

Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

В і с н и к
Криворізького національного
університету

Збірник наукових праць

Випуск 37

Кривий Ріг 2014

Редакційна колегія: **Вілкул Ю.Г.**, д-р техн. наук, проф. (відповідальний редактор); **Азарян А.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Барашиков А.Я.**, д-р техн. наук, проф.; **Бережний М.М.**, д-р техн. наук, проф.; **Гірін В.С.**, д-р техн. наук, проф.; **Голишев О.М.**, д-р техн. наук, проф.; **Губін Г.В.**, д-р техн. наук, проф.; **Гурін А.О.**, д-р техн. наук, проф.; **Долгоруков Ю.О.**, д-р екон. наук, проф.; **Євтехов В.Д.**, д-р геол.-мінерал. наук, проф.; **Жуков С.О.**, д-р техн. наук, проф.; **Ilias Nicolae**, Dr.h.c., Professor, University of Petrosani, Romani; **Кіяновський М.В.**, д-р техн. проф.; **Ковальчук В.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Лялюк В.П.**, д-р техн. наук, проф.; **Моркун В.С.**, д-р техн. наук, проф.; **Несмашний Є.О.**, д-р техн. наук, проф.; **Нусінов В.Я.**, д-р економ. наук, проф.; **Олійник Т.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Решетілова Т.Б.**, д-р економ. наук, проф.; **Рудь Ю.С.**, д-р техн. наук, проф.; **Ступнік М.І.**, д-р, техн. наук, проф. (заступник відповідального редактора); **Сінчук О.М.**, д-р техн. наук, проф.; **Сінолиций А.П.**, д-р техн. наук, проф.; **Сапига С.Я.**, д-р екон. наук, проф.; **Самуся В.І.**, д-р техн. наук, проф.; **Сидоренко В.Д.**, д-р техн. наук, проф. (заступник відповідального редактора); **Стороженко Л.І.**, д-р техн. наук, проф.; **Толмачов С.Т.**, д-р техн. наук, проф.; **Туріло А.М.**, д-р економ. наук, проф.; **Учитель О.Д.**, д-р техн. наук, проф.; **Федоренко П.Й.**, д-р техн. наук, проф.; **Федоркін С.І.**, д-р техн. наук, проф.; **Шишкін О.О.**, д-р техн. наук, проф.

Науково-технічний збірник внесений до Переліку фахових видань, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата технічних наук (наказ Міністерства освіти і науки України № 455 від 15.04.2014 р.). Збірник надсилається до Національної бібліотеки України імені В.Л. Вернадського та провідних наукових бібліотек України. Збірник індексується у міжнародній наукометричній базі даних наукової електронної бібліотеки "eLIBRARY.ru".

У збірнику викладено результати досліджень у галузі технічних та економічних наук. Розглянуті шляхи підвищення ефективності промислових виробництв, автоматизації, контролю та керування технологічними процесами. Важливе місце займають питання енергозбереження, економіки, надійності, охорони праці, техніки безпеки, захисту довкілля.

Збірник розраховано на наукових й інженерно-технічних працівників, а також може бути використаний студентами вищих навчальних закладів.

Адреса редакції: 50002, Кривий Ріг, вул. Пушкіна, 44.

ДВНЗ «Криворізький національний університет». Тел. 262 407.

Кривий Ріг
Зміст

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

<i>Кравец В.С., Дворников В.А., Еременко Г.И., Чирва А.И.</i> Определение устойчивых параметров бортов карьеров в зонах подземных рудников Кривбасса	3
<i>Харин С.А.</i> Разработка программного обеспечения и исследование скорости проведения протяженных выработок глубоких шахт	6
<i>Монастирський Ю.А., Веснін А.В., Сістук В.</i> Урахування особливостей гірничотехнічних умов експлуатації автосамоскидів як шлях до підвищення продуктивності кар'єрної техніки	10
<i>Пшеничний В.Г., Пыжик Н.Н.</i> Методика оптимизации режимов добычных, вскрышных и внутрикарьерных отвальных работ с учетом их взаимосвязи при разработке крутопадающих месторождений с применением технологии внутреннего отвалообразования	18
<i>Азарян В.А.</i> Модель динамической стабилизации колебаний качества в рудопотоке	22
<i>Сидоренко В.Д., Шолох М.В., Топчий О.Л., Сергеева М.П., Ковтун В.Я., Серебряний Ю.Л., Волчко Є.П.</i> Комплексні програми камеральної обробки даних лазерного 3d-сканування	26
<i>Хворост В.В.</i> Дослідження міцності і надійності конструктивних елементів об'єктів, розташованих на поверхні гірничо-промислових підприємств	31
<i>Рудь Ю.С., Кучер В.Г., Белоножко В.Ю.</i> Повышение эффективности самоочистки колосниковой решетки спекательных тележек агломерационных машин	36
<i>Кірієнко С.М.</i> Вплив середовищтвірної діяльності ссавців на активність уреаз в ґрунтах відвалів Криворіжжя	41
<i>Кияновский Н.В., Сокур И.Н., Сокур Л.М.</i> Перспективы применения центробежно-ударных дробилок в отечественной и зарубежной горнорудной промышленности	46
<i>Николашин Ю.М., Ковалев К.В., Корчагин Н.В.</i> Устойчивость откосов земляного полотна из отходов сухой магнитной сепарации железистых кварцитов	51
<i>Николашин Ю.М., Плотиников А.В.</i> Условия устойчивости борта глубокого карьера в зоне динамического влияния крупного тектонического разлома Горншне-Плавнинского железорудного месторождения	55
<i>Кондратець В.О., Мацуї А.М.</i> Технічне забезпечення допустимої похибки ідентифікації розрідження пульпи при подрібненні пісків двоспирального класифікатора	59
<i>Пшеничний В.Г., Пыжик Н.Н.</i> Технология внутреннего отвалообразования с формированием временного внутреннего отвала	64
<i>Швец Д.В.</i> Оптимизация транспортных схем и порядок отработки крутопадающих железорудных месторождений в условиях постановки бортов карьера в конечное проектное положение	69
<i>Долгих О.В.</i> Використання нечіткої логіки та нейронних мереж при розрахунках можливості утворення провалів від дії підземних гірничих робіт	76
<i>Тишук В.Ю.</i> Закріплення пильних поверхонь на гірничих підприємствах з використанням біотехнологій	79
<i>Гирич В.П., Ферликовская О.В.</i> Повышение эффективности работы теплообменного оборудования путем электростабилизационной обработки воды	84
<i>Домнічев М.В., Нестеренко О.В.</i> До питання використання засобів індивідуального захисту цивільним населенням при надзвичайних ситуаціях мирного часу	90
<i>Комісаренко Т.А., Єлєзов К.С.</i> Аналіз способів визначення виробленого простору при розробці залізрудних родовищ	95
<i>Прокопенко Ю.А.</i> Блокировка и маркировка источников опасных энергий на предприятиях горно-металлургического комплекса Украины для снижения уровня производственного травматизма на рабочих местах	99
<i>Самборский Ю.Г., Файнштейн В.Г.</i> Математическое описание непрерывного стана горячей прокатки как объекта системы автоматического управления	104
<i>Савельев С.Д., Новохатько Я.А.</i> Математическое моделирование процесса перемещения зоны горения при спекании аглошхты	108
<i>Александрова Т.В.</i> Процессы взаимодействия кусковой руды с лентой наклонного конвейера при ее поперечном порыве	113
<i>Назаренко Н.В., Назаренко М.В., Хоменко С.А.</i> K-MINE – базовый инструмент повышения эффективности буровзрывных работ	117
<i>Микитин О.В., Черенюк М.С.</i> Огляд та аналіз малогабаритної мікроконтролерної техніки з великими можливостями	122
<i>Шумова Л.А., Скарга-Бандурова И.С.</i> Метод раннего обнаружения опасной тенденции технологических параметров	126
<i>Мироненко А.И., Самохина С.А., Старых С.С., Шаповалова Г.М.</i> Актуализация проблемы складирования хвостов обогащения полезных ископаемых	130
<i>Плотиников В.Ф., Николенко Е.М.</i> Краткий обзор технологии горных работ и перспективные направления развития Bama mining company (Иран)	135
<i>Аблец В.В., Березовский А.А., Аблец Н.С.</i> Кирпич и черепица дореволюционного криворожья. II Верхнеднепровский уезд Екатеринославской губернии	138
<i>Жосан А.А., Ліпанчиков С.І.</i> Чисельне моделювання роботи непараметричного дуального регулятора на прикладі об'єкта першого порядку	144
<i>Жосан А.А., Кирсань Е.С.</i> Управление зоной печи с распределенными параметрами с помощью регулятора, основанного на концепции дуального управления	149
<i>Каневський В.В., Ткачук О.Р.</i> Експериментальне дослідження частотно – регульованого електроприводу зі зворотнім зв'язком за оцінкою динамічного моменту	153
<i>Хромей О.В.</i> До проблеми необхідності та напрямків розвитку тягового електроприводу	157
<i>Сінолиць А.П., Кольсун В.А., Удовенко О.О., Козлов В.С., Риженков Д.В., Макодьоб В.М.</i> Лабораторний комплекс дослідження енергопотоків мережі живлення з різноманітними режимами навантаження	161

Герасименко Н.О. Консультування як важливий елемент системи самостійної роботи студентів вищих навчальних закладів	165
Квітка Т.В. Самоосвітня діяльність як засіб особистісного розвитку студентів вищих технічних навчальних закладів	168
Куліковська О.Є., Атаманенко Ю.Ю. Аналіз новітніх технологій у фіксуванні дорожньо-транспортних пригод у Криворізькому регіоні	172
Гольшиев А.М., Пищикова Е.В., Янова Л.А. Разработка методики определения доминирующих причин реализации травмоопасных ситуаций в условиях промышленных предприятий на основе теории множеств и определяющего фактора	177
Полоцкая Н.Н., Бурлаченко Т.И., Стебельская Е.Н., Стебельская О.В., Горон Н.Н., Белоусенко В.В. Применение новых технологий очистки нефтесодержащих ливневых сточных вод	182
Ткаченко Г.І., Самойлюк О.А., Шепель А.О. Дослідження об'єму осередку деформації при прокатуванні штаби у гладких валках	187
Биленко А.Е., Терещенко В.В., Пищеничный В.Г., Перегудов Ю.Г. Горнотехническая рекультивация отработанного карьера №2 ПАО «ЦГОК» вскрышными породами Глееватского карьера с применением комбинированного способа засыпки	192
Кивгиза Е.В., Пивнів С.И., Терешонков А.Н., Романов А.Ю. Обоснование эффективной технологии совместной отработки магнетитовых кварцитов Первомайского карьера и шахты «Первомайская» Северного ГОКа открыто-подземным способом	196
Лобов В.Й., Дубовик І.І. Автоматизована система керування сівалкою	201
Моркун В.С., Пикильняк А.В., Моркун Н.В., Подгородецкий Н.С. Моделирование процесса распространения ультразвуковых волн в неоднородных средах методом расслоенных пространств (K-SPACE)	205
Несмаишин С.О., Федін К.А. Розробка методики обчислення та досвід застосування часових інтервалів при проведенні масових вибухів на КАР'ЄРІ «ПівдГЗк»	212
Настобурко Л.Г., Кривенко Ю.Ю. Рациональное применения этажно-камерной и подэтажно-камерной систем разработки с твердеющей закладкой при отработке мощных крутопадающих рудных месторождений	217
Почужевський О.В. Специфіка умов експлуатації самохідних колісних машин на відкритих розробках	222
Касаткіна І.А., Гнутов І.В. поліпшення енергоефективності системи електропривода конвеєра	227
Романенко А.В., Плотников В.Ф., Назаренко М.В. Опыт использования автоматизированных систем проектирования в ГП «ГПИ «Кривбасспроект»	230
Радионов В.М. Способ управления гранулометрическим составом выхода гидроциклона, на основе средств ультразвукового воздействия и контроля	235
Моргун А.В., Чухарев С.М. Повышение эффективности отбойки массива скважинными зарядами взрывчатых веществ	238
Бабец Е.К., Штанько Л.А., Козариз В.Я., Чепурной В.И., Ляш С.И., Плужник Ю.А. Опыт геофизического мониторинга методами БИЭМПЗ и РАП состояния породного массива в зоне влияния подземных горных работ	242
ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ	
Калініченко О.В. Дослідження економічної доцільності заходів щодо боротьби з пилом на відкритих рудних складах	247
Мишук Є.В., Клименко А.Д. Роль облікової політики в управлінні підприємством	253
Кадола Л.В., Сердюк С.Д. Аналіз використання рекультивованих земель як рекреаційного потенціалу міста	258
Шахно А.Ю., Мигуцька І.М. Оптимізація структури капіталу підприємств гірничо-металургійного комплексу України	260
Грицина О.Є., Драгун Б.Т., Гук А.Ю., Нестерук Н.І., Ланцетова Т.В., Єгорова І.Г. Особливості системи економічних показників у нормах технологічного проектування гірничодобувних підприємств з підземним способом видобутку залізних руд	267
Пищик М.М., Терещенко В.В., Григор'єв Ю.І. Сучасні підходи до визначення оптимальних проектних рішень при комплексному освоєнні родовищ корисних копалин із застосуванням критерію максимуму прибутку в умовах ринкової економіки	271
Шепельюк В.А. Передумови виникнення та еволюція корпоративних відносин в системі внутрішнього контролю	276
Коровіна О.В. Теоретичний аналіз засад управління життєвим циклом підприємств	281
Темченко О.А., Ваплична В.В., Голобородько В.Ю. Интегральная оцінка конкурентоспроможності гірничодобувних підприємств Кривбасу	285
Кононенко В.В. Решотка, Р.О. Кононенко А.В. Системно-динамічна модель оцінки та мінімізації витрат інвестиційного проекту поглиблення шахтних стволів	289
Григор'єв І.Е., Китов А.А. Исследование влияния цикличности цен на минеральные ресурсы при определении рациональных решений при проектировании карьеров	294
Нусінов В.Я., В.О. Побережна В.О. Проблеми корпоративного управління в Україні	299
Ізмайлов Я.О. Вдосконалення обліку надходження нематеріальних активів на підприємство-суб'єкт зовнішньоекономічної діяльності	304
Турило А.М., Сазонов Р.В. Дослідження сутності категорії «інноваційна активність підприємства»	311
Фалько Є.А. Теоретико-методологічні аспекти дослідження глобалізаційних процесів в туристичному бізнесі	314
АНОТАЦІЇ	
А н н о т а ц і ї	319

УДК 622.235

В.С. КРАВЕЦ, В.А.ДВОРНИКОВ, Г.И. ЕРЕМЕНКО, кандидаты. техн. наук, доц.,
Криворожский национальный университет
А.И. ЧИРВА, канд. техн. наук, Ассоциация «Укрудпром»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВЫХ ПАРАМЕТРОВ БОРТОВ КАРЬЕРОВ В ЗОНАХ ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКОВ КРИВБАССА

Приведены результаты расчетов устойчивости бортов карьеров в различных по степени нарушенности областей сдвижения горных пород Кривбасса. Установлены устойчивые параметры бортов карьеров, позволяющие осуществлять безопасную и эффективную разработку потерянных запасов железной руды и окисленных кварцитов открытым способом.

Извлечение ранее потерянных при подземной добыче запасов железной руды и окисленных кварцитов вызывает необходимость применения открытой разработки в различных областях сдвижения горных пород.

Определение устойчивых параметров бортов карьеров на основании ранее выполненных исследований для условий различной нарушенности подработанного массива в Кривбассе могут привести к завышенным или же заниженным результатам в зависимости от того, в какой области сдвижения их использовать.

Так, например, значение коэффициента ослабления сцепления 0,5 принятого в работе (1), для области обрушений будет давать завышенные результаты, а для области трещин – заниженные. На основании выполненных исследований (2) установлено, что в области обрушений величина сцепления изменяется в пределах 2-9 кПа, а в области трещин коэффициент ослабления сцепления составляет 0,84.

Для расчета устойчивости бортов карьеров необходимо применение расчетных методов, учитывающих состояние массива горных пород в различных областях сдвижения.

В связи с этим при определении устойчивых параметров бортов карьеров в различных областях сдвижения горных пород всякого бока мощных пластообразных залежей Кривбасса использовались основные рекомендации исследований (1,2,3)

Прочностные характеристики, использовавшиеся при расчетах устойчивости бортов карьеров приведены в табл. 1.

Таблица 1

Прочностные характеристики горных пород подработанного массива

Область сдвижения подземного рудника	Физико-механические характеристики горных пород в массиве			Прочностные характеристики по контактам породных слоев		Прочностные характеристики по трещинам отдельности	
	объемный вес γ , т/м ³	сцепление С, КПа	угол вн. тр. ϕ , град.	сцепление, С', КПа	угол внутреннего трения, ϕ' , град.	сцепление Стр., КПа	угол вн. трения, ϕ , град.
Область обрушения	1,4	9	28	10	26	11	27
Область сдвигов	2,6	35	32	10	27	11	28
Область трещин	3,0	59	32	10	29	11	29

Сцепление в области обрушения принято 9 КПа, поскольку эта величина установлена на основании съемки обнажений скальных пород, значительно ослабленных процессами выветривания. Как установлено исследованиями (2) с глубиной величина сцепления в подработанном массиве увеличивается. Поэтому принятая в расчетах величина сцепления 9 -КПа является оптимальной.

Для повышения надежности расчетных данных в области сдвигов и области трещин устанавливалась средняя величина сцепления для роговиков и сланцев в отдельности, а затем принималась окончательно средняя для роговико-сланцевой толщи горных пород с учетом коэффициентов ослабления сцепления (соответственно 0,5 и 0,84). возможность такого подхода к

решению вопроса определяется тем, что висячий бок рудных залежей Кривбасса сложен переслаивающимися роговиками и сланцами.

На основании данных, приведенных в табл. 1, а так же рекомендаций [4] установлены основные параметры призмы обрушения бортов карьеров в различных областях висячего бока подземных рудников Кривбасса.

При определении допустимой высоты вертикального обнажения (H_{90}) величина сцепления принималась с учетом того, что верхняя часть скального массива представлена известняками, а так же выветрелыми роговиками и сланцами со значительно меньшими прочностными характеристиками.

Полученные результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

Расчетные параметры призмы обрушений бортов карьеров

Область сдвижения подземного рудника	Глубина карьера, Нм	Высота верт обнажения, $H_{90}, м$	Условная высота верт. Обнажен, $H_1 = H_k / H_{90}$	Условная ширина призмы обрушения, $a_1 = a / H_{90}$	Действит. Ширина призмы обрушения, $a = H_{90} * a_1, м$
Область обрушения	100	10	10	1,1	11
	200	10	20	1,5	15
	300	10	30	1,7	17
Область сдвигов	100	12	8,3	0,86	10,32
	200	12	16,6	1,22	14,64
	300	12	25	1,52	18,24
Область трещин	200	18	11,1	0,85	15,3
	300	18	16,6	1,1	19,8

Как видно из табл. 2. нами рассмотрены карьеры глубиной от 100 до 300м. Это объясняется тем, что в настоящее время нет еще достаточно надежных результатов исследований состояния подработанного массива во всех областях сдвижения подземных рудников Кривбасса. Поэтому глубина карьера 300м-, рассматривается как первоначальная возможная.

В процессе эксплуатации карьеров необходимо выполнение исследований устойчивости бортов, которые позволят осуществить расширение границ открытых горных работ до глубины 500 м.- 700м.

Расчета устойчивости бортов карьеров производился с использованием расчетных схем, приведенных в (5;6;7).

Применение этих схем расчета позволило установить величину / коэффициента запаса устойчивости бортов карьеров с учетом сил, действующих на призму обрушения, прочностных характеристик горных пород, а так же формы поверхности скольжения.

Результаты определения устойчивых параметров бортов карьеров в различных областях сдвижения подземного рудника по предложенным методам, а также по методам (4,8) приведенные в табл. 3.

Как видно из табл. 3 на устойчивость бортов карьеров существенно влияет угол падения поверхности ослабления δ по которому происходит сдвиг части (верхней или нижней) призмы обрушения.

Так, например, при размещении борта карьера в обзисте сдвигов при $H_k \leq 300м$ и $\alpha = 27^\circ$ изменение величины угла падения поверхности скольжения в верхней части призмы обрушения δ от 45° до 55° приводит к увеличению коэффициента запаса устойчивости борта соответственно от 1,31, 1,33 до 1,47.

Увеличение коэффициента запаса устойчивости объясняется тем, что с увеличением угла падения поверхности ослабления δ размеры призмы активного давления уменьшается, кроме того уменьшается часть поверхности скольжения с более слабыми прочностными характеристиками (по сравнению с массивом) за счет чего и повышается устойчивость бортов карьеров.

В области трещин устойчивость бортов карьеров повышается при ступенчатой форме нижней части поверхности скольжения. Так при круглоцилиндрической форме нижней части поверхности скольжения коэффициент запаса составляет при $H_k \leq 300 м$ и $\alpha = 50^\circ$ - 1,36, при $H_k = 300м$ и $\alpha = 45^\circ$ - 1,32, а при ступенчатой форме нижней части поверхности скольжения и тех же параметрах борта карьера и условий залегания поверхности скольжения соответственно 1,52

и 1,46. Учитывая малую вероятность сдвига нижней части призмы обрушения по поверхности скольжения ступенчатой формы устойчивые параметры бортов карьеров определялись по схеме III (с круглоцилиндрической формой нижней части поверхности скольжения).

Таблица 3

Расчет устойчивости параметров бортов карьеров в различных областях сдвижения подземного рудника

Область сдвижения	Глубина карьера, Н, м	Угол откоса борта карьера α , град.	Форма поверхности скольжения	Расчетная схема	Угол наклона поверхности ослабления, δ , град	Коэффициент запаса устойчивости борта карьера		
						по предложенным методам	по методу [8]	по методу [4]
Область обрушений	100	36	Верхняя часть - круглоцилинд., Нижняя - плоская	1	$\delta=14$	1,26	1,30	3
	100	30			$\delta=6$	1,52	1,69	11
	200	28			$\delta=5$	1,46	1,55	6
	200	28	сложная	2	$\delta_1=50$	1,42		
					$\beta=5$			
					$\delta=27$			
	300	26	-	1	$\delta=8$	1,48	1,66	12
	300	26	сложная	2	$\delta_1=5$	1,34		
					$\beta=35$			
					$\delta_2=8$			
	300	26	сложная	2	$\delta_1=50$	1,38		
					$\beta=30$			
					$\delta_2=8$			
Область сдвигов	100	42	Верхняя часть – плоская, нижняя - круглоцилиндрическая	3	$\delta=60$	2,03	2,38	17
	100	42		3	$\delta=55$	1,38	1,63	18
	100	42		3	$\delta=50$	1,31	1,37	4
	200	42		3	$\delta=60$	1,28	1,46	14
	200	36		3	$\delta=55$	1,26	1,34	6
	200	30		3	$\delta=60$	1,39	1,55	11
	300	30		3	$\delta=45$	1,26	1,28	1
	300	27		3	$\delta=45$	1,31	1,33	1
	300	27		3	$\delta=50$	1,33	1,38	3
	300	27		3	$\delta=55$	1,47	1,58	7
	300	27	Сложная(нижняя часть круглоцил.)	4	$\delta=55$	1,31	1,34	2
					$\delta=39$			
	200	38		3	$\delta=50$	1,32	1,51	14
	200	38		3	$\delta=55$	0,98	1,23	27
Область трещин	200	32		3	$\delta=45$	1,34	1,41	5
	300	30			$\delta=50$	1,36	1,39	2
	300	30	Нижняя часть поверхности скольжения ступенчатая	4	$\delta=50$	1,52		
	300	30		3	$\beta=45$	1,32	1,37	3
	300	30		4	$\beta=45$	1,46		

Полученные значения коэффициента запаса устойчивости бортов карьеров по предложенным методам несколько меньше, чем по методам (4,8), что объясняется более полным учетом всех фактов, влияющих на устойчивость бортов карьеров в различных областях сдвижения горных пород Кривбасса.

Список литературы

1. Рац М.В. Неоднородность горных пород и их физических свойств. М. «Наука» 1968г. , 107с.
2. Сидоренко В.Д., Дворников В.А., Кравец В.С., Еременко Г.И. Определение закономерностей изменения прочностных свойств горных пород подработанного массива. Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць вип.. 26. Кривий Ріг 2010, с. 40-44.
3. Можжерин В.М. Влияние подземных разработок на устойчивость бортов карьеров. Диссертация канд. Техн. Наук, ЛГИ, 1966, 140с.
4. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов, М., Недра, 1965, 377с.

5. **Кравец В.С., Дворников В.А., Чирва А.И.**, Графо-аналитические расчеты устойчивости бортов карьеров в области обрушения горных пород Сборник Разработка рудных месторождений, Кривой Рог. КТУ вып. 79 2002, с. 47-51.

6. **Кравец В.С., Дворников В.А., Хруцкий В.Л.** Методика расчета устойчивости бортов карьеров в области сдвигов подработанного карьера массива Кривбасса. Разработка рудных месторождений. Кривой Рог .КТУ. Вып. 83.2003.с. 25-29

7. **Кравец В.С.** Исследование и разработка методики расчета устойчивости бортов карьеров в зонах подземных работ Кривбасса. Диссертация канд. техн. наук . Кривой Рог ,1979,194с.

8. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. ВНИМИ.,Л.,1972. - 163 с.

Рукопись поступила в редакцию 19.03.14

УДК 622.272: 624.191.5

С.А. ХАРИН, д-р техн. наук, доц., Институт предпринимательства "Стратегия"

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОТЯЖЕННЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ

На скорость проходки выработок заметное влияние оказывают буровые работы и актуальным, в этой связи, является исследование зависимости скорости проходки протяженных вертикальных и горизонтальных выработок от производительности бурового оборудования. В этой ситуации целесообразна разработка методов исследований, соответствующего программного обеспечения, которые позволили бы служить в качестве инструментов изучения вопросов организации строительства. Для проведения исследований разработана компьютерная программа. В результате исследования изменения скорости проходки выработок различного назначения от эксплуатационной производительности бурового оборудования установлены соответствующие зависимости, охватывающие широкий круг условий.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Ритмичная работа шахт служит фактором, который способствует повышению эффективности горной промышленности в целом. Задача реконструкции производственных мощностей в условиях значительных глубин разработки должна сопровождаться интенсивными усилиями в направлении исследований, направленных на совершенствование всех технологических процессов, которые требуют соответствующей автоматизации для обеспечения достоверности результатов.

Анализ исследований и публикаций. Анализ имеющихся результатов исследований и состояния проектирования и строительства шахт указывает на необходимость более широкого использования компьютерных технологий для детального учета различных особенностей сооружения подземных объектов и обеспечения оптимальных параметров ведения работ.

Постановка задачи. Подготовить соответствующее программное обеспечение и исследовать вопросы организации проходки стволов глубоких шахт под влиянием изменения параметров бурового оборудования и горно-геологических условий, в частности, изменение темпов строительства.

Изложение материала и результаты. Современный этап функционирования железорудной промышленности Украины характеризуется, в частности следующим:

Исчерпанностью богатых легкодоступных месторождений полезных ископаемых.

Большой глубиной ведения работ на карьерах, проблемами, связанными с масштабами и темпами вскрышных работ.

Экологическим ущербом, связанным с деятельностью горнообогатительных комбинатов

Нарастанием себестоимости продукции при открытом способе разработки бедных руд и их последующим обогащением, ввиду применения энергозатратных технологий и высокой стоимостью энергоносителей на мировом рынке. Кроме того, следует подчеркнуть постоянный характер роста мировых цен на энергетические ресурсы, что позволяет прогнозировать дальнейшее возрастание себестоимости продукции.

Значительной потребностью металлургических предприятий Украины в железорудном сырье.

Необходимостью обеспечения критически важных экспортных поставок металлургической и железорудной продукции, что усиливается невозможностью экспорта высокотехно-

гичной продукции.

Близостью к исчерпанию запасов природно-богатых железных руд, разрабатываемых в настоящее время подземным способом и вскрытых с помощью одной ступени вскрытия.

Очевидной невозможностью возобновления попыток строительства Криворожского государственного комбината окисленных руд.

Указанное позволяет предполагать возможность в перспективе разработки на больших глубинах (свыше 1500 м) природно-богатых железных руд на действующих шахтах Криворожского бассейна с использованием второй и более высоких ступеней вскрытия месторождений. Вышеизложенное определяет необходимость решения актуальной научно-технической проблемы – развития проектирования строительства железорудных шахт на больших глубинах разработки. Для своевременного вскрытия нижележащих горизонтов обеспечение заданных темпов проходки горных выработок является важной задачей, связанной с ритмичной организацией работ. Поскольку на скорость проходки выработок в большинстве случаев, особенно, в крепких породах и при значительной площади поперечного сечения, заметное влияние оказывают буровые работы актуальным, как представляется, может быть исследование зависимости скорости проходки выработок от производительности бурового оборудования. В этой связи представляет интерес разработка методов исследований, соответствующего программного обеспечения, которые позволили бы служить в качестве инструментов изучения вопросов организации строительства. Для проведения исследований нами разработаны алгоритм (рис. 1) и компьютерная программа на языке C++ (рис. 2).

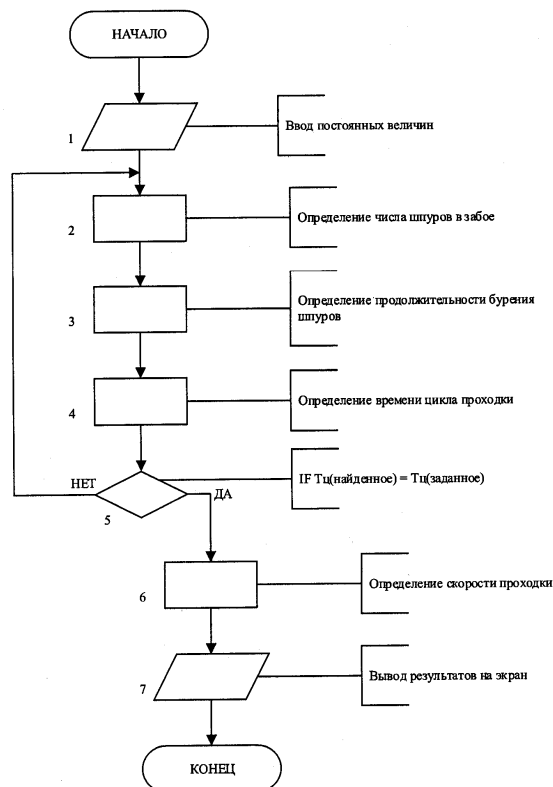


Рис. 1. Алгоритм программы

Исследуем зависимость скорости проведения протяженных горизонтальных выработок от эксплуатационной производительности бурового оборудования. Для характерного для условий глубоких горизонтов шахт Кривбасса случая, при $S=16 \text{ м}^2$ и $f=16$ определим характер зависимости скорости проходки выработки (v) от производительности бурового оборудования (B) (рис. 3).

Установлено, что эта зависимость носит логарифмический характер и имеет, в указанном выше случае, такой вид

$$v = 18,678 \ln(B) - 20,252.$$

В ходе исследования зависимости скорости проходки протяженных выработок горизонта от производительности бурового оборудования установлено, в частности, что при неизменном значении площади поперечного сечения горной выработки и коэффициента крепости пород по шкале проф. М.М. Протодеяконова и возрастании эксплуатационной производительности бурового оборудования в равное число раз на разных промежутках значений эксплуатационной производительности скорость проходки выработки будет изменяться с меньшей интен-

сивностью, чем отличаются значения промежутков, при этом, по мере роста эксплуатационной производительности бурового оборудования изменение скорости проходки выработки будет все менее выражено; при возрастании скорости проходки выработки с 25 м/мес. до 50 м/мес., т.е. в 2 раза, требуемая для обеспечения такой скорости эксплуатационная производительность бурового оборудования должна увеличиться более интенсивно, в зависимости от условий, в 3,55-3,67 раза.

1. Находим скорости $V_{гкв}$, $V_{ш}$, $V_{вкв}$, V_3 .
 $T_{гк} = 58,5$ мес.
 $W_{гкв} = 400$ м.
 $W_{ш} = 335$ м.
 $W_{вкв} = 450$ м.
 $W_3 = 130$ м.
 Вычислить

2. Находим объем работ W по бурению
 $N1_{шп} = 85$ $\eta = 0,8$
 $N2_{шп} = 60$ $n_{цк} = 22$
 Вычислить

3. Находим объем работ W по погрузке
 $S1 = 20$ м² $\mu = 1,1$
 $S2 = 10$ м²
 Вычислить

4. Находим объем работ W по креплению
 $S01 = 20$ $S02 = 10$
 Вычислить
 Далее

5. Время проходческих операций бурения, погрузки и крепления в пределах цикла
 $t_{цк} = 17,5$
 $5 \leq B \leq 30$
 $4 \leq P \leq 20$
 $5 \leq K \leq 20$
 Формирование таблиц
 Главный квершлаг
 Штрек
 Вентиляционный квершлаг
 Засечки
 100%
 Далее

Время для главного кве...

№ п/п	В	P	K
1	11.1	2.616	4.122
2	9.427	4.945	3.42
3	10.65	2.314	4.976
4	12.16	1.538	3.862
5	11.65	2.333	3.593
6	12.46	2.684	2.691
7	13.71	2.801	1.392
8	13.18	1.374	3.072
9	13.47	1.687	2.747
10	14.74	1.435	1.542
11	12.75	3.381	1.376
12	10.37	6.15	1.439
13	11.88	2.374	3.727
14	14.52	1.381	1.697
15	9.71	5.035	2.781
16	9.745	3.448	4.347
17	9.814	3.428	4.421
18	11.88	2.461	3.579
19	8.768	2.022	6.8
20	8.286	4.506	4.857

Close

Рис. 2. Расчет параметров строительства выработок

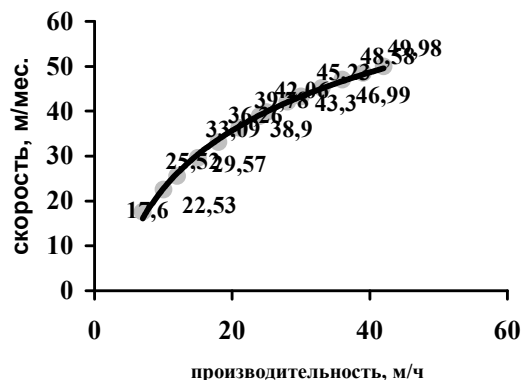


Рис. 3. К установлению характера зависимости скорости проходки выработки от производительности бурового оборудования

Отмечена тенденция более интенсивного увеличения, по мере роста эксплуатационной производительности бурового оборудования, скорости проходки выработки с меньшим значением площади поперечного сечения. Установлено, что скорость проходки протяженной горизонтальной выработки логарифмически зависит от эксплуатационной производительности бурового оборудования, что позволяет определять темпы проведения квершлагов и штреков при использовании средств бурения различной производительности.

Рассмотрим зависимость скорости проведения стволов, при прочих равных условиях, от эксплуатационной производительности бурового оборудования при следующих условиях: проходка осуществляется обычным способом с применением буровзрывных работ по совмещенной схеме. Стволы закреплены монолитным бетоном.

Для ствола диаметром в проходке $D=6$ м, при площади поперечного сечения $S=28,3$ м², проходимого в породах с коэффициентом крепости по шкале проф. М.М. Протодяконова $f=12$ и эксплуатационной производительности (обозначим ее P) бурового оборудования 6 м/ч (рис. 3) имеет место скорость проходки горной выработки 14,1 м/мес. (примем ее за базовую для данных условий). Переход к большей производительности средств бурения, при неизменных прочих условиях, увеличивает темпы проходки выработки. Так, например, при эксплуатационной производительности 8 м/ч скорость проходки выработки возрастает до 15,84 м/мес., при эксплуатационной производительности 12 м/ч скорость увеличится до 18,04 м/мес. Высокие уровни производительности бурового оборудования способствуют достижению заметно больших темпов проходки. Так, при $P=24$ м/ч скорость возрастет до 20,9 м/мес.

Характер зависимости v от P для ствола $D=6$ м при $f=12$ может быть описан логарифмическим выражением $v = 4,3027 \ln(P) + 7,111$. Аналогичным образом рассмотрим зави-

симось v от P для данного ствола, но при увеличении f до 18. В этом случае при соответствующих значениях эксплуатационной производительности бурового оборудования будут иметь место более низкие скорости проходки, а общий характер зависимости v от P примет вид $v = 5,1741 \ln(P) + 2,8785$.

Исследуем далее аналогичным образом влияние эксплуатационной производительности бурового оборудования на скорость проходки ствола $D = 8$ м, имеющего площадь поперечного сечения $S = 50,2 \text{ м}^2$ при $f=12$ и $f=18$. В этом случае в целом будут повторяться тенденции, отмеченные нами ранее для ствола $D = 6$ м, но при меньших уровнях v для данных значений P .

Характер зависимости v от P для ствола $D=8$ м при $f=12$ и $f=18$ может быть описан соответственно выражениями $v = 2,6461 \ln(P) + 5,1791$ и $v = 3,0919 \ln(P) + 2,8646$.

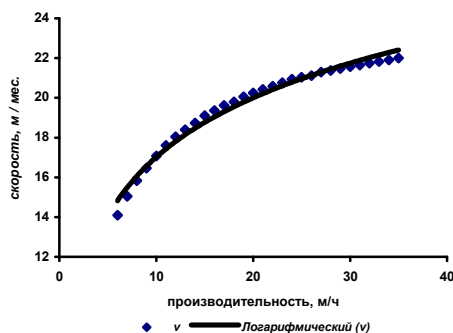
Рассмотрим теперь степень изменения скорости проходки (обозначим Δ) ствола $D = 6$ м при переходе от $f=12$ к $f=18$. При $P = 6$ м/ч скорость проходки ствола при $f=12$ будет в 1,205 раза выше, чем при $f=18$. Соотношение скоростей при более высоких значениях P будет постепенно уменьшаться. При достаточно больших значениях эксплуатационной производительности бурового оборудования соотношение скоростей проходки ствола существенно снизится, так, например, при $P = 30$ м/ч оно составит 1,06 раза.

В общем случае соотношение скоростей проходки ствола $D = 6$ м при $f=12$ и $f=18$ можно описать зависимостью $\Delta = -0,0879 \ln(P) + 1,3549$. В случае же $D=8$ м при $P=6$ м/ч $\Delta=1,184$; при $P=30$ м/ч $\Delta=1,0598$. В общем виде зависимость соотношения скоростей для ствола $D=8$ м выглядит как $\Delta = -0,0796 \ln(P) + 1,3182$.

Исследуем изменение соотношения скоростей (обозначим Z) при $D = 6$ м и $D = 8$ м при соответствующих уровнях коэффициента крепости пород. В то время как соотношение площадей сечения рассматриваемых стволов составляет 1,77 соотношение скоростей при $f=12$ и $P = 6$ м/ч будет равно $Z=1,47$, а в случае $P = 30$ м/ч возрастет до $Z = 1,54$. Сходная картина наблюдается и для случая $f=18$.

В общем виде изменение соотношения скоростей может быть описано выражениями $Z = 0,0028P + 1,4722$ в случае $f=12$ и $Z = 0,0034P + 1,4431$ в случае $f=18$. Отношение скорости проходки ствола при данном значении эксплуатационной производительности v_{pj} к скорости проходки ствола при предыдущем значении эксплуатационной производительности v_{pi} характеризует темп изменения скорости. Рост скорости проходки ствола $D = 6$ м при $f=12$ вначале происходит сравнительно интенсивно. Так, при увеличении производительности до 8 м/ч по сравнению с предыдущим ее показателем, т.е. 6 м/ч (обозначим этот случай как v_8/v_6) скорость возрастает в 1,123 раза, при v_{10}/v_8 рост будет уже меньшим – 1,077. При больших параметрах эксплуатационной производительности бурового оборудования переход к каждому последующему ее значению приводит лишь к крайне незначительному увеличению скорости: при v_{30}/v_{28} оно составит 1,0084. Исследуем вариант $D = 6$ м при $f=18$. В данном случае, как и в предыдущем, интенсивность возрастания скорости проходки ствола вначале относительно высока. Так, при увеличении производительности до 8 м/ч по сравнению с предыдущим ее показателем скорость возрастает в 1,15 раза, при v_{10}/v_8 рост будет уже меньшим – 1,105.

Рис. 4. Зависимость v от P для ствола $D = 6$ м при $f=12$



При значительных параметрах эксплуатационной производительности бурового оборудования переход к каждому последующему ее значению также приводит лишь к небольшому увеличению скорости: при v_{30}/v_{28} оно составит 1,013.

Сравнивая интенсивность роста скорости для $f=12$ и $f=18$ следует отметить, что в последнем случае она изменяется с более высоким темпом. Сходная картина имеет место и при $D = 8$ м.

Анализируя темпы изменения скорости проходки ствола при переходе к каждому последующему значению производительности проходческого оборудования, следует указать, что для всех случаев они падают по мере увеличения произво-

дительности; при одинаковом диаметре ствола такие темпы выше при большем значении f . Отсюда вытекает вывод о том, что при большей крепости пород увеличение эксплуатационной производительности бурового оборудования способно в относительно большей степени влиять на скорость проходки и зона интенсивного влияния P на v в этом случае шире. **Выводы и направления дальнейших исследований.** Таким образом, в ходе исследования, на основе разработанного программного обеспечения, изменения скорости проходки выработок от эксплуатационной производительности бурового оборудования установлены соответствующие зависимости, охватывающие широкий круг условий. В ходе дальнейших исследований было бы полезно разработать соответствующие программы и исследовать вопросы о зависимости оптимальных организационных параметров сооружения протяженных выработок от различных факторов.

Рукопись поступила в редакцию 02.02.14

УДК 622.271: 622.684

Ю.А. МОНАСТИРСЬКИЙ, д-р техн. наук, доц., А.В. ВЕСНІН, канд. техн. наук, доц., В. СІСТУК, аспірант, Криворізький національний університет

УРАХУВАННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГІРНИЧОТЕХНІЧНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОСАМОСКИДІВ ЯК ШЛЯХ ДО ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КАР'ЄРНОЇ ТЕХНІКИ

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними задачами. В Україні на більш ніж 200 підприємствах працює близько 2,5 тисяч кар'єрних автосамоскидів, від ефективної роботи яких залежать усі основні показники роботи гірничо-видобувного підприємства. Кар'єрні автосамоскиди займають одне з основних місць у лінійці промислових транспортних машин кар'єрів. Вони є специфічним транспортним засобом, призначеним для перевезення значних одиничних (від 30 до 560 т) порцій сипучих вантажів, а машини вантажопідйомністю більше 80 т мають особливу електромеханічну трансмісію, що вимагає наявності спеціального обладнання на підприємстві, а у персоналу з експлуатації, обслуговування та ремонту додаткових знань і умінь. Оскільки кар'єрні автосамоскиди внаслідок великих габаритів не можуть самостійно діставатися на сервісні центри для проведення планових чи поточних робіт з відновлення працездатного стану, останні виконуються на місцях роботи автосамоскидів. У зв'язку з цим, для покращення техніко-економічних показників експлуатації промислового кар'єрного автотранспорту необхідний розвиток сервісної мережі, функціонування якої неможливо без системного підходу на основі сучасних теоретичних досліджень.

З іншого боку, ефективність використання кар'єрного автотранспорту багато в чому визначається сукупністю гірничотехнічних факторів. У той же час, сучасний стан відкритих розробок, а саме кар'єрів з глибинами понад 300 м, характеризується значним ускладненням гірничотехнічних умов: досягненням середнього уклону технологічних трас величини 7%, що є підвищеною для кар'єрних автосамоскидів та збільшенням відстані транспортування гірничої маси [2,3]; випередженням темпів видобутку над темпами виймання розкриття, що призводить до зменшення ширини робочих площадок до мінімально допустимого для технологічного автотранспорту показника в 25-30 м [3]; наявності ґрунтового покриття з глибокими коліями на багатьох основних ділянках трас, та особливо пухкого в пунктах навантаження-розвантаження гірничої маси [3].

Зазначені фактори приводять до погіршення показників роботи кар'єрних автосамоскидів, яке виражається в збільшенні витрат пального, зниженні середньотехнічної швидкості руху, збільшенні навантажень на вузли і агрегати кар'єрної техніки, подорожчання робіт з технічного обслуговування та ремонту, ускладненні процесів маневрування і навантаження автосамоскидів, що визиває збільшення тривалості транспортного циклу, та, в кінцевому підсумку, відображається в зростанні частки транспортних витрат в загальній собівартості видобутку.

Аналіз досліджень та публікацій. Значний внесок у розвиток теорії експлуатації, обслуговування, ремонту та забезпечення ефективного функціонування кар'єрного автотранспорту у

відповідності до гірничотехнічних умов зосереджений в роботах відомих вчених [1].

У той же час, на підставі досвіду виробників кар'єрних автосамоскидів і аналізу літературних джерел з досліджуваної проблеми можна зробити висновок про майже повну відсутність математичного апарату для визначення та прогнозування параметрів підприємств з експлуатації та технічного сервісу кар'єрних автосамоскидів, який враховував би особливості проведення технічного обслуговування та ремонту машин на місцях їх роботи силами сервісних та експлуатуючих підприємств, та виявляв би резерви підвищення якості обслуговування автосамоскидів.

Теоретичне обґрунтування засобів підвищення ефективності кар'єрної техніки за рахунок покращення маневрових показників при роботі в стиснених умовах також відсутнє.

Незважаючи на існуючі пропозиції з боку дослідників щодо зниження паливно-енергетичних витрат [1] автосамоскидів, що інтенсивно зростають з погіршенням умов експлуатації, останнє питання потребує особливої уваги.

Постановка задачі. Ґрунтуючись на вищевикладеному, актуальною задачею становиться розробка заходів, які були б направлені на підвищення ефективності роботи автотранспорту в контексті узгодження основних характеристик останніх з умовами розробки конкретного родовища.

Викладення матеріалу та результати. Пропонується розглянути дане питання у комплексі, що містить у собі три напрямки.

Перший напрямок передбачає підвищення якості обслуговування та мінімізацію витрат на підтримку та відновлення працездатного стану кар'єрних автосамоскидів.

Для вирішення цих питань вперше встановлені закономірності зміни сумарних транспортних та складських витрат, що дозволяють обґрунтовано визначати оптимальну кількість підприємств сервісної мережі, закономірності зміни сумарних витрат на проведення капітальних та поточних ремонтів для визначення рівня централізації виконання ремонтів в межах регіону, закономірності зміни надійності роботи агрегатів, за допомогою яких можна встановити необхідність, обсяги та строки проведення робіт з відновлення працездатного стану, обсяги поставок запасних частин від заводу-виробника.

На основі існуючих напрацювань з сервісного обслуговування автомобілів загального користування із врахуванням того, що кар'єрні автосамоскиди не мають можливостей вільно пересуватися шляхами загального користування та особливостей системи технічного обслуговування та ремонту кар'єрних самоскидів, вдосконалені математичні моделі функціонування сервісних підприємств, що забезпечать працездатний стан та відновлення рухомого складу кар'єрного автомобільного транспорту, а саме сервісних центрів, авторемонтних заводів та гірничотранспортних цехів.

Цільова функція задачі визначення параметрів сервісних центрів з технічного обслуговування та ремонту кар'єрних самоскидів формулюється таким чином: мінімізувати сумарні транспортно-виробничі витрати, враховуючі, що сервісний центр з технічного обслуговування кар'єрних самоскидів включає функції опорного пункту (митного складу, філії)

$$\sum_{k=1}^A \sum_{l=1}^V \sum_{\varphi=1}^Q \sum_{\psi=1}^U h_{kl\varphi\psi} \cdot C_{1\varphi\psi} \cdot N_{1\varphi\psi} \cdot S_{kN} + \dots + \sum_{k=1}^A \sum_{l=1}^V \sum_{\varphi=1}^Q \sum_{\psi=1}^U h_{1\varphi\psi} \cdot C_{1\varphi\psi} \cdot f \cdot (P_{1\varphi\psi}) \cdot S_p + \dots$$

$$+ \sum_{k=1}^A \sum_{l=1}^V \sum_{i=0}^5 B_{TOkil} \cdot C_{li} + \sum_{k=1}^A \sum_{l=1}^V \sum_{j=0}^3 B_{Pkil} \cdot C_{li} + \dots + \sum_{k=1}^A \sum_{l=1}^V \sum_{i=0}^5 T_{TOkil} \cdot Z_{li} + \sum_{k=1}^A \sum_{l=1}^V \sum_{j=0}^3 T_{Pkil} \cdot Z_{li} \rightarrow \min$$

де де A_k - кількість автогосподарств (пунктів зосередження кар'єрних самоскидів) ($k = 1, 2, \dots, A$), V_l - кількість кар'єрних автосамоскидів різних моделей ($l = 1, 2, \dots, V$), Q - кількість агрегатів кар'єрних автосамоскидів різних моделей ($\varphi = 1, 2, \dots, Q$), U - кількість вузлів і деталей кар'єрних автосамоскидів різних моделей ($\psi = 1, 2, \dots, U$), $h_{kl\varphi\psi}$ - кількість агрегатів φ -го виду l -го кар'єрного автосамоскиду, що вимагає заміни в k -м автогосподарстві ($\varphi = 1, 2, \dots, Q$; $l = 1, 2, \dots, V$; $k = 1, 2, \dots, A$); $h_{kl\psi}$ - кількість вузлів і деталей ψ -го виду l -го кар'єрного автосамоскиду, що вимагає заміни в k -м автогосподарстві ($\psi = 1, 2, \dots, U$; $k = 1, 2, \dots, A$), $C_{k\varphi}$ - витрати на доставку та зберігання одиниці φ -го виду агрегатів в k -те автогосподарство ($k = 1, 2, \dots, A$; $\varphi = 1, 2, \dots, Q$); $C_{k\psi}$ - витрати на доставку та зберігання вузлів і деталей ψ -го виду в k -те автогосподарство ($k = 1, 2, \dots, A$; $\psi = 1, 2, \dots, U$); $N_{1\varphi\psi}$ - задані нормативи для визначення площі, необхідної для зберігання нормативних запасів вузлів та агрегатів, що приходяться на 100 кар'єрних автосамоскидів; $f(P_{1\varphi\psi})$ - функція параметру потоку відмов вузлів, агрегатів та деталей всіх кар'єрних автосамоскидів, що працюють в межах діяльності опорного пункту; S_{kN} - площа складу в k -му ($k = 1, 2, \dots, A$) автогосподарстві; S_p - площа складу в опорному пункті, C_{li} - транспортні витрати пов'язані з проведенням i -го виду технічного обслуговування l -ї моделі кар'єрного автосамоскиду; C_{lj} - транс-

портні витрати пов'язані з проведенням j -го виду ремонту l -ї моделі кар'єрного автосамоскиду; T_{Tokil} - трудомісткість проведення i -го виду технічного обслуговування l -ї моделі кар'єрного автосамоскиду k -го автогосподарства; T_{Pkl} - трудомісткість проведення j -го виду ремонту l -ї моделі кар'єрного автосамоскиду k -го автогосподарства; Z_{li} - зарплата пов'язана з проведенням i -го виду технічного обслуговування l -ї моделі кар'єрного автосамоскиду; Z_{lj} - зарплата пов'язана з проведенням j -го виду ремонту l -ї моделі кар'єрного автосамоскиду.

Сумарні транспортні та складські витрати (рис. 1) мають параболічну залежність від кількості сервісних центрів та логарифмічну від ймовірності безвідмовної роботи кар'єрних автосамоскидів, тис. грн.

$$C_{TC} = 395,9 \cdot M_{CC}^2 - 5479 \cdot M_{CC} - 1060 \cdot \ln(P_i) - 16824$$

де M_{CC} - кількість сервісних центрів, P_i - ймовірність безвідмовної роботи кар'єрних автосамоскидів.

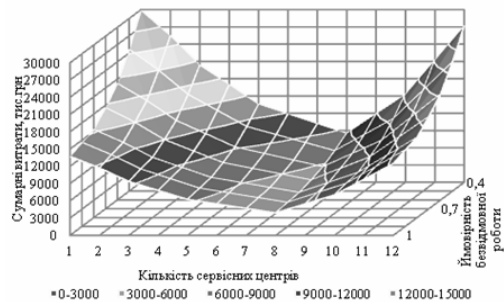


Рис. 1. Закономірність зміни сумарних витрат від кількості сервісних центрів та ймовірності безвідмовної роботи елементів кар'єрних автосамоскидів

Схематично процес капітального ремонту вузлів та агрегатів кар'єрних автосамоскидів можна представити сукупністю наступних процесів: розбирання кар'єрних автосамоскидів на агрегати; розбирання агрегатів на вузли і деталі; ремонт вузлів і деталей; збирання агрегатів з відремонтованих вузлів і деталей; збирання кар'єрних самоскидів з відремонтованих агрегатів, тобто продукція W , що поступає з автогосподарств на авторемонтне підприємство, включає: V - кар'єрні автосамоскиди різних моделей ($l = 1, 2, \dots, V$); Q - агрегати кар'єрних автосамоскидів різних моделей ($\varphi = 1, 2, \dots, Q$); U - вузли і деталі кар'єрних автосамоскидів різних моделей ($\psi = 1, 2, \dots, U$) $\in (V, Q, U)$. На кожне з можливих місць розміщення авторемонтних підприємств з A_k автотранспортних підприємств ($k = 1, 2, \dots, A$) поступає в ремонт W_η видів продукції ($\eta = 1, 2, \dots, W$).

Відомо, що весь ремонтний комплекс можна підрозділити на M_j самостійних процесів ($j = 1, 2, \dots, m$). Авторемонтні цехи можуть бути організовані як по будь-якому з j -х процесів, так і по будь-якій комбінації цих процесів.

Вимагається розмістити і організувати авторемонтне виробництво, таким чином, тобто знайти такий варіант розміщення і такий рівень його концентрації і спеціалізації, при якому б повністю задовольнялася потреба автогосподарств в ремонтах, а сума приведених витрат на виконання ремонтних робіт і сума транспортних витрат була б мінімальною, якщо відомо, що: A - кількість автогосподарств ($k = 1, 2, \dots, A$); n - кількість авторемонтних заводів ($i = 1, 2, \dots, n$); m - кількість процесів, на які можна підрозділити ремонтний комплекс ($j = 1, \dots, m$); $h_{\phi ki}$ - кількість одиниць агрегатів ϕ -го виду, що доставляється з k -го автогосподарства на i -й завод ($i = 1, \dots, n$) визначена з урахуванням їх ймовірності безвідмовної роботи; $h_{\psi ki}$ - кількість одиниць вузлів і деталей ψ -го виду, що доставляється з k -го автогосподарства на i -й завод ($i = 1, \dots, n$) визначена з урахуванням їх ймовірності безвідмовної роботи; $P_{\phi ki}$ - кількість одиниць агрегатів ϕ -го виду, що доставляється з i -го заводу в k -е автогосподарство ($k = 1, A$, $\phi = 1, Q$) визначена з урахуванням їх ймовірності безвідмовної роботи; $P_{\psi ki}$ - кількість одиниць вузлів або деталей ψ -го виду, що доставляється з i -го заводу в k -е автогосподарство ($\psi = 1, U$, $i = 1, n$) визначена з урахуванням ймовірності безвідмовної роботи відремонтованих агрегатів; $X_{\phi i}$ - кількість одиниць агрегатів ϕ -го виду, що розбирається на i -у заводі ($i = 1, n$, $\phi = 1, Q$) визначена з урахуванням їх ймовірності безвідмовної роботи; $X_{\psi i}$ - кількість одиниць вузлів і деталей ψ -го виду, що ремонтується на i -му заводі ($i = 1, n$, $\psi = 1, U$) визначена з урахуванням їх ймовірності безвідмовної роботи; $X'_{\phi i}$ - кількість одиниць агрегатів ϕ -го виду, що збирається на i -у заводі ($i = 1, n$, $\phi = 1, Q$) визначена з урахуванням їх ймовірності безвідмовної роботи; $h_{\phi ir}$ - кількість агрегатів ϕ -го виду, що доставляється з i -го заводу, що здійснює розбирання автомобілів на агрегати, на r -й завод, що здійснює розбирання агрегатів на вузли і деталі ($i = 1, n$, $r = 1, N$, $\phi = 1, Q$); $h_{\psi ir}$ - кількість вузлів і деталей ψ -го виду, що доставляється з i -го заводу, що здійснює розбирання агрегатів, на r -й завод, що здійснює ремонт вузлів і деталей ($i = 1, n$, $r = 1, N$, $\psi = 1, U$); $Y_{\psi ir}$ - кількість одиниць вузлів і деталей ψ -го виду, що доставляється з i -го заводу, що здійснює ре-

монт вузлів і деталей, на r -й завод, що здійснює збірку агрегатів ($i = 1, n, r = 1, N, \psi = 1, U$); $Y'_{\psi ir}$ - кількість одиниць вузлів і деталей ψ -го виду, що доставляється з i -го заводу, що здійснює розбирання агрегатів, на r -й завод, що здійснює збирання агрегатів ($r = 1, N, \psi = 1, U$); $Y_{\varphi ir}$ - кількість агрегатів φ -го виду, що доставляється з i -го заводу, що здійснює збирання агрегатів, на r -й завод, що здійснює збирання кар'єрних автосамоскидів ($i = 1, n, r = 1, N, \varphi = 1, Q$); $H_{k\varphi}$ - об'єм агрегатів φ -го виду, що вимагає ремонту в k -м автогосподарстві ($\varphi = 1, 2, \dots, Q; k = 1, 2, \dots, A$); $H_{k\psi}$ - об'єм вузлів і деталей ψ -го виду, що вимагає ремонту в k -м автогосподарстві ($\psi = 1, 2, \dots, U; k = 1, 2, \dots, A$); $a_{ki\varphi}$ - витрати на доставку одиниці φ -го виду агрегатів з k -го автогосподарства в i -й цех, що здійснює розбирання агрегатів на вузли і деталі ($k = 1, 2, \dots, A; i = 1, 2, \dots, n; \varphi = 1, 2, \dots, Q$); $a_{ki\psi}$ - витрати на доставку вузлів і деталей ψ -го виду з k -го автогосподарства в i -й цех, який здійснює ремонт вузлів і деталей ($k = 1, 2, \dots, A; i = 1, 2, \dots, n; \psi = 1, 2, \dots, U$); $b_{ki\varphi}$ - витрати на доставку одного агрегату φ -го виду в i -й цех, який здійснює збирання агрегатів, в k -е автогосподарство ($k = 1, 2, \dots, A; i = 1, 2, \dots, n; \varphi = 1, 2, \dots, Q$); $b_{ki\psi}$ - витрати на доставку одного вузла або деталі ψ -го виду з i -й цеху, який здійснює ремонт вузлів і агрегатів, в k -е автогосподарство ($k = 1, 2, \dots, A; i = 1, 2, \dots, n; \psi = 1, 2, \dots, U$); $d_{\varphi ir}$ - витрати на доставку одного агрегату φ -го виду від i -го заводу на r -й завод ($i = 1, 2, \dots, n, r = 1, 2, \dots, n$); $d_{\psi ir}$ - витрати на доставку одного вузла або деталі ψ -го виду від i -го цеху в r -й цех ($i = 1, 2, \dots, n, r = 1, 2, \dots, n$); T_{il} - максимально можливий об'єм розбирання l -й моделі на агрегати в i -му цеху ($l = 1, 2, \dots, W; i = 1, 2, \dots, n$); $T_{i\varphi}$ - максимально можливий об'єм розбирання агрегатів φ -го виду в i -у цеху ($i = 1, n; \varphi = 1, Q$); $T'_{i\varphi}$ - максимально можливий об'єм збирання агрегатів φ -го виду в i -у цеху ($i = 1, n; \varphi = 1, Q$); $T_{i\psi}$ - максимально можливий об'єм ремонту вузлів і деталей ψ -го виду на i -м заводі; $C_{\varphi}(T)$ - задані функції приведених витрат, що приходяться на розбирання одиниці агрегатів кожного виду φ на вузли і деталі ($\varphi = 1, Q$); $C_{\psi}(T)$ - задані функції приведених витрат, що приходяться на ремонтну дію на кожну одиницю ψ -го виду вузла або деталі ($\psi = 1, U$); $C_{\varphi}'(T)$ - задані функції приведених витрат, що приходяться на збирання одиниці агрегату φ -го виду ($\varphi = 1, Q$); $\alpha_l(T)$ - задані функції питомої площі, необхідної для збірки одиниці кар'єрного автосамоскиду l -й моделі ($l = 1, W$); $\alpha_{\varphi}(T)$ - задані функції питомої площі, необхідної для розбирання одиниці агрегату φ -го виду ($\varphi = 1, Q$); $\alpha_{\varphi}'(T)$ - задані функції питомої площі, необхідної для збірки одиниці агрегату φ -го виду ($\varphi = 1, Q$); $\alpha_{\psi}(T)$ - задані функції питомої площі, необхідної для виконання ремонтних робіт вузла агрегату ψ -го виду ($\psi = 1, U$); ω - коефіцієнт, що вказує на об'єм продукції, яка після розбирання поступає в металобрухт; β - коефіцієнт, що вказує на об'єм продукції, яка після розбирання піддається ремонтній дії; γ - коефіцієнт, що вказує на об'єм продукції, яка не вимагає ремонтної дії.

Необхідно визначити кількість авторемонтних заводів при яких сумарні витрати на проведення капітальних ремонтів агрегатів будуть мінімальними, тобто, необхідно мінімізувати наступну функцію

$$\sum_{k=1}^A \sum_{i=1}^n \left[\sum_{\varphi=1}^Q (h_{\varphi ki} \cdot a_{\varphi ki} + P_{\varphi ki} \cdot b_{\varphi ki}) + \sum_{\psi=1}^U (h_{\psi ki} \cdot a_{\psi ki} + P_{\psi ki} \cdot b_{\psi ki}) \right] + \dots + \sum_{i=1}^n \sum_{r=1}^n \left[\sum_{\varphi=1}^Q d_{\varphi ir} \cdot (h_{\varphi ir} + Y_{\varphi ir}) + \sum_{\psi=1}^U d_{\psi ir} \cdot (h_{\psi ir} + Y_{\psi ir}) \right] + \dots + \sum_{l=1}^W \sum_{i=1}^n [C_{li}(T_l) X_{li} + C'_{li}(T_l) X'_{li}] + \sum_{\varphi=1}^Q \sum_{i=1}^n [C_{\varphi i}(T_{\varphi}) \cdot X_{\varphi i} + C'_{\varphi i}(T_{\varphi}) X'_{\varphi i}] + \dots + \sum_{\psi=1}^U \sum_{i=1}^n [C_{\psi i}(T_{\psi}) X_{\psi i}] \rightarrow \min$$

Розв'язання поставленої задачі здійснено шляхом перебору варіантів можливого розташування авторемонтних заводів в місцях знаходження сервісних центрів при забезпеченні ймовірності безвідмовної роботи відремонтованих агрегатів на рівні 0,90.

Вперше встановлені параболічні закономірності ($R^2=0,983-0,985$) зміни сумарних витрат від кількості авторемонтних заводів (рис. 2) для виконання капітальних ремонтів агрегатів кар'єрних автосамоскидів вантажопідйомністю 30-45 т за окремими машинами та загалом, млн.грн:

$$\begin{aligned} \text{для 30 т машин} & C_{B30} = 0,747 \cdot n^2 - 7,988 \cdot n + 26,31 \\ \text{для 45 т машин} & C_{B45} = 0,385 \cdot n^2 - 4,115 \cdot n + 13,55 \\ \text{для 30 та 45 т машин} & C_{B30+45} = 1,132 \cdot n^2 - 12,10 \cdot n + 39,87, \end{aligned}$$

де n - кількість авторемонтних заводів.

Аналіз географічного розташування показує, що доцільним є використання потужностей машинобудівних та механічних заводів у містах Кривий Ріг, Донецьк, Сімферополь, Рівне.

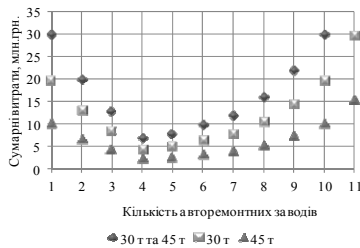


Рис. 2. Закономірності зміни сумарних витрат від кількості авторемонтних заводів

Для прогнозування надійності роботи агрегатів вперше за даними ТЗВ «Кривбас-БелАЗ-Сервіс СП» та гірничозбагачувальних комбінатів Кривбасу встановлені закономірності зміни ймовірності безвідмовної роботи вузлів та агрегатів кар'єрних автосамоскидів БелАЗ-75405, БелАЗ-75485 від пробігу які мають вид кубічних парабол виду (рис. 3)

$$Y = A_3 \cdot x^3 + A_2 \cdot x^2 + A_1 \cdot x + A_0$$

де A_3, A_2, A_1, A_0 - коефіцієнти, (табл. 2), x - пробіг з початку експлуатації, тис.км.

Таблиця 1

Коефіцієнти кубічної параболи закономірності зміни ймовірності безвідмовної роботи агрегатів кар'єрних автосамоскидів БелАЗ-75405 від пробігу та коефіцієнти кореляції емпіричної та теоретичної функцій

	A_3	A_2	A_1	A_0	Коефіцієнт кореляції
Гідромеханічна передача	$2 \cdot 10^{-6}$	-0,0001	-0,0159	1,071	0,958
Проміжний вал	$3 \cdot 10^{-6}$	-0,0003	-0,0104	1,057	0,959
Реактивна штанга	$4 \cdot 10^{-6}$	-0,0005	-0,0011	1,035	0,963
Циліндр підвіски	$3 \cdot 10^{-6}$	-0,0003	-0,0072	1,055	0,961

Встановлено, що основні вузли та агрегати, які виходять з ладу у першу чергу на автосамоскидах з гідромеханічною трансмісією це: циліндри підвіски та реактивні штанги; на автосамоскидах з електромеханічною трансмісією: тяговий генератор ГПА-600, тяговий електродвигун ДК-722, генератор-збудник ДК-913, редуктор мотор-колеса, маточина переднього колеса.

До впровадження технічного сервісу відремонтовані агрегати до відмови працюють в 2-3 рази менше нових, що спостерігається за всіма основними агрегатами і це доводить низьку якість ремонтів агрегатів в умовах кожного окремого автогосподарства і необхідність у створенні сервісної мережі.

Другий напрямок полягає у підвищенні ефективності роботи кар'єрних автосамоскидів за рахунок зниження паливно-енергетичних витрат. Для машин вантажопідйомністю 30-90 т з гідромеханічною передачею, рішенням виступає узгодження параметрів «двигун-трансмісія», із яких одним з головних є сумарне передаточне число трансмісії, у відповідності до середнього повздовжнього ухилу кар'єрних доріг.

Враховуючи одну з особливостей використання кар'єрних автосамоскидів, а саме відносну постійність дорожніх умов за весь строк експлуатації машини, незважаючи на зміну параметрів кар'єрного простору, автосамоскид можна розглядати як спеціалізований транспортний засіб по відношенню до дорожніх умов, одним з головних з яких є повздовжній ухил трас, що обмежує тягово-швидкісні властивості машини. Отже, трансмісія виступає тим механізмом, параметри якого безпосередньо визначаються дорожніми умовами конкретного кар'єру.

Основними механізмами гідромеханічної трансмісії кар'єрних автосамоскидів є: гідромеханічна передача (ГМП), головна передача (ГП), бортові редуктори (БР), а параметром - передаточне число, яке визначається як добуток передаточних чисел БР, ГП, та ввімкнутої передачі ГМП.

На основі проведених тягово-динамічних розрахунків, кар'єрного автосамоскиду БелАЗ серії 7547 з гідромеханічною трансмісією, що оснащений двигуном ЯМЗ-240 НМ2, виявлено безпосередній вплив передаточного числа трансмісії на витрати пального залежно від дорожніх умов експлуатації (рис. 3).

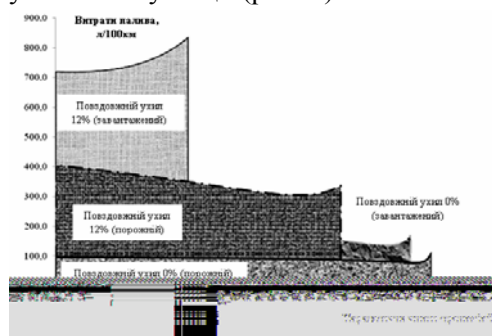


Рис. 3. Лінійна витрата палива від передаточного числа трансмісії для різних повздовжніх ухилів доріг

У результаті аналізу отриманих залежностей витрат палива від передаточного числа трансмісії, встановлено, що для однакових повздовжніх ухилів доріг в порожньому стані кар'єрного автосамоскиду, оптимальні значення передаточних чисел мають менші значення, ніж в завантаженому: відповідно для ухилу 0 % - 13 і 20, для ухилу 12 % - 41 і 96. Це пояснює той факт,

що машина в завантаженому стані на одній трасі рухається на нижчих передачах, з меншою швидкістю і витрачає більшу кількість палива, ніж порожня.

Отже, для певних дорожніх умов існує своє оптимальне передаточне число, яке забезпечує роботу кар'єрного автосамоскиду в режимі мінімальної витрати палива.

Експлуатація кар'єрного автосамоскиду з оптимальним сумарним передаточним числом трансмісії можлива шляхом установки необхідних вузлів та агрегатів безпосередньо в умовах гірничотранспортних цехів при залученні комплектуючих з власного ремонтного фонду, якщо такі є в наявності. Даний напрямок є актуальним, так як його можна віднести до маловитратних та швидкоокупних заходів.

Третій напрямок ґрунтується на покращенні маневрових показників технологічного авто-транспорту, а саме великовантажних автосамоскидів вантажопідйомністю 130-136 т з електро-механічною трансмісією на змінному струмі, яка дозволяє управляти обертанням ведучих коліс окремо лівого та правого бортів. Для використання даної переваги трансмісії пропонується при маневруванні в стиснених умовах при виконанні певних умов поєднувати поворот за рахунок передніх керованих коліс та елементи бортового повороту, що реалізуються у вигляді регулювання швидкостей обертання ведучих коліс по спеціально розробленому алгоритму з постійним контролем за буксуванням останніх, що призводить до силового довороту машини.

Теоретично обґрунтування можливості застосування комбінованого повороту проведено, виходячи з моделі елементарної контактної сили dS , що створює момент опору повороту (рис. 4)

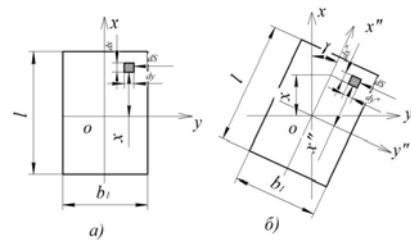


Рис.4. Модель контактної сили, що створює момент опору повороту: а- для неповоротного ведучого колеса; б- для керованого веденого колеса

Момент опору повороту кар'єрного автосамоскиду в залежності від навантажень на колеса, кутів повороту передніх коліс, розмірів плями контакту та коефіцієнту зчеплення між шиною та опорною поверхнею, враховуючі розміри плями контакту подвоєних шин задньої осі, Н·м

$$M_{\text{оп}} = \frac{\varphi \cdot m \cdot g \cdot b \cdot b_1 \cdot l}{b_1 \cdot l \cdot 2 \cdot L} \int_0^l \int_0^{b_1} \frac{x}{\cos(\gamma_1)} dx dy + \frac{\varphi \cdot m \cdot g \cdot b \cdot b_1 \cdot l}{b_1 \cdot l \cdot 2 \cdot L} \int_0^l \int_0^{b_1} \frac{x}{\cos(\gamma_2)} dx dy + \dots + \frac{\varphi \cdot m \cdot g \cdot a \cdot b_1 \cdot l}{2 \cdot b_1 \cdot l \cdot 2 \cdot L} \int_0^l \int_0^{b_1} x dx dy + \frac{\varphi \cdot m \cdot g \cdot a \cdot b_1 \cdot l}{2 \cdot b_1 \cdot l \cdot 2 \cdot L} \int_0^l \int_0^{b_1} x dx dy \quad (1)$$

де φ - коефіцієнт зчеплення опорної поверхні; m - маса машини, кг; a, b - координати центру ваги знарядженого автосамоскиду, м; L - колісна база, м; b_1, l - ширина та довжина плями контакту колеса відповідно, м; γ_1, γ_2 - кути повороту зовнішнього та внутрішнього до центру повороту колеса відповідно, град.

Якщо спростити вираз (1), то остаточно

$$M_{\text{оп}} = \frac{\varphi \cdot m \cdot g}{2 \cdot b_1 \cdot l \cdot L} \int_0^l \int_0^{b_1} x dx dy \cdot \left(a + \frac{b}{\cos(\gamma_1)} + \frac{b}{\cos(\gamma_2)} \right)$$

Враховуючі кінематичні залежності, які характерні для повороту, вираз моменту опору та залежності для силових факторів, встановлено відношення обертання ведучих коліс

$$\lambda = \frac{M_{\text{кр3}}}{r_d} + \frac{\frac{\varphi \cdot m \cdot g}{b_1 \cdot l \cdot L} \int_0^l \int_0^{b_1} x dx dy \cdot \left(a + \frac{b}{\cos(\gamma_1)} + \frac{b}{\cos(\gamma_2)} \right)}{B_2} \bigg/ \frac{M_{\text{кр4}}}{r_d} - \frac{\frac{\varphi \cdot m \cdot g}{b_1 \cdot l \cdot L} \int_0^l \int_0^{b_1} x dx dy \cdot \left(a + \frac{b}{\cos(\gamma_1)} + \frac{b}{\cos(\gamma_2)} \right)}{B_2} \quad (2)$$

де λ - відношення обертання колеса, що забігає, до обертання колеса, що відстає, $M_{\text{кр3}}, M_{\text{кр4}}$ - крутний момент колеса, що забігає, та колеса, що відстає, відповідно, Н·м.

Рівняння (2) є пропонованим законом управління обертанням ведучих коліс при комбінованому повороті кар'єрного автосамоскиду.

Одержаний закон входить до блоку алгоритму безступінчастого регулювання обертання ведучих коліс у відповідності до динаміки коефіцієнту зчеплення опорної поверхні, утвореною гірничими породами.

Виходячи з одержаного рівняння (2), можна встановити залежності радіусу повороту та інших геометричних показників маневреності (рис. 5) від коефіцієнту зчеплення опорної поверхні та крутих моментів ведучих коліс.

Радіус повороту при управлінні за законом (2)

$$R_n = \frac{\frac{M_{кр3}}{r_d} \cdot B_2 + \frac{\varphi \cdot m \cdot g}{b_1 \cdot l \cdot L} \int_0^l \int_0^l x dx dy \cdot \left(a + \frac{b}{\cos(\gamma_1)} + \frac{b}{\cos(\gamma_2)} \right)}{\frac{M_{кр3}}{r_d} - \frac{M_{кр4}}{r_d} + 2 \cdot \frac{\frac{\varphi \cdot m \cdot g}{b_1 \cdot l \cdot L} \int_0^l \int_0^l x dx dy \cdot \left(a + \frac{b}{\cos(\gamma_1)} + \frac{b}{\cos(\gamma_2)} \right)} \cdot \frac{1}{\cos(\gamma_1)} \cdot B_2 \quad (3)$$

Відстань від центру повороту до осі внутрішнього до центру повороту колеса, м

$$R_1 = \frac{\frac{M_{кр4}}{r_d} \cdot B_2 - \frac{\varphi \cdot m \cdot g}{b_1 \cdot l \cdot L} \int_0^l \int_0^l x dx dy \cdot \left(a + \frac{b}{\cos(\gamma_1)} + \frac{b}{\cos(\gamma_2)} \right)}{\frac{M_{кр3}}{r_d} - \frac{M_{кр4}}{r_d} + 2 \cdot \frac{\frac{\varphi \cdot m \cdot g}{b_1 \cdot l \cdot L} \int_0^l \int_0^l x dx dy \cdot \left(a + \frac{b}{\cos(\gamma_1)} + \frac{b}{\cos(\gamma_2)} \right)} \cdot B_2 \quad (4)$$

Відстань від центру повороту до осі зовнішнього до центру повороту колеса, м

$$R_2 = \frac{\frac{M_{кр3}}{r_d} \cdot B_2 + \frac{\varphi \cdot m \cdot g}{b_1 \cdot l \cdot L} \int_0^l \int_0^l x dx dy \cdot \left(a + \frac{b}{\cos(\gamma_1)} + \frac{b}{\cos(\gamma_2)} \right)}{\frac{M_{кр3}}{r_d} - \frac{M_{кр4}}{r_d} + 2 \cdot \frac{\frac{\varphi \cdot m \cdot g}{b_1 \cdot l \cdot L} \int_0^l \int_0^l x dx dy \cdot \left(a + \frac{b}{\cos(\gamma_1)} + \frac{b}{\cos(\gamma_2)} \right)} \cdot B_2 \quad (5)$$

Відстань від центру повороту до поздовжньої вісі машини, м

$$R = \frac{\frac{M_{кр3}}{r_d} \cdot B_2 + \frac{M_{кр4}}{r_d} \cdot B_2}{2 \cdot \frac{M_{кр3}}{r_d} - 2 \cdot \frac{M_{кр4}}{r_d} + 4 \cdot \frac{\frac{\varphi \cdot m \cdot g}{b_1 \cdot l \cdot L} \int_0^l \int_0^l x dx dy \cdot \left(a + \frac{b}{\cos(\gamma_1)} + \frac{b}{\cos(\gamma_2)} \right)} \cdot B_2 \quad (6)$$

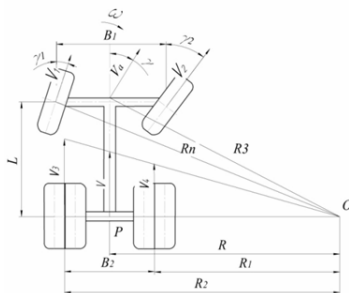


Рис. 5. Кінематика повороту кар'єрного автосамоскиду

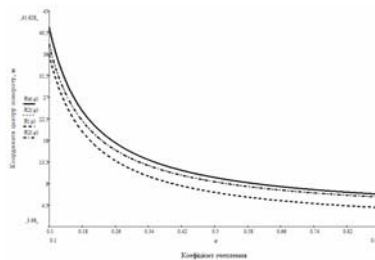


Рис. 6. Залежності координат центру повороту від коефіцієнту зчеплення шини з опорною поверхнею при безступінчастому регулюванні кутових швидкостей ведучих коліс

Отримана графічна інтерпретація залежностей (3)–(6) для автосамоскиду БелАЗ серії 7513 в пакеті прикладної та символічної математики MathCAD 15 виявляє можливості регулювання радіусу повороту та інших відстаней від центру повороту до відповідних габаритних точок машини при безступінчастому управлінні обертанням ведучих коліс залежно від динаміки коефіцієнту зчеплення шини з опорною поверхнею кар'єрів (рис. 6).

При розгляді впливу характеристик опорної поверхні на показники маневреності з (див. рис. 6), слід зазначити, що при повороті кар'єрного автосамоскиду на не ущільненому вологому ґравію ($\varphi=0,36$) відношення кутових швидкостей менше мінімального, необхідного для узгодження останнього з граничним кутом повороту передніх коліс (1,58), тому мінімальний радіус повороту автосамоскиду БелАЗ-7513 збільшується порівняно з радіусом, прийнятим з технічної характеристики машини (13,0 м) на 2,3% (0,4 м) до 13,4 м, при повороті на поверхні, вкритою снігом ($\varphi=0,20$) – на 69,2% (9 м) до 22,0 м, на поверхні, вкритою льодом ($\varphi=0,12$) – на 169% (22 м) до 35 м. Останні показники пояснюються втратою значної долі тягових сил при ковзанні ведучих коліс, яке відбувається при зменшенні коефіцієнту зчеплення, що призводить до вирівнювання швидкостей обертання зовнішнього та внутрішнього до центру повороту колеса, та, як наслідок, до уводу автосамоскиду на зовнішній радіус. Оскільки траєкторія повороту в такому випадку близька до траєкторії прямолінійного руху, можна зробити висновок про втрату керуваності машини на перелічених поверхнях.

На пухкому ґрунті з коефіцієнтом зчеплення 0,45 при використанні комбінованої схеми

управління мінімальний радіус повороту може бути зменшений на 14,6 % (1,9 м) до 11,1 м, на щільному ґрунті ($\varphi=0,55$) на 26 % (3,4 м) до 9,6 м, а на кар'єрному ґрунті ($\varphi=0,65$) - на 35 % (4,6 м) до 8,4 м.

Максимальна величина зменшення мінімального радіусу повороту становить 43,1 % (на 5,6 м), що відповідає максимальному коефіцієнту зчеплення асфальтобетонних магістральних доріг. Отже, діапазон зміни мінімального радіусу повороту становить 13,4-7,4 м.

За допомогою отриманих залежностей радіусу повороту та інших координат центру повороту від коефіцієнту зчеплення шини кар'єрного автосамоскиду з опорною поверхнею можна також враховувати випадок попадання окремого ведучого колеса на поверхню з різними зчепними властивостями φ_3 та φ_4 , так званий мікст.

У такому разі функціональна залежність представляє собою поверхню, вертикальна координата якої визначається як мінімальний радіус повороту в залежності від співвідношення між коефіцієнтами зчеплення окремого ведучого колеса (рис.7).

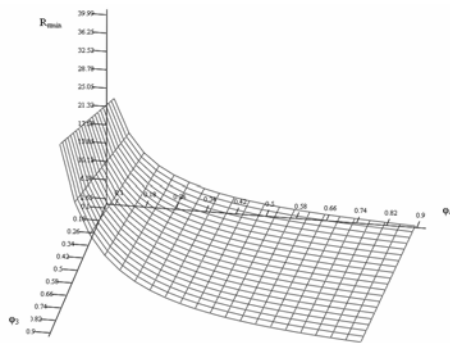


Рис. 7. Залежності мінімального радіусу повороту від коефіцієнту зчеплення окремого колеса з опорною поверхнею при безступінчастому регулюванні кутових швидкостей ведучих коліс

Висновки. Основні результати досліджень полягають у такому.

Удосконалено математичні моделі діяльності автогосподарств та сервісних підприємств, які відрізняються врахуванням обов'язкового проведення робіт з технічного обслуговування і ремонту кар'єрних автосамоскидів в місцях експлуатації, завдяки чому визначені параболічні від кількості підприємств та логарифмічні

від ймовірності безвідмовної роботи машин закономірності зміни сумарних транспортних та складських витрат підприємств, що забезпечують працездатний стан кар'єрних автосамоскидів.

Мінімуми цільових функцій витрат спостерігаються при 8-10 опорних пунктах, 5-7 сервісних центрах та 4 авторемонтних заводах.

Дістали подальшого розвитку й поглиблення показники надійності роботи вузлів та агрегатів кар'єрних автосамоскидів БелАЗ з гідромеханічною трансмісією вантажопідйомністю 30-45 т та з електромеханічною трансмісією вантажопідйомністю 120 т, які дозволяють проводити обґрунтоване планування обсягів поставок запасних частин на всі автогосподарства України від заводу-виробника та обсягів ремонтних робіт по відновленню працездатного стану машин.

Встановлено залежності витрат палива від сумарного передаточного числа трансмісії кар'єрних автосамоскидів з гідромеханічною передачею, які дозволяють підібрати оптимальне передаточне число до конкретних дорожніх умов кар'єру.

Теоретично обґрунтована можливість застосування комбінованого повороту на кар'єрних автосамоскидах з електромеханічною трансмісією при виконанні певних умов, який полягає в поєднанні безступінчастого управління обертанням ведучих коліс з поворотом передніх керованих коліс.

Використання комбінованого повороту на кар'єрних автосамоскидах виробництва БелАЗ серії 7513 як додатковий дозволяє підвищити маневреність машин при установці під навантаження завдяки зменшенню мінімального радіусу повороту від 13,4 до 8,4 м при діапазоні коефіцієнтів зчеплення опорних поверхонь маневрових та робочих площадок кар'єрів від 0,36 до 0,65.

Список літератури

1. Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы / **Маринов П. Л., Кулешов А. А., Егоров А. Н., Зырянов И. В.** – СПб: Наука, 2004.
2. Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. – К.: Міністерство промислової політики України, 2007. – 224с.
3. План развития сырьевой базы Северного горно-обогатительного комбината до 2015 года. Анновский карьер. ОАО «Укрспироруда». - 108 с.

Рукопис подано до редакції 04.03.14

В.Г. ПШЕНИЧНЫЙ, ГП «ГПИ «Кривбаспроект»,
Н.Н. ПЫЖИК, канд. техн. наук, доц., Криворожский национальный университет

МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ ДОБЫЧНЫХ, ВСКРЫШНЫХ И ВНУТРИКАРЬЕРНЫХ ОТВАЛЬНЫХ РАБОТ С УЧЕТОМ ИХ ВЗАИМОСВЯЗИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КРУТОПАДАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ВНУТРЕННЕГО ОТВАЛООБРАЗОВАНИЯ

Показана актуальность технологии внутреннего отвалообразования, предусматривающей формирование временного внутреннего отвала. Предложена методика, позволяющая учесть влияние технико-экономических факторов на режимы добычных, вскрышных и внутрикарьерных отвальных работ при открытой разработке крутопадающих месторождений с внутренним отвалообразованием.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. В настоящее время все большее применение находит технология разработки крутопадающих месторождений с применением внутреннего отвалообразования. Наиболее перспективной является технология внутреннего отвалообразования с формированием временного внутреннего отвала до достижения карьером конечной глубины. Впоследствии временный внутренний отвал поэтапно перемещается в контурах карьера до формирования постоянного внутреннего отвала. Даная технология позволяет раньше начать внутреннее отвалообразование, вследствие чего снижаются затраты на разработку месторождения за счет сокращения расстояния транспортирования вскрышных пород автомобильным транспортом, уменьшаются площади отчуждаемых земель под внешние отвалы, а также улучшается экологическая ситуация.

В связи с этим, оптимизация режимов добычных, вскрышных и внутрикарьерных отвальных работ при разработке крутопадающих месторождений полезных ископаемых с применением технологии внутреннего отвалообразования является важной научной и практической задачей.

Анализ исследований и публикаций. К технологическим схемам внутреннего отвалообразования, предусматривающих формирование временного внутреннего отвала, можно отнести следующее.

Технологию внутреннего отвалообразования при разработке крутопадающих месторождений блоками, предложенную Б.Т. Рутковским [1-2] и В.Ф. Бызовым [3]. Суть ее состоит в размещении скальных пород внутреннего отвала на горизонтальной площадке, которую по длине разделяют на три равные зоны: подготовительных, отвальных и добычных работ. По мере углубки карьера происходит многозавальная перевалка вскрышных пород, уложенных во внутренний отвал с поочередной сменой указанных зон.

Технологию разработки крутопадающих месторождений этапами с внутренним отвалообразованием, которую разрабатывали А.Г. Шапарь, А.В. Романенко, В.Е. Киковка и др. ученые [4-9]. Суть данной технологии состоит во вскрытии вытянутого месторождения на одном из его флангов карьером первого этапа, движении горных работ к противоположному флангу месторождения с формированием временного внутреннего отвала. Во время углубки карьера вскрышные породы транспортируются на внешние отвалы. При достижении противоположного фланга месторождения производится углубка карьера, и горные работы ведутся в обратном направлении с переэкскавацией внутреннего отвала и формированием внутреннего отвала второго этапа. Последовательность технологических процессов повторяется до достижения карьером конечной глубины.

Другие технологические схемы внутреннего отвалообразования [10], предусматривающие многократную переэкскавацию вскрышных пород в контурах карьера.

Постановка задачи. Задачей данной статьи является разработка методики оптимизации режимов добычных, вскрышных и внутрикарьерных отвальных работ с учетом их взаимосвязи при разработке крутопадающих месторождений с применением технологии внутреннего отвалообразования.

Изложение материала и результатов. Предлагаемая методика, позволяющая учесть влияние технико-экономических факторов на режим добычных, вскрышных и внутрикарьерных отвальных работ при открытой разработке крутопадающих месторождений с внутренним отвалообразованием, предусматривает следующий алгоритм графоаналитических работ.

Подготавливаются геологические разрезы и погоризонтные планы с исходной геологической информацией и фактическим положением горных работ.

Определяется граничный коэффициент вскрыши по формуле ($\text{м}^3/\text{т}$)

$$n_{\text{г}} = (\text{Ц}_k \cdot \gamma - a_k - a) / b_v$$

где Ц_k - оптовая цена концентрата, грн./т; γ - выход товарной руды, доли единицы; a_k - себестоимость переработки руды в концентрат, грн./т; a - себестоимость добычи руды без учета себестоимости вскрышных работ, грн./т; b_v - себестоимость разработки вскрышных пород при внешнем отвалообразовании, грн./ м^3 .

Определяется конечная глубина карьера при внешнем отвалообразовании с применением известных расчетных принципов. По плану горных работ определяются запасы руды и объем вскрышных пород в конечных контурах карьера.

Определяется конечная глубина карьера $H_{\text{к.вн}}$ при применении технологии внутреннего отвалообразования по расчетному принципу

$$n_v + n_{\text{вн}} + n_{\text{пер}} + n_o \leq n_{\text{г}}$$

где n_v - текущий коэффициент вскрыши, доставляемой на внешний отвал, $\text{м}^3/\text{т}$; $n_{\text{вн}}$ - текущий коэффициент вскрыши, доставляемой на внутренний отвал, $\text{м}^3/\text{т}$; $n_{\text{пер}}$ - текущий коэффициент переэкскавируемой вскрыши, $\text{м}^3/\text{т}$; n_o - первоначальный коэффициент вскрыши, $\text{м}^3/\text{т}$.

Правая часть расчетного принципа представляет собой расчетный коэффициент вскрыши, определяемый при углубке конечного контура карьера на один горизонт ($\text{м}^3/\text{т}$)

$$n_{\text{р}} = \frac{\Delta V_v}{\Delta P} + \frac{\Delta V_{\text{вн}}}{\Delta P} \cdot \frac{b_{\text{вн}}}{b_v} + \frac{\Delta V_{\text{пер}}}{\Delta P} \cdot \frac{b_{\text{пер}}}{b_v} + \frac{V_o}{Q} \cdot \frac{b_o}{b_v},$$

где ΔV_v - прирост объема вскрыши, доставляемой на внешний отвал, м^3 ; $\Delta V_{\text{вн}}$ - прирост объема вскрыши, доставляемой на внутренний отвал, м^3 ; $\Delta V_{\text{пер}}$ - объем переэкскавируемой вскрыши, м^3 ; ΔP - прирост запасов руды, т; $b_v, b_{\text{вн}}$ - себестоимости разработки вскрышных пород соответственно при внешнем и внутреннем отвалообразовании, грн./ м^3 ; $b_{\text{пер}}$ - себестоимость переэкскавации вскрышных пород, грн./ м^3 ; V_o - объем горнокапитальных работ, м^3 - запасы руды в расширенных конечных контурах карьера, т; b_o - себестоимость горнокапитальных работ, грн./ м^3 .

При этом, суммарный объем переэкскавации временного внутреннего отвала не должен превышать максимальный объем переэкскавации

$$\sum \Delta V_{\text{пер}} \leq V_{\text{пер}}^{\text{max}}$$

Максимальный объем переэкскавации вскрышных пород без учета дисконтирования и при условии $V_v = 0$ определяется по формуле (м^3)

$$V_{\text{пер}}^{\text{max}} = \frac{(\text{Ц}_k \cdot \gamma - a - a_k) \cdot \Delta P - \Delta V \cdot b_{\text{вн}}}{b_{\text{пер}}},$$

где $\Delta V, \Delta P$ - прирост объема вскрышных пород и запасов руды при углубке конечного контура карьера на один горизонт при условии $\frac{\Delta V}{\Delta P} = n_{\text{г}}$.

По погоризонтным планам определяются запасы руды и объем вскрышных пород в конечных контурах карьера при применении технологии внутреннего отвалообразования, а также объем внутреннего отвала, который возможно разместить в конечных контурах карьера с учетом режима горных работ.

Для применяемой технологической схемы внутреннего отвалообразования определяется глубина этапа внутреннего отвалообразования по формуле

$$H_{\text{в}} = H_{\text{к.вн}} - H_{\text{к}}$$

где $H_{\text{к.вн}}$ - конечная глубина карьера при применении технологии внутреннего отвалообразования, м; $H_{\text{к}}$ - конечная глубина карьера при внешнем отвалообразовании, м.

Определяются параметры временного внутреннего отвала, его максимальная и минималь-

ная емкость, рациональное количество этапов внутреннего отвалообразования.

Высота временного внутреннего отвала принимается равной высоте этапа внутреннего отвалообразования (м)

$$H_{вр.вн.о} = H_э$$

Минимальная высота временного внутреннего отвала

$$H_{вр.вн.о}^{min} = h_y$$

По длине временный внутренний отвал формируется с примыканием к противоположным бортам карьера для обеспечения транспортной связи с временным внутренним отвалом и минимального расстояния транспортирования вскрышных пород временного внутреннего отвала автомобильным транспортом.

Временный внутренний отвал формируется в один ярус. Перемещение временного внутреннего отвала в положение следующего этапа предусматривается осуществлять по бестранспортной схеме драглайнами. При недостаточных рабочих параметрах драглайна временный внутренний отвал формируется в два яруса. Нижний ярус временного внутреннего отвала переэкскавируется драглайнами, а верхний ярус – перемещается транспортным способом.

Рациональное количество этапов внутреннего отвалообразования определяется по формуле

$$n_э = \frac{V_{пер}^{max}}{V_{вр.вн.о}^{max}} + 1$$

Определяется рациональная глубина начала внутреннего отвалообразования по формуле

$$H_{вн.отв} = H_{к.вн} - (n_э - 1) \cdot H_э, \text{ м}$$

Определяется объем переэкскавации временного внутреннего отвала драглайнами по предложенной технологии.

Минимальный объем переэкскавации временного внутреннего отвала драглайном с одной переэкскавацией (рис. 1)

$$V_{пер}^{оп} = S_{пер}^{оп} \cdot (B_0 + 2 \cdot (H_{к.вн} - H_к) \cdot \text{ctg } \beta_n), \text{ м}^3$$

где $S_{пер}^{оп}$ – средняя площадь поперечного сечения переэкскавируемой части временного внутреннего отвала драглайном, м^2

$$S_{пер}^{оп} = \frac{S_1 + S_2}{2},$$

$$S_1 = (R_q^{max} - (b_1 - c - \frac{D}{2}) - H_{вр.вн.о} \cdot \text{ctg } \beta_{я.вн.о}) \cdot H_{вр.вн.о},$$

$$S_2 = (R_p^{max} - \frac{D}{2} - c - H_э \cdot \text{ctg } \beta_n^y - b_1)^2 \cdot \text{tg } \beta_{я.вн.о},$$

где R_q^{max} – максимальный радиус черпания драглайна, м; где R_p^{max} – максимальный радиус разгрузки драглайна, м; b_1 – берма между бровками уступа и отвала, м; c – берма обрушения, м; D – диаметр базы драглайна, м; β_n – угол откоса группы нерабочих уступов, град.

Отстраиваются контуры рабочих бортов карьера при его углубке до глубины $H_{вн.отв}$ и подсчитываются объемы полезного ископаемого и вскрышных пород, которые при этом вынимаются. На глубине карьера $H_{вн.отв}$ подсчитываются объемы полезного ископаемого при разное рабочих бортов карьера без углубки для формирования минимальной площадки для размещения временного внутреннего отвала первого этапа объемом $V_{вр.вн.о}^{max}$.

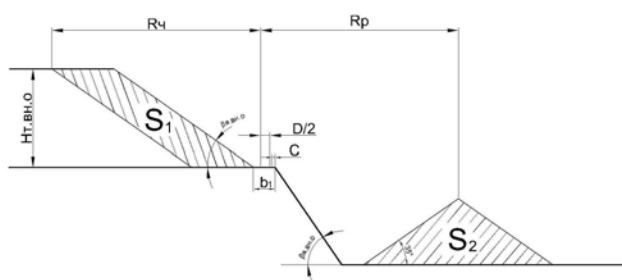


Рис. 1. Схема к определению минимального объема переэкскавации временного внутреннего отвала драглайном по предложенной технологии

Подсчитываются объемы вскрышных пород и полезного ископаемого при варианте ведения горных работ в карьере на максимальном количестве рабочих уступов с сохранением рабочих площадок минимальных размеров и формированием на каждом этапе временного внутреннего отвала с глубины

$H_{\text{вн.отв}}$ объемом $V_{\text{вр.вн.о}}^{\text{max}}$, с последующим его перемещением на нижние горизонты (рис. 2). Количество этапов составляет n_2 . За этап принимается подготовка емкости под внутренний отвал с перемещением внутреннего отвала в подготовленную емкость с предыдущего положения на вышележащих горизонтах.

Временный внутренний отвал



Рис. 2. Схема к определению объемов полезного ископаемого и вскрышных пород при варианте ведения горных работ этапами (при $\varphi=\varphi_{\text{max}}$)

Подсчитываются объемы вскрышных пород и полезного ископаемого при варианте ведения горных работ в карьере только на одном рабочем уступе до полной его отработки и формирования временного внутреннего отвала с глубины $H_{\text{вн.отв}}$, с последующим его перемещением на нижние горизонты (рис. 3).

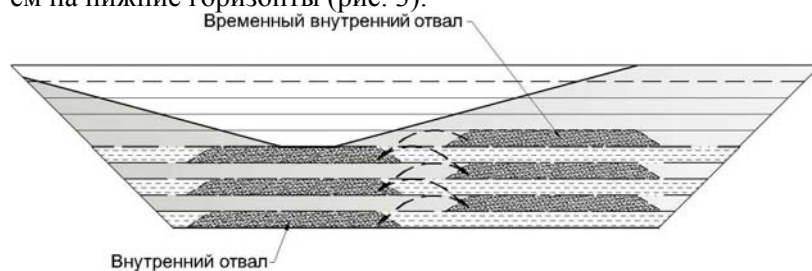


Рис. 3. Схема к определению объемов полезного ископаемого и вскрышных пород при варианте ведения горных работ послойно (при $\varphi \rightarrow 0$)

Строится график $V = f(P)$ для двух вариантов ведения горных работ с внутренним отвалообразованием при $\varphi \rightarrow 0$ и $\varphi = \varphi_{\text{max}}$ (рис. 4).

$V, \text{млн.м}^3$

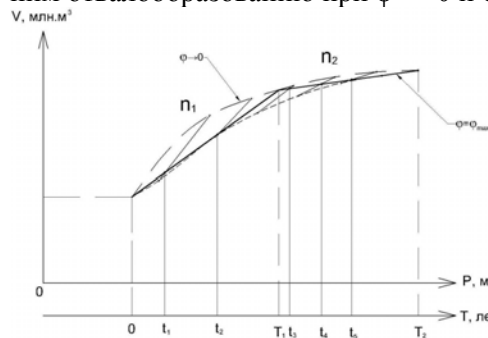


Рис. 4. График к определению эксплуатационных коэффициентов вскрыши

На графике $V = f(P)$ усредняются эксплуатационные коэффициенты вскрыши $n_1, n_2, \dots, n_m$, и выделяются периоды работы карьера с одинаковыми коэффициентами вскрыши. По графику определяется продолжительность периодов работы карьера с одинаковыми коэффициентами вскрыши и продолжительность этапов $t_1, t_2, \dots, t_n$.

Строится модель с целевой функцией

$$F_{\text{цел}} = (\gamma \cdot (C_K - a_K) - a) \cdot \sum_{t=1}^T (D_t \cdot A_p) - b_E \cdot \sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^R (D_t \cdot V_{nt}) + (b_E - b_{\text{вн}}) \cdot \sum_{t=1}^T V_{\text{вн}t} \cdot D_t - b_{\text{пер}} \cdot \sum_{t=1}^T (V_{\text{пер}t} \cdot D_t) \rightarrow \max$$

где γ - выход концентрата с 1 т руды, доли ед.; C_K - цена 1 т концентрата, грн/т; a_K - себестоимость передела 1 т руды в концентрат, грн/т; a - себестоимость добычи 1 т руды без учета себестоимости разработки вскрышных пород, грн/т; D_t - коэффициент дисконтирования затрат в t -м году, доли ед; T - продолжительность периода работы карьера, лет; A_p - производительность карьера по руде, т/год; b_E - себестоимость разработки 1 м^3 вскрыши с внешним отвалообразованием, грн/ м^3 ; V_{nt} - производительность карьера по вскрышным породам в i -м году n -го периода работы карьера, $\text{м}^3/\text{год}$; N - количество периодов работы карьера с одинаковыми коэффициентами вскрыши; R - количество лет эксплуатации карьера в n -м периоде; $b_{\text{вн}}$ - себестоимость разработки 1 м^3 вскрыши при внутреннем отвалообразовании, грн/ м^3 ; $V_{\text{вн}t}$ - объем складирования вскрышных пород во внутренний отвал в t -м году работы карьера, м^3 ; L - год начала внутреннего отвалообразования; $b_{\text{пер}}$ - себестоимость переексплуатации 1 м^3 вскрышных пород, грн/ м^3 ; $V_{\text{пер}t}$ - объем переексплуатации вскрышных пород в t -м году эксплуатации карьера, м^3

$$D_t = \frac{1}{(1+E)^t}$$

где E - норма дисконта;

Первая составляющая целевой функции учитывает доход от реализации концентрата, вторая - затраты на выполнение вскрышных работ с внешним отвалообразованием, третья - повы-

шение дохода за счет формирования временного или постоянного внутреннего отвала, четвертая - расходы на переэкскавацию временного внутреннего отвала. Целевая функция оптимизируется по максимуму, т.е. $F_{цл} \rightarrow \max$.

Целевая функция предусматривает также оптимизацию объемов складирования вскрышных пород во внутренний отвал и объемов переэкскавации. Целевая функция имеет ограничения по минимальной и максимальной емкости временного внутреннего отвала на каждом этапе, а также по емкости внутреннего отвала, и производительности оборудования при формировании и перемещении внутреннего отвала. Также ограничения учитывают необходимость перемещения всего объема внутреннего отвала предыдущего этапа.

После получения результатов моделирования и их анализа определяется оптимальная глубина начала внутреннего отвалообразования с учетом экономической целесообразности, а также годовые объемы складирования вскрышных пород во внутренний отвал в течение всего периода работы карьера.

Выводы и направление дальнейших исследований. Таким образом, при разработке крутопадающих месторождений с применением технологии внутреннего отвалообразования, которая предусматривает формирование временного внутреннего отвала, определение в карьере режимов добычных, вскрышных и внутрикарьерных отвальных работ необходимо осуществлять по предлагаемому критерию, в основу которого положена идея оптимизации годовых объемов складирования вскрышных пород во внутренний отвал и объемов их переэкскавации в зависимости от годовых объемов выемки вскрышных пород и производительности карьера по полезному ископаемому для получения максимальной дисконтированной прибыли за весь период эксплуатации карьера.

Список литературы

1. Рутковский Б.Т. Блоковый способ отработки карьерных полей с большим простираем // Разработка угольных месторождений открытым способом. – Кемерово, 1972. – Вып. 1. – С. 82 - 87.
2. Способ открытой разработки крутопадающих месторождений полезных ископаемых: А. с. 337516 СССР, МКИЗ Е 21 С 41 / 00 / Б.Т. Рутковский. – Опубл. 05.05.72., Бюл. № 15.
3. Способ открытой разработки крутопадающих месторождений при отработке глубоких горизонтов карьера: А. с. 968402 СССР, МКИЗ Е 21 С 41 / 00 / В. Ф. Бызов, В. Н. Романенко. – Опубл. 23.10.82., Бюл. № 39.
4. Трубецкой К.Н., Шапарь А.Г. Малоотходные и ресурсосберегающие технологии открытой разработки месторождений. - М.: Недра, 1993. - 272 с.
5. Шапарь А.Г., Лашко В.Т., Романенко А.В. и др. Основные положения новой технологии разработки крутопадающих месторождений с внутренним отвалообразованием // Разработка рудных месторождений. – 1988. – Вып. 45. – С. 3 - 6.
6. Положення про проектування внутрішнього відвалоутворення та складування відходів виробництва в залізничних і флюсових кар'єрах. – Дніпропетровськ: Мінерал, 2004. – 50 с.
7. Технология разработки с внутренним отвалообразованием для крутопадающих месторождений / Шапарь А.Г., Лашко В.Т., Романенко А.В. и др. – Днепропетровск: Облполиграфиздат, 1987. – 4 с.
8. Способ открытой разработки крутопадающих месторождений: А. с. 1155755 СССР, МКИЗ Е 21 С 41 / 00 / А.Г. Шапарь, В.Т. Лашко, А.В. Романенко и др. – Опубл. 15.05.85, Бюл. № 18.
9. Романенко А.В. Обоснование основных параметров технологии разработки крутопадающих месторождений с внутренним отвалообразованием, обеспечивающей снижение землеемкости производства: Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук: 05.15.03 / Днепропетровский горный ин-т им Артема. – Днепропетровск, 1989. – 17 с.
10. Просандеев Н.И. Определение основных параметров внутренних отвалов // Разработка рудных месторождений. – 1982. – Вып. 33. – С. 81 - 88.

Рукопись поступила в редакцию 03.03.14

УДК 622.72: 622.341

В.А. АЗАРЯН, канд. техн. наук, доц., Криворожский национальный университет

МОДЕЛЬ ДИНАМИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ КОЛЕБАНИЙ КАЧЕСТВА В РУДОПОТОКЕ

Рассмотрены математическая модель динамической стабилизации колебаний качества обоснование в рудопотоке карьера, графики ежемесячных усредненных показателей значений содержания железа магнитного на входе обогащательной фабрики и прогнозируемые на основании модели значения. Анализ приведенных графиков показывает достаточно хорошую сходимость реальных и моделируемых величин содержания железа в руде на входе ОФ.

Решение технологической задачи по формированию рудопотока карьера с заданными каче-

ственными показателями позволяет обеспечить оптимальный режим работы обогащительного производства.

Обогащительные фабрики (ОФ), как объекты управляющего воздействия, характеризуются транспортными запаздываниями и включают в себя технологические объекты со значительной инерцией. При воздействии входных возмущений это приводит к длительным переходным процессам, что снижает эффективность работы обогащительной фабрики. Для достижения стабильности функционирования ОФ необходимо обеспечивать стабильность качества железной руды, поступающей на технологическую переработку.

Содержание полезного компонента в железной руде характеризуется стохастичностью, что определяется особенностями разрабатываемых железорудных месторождений. Содержание железа в потоке руды зависит от времени, поэтому оно может быть рассмотрено как случайный процесс.

Решение задачи стабилизации колебаний содержания железа в руде, поступающей на переработку на ОФ, должно быть основано на методах стохастического управления. Первым шагом при решении рассматриваемой задачи является исследование случайного процесса, описывающего содержание железа в руде на входе ОФ для прогнозирования содержания железа для последующей стабилизации колебаний его содержания.

Вследствие дискретности поступления информации о содержании железа в рудопотоке на входе ОФ случайный процесс, описывающий содержание железа, можно рассматривать как дискретный временной ряд. При исследовании этих рядов представляется наиболее эффективным использование параметрических математических моделей. Параметрические методы для рассматриваемой задачи являются наиболее эффективными, поскольку используют меньшее число параметров по сравнению с непараметрическими (например, спектральным анализом).

Следует отметить, что параметрические модели при их построении требуют более полной априорной информации об изучаемых временных рядах, в частности, необходимо выбрать структуру модели временного ряда. При таком подходе обосновано применение статистической теории оценивания и теории проверки статистических гипотез.

Пусть на вход ОФ поступает поток железной руды. Обозначим измеренные содержания железа в моменты времени $t_1, t_2, \dots, t_k, \dots, t_N$ через $c(t_1), c(t_2), \dots, c(t_k), \dots, c(t_N)$. Учитывая, что содержание железа измеряется через фиксированный интервал времени Δ , то временной ряд, описывающий содержание железа в руде, представляет собой последовательность величин содержания железа

$$c_1, c_2, \dots, c_k, \dots, c_N, \quad (1)$$

которые являются обозначением измеренных содержаний железа в равноотстоящие моменты времени $t_0 + \Delta, t_0 + 2\Delta, \dots, t_0 + k\Delta, \dots, t_0 + N\Delta$.

В дальнейшем, если принять t_0 за начало отсчета, а Δ за единицу времени, то c_t можно рассматривать как содержание железа в момент времени t .

Важно подчеркнуть, что последовательность (1) является случайным (недетерминированным) временным рядом. Поэтому его будущие значения могут быть описаны только с помощью статистических распределений.

Для построения стохастической модели временного ряда (1) для прогнозирования и регулирования качественных показателей рудопотока представляется целесообразным воспользоваться параметрической моделью, называемой процессом авторегрессии-проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС) порядка (p, d, q)

$$\varphi(B)c_t = \theta(B)a_t, \quad (2)$$

где $\varphi(B) = \phi(B)(1-B)^d$; $\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$ - оператор авторегрессии порядка p ; $\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$ - оператор скользящего среднего порядка q ; $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ - числовые параметры, оцениваемые по статистическим данным; B - оператор сдвига назад, определяемый как $Bc_t = c_{t-1}$; a_t - последовательность независимых импульсов, т.е. случайных величин, с нормальным распределением, которое имеет нулевое среднее и дисперсию σ_a^2 («белый шум»).

На практике число параметров, которое необходимо оценить по статистическим данным, должно быть минимальным, что составляет принцип экономии. Таким образом, модель временного ряда должна быть не только адекватна, но и экономна.

На рис. 1 показаны ежемесячные усредненные значения содержания железа магнитного в рудо-

потоке на входе ОФ ПАО «Полтавский ГОК» в течение одного года, представленные в виде временного ряда. Визуальный анализ временного ряда позволяет сделать вывод о его нестационарности. Этот ряд не имеет фиксированного среднего значения, около которого происходят его колебания. Вместе с тем, такой ряд можно свести к возможности описания стационарной моделью, воспользовавшись тем, что d -я разность этого ряда является стационарным стохастическим рядом.

В табл. 1 приведены величины содержания железа магнитного в рудопотоке и первые разности

Таблица 1

Усредненные показатели железа магнитного в рудопотоке		
Месяцы	Среднемесячное содержание железа в руде, %	Первые разности содержания железа в руде, %
1	23,7	
2	23,6	-0,1
3	23,5	-0,1
4	23,2	-0,3
5	23	-0,2
6	23	0
7	23	0
8	23	0
9	23	0
10	23,1	0,1
11	23,2	0,1
12	23,2	0

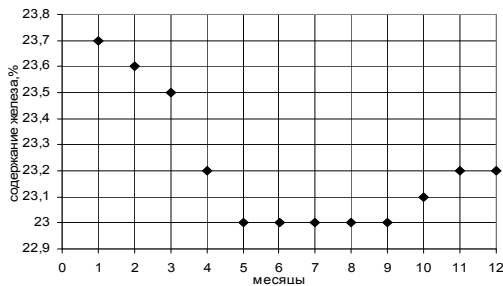


Рис. 1. Ежемесячные усредненные содержания железа в руде

Анализ величин первых разностей, рассчитываемых по формуле

$$z_t = \nabla c_t - c_{t-1}, \quad (3)$$

показывает, что получаемый временной ряд, приведенный в табл.1, можно считать стационарным.

Для нахождения структуры модели временного ряда, составленного из первых разностей (3), необходимо вычислить выборочные автокорреляции по формуле

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{N-k} (z_t - \bar{z})(z_{t+k} - \bar{z})}{\sum_{t=1}^N (z_t - \bar{z})^2}. \quad (4)$$

В табл. 2 приведены результаты расчетов по формуле (4).

Таблица 2

Выборочные автокорреляции				
k	0	1	2	3
r_k	1	0,623	0,231	0,274

Анализ результатов расчетов величин выборочных автокорреляций позволяет сделать вывод, что в качестве структуры модели временного ряда (3) можно выбрать процесс авторегрессии второго порядка

$$z_t = \phi_1 z_{t-1} + \phi_2 z_{t-2} + a_t, \quad (5)$$

где ϕ_1, ϕ_2 - числовые параметры.

Для априорного нахождения параметров, входящих в (5), необходимо воспользоваться уравнениями Юла-Уокера, которые в рассматриваемом случае принимают вид

$$\begin{cases} \phi_1 + \phi_2 \cdot r_1 = r_1 \\ \phi_1 \cdot r_1 + \phi_2 = r_2 \end{cases}. \quad (6)$$

Решив систему уравнений относительно ϕ_1 и ϕ_2 , находим

$$\phi_1 = \frac{r_1(1-r_2)}{1-r_1^2}, \quad \phi_2 = \frac{r_2-r_1^2}{1-r_1^2}. \quad (7)$$

Однако для стационарности модели авторегрессии второго порядка необходимо, чтобы параметры ϕ_1 и ϕ_2 удовлетворяли неравенствам

$$\phi_2 + \phi_1 < 1; \quad \phi_2 - \phi_1 < 1; \quad -1 < \phi_2 < 1. \quad (8)$$

Подставляя величины выборочных автокорреляций, представленные в табл. 2, в формулы (7), находим

$$\phi_1 = 0,776, \quad \phi_2 = -0,251. \quad (9)$$

Величины ϕ_1 и ϕ_2 , приведенные в (9), удовлетворяют условию стационарности синтезируе-

мой модели (8).

Подставляя параметры ϕ_1 и ϕ_2 в уравнение авторегрессии второго порядка (5), получаем

$$z_t = 0,776 \cdot z_{t-1} - 0,251 \cdot z_{t-2} + a_t \quad (10)$$

Подставляя (3) в уравнение (10), окончательно получаем уравнение, которое моделирует временной ряд, представленный в табл. 1

$$c_t(1) = 1,776c_{t-1} - 1,026c_{t-2} + 0,251c_{t-3} + a_t. \quad (11)$$

Для уточнения найденных параметров модели временного ряда необходимо воспользоваться методом наименьших квадратов. Для этого составляется функция, представляющая собой сумму квадратов отклонений

$$\Phi(b_1, b_2, b_3) = \sum_{t=4}^N a_t^2 = \sum_{t=4}^N (c_t - b_1 c_{t-1} - b_2 c_{t-2} - b_3 c_{t-3})^2, \quad (12)$$

где b_1, b_2, b_3 - неизвестные параметры.

Поскольку неизвестные параметры входят в уравнение линейно, то минимизация функции (12) приводит к системе трех линейных алгебраических уравнений относительно искомых параметров, b_1, b_2, b_3

$$\begin{cases} b_1 \sum_{t=4}^N c_{t-1}^2 + b_2 \sum_{t=4}^N c_{t-2} c_{t-1} + b_3 \sum_{t=4}^N c_{t-3} c_{t-1} = \sum_{t=4}^N c_t c_{t-1} \\ b_1 \sum_{t=4}^N c_{t-1} c_{t-2} + b_2 \sum_{t=4}^N c_{t-2}^2 + b_3 \sum_{t=4}^N c_{t-3} c_{t-2} = \sum_{t=4}^N c_t c_{t-2} \\ b_1 \sum_{t=4}^N c_{t-1} c_{t-3} + b_2 \sum_{t=4}^N c_{t-3} c_{t-2} + b_3 \sum_{t=4}^N c_{t-3}^2 = \sum_{t=4}^N c_t c_{t-3} \end{cases} \quad (13)$$

Подставляя величины содержаний, взятые из табл. 1, в систему линейных уравнений (13) и решая ее, находим

$$b_1 = 1,732, \quad b_2 = -0,972, \quad b_3 = 0,241. \quad (14)$$

Подставляя результаты в уравнение, получим модель временного ряда, практически совпадающую с найденной при априорной настройке

$$c_t = 1,732 \cdot c_{t-1} - 0,972 \cdot c_{t-2} + 0,241 \cdot c_{t-3}. \quad (15)$$

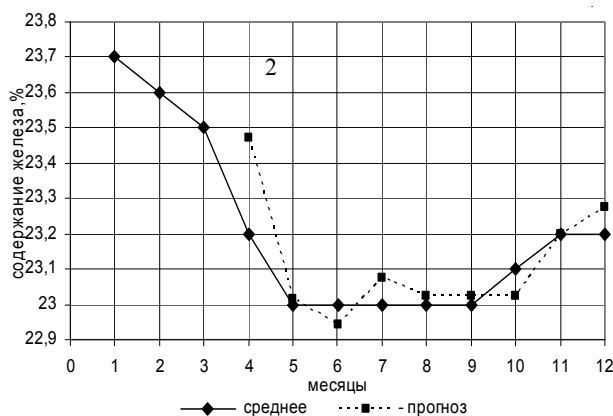


Рис. 2. Ежемесячные усредненные значения содержания железа магнитного в руде на входе ОФ ПАО «Полтавский ГОК» и прогнозируемые содержания железа

На рис. 2 представлены графики среднемесячных содержаний магнитного железа в руде, поступавшей на ОФ ПАО «Полтавский ГОК», и прогнозируемых на один месяц вперед по формуле

$$\hat{c}_t(1) = 1,732c_t - 0,972c_{t-1} + 0,241c_{t-2} \quad (16)$$

Выводы. Модель динамической стабилизации колебаний качества в рудопотоке предназначена для сглаживания отклонений величин текущих значений содержания полезного компонента от заданных.

Анализ приведенных графиков показывает достаточно хорошую сходимость реальных и моделируемых величин содержания железа в руде на входе ОФ.

Модель динамической стабилизации колебаний качества в рудопотоке позволяет прогнозировать величину содержания железа в руде на входе ОФ на месяц вперед.

Список литературы

1. Вилкул Ю.Г., Азарян А.А., Азарян В.А., Колосов В.А. Качество железорудного сырья подземной и открытой добычи как основа конкурентоспособности горнодобывающей промышленности Украины. Металлургическая и горнорудная промышленность / Днепропетровск, 2012. - №5. - С. 1-4.
2. Бызов В.Ф. Управление качеством продукции карьеров / Учебник для вузов - М.: Недра, 1991. - 239 с.
3. Азарян В.А. Мобильный дробильно-сортировочный радиометрический комплекс (МДСРК) Доклад. Материалы 9 Конгресса обогатителей стран СНГ. г. Москва, 26.02 – 01.03.2013 г. с. 47.
4. Бабий Е.В., Синенко М.А. О качестве рудного потока при технологии предобогащения руды в карьере / Вісник КТУ: Кривий Ріг. 2010 р.
5. Азарян А.А. Разработка методов и средств физико-технического контроля и управления качеством руд чер-

ных металлов при добыче и переработке. Дисс. докт техн. наук. - Киев, 1993.

6. **Дрига В.В.** Исследование и классификация факторов, влияющих на геофизический мониторинг массовой доли магнетита в горной массе / **В.В.Дрига** // Вісник Криворізького технічного університету. Кривий Ріг, 2006. – Вип.14. – С.150-153.

7. **Азарян В.А.** Управление качеством в рудопотоках железорудных карьеров Украины» - материалы 6 международной конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании», Варна, 4-10 июня 2010 г.

8. **Азарян А.А., Колосов В.А., Ломовцев Л.А., Учитель А.Д.** Качество минерального сырья. – Кривой Рог: Минерал, 2001 – 201 с.

9. **Бызов В.Ф., Вилкул Ю.Г., Максимов И.И.** Об усреднении качества руд при объединении грузопотоков / *Металлургическая и горная промышленность.* – 1982. - №2. - С. 64-65.

10. **Азарян В.А., Трачук А. А.** Обоснование геометрических и технологических параметров системы оперативного контроля качества исходной руды и продуктов обогащения // *Материалы 3-ой международной конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании».*-Варна 2007 Т.1.-с.487-491.

11. **Азарян В.А.** Анализ влияния технологических факторов на себестоимость производства железорудных ГО-Ков Украины. Сборник трудов КТУ, Кривой Рог, 2009 г.

12. **Жеребцов А.С., Троп А.Е., Зобнин Б.Б.** К измерению содержания магнетита в потоке руды. – Изв. вузов. Горный журнал, 1974. – №7.

13. Система автоматического контроля качества железорудного сырья в конвейерных потоках (СКРП), Интернет-сайт ООО ИПП «Уралрудоавтоматика». <http://uralrudoavtomatika.ru/>

14. **Белявский Ю.В., Старцев Н.В.** Индуктивный датчик с равномерным магнитным полем. – Изв. вузов. Горный журнал, 1971. – №4.

15. **Владимиров Д.Я., Клебанов А.Ф., Перепелицын А.И.** Система диспетчеризации "КАРЬЕР": от мониторинга большегрузных автосамосвалов к управлению горно-транспортным комплексом и оптимизации горных работ в карьере. "Горная промышленность" №4 - 2004

16. **Федоров М.Ю.** Основные технические и конструктивные принципы ренгенометрических сепараторов РАДОС» Материалы 3 международной научно-технической конференции «Рентгенометрическая сепарация минерального сырья и техногенных отходов». Г. Екатеринбург. 2007. с.70-79

17. **Федосеев В.А.** Экономика обогащения железных руд. Изд-во «Наука», Ленингр. От., 1-112

18. **Бастан П.П.** Усреднение руд как эффективное средство использования недр. В сб.: Вопросы рудничной геологии. - Белгород: ВЮГЕМ. -1970. -С. 14-16.

19. **Баранов А.Н., Марков А.П., Смирнов А.А., Тузов Ю.В.** Оперативный элементарный анализ металлосодержащих природных и техногенных материалов.Электронное научное издание «ГЕОразрез»[http:// georazrez.unidubna.ru](http://georazrez.unidubna.ru)

20. **Галиев С.Ж., Бояндинова А.А., Астраханцев В.А., Жусупов К.К.** Структура и организация информационного обеспечения автоматизированной системы диспетчеризации работы экскаваторно-автомобильного комплекса «АДИС-Авто» // Научно-техническое обеспечение горного производства: Сб. научн. тр. ИГД им. Д.А. Кунаева. Т. 72. Алматы, 2006. С. 138–143.

Рукопись пступила в редакцию 12.03.14

УДК 528.8.042:622.2

В.Д. СИДОРЕНКО, д-р. техн. наук, проф., М.В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц.,
О.Л. ТОПЧІЙ, М.П. СЕРГЕСЬВА, Криворізький національний університет,
В.Я. КОВТУН, НВП «УКРКОВІД», ДП «УКРГЕОДЕЗМАРК ПАТ КИЇВМЕТРОБУД»,
корпорація УКРМЕТРОТУНЕЛЬБУД,
Ю.Л. СЕРЕБРЯНИЙ, Є.П. ВОЛЧКО, канд. техн. наук, НВФ «ДОКА»

КОМПЛЕКСНІ ПРОГРАМИ КАМЕРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ ЛАЗЕРНОГО 3D-СКАНУВАННЯ

Розглянуто особливості камеральної обробки наземного лазерного 3D-сканування, які базуються на створенні комплексних програмних продуктів, що дозволяють одночасно вирішувати завдання управління лазерним сканером та обробкою отриманих результатів в системі автоматизованого проектування.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Програмне забезпечення камеральної обробки польових вимірювань базується на створенні комплексних програмних продуктів, що дозволяють одночасно вирішувати завдання управління наземним лазерним сканером, обробки отриманих результатів, що і включають функції систем автоматизованого проектування, наприклад: порівняння реальної моделі із проектною і виведення графічної інформації про наявні розбіжності; редагування векторної тривимірної моделі; створення моде-

лі у вигляді *Solid* різної форми, тобто у вигляді твердого тривимірного тіла, а не набору полігонів і структурних ліній і ін.

Аналіз досліджень та публікацій. Програмне забезпечення, призначене для керування наземним лазерним сканером, є невід'ємною частиною приладів, тому що враховує різного роду помилки в результатах вимірів (наприклад, постійні і закономірні помилки віддалеміра, ексцентриситети вісей обертання і інші). Виробники наземних лазерних сканерів пропонують своє програмне забезпечення для керування сканером і обробки результатів сканування. При цьому більшість програм обробки дозволяє вирішувати прикладні завдання в різних областях народного господарства. На основі аналізу програм, призначених для керування сканером і обробки даних наземного лазерного сканування, і практичного досвіду їх застосування рекомендується при виборі програмного забезпечення для розв'язання конкретних завдань враховувати їхні функціональні можливості, зручність інтерфейсу і швидкість виконання тих або інших операцій.

Постановка завдання. Для прискорення маркшейдерсько-геодезичних робіт, а також для підвищення інформативності отримуваних при цьому даних, пропонується використовувати технологію тривимірного наземного сканування при розв'язуванні задач геоінформаційного забезпечення інфраструктури гірничо-видобувного підприємства. Створення високоточної технології тривимірного наземного лазерного сканування на автомобільній дорозі «Техбаза - кладовище «Західне», яка знаходиться на віддаленні 1300 м від залізничного переїзду у напрямку кладовища, знаходиться на території гірничого відводу шахтоуправління по підземному видобуванню руди (на правах шахт) ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» і проходить над виробленим простором шахти «Родіна» ПАТ «Криворіжзалізорудком». Розміри виробленого простору: довжина в площині пласта -360 м; глибина від 900 до 1140 м; потужність по нормалі -75 м, по вертикалі -100 м. Розробка інтерактивної системи у вигляді окремого програмного середовища, що дозволяє оперувати великими об'ємами польових даних.

Викладення матеріалу та результати. Програмні продукти, застосовувані в технології лазерного сканування, залежно від їхнього функціонального призначення можна розділити на наступні групи: керуюче програмне забезпечення, програмне забезпечення для створення єдиної точкової моделі, програмне забезпечення для побудови тривимірних моделей і двовимірних креслень за даними сканування і комплексне програмне забезпечення (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація програмних продуктів, застосовуваних при наземному лазерному 3D-скануванні, по функціональному призначенню

Програмне забезпечення	Призначення програмного забезпечення
Керуюче програмне забезпечення	Керування сканером для завдання роздільної здатності сканування, сектору сканування шляхом візуального вибору об'єктів, режиму сканування, режиму роботи цифрової камери; візуалізація сканів у режимі реального часу; контроль отримуваних результатів; налаштування і калібрування сканера; тестування сканера, виявлення можливих несправностей; облік помилок, пов'язаних із впливом зовнішніх умов навколишнього середовища; об'єднання сканів; зовнішнє орієнтування сканів; експорт результатів сканування.
Програмне забезпечення для створення єдиної точкової моделі	Об'єднання сканів; зовнішнє орієнтування сканів; редагування точкової моделі; сегментування і розрідження; візуалізація точкової моделі; експорт і друк.
Програмне забезпечення для побудови тривимірних моделей і двовимірних креслень за даними сканування	Створення по масиву точок нерегулярної триангуляційної мережі (<i>TIN</i>) і <i>NURBS</i> -поверхні; редагування <i>TIN</i> ; створення моделі об'єкта за допомогою геометричних примітивів; профілювання; побудова креслень; проведення вимірів (довжин, діаметрів, площ, об'ємів об'єктів); візуалізація побудованої моделі; автоматизовані механізми створення креслень; побудова ізольованих; можливість порівняння побудованої моделі із проектною; текстурування тривимірної моделі; експорт і друк результатів обробки даних наземного лазерного сканування.
Комплексне програмне забезпечення	всі функції керуючого програмного забезпечення; створення точкової моделі; побудова тривимірних моделей і двовимірних креслень по даним наземного лазерного сканування.

Вибір області і роздільної здатності сканування. Дані функції необхідні, по-перше, для того, щоб скоротити час роботи сканерної станції, по-друге, це дозволяє зменшити об'єм отримуваної інформації. У більшості випадків спочатку зйомку території навколо сканера виконують по параметрах, рекомендованим заводом-виготовлювачем. Ця зйомка зветься «оглядове» або

«панорамне» сканування. Потім більш детально (з більш високою роздільною здатністю) знімають область, яка цікавить і яка являє собою частину всього поля зору лазерного сканера.

Залежно від моделі сканера, вибір області сканування здійснюється одним зі способів: шляхом введення чисельних параметрів, що представляють собою початкові і кінцеві значення кутів сканування по горизонталі і вертикалі; по цифровій світлинці або відеозображенні, отриманих за допомогою вбудованої в наземний лазерний сканер камери; по «оглядовому» або «панорамному» скану, отриманому на даній точці стояння сканера.

У кожному програмному продукті реалізовано кілька способів завдання області сканування.

При використанні першого способу ділянка сканування фактично задається координатами його кутів у полярній системі координат скана. У цьому випадку область сканування являє собою прямокутник. При використанні двох інших способів зону сканування можна задати у вигляді полігона довільної форми.

Деякі програмні продукти дозволяють одночасно вказати кілька областей сканування і для кожної з них вибрати індивідуальну роздільну здатність зйомки. При цьому після запуску сканера буде послідовно виконуватися сканування кожної ділянки без втручання оператора. Для кожної області можна задати або кількість повторних сканувань при реалізації в наземному лазерному скануванні безперервного способу обертання головки і скануючої призми, або число вимірів на кожную точку у випадку крокового способу повороту скануючих елементів. Дана функція дозволяє зменшити величину випадкових помилок у результатах сканування. Як показали практичні дослідження, збільшення кількості даних параметрів (понад дев'яти) не приводить до підвищення точності, однак при цьому зростає час сканування. Роздільна здатність сканування залежно від видалення об'єкта зйомки щодо сканера можна задавати як у кутовий, так і в лінійній мірі.

Візуалізація сканів. У різних керуючих програмних продуктах візуалізація сканів здійснюється в 2D або 3D режимі. Дана функція дозволяє в *on-line* режимі контролювати процес зйомки (якість і детальність) і визначати «мертві» зони при скануванні.

Облік метеорологічних параметрів і введення параметрів калібрування наземного лазерного сканування є дуже важливими функціями при виконанні високоточних робіт за допомогою лазерних сканерів, тому що дозволяють виключити помилки сканування, викликані впливом атмосфери, і інструментальні похибки приладу.

Зовнішнє орієнтування сканів. У перших версіях багатьох керуючих програмних продуктів не були реалізовані алгоритми зовнішнього або взаємного орієнтування сканів, що викликало певні труднощі при подальшому використанні результатів сканування. У цьому випадку для приведення сканів у задану систему координат необхідно було виконати експорт отриманих сканерних даних в інші програмні продукти, що вимагало значних тимчасових витрат. У наш час зовнішнє орієнтування сканів виконується в керуючому програмному забезпеченні. Крім того, деякі виробники пропонують додаткові модулі до керуючого програмного забезпечення для зрівнювання сканів. У наш час найбільш потужним програмним продуктом для обробки даних наземного лазерного 3D-сканування з метою побудови тривимірних моделей є програмне забезпечення «CycloneSCAN». Основна частина робіт у технології побудови тривимірних моделей об'єктів ситуації і рельєфу по даним наземного лазерного сканування припадає на камеральну обробку результатів зйомки, виконаної за допомогою наземного лазерного 3D-сканування.

Програмне забезпечення «CycloneSCAN» призначене для побудови тривимірних моделей у вигляді геометричних примітивів, *Mesh*-поверхні, а також структурних ліній об'єктів. Крім того, у цьому програмному продукті реалізовані функції, що дозволяють створювати векторну модель у вигляді плоских креслень. Для побудови тривимірних векторних моделей у програмному забезпеченні «CycloneSCAN» використовуються наступні режими: автоматичний; напів-автоматичний; інтерактивний. Сутність даних режимів для побудови тривимірних векторних моделей полягає в наступному.

Автоматичний режим побудови тривимірної моделі об'єкта. При використанні даного режиму виконується аналіз точкової моделі навколо обраної точки, на основі чого здійснюється вбудовування геометричного примітива в масив точок. Реалізація даної функції в програмному продукті «CycloneSCAN» полягає в наступному. На першому етапі за допомогою функції *Create Object→Region Grow* виділяється масив точок і вказується тип примітива, що вбудовується. Потім виводиться вікно з розрахованими параметрами примітива, а на точковій моделі в білій

колір розфарбовуються точки, прийняті в обробку. У вікні приводяться кількість точок, прийнятих в обробку при побудові примітива, його геометричні параметри, середня квадратична помилка вписування і час виконання розрахунків.

Програмне забезпечення «CycloneSCAN» дозволяє операторові при вбудовуванні геометричного примітива втручатися в роботу алгоритму. Шляхом пересування джойстиків можна змінити розмір вибірки, що брали участь в обробці, що створює зручність при роботі із програмою професіоналам, а наявність налаштувань « за замовчуванням» робить її зручною для новачків. У випадку задовільної якості вписування примітива створюється тривимірна модель об'єкта шляхом натискання кнопки *OK*. З досвіду побудови тривимірних моделей об'єктів у програмному забезпеченні «CycloneSCAN» автоматичний режим слід використовувати для моделювання об'єктів, відсканованих з високою щільністю, і при обробці даних з низьким рівнем «шуму».

Автоматичний режим створення тривимірних моделей об'єктів є найбільш точним, тому що розмір і положення модельованого об'єкта обчислюються математично. Така процедура дозволяє добитися найбільш точного положення геометричного примітива в точковій моделі, однак іноді вона вимагає досить багато часу.

Напіваавтоматичний режим побудови тривимірної моделі. Ця функція заснована на оцінці всієї точкової моделі, наявної у вікні перегляду даних наземного лазерного сканування (*Model Space*), і обчисленні параметрів геометричного тіла або примітива, що вписується в цю модель. Для тривимірного моделювання об'єкта із застосуванням цієї функції виконується наступний порядок дій. Спочатку за допомогою інструмента *Polygonal Fence Mode* виділяється масив точок, що належать об'єкту, і проводиться процес копіювання даних у нове вікно *ModelSpace* з використанням функції *Copy Fenced to New ModelSpace*. Потім віддаляються точки, що не ставляться до обраного об'єкта моделювання. Після цього за допомогою функції *Create→Fit to Cloud* вказується вид геометричного тіла або примітива, який необхідно вписати в масив точок.

У результаті виконаних операцій буде побудована тривимірна модель об'єкта в напіваавтоматичному режимі, приклад якої представлено на рис. 1.

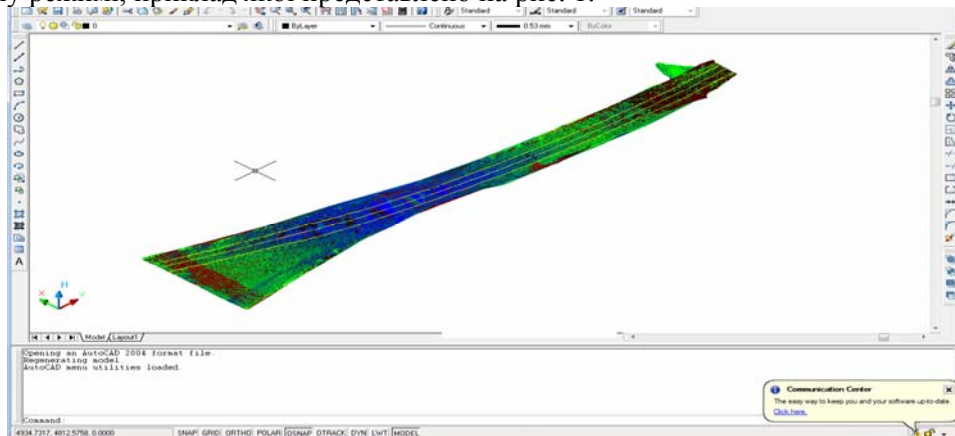


Рис. 1. Тривимірна модель проїжджої частини ділянки автодороги «Техбаза - кладовище «Західне»

При використанні напіваавтоматичного режиму побудови тривимірної моделі об'єктів оцінка якості моделювання проводиться візуально. Також можливий інший варіант технології побудови тривимірних моделей об'єктів у напіваавтоматичному режимі.

На точковій моделі за допомогою функції *Polygonal Fence Mode* вказуються точки, у які необхідно вмонтувати геометричне тіло або примітив, задається функція *Create Object →Fit to Fenced*, у результаті буде створена тривимірна модель об'єкта. Застосування того або іншого варіанта побудови тривимірної моделі в напіваавтоматичному режимі в програмному продукті «CycloneSCAN» насамперед обумовлене ступенем завантаженості об'єктами ділянки моделювання.

При моделюванні складних технологічних об'єктів найбільше ефективно використовувати другий варіант напіваавтоматичного режиму побудови моделей. *Інтерактивний режим побудови тривимірної моделі.* Цей режим використовується у випадку моделювання дрібних деталей об'єктів або при наявності сканерних даних низької якості. Спочатку з використанням абриса або цифрових знімків створюється геометричне тіло або примітив, найбільш відповідний елементу об'єкта, із застосуванням функції *Create Object → Insert*. Потім виконується редагування

положення і орієнтації створеного тіла (примітива), яке можна або виконувати вручну за допомогою інструмента *Edit Object*→*Handles*→*Show Rotation Handles*, або за допомогою функції *Edit Object*→*Move/ /Rotate* задаються напрямок, величина переміщення тіла, а також вказуються вісь, щодо якої буде виконуватися його обертання, і величина кута повороту. Після цього проводиться редагування параметрів (розмірів) геометричного тіла або примітива.

Функція зміни параметрів примітивів також використовується при автоматичному і напів-автоматичному режимах моделювання об'єктів у програмному забезпеченні «CycloneSCAN». Інтерактивний режим моделювання об'єктів менш точний у порівнянні з автоматичним і напів-автоматичним, однак при наявності в користувача достатнього досвіду роботи з програмним забезпеченням використання його дозволяє отримати необхідну точність формування тривимірної моделі і заощаджувати час. Оскільки відображення кожної окремої точки на екрані монітора вимагає певного об'єму оперативної і графічної пам'яті, при роботі в програмному забезпеченні «CycloneSCAN» оператор вказує обмеження по кількості відображуваних точок, що одночасно завантажуються. Тривимірну модель об'єктів ситуації можна створювати за допомогою тривимірних поліліній і креслень профілів.

Для цих цілей у програмному забезпеченні «CycloneSCAN» реалізовано два режими рисовки поліліній: автоматичний і інтерактивний. Після виклику функції *Create Objects*→*Fit Edge* з'являється діалогове вікно автоматичного вбудовування поліліній, у якому вказується поперечний переріз об'єкта, по якому необхідно створити структурні лінії. Після цього оператор показує місця, у які необхідно вмонтувати полілінії, і натискає кнопку *Fit*.

Координати точок тимчасової знімальної мережі для побудови *TIN*-моделі нерегулярної поверхні полотна проїжджої частини обстеженої ділянки автодороги визначені в березні 2013 року за результатами наземного 3D-сканування відносно *Stl* ($x=0, y=0, H=0$) з точністю не гірше $\pm 0,011\text{ м}$ в плані і $\pm 0,010\text{ м}$ по висоті. Урівнювання й оцінка точності координат в програмному забезпеченні «*CycloneSCAN*» наведено на рис. 2.

Constraint ID	ScanField	ScanField	ScanField	Type	Status	Weight	Err	Env Vector
JNC TargetID mpp13v	ScanWorld 10 (Levelled)	ScanWorld 10 (Levelled)	ScanWorld 11 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.000 m	(0.000, 0.000, 0.000)m
JNC TargetID m20	ScanWorld 8 (Levelled)	ScanWorld 8 (Levelled)	ScanWorld 8 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.001 m	(0.000, 0.000, 0.000)m
JNC TargetID m22	ScanWorld 7 (Levelled)	ScanWorld 8 (Levelled)	ScanWorld 8 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.001 m	(0.000, 0.000, 0.000)m
JNC TargetID m6v	ScanWorld 6 (Levelled)	ScanWorld 6 (Levelled)	ScanWorld 6 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.001 m	(0.001, 0.000, 0.000)m
JNC TargetID m25v	ScanWorld 10 (Levelled)	ScanWorld 10 (Levelled)	ScanWorld 10 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.001 m	(0.000, 0.001, 0.000)m
JNC TargetID mpp13v	ScanWorld 10 (Levelled)	ScanWorld 11 (Levelled)	ScanWorld 11 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.001 m	(0.000, 0.001, 0.000)m
JNC TargetID mpp5v	ScanWorld 5 (Levelled)	ScanWorld 5 (Levelled)	ScanWorld 6 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.001 m	(-0.001, 0.000, -0.001)m
JNC TargetID mpp12v	ScanWorld 11 (Levelled)	ScanWorld 12 (Levelled)	ScanWorld 12 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.001 m	(0.001, 0.000, -0.001)m
JNC TargetID m3v	ScanWorld 3 (Levelled)	ScanWorld 3 (Levelled)	ScanWorld 3 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.001 m	(0.001, 0.000, 0.000)m
JNC TargetID m29	ScanWorld 10 (Levelled)	ScanWorld 11 (Levelled)	ScanWorld 10 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(0.001, 0.001, 0.001)m
JNC TargetID m28	ScanWorld 9 (Levelled)	ScanWorld 10 (Levelled)	ScanWorld 10 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(0.000, 0.000, -0.001)m
JNC TargetID m6	ScanWorld 2 (Levelled)	ScanWorld 3 (Levelled)	ScanWorld 3 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(0.000, 0.002, 0.000)m
JNC TargetID m3	ScanWorld 6 (Levelled)	ScanWorld 7 (Levelled)	ScanWorld 7 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(-0.001, -0.001, 0.001)m
JNC TargetID m3	ScanWorld 3 (Levelled)	ScanWorld 4 (Levelled)	ScanWorld 4 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(0.000, 0.001, 0.001)m
JNC TargetID m20	ScanWorld 8 (Levelled)	ScanWorld 8 (Levelled)	ScanWorld 8 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(0.001, 0.002, 0.001)m
JNC TargetID m17	ScanWorld 6 (Levelled)	ScanWorld 7 (Levelled)	ScanWorld 7 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(0.000, 0.002, 0.000)m
JNC TargetID m29v	ScanWorld 10 (Levelled)	ScanWorld 10 (Levelled)	ScanWorld 10 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(0.002, 0.000, 0.000)m
JNC TargetID m3	ScanWorld 3 (Levelled)	ScanWorld 3 (Levelled)	ScanWorld 3 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(0.000, 0.001, 0.002)m
JNC TargetID m32	ScanWorld 11 (Levelled)	ScanWorld 12 (Levelled)	ScanWorld 12 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(0.000, 0.002, 0.000)m
JNC TargetID m27	ScanWorld 9 (Levelled)	ScanWorld 10 (Levelled)	ScanWorld 10 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(0.001, 0.000, 0.002)m
JNC TargetID m18	ScanWorld 6 (Levelled)	ScanWorld 6 (Levelled)	ScanWorld 6 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(0.000, 0.002, 0.000)m
JNC TargetID m18	ScanWorld 6 (Levelled)	ScanWorld 7 (Levelled)	ScanWorld 7 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(-0.002, -0.001, 0.000)m
JNC TargetID mpp15v	ScanWorld 11 (Levelled)	ScanWorld 12 (Levelled)	ScanWorld 12 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(0.001, 0.002, 0.001)m
JNC TargetID m29v	ScanWorld 8 (Levelled)	ScanWorld 10 (Levelled)	ScanWorld 10 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(0.002, 0.000, 0.000)m
JNC TargetID m15	ScanWorld 6 (Levelled)	ScanWorld 6 (Levelled)	ScanWorld 6 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(0.000, 0.002, 0.001)m
JNC TargetID m8	ScanWorld 3 (Levelled)	ScanWorld 4 (Levelled)	ScanWorld 4 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(0.000, 0.002, -0.002)m
JNC TargetID m11	ScanWorld 3 (Levelled)	ScanWorld 5 (Levelled)	ScanWorld 5 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(0.001, 0.002, -0.001)m
JNC TargetID m9	ScanWorld 8 (Levelled)	ScanWorld 10 (Levelled)	ScanWorld 10 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(0.002, 0.000, 0.002)m
JNC TargetID m19	ScanWorld 8 (Levelled)	ScanWorld 7 (Levelled)	ScanWorld 7 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(-0.002, 0.002, 0.000)m
JNC TargetID m3	ScanWorld 1 (Levelled)	ScanWorld 2 (Levelled)	ScanWorld 2 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002m	(0.001, 0.002, 0.001)m
JNC TargetID m17	ScanWorld 5 (Levelled)	ScanWorld 5 (Levelled)	ScanWorld 5 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003m	(0.002, 0.000, 0.001)m
JNC TargetID m29h	ScanWorld 7 (Levelled)	ScanWorld 9 (Levelled)	ScanWorld 9 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003m	(0.001, 0.002, 0.001)m
JNC TargetID m3	ScanWorld 3 (Levelled)	ScanWorld 7 (Levelled)	ScanWorld 7 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003m	(0.000, -0.003, 0.000)m
JNC TargetID m3	ScanWorld 2 (Levelled)	ScanWorld 4 (Levelled)	ScanWorld 4 (Levelled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003m	(0.000, 0.000, 0.003)m

Рис. 2. Урівнювання і оцінка точності координат точок тимчасової знімальної мережі в програмному забезпеченні «CycloneSCAN»

Координати точок тимчасової знімальної мережі IV етапу робіт: *St3*, *St4*, *St9*, *St10*, в системі координат 1963 р. визначені в березні 2013 р. комплектом двочастотних приймачів *GNSS Leica GX1230GG* і *ATX1230GG* в режимі статики від початкової точки знімальної мережі *St1*.

Точність вимірювань відносно початкової точки знімальної мережі $St1 \pm 0,010$ м.

На останньому етапі програма пропонує операторові вибрати ступінь згладжування поліліній, що вбудовуються, після чого дія функції завершується. Представлені способи побудови тривимірних моделей об'єктів є основними для тривимірного моделювання технологічних об'єктів.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Отже, концепція повної автоматизації при зборі просторових даних про об'єкти місцевості засобами лазерної локації дозволяє розв'язати дві основні проблеми будь-якого виробництва: підвищити продуктивність робіт, якість і надійність одержуваної продукції. Фактично, точність визначення координат точок місцевості з використанням наземних лазерних сканерів залежить в основному від характеристик приладу, тобто виключається ряд помилок при наведенні на марку, установці вішки, нумерації

пикетів і т.п. Підвищення надійності результатів сканування обумовлене, насамперед, зниженням впливу людського фактора при роботі із приладом. При камеральній обробці матеріалів польових сканерних зйомок як і раніше більшу роль відіграє досвід оператора в інтерпретації великого об'єму даних лазерного сканування, і проблема автоматизації обробки цих даних стає головною. Однак у цьому напрямку ведуться активні розробки алгоритмів і програмних продуктів, що дозволяють спростити і автоматизувати камеральні роботи.

Список літератури

1. Инструкция по производству маркшейдерских работ. М.:Недра, 1987,-240с.
2. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ в Криворожском железорудном бассейне. Ленинград.: ВНИМИ, 1975.-68с.
3. **Здешниц В.М., Сидоренко В.Д.** Сучасна техніка виявлення підземних порожнеч / Вісник Криворізького технічного університету. - Кривий Ріг: КТУ. - Вип. 29, 2011. - С. 59-64.

Рукопис подано до редакції 17.03.14

УДК 624.046.5: 622.012

В.В. ХВОРОСТ, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ І НАДІЙНОСТІ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОБ'ЄКТІВ, РОЗТАШОВАНИХ НА ПОВЕРХНІ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Виконано аналіз оцінки ризику стану будівельних об'єктів поверхні гірничопромислового комплексу за критерієм зниження їх несучої здатності функціонально пов'язаного з імовірністю ризику обвалення будівель і споруд.

Аварійні ситуації на об'єктах поверхні гірничопромислового комплексу, викликані за проектними впливами, в загальному випадку непередбачувані і зводяться до локальних аварійним впливів на окремі конструкції однієї будівлі: вибухи, пожежі, карстові провали, дефекти конструкцій і матеріалів, некомпетентна реконструкція (перепланування) і т.п. випадки.

Як правило, вплив розглянутого типу призводить до місцевих пошкоджень несучих конструкцій будівель. При цьому в одних випадках надзвичайні ситуації цими початковими ушкодженнями і вичерпуються, а в інших - несучі конструкції, що збереглися в перший момент аварії, не витримують додаткового навантаження, раніше сприймалася пошкодженими елементами, і теж руйнуються.

Існуюча нормативна база з управління безпекою будівельних об'єктів не повною мірою справляється з покладеними на неї завданнями, а норм, що регламентують ризик аварії будівель, немає взагалі. Використання в будівництві методики нормування, заснованої на коефіцієнтах надійності, теоретично забезпечує безпеку будівельних конструкцій. Проте досвід експлуатації конструкцій показує, що надійність є необхідним, але не достатньою умовою безпеки.

Встановлено, що в 80 % випадків причиною будівельних аварій є грубі людські помилки, що допускаються при проектуванні, виготовленні та монтажі несучих конструкцій, які при не вигідному сполученні з непередбачуваними факторами природнокліматичного і техногенного характеру стають причинами обвалення споруджуваних і вже побудованих будівель і споруд.

Отже, формування процедур і методик, що дозволяють встановлювати ступеня конструкційної безпеки будівель з урахуванням ризику, є досить актуальною потребою будівельного комплексу. Механізмом практичної реалізації політики забезпечення безпеки будівельних об'єктів має стати система управління ризиками на всіх стадіях життєвого циклу будівлі і споруди.

Значний знос існуючих будівель і споруд з великим терміном експлуатації, а також низька якість будівельних об'єктів, зведених в країні за останні чверть століття, є причинами зростання числа обвалення будівель і споруд, нерідко супроводжуються загибеллю людей. У цьому зв'язку для підвищення надійності та безпеки експлуатації будівельних об'єктів в останні роки розроблений цілий ряд нормативних документів у галузі діагностування, обстеження та моніторингу технічного стану будівель і споруд.

Історичне завдання підвищення безпеки будівель і споруд при тривалому їх використанні вирішувалися по різним методологічним концепціям, що зіграв, безсумнівно, свою позитивну роль. Слід зазначити, що ще на рубежі 60-70-х років минулого століття зусилля відомих фахівців [1] були спрямовані на наукове обґрунтування принципів завдання рівня надійності будівель і споруд ще на стадії їх проектування, що дозволило в 80-х роках при переробці всіх СНіП з проектування несучих елементів (будівельних конструкцій і ґрунтових основ) будівель і споруд ввести відповідні коефіцієнти «запасу» (по надійності, умовам роботи, за матеріалом і т.ін.), які закладені у всіх СНіП по проектуванню і в даний час. Однак подібний методологічний підхід не дозволяє оцінювати фактичну надійність несучих елементів і в цілому будівель і споруд на стадіях їх експлуатації, оскільки в класичній теорії [1,2] надійність будь-якого об'єкта повинна оцінюватися ймовірністю того, що об'єкт на заданий момент опиниться в якомусь заданому стані. Неможливість вирішення подібних завдань оцінювання надійності стосовно таких об'єктів, як експлуатовані будівлі і споруди, в частотності, обумовлена була тим, що в нормативній основі не була регламентована класифікація станів будівельних об'єктів та їх несучих елементів, яка вперше в нашій країні була представлена в 1998 р. [3]. Однак, навіть введення цієї класифікації не дозволяє оцінювати надійність експлуатованих будівельних об'єктів за показником ймовірність того, що об'єкт у даний час (або через якийсь час) опиниться в якомусь конкретному стані (наприклад, в «працездатному», «обмежено працездатному», чи в якомусь іншому стані), оскільки на практиці для розпізнавання (ідентифікації) цього стану нам ніколи не вистачає інформації, яка повинна вводитися в розрахункові залежності для обчислення ймовірності дуже складної події, яким є конкретний «технічний стан» будівельних об'єктів.

Розуміння цього факту привело до необхідності розвитку іншого методологічного спрямування щодо забезпечення безпеки експлуатації будівельних об'єктів, а саме до розробки наукових основ технічного діагностування стану несучих елементів будівель і споруд. Разом з тим ця класифікація станів будівель і споруд далека від досконалості, оскільки на практиці при проведенні обстежень стану будівельних об'єктів вона не дозволяє з достатнім ступенем об'єктивності настільки точно оцінювати розрахунковим шляхом «несучу здатність» елементів будівельних об'єктів, щоб однозначно і обґрунтовано ідентифікувати перехід несучих елементів будівель і споруд з одного стану в інший.

Нерозв'язною на сучасному етапі залишається проблема об'єктивного оцінювання стану експлуатованих будівель і споруд за критеріями несучої здатності їх елементів, яку завжди бажано визначатиме не розрахунково-теоретичними методами, як це передбачається нормативними документами [3], а апаратурними способами. Разом з тим складність даної проблеми носить, щонайменше, двоякий характер.

По-перше, при статичних режимах завантаження будівель і споруд виявити фактичну «несучу здатність» елементів експлуатованих будівельних об'єктів (ґрунтової основи і конструкцій) в кращому випадку вдається лише тоді, якщо на стадії будівництва об'єкта встановлені тензодатчики в ґрунтову основу і в несучі будівельні конструкції, реєструючи в них фактичні навантаження. Але нормативно це не наказується. Для промислових будівель і споруд, діагностування стану яких виконується періодичними їх обстеженнями у відповідності з [3], ми можемо за допомогою засобів неруйнівних методів контролю (НМК) визначати лише фактичну міцність матеріалу конструкцій. Перехід від міцності матеріалу конструкцій R до їх «несучої здатності» ($P_{нс}$) здійснюється лише розрахунково-теоретичними методами за правилами будівельної механіки та опору матеріалів. У той же час фахівцям відомо, що такий перехід

$$R \Rightarrow (P_{нс}) \quad (1)$$

при складних конструктивних схемах сучасних будівельних об'єктів завжди пов'язаний із значними неточностями і невизначеностями навіть при використанні сучасних чисельних методів розрахунку, наприклад, у вигляді методу скінчених елементів (МСЕ). Пов'язано це, перш за все, з тим, що параметр R слід було б визначати в значному числі точок (розрахункових перерізів) будівельних конструкцій, до яких в будівлях і спорудах часто немає доступу приладами НМК через наявність облицювальних оздоблювальних покриттів як усередині будівель, так і за їх фасадами. Крім того визначення міцності матеріалу (бетону) залізобетонних конструкцій (ЗБК) за допомогою доступних засобів НМК обмежується товщинами до 60 см.

Що ж до ґрунтових основ, то доступу до них під експлуатованими будівлями і спорудами взагалі немає, і визначити опір (міцність) ґрунтів R під експлуатованим будівельним об'єктом, як правило, практично не можливо.

По-друге, оцінювання станів будівель і споруд за критерієм «несучої здатності» відповідно до [3] методично може бути здійснено, якщо було б можливо виміряти ті фактичні навантаження (хоча б статичні) P_ϕ , які відчувають ґрунтові основи і конструкції експлуатованих будівель і споруд. Як відомо, на стадії проектування будівельних об'єктів розрахунковим шляхом визначають граничні (критичні) навантаження $P_{кр}$ які можуть витримати ті чи інші будівлі та споруди. Тоді на стадії їх експлуатації оцінювання стану їх несучих елементів (ґрунтової основи і конструкцій) можна було б виконувати за відомим правилом будівельної механіки, що несуча здатність забезпечена за умови

$$P_\phi \leq P_{кр}, \quad (2)$$

Проте, як можна виміряти (яким динамометром) фактична вага будівлі, переданий на ґрунтову основу? Оскільки параметр P_ϕ в цьому випадку (за апаратурним даними) невідомий, то алгоритм оцінювання за критерієм його «несучої здатності» (2) виявляється нереалізованим. У наслідок цього, як на стадії проектування, так і на стадії експлуатації будівельних об'єктів, параметр P_ϕ в (2) для всіх несучих елементів (ґрунтової основи і конструкцій) визначається розрахунковим шляхом (за відомою процедурою збору навантажень). Разом з тим процедура збору навантажень (зважаючи на її трудомісткості і неточності) на практиці завжди виконується з «запасом», і тому розрахункове значення навантажень як правило, перевершує фактичне значення навантажень

$$(P_\phi)^p > P_\phi \quad (3)$$

а фактичне значення навантажень P_ϕ залишається невідомим.

Отже, алгоритм діагностування стану будівель і споруд за критерієм їх «несучої здатності» (2) виявляється нереалізованим. Крім того, практика показує, що не виключені помилки в розрахунках параметра $(P_\phi)^p$ коли він виявляється заниженим у порівнянні з фактичними навантаженнями, що при використанні алгоритму (2) дає взагалі неадекватні оцінки про стан об'єкта, що призводять до обвалення будівель і споруд, коли при їх проектуванні або обстеженні на стадії експлуатації замість алгоритму (2) фактично виявляється ситуація

$$(P_\phi)^p < P_\phi < P_{кр}. \quad (4)$$

Аналіз причин більшості обвалень будівель і споруд свідчить про те, що основною причиною цих обвалень є ситуація (4) через незнання фактичних навантажень (або важко прогнозованих). У разі дії на будівлі та споруди динамічних (і особливо випадкових динамічних) навантажень ситуація лише ще більше посилюється (при впливі вітрових і сейсмічних навантажень, технологічних навантажень і т. ін.).

У цьому зв'язку видається актуальним для оцінювання надійності експлуатованих будівель і споруд використовувати теорію ризиків виникнення небезпечних і аварійних ситуацій. Разом з тим для несучих елементів будівельних об'єктів застосування цієї теорії перебуває в зародковому стані. У цьому зв'язку в даній області є дуже обмежену кількість публікацій, наприклад, свідчить про доцільність дослідження застосовності теорії ризиків до технічної діагностики будівельних об'єктів.

Зазвичай аварії передують накопичення дефектів або відхилення від нормального ходу процесів. Ця фаза може тривати хвилини, добу або навіть роки. Самі по собі дефекти або відхилення ще не призводять до аварії, але їх накопичення збільшує ризик її виникнення. У процесі експлуатації об'єкта, як правило, випадає ця фаза через неухвалу до регламенту або браку інформації про роботу об'єкта. На наступній фазі відбувається несподіване подія, яка суттєво змінює ситуацію. Спроби відновити нормальний хід технологічного процесу, не володіючи повною інформацією, найчастіше тільки погіршують розвиток аварії. Нарешті настає остання фаза - аварія.

Якщо оцінювати ризик виникнення небезпечної та (або) аварійної ситуації з експлуатованим будівельним об'єктом по ймовірності P руйнування (виходу з ладу) одного з несучих елементів об'єкта, що тягне за собою руйнування даного об'єкта (будівлі, споруди) або неможливість виконання ним покладених на нього функцій. При цьому передбачається, що виникнення небезпечної та аварійної ситуації є наслідком зниження несучої здатності ($P_{нс}$) несучих елементів будівельного об'єкта. Також передбачається, що на стадії проектування об'єкта для всіх його несучих елементів (ґрунтової основи і конструкцій) була задана розрахункова (необхідна) не-

суча здатність $[P_{нс}]$. Тривала експлуатація об'єкта з часом призводить до зниження несучої здатності (з різних причин) його елементів на деякі величини $\Delta(P_{нс})$ так, що фактична несуча здатність $(P_{нс})_{ф}$ елементів об'єкта ставатиме рівною

$$(P_{нс})_{ф} = [P_{нс}] - \Delta(P_{нс}) \quad (5)$$

Далі вводимо коефіцієнт зниження несучої здатності η який визначаємо

$$\eta = [P_{нс}] / (P_{нс})_{ф} \quad (6)$$

Тоді

$$\left. \begin{aligned} \text{при } \Delta(P_{нс}) = 0 \Rightarrow [P_{нс}] &= (P_{нс})_{ф} \\ \eta &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{при } \Delta(P_{нс}) > 0 \Rightarrow (P_{нс})_{ф} &\Rightarrow 0 \\ \eta &= \infty \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Тобто коефіцієнт η може змінюватися в межах

$$(\eta) = \{1, \infty\} \quad (9)$$

Очевидно, що при зростанні показника η (при зниженні несучої здатності елементів об'єкта $(P_{нс})_{ф}$ ймовірність руйнування об'єкта, як показника ризику виникнення небезпечної та аварійної ситуації, зростає. Отже, в принципі існує деяка залежність вірогідності обвалення будівельного об'єкта P від показника зниження несучої здатності його елементів η (5)-(9)

$$P = P(\eta) \quad (10)$$

При цьому із зростанням $(\eta) = \{1, \infty\}$ ймовірність руйнування об'єкта P зростає від 0 до 1

$$P(\eta) = \{0, 1\} \quad (11)$$

Може собі уявити ситуацію, коли показник η може бути і менше 1. Таке буває в тому випадку, якщо

$$(P_{нс})_{ф} > [P_{нс}] \quad (12)$$

це на практиці означає - будівельний об'єкт побудований з запасом по несучої здатності, що в практиці проектування будівельних об'єктів (в [2] і в СНіП) регламентується відповідними коефіцієнтами надійності, умов роботи і т.ін.

$$\gamma = (P_{нс})_{ф} / [P_{нс}] > 1 \quad (13)$$

З цієї точки зору коефіцієнти надійності (запасу) γ є зворотними по відношенню до показника η .

У теорії ризиків прийнято, що залежності типу (10) повинні задаватися на основі великої статистики з досвіду експлуатації об'єктів-аналогів або на основі експертних оцінок.

Задамо графічну форму залежності (10), представлену на рис. 1 кривою $A-B-C-D$. Логіка її побудови полягає в наступному.

Для випадку, коли є запаси по несучої здатності будівельного об'єкта та $\eta \leq 1$, ймовірність обвалення об'єкта, очевидно, слід приймати рівною нулю (точка А на рис. 1).

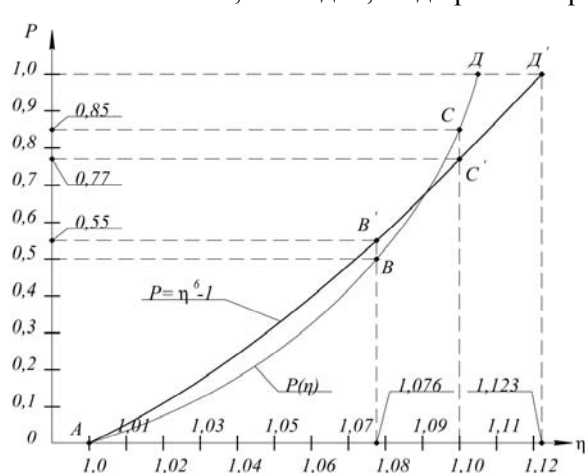


Рис. 1. Графік вірогідності обвалення будівельного об'єкта

При зниженні несучої здатності елементів об'єкта $\Delta(P_{нс})$ на 10%, коли $\eta=1,1$ оцінюють ймовірність обвалення будівельного об'єкта, рівній $P=0,85$ (точка С на рис. 1).

Для додання залежності (10) графічної форми, близької до параболи, між точками А і С з'являється точка В з ймовірністю обвалення об'єкта $P=0,50$, що відповідає зниженню несучої здатності елементів $\Delta(P_{нс})$ на 7,6% або $\eta=1,076$.

При цьому результати цілком узгоджуються з похибкою розрахунків фактичної несучої здатності елементів експлуатованих будівель і споруд при їх обстеженні у відповідності з обов'язковими вимогами щодо [1-3].

Точка D (див. рис. 1) виходить автоматично за результатами побудови залежності (10) по точках A, B, C у вигляді гладкої параболи.

Якщо прийняти, що графічна побудова залежності (10) за вище розглянутими точками A, B, C, D є досить логічною і обґрунтованою, то можна виконати апроксимацію цієї залежності як параболічної функції виду

$$P = A\eta^B + C, \quad (14)$$

в якій повинні бути апроксимовані параметри « A », « B », « C » з максимальним наближенням залежності (14) до графіка функції (10), побудованої по точках $A-B-C-D$ (див. рис. 1). Результат апроксимації в діапазоні зміни показника $1 \leq \eta \leq 2$, дає аналітичний вираз для функції (14)

$$P = \eta^6 - 1, \quad (15)$$

Як впливає з рис. 1, функція (15), через точки A, B', C', D' , досить близька за своєю графічній формі до графіка, побудованому по точках $A-B-C-D$.

Отже, використання залежності (10) у вигляді (15) дозволяє оцінювати стан будівельних об'єктів за критерієм зниження їх несучої здатності функціонально пов'язаного з імовірністю ризику обвалення будівель і споруд.

Очевидно, що використання показника ризиків небезпечних і аварійних ситуацій цілком виправданий для дуже відповідальних об'єктів гірничопромислового комплексу, аварії на яких потенційно небезпечні за своїми наслідками для людей і навколишнього середовища.

Доцільність використання показника (10), (11), (15) диктується і тим, що з його допомогою може бути надалі обґрунтовано задана кількісна взаємозв'язок між зниженням «несучої здатності» елементів будівель і споруд з «станами» будівельних об'єктів, Регламентованими в [3] лише на якісному рівні, що на практиці знижує об'єктивність оцінки фактичного стану експлуатованих будівель і споруд при ситуаціях (1), (4). Тому подальші дослідження по застосуванню теорії ризиків можуть дати суттєвий ефект у підвищенні надійності експлуатованих будівель і споруд.

Список літератури

1. Каретников В.Н., Клейменов В.Б. Рациональный профиль элементов металлической крепи // Проектирование и строительство угольных предприятий. – 1971. – № 8 (151). – С. 19.
2. Попов В.Л., Каретников В.Н., Еганов В.М. Расчет крепи подготовительных выработок на ЭВМ. - М.: Недра, 1978. - 230 с.
3. Каретников В.Н., Клейменов В.Б., Чижик А.С. Определение секториальных характеристик новых шахтных профилей // Механика подземных сооружений. - Тула: ТулГУ, 1995. - С. 51-60.
4. Несущая способность профилей и технико-экономическая эффективность их применения при креплении штреков. Пер. с нем. - М.: ЦИТИ уголь, пром-сти, 1958. - 49 с.
5. Маливанов Ц.П., Белан Н.А., Тихонюк П.С. Механизация работ при проведении подготовительных выработок на шахтах ФРГ. Об-зор. - М.: ЦНИЭИуголь, 1982. - 29 с.
6. Зигель Ф.С., Компанец В.Ф., Сытник А.А. Новые шахтные специальные профили для крепей горных выработок // Шахт. стр-во., 1988. - № 10. - С. 15-17.
7. Залесский К.Е., Клейменов В.Б. Рациональные профили металлической шахтной крепи // Горный информационно-аналитический бюллетень: Сб. научн. тр. МГТУ, 2008. - №8. - С. 317-326.
8. Саммаль А. С. Оценка надежного состояния крепи горных выработок при действии вертикальной локальной нагрузки / А. С. Саммаль, О. А. Горышева // Гірничий вісник ДВНЗ "Криворізький національний університет". – 2012. – Вип. 95(1). – С. 67-69.
9. Касьян Н. Н. Шахтные исследования особенностей деформирования и разрушения пород, вмещающих выработки с рамно-анкерной крепью / Н. Н. Касьян, Новиков А. О., И. Н. Шестопалов, В. И. Каменец // Гірничий вісник ДВНЗ "Криворізький національний університет". – 2012. – Вип. 95(1). – С. 31-35.
10. Калинин В. А. Исследование влияния параметров анкерной крепи на высоту выемочных ширеков / В. А. Калинин, И. А. Горбатенко // Гірничий вісник ДВНЗ "Криворізький національний університет". – 2012. – Вип. 95(1). – С. 183-186.
11. Петренко Ю. А. РавнорADIUSная металлическая крепь / Ю. А. Петренко, А. О. Новиков, А. В. Резник, И. Н. Шестопалов // Вісник ДВНЗ "Криворізький національний університет". – 2012. – Вип. 32. – С. 219-222.
12. Петренко Ю. А. РавнорADIUSная металлическая крепь направленной податливости / Ю. А. Петренко, А. О. Новиков, А. В. Резник, И. Н. Шестопалов // Вісник ДВНЗ "Криворізький національний університет". – 2012. – Вип. 31. – С. 38-41.
13. Андреев Б. М. Технология проходки устья вертикального ствола из застосуванням способу опускного крепления / Б. М. Андреев, О. М. Родыко // Вісник ДВНЗ "Криворізький національний університет". – 2012. – Вип. 31. – С. 67-71.
14. Нестеренко О.С. Зміна форми поперечного перерізу склепистої частини камери та її кріплення / О. С. Нестеренко, І. М. Лихина // Вісник Криворізького технічного університету. – 2011. – Вип. 29. – С. 64-68.

15. Козарів В. Я. Обгрунтування конструктивних елементів кріплення гідравлічних підйомників для підвищення прохідницького обладнання при спорудженні вертикальних стволів шахт / В. Я. Козарів, Т. В. Селін // Вісник Криворізького технічного університету. – 2011. – Вип. 29. – С. 87-90.

16. Сосновская Е. Л. Обоснование видов крепи горных выработок по выявленным закономерностям формирования тектонических структур / Е. Л. Сосновская, В. Е. Боликов, В. А. Вицинский, Л. И. Сосновский, А. М. Павлов, Л. Г. Рубцов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2009. – Вип. № 5. – С. 15-21.

17. Сыркин П. С., Мартыненко И. А., Данилкин М. С. Шахтное и подземное строительство. Технология строительства горизонтальных и наклонных выработок: Учеб. пособие/ Шахтинский ин-т ЮРГТУ. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2002. 403 с.

18. Рамные крепи горных выработок. (обзорная информация и справочные материалы) / Сытник А. А., Зигель Ф. С., Компанец В. Ф., Поляковский В. С.; Отв. за вып. Таранюк Г. В. - Донецк: ДонУГИ, 1992.

19. Геомеханика охраны выработок в слабометаморфизованных породах / Усаченко Б. М., Чередниченко В. П., Головчанский И. Е.; Отв. ред. Зорин А. Н.; АН УССР. Ин-т геотехнологической механики – К.: Наук. думка, 1990. – 144 с.

20. Широков А. П. Теория и практика применения анкерной крепи. - М.: Недра. 1981.- 381с.

Рукопис подано до редакції 12.01.14

УДК 622.788.36

Ю.С. РУДЬ, д-р техн. наук, проф., В.Г. КУЧЕР, ст. научн. сотр.,

В.Ю. БЕЛОНОЖКО, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ САМООЧИСТКИ КОЛОСНИКОВОЙ РЕШЕТКИ СПЕКАТЕЛЬНЫХ ТЕЛЕЖЕК АГЛОМЕРАЦИОННЫХ МАШИН

Исследованы причины снижения живого сечения колосниковой решетки спекательных тележек агломерационных машин в процессе их эксплуатации. Предложен новый принцип и ряд технических решений по самоочистке колосниковой решетки, позволяющих исключить остановки агломерационных машин для очистки межколосниковых зазоров и увеличить живое сечение решетки не менее чем на 10%.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Агломерационное производство, начавшее свое развитие около 150 лет назад, получило широкое распространение в черной металлургии для окускования концентратов железных руд [1,2]. На агломерационных фабриках Украины эксплуатируются агломерационные машины с площадью спекания от 50 до 312 м² [3,4]. Агломерационная машина представляет собой непрерывно движущуюся по направляющим цепь спекательных тележек, образующих на верхней ветви машины рабочую часть, на колосниковую решетку которых специальным загрузочным устройством (как правило, это барабанный питатель) загружается агломерационная шихта для ее окускования методом спекания. На нижней ветви агломерационной машины ненагруженные тележки составляют ее холостую часть. На верхней ветви машины, которая расположена над вакуум-камерами, происходит процесс зажигания и спекания шихты. В головной части агломерационной машины производится загрузка железорудной шихты, в хвостовой части – разгрузка готового продукта - агломерата. Количество спекательных тележек агломерационной машины обуславливается технологией процесса, требуемой производительностью и зависит от необходимой площади спекания. Так, например, лента агломерационной машины площадью спекания 75 м² комплектуется из 80-ти тележек, площадь колосниковой решетки которых содержит около 10 тыс. штук колосников. Живое сечение колосникового поля тележек обычно составляет 8-12% от общей площади колосниковой решетки.

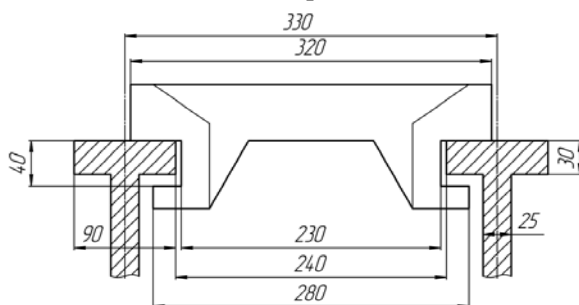


Рис. 1

Чертеж колосника со средними конструктивными параметрами показан на рис. 1.

В процессе промышленной эксплуатации живое сечение колосниковой решетки спекательных тележек снижается из-за забивки межколосниковых зазоров частицами шихты, агломерата или возврата, что приводит к снижению производительности агломерационной машины. С течением некоторого времени снижение про-

изводительности машины становится заметным и для восстановления заданного живого сечения колосниковой решетки требуется очистка межколосниковых зазоров решетки (обычно это делается вручную). Для этого требуется остановка агломерационной машины, что влечет за собой неизбежные потери производительности агрегата. В связи с этим решение вопроса самоочистки межколосниковых зазоров колосниковой решетки спекательных тележек имеет важное народнохозяйственное значение.

Постановка задачи. Цель работы - разработка новых принципов самоочистки межколосниковых зазоров колосниковой решетки спекательных тележек агломерационной машины, а также разработка конструкций колосников, реализующих предлагаемые методы. Эти конструкций колосников должны обеспечивать стабильность живого сечения колосниковой решетки и, соответственно, производительности агломерационной машины в процессе ее промышленной эксплуатации.

Анализ последних исследований и публикаций. Производительность агломерационной машины определяется вертикальной скоростью спекания железорудной шихты, загруженной на колосниковую решетку спекательных тележек, которая, в свою очередь, тем выше, чем больше газопроницаемость шихты [5, с. 15]. Газопроницаемость слоя шихты на колосниковой решетке спекательных тележек может быть вычислена по формуле Л.Р. Рамзина, предложенной им еще в 1928 г.

$$W = \sqrt[n]{\frac{\Delta P}{Ah}} \quad \text{или} \quad \Delta P = AhW^n, \quad (1)$$

где W - количество воздуха на 1 м² площади, м³/(м²с); ΔP - разрежение под колосниковой решеткой, мм вод.ст.; h - высота слоя шихты, мм; A и n - коэффициенты, величина которых зависит от размеров и частиц шихты [1, с. 44].

По данным В.Я. Миллера и Н.М. Бабушкина вертикальная скорость спекания V м/с пропорциональна газопроницаемости шихты, измеренной количеством воздуха, проходящего через 1 м² площади всасывания машины

$$V = aW_0^n, \quad (2)$$

где W_0 - газопроницаемость шихты, м³/(м²с); n - показатель, для обычной шихты близкий к единице; a - коэффициент, зависящий от качества шихты.

Так как на газопроницаемость шихты влияют многие факторы, ее определение расчетным путем весьма затруднительно. На практике газопроницаемость шихты определяется замером количества воздуха, проходящего в единицу времени через единицу площади спекаемого материала. В производственных условиях наблюдается практически линейная зависимость между количеством просасываемого через шихту воздуха и вертикальной скоростью спекания [6, с. 32.33].

Как видим из приведенных материалов, в них не учитывается тот факт, что между количеством просасываемого воздуха и величиной живого сечения колосниковой решетки существует функциональная зависимость.

Изложение материала и результаты. В большинстве трудов, посвященным теории и практике агломерации, приведены таблицы влияния ряда технологических факторов на показатели процесса окускования (см., например, [7, с. 115], [8, с. 49]). Таких факторов приводится от 10 до 16. Однако в этих трудах не рассматривается степень влияния живого сечения колосниковой решетки спекательных тележек агломерационной машины как одного их технологических факторов, на базе которого построен сам процесс окускования. Только в монографии, подготовленной под редакцией В.А. Мартыненко, работниками ЮГОКа (Кривой Рог) [9, с. 233] отдельным пунктом приведены данные, показывающие влияние живого сечения колосниковой решетки спекательных тележек на производительность агломерационной машины. Так уменьшение живого сечения колосниковой решетки на 1% от установленного 8-12% приводит к падению производительности на 0,5-0,7%. Обращаем внимание на выражение «уменьшение от установленного», подтверждающее утверждение исследователей в том, что в процессе работы живое сечение колосниковой решетки уменьшается по сравнению с исходным.

Живое сечение свободной решетки спекаемой тележки агломерационной машины F_k может быть оценено по формуле В.П. Жилкина и Д.Н. Доронина [3, с. 155]

$$F_{\dot{E}} = \frac{\Sigma F_C}{F_O} = \frac{1 - (l_I / l_E)}{1 - (b_E / \delta_E)}, \quad (3)$$

где F_3 , F_T - соответственно площадь зазоров между соседними колосниками решетки и общая площадь колосникового поля спекательной тележки, м²; l_K и l_{II} - соответственно длина колосника и ширина крепежной полки подколосниковой балки спекательной тележки, м; b_K и δ_K - соответственно ширина колосника и ширина зазора между соседними колосниками, м.

В приведенной формуле числитель величина постоянная, так как и длина колосника, и ширина полки подколосниковой балки спекательной тележки величины постоянные. С учетом того, что величина b_K остается неизменной и обычно равной 6 мм (равна сумме толщин двух плоскопараллельных приливов головок колосников), следует, что с увеличением ширины колосника b_K живое сечение колосникового поля спекательной тележки уменьшается, а с уменьшением ширины колосника b_K - живое сечение увеличивается. При этом ширина зазора между соседними колосниками b_K остается неизменной. Попытки увеличить живое сечение колосниковой решетки спекательной тележки до 15% за счет уменьшения толщины колосника с 30 до 20 мм, не дали положительных результатов. Колосниковая решетка с такими параметрами при непродолжительной эксплуатации оказывается полностью забитой частицами шихты, агломерата и возврата. Вследствие этого был сделан вывод, что с уменьшением веса колосника на 1,5-2,0 кг он теряет подвижность и перестает самоочищаться. Соответственно, делается вывод, что оптимальный вес колосника, при котором обеспечивается самоочистка решетки спекательной тележки, равен 5-6 кг [2, с. 80]. Несмотря на то, что при этом наблюдается сокращение площади просасывания с 12 до 8% от всей площади спекания и увеличивается сопротивление просасываемым через слой шихты газов в 2,2 раза, на некоторых агломерационных фабриках идут на такое решение. В работе [9, с. 216] приводится информация об увеличении ширины колосников с 40 до 50 мм и их веса до 7 кг, при одновременном снижении площади живого сечения до 8%.

Авторы статьи считают неоправданными попытки добиться улучшения самоочистки колосниковой решетки спекательной тележки за счет увеличения веса колосников и их толщины. Такой путь решения проблемы в конечном счете приводит к потере производительности агломерационной машины.

Утверждение некоторых исследователей, например [4, с.315], [2, с. 60], о том, что укладка колосников в тележке с возможностью их перемещения друг относительно друга в горизонтальной плоскости на 5-10 мм обеспечивает самоочистку колосников, также не выдерживает критики. В горизонтальной плоскости расстояние между соседними колосниками обычно не превышает расчетную величину рабочего зазора b_K (равную 6 мм) не больше чем на 1-2 мм, так как в производственных условиях колосники уплотняются при помощи лома. Увеличение рабочих зазоров до 10 мм приводит к значительному росту потерь шихты с просыпью. Однако зазоры при этом по-прежнему забиваются более крупными частицами шихты или агломерата. При этом силы, способные сдвинуть колосники в горизонтальной плоскости друг относительно друга, отсутствуют.

Для того чтобы четко представить картину, как часто, почему и чем забиваются колосники, и как часто их надо очищать, рассмотрим процесс забивки (засорения) межколосниковых зазоров решетки. Этот процесс начинается с момента загрузки шихты на колосниковую решетку спекательной тележки, когда мелкие частички постели или фракция -5 мм окомкованой шихты проваливаются в рабочие зазоры между колосниками или застревают в зазорах. При перемещении спекательной тележки в зону горна шихта загорается с поверхности, а слой шихты попадает под действие вакуума (порядка 800-1200 мм вод.ст.), создаваемого под колосниковой решеткой. В результате этого слой шихты испытывает ударные нагрузки сжатия. Под действием этих нагрузок шихта уплотняется и прижимается к колосниковой решетке, вдавливая частички шихты в межколосниковые рабочие зазоры. В процессе спекания слоя шихты, при подходе зоны переувлажнения к колосниковой решетке, происходит резкое снижение газопроницаемости шихты из-за разрушения ее исходной структуры под действием конденсирующей влаги с последующей усадкой шихты и попаданием в зазоры части грязевидных частиц. Похожий с точки зрения забивки зазоров процесс происходит и тогда, когда к колосниковой решетке подходит зона горения топлива, температура которой достигает 1000-1300 °С. При этом возможно попадание расплава в рабочие межколосниковые зазоры. Под действием высоких температур ко-

лосники нагреваются до 400-500 °С и при подходе к зоне разгрузки машины остывают до 50-100 °С. Температурным расширением колосников можно пренебречь из-за их незначительной линейной величины по сравнению с величиной зазора между зевом колосников и полками подколосниковых балок, причем величина этого зазора может достигать 10 мм (см. рис. 1).

На рис. 2 показано положение колосников по отношению к подколосниковым балкам в разных точках перемещения спекательных тележек агломерационной машины при ее работе в процессе эксплуатации.

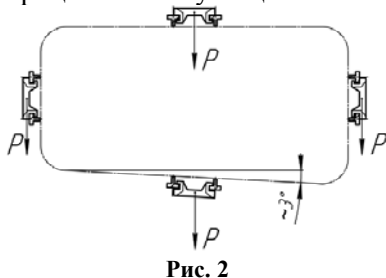


Рис. 2

Из рисунка ясно, что колосники перемещаются по отношению к полкам поперечных балок только под действием собственного веса – в момент перехода тележек с рабочей ветви агломерационной машины на ее холостую ветвь, и с холостой ветви – на рабочую ветвь. При переходе спекательных тележек с ветви на ветвь происходит их переворот на 180°. Следует отметить два момента принудительного перемещения колосников во время схода готового агломерата при его разгрузки с колосниковой решетки: во-первых, при наклоне спекательной тележки на 30-40° участок агломерата, находящийся на тележке, отламывается от общей массы и «съезжает» по поверхности решетки, перемещая колосники до упора в полку поперечной балки; при этом происходит впрессовывание мелких частичек агломерата в рабочие щели между колосниками; во-вторых, при переходе спекательных тележек с верхней ветви агломерационной машины на нижнюю ветвь, между ними предусматривается зазор от 150 до 350 мм, что приводит к соударению тележек и на колосники дополнительно действуют силы инерции, которые «вытряхивают» из рабочих зазоров слабо заклинившиеся частицы. В течении суток на агломерационных машинах площадью спекания 75 м² каждая тележка до 10 раз совершает круговое движение и каждый раз в большей или меньшей степени рабочие зазоры забиваются, и в какой-то мере, самоочищаются.

Однако, идеи самоочистки межколосниковых зазоров, заложенные в существующие конструкции колосником и состоящие в том, что при наличии зазоров колосники будут перемещаться друг относительно друга – не срабатывает. Причиной этого есть то, что все колосники, установленные на спекательных тележках, стандартные и отличаются друг от друга только лишь в пределах допусков, поэтому колосники перемещаются рядами поблочно. При этом большая часть заклинившихся в рабочих зазорах частиц остается там, и к моменту разгрузки агломерата с решетки рабочие щели остаются забитыми. Из-за этого величина живого сечения колосниковой решетки постепенно уменьшается, что приводит к падению производительности агломерационной машины, вынуждая технологический персонал останавливать машину для чистки забившихся зазоров.

Для повышения эффективности самоочистки колосниковой решетки спекательных тележек агломерационных машин необходима разработка таких конструкций колосников, которые основаны на совершенно новых принципах работы и не зависят от технологических параметров спекания, типа обрабатываемого сырья, его крупности, веса колосников и т.п.

Авторами статьи для самоочистки колосников спекательных тележек предложено использовать принцип самопроизвольного перемещение в вертикальной плоскости отдельных колосников по отношению к соседним колосникам ряда решетки. На этом принципе разработано несколько конструкций спекательных тележек агломерационных машин (см., например [10],[11],[12]), которые обеспечивают значительное повышение эффективности самоочистки

колосниковой решетки, а, следовательно, и производительности агломерационных машин.

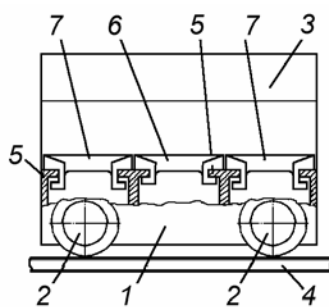


Рис. 3

Рассмотрим пример использования принципа самопроизвольного перемещение в вертикальной плоскости отдельных колосников по отношению к соседним колосникам ряда решетки спекательной тележки в патенте [10]. Конструкция спекательной тележки агломерационной машины представляет собой раму 1, смонтированную на четырех роликовых опорах 2 и ограниченную с двух сторон бортами 3. и установлена на направляющих 4 (рис. 3).

Рама 1 имеет продольные ребра 5 с боковыми горизон-

тальными планками 6, на которых набирают колосниковую решетку из отдельных колосников 7. Каждый из колосников 7 (рис. 4) состоит из рабочей части 8 и двух головок 9 с прямолинейными приливами 10 и зевами 11 для закрепления колосников 7 на боковых планках 6 между продольными ребрами 5 спекательной тележки 1.

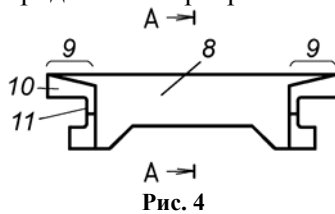


Рис. 4

Высота левого и правого зевов 11 колосников 7 одинакова, а глубина - разная и находятся в соотношении 1,1-1,2. Такое соотношение гарантирует разрушение заклиненных в рабочем зазоре частиц шихты или агломерата, размер которых равен сумме толщин приливов смежных колосников (обычно - 6 мм). Смежные колосники устанавливаются головками с одинаковой глубиной в разных направлениях, что гарантирует их перемещения относительно друг друга при переворачивании тележек на 180°.

В промышленных условиях, при расстоянии между продольными ребрами 5 тележки, равном 330 мм, длины колосников на разных агломерационных фабриках составляет 316 - 324 мм, а глубина зевов - от 40 до 45 мм. Выбранный диапазон соотношения глубины зевов 11 колосников 7 обеспечивает реализацию принципа самопроизвольного перемещение в вертикальной плоскости отдельных колосников по отношению к соседним колосникам и в то же время гарантирует надежность их крепления между продольными ребрами 5. Так как разница глубины зевов незначительная, что затрудняет их визуального распознавания в процессе монтажа, площадь приливов 10 одной из сторон колосника 7 выполняется на 20-30 % меньше площади приливов противоположной стороны колосника. Такое исполнение прилив упрощает монтаж и замену колосников 7 без ухудшения их технических характеристик.

Спекательную тележку конвейерной агломерационной машины с колосниковой решеткой, набранной из описанных выше колосников, устанавливают с помощью роликовых опор 2 на направляющие 4, которые замкнуты в бесконечную кинематическую ленту и состоят из рабочей (верхней) и холостой (нижней) ветвей.

Агломерационная машина со спекательными тележками предложенной конструкции работает следующим образом. Рама тележек 1 с помощью роликовых опор 2 непрерывно движется по направляющим 4, изменяя свое положение в пространстве. На рис. 3 показано положение тележки, когда она находится на рабочей (верхней) ветви агломерационной машины, а на рис. 5 показано положение тележки, когда она находится на холостой (нижней) ветви машины.

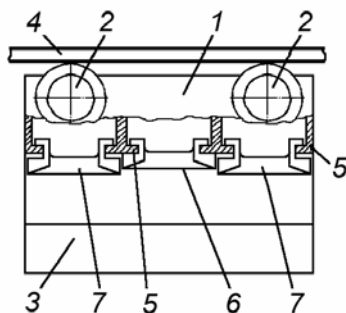


Рис. 5

Решетка тележки набрана между продольными балками 5 из колосников 7, смежные из которых установлены головками 9 с большей глубиной зева 11 в противоположных направлениях. В пространство между бортами тележки 3 на колосниковую решетку загружают окомкованную шихту с последующей ее технологической обработкой (спеканием) для превращения в агломерат. Спекание проводится за счет просасывания воздуха через слой шихты и технологические зазоры в решетке между смежными колосниками 7, от величины которых зависит производительность агломерационной машины.

При разгрузке готового агломерата с решетки, тележка находится на разгрузочной (ведомой) звездочке привода агломерационной машины, положение колосников, расположенных между продольными ребрами тележки, изменяется. Под действием слоя агломерата, который разгружается, и силы земного притяжения колосник перемещается вниз до упора внутренней частью зева передней (по ходу тележки) головки колосника. При этом осуществляется частичное разрушение заклиненных в рабочем зазоре частиц шихты или агломерата. При дальнейшем перемещении спекательных тележек они переворачиваются еще на 90°, что составит по отношению к положению, в котором они находились на рабочей ветви машины 180°. Под действием сил земного притяжения колосник дополнительно перемещается вертикально вниз до упора верхней частью зева 11 головки 10 колосника в полку продольной балки 5. При этом осуществляется дополнительное разрушение заклиненных в рабочем зазоре частиц шихты или агломерата. В перевернутом положении колосниковая решетка остается все время, пока он находится на холостой (нижней) ветви машины до момента перехода тележки на рабочую часть направ-

ляющих 4, где он займет вертикальное рабочее положение. Причем, смежные колосники 7 повторно переместятся друг относительно друга, удаляя из рабочего зазора остатки шахты или агломерата. В момент подъема тележки с холостой ветви машины колосники опираются внутренней частью зева задней (по ходу тележки) головки колосника 7.

Предложенная конструкция тележки агломерационной машины за счет повышения эффективности самоочистки колосников обеспечивает стабильность живого сечения колосниковой решетки в течение всего периода эксплуатации. Это обеспечивает стабильность производства агломерата без дополнительных затрат на периодическое очистки технологических зазоров. Кроме того, улучшение самоочищения колосниковой решетки дает возможность уменьшить толщину колосников не менее чем на 10 мм (с 50 до 40 мм), что может обеспечить дополнительное увеличение живого сечения колосниковой решетки на 20% и соответствующее увеличение производительности агломерационной машины.

Выводы. Заклинивание межколосниковых зазоров колосниковой решетки спекательных тележек агломерационных машин является неизбежным процессом и происходит периодически при каждом цикле их перемещения по направляющим, что приводит к постепенному уменьшению живого сечения. Поэтому рационально постоянно выполнять принудительную очистку или самоочистку колосниковой решетки после каждого цикла, когда процесс забивки только начинается. Существующие конструкции спекательных тележек и колосников по своей сути не могут обеспечить стабильное живое сечение решетки из-за их склонности к забиванию.

Авторы статьи предложили новые принципы самоочистки межколосниковых зазоров решетки спекательных тележек агломерационных машин и на их основе разработали технические решения, позволяющие за счет изменения конструкции тележек и колосников не только стабилизировать живое сечение колосниковой решетки в процессе работы, но и увеличить его не менее чем на 10%. Предложенные технические решения защищены патентами Украины.

Список литературы

1. Вегман В.Е. Теория и технология агломерации. - М.: Металлургия, 1974. - 222 с.
2. Мартыненко В.А. Агломерация. - М.: Металлургия, 1977. - 80 с.
3. Жилкин В.П., Доронин Д.Н. Производство агломерата. Технология, оборудование, автоматизация. - Екатеринбург: 2004. - 291 с.
4. Справочник агломератчика / А.Г. Астахов и др. - Киев: Техника, 1964. - 446 с.
5. Вегман В.Е., Пырихов А.Н., Жак А.Р. Интенсификация агломерационного процесса. - М.: Машиностроение, 1995. - 126 с.
6. Вегман Е.Ф. Окускование руд и концентратов. - М.: Металлургия, 1976. - 223 с.
7. Теория и практика управления агломерационным процессом / Новак С.Б. и др. - Кривой Рог: ЮГОК, 2006, - 316 с.

Рукопись поступила в редакцию 02.04.13

УДК 574.4 (477.6)

С.М. КІРІЄНКО, канд. біол. наук, Криворізький національний університет

ВПЛИВ СЕРЕДОВИЩЕТВІРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ССАВЦІВ НА АКТИВНІСТЬ УРЕАЗИ В ҐРУНТАХ ВІДВАЛІВ КРИВОРІЗЬЖЯ

Досліджувався вплив середовищетвірної діяльності ссавців на біологічну активність ґрунтів біогеоценозів балок і техногенних ґрунтів ділянок відвалів гірничорудної промисловості Криворіжжя. Пізнання ролі ссавців у прискоренні проходження елементарних ґрунтових процесів, а саме відновлення ферментативної активності ґрунту є важливим фактором відновлення біогеоценозних процесів на ділянках відвалів.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Одним з діагностичних показників біологічної активності ґрунту, вважається його ферментативна активність. Хоча ферментативна активність є показником потенційної спроможності проходження тих чи інших процесів, але за її величиною можна відслідкувати спрямованість ґрунтових процесів. Біохімічна активність ґрунту відображає процеси відновлення властивостей ґрунтів та вплив на процеси ґрунтоутворення на відвальних ділянках [2,6,10].

Біологічна активність ґрунту значною мірою відображає процеси деструкції органічних ре-

човин, особливо целюлозоруйнівної, каталазної, протеолітичної активності, накопичення амінокислот, інгібіторів росту, рівня мікробного метаболізму та ґрунтового "дихання"[1-3].

Аналіз досліджень і публікацій. Ферменти надходять до ґрунту із позаклітинних і клітинних (після загибелі) виділень мікроорганізмів, коренів вищих рослин, ґрунтової мезофауни. При цьому частина ферментів інактивується та руйнується, а інша - абсорбується на поверхні агрегатів та довгий період може зберігати свою активність [7-9].

Уреаза відноситься до групи амідогідролаз ферментів, які здійснюють гідролітичне розщеплення зв'язку між азотом та вуглецем, а саме гідроліз сечовини.

Кінцевими продуктами гідролізу є аміак та вуглекислий газ ($N - NH_4^+ + CO_2$).

Сечовина в ґрунт потрапляє в складі рослинних залишків, перегною і як азотне добриво, вона виникає також у самому ґрунті проміжний продукт в процесі перетворення азотних органічних сполук (білків та нуклеїнових кислот).

Продукт гідролізу сечовини аміак є безпосереднім джерелом азотного живлення для вищих рослин [7-9].

Постановка завдання. Мета дослідження - встановити роль ссавців у формуванні процесів відновлення біологічної активності ґрунту, на землях порушених видобутком та переробкою залізної руди Криворіжжя. Для реалізації поставленої мети вирішено завдання:

оцінити характер та величину впливу рийної діяльності ссавців на ферментативну активність ґрунту ділянок відвалів гірничорудної промисловості;

Об'єкт досліджень - середовищотвірна діяльність ссавців, рийна діяльність мікромамалій (сліпак звичайний *Spalax microphthalmus*) в умовах антропогенного навантаження.

Методи досліджень. Визначення ферментативної активності ґрунтів (активності уреаз) проводилося за А.Ш. Галстяном..

Математична обробка отриманих даних проводилася за допомогою стандартного пакета прикладних програм *Microsoft Excel* [4,5,10].

Викладення матеріалу та результати. Експериментальні дослідження охоплюють територію техногенно порушених ландшафтів м. Кривий Ріг, а саме відвал Далекий "АрселорМіттал Кривий Ріг" та відвал Фрунзе ВАТ ЦГЗК.

Дослідження відбувалися протягом 1, 3 і 12 місяців, розмір дослідних ділянок 10-5 м². Вплив риючої активності мікромамалій вивчався ділянках 2 та 6 - там, де вік насаджень становить 20-25 років і кам'янистість ґрунту менша, ніж 70 %, що є необхідною умовою існування ґрунторіїв.

На ділянці 2 вплив риючої активності ссавців на величину активності ферменту уреаз має великий позитивний вплив, як і вплив екскреторної активності на ділянках відвалу Далекий.

У час експозиції 1 місяць величина активності ферменту уреаз на глибині шару 0-5 см підвищується на ділянках з поріями мікромамалій порівняно з ділянками без впливу тварин в 1,8 та в 1,6 раз (другий і четвертий стовпці на рис. 6.9) більше, ніж на умовно чистих ділянках балки.

На пробах ґрунту з глибини шару 5-10 см величина активності уреаз на ділянках з поріями підвищується в 1,7 разу порівняно з ділянками відвалу без риючої активності тварин та в 1,6 разу порівняно з умовно чистими ділянками балки.

Якщо порівняти дані ділянок відвалу без поріїв з умовно чистими ділянками з впливом ґрунторіїв, то величина активності уреаз зменшується в 1,9 та 1,8 разу на шарі 5-10 см відповідно для періодів експозиції 1, 3 та 12 місяців (рис. 1).

У час експозиції 3 місяці величина активності уреаз на глибині шару ґрунту 0-5 см на ділянках з поріями порівняно з відвальними ділянками без впливу тварин підвищується в 1,9 та 1,6 раз порівняно з умовно чистими ділянками балки без поріїв.

На глибині шару 5-10 см підвищення величини активності ферменту уреаз на ділянках з риючою діяльністю мікромамалій порівняно з ділянками відвалу без впливу ссавців складає 2,1 разу, що майже в 1,4 разу більше, ніж на умовно чистій ділянці балки без поріїв.

У 1,8 та 1,6 рази менша величина активності уреаз на ділянці без впливу тварин, ніж на умовно чистій ділянці з поріями відповідно до глибини шару 0-5 см та 5-10 см.

З часом старіння пориїв зменшується їх позитивний вплив на ділянці відвалу Далекий (рис. 1).

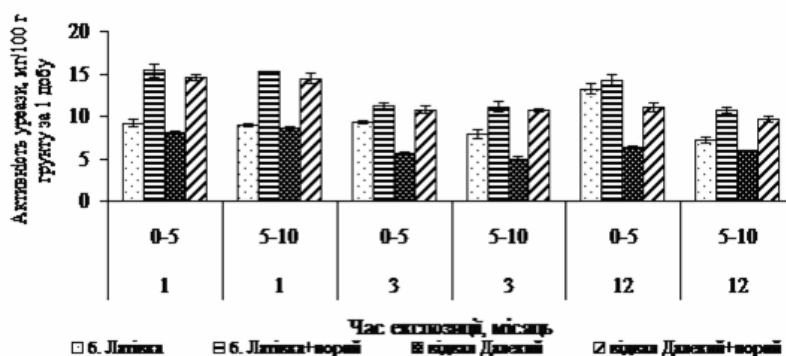


Рис. 1. Вплив риючої активності мікроамалій на активність уреаз ґрунту ("МітталСтіл Кривий Ріг"): 0-5 - ґрунтовий шар 0-5 см; 5-10 - ґрунтовий шар 5-10 см; 1,3,12 - час експозиції; 6. Латівка - умовно чисті ділянки без впливу екскреторної активності ссавців; 6. Латівка + порий - умовно чисті ділянки з впливом ссавців-ґрунторіїв; відвал Далекий - відвальні ділянки без впливу риючої активності ссавців; відвал Далекий + порий - відвальні ділянки з поріями мікроамалій

У час експозиції 12 місяців для шару 0-5 см величина активності уреаз на ділянці з поріями порівняно з ділянками відвалу без впливу тварин підвищується в 1,8 разу, але порівняно з умовно чистими ділянками без пориїв зменшується в 1,2 разу. На глибині шару 5-10 см величина активності цього ферменту на ділянці відвалу з риючою діяльністю порівняно з ділянками відвалу без її впливу підвищується в 1,6 разу, а порівняно з умовно чистими ділянками балки з поріями вона в 1,35 разу є більшою. Величина активності уреаз на ділянці відвалу без впливу ссавців порівняно з умовно чистими ділянками з впливом ссавців-ґрунторіїв знижується в 2,3 разу у шарі 0-5 см та 1,8 разу у шарі 5-10 см.

Отже, вплив риючої активності на активність уреаз виявився меншим, ніж вплив екскреторної активності ссавців-фітофагів, але достатнім для того, щоб не можна було зменшувати значення впливу риючої активності ссавців у відновленні величини активності уреаз в ґрунтах відвалу Далекий.

Одержані дані стосовно активності уреаз в ґрунтах на ділянці 2 з віком насаджень 20-25 років відвалу Далекий "АрселорМіттал Кривий Ріг" під впливом риючої активності ссавців-фітофагів наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Статистичні показники активності уреаз в досліджених ґрунтах відвалу Далекий "АрселорМіттал Кривий Ріг" (риюча активність, ділянка 2)

Умови досліджу	Середній показник уреазної активності, мг/100 г ґрунту за 1 добу	Довірчий 95 %-й інтервал	
		нижня межа	верхня межа
Ділянка			
Природна ділянка без пориїв	9,28	8,00	10,55
Природна ділянка з поріями	12,99	11,72	14,26
Відвальна ділянка без пориїв	6,57	5,30	7,84
Відвальна ділянка з поріями	11,86	10,59	13,13
Глибина ґрунту, см			
0-5	10,74	9,84	11,64
5-10	9,61	8,71	10,51
Вік порию, місяці			
1	11,82	10,72	12,91
3	8,93	7,83	10,03
12	9,78	8,68	10,87

Проведений дисперсійний аналіз установив, що фактор належності до певної ділянки, а також вік пориїв мають найбільший вплив на активність уреаз в ґрунті, що є статистично достовірно ($p \leq 0,05$). Дія глибини ґрунту не завжди мають статистично достовірні показники. Дія гли-

бини на зміну цього показника статистично недостовірною ($p=0,07$).

Спостерігається статистично значуща відмінність ($p \leq 0,05$) активності уреазу між такими ділянками: природна без пориїв та природна з поріями (9,28; 12,99 мг/г); природна без пориїв та відвальна без пориїв (9,28; 6,57 мг/г); природна без пориїв та відвальна з поріями (9,28; 11,86 мг/г); природна з пориїв та відвальна без пориїв (12,99; 6,57 мг/г); відвальна без пориїв та відвальна з поріями (6,57; 11,86 мг/г). Не встановлено достовірної різниці активності уреазу між природною ділянкою з поріями та відвальною ділянкою з пориїв (12,99; 11,86 мг/г).

Статистичних відмінностей уреазної активності за глибинами ґрунту 0-5 см та 5-10 см не виявлено.

Для ділянки б, (вік білоакцієвих насаджень 20-25 років) вплив пориїв тварин підвищує величину активності ферменту уреазу в 1,69 разу порівняно з ділянками відвалу без впливу тварин та допомагає досягти величині активності ферменту уреазу на рівні 95 % від даних на умовно чистих ділянках без пориїв у час експозиції 1 місяць на глибині шару 0-5 см.

Ще більш відчутний вплив ріючої активності на глибині шару 5-10 см, оскільки величина активності ферменту уреазу підвищується на ділянках відвалу з ріючою активністю ссавців порівняно з ділянками відвалу без впливу тварин в 2,1 разу, але це дозволяє лише приблизно сягнути рівня даних умовно чистих ділянок балки Зелена без пориїв (рис. 6.10).

У час експозиції 3 місяці цей вплив стабілізується та підвищується на ділянках відвалу з поріями порівняно з ділянками відвалу без пориїв у 4,6 раз та сягає рівня показників на умовно чистих ділянках без пориїв на глибині шару 0-5 см. У шарі ґрунту 5-10 см активність ферменту уреазу підвищується на ділянках відвалу з поріями порівняно з ділянками відвалу без впливу ссавців-фітофагів у 3,57 разу, що допомагає досягти рівня даних, отриманих з ділянок умовно чистих ділянок балки без пориїв.

У час експозиції 12 місяців величина активності ферменту уреазу на глибині шару 0-5 см підвищується на ділянках з поріями порівняно з ділянками відвалу без ріючої активності мікромамалій в 1,7 разу та досягає рівня умовно чистих ділянок (рис. 2).

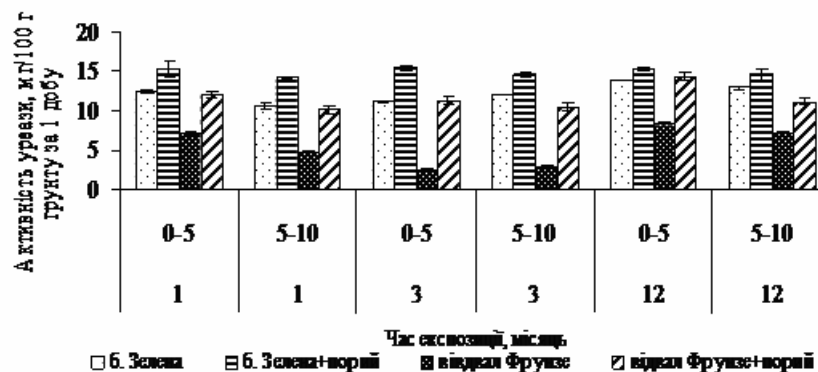


Рис. 2. Вплив ріючої активності мікромамалій на активність уреазу ґрунту (відвал Фрунзе ЦГЗК): 0-5 - ґрунтовий шар 0-5 см; 5-10 - ґрунтовий шар 5-10 см; 1, 3, 12 - час експозиції; б. Зелена - умовно чисті ділянки без впливу екскреторної активності ссавців; б. Латівка + порий - умовно чисті ділянки з впливом ссавців-ґрунторіїв; відвал Далекій - відвальні ділянки без впливу ріючої активності ссавців; відвал Далекій + порий - відвальні ділянки з поріями мікромамалій

Величина активності ферменту уреазу під впливом ріючої активності ссавців на глибині шару 5-10 см підвищується в 1,5 разу та зменшується в 1,1 разу від даних умовно чистої ділянки без пориїв.

Спостерігається зменшення величини активності ферменту уреазу на відвальних ділянках без впливу тварин порівняно з умовно чистими ділянками з поріями в 1,8 разу та вдвічі відповідно до шарів 0-5 см та 5-10 см.

Порівняно з впливом послідів тварин, вплив ріючої активності в час експозиції 1 місяць дещо менший, в час експозиції 3 місяці вплив ріючої активності ссавців перевищує вплив екскреторної активності.

У час експозиції 12 місяців вплив пориїв ссавців, як і в час експозиції 1 місяць, дещо менший, ніж вплив екскреторної активності ссавців (рис. 2).

Одержані дані стосовно активності уреазу в ґрунтах на ділянці 2 з віком насаджень 20-25 років відвалу Фрунзе ЦГЗК під впливом ріючої активності ссавців-фітофагів наведено в табл. 2.

Проведений дисперсійний аналіз установив, що фактор належності до певної ділянки та дія глибини взяття проб мають найбільший вплив на активність уреазу ґрунту, що є статистично достовірно ($p \leq 0,05$). Дія глибини ґрунту не завжди мають статистично достовірні показники.

Таблиця 2
Статистичні показники активності уреазу в досліджених ґрунтах відвалу Фрунзе ЦГЗК (риюча активність, ділянка 6)

Умови досліджу	Середній показник уреаз- ної активності, мг/100 г ґрунту за 1 добу	Довірчий 95 %-й інтервал	
		нижня межа	верхня межа
Ділянка			
Природна ділянка без пориїв	12,14	11,13	13,14
Природна ділянка з поріями	14,91	13,90	15,91
Відвальна ділянка без пориїв	5,43	4,43	6,44
Відвальна ділянка з поріями	11,54	10,53	12,55
Глибина ґрунту, см			
0–5	11,56	10,85	12,28
5–10	10,44	11,43	11,16
Вік порию, місяці			
1	10,78	9,91	11,66
3	10,06	9,18	10,93
12	12,17	11,30	13,04

Спостерігається статистично значуща відмінність ($p \leq 0,05$) активності уреазу між такими ділянками: природна без порію та природна з поріями (12,14; 14,91 мг/г); природна без порію та відвальна без поріїв (12,14; 5,43 мг/г); природна без порію та відвальна з поріями (12,14; 5,43 мг/г); природна з поріями та відвальна без порію (14,91; 5,43 мг/г); відвальна без порію та відвальна з поріями (5,43; 11,54 мг/г). Не встановлено достовірної різниці активності уреазу між природною ділянкою з поріями та відвальною ділянкою з поріями (12,14; 11,54 мг/г).

Висновки та напрямок подальших досліджень: риюча активність сліпака підвищує величину активності ферменту уреазу вдвічі в середньому та відновлює активність ферменту уреазу майже до рівня умовно чистих ділянок в балках;

середовищевірна активність ссавців має довготривалий позитивний вплив на такий показник біологічної активності ґрунту, як величина активності уреазу у відвальних ґрунтах гірничорудної промисловості Криворіжжя, а саме на відвалах ЦГЗК та “Міттал Стіл Кривий Ріг”.

проведений дисперсійний аналіз дозволив установити, що екологічні умови обраних ділянок та час експозиції статистично значуще ($p \leq 0,05$) впливають на зміну уреазної активності у ґрунті. Дія глибини ґрунту не завжди має статистично значущі показники.

Список літератури

1. Абатуров Б.Д. Деятельность животных-землероев в почвах, ее значение и основные пути изучения / Б.Д. Абатуров // Проблемы почвенной зоологии: Материалы 4-го Всесоюз. совещ. – М.: Наука, 1972. – 5 с.
2. Долгова Л.Г. О биологической активности некоторых почв Присамарья / Л.Г. Долгова, Г.А. Скибицкая // Труды комплексной экспедиции ДГУ. Днепропетровск. 1977 г., с. 83.
3. Злотин Р.И. Влияние экскрементов растительноядных животных на скорость разрушения опада в лесостепи / Р.И. Злотин, К.С. Ходашова // Проблемы почвенной зоологии: Материалы 4 Всесоюз. совещ. – Баку, 1972. – С. 59–60.
4. Злотин Р.И., Ходашова К.С. Роль животных в биологическом круговороте лесостепных экосистем. – М.: Наука, 1974. – 200 с.
5. Золотун В.П. Развитие почв юга Украины за последние 50–45 веков: Автореф. дис...д-ра, с.-х.наук: 03.00.16 – УСХА, К., 1974. – 74 с.
6. Кириенко С.М. Средообразующая роль млекопитающих в процессах восстановления биологической активности почв. / Кириенко С.М. // Всеукраїнська науково-практична конференція. – Дніпропетровськ, ДНУ, 2005. С. 505–506
7. Кірієнко С.М. Вплив рийної активності мікромамалій на ферментативну активність ґрунтів в умовах металургійного виробництва / С.М. Кірієнко, О.О. Дідур // Вісник Дніпропетровського ун-ту. Біологія. Екологія, 2010. – Вип. 18, т. 2. – С. 14–18.
8. Пахомов А.Е. Биогеоценотическая роль млекопитающих в почвообразовательных процессах степных лесов Украины: – Кн. 1. – Д.: ДГУ, 1998. – 232 с.

9. **Пахомов А.Е.** Биогеоценотическая роль млекопитающих в почвообразовательных процессах степных лесов Украины: В 2 кн. – Кн. 2: Трофический тип воздействия. Биогеоценотический процесс становления биологической устойчивости эдафотопы. – Д.: ДГУ, 1998. – 216 с.

10. **Хабиров И.К.** Физические свойства и ферментативная активность почв. Экологические условия и ферментативная активность почв. – УФА. АН СССР. Башкирский филиал Института биологии. Уфа: 1979.

Рукопис подано до редакції 17.03.14

УДК 622.237

Н.В. КИЯНОВСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., Криворожский национальный университет,
СОКУР И.Н., СОКУР Л.М., научные сотрудники,
ГВУЗ «Кременчужский национальный университет им. Мих. Остроградского»

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНО-УДАРНЫХ ДРОБИЛОК В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Рассмотрены пути повышения эффективности обогащения за счет выбора технологического оборудования на принципах ударного измельчения. Центробежно-ударные дробилки позволяют на 1,0-1,5 % снизить энергоемкость процессов измельчения, а содержание железа при этом в концентрате может быть повышено на 1,5-2,0 %. При этом существует несколько конструкций центробежно-ударных дробилок, которые могут быть применены в схемах реконструкции или проектирования обогатительных секций, но отсутствуют рекомендации по их выбору.

В отечественной горнорудной промышленности основным оборудованием для дробления и измельчения руд являются конусные дробилки крупного, среднего, мелкого дробления и барабанные мельницы.

Дробилки мелкого дробления типа КМДТ, которые эксплуатируются на горно-обогатительных комбинатах Кривого Рога, как правило, позволяют получить дробленый продукт крупностью 25-30 мм (в зависимости от размера и изношенности щели между подвижным и неподвижным конусом).

Проблема и связь ее с научными и практическими задачами. В зарубежной практике все более широкое применение в стадиях мелкого дробления находят центробежно-ударные дробилки, которые производят дробленый продукт крупностью 5,0-10,0 мм, а по технологическим и энергетическим параметрам становятся более эффективными по сравнению с конусными дробилками.

Анализ исследований и публикаций. Исследованиями ряда авторов [1] показано, что в центробежных дробилках, по сравнению с конусными, каждый миллиметр снижения крупности дробленого продукта позволяет на 1,0-1,5% снизить энергоемкость процессов измельчения, а содержание железа при этом в концентрате может быть повышен на 1,5-2,0%.

Постановка задачи. Один из путей повышения эффективности обогащения состоит в выборе технологического оборудования на принципах ударного измельчения. При этом существует несколько конструкций центробежно-ударных дробилок, которые могут быть применены в схемах реконструкции или проектирования обогатительных секций, но отсутствуют рекомендации по их выбору.

Изложение материала и результаты. Основное отличие центробежно-ударных дробилок от других аппаратов ударного действия состоит в том, что акт дробления практически полностью перемещен с вращающегося рабочего органа на периферическую отражательную поверхность. Ротор при этом выполняет только разгонную функцию для материала, подаваемого в его полость. В зависимости от того, что представляет собой отражательная поверхность, жесткую преграду (броню) или слой дробимого материала, дробилки различают типа «камень о металл» или «камень о камень», т.е. с самоизмельчением.

Реально слой дробленого материала может быть неподвижным, размещенным в «ячейках» отражательной обечайки или подвижным, подаваемым в зазор между ротором и отражательной поверхностью; в этом случае в камере дробления происходит процесс «камень – камень – камень» или «камень – камень – металл». Технические характеристики центробежно-ударных дробилок, производимых в настоящее время зарубежными фирмами, приведены в табл. 1.

Все выпускаемые промышленностью центробежные дробилки однородны. В дробилках «Торнадо» применен ротор открытого типа, выполненный в виде диска с установленными на его периферии радиальными разгонными ребрами (рис. 1). В центральной части диска располагается распределительный конус. Конструкция ротора – сварная. Цилиндрический корпус дробилки закрыт крышкой на замки, обеспечивающие удобный доступ в дробильную камеру. К аксиально разгонному ротору в крышке располагается загрузочный бункер, переходящий в питающую трубу. Отбойные плиты крепятся непосредственно к внутренней стенке корпуса.

Таблица 1

Технические характеристики центробежно-ударных дробилок

Фирма, страна, модель	Типоразмер	Производительность, т/ч	Установленная мощность, кВт	Масса дробилки, т	Крупность питания, мм не более	Диаметр ротора, мм	Частота вращения ротора, с ⁻¹	Окружная скорость на кромке ротора, м/с, не более
Ротопактор/Каниса/США	нет св.	150...400	нет св.	до 11,5	25...100		60...100	нет св.
Сидэрипидз/Айова/США	2100	250...350	370	12	75	930	80...130	40...60 ^х
Крупп/ФРГ/Таифун	нет св.	30...90	37...110	1,6-6,8	40-110	700	55-86 ^х	60
Мартин	50	50	55-75	6,2	55	762	13-220	50-84 ^х
Стекерт/ФРГ/Давид	75	75	75-90	7,5	55	762	132-191	50-74 ^х
	100	100	110-160	7,5	55	990	103-167	60-84 ^х
	150	150	110-160	8,0	60	990	103-149	50-74 ^х
	200	200	160-220	9,6	60	1194	64-99	38-60 ^х
	300	300	190-250	12,0	70	1194	64-99	38-60 ^х
SBM/ Австрия	V 8	40-70	110	4,1	50	800	75-93 ^х	60-74
	V 10	70-110	160	нет св.	50	1000	60-74 ^х	60-74
	V 12	110-180	нет св.	нет св.	50	1200	50-62 ^х	60-74
Тидло Инжининг/Новая Зеландия/Дуопактор	VUF 6900	150	110	нет св.	40	690	100 ^х	70
	VUF 9600	450	360	нет св.	60(120)	960	75 ^х	70
Бармак/Новая Зеландия	нет св.	До 120	75...200	нет св.	60	840,990	65...78 ^х	55...77
Ротопактор/Спокейн Крашер/США	120-DZ	230...	260...	12...15	150(180)	894	105	47 ^х
	129-DZ	400	450					
	66-DZ	70...	112...	6...12	50(75)	894	168...	48-87 ^х
	74-DZ	270	300				198	
Верко Стил/США/Торнадо	3-5-20	23...55	30...65	1,0	40	510	175	45 ^х
	3-5-27	27...36	30...55	1,3	40	865	175	60 ^х
	4,5-7-20	65...90	30...55	1,6	50	510	175	45 ^х
	5-12,5-27	90...140	55...110	2,2	100	685	125	43 ^х
	4,5-7-27	65...90	30...55	1,7	50	685	175	60 ^х
	6-18-30	140...270	110...185	5,1	150	915	125	57 ^х
Бармак Америка/США	нет св.	50...500	нет св.	нет св.	60	840	110...	45...85
Ротопактор/Крофт	нет св.	50...200	75...375	нет св.	60	840,990	110...170	45...85 ^х
Имприсе/Великобритания	нет св.	50...200	75...375	нет св.	60	840,990	110...170	45...85 ^х

х- расчетные значения

Фирма «SprocaheCruscherMgf. Co» («СпокейнКрашер», США) также выпускает дробилки «камень о металл» с открытым ротором. Однако здесь применены съемные разгонные ребра из специальных сталей. Представляют интерес специальные исследования рабочего процесса в дробилке «Спокейн» с применением скоростной киносъемки [2].

Цель исследований состояла в снижении износа деталей и повышении динамической уравновешенности машин. Специалисты «Спокейн» считают, что для этого следует минимизировать степень ударного взаимодействия материала с ротором. Речь идет в основном об исключительном попадании ricoшетирующих осколков назад на ротор. Осколки могут иметь значительную энергию, так как дробилки, предназначенные для среднего дробления (модели 129 и 120) принимают питание в крупности до 180 мм.

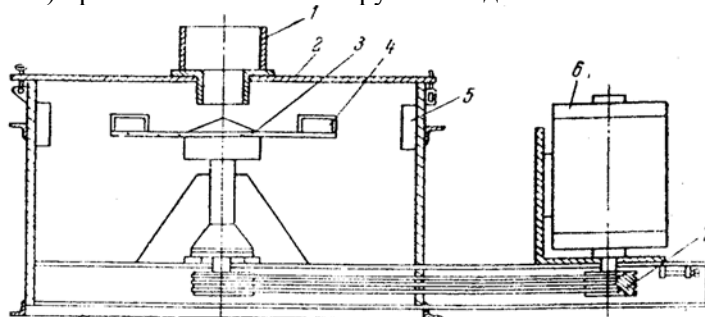


Рис. 1 Дробилка «Торнадо». 1 – питающая труба; 2 – крышка корпуса; 3 – ротор; 4 – разгонные ребра; 5 – отбойные плиты; 6 – электродвигатель; 7 – клиноременная передача.

Сравнение полученных кинограмм с аналогичными снимками процессов разрушения в обоих случаях. Является общепринятым в дробилках «камень о металл» устанавливать броневые плиты отража-

тельной поверхности под углом к радиусу с тем, чтобы обеспечить близкий к прямому угол при ударе. При этом кинетическая энергия кусков материала используется на разрушение с минимальными потерями.

Дробилки «Спокейн» широко применяются на предприятиях по производству строительных материалов в США, где ими успешно заменяют эксплуатировавшиеся конусные дробилки мелкого дробления. В середине 80-х годов в США работало около 140 таких дробилок. Распространены передвижные дробилки установки «Пионер Спокейн», используемые в карьерах [2].

Существенный прогресс в производстве центробежно-ударных дробилок и резкое расширение сферы их применения в последнее десятилетие связаны, главным образом, с внедрением дробилок «камень о камень», и, в частности, с деятельностью фирмы «BarmacAssociatesLtd.» («БармакЭссошиейтс» Новая Зеландия).

Как указывает Х. Хийл [2], первый образец дробилки «Бармак», названной по именам ее изобретателей В. А. Бартме и Д. Макдональда, был создан в 1975 г. В 1981 г. фирма продала около 40 образцов [2], а к 1988 г. в мире работало уже более 800 таких аппаратов [2].

Дробилку отличает широкое использование самофутеровки основных элементов – ротора и отражательной поверхности. Применен ротор закрытого типа, содержащий верхний и нижний диски, цилиндрическую обечайку с окнами для выброса материала.

Хордовые разгонные ребра заканчиваются угловыми тупиками. В образованном ребром и тупиком кармане образуется слой самофутеровки, поверхность которого имеет форму фрагмента логарифмической спирали.

Таким образом, разгон дробимого материала происходит не по металлической поверхности, а по слою самофутеровки, что существенно снижает износ.

Ротор «Бармак», горизонтальное сечение которого показано на рис. 2, содержит три разгонных поверхности.

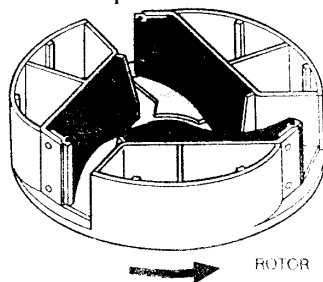


Рис. 2. Ротор дробилки «Бармак»

В дробилках «Ротопактор» ранних выпусков применялись также роторы с двумя разгонными поверхностями. В центральной части ротора находится распределительный конус с одно-болтовым креплением, закрывающий выход главного вала дробилки. Хордовые разгонные ребра располагаются под углом к радиусу, достаточно близко к теоретической линии самофутеровки. Таким образом, масса материала, образующего самофутеровку, сравнительно невелика, что ограничивает нагрузки на металлоконструкцию. На концах разгонных ребер расположены монтажные планки, к которым на болтах крепятся изнашиваемые пластины. Тогда по мере износа пластин в работу вступают нижние твердосплавные вставки. Кромки монтажных планок также защищены твердосплавными вставками.

Верхний и нижний диски ротора с внутренней стороны защищены от износа профилированными литыми футеровочными пластинами.

Наружная поверхность обечайки ротора закалена с целью снижения износа от ricoшетирующего материала. Отражательная поверхность в дробилках «камень о камень» также защищена от износа слоем самофутеровки. На периферии камеры дробления имеется горизонтальная кольцевая площадка, на которой образуется естественный откос материала (рис. 3).

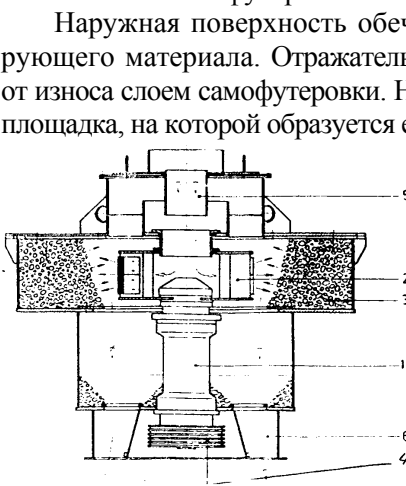


Рис. 3. Дробилка серии V – SBM: 1 – вал; 2 – ротор; 3 – автогенная самофутеровка; 4 – клиноременная передача; 5 – питающая труба; 6 – разгрузочный бункер

Дробилки «БармакРотопактор», выпускаемые в Новой Зеландии в начале 80-ых годов, обеспечивали производительность до 120 т/ч при крупности исходного материала до 60 мм.

Испытания этих аппаратов, проведенные при переработке каолина, сталеплавильных и оловянных шлаков, хромовой и железной руды, гранитов, кварцитов, фосфатов, известняка, подтвердили их высокую эффективность и универсальность тока.

Спрос на дробилки этого типа возрос, и в середине 80-х годов к производству дробилок «БармакРотопактор» приступили еще две фирмы: «BarmacAmericaInc.» («Бармак Америка», США) и «CroftImprecaltd.» («КрофтИмприке», Великобритания). Производится пятнадцать типоразмеров дробилок производительностью от 50 до 500 т/ч. Наряду с традиционными конст-

рукциями типа «Торнадо» или «Спокейн», содержащими открытый ротор с разгонными ребрами получила распространение новая конфигурация камеры дробления, сочетающая угловую футеровку и закрытый самофутерующийся ротор типа «Бармак». Производители центробежно-ударных дробилок выпускают сейчас аппараты всех рассмотренных типов.

Фирма «AcrowoodCorp.» («Акровуд», США) выпускает центробежные дробилки «Центри» и «Центри-II». Конструкция этих дробилок имеет ряд особенностей. Применяется реверсивный ротор закрытого типа, что позволяет удвоить срок службы разгонных ребер. V-образная форма ребер обеспечивает их самофутеровку при реверсировании вращения [1,2]. Дробилки «Центри» типа «камень о металл» и выпускаются трех типоразмеров: 310, 320 и 330. Они имеют угловую футеровку, причем положение отбойных плит по высоте может регулироваться винтами. Такое техническое решение обеспечивает высокое (до 80%) использование металла отбойных плит. В отличие от «Центри», дробилки «Центри-II» имеют автогенную самофутеровку отражательной поверхности. При необходимости может производиться переоборудование дробилки типа «Центри 330» в дробилку «Центри-II» и наоборот. Трудоемкость этой операции составляет 24 чел/д.

Фирма «CanicaIntern/ Corp.» («Каника», США) выпускает передвижные и стационарные дробилки для производства стройматериалов.

Применен закрытый самофутерующийся ротор. Изнашивающиеся детали крепятся к ротору резьбовым соединением. Производительность машины регулируется посредством вертикального перемещения питающей трубы в центральном отверстии ротора. Для регулирования зернового состава продукта дробления скорость вращения ротора можно изменять в пределах 600+1400 об/мин. Вес дробильного модуля максимальной производительности 11,85 т [1,2].

Фирма «Nordberg» («Нордберг», США) выпускает стационарные центробежно-ударные дробилки с ротором закрытого типа, как с угловой, так и с автогенной футеровкой рабочей камеры. В дробилке «камень о металл» применяют новые типы отбойных элементов. Оригинальной разработкой фирмы являются отбойные элементы восьмигранной формы с гладкой опорной поверхностью, установленные на периферии камеры дробления. В процессе работы отбойные элементы могут поворачиваться, что обеспечивает высокое использование их металла [1,2]. Возможна замена отбойных элементов без разборки дробилки [1,2].

В комплект поставки дробилок «Nordberg» входит тельфер, устанавливаемый непосредственно на раме дробилки и служащий для технического обслуживания и ремонта [1,2].

Фирма «CedarapidsIowaMgf» («Сидерепидз Айова», США) выпускает передвижные дробильные установки EL-УАЧ с дробилкой 2100. Ротор открытого типа содержит 4 разгонных ребра из высокохромистого сплава. Диаметр дробильного модуля – 2м.

Отражательная поверхность представляет собой угловую футеровку из 24 отбойных плит, установленных на кольцевой обечайке, имеющей возможность вращения вокруг своей оси. Эта особенность конструкции позволяет уменьшить износ отбойных плит. Установка EL-УАЧ выпускается также с дизельным приводом. Для передачи вращения главному валу используется ортогональная зубчатая передача, что позволяет расположить приводной двигатель горизонтально [1,2].

На выпуске передвижных дробильных установок с дизельным приводом специализируется фирма «Cargi – CelRockBreakInc.» («Кэри – Сэл», США). Выпускается четыре типоразмера дробилок типа «камень о камень» производительностью 225, 300, 375, 450 т/ч. Конструкция повторяет «БармакРотопактор». Установки «Кэрри-Сэл» используются при переработке гранита, базальта, речного гравия [11,14]. Фирма AGP (США) выпускает дробилку «Турбо-96» производительностью 128 – 150 т/ч. Отличительной особенностью конструкции является литой ротор из хромистого сплава, имеющий фирменное название «суперчиппер» [1,2].

Центробежно-ударные дробилки производятся также рядом крупных европейских фирм.

Фирма «KruppIndustrieundStahlbauGmb» («Крупп», ФРГ) продолжает выпуск небольших (производительность 30+90 т/ч) дробилок «Тайфун». Ротор диаметром 700+1100 мм развивает линейную скорость до 60 м/с, что позволяет получать при производстве щебня продукт крупностью - 16,0 мм при питании 110-40 мм [1,2].

Другим производителем центробежно-ударных дробилок в ФРГ является фирма «MartinSteckertGmb.» («Мартин Стекерт») выпускающая дробилки «Давид».

Дробилки «Давид» содержат самофутерующийся ротор с максимальными разгонными элементами. Футеровка отражательной поверхности – автогенная. Упрощена замена не только разгонных элементов ротора, но и ротора в целом, а также загрузочной воронки. Обеспечен удоб-

ный визуальный контроль состояния ротора и камеры дробления, для чего верхняя кромка корпуса снабжена смотровыми люками.

Одна из ведущих в мире фирм, занимающихся производством роторных дробилок “NazemagGmb.” («Хацемаг», ФРГ) также приступила к выпуску дробилок центробежно-ударного типа. Отличием дробилок «Хацемаг» является использование в качестве отбойных плит отражательной поверхности изношенных бил роторных дробилок.

При эксплуатации на предприятии как роторных, так и центробежно-ударных дробилок, такое решение достаточно практично, хотя профиль отражательной поверхности при этом не оптимален, что снижает эффективность дробления.

Фирма “SMB WagenderGmb” (Австрия) выпускает дробилки трех типоразмеров 7,10,12 с диаметрами разгонного ротора 800,1000 и 1200 мм соответственно.

Окружная скорость вращения ротора 60+74 м/с. Футеровка отражательной поверхности – автогенная (рис.1.5). Детали ротора имеют сварную конструкцию, упрочнены наплавкой и защищены футеровочными плитами из хромистого или белого чугуна. Разгонные ребра, состоящие из двух составных частей, изготавливают из износостойких керамических материалов. Для снижения уровня вибрации, подшипники ротора установлены на резиновых опорах [1,2].

К выпуску центробежно-ударных дробилок в последнее время приступила еще одна австрийская фирма “Voest – Alpine AG” («Вест Альпине»). Она поставляет на рынок два типоразмера стационарной дробилки «Центрокамер» 1280x1250 мм и 1600x1600 мм с электроприводом мощностью 55 и 75 Вт соответственно.

Эти дробилки предназначены для производства строительного песка и мелкого гравия и обеспечивают получение продукта крупностью – 5,0 мм (80%) в закрытом цикле. При конструкции сит сходны с дробилками серии V фирмы SBM.

Их отличает применение реверсивного привода и, следовательно, зубчатой футеровки отражательной поверхности [1,2].

Английская фирма “ImpactTechnologyLtd” («ИмпактТекнолоджи») поставляет на рынок дробилку VSt 150 производительностью до 150 т/ч.

Питающая труба, по которой материал подается в ротор, в этой машине вращается вместе с ротором, окружная скорость ротора 55 м/с.

Другим отличием конструкций является установка отбойных плит угловой футеровки под углом к вертикали с тем, чтобы избежать повторного попадания осколка дробленого продукта на ротор [1,2].

Фирма “Bergeaud” («Берже», Франция) сообщила о выпуске центробежно-ударных дробилок 1.1665 и 1.2080 с усовершенствованной системой виброзащиты. Применены мощные эластомерные амортизаторы.

При повышении уровня вибрации выше допустимого, автоматическая система подает сигнал тревоги и отключает привод [1,2].

Предусмотрена также возможность централизованной автоматической смазки. Несмотря на широкое освоение производства центробежно-ударных дробилок американскими и западноевропейскими фирмами, передовой уровень этой техники по-прежнему представляет Новая Зеландия, где «БармакЭссомелэйтс» в сотрудничестве с “TidcoEngineeringGroup” («Тидко Инжиниринг Групп») начала выпуск центробежно-ударных дробилок нового типа, получивших название «Дуопактор».

Принципиальное отличие рабочего процесса дробилок «Дуопактор» состоит в том, что часть материала не пропускается с основным потоком через разгонный ротор, а непосредственно подается на периферию камеры дробления.

Этот второй поток материала имеет сравнительно низкую скорость, что связано с чисто гравитационной природой его движения. При взаимодействии с высокоскоростным потоком материала, поступающим из ротора, происходит разрушение.

В.А. Бартли указывает, что образующуюся на периферии рабочей камеры завесу из падающих кусков второго потока можно рассматривать как подвижную отражательную поверхность [1,2].

При работе в режиме измельчения направляющий аппарат отсутствует, верхняя часть камеры дробления сообщена с пневмоприводом, и готовый продукт выносятся через нее с воздухом в систему очистки, включающую сепаратор, циклон или рукавный фильтр (рис.4б).

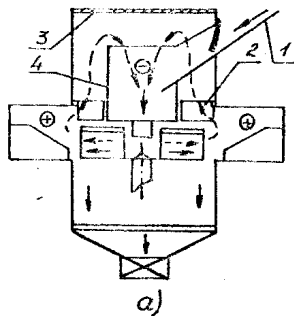


Рис. 4 Аэродинамика центробежно-ударной дробилки (а – режим дробления), где: 1 – питающий желоб; 2 – лопатки направляющего аппарата; 3 – крышка корпуса; 4 – промежуточный бункер; 5 – крышка промежуточного бункера

Переоборудование для работы в режиме измельчения характерно для дробилок «БармакРотопактор» и «Дуопактор», «Давид», дробилок серии V фирмы SBM.

Украинскими учеными разработаны оригинальные конструкции центробежно-ударных дробилок ЦД-1, ЦД-10, ЦД-50 с демпфирующими подвесками рабочих органов (роторов), что позволило эффективно компенсировать конструктивные и технические дисбалансы роторов и за счет этого существенно повысить надежность и работоспособность этих дробилок [1,2]. Эти дробилки успешно прошли испытания и применяются для дробления руд и строительных материалов.

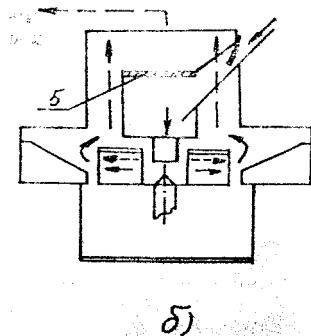


Рис. 5 Аэродинамика центробежно-ударной дробилки (б – режим измельчения)

Выводы: таким образом, зарубежными фирмами и отечественными организациями в настоящее время производится широкий спектр центробежно-ударных дробилок номинальной производительностью от 30 до 450 т/ч. Удельная эффективность этих аппаратов по питанию находится в пределах: для дробилок «камень о металл» 1,00...1,2 кВтч/т, для дробилок «камень о камень» 1,1...1,9 кВтч/т, для «Дуопакторов» 0,7 – 0,8 кВтч/т. Удельная металлоемкость составляет 0,020 – 0,075 т ч/т, что, по крайней мере, на порядок ниже, чем в конусных дробилках мелкого дробления.

Список литературы

1. Н.И. Сокур, И.Н. Сокур, Л.М. Сокур. Центробежные дробилки: Монография. – Кременчуг, ЧП Щербатых А.В., 2009 – 240 с.
2. Harrods. Crusher Action Analyzed with High Speed Photography Pit and Quarry. – 1979. - №11. – р.р. 49-52, 65/
3. Н.И. Сокур, А.Д. Учитель, С.А. Учитель. Центробежная мельница// А.С. 1.325.129 СССР, МКИБО2С13/14, опубликовано 24.01.1988. Бюл. изобретений №3.

Рукопис подано до редакції 02.10.13

УДК 622.271.333:621.86.06

Ю.М. НИКОЛАШИН, д-р техн. наук, проф., Криворожский национальный университет,
К.В. КОВАЛЕВ, Н.В. КОРЧАГИН, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

УСТОЙЧИВОСТЬ ОТКОСОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ИЗ ОТХОДОВ СУХОЙ МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ

Выполнена оценка условий устойчивости насыпи высотой более 30 м из отходов переработки сырой руды для внутренних железнодорожных путей внешних отвалов ПАО «ИнГООК» в сложных инженерно-геологических условиях.

Ключевые слова: устойчивость откосов, железнодорожная насыпь, переработка кварцитов, отходы сепарации, противооползневые мероприятия.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Среди отходов сухой магнитной сепарации железистых кварцитов значительную долю занимают объемы мелких фракций щебня с размером зерен до 10 мм, которые могут быть использованы для дорожно-строительных работ, в том числе насыпей.

Проблема использования мелкого щебня для строительства насыпей рассматривается редко.

В то же время строительными нормами и правилами (1992 г.) предусматривается возможность использования отходов горнорудного производства в конструкциях и элементах сооружений промышленного транспорта.

При этом возникает научно-практическая задача по строительству насыпей внутренних железнодорожных путей со сроком службы до трех лет в карьерах и на отвалах.

Анализ исследований и публикаций. Насыпи из отходов горнорудного производства высотой до 20 м осуществляют по типовым проектам с применением типовых поперечных сечений в соответствии со строительными нормами и правилами РФ (1992 г.) – Промышленный транспорт (2.05.07.91) и Украины (2008 г.) – Залізничі колії 1520 мм (ДБН В.23-19-2008). При этом профиль откоса имеет слабовогнутую поверхность, состоящую из трех частей: верхняя высотой 10 м с углом откоса 38° (1:1,3); средняя - 5 м с углом откоса $33,5^\circ$ (1:1,5) и нижняя - 5 м с углом откоса 30° (1:1,75), а результирующий угол откоса насыпи равен $34,5^\circ$.

Проектирование земляного полотна внутренних железнодорожных путей высотой более 20 м осуществляют по индивидуальным проектам на основании исследований инженерно-геологических условий трассы, плана развития горных работ по годам до конца их завершения, внутриплощадочного водоотвода поверхностного стока и противооползневых мероприятий насыпи.

Расчеты на прочность земляного полотна должны учитывать нагрузки на ось думпкара и погонную нагрузку от подвижного состава.

Оценка устойчивости насыпи выполняется с применением отраслевых методик и правил [1-3] и исследований [4-6].

Постановка задачи. В условиях расширения отвала № 2 ПАО «ИнГОК» в сторону водоохранной зоны р. Ингулец на участке примыкания к хвостохранилищу запроектировано строительство временной насыпи с двухпутным железнодорожным движением. В качестве материалов тела насыпи предполагается мелкий щебень сухой магнитной сепарации (СМС) [7] и скальную вскрышу Ингулецкого карьера. Для обоснования конструкции насыпи по условию ее устойчивости необходимо использовать результаты инженерно-геологических изысканий и графо-аналитические расчеты устойчивости откосов насыпи.

Изложение материала и результаты. Объектом исследований являлось двухпутное земляное полотно, выполняемое с использованием отходов СМС и скальных вскрышных пород.

Исследования состояли в анализе инженерно-геологических условий строительства железнодорожной насыпи и физико-механических свойств отходов СМС; выборе расчетной схемы устойчивости насыпи; оценки степени устойчивости насыпи нормативными методами; разработке противооползневых мероприятий.

В геологическом строении до глубины 30 м участок примыкания проектируемой насыпи к хвостохранилищу и отвалу № 2 представлен [8]: палеоаллювиальными песками, глинами, супесями; средне- и верхнечетвертичными суглинками; техногенными насыпными грунтами.

Литологические слои не выдержаны по простиранию и глубине, наблюдается их выклинивание и изменение мощности.

Грунты обладают просадочными свойствами с относительной просадочностью при $P=0,3$ МПа от 0,014 до 0,42.

Основным неблагоприятным фактором для строительства по условиям устойчивости насыпи является просадочность суглинков, супесей и глин.

В периоды интенсивных дождей и снеготаяния основание насыпи будет замачиваться, поскольку она препятствует поверхностному стоку в сторону р. Ингулец.

Грунтовые воды встречены при бурении скважин на глубинах от 1,3 до 11,6 м при мощности водоносного горизонта от 6,4 до 18,1 м, их водупором служат глины залегающие на глубинах от 8,7 до 24,5 м.

В основании данных о геологическом строении, гидрогеологических условиях и физико-механических свойствах пород основания насыпи относится к «слабым».

Поэтому расчетные схемы устойчивости насыпи рассматривались с поверхностями скольжения, формирующиеся ниже ее подошвы.

Физико-механические свойства щебня характеризуются [9]: по прочности - очень прочный; по содержанию слабых зерен, пылевидных и глинистых частиц - низкое.

Нормативные значения плотности щебня и зернового состава определены при влажности 1,5% (табл. 1,2).

Графо-аналитические расчеты устойчивости насыпи железнодорожного полотна выполнены при следующих исходных данных: план-схема ведения горных работ на отвале № 2 и на участке примыкания ж.д. насыпи к телу плотины хвостохранилища; объемы скальной вскрыши (300 тыс. м³) и отходов сухой магнитной сепарации (1600 тыс. м³); длина насыпи 1200 м, высо-

та (максимальная) - от 20 до 31 м, ширина поверху - 30 м, ширина подошвы до 50 м, длина откоса плотины (вкост простираия) хвостохранилища - 60 м; угол откоса плотины на участке примыкания насыпи от 23 до 27°; угол естественного откоса - не менее 35° (в сухом состоянии), 30° (при насыщении водой), 45° - при уплотнении; сопротивление скальных пород на сжатие не менее 91.0 МПа, угол естественного откоса - 35°; статистическая нагрузка на пог.м от массы тягового агрегата - не более 30 т.

Таблица 1

Насыпная плотность щебня из отходов СМС и скальных пород при влажности 1,5% [6]

Наименование фракций	Фракции СМС от...до..., мм	Насыпная плотность, кг/м ³
1. Отходы СМС:		
общая масса	исходная	1510
щебень мелкий	3-10	1530
щебень крупный	10-40	1560
2. Дробленые скальные породы:		
общая масса	исходная	1490
щебень	5-20	1400
щебень	20-70	1420
песок	0-5	1470

Таблица 2

Остатки на ситах, %		Зерновой состав отходов СМС												
		Размер фракций, от...до, мм	Диаметр отверстий контрольных сит, мм											
			50	40	25	20	15	12,5	10	7,5	5	3	2,5	1,25
		3-10	-	-	-	-	-	0	2,6	63,0	12,5	19,7	1,05	1,15
Частный		5-20	-	-	0	7,5	43,5	21,5	7,5	9,0	9,6	0	0,28	0,11
		10-40	0	3,1	79,6	4,6	6,4	3,0	4,8	0	0	0	1,19	0,1
		3-10	-	-	-	-	-	0	2,6	65,6	78,1	97,8	98,85	100
Полный		5-20	-	-	0	7,5	51,0	72,5	80,0	89,0	98,6	-	98,88	98,99
		10-40	0	3,1	80,0	84,6	91,0	94,0	98,8	-	-	-	99,99	100

Физико-механические свойства грунтов основания по лабораторным испытаниям изменяются в следующих пределах: плотность водонасыщенных – 1830-2010 кг/м³; углы внутреннего трения (с 0,95 обеспеченностью надежности): суглинок – 17,4-23,8; супесь – 22,6-24,6; песок – 20-34,6; глина – 21,1-24,6. Удельное сцепление: суглинок – 0,005-0,015 МПа, супесь – 0,013-0,016 МПа, глина – 0,028-0,068 МПа.

Требования СНиПа 2.05.07.91 (Промышленный транспорт) к обеспечению устойчивости насыпи следующие: при отсыпки насыпей железных дорог и проведения укрепительных работ необходимо, чтобы щебень СМС не ухудшал физико-механические свойства материала; земляное полотно внутренних железнодорожных путей следует рассчитывать на прочность при движении составов (тяговый агрегат и до восьми думпкаров).

При проектировании земляного полотна следует предусматривать уплотнение грунтов, отвод поверхностного стока атмосферных осадков в подошве насыпи, возможность залегания уровня грунтовых вод в основании на глубине менее 5 м в просадочных породах, учитывать величину осадки пород основания в процессе их консолидации и земляного полотна в период эксплуатации железной дороги.

Расчеты выполнены следующими методами оценки устойчивости насыпных откосов с коэффициентом запаса учитывающем время стояния земляного полотна до трех лет, равного 1,1: с использованием графиков зависимости углов откосов от высоты насыпи, физико-механических свойств основания и тела насыпи; алгебраического сложения сил, касательных напряжений и векторного сложения сил при максимальной высоте насыпи 31 м с углом откоса, равного 35°.

При использовании решений, полученных с помощью номограмм получены следующие результаты: по графикам Н' (Г') и ϕ_n – расчетный угол откоса насыпи равен 37° и превышает проектный на 2° [2]; по графикам при N_s , N_f и 32° - расчетный угол запаса устойчивости насыпи, примыкающей к дамбе хвостохранилища, равен более нормативного и составляет 1,5 [9]; по графику $A > 20$ и 32° - расчетный угол откоса насыпи превышает проектный на 4° [2].

Графо-аналитические расчеты устойчивости насыпи из отходов СМС показали следующее: при круглоцилиндрической поверхности скольжения ширина призмы возможного оползания составляет 3 м (при расчете методом алгебраического суммирования сил без учета статической нагрузки от тягового агрегата); при круглоцилиндрической поверхности скольжения с заглублением в слабое основание до 2 м ширина призмы возможного оползания составляет 7 м (от верхней бровки насыпи до верхнего строения железнодорожного пути), при которой коэффициент запаса устойчивости нагруженного откоса, рассчитанный методом касательных напряжений, превышает нормативное значение на 7%; выполненная контрольная оценка нормативной устойчивости насыпи методом векторного сложения сил при ее высоте, равной 33 м, и угле откоса равного 35° , подтвердила возможность использования расчетных параметров при проектировании защиты откосов от размыва атмосферными осадками.

В качестве расчетных показателей (γ, φ, c) с учетом нормативного значения коэффициента запаса устойчивости откосов приняты их средневзвешенные значения величин: насыпи $\gamma_{\text{СМС}} = 1560 \text{ кг/м}^3$; $\gamma_{\text{СК}} = 2100 \text{ кг/м}^3$; $\varphi_{\text{СМС}} = \varphi_{\text{СК}} = 32,3^\circ (\text{tg } \varphi = 0,6317)$; основание насыпи: $\gamma_0 = 21,4^\circ (0,3908)$, $c = 0,4 - 1,0 \text{ т/м}^2$.

Кроме того, в призме возможного оползания учтена нагрузка от тягового агрегата и грузовых думпкаров, равная 30 т на пог.м в пределах «длины поезда».

Выводы. Выполненные исследования позволяют рекомендовать к использованию при проектировании следующее: строительство земляного полотна двухпутной железной дороги из щебня сухой магнитной сепарации обеспечиваются по условиям устойчивости насыпи на высоту 31 м и результирующим углом откоса равным 35° .

Конструкция насыпи состоит из верхней части высотой 20 м и нижней части высотой 11 м; укладку в земляное полотно щебня СМС фракции от 3 до 10 мм производить в объеме до 50% одновременно с фракциями от 10 до 50 мм в любом соотношении, но не менее 10-15% каждой из них.

Кроме этого могут быть использованы дробленые скальные породы с фракцией щебня от 5 до 70 мм и песка с фракцией от 0 до 5 мм в объеме до 25%.

Укладку щебня и песка в тело земляного полотна необходимо производить с укаткой слоев мощностью до 0, 5 м, а укрепление поверхностей откосов насыпи скальными породами (с кусками не более 400-500 мм) выполнять в пределах укатываемых слоев [10] в виде треугольных призм высотой до 2 м в пределах укатываемых слоев.

При этом расширение отвала №2 к границе водоохранной зоны р. Ингулец на участке временной железнодорожной насыпи не окажет влияния на дренаж основания отвала и общую устойчивость его борта.

Список литературы

1. Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах. – СПб., 1998. – 208 с. (Минтопэнерго РФ РАН Гос. НИИ горн. геомех. и маркшейд. дела).
2. Норми технологичного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. - К.: Мінпромполітики України, 2007. - 134 с.
3. Инструкция по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. — Л.: ВНИМИ, 1971. - 187 с.
4. **Мироненко В.А.** Основы гидромеханики / **В.А. Мироненко, В.М. Шестаков.** – М.: Недра, 1974. – с. 193-212.
5. **Кузькин В.Н.** Инженерно-геологические и геоэкологические исследования при разведке и эксплуатации рудных месторождений//В.И. Кузькин, Б.Г. Самсонов, Г.И. Россман, Н.В. Петров. – М.:РИЦ ВИМСа, 2002. – 119с.
6. Гидротехника в горном деле и строительстве/ Пер.с нем. – М.: Недра, 1978. – с. 365-375.
7. ТУ У В.2.7-14.2-00190905-007:2010. Щебінь сухого магнітного збагачення ВАТ «ІнгЗК» для будівельних робіт. - Кривий Ріг: ВАТ «ІнгЗК», 2010. - 17 с.
8. Расширение отвала № 2. Инженерно-геологические изыскания. Рабочий проект: Отчет/Кривбасспроект; ПЗ-04237. Автор **Л.В. Петрова.** - Том 1. - Кривой Рог. 2005. - 61 с.
9. **Хуан Я.Х.** Устойчивость земляных откосов /пер. с англ. – М.: Стройиздат, 1988. – 240 с.: ил. – перевод изд: Stability analysis of earth slopes/Yand H. Huang. ISBN 5-274-00224-2.
10. Методические рекомендации по укреплению откосов на карьерах пригрузкой скальных пород. – Белгород: 1981.-28 с. (Препр./Минчермет СССР. ВНОГЕМ; 442).

Рукопись поступила в редакцию 07.03.14

УДК 622.271.333

Ю.М. НИКОЛАШИН, д-р техн. наук, А.В. ПЛОТНИКОВ, д-р геологич. наук,
Криворожский национальный университет

УСЛОВИЯ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТА ГЛУБОКОГО КАРЬЕРА В ЗОНЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ КРУПНОГО ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЗЛОМА ГОРИШНЕ-ПЛАВНИНСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Изучены инженерно-геологические условия формирования борта карьера в зоне крупного тектонического нарушения и предложены меры обеспечения устойчивости откосов.

Проблемы и ее связь с практическими задачами. Техническим проектом разработки карьера ОАО «Полтавский ГОК» предусмотрено поэтапное формирование конечного контура юго-западного борта карьера, значительная часть которого размещена в вмещающих породах – граноидах кировоградского комплекса палеопротерозой PR_1kg ; геолого-структурные и инженерно-геологические условия которых изучены с ограниченным количеством скважин только в северной части Горишне-Плавнинского месторождения. Дополнительным фактором, негативно влияющим на устойчивость юго-западного борта карьера, является наличие в границах западного крыла синклинойной зоны Западного глубинного разлома, с крутым западным падением ($75-80^\circ$), приуроченного к контакту сланцевой и железистой толщи криворожской серии.

В связи с проявлением локальных нарушений устойчивости отдельных участков прибортового массива, приуроченных к вмещающим граноидам на отметках от $+20 \div -30$ м до $-94 \div -108$ м, актуальным является изучение геолого-структурных и инженерно-геологических условий гранитного массива, с последующей оценкой устойчивости откосов борта на конечных контурах карьера.

Опыт формирования бортов глубоких железорудных карьеров в зонах динамического влияния крупных разрывных нарушений отсутствует. В связи с чем, недостаточно данных об инженерно-геологической изученности вмещающих пород в зоне разлома.

Для определения величин углов наклона борта карьера необходимо установить геолого-структурные особенности нарушенного массива горных пород в зоне разлома, включающего поверхности ослабления большой протяженности, интенсивность тектонической трещиноватости, ослабляющей прочность массива.

Одним из основных факторов, влияющих на инженерно-геологические условия в ходе формирования бортов карьера, является техногенная разгрузка от выемки горной массы, изменяющие естественные поля гравитационных и тектонических напряжений, действующих в призме возможного обрушения. При этом наибольшая активность проявления деформаций и их скоростей возникает в зонах динамического влияния тектонических разломов.

Анализ исследований и публикаций. Инструментальными и наклономерными наблюдениями в штольне за деформациями подработанного временно нерабочего восточного борта высотой до 240 м и углом наклона до 40° карьера №1 Центрального ГОКа в зоне Саксаганского разлома, зарегистрированные следующие текущие скорости смещения массива горных пород: в призме возможного обрушения – до 60 мм/год; в 50 м от нее зоны разлома – до 25 мм/год [1]. Указанные скорости смещения массива горных пород не относятся к критической стадии развития деформаций откосов при сроке службы борта (не более трех лет) [2]. Дальнейшая расконсервация восточного борта привела к формированию результирующего угла наклона в пределах $30-36^\circ$ и стабилизации скоростей смещения массива горных пород до 5-10 мм/год.

В Кривбассе выполнены инструментальные наблюдения на Южном геодинамическом полигоне за оседаниями и поднятиями земной поверхности в зоне Криворожского глубинного разлома протяженностью несколько сот км, включающего Саксаганский разлом и «Главный разлом» на Горшине-Плавнинском месторождении. В результате наблюдений установлены скорости вертикальных смещений земной поверхности в пределах от $(-10,8)$ до $(+2,6)$ мм/год, которые можно использовать при начальных наблюдениях за деформациями бортов в качестве фоновой тектонической составляющей подвижности разлома [3].

Ряд исследований обращают внимание на геодинамику техногенных движений, связанных

с подземными горными работами, последствием которых являются горные удары, землетрясения, рост тектонических напряжений и смещений, трещинообразование, раскрытие систем тектонических трещин массива горных пород [4].

При выемки горной массы в карьере происходит упругое смещение контуров бортов и поднятие дна, которые могут стать причиной ослабления прочности массива и развития сдвиговых деформаций призм возможного оползания откосов [5]. Так одной из возможных причин возникновения катастрофического нарушения устойчивости борта крупнейшего меднорудного карьера «Bingham-Canyon» глубиной до 800 м, разрабатываемого с 1904 г. (штат Юта, США) [6], произошедшего в апреле 2013 г., является длительное снижение прочности массива пород в процессе их разуплотнения и развитие деформаций ползучести при неблагоприятной форме борта в плане (в виде выпуклых контуров), при которой отсутствует боковой распор: сжимающие горизонтальные напряжения действующие по простиранию борта [7].

Целью выполненных исследований является изучение инженерно-геологических условий зоны динамического влияния «Главного разлома» Горшине-Плавнинского железорудного месторождения на устойчивость участка юго-западного борта и откосов уступов карьера «Полтавский ГОК» в пределах проектных контуров.

Содержание и результаты исследований. Объектом исследования является массив вмещающих пород, представленный гранитоидами крупного тектонического разлома (раздвига) шириной не меньше 300 м, слагающий участок верхних горизонтов борта на глубину 140 м.

Объем работ включал: бурение с отбором монолитов через пятиметровый интервалы в пяти инженерно-геологических скважинах глубиной от 85 до 129 м по профилю гор. (+30) м длиной 1150 м; геологическая документация керн; маршрутная инженерно-геологическая съемка обнажений уступов с замерами ориентировки систем тектонических трещин; минералогическое изучение под микроскопом шлифов тектонитов; лабораторные исследования физико-механических свойств тектонитов (гранитоидов, амфиболитов, мигматитов); графо-аналитические расчеты устойчивости уступов и борта карьера.

В результате инженерно-геологических исследований получены следующие исходные данные для оценки устойчивости борта и уступов:

геолого-структурный план и инженерно-геологические разрезы участка южно-западного борта;

величины показателей физико-механических свойств и инженерно-геологические элементы толщ гранитов в пределах «Главного разлома» и призм вероятного обрушения борта (табл. 1);

структура решетки и интенсивность тектонической трещиноватости вскрытых горизонтов (+30)...(-120) м;

величины коэффициентов структурного ослабления сцепления массива горных пород;

схема инженерно-геологического районирования участка борта.

По данным бурения инженерно-геологических скважин и минералогических исследований шлифов установлено, что зона разлома состоит из пересекающихся параллельных трещин в блоках, разделенных линзами и глыбами сравнительно мало нарушенными, но с развитием на их границах явления перетирания и раздробления, сформированная скальная структура пород в зоне разлома по прочности уступает сланцам рудно-кристаллической толщи в 2,5-5 раз (см. табл. 1). Продуктами перетирания является мелкая тектоническая брекчия, состоящая из обломков катаклазита микроскопических размеров и милонита до состояния пыли.

Ориентировка решетки трещиноватости в обнажениях уступов, состоящей из субмеридиональных, субширотных, диагональных и других секущих трещин в зоне тектонического разлом, согласуется только в пределах одной замерной станции на горизонте по длине от 10 до 50 м.

Измерения положения трещин определены с использованием солнечного компаса и графика зависимости азимута тени Солнца, времени суток и месяца года, а также географических координат пункта наблюдений.

В зависимости от интенсивности трещиноватости W , равной от 5 до 20, высот уступов и борта определены коэффициенты λ_r структурного ослабления массива, равные от 0,037 до 0,068 для выделенных инженерно-геологических элементов пород [8].

Инженерно-геологические элементы тектонитов и их физико-механические свойства

Наименование пород (номер инженерно-геологического элемента – ИГЭ)	Вертикальная мощность, средн., м	Плотность в условиях естественного залегания, кг/м ³	Пористость, %	Естественная влажность, %	Предел прочности водонасыщенных пород, МПа		Угол внутреннего трения, град.	Сцепление в образце МПа×10 ²
					на сжатие	на растяжение		
Гранит (ИГЭ-1):								
а) гранит микроклиновый неизменный, свежий (1.1)	40-100	2625	1,9	0,1	43-93	8-16	30,1	1529
б) гранит микроклиновый, свежий (1.2)	18	2610	0,6	0,1	70	23	30,4	2006
в) гранит микроклиновый выщелоченный (1.3)	55	2400	9,0	0,2	17-43	4-9	41,9	419
г) гранит микроклиновый окварцованный (1.4)	5-20	2610	4,1	0,1	56-107	18-35	30,9	1587
д) гранит плагиоклаз микроклиновый с биотитом, катаклазированный, брекчированный (1.5)	47	2625	2,5	0,6	58-83	11-19	41,8	1616
е) гранит плагиоклаз-микро-клин-амфиболовый, выщелоченный (1.6)	12-43	2265	13,6	0,3	11-26	3-6	35,0	395
ж) гранит выветренный (1.7)	5-20	2300	–	–	–	–	–	–
Мигматит (ИГЭ-2):								
а) мигматит амфиболовый, интенсивно гематитизированный 2(1)	20	2320	15,6	0,1-0,7	20-25	5-6	36,7	224
б) мигматит слабыветренный 2(2)	7	2320	–	–	–	–	–	–
в) мигматит выветренный 2(3)	20	2320	–	–	–	–	–	–
Полемигматит (ИГЭ-3):								
а) катаклазит полемигматиту меланократового 3(1)	92	2730	0,8-3,9	0,3-1,0	22-51	7-14	34,0	917
б) полемигматит биотит-амфиболовый, среднезернистый катаклазированный 3(2)	6	2680	2,4	0,7	25-48	9-17	42,3	1208
Амфиболит (ИГЭ-4):								
а) амфиболит окварцованный, катаклазированный 4(1)	24	2680	0,2-3,8	0,5-1,0	25-48	9-17	30,2	1356
б) амфиболит гранитизированный окварцованный, катаклазированный 4(2)	30	2960	0,6	0,7	27-33	10-13	28,1	953
Милонит (тектоническая зона) (5)	1-17	2765	0,7-3,0	0,5	20-51	7-11	28,5	612
Зона измельчения пород (6)	до 15	2300	–	–	–	–	–	–
Зона брекчирования пород (7)	3-15	2950	3,3	0,1-0,5	8-63	1-20	34,0	140
Сланцы (8)	более 100	3015	2	–	75-186	–	30,0	2320

Кроме этого, определено ослабление прочности массива в зависимости от длительных действующих гравитационных и тектонических напряжений (λ_0) и структурной нарушенности керна пород (λ_k) [9]

$$\lambda_0 = \lambda_T \cdot \lambda_0 \cdot \lambda_k,$$

где $\lambda_0 = 0,85$, λ_k равен в пределах 0,568-0,851, тогда λ_0 изменяется от 0,018 до 0,045.

Нормативные показатели величин сцепления C_0 и углов внутреннего трения φ , град пород в образце определены расчетом использованием лабораторных испытаний на сжатие σ_c и растяжения σ_p по формулам

$$C_0 = 0,5 \cdot \sqrt{\sigma_c \cdot \sigma_p}, \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{0,5 \cdot (\sigma_c - \sigma_p)}{\sqrt{\sigma_c \cdot \sigma_p}},$$

где соблюдено условие, что действующие нормальные напряжения σ_n напряжения по поверхностям скольжения призм возможного обрушения не превышают величин, равных (0,1-0,2) σ_c [9].

Графико-аналитические расчеты устойчивости уступов и борта выполнены с использованием типовых схем, учитывающей крутопадающие слои в сторону массива, методом векторного сложения сил по разработанной блок-схеме (рис. 1,2), алгоритм, разработанный ст. научн. сотр. Рыбчинской Е.Н.

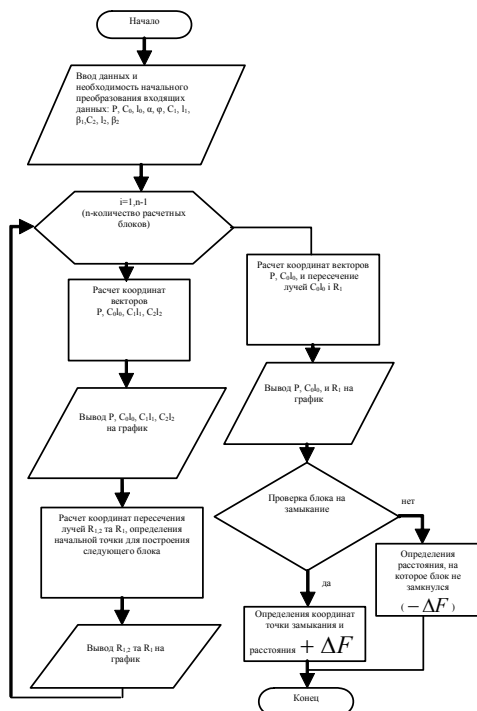


Рис. 1. Блок-схема алгоритма расчета стойкости бортов методом многоугольника сил

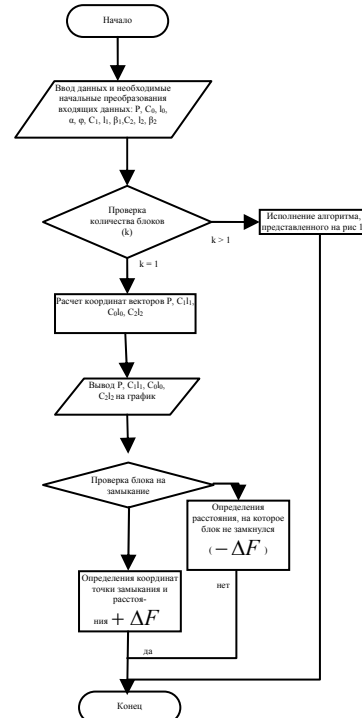


Рис. 2. Блок-схема алгоритма расчета стойкости уступов с вертикальными углами откосов методом многоугольных сил

Выводы и направление дальнейших исследований. Результаты геомеханических исследований позволяют рекомендовать выполнить корректировку следующих проектных параметров юго-западного борта: результирующего угла наклона борта до 40° , заоткоску уступов в предельном положении до 90° и высотой от 10 до 30 м при условии выполнения заверочного, направленного, наклонного бурения инженерно-геологических скважин в призме возможного обрушения борта высотой до 100 м.

Список литературы

1. Корчагин Н.В. Паспортизация и мониторинг сдвижения горных пород при открытых работах / Н.В. Корчагин, Ю.М. Николашин, Д.С. Палий // Разраб. рудн. месторожд., 2010. – Вып. 93. – С. 24-27.
2. Ильин А.И. О роли гравитационных напряжений в разуплотнении массива горных пород при открытой разработке месторождений полезных ископаемых / А.И. Ильин, Ю.М. Николашин, И.А. Широков // Приложение результатов исследования полей напряжений к решению задач горного дела и инженерной геологии. – Апатиты, Кольский филиал АН СССР. – 1985. – С. 31-35.
3. Куликовская О.Е. Вертикальные смещения реперов геодинамического полигона на территории эксплуатируемого месторождения / О.Е. Куликовская, В.Д. Сидоренко // Разраб. рудн. месторожд., 2010. – Вып. 93. – С. 81-86.
4. Николаев Н.И. Новейшая тектоника и геодинамика литосферы // Н.И. Николаев. – М.: Недра, 1988. – С. 438-472.
5. Николашин Ю.М. Результаты исследования допредельного состояния бортов глубоких карьеров с целью прогноза их устойчивости / Ю.М. Николашин, И.В. Потапов // Геотехнічна механіка, 2000. – Вып. 21. – С. 144-148.
6. Бингем (Bingham) // Горная энциклопедия, Том 1. – М., Изд-во «Советская энциклопедия», 1984. – С. 236-237.
7. Шейдеггер А.Е. Физические аспекты природных катастроф // А.Е. Шейдеггер. Пер. с англ. – М.: Недра, 1981. – С. 69-96.
8. Методичні вказівки з визначення оптимальних кутів нахилу бортів укосів уступів і відвалів залізрудних та флюсових кар'єрів / Мінполітики та ІППЕ НАН України: Днепропетровск, 2009. – 201 с.
9. Карташов Ю.М. Прочность и деформируемость горных пород // Ю.М. Карташов, Б.В. Матвеев, Г.В. Михеев, А.Б. Фадеев. – М.: Недра, 1979. – С. 50-112.

Рукопись поступила в редакцию 25.03.14

УДК 658.011.56

В.О. КОНДРАТЕЦЬ, канд. техн. наук., А.М. МАЦУЙ, канд. техн. наук
Кіровоградський національний технічний університет

ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОПУСТИМОЇ ПОХИБКИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РОЗРІДЖЕННЯ ПУЛЬПИ ПРИ ПОДРІБНЕННІ ПІСКІВ ДВОСПІРАЛЬНОГО КЛАСИФІКАТОРА

Розглянута технічна реалізація засобу ідентифікації співвідношення тверде/рідке у кульовому млині, що подрібнює піски двоспірального класифікатора, приведені результати його експериментального дослідження.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Відсутність достатньо точних засобів ідентифікації співвідношення тверде/рідке у кульовому млині, що подрібнює піски механічного двоспірального класифікатора, стримує автоматизацію даного технологічного процесу, що приводить до значних економічних збитків, підвищення собівартості залізорудного концентрату, оскільки знижується продуктивність, перевитрачаються електрична енергія, кулі та футерівка.

Розв'язання даної науково-технічної задачі дозволить покращити ефективність подрібнення руди. Це сприятиме реалізації Державної науково-технічної програми “Ресурсозберігаючі технології нового покоління в гірничо-металургійному комплексі”, затвердженої Законом України “Про основи державної політики у сфері науки і науково-технічної діяльності”, та планів наукової тематики Кіровоградського національного технічного університету за темою “Система комп'ютерної ідентифікації співвідношення тверде/рідке при подрібненні пісків класифікатора” (0107U005470). Зважаючи на те, що дана стаття спрямована розв'язання частини вказаної задачі, її тему слід визнати актуальною.

Аналіз досліджень та публікацій. Наукові роботи здебільшого присвячувались кульовим млинам з циркулюючим навантаженням. Значно менше уваги приділялось кульовим млинам, що подрібнюють піски двоспірального класифікатора. Запропонований засіб [1], як згодом було встановлено, може забиватись сторонніми предметами, які випадково потрапляють у пісковий потік. Запобігання цьому відрізняється значною вартістю і громіздкістю. Авторами даної роботи запропоновано алгоритмічний підхід ідентифікації співвідношення тверде/рідке в кульовому млині, що подрібнює піски двоспірального класифікатора [2], та алгоритми його реалізації [3,4], однак для здійснення пристрою необхідно розробити його технічне забезпечення з тим, щоб відносна похибка не перевищувала допустиме для даної технології значення $\pm 3\%$.

Постановка завдання. Метою даної роботи є розробка і експериментальна перевірка технічного забезпечення допустимої похибки ідентифікації розрідження пульпи при подрібненні пісків двоспірального класифікатора кульовим млином.

Викладення матеріалу та результати. Система ідентифікації розрідження пульпи при подрібненні пісків класифікатора складається з двох блоків – блока перетворювачів і блока обробки інформації.

В якості первинних перетворювачів використані відкриті знизу гідростатичні пристрої – основний і додатковий. Вони мають однакові конструктивні параметри, лише додатковий по вертикалі піднятий на 0,05 м. Виконані вони жорстко з'єднаними і мають висоту 600 мм і внутрішній діаметр 98 мм. У їх верхній частині розміщено штуцери, за допомогою яких вони імпульсними трубками з'єднані з вторинними перетворювачами наднормального тиску в електричний сигнал типу САП-ФІР-22М-ДИ2120. Конструкція блока перетворювачів показана на рис. 1.

Блок перетворювачів виконано з можливістю встановлення його в ніші приймального пристрою завиткового живильника кульового млина. На рис. 1 він показаний зі знятою герметизуючою кришкою. Основний перетворювач 1 в опущеному стані (рис.1б) знаходиться у робочому положенні - на рівні контролю тиску пульпи. Додатковий перетворювач 2 формує додаткову інформацію, яку використовують при обробці сигналів. Інформація цих двох перетворювачів є основною для ідентифікації співвідношення тверде/рідке в приймальному пристрої завиткового живильника, а отже і в кульовому млині. Перетворювачі встановлено в

корпусі 3 з можливістю вертикального переміщення. Імпульсні трубки 4 дозволяють переміщення перетворювачів 1 і 2. Механізм переміщення 5 автоматично забезпечує зміну положень перетворювачів, оскільки забезпечений відповідними засобами. У робочому положенні (рис.1б) перетворювачі знаходяться впродовж двох годин, потім вони піднімаються (рис.1а) і в цьому стані перебувають 60 с. Дані цикли повторюються автоматично.

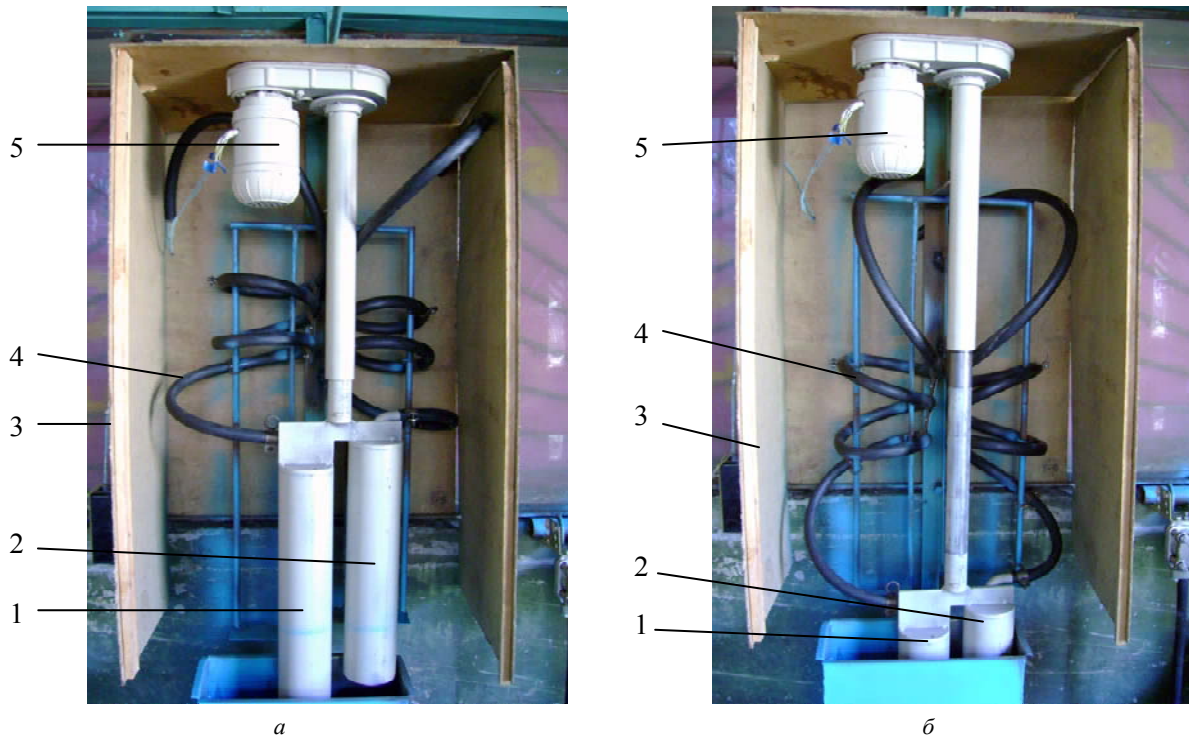


Рис. 1. Блок перетворювачів тиску пульпи без кришки з піднятими (а) і опущеними перетворювачами (б): 1 – основний перетворювач; 2 – додатковий перетворювач; 3 – корпус; 4 – імпульсна трубка; 5 – механізм переміщення

Електричні сигнали вторинних перетворювачів, пропорціональні тиску пульпи, поступають у блок обробки інформації, де реалізуються наступні алгоритми: знаходження ділянки випадкового процесу з незмінним рівнем сигналу основного перетворювача [3]; визначення рівня та наднормального тиску пульпи; розрахунку співвідношення тверде/рідке; осереднення значень співвідношення тверде/рідке по визначеній кількості точок [4].

Точність автоматичного керування співвідношенням тверде/рідке $K_{T/P}$ визначається похибкою знаходження регульованої величини – $K_{T/P}$, яка в значній мірі залежить від розрядності аналого-цифрового перетворення. Аналіз показав, що 12-розрядні аналогово-цифрові перетворювачі (АЦП) не створюють відчутних помилок при визначенні співвідношення тверде/рідке.

Розглянуті алгоритми можливо реалізувати мікропроцесорними засобами. При їх виборі слід враховувати швидкодію, оскільки за достатньо короткий відрізок часу необхідно реалізувати ряд алгоритмів, які відрізняються достатньою складністю, а також розрядність, що визначає точність отримання технологічного параметра. Крім того, при обґрунтуванні мікропроцесорних засобів слід враховувати розрядність аналого-цифрових перетворювачів, особливо, якщо вони є складовою частиною мікроконтролера. Цим вимогам відповідає мікроконтролер типу MSP430F1611PM. Він відрізняється невеликою споживаною потужністю в активному режимі – 280 мкА (1 МГц, 2,2 В), має 16 – розрядну RISC – архітектуру, 12 – розрядний АЦП з вбудованим джерелом опорної напруги, пристроєм вибору зберігання та функцією автоматичного перетворення, здвоєний синхронний 12 – розрядний ЦАП, 16 – розрядний таймер з трьома регістрами захоплення фронтів порівняння та 16 – розрядний таймер з трьома або семи регістрами захоплення фронтів порівняння з мертвою зоною. Крім того, він забезпечений вбудованим компаратором, послідовним комунікаційним інтерфейсом USART1, що працює в режимі асинхронного UART або синхронного SPI, послідовним комунікаційним інтерфейсом (USART1),

що працює в режимі асинхронного UART або синхронного SPI або I2C, супервізором напруги живлення з програмованим порогом, бронуївським детектором, вбудованим послідовним внутрішньосхемним програматором, вбудованим завантажувачем, 48 Кбайтами + 256 байтами флеш – пам'яті та 10 Кбайтами ОЗП.

Принципова схема ідентифікації співвідношення тверде/рідке у приймальному пристрої завиткового живильника, конструктивно виконана у вигляді блока обробки інформації, показана на рис. 2.

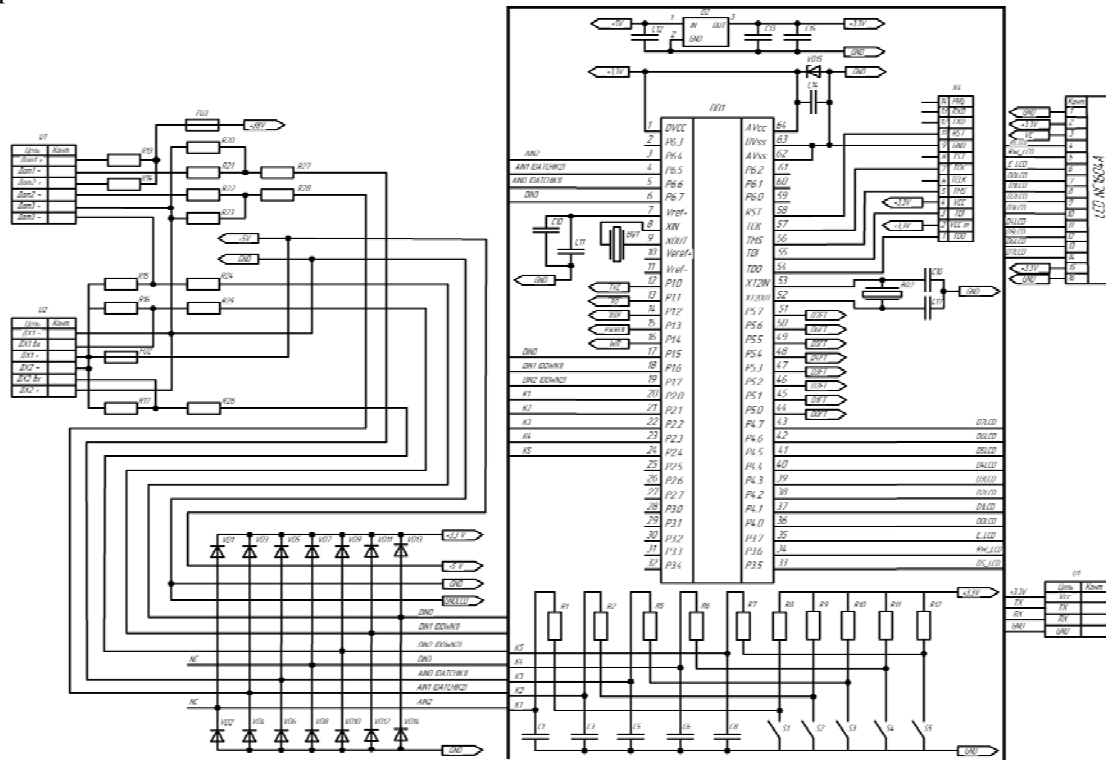


Рис. 2. Принципова схема засобу ідентифікації співвідношення тверде/рідке у приймальному пристрої завиткового живильника

Вузол мікроконтролера, побудований на 16-розрядному мікроконтролері DD1 типу MSP430F1611PM, забезпечує обробку вхідних дискретних і аналогових сигналів. Живиться мікроконтролер напругою 3,3 В, що знімається з стабілізатора напруги D2. Вхід живлення мікроконтролера від кидків напруги, що його живить, захищає стабілітрон VD15. Для формування відліків точного часу в мікроконтролері використовується кварцовий резонатор BQ1. Конденсатори C10, C11 слугують для задання робочого режиму. Для внутрішньосхемного налагодження контролера слугує інтерфейс JTAG, який виводиться через роз'єм X4. При автоматичній роботі пристрою для відображення і налагодження параметрів використовується рідиннокристалічний чотирьохрядковий дисплей NC1604A фірми NEWTEC. Він вмикається через роз'єм X2. Для управління дисплеєм, введення необхідних параметрів використовується клавіатура S1-S5. Резистори R1, R2, R5-R12 разом з конденсаторами C1, C3, C5, C6, C8 забезпечують «антидребезговий» захист при спрацюванні кнопок.

Мікроконтролер, крім того, забезпечує передачу результатів на персональний комп'ютер відповідно програмі, записаній у внутрішню пам'ять. При цьому необхідна інформація більш докладніше виводиться на монітор комп'ютера. Принципова схема забезпечення зв'язку з персональним комп'ютером показана на рис. 3. Вона виконана на інтегрованому контролері D1 типу FT245RL, який перетворює протокол USB в паралельну 8-розрядну шину, через яку підключається до мікроконтролера.

Струмові сигнали з перетворювачів тиску проходять через контакти блока перетворювачів і через роз'єм U1 (рис. 2) потрапляють на вхід мікропроцесорної системи. Струмові сигнали з перетворювачів тиску (рис.2) перетворюються в напругу резисторами R20, R23, з яких через обмежуючі резистори R27, R28 подаються на аналогові входи мікроконтролера. Ці резистори необхідні для того, щоб привести напругу з перетворювачів до рівня, необхідного для

нормальної роботи АЦП мікроконтролера.

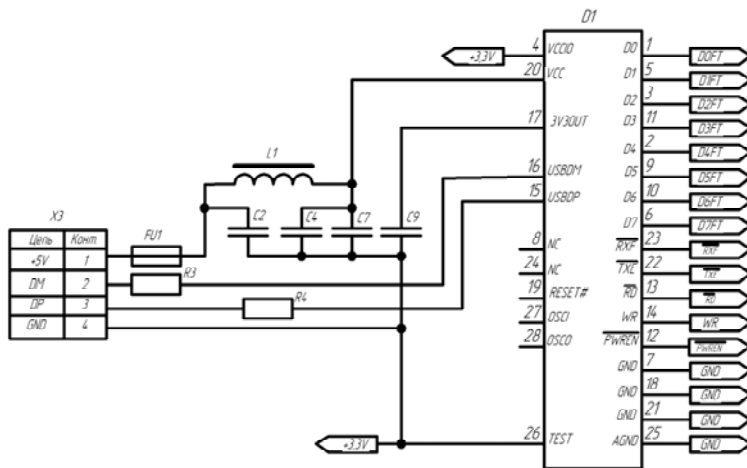


Рис. 3. Принципова схема забезпечення зв'язку з персональним комп'ютером

Діоди VD1-VD14 служать для захисту входів мікроконтролера від перевищення напруги з перетворювачів тиску більше +3,3 В і менше 0 В. При перевищенні напруги в ланцюзі більше +3,3 В, відкривається відповідний діод і напруга живлення 3,3 В подається в даний ланцюг. При цьому подальше підвищення напруги по даному колу не відбувається. Напруга з перетворювачів тиску після цього ланцюга подається на відповідний вхід АЦП мікроконтролера.

Експериментальні дослідження системи ідентифікації співвідношення

тверде/рідке виконувалися у статичних і динамічних умовах. Дослідження в статичних умовах здійснювалися з залученням стенда (рис. 1) впродовж місяця.

В ході експериментальних досліджень встановлено, що $K_{T/P}$, визначені по формулам через значення рівня і тиску, практично повністю співпадають з параметрами, розрахованими за густинами матеріалів у експериментах.

Враховуючи, що між цими параметрами існує лінійний зв'язок, при обробці експериментальних даних застосовувалися методи лінійної регресії. Рівняння лінійної регресії між показаннями комп'ютерної системи ідентифікації співвідношення тверде/рідке в приймальному пристрої завиткового живильника і еталонним значенням співвідношення тверде/рідке, визначене за даними 240 експериментів, має вигляд

$$K_{(T/P)BC} = 1.0021595 K_{T/P} - 0.0006455.$$

Коефіцієнт кореляції склав 0,9998, а середнє квадратичне відхилення - 0,0045, що відповідає похибці $\pm 2,54\%$.

Отримані дані показують, що в процесі експериментальних досліджень засіб ідентифікації співвідношення тверде/рідке в приймальному пристрої завиткового живильника підтвердив високу точність визначення параметра, яка задовольняє пред'явленим до нього вимогам з боку технологічного процесу.

Випробування засобу ідентифікації співвідношення тверде/рідке в приймальному пристрої завиткового живильника в динамічних умовах здійснювалося з залученням імітатора хвильового процесу [5]. Закономірності зміни рівнів визначалися заданням програми в блоці керування імітатора хвильового процесу.

Апаратура, яка використовувалася в даних дослідженнях показана на рис. 4.

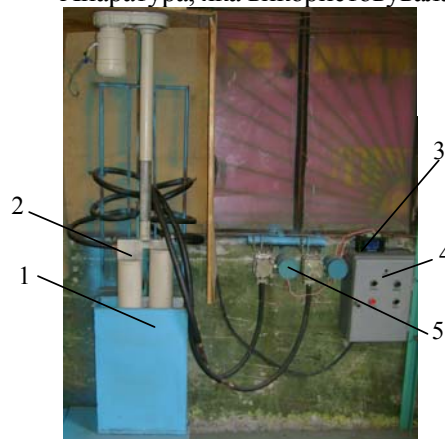


Рис. 4. Система ідентифікації співвідношення тверде/рідке в приймальному пристрої завиткового живильника з імітатором хвильового процесу: 1 – нерухомий резервуар імітатора хвильового процесу; 2 – блок первинних перетворювачів; 3 – блок обробки інформації; 4 – панель керування блоком первинних перетворювачів; 5 – блок вторинних перетворювачів тиску

Вона включає імітатор хвильового процесу 1, блок первинних перетворювачів 2, блок обробки інформації 3, панель керування блоком первинних перетворювачів 4, блок вторинних перетворювачів тиску 5.

Перед випробуваннями в імітатор хвильового процесу 1 (див. рис. 4) заливався певний об'єм рідини, що відповідав заданому (одному з трьох) середньому зна-

ченню рівня пульпи. При подачі напруги живлення на апаратуру вона включалася в автоматичну дію.

Рівень рідини весь час змінювався по характерним закономірностям.

Визначення співвідношення тверде/рідке здійснювалося впродовж всього дослідження. Вихідна величина в процесі окремого дослідження не змінювалася.

Вона порівнювалася з заданим еталонним значенням, яке визначалося густиною вимірюваного середовища.

В окремих дослідженнях змінювалися значення середнього рівня рідини і густини вимірюваного середовища – 1000; 1100; 1200; 1300 кг/м³.

У процесі експериментальних досліджень проведено 200 експериментів.

Встановлено, що у динамічних умовах визначені системою ідентифікації співвідношення тверде/рідке K_{TP} відповідали еталонним значенням.

Рівень пульпи і характерні закономірності його зміни не впливали на результати ідентифікації співвідношення тверде/рідке, як і температура навколишнього середовища, що змінювалася в межах 16-40°C.

Відносна похибка ідентифікації співвідношення тверде/рідке склала $\pm 2,71\%$.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Технічна реалізація системи ідентифікації співвідношення тверде/рідке при подрібненні пісків двоспірального класифікатора у вигляді блока перетворювачів і блока обробки інформації повністю відповідає умовам збагачувальної фабрики.

Експериментальною перевіркою встановлено, що похибка ідентифікації співвідношення тверде/рідке в статичних умовах складає $\pm 2,54\%$, а в динамічних – $\pm 2,71\%$.

Ці похибки є допустимими для даного технологічного процесу, оскільки вони менші $\pm 3,0\%$.

Результати виконаних досліджень відрізняються новизною, враховуючи те, що вперше створена апаратура, яка в достатньо складних умовах не перевищує допустимий рівень похибки, що визначається технологічним процесом.

Практична значущість отриманих результатів дослідження полягає в можливості практичного застосування достатньо точного і надійного засобу ідентифікації розрідження пульпи у кульовому млині, що подрібнює піски класифікатора.

Перспективою подальших досліджень є створення системи автоматичного керування розрідженням пульпи у кульовому млині, що подрібнює піски двоспірального класифікатора.

Список літератури

1. А.с. 388790 СССР, МКИ В03В 11/00. Устройство для автоматического контроля загрузки и стабилизации разжижения пульпы в мельнице / **Ф.Н. Дегтярев, А.А. Мерзляков, В.А. Кондратец, В.И. Новохатько, Н.И. Кучма, Т.И. Гуленко** (СССР). – 1420849/29-33; заявл. 30.03.70; опубл. 05.07.73, Бюл. № 29.
2. Декларативний пат. 7741 Україна, МКВ 7 В 03 В 11/00. Спосіб автоматичного контролю розрідження пульпи в млинах, що подрібнюють піски механічних класифікаторів / **Кондратець В.О., Мацуй А.М.**; заявник та патентовласник Кіровоградський національний технічний університет. – №20041007979; заявл. 01.10.2004; опубл. 15.07.2005, Бюл. №7.
3. **Кондратець В.О.** Пошук оптимальних умов ідентифікації розрідження пульпи у завитковому живильнику інформаційними технологіями / **В.О. Кондратець, А.М. Мацуй** // Вісник Криворізького національного університету: зб. наук. праць. – 2013. – Вип. 34. – С. 66-71.
4. **Кондратець В.О.** Обґрунтування параметрів і структури блока ідентифікації співвідношення тверде/рідке по тиску пульпи / **В.О. Кондратець, А.М. Мацуй** // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць Кіровоградського національного технічного університету. – 2010. – Вип. 23. – С. 65-70.
5. **Кондратець В.О.** Оптимізація параметрів стенда, що формує коливальний вертикальний рух рідини / **В.О. Кондратець, А.М. Мацуй** // Вісник Криворізького національного університету: зб. наук. праць. – 2012. – Вип. 33. – С. 256-260.

Рукопис подано до редакції 17.02.14

УДК 622.271

В.Г. ПШЕНИЧНЫЙ, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

Н.Н. ПЫЖИК, канд. техн. наук, доц., Криворожский национальный университет

ТЕХНОЛОГИЯ ВНУТРЕННЕГО ОТВАЛООБРАЗОВАНИЯ С ФОРМИРОВАНИЕМ ВРЕМЕННОГО ВНУТРЕННЕГО ОТВАЛА

Предложена новая технология внутреннего отвалообразования с формированием временного внутреннего отвала до достижения карьером конечной глубины при разработке крутопадающих месторождений. Перемещение временного внутреннего отвала предусматривается по бестранспортной или комбинированной схемам. Определена область применения предложенной технологии.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Внутреннее отвалообразование в карьере позволяет в 3-5 раз сократить расстояние транспортирования вскрышных пород автомобильным транспортом, повысить устойчивость пригруженных бортов карьера, отказаться от систематического нарушения земельных площадей внешними отвалами. Кроме этого, частичная засыпка карьера упрощает и уменьшает затраты на последующую рекультивацию.

Анализ исследований и публикаций. Все технологии разработки карьера с внутренним отвалообразованием можно разделить на два основных направления: с формированием постоянного внутреннего отвала; с формированием временного внутреннего отвала, и последующей его переэкскавацией до формирования постоянного внутреннего отвала.

Существует несколько групп технологий внутреннего отвалообразования с формированием временного внутреннего отвала: разработка месторождения блоками с внутренним отвалообразованием [1-3]; разработка месторождения этапами с внутренним отвалообразованием [4-8]; другие технологии внутреннего отвалообразования с формированием временного внутреннего отвала [9].

При многократном перемещении временного внутреннего отвала транспортным способом возрастает суммарное расстояние транспортирования вскрышных пород, поэтому разработка технологии внутреннего отвалообразования с перемещением вскрышных пород временного внутреннего отвала бестранспортным способом по кратчайшему расстоянию является актуальной задачей.

Постановка задачи. Задачей данной статьи является разработка технологии внутреннего отвалообразования с формированием временного внутреннего отвала и переэкскавацией его драглайнами, а также определение области применения предлагаемой технологии внутреннего отвалообразования.

Изложение материала и результатов. Предлагаемая технология внутреннего отвалообразования предусматривает формирование временного внутреннего отвала с экономически целесообразной и технологически возможной глубины.

Режим горных работ при применении технологии внутреннего отвалообразования с формированием временного внутреннего отвала состоит из этапов. Первый этап включает подготовку площадки под отвал, ведение горных работ в направлении второго этапа и формирование временного внутреннего отвала. Каждый последующий этап включает углубку горных работ в направлении с меньшим коэффициентом вскрыши, подготовку площадки для начала формирования внутреннего отвала, внутреннее отвалообразование с переэкскавацией внутреннего отвала предыдущего этапа (рис. 1).

Исследованиями установлено, что технология внутреннего отвалообразования с формированием временного внутреннего отвала влияет на режим добычных и вскрышных работ, что проявляется в необходимости создания площадок в карьере для размещения временного внутреннего отвала на каждом этапе внутреннего отвалообразования, и ведении горных работ в направлении следующего этапа внутреннего отвалообразования.

Оптимальное направление углубки карьера при применении технологии внутреннего отвалообразования с формированием временного внутреннего отвала должно определяться с учетом проектной производительности карьера по полезному ископаемому.

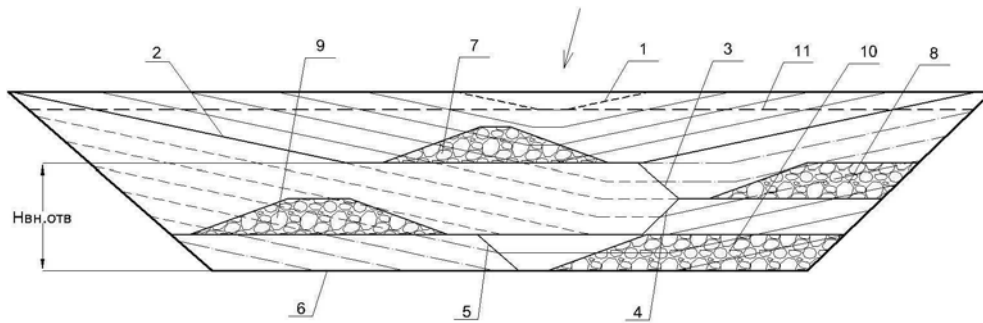


Рис. 1. Схема ведення горних робіт в кар'єрі етапами з внутрішнім отвалообразованием при $\varphi = \varphi_{\text{тах}}$ (показан продольний розріз умовного кар'єра): 1 - контур ГКР; 2 - контур кар'єра I етапу; 3 - контур кар'єра II етапу; 4 - контур кар'єра III етапу; 5 - контур кар'єра IV етапу; 6 - контур кар'єра V етапу; 7 - тимчасовий внутрішній отвал (I етап); 8 - тимчасовий внутрішній отвал (II етап); 9 - тимчасовий внутрішній отвал (III етап); 10 - постійний внутрішній отвал (IV і V етапи); 11 - контур залежи по простиранию.

В результаті виконаних досліджень встановлено, що для підтримання проектної продуктивності кар'єра по руді, формування тимчасового внутрішнього отвалу необхідно здійснювати при досягненні глибини кар'єра, при якій забезпечується достатнє кількість рудних фронтів з урахуванням їх вибиття в зв'язі з формуванням внутрішнього отвала.

Тимчасовий внутрішній отвал формується одноярусним або многоярусним, в залежності від застосованого способу його перевиїмки: одноярусним - при перевиїмці тимчасового внутрішнього отвалу тільки безтранспортним способом з використанням драглайнів; многоярусним - при використанні комбінованого способу перевиїмки (транспортного і безтранспортного).

Предлагаемая технологія внутрішнього отвалообразования з формуванням тимчасового внутрішнього отвалу заключається в наступному [10].

При досягненні кар'єром глибини, починаючи з якої буде економічно вигідним формування внутрішнього отвалу з урахуванням його послідовного переміщення на нижні горизонти до кінцевої глибини кар'єра, здійснюють постановку в місці формування тимчасового внутрішнього отвалу в тимчасово непрацюючий або кінцеве положення ділянки бортов, які розташовані вздовж простягання залежи (рис. 2).

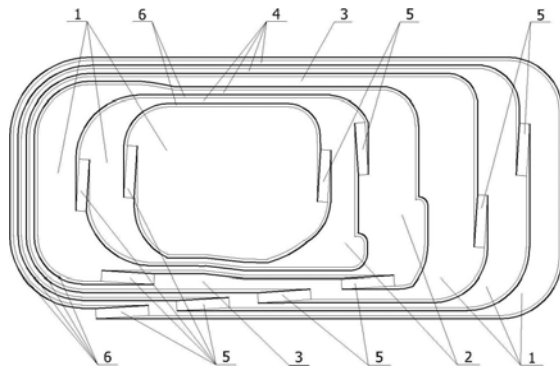


Рис. 2. План кар'єра на момент початку внутрішнього отвалообразования: 1 - площадка уступа; 2 - рабочая площадка; 3 - транспортная берма; 4 - предохранительная берма; 5 - съезд; 6 - уступ

На горизонті, з якого буде здійснюватися отсыпка отвала, з обох бортів залишають транспортні берми. Далі між цими ділянками починається формування тимчасового внутрішнього отвалу.

Транспортні берми на обох бортах залишають до моменту формування тимчасового внутрішнього отвалу, після чого залишають одну транспортну берму.

Формування тимчасового внутрішнього отвалу, здійснюють бульдозерним способом з протилежних бортів кар'єра, що дозволяє збільшити фронт отвальних робіт.

Тимчасовий внутрішній отвал формується в один ярус.

Висота внутрішнього отвалу приймається кратної висоті уступа.

При цьому, висота ярусу не повинна перевищувати максимальну глибину черпання драглайнів, а також максимально допустимую висоту ярусу, розраховану за стійкістю породи отвала (рис. 3).

При веденні горних робіт в кар'єрі, а також для забезпечення необхідної продуктивності по корисному копалині, може виникнути необхідність в переміщенні тимчасового внутрішнього отвалу в горизонтальному напрямку, а при углубке горних робіт необхідно переміщення тимчасового внутрішнього отвалу на нижні горизонти.

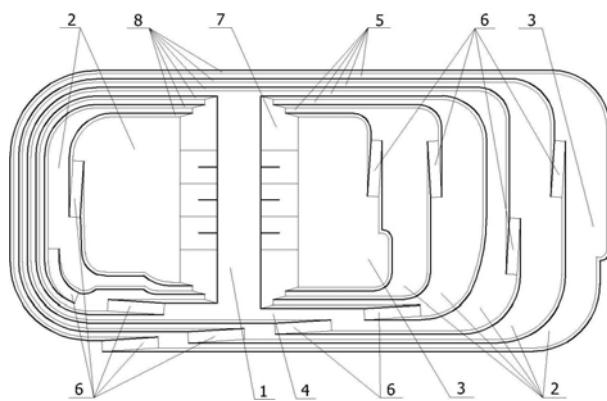


Рис. 3. План карьера с временным внутренним отвалом в период эксплуатации: 1 - отвальная площадка; 2 - площадка уступа; 3 - рабочая площадка; 4 - транспортная берма; 5 - предохранительная берма; 6 - съезд; 7 - временный внутренний отвал; 8 - уступ

Перемещение временного внутреннего отвала как в горизонтальном направлении, так и на нижние горизонты, осуществляют драглайнами по простой или усложненной бестранспортной схеме отвальными заходками шириной A_3 .

Для обеспечения равномерного подвигания отвального фронта, а также для обеспечения полного использования рабочих параметров драглайнов, необходимо использование драглайнов одного типоразмера. Для достижения максимальной ширины отвала в отсыпанном виде рекомендуется использовать драглайны с увеличенными рабочими параметрами. Ширину заходок A_3 принимают в зависимости от типоразмера драглайнов и возможно меньшей (с обеспечением нормального набора ковшем горной массы) - для обеспечения большей ширины отвала и необходимой ширины бермы безопасности. Угол откоса яруса отвала β принимается равным углу естественного откоса пород отвала.

Перемещение временного внутреннего отвала в горизонтальном направлении по простой бестранспортной схеме (рис. 4) осуществляют до момента достижения ширины отвальной площадки равной

$$Ш_{o,n} = R_{ч1(2)}^{\max} + R_{р1(2)}^{\max} - A_3 - H_o \cdot \operatorname{ctg} \beta$$

где $R_{ч1(2)}^{\max}$ - максимальный радиус черпания драглайна №1 (№2), м; $R_{р1(2)}^{\max}$ - максимальный радиус разгрузки драглайна №1 (№2), м; A_3 - ширина заходки драглайна, м; H_o - высота отвала, м; β - угол откоса яруса отвала, град.

Дальнейшее перемещение временного внутреннего отвала в горизонтальном направлении осуществляют по усложненной бестранспортной схеме двумя драглайнами (рис. 5).

Перемещение временного внутреннего отвала в горизонтальном направлении по схеме, изображенной на рис. 5, осуществляют до момента достижения ширины отвальной площадки равной

$$Ш_{o,n} = R_{ч1}^{\max} + R_{р1}^{\max} + R_{ч2}^{\max} + R_{р2}^{\max} - A_3 - H_o \cdot \operatorname{ctg} \beta - \sqrt{A_3 \cdot H_o \cdot \operatorname{ctg} \beta},$$

где $R_{ч1}^{\max}$, $R_{ч2}^{\max}$ - максимальный радиус черпания соответственно первого и второго драглайнов, м; $R_{р1}^{\max}$, $R_{р2}^{\max}$ - максимальный радиус разгрузки соответственно первого и второго драглайнов.

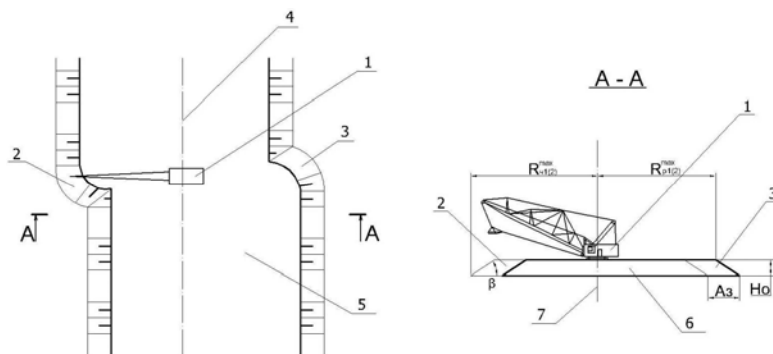


Рис. 4. Схема перемещения временного внутреннего отвала в горизонтальном направлении одним драглайном: 1 - драглайн №1; 2 - отвальная заходка №1; 3 - отвальная заходка №2; 4 - продольная ось драглайна; 5 - отвальная площадка; 6 - временный внутренний отвал; 7 - ось вращения драглайна

Перемещение временного внутреннего отвала на нижние горизонты начинают осуществлять по схеме, изображенной на рис. 6.

При этом, между временным внутренним отвалом и верхней бровкой временно нерабочего

борта оставляют отвальную берму B , ширина которой определяется в зависимости от высоты временного внутреннего отвала.

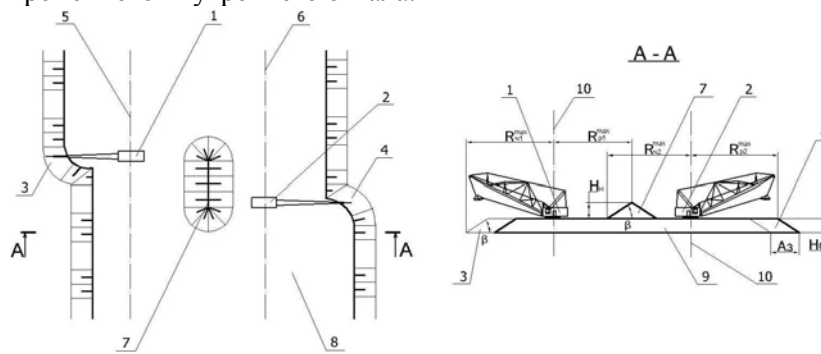


Рис. 5. Схема перемещения временного внутреннего отвала в горизонтальном направлении двумя драглайнами: 1 – драглайн №1; 2 – драглайн №2; 3 – отвальная заходка драглайна №1; 4 – отвальная заходка драглайна №2; 5 – продольная ось драглайна №1; 6 – продольная ось драглайна №2; 7 – навал; 8 – отвальная площадка; 9 – временный внутренний отвал; 10 – ось вращения драглайна

Дальнейшее перемещение временного внутреннего отвала на нижние горизонты осуществляют по схеме, изображенной на рис. 7.

В связи с тем, что себестоимость экскавации вскрышных пород драглайнами в 2-3 раза выше, чем экскавация механическими лопатами, а также учитывая разное количество технологических процессов при транспортном и бестранспортном способах, возникает задача определения при каких условиях использование предложенного способа перемещения временных внутренних отвалов является рациональным.

Перемещение временного внутреннего отвала транспортным способом включает экскавацию пород внутреннего отвала экскаватором, погрузку пород в автосамосвалы, транспортирование пород внутреннего отвала автосамосвалами к месту формирования отвала, бульдозерное отвалообразование.

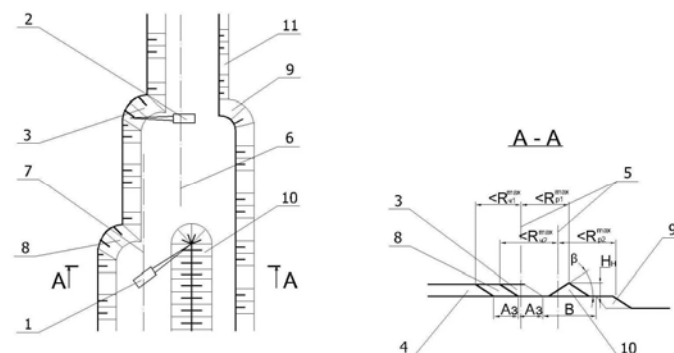


Рис. 6. Схема перемещения временного внутреннего отвала на нижние горизонты по простой бестранспортной схеме: 1 - драглайн №1; 2 - драглайн №2; 3 - отвальная заходка №1 драглайна №2; 4 - временный внутренний отвал; 5 - оси вращения драглайнов; 6 - продольная ось драглайна №2; 7 - продольная ось драглайна №1; 8 - отвальная заходка №1 драглайна №1; 9 - отвальная заходка №2 драглайна №2; 10 - навал; 11 - временно нерабочий борт

В предложенной технологии перемещение временного внутреннего отвала осуществляется бестранспортным способом драглайнами.

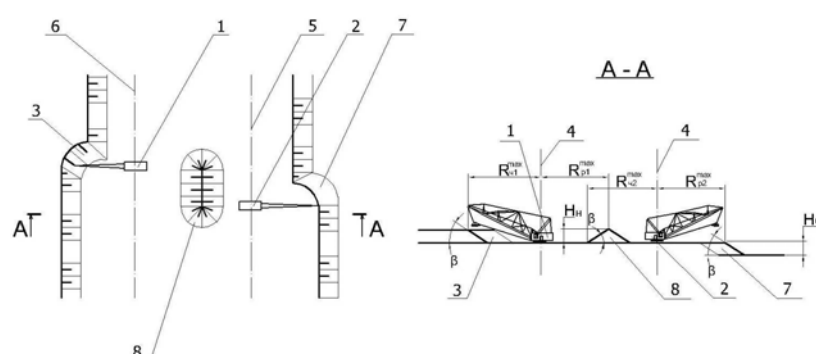


Рис. 7. Схема перемещения временного внутреннего отвала на нижние горизонты по усложненной бестранспортной схеме: 1 - драглайн №1; 2 - драглайн №2; 3 - отвальная заходка драглайна №1; 4 - оси вращения драглайнов; 5 - продольная ось драглайна №2; 6 - продольная ось драглайна №1; 7 - отвальная заходка драглайна №2; 8 - навал

Перемещение пород временного внутреннего отвала осуществляется драглайнами по кратчайшему расстоянию, в то время как расстояние транспортирования пород автосамосвалами по транспортным бермам, уклон которых не более 80 %, может составлять 2-3 км и более, в зависимости от транспортной схемы карьера.

Таким образом, для определения области применения предложенного способа, необходимо определение расстояния транспортирования автосамосвалами вскрышных пород во внутренний отвал, при котором себестоимость перемещения временного внутреннего отвала по транспортному и бестранспортному способам будут равными.

Себестоимость перемещения 1 м^3 пород временного внутреннего отвала транспортным способом составляет

$$C_{mp} = c_{экс} + c_a \cdot \gamma \cdot l_{mp} + c_b \quad (1)$$

где $c_{экс}$ - себестоимость экскавации 1 м³ пород отвала, грн/м³; c_a - себестоимость транспортирования 1 т пород отвала на 1 км, грн/ткм; γ - плотность пород отвала, т/м³; l_{mp} - расстояние транспортирования пород отвала, км; c_b - себестоимость бульдозерного отвалообразования 1 м³ пород отвала, грн/м³.

Себестоимость перемещения 1 м³ пород временного внутреннего отвала бестранспортным способом составляет

$$C_{бестр} = c_d \cdot N_{пер} \quad (2)$$

где c_d - себестоимость переэкскавации 1 м³ пород отвала драглайном при угле поворота драглайна 180 °; $N_{пер}$ - количество переэкскаваций пород отвала.

Используя формулы (1-2), получим расстояние транспортирования автосамосвалами пород отвала, при котором себестоимости перемещения временного внутреннего отвала транспортным и бестранспортным способами будут равны

$$l_{mp} = \frac{c_d \cdot N_{пер} - c_{экс} - c_b}{c_a \cdot \gamma} \quad (3)$$

При использовании драглайна ЭШ-10/70 ($c_d=15,3$ грн/м³), ЭКГ-10 ($c_{экс}=5,5$ грн/м³), автосамосвалов грузоподъемностью 120 т ($c_a=2,1$ грн/ткм), бульдозеров САТ-D9R, плотности пород отвала $\gamma = 2,5$ т/м³ и $N_{пер}=1$ рациональное расстояние транспортирования вскрышных пород временного внутреннего отвала по формуле (3) составит

$$l_{mp} = \frac{15,3 \cdot 1 - 5,5 - 4,1}{2,1 \cdot 2,5} = 1,1 \text{ км}$$

при $N_{пер}=2$

$$l_{mp} = \frac{15,3 \cdot 2 - 5,5 - 4,1}{2,1 \cdot 2,5} = 4 \text{ км}$$

Выводы и направление дальнейших исследований. Таким образом, предложена новая технология разработки крутопадающих месторождений с формированием временного внутреннего отвала с последующей его переэкскавацией по бестранспортной либо комбинированной схемам.

Определено, что при превышении экономически обоснованного предельного расстояния транспортирования автосамосвалами пород временного внутреннего отвала, их перемещение целесообразно осуществлять драглайнами.

Список литературы

1. Рутковский Б.Т. Блоковый способ отработки карьерных полей с большим простираем // Разработка угольных месторождений открытым способом. – Кемерово, 1972. – Вып. 1. – С. 82 - 87.
2. Способ открытой разработки крутопадающих месторождений полезных ископаемых: А. с. 337516 СССР, МКИЗ Е 21 С 41 / 00 / Б.Т. Рутковский. – Опубл. 05.05.72., Бюл. № 15.
3. Способ открытой разработки крутопадающих месторождений при отработке глубоких горизонтов карьера: А. с. 968402 СССР, МКИЗ Е 21 С 41 / 00 / В.Ф. Бызов, В.Н. Романенко. – Опубл. 23.10.82., Бюл. № 39.
4. Шапарь А.Г., Лашко В.Т., Романенко А.В. и др. Основные положения новой технологии разработки крутопадающих месторождений с внутренним отвалообразованием // Разработка рудных месторождений. – 1988. – Вып. 45. – С. 3 - 6.
5. Положення про проектування внутрішнього відвалоутворення та складування відходів виробництва в залізничних і флюсових кар'єрах. – Дніпропетровськ: Мінерал, 2004. – 50 с.
6. Технология разработки с внутренним отвалообразованием для крутопадающих месторождений / Шапарь А.Г., Лашко В.Т., Романенко А.В. и др. – Днепропетровск: Облполиграфиздат, 1987. – 4 с.
7. Способ открытой разработки крутопадающих месторождений: А. с. 1155755 СССР, МКИЗ Е 21 С 41 / 00 / А.Г. Шапарь, В.Т. Лашко, А.В. Романенко и др. – Опубл. 15.05.85, Бюл. № 18.
8. Романенко А.В. Обоснование основных параметров технологии разработки крутопадающих месторождений с внутренним отвалообразованием, обеспечивающей снижение землеемкости производства: Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук: 05.15.03 / Днепропетровский горный ин-т им Артема. – Днепропетровск, 1989. – 17 с.
9. Просандеев Н.И. Определение основных параметров внутренних отвалов // Разработка рудных месторождений. – 1982. – Вып. 33. – С. 81 - 88.
10. Патент на корисну модель України № 44540. Спосіб відкритої розробки крутоспадних родовищ корисних копалин з внутрішнім відвалоутворенням / Пшеничний В.Г., Пижиж М.М. – 2009. – Бюл. №19.

Рукопись поступила в редакцию 23.03.14

УДК 622.271.333

Д.В. ШВЕЦ, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СХЕМ И ПОРЯДОК ОТРАБОТКИ КРУТОПАДАЮЩИХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПОСТАНОВКИ БОРТОВ КАРЬЕРА В КОНЕЧНОЕ ПРОЕКТНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Проанализировано фактическое положение горных работ в карьере ОАО «Лебединский ГОК». Определены основные направления развития ведения открытых горных работ, с учетом выполненного горно-геометрического анализа геологического строения Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений. Представлена сравнительная характеристика циклических видов транспортирования горной массы, применяемые при вскрытии и разработке глубоких горизонтов карьера ОАО «Лебединский ГОК», и обосновано применение поточно-циклической технологии для решения проблемы пропускной и провозной способности железнодорожного транспорта до конца отработки месторождения.

Ключевые слова: рабочий и нерабочий борт карьера, активный фронт работ, технологический транспорт, железнодорожные станции и перегоны, элементы поточной технологии.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Наиболее сложными из условий разработки является освоение крутопадающих железорудных месторождений, в которых технико-экономические показатели работы карьеров непосредственно зависят от систематически возрастающей глубины ведения открытых горных работ. Перемещение горной массы повсеместно предусмотрено применением комбинированных видов транспорта, при которых внутрикарьерные перевозки производятся большегрузными автосамосвалами, а по земной поверхности – железнодорожными составами. Сырая руда транспортируется по бортам карьеров в основном ленточными конвейерами.

Опыт эксплуатации основного горнотранспортного оборудования показывает, что дальнейшее применение его при вовлечении в разработку более глубоких горизонтов будет сопровождаться существенным увеличением затрат на добычу полезного ископаемого (возрастающий объем выемки пород вскрыши требует дополнительных площадей под размещение транспортных коммуникаций и перегрузочных пунктов на бортах карьера, что вызывает повышенный их разнос).

Поэтому проблему поддержания производственной мощности глубоких карьеров и оснащение их соответствующим оборудованием при продолжающейся углубке следует решать принципиально новыми методами в направлении оптимизации технико-экономических показателей на основе исследования параметров горнотранспортной системы, представляющей собой совокупность технологических решений по выбору средств транспорта и непосредственно связанных с ним выемочно-погрузочным оборудованием в комплексе [1].

Анализ исследований и публикаций. Увеличение угла транспортирования горной массы с учетом горно-геологического строения месторождений полезных ископаемых является экономически оправданным вследствие значительной экономии капитальных и эксплуатационных затрат [2], [3].

Постановка задачи. Проанализировав основные виды технологического транспорта применяемого при вскрытии и разработке глубоких горизонтов карьера ОАО «Лебединский ГОК», рассмотрены основные направления развития ведения открытых горных работ, обеспечивающие выдачу железной руды на дневную поверхность в объеме 53-55 млн. т в год.

Изложение материалов и результаты. По состоянию горных работ на 01.01.2013 год карьер ОАО «Лебединский ГОК» вскрыт до горизонта минус 213 м. Максимальная глубина карьера от поверхности составляет 421 м, длина по поверхности – 4447 м, ширина – 3185 м, площадь карьера – 1208,8 га [4].

Сырьевой базой Лебединского горно-обогатительного комбината являются Лебединское и Стойло-Лебединское месторождения, расположенные в центре Оскольского железорудного района, в 18 км к юго-западу от железнодорожной станции Старый Оскол.

В настоящее время Лебединским ГОКом добываются и перерабатываются железистые кварциты в соответствии с Техническим проектом на разработку Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений III очередь строительства [5].

В таблице 1 приведены запасы железистых кварцитов Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений, числящихся на балансе ОАО «Лебединский ГОК» по состоянию на 01.01.2013 года (по данным отчетного баланса форма – 5гр).

Таблица 1

Категория запасов	Лебединское месторождение		Стойло-Лебединское месторождение		Всего:	
	Запасы, тыс.т					
	балансовые	забалансовые	балансовые	забалансовые	балансовые	забалансовые
Сидерит-маритовые (богатые)						
В+С ₁	32 896	3 269	—	—	32 896	3 269
С ₂	4 338	—	—	—	4 338	—
Итого:	37 234	3 269	—	—	37 234	3 269
Окисленные железистые кварциты						
В+С ₁	18 244	—	—	38 179	18 244	38 179
С ₂	104 240	—	—	—	104 240	—
Итого:	122 484	—	—	38 179	122 484	38 179
Неокисленные и полуокисленные кварциты						
В+С ₁	2 261 234	—	2 228 619	279 000	4 489 853	279 000
С ₂	1 489 044	—	109 002	680 000	1 598 046	680 000
Итого:	3 750 278	—	2 337 621	959 000	6 087 899	959 000
В т.ч. промышленные (в проектном контуре карьера)	1 487 157	—	1 454 448	—	2 941 605	—

Выполненный пересчет в геоинформационной системе K-MINE распределения объемов железистых кварцитов и вскрышных пород по горизонтам между контуром карьера на 01.01.2013г. и проектным отработанным видом, согласно Технического проекта на разработку Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений до горизонта минус 250 м [5], представлен в сводной табл. 2.

Средний коэффициент вскрыши по месторождению составляет 0,46 м³/т.

Таблица 2

Горизонт	Высота уступа, м	Объем по горной массе, тыс. м ³	Руда, тыс. м ³	Руда, тыс. т	Вскрыша, тыс. м ³
202	13	32 273,41			32 273,41
189	13	37 623,82			37 623,82
175	14	73 851,22			73 851,22
163	12	60 109,71			60 109,71
150	13	64 120,23			64 120,23
137	13	65 018,29			65 018,29
124	13	64 668,95			64 668,95
111	13	63 209,70			63 209,70
100	11	52 199,93			52 199,93
90	10	50 778,33			50 778,33
75	15	78 690,32	838,28	2 858,55	77 852,03
60	15	80 511,96	6 531,17	22 271,28	73 980,80
45	15	81 653,90	22 461,56	76 593,91	59 192,34
30	15	80 235,61	34 226,05	116 710,83	46 009,55
15	15	78 582,87	37 361,84	127 403,89	41 221,03
0	15	77 682,10	38 751,23	132 141,70	38 930,86
-15	15	78 402,01	40 297,92	137 415,91	38 104,08
-30	15	77 931,56	41 565,37	141 737,92	36 366,19
-45	15	78 248,46	42 748,78	145 773,33	35 499,68
-60	15	77 436,34	43 493,61	148 313,21	33 942,74
-75	15	75 705,62	43 085,82	146 922,66	32 619,80
-90	15	75 146,69	42 530,50	145 029,02	32 616,19

-105	15	73 993,18	42 450,22	144 755,26	31 542,96
-120	15	72 502,51	42 394,94	144 566,74	30 107,57
-135	15	71 167,47	42 158,08	143 759,07	29 009,38
-150	15	69 779,35	43 472,48	148 241,17	26 306,86
-165	15	67 800,98	44 963,71	153 326,24	22 837,28
-180	15	64 087,20	44 303,97	151 076,53	19 783,24
-195	15	56 807,48	41 117,01	140 209,01	15 690,47
-210	15	53 482,98	38 431,57	131 051,66	15 051,41
-225	15	47 658,20	36 758,25	125 345,62	10 899,96
-240	15	43 767,94	34 309,36	116 994,92	9 458,58
-250	10	26 952,34	21 259,94	72 496,38	5 692,41
ИТОГО:		2 119 807,26	825 511,67	2 814 994,80	1 294 295,59

Учитывая имеющуюся схему вскрытия карьера ОАО «Лебединского ГОКа» необходимо выполнение работ по разному и постановке участков западного и восточного бортов в предельное конечное положение согласно отчету о научно-исследовательской работе «Инженерно-геологическое обоснование безопасных параметров участка временно нерабочих бортов карьера» [7].

С учетом дальнейшего понижения горных работ в карьере до глубины 500 м, согласно утвержденных запасов и кондиций на рудные и нерудные полезные ископаемые, необходимо предусмотреть выполнение научно-исследовательской работы по выдаче заключений обеспечивающих устойчивость бортов карьера ОАО «Лебединский ГОК» с понижением глубины ведения горных работ (исследование состояния устойчивости бортов карьера, откосов ярусов отвалов с целью прогноза ожидаемых, допустимых и предельных значений деформаций).

Принятая транспортно-углубочная система разработки, с параллельным продвижением фронта горных работ, с учетом безопасного ведения открытых горных работ, залегания пород и руд месторождений, физико-механических свойств горных пород предопределяет добычу железистых кварцитов осуществлять в юго-восточной и центральной части карьера.

Продолжение ведения интенсивных работ по отработке «сланцевого языка» и понижение перегрузочных рудно-вскрышных пунктов с автотранспорта на железнодорожный транспорт обеспечит наличие активного фронта горных работ в горизонтальной плоскости развития карьерного поля до расчетного 2025 г. Целесообразности полноты погашения объемов по отработке «сланцевого языка» подтверждена средним коэффициентом вскрыши центральной части карьера 0,212 м³/т.

Специалистами ГП «ГПИ «Кривбасспроект» проанализировано постепенное наращивание объемов добычи железистых кварцитов в период 2014-2020 гг. для достижения проектной производительности карьера с использованием имеющегося парка выемочно-погрузочного и транспортного оборудования (Вариант 1) и горного оборудования с увеличенными геометрическими характеристиками и производительностью (Вариант 2). Перспективный план производства на расчетные 2014, 2020 и 2025 гг. представлен в табл. 3.

Таблица 3

Показатели	2014 год	2020 год	2025 год
Добыча железистых кварцитов, млн т	47,7	53,2	53,2
Вскрыша, всего, млн м ³	22,0	25,0	25,0
скальная вскрыша, млн м ³	13,5	12,1	14,6
скальная вскрыша (пригрузка), млн м ³	2,2	1,0	1,0
рыхлая вскрыша, млн м ³	8,5	13,1	10,4
в т.ч. средства гидромеханизации, млн м ³	2,5	4,0	4,0
Коэффициент вскрыши млн м ³ /т	0,461	0,474	0,47
Количество перегрузочных пунктов (Вариант 1), шт.	12	10	14
Количество перегрузочных пунктов (Вариант 2), шт.	11	5	9
Расстояние откатки автотранспорта, км	2,6	3,7	3,5
Расстояние откатки ж/д транспорта, км	14,3	15,7	17,0
Грузооборот автотранспорта, млн т.км	149	167	257
Грузооборот ж/д транспорта, млн т.км	1 377	1 622	1 799

Увеличение пропускной и провозной способности железнодорожного транспорта без строительства III въездной железнодорожной траншеи возможно осуществить только за счет уменьшения количества угловых заездов и времени простоя ж/д составов на станциях «Горная», «Скальная», «Кварцитная» путем увеличения объемов вывоза горной массы минуя станцию «Горная» (см. рис. 1).

В связи с увеличением объемов добычи железистых кварцитов и выемки вскрышных пород (автозабой) на нижних горизонтах карьера в расчетных 2023-2025 гг. дальнейшее развитие транспортной схемы в карьере возможно с внедрением циклично-поточной технологии транспортировки железистых кварцитов до корпусов крупного дробления обогатительной фабрики ОАО «Лебединский ГОК».

Ввод в эксплуатацию ЦПТ на борту карьера определен превышением лимита пропускной и провозной способности железнодорожных станций, перегонов и подвижного состава в расчетном 2023 году.

Сравнение вариантов строительства ЦПТ на борту карьера выполнено на имеющейся технической базе - использование экскаваторов ЭКГ-10 с погрузкой в карьерные автосамосвалы 130 т (Вариант 1); к автомобильно-железнодорожному оборудованию с увеличенными характеристиками и производительностью горного оборудования – использование экскаваторов ЭКГ-15 на перегрузочных пунктах и экскаваторов Hitachi, с ковшом емкостью 20 м³, в автозабоях с погрузкой в карьерные автосамосвалы 220 т (Вариант 2).

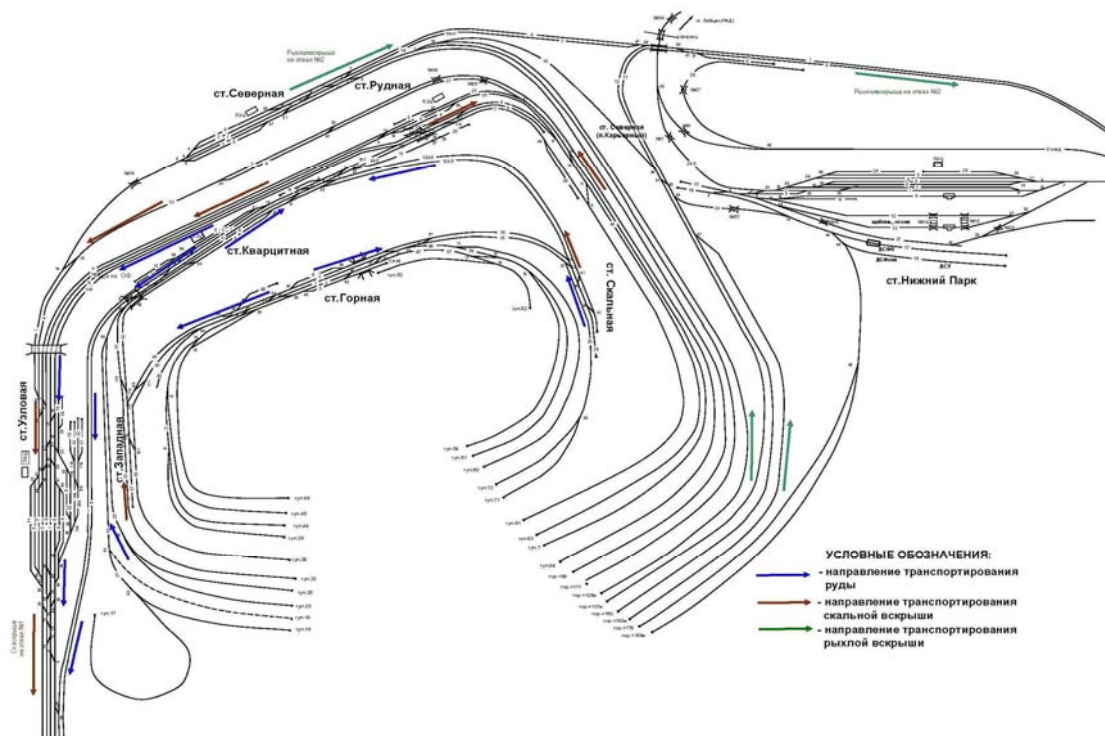


Рис. 1 Схема транспортировки горной массы железнодорожным транспортом

Преимущества и недостатки предлагаемых вариантов расположения ЦПТ в карьере ОАО «Лебединский ГОК» представлены в табл. 4.

В связи с увеличением объемов добычи железистых кварцитов и выемки вскрышных пород (автозабой) на нижних горизонтах карьера в расчетных 2023-2025 гг. дальнейшее развитие транспортной схемы в карьере возможно с внедрением циклично-поточной технологии транспортировки железистых кварцитов до корпусов крупного дробления обогатительной фабрики ОАО «Лебединский ГОК».

Ввод в эксплуатацию ЦПТ на борту карьера определен превышением лимита пропускной и провозной способности железнодорожных станций, перегонов и подвижного состава в расчетном 2023 году. Сравнение вариантов строительства ЦПТ на борту карьера выполнено на

имеющейся технической базе – использование экскаваторов ЭКГ-10 с погрузкой в карьерные автосамосвалы 130 т (Вариант 1); к автомобильно-железнодорожному оборудованию с увеличенными характеристиками и производительностью горного оборудования – использование экскаваторов ЭКГ-15 на перегрузочных пунктах и экскаваторов Hitachi, с ковшом емкостью 20 м³, в автозаволах с погрузкой в карьерные автосамосвалы 220 т (Вариант 2).

Таблица 4

Наименование показателей	1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант	5 вариант	6 вариант	7 вариант		ЗБ вариант	
	Западный (применение конвейеров фирмы «MetsoMinerals») 40 млн.т. руды	Центральный (применение конвейеров фирмы «Гжжмаш») 40 млн.т. руды	Южный (применение конвейеров фирмы «Гжжмаш») 40 млн.т. руды	Западный (применение конвейеров фирмы «Doppelmauer») 40 млн. т. руды	Центральный (применение крутонаклонных конвейеров) 40 млн.т. руды	Южный (применение крутонаклонных конвейеров) 40 млн.т. руды	I этап - центральный (применение крутонаклонных конвейеров) 20 млн.т. руды	II этап - южный (применение крутонаклонных конвейеров) 20 млн.т. руды	I этап - южный (применение конвейеров фирмы «Гжжмаш») 20 млн.т. руды	II этап - южный углубленный (применение конвейеров фирмы «Гжжмаш») 20 млн.т. руды
Дата подготовки площадки под дробилки, год	01.01.17	01.01.17	01.01.21	01.01.17	01.01.16	01.01.21	01.01.16	01.01.23	01.01.21	01.01.23
Пуск ЦПТ в эксплуатацию, год	2020	2020	2023	2020	2019	2023	2019	2025	2023	2025
Горизонт расположение дробилок, м	минус 138	минус 75	0	минус 138	минус 75	0	минус 75	минус 78	0	минус 78
Горизонт разгрузки автосамосвалов, м	минус 120	минус 57	18	минус 120	минус 57	18	минус 57	минус 60	18	минус 60
Количество руды в целике под дробилками, тыс. т	29 104	146 993	118 552	29 104	123 474	118 552	83 985	37 926	99 659	37 926
Срок эксплуатации ЦПТ, лет	до конца отработки	не менее 20	15 ÷ 20	до конца отработки	не менее 20	15 ÷ 20	не менее 20	15	15 ÷ 20	не менее 15
Возможность удлинения ЦПТ	–	–	+	–	+	+	+	+	+	–
Объемы работ формирования площадки под ПДП, млн. м ³	4,32	1,46	11,26	4,32	0,88	11,03	0,88	21,86	11,26	11,43
Удельная высота подъема автотранспортом, м	43	89	144	43	89	144	89	87	144	87
Дальность транспортировки руды автотранспортом на ПДП, км	2,8	2,9	3,3	2,8	2,9	3,3	2,9	3,0	3,3	3,0
Угол наклона конвейера, градус	15	15	15	20	30	30	30		15	

Следует отметить, что применение конвейерного транспорта в карьере наиболее эффективно при отработке нижних горизонтов карьера. В настоящее время нижние горизонты карьера ОАО «ЛГОКа» отрабатываются на комбинированный автомобильно-железнодорожный транспорт.

Поэтому наиболее очевидным является поэтапный переход на дробильно-конвейерные комплексы части грузопотоков именно этих горизонтов.

При этом возможна отработка руды на комплекс ЦПТ, а выемка и транспортирование скальной вскрыши до перегрузочных пунктов с авто на железнодорожный транспорт по существующей схеме.

В связи с этим, критерием выбора варианта глубины расположения дробильно-перегрузочного пункта ЦПТ является обоснование расчета глубины ввода ЦПТ, основу которого составляет принцип равенства удельных энергетических затрат (оцениваемых по удельному расходу дизельного топлива) на транспортирование 1 т руды с верхнего горизонта отработки на автомобильный транспорт (верхней рудной зоны ЦПТ) и удельных энергетических затрат на транспортирование руды автомобильным транспортом с дна карьера (нижней рудной зоны ЦПТ).

При этом, не учитываются затраты на транспортирование руды в горизонтальном направлении, ввиду их равенства для нижней и верхней рудных зон для ЦПТ.

Высота рудной зоны для ЦПТ, при доставке руды на дробильно-перегрузочный пункт автомобильным транспортом, выражается следующими формулами (рис. 2)

$$h_p = h_p^H + \Delta h^B + (h_2^H - h_2^B) \quad (1)$$

$$h_p = H_K - h_2^B \quad (2)$$

где h_p^H - высота нижней рудной зоны для ЦПТ, м; Δh^B - высота нижней части верхней рудной

зоны, обрабатываемой полностью на автомобильный транспорт, м; h_a^y - глубина частичного ввода автомобильного транспорта на рудных горизонтах, м; h_a^n - глубина полного ввода автомобильного транспорта на рудных горизонтах, м; H_k - глубина карьера, м.



Рис. 2 Схема для расчета глубины расположения горизонта разгрузки ЦПТ

Глубина заложения горизонта разгрузки ЦПТ

$$H_y = h_a^n + \Delta h^B \quad (3)$$

Удельные энергетические затраты нижней рудной зоны

$$E_p^n = h_p^n \cdot \frac{K_p}{i} \cdot q^n, \quad (4)$$

где K_p - коэффициент развития трассы; i - уклон автомобильных съездов, доли ед.; q^n - удельный расход дизельного топлива для автосамосвалов, работающих на подъем, л/т·км

Удельные энергетические затраты верхней рудной зоны

$$E_p^B = (\Delta h^B + (h_a^n - h_a^y) \cdot K_{тр}) \cdot \frac{K_p}{i} \cdot q^n \cdot K_{рас}, \quad (5)$$

где $K_{тр}$ - коэффициент, учитывающий удельный объем руды, обрабатываемый на автомобильный транспорт в зоне работы автомобильно-железнодорожного транспорта; $K_{рас}$ - коэффициент, учитывающий снижение расхода дизельного топлива при движении автосамосвалов на спуск.

Оптимальная глубина заложения разгрузки ЦПТ H_y будет при условии равенства удельных энергетических затрат верхней и нижней рудных зон $E_p^n = E_p^B$. Приравняв уравнения (4) и (5), выразим глубину нижней рудной зоны

$$h_p^n = (\Delta h^B + (h_a^n - h_a^y) \cdot K_{тр}) \cdot K_{рас} \quad (6)$$

Приравняв правые части уравнений (1) и (2), и с учетом уравнения (6) можно выразить величину Δh^B

$$\Delta h^B = \frac{H_k - h_a^y - (h_a^n - h_a^y) \cdot (1 + K_{тр} \cdot K_{рас})}{K_{рас} + 1} \quad (7)$$

Глубина заложения горизонта разгрузки ЦПТ

$$H_y = h_a^n + \frac{H_k - h_a^y - (h_a^n - h_a^y) \cdot (1 + K_{тр} \cdot K_{рас})}{1 + K_{рас}} \quad (8)$$

При выполнении расчета приняты следующие исходные данные для условий карьера ОАО «Лебединский ГОК», и с учетом нормативных показателей

$$K_p = 1,25; K_{рас} = 0,8; h_a^n = 254 \text{ м}; h_a^y = 149 \text{ м}; H_k = 459 \text{ м}; K_{тр} = 0,43.$$

Глубина заложения горизонта разгрузки ЦПТ для условий Лебединского ГОКа при работе ЦПТ

$$H_y = 254 + \frac{459 - 149 - (254 - 149) \cdot (1 + 0,43 \cdot 0,8)}{1 + 0,8} = 348 \text{ м}$$

При средней отметки поверхности карьера 209 м, оптимальный горизонт разгрузки ЦПТ минус 139 м.

Выводы и направления дальнейших исследований. Учитывая динамику развития горных работ в карьере ОАО «Лебединский ГОКа» с учетом постановки северного борта, северо-

западного и северо-восточного участков бортов карьера на конечный проектный контур, формирование, размещение и строительство площадки ПДП под ЦПТ с разгрузкой автосамосвалов на горизонте минус 135 м возможно только по вариантам ЦПТ западного и центрального расположения конвейерных трасс с использованием крутонаклонного конвейера [8] или же конвейеров фирм «MetsoMinerals» [9], «Doppelmayr» [10].

Следует отметить, что длина конвейерного тракта западного варианта размещения составляет более 8 км, при этом необходимо обеспечить пересечение инженерных и транспортных коммуникаций, следовательно, по экономическому эффекту применение данного варианта расположения ЦПТ в карьере уступает железнодорожному способу доставки железистых кварцитов к корпусам крупного дробления обогатительной фабрики ОАО «ЛГОКа».

Неравномерность грузопотока автомобильного транспорта по доставке руды на ПДП (объем доставки руды по кратчайшему пути на расчетный 2025 год до ПДП №1 составит 5000 тыс. т в год, а на ПДП №2 – 35 000 тыс. т в год), это предопределяет необходимость в устройстве проезда от ПДП №1 к ПДП №2 через конвейерный тракт, либо обеспечение дополнительного доступа от ПДП №1 к горизонтам минус 90 м и ниже с помощью формирования съездовых участков (при такой конфигурации транспортной схемы будут законсервированы запасы рудного тела юго-западного направления ниже площадки ПДП ЦПТ).

Таким образом, необходимо рассмотреть возможность отработки южного рабочего борта карьера с помощью проходки и формирования въездных скользящих железнодорожных съездов под максимально возможным руководящим уклоном, с учетом отработки рыхлых вскрышных пород средствами гидромеханизации.

Данная реконструкция развития транспортной схемы оптимизирует распределение грузопотоков по вывозу горной массы из карьера.

Следовательно, при постановке нерабочего борта карьера, разрабатывающего крутопадающие железорудные месторождения, в предельное проектное положение необходимо учитывать при проектировании на перспективу, с учетом понижения ведения открытых горных работ ниже горизонта подсчета балансовых геологических запасов, перенос транспортных коммуникаций с нерабочего на рабочий борт карьера.

Список литературы

1. **Дриженко А.Ю.** Кар'єрні технологічні гірничотранспортні системи: моногр. / А.Ю. Дриженко. – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2011. – 542 с.
2. **Терещенко В.В., Ковалев К.В., Швец Д.В.** Поэтапность ввода в эксплуатацию циклично-поточных технологий, вскрывающих крутопадающие месторождения полезных ископаемых, с исследованием рационального шага переноса дробильно-перегрузочного пункта // Разработка рудных месторождений. – Кривой Рог, 2011. – Вып. 94. – с. 55-59.
3. **Сторчак В.А., Терещенко В.В., Швец Д.В.** Сравнительная характеристика автомобильного и конвейерного видов транспорта в условиях разработки глубоких горизонтов карьера Ингулецкого ГОКа // Сучасні технології розробки рудних родовищ / Збірник наукових праць за результатами роботи Міжнародної науково-технічної конференції. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2011. – с. 45-46.
4. **Швец Д.В.** Анализ перспективных направлений ведения открытых горных работ в карьере ОАО «Лебединский ГОК» // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць / Ін-т Геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. – Дніпропетровськ, 2013. – Вип. 111. – 203-212 с.
5. ОАО «Лебединский ГОК». Технический проект на разработку Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений. III очередь строительства. – Белгород: ООО «ЦЕНТРОГИПРОРУДА», 2004.
6. **Хоменко С., Котов А.** Геоинформационная система K-MINE: Пособие пользователя. – Кривой Рог: «КРИВ-БАССАКАДЕМИНВЕСТ», 2012. – 372 с.: ил.
7. ОАО «Лебединский ГОК». Отчет о НИР «Инженерно-геологическое обоснование безопасных параметров участка временно нерабочих бортов карьера». – Белгород: ОАО «ВНОГЕМ», 2012.
8. ОАО «Ковдорский ГОК». Дробильно-транспортный комплекс крутонаклонный ДТК-3000/140к. – Киев: HOWARD TRADING INC, 2005.

УДК 622.1:622.831.3

О.В. ДОЛГІХ, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет

ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ТА НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ПРИ РОЗРАХУНКАХ МОЖЛИВОСТІ УТВОРЕННЯ ПРОВАЛІВ ВІД ДІЇ ПІДЗЕМНИХ ГІРНИЧИХ РОБІТ

Розглянуто використання теорії нечіткої логіки та нейронних мереж при прогнозуванні виходу провалів на денну поверхню від впливу підземних гірничих робіт. Для підвищення якості прогнозування провалів, при розрахунках та аналізі всіх факторів впливу на стан поверхні, пропонується використання сучасних статистичних методів.

Проблема і її зв'язок з науковими та практичними задачами. Непрогнозований вихід воронки на поверхню викликає суспільний резонанс та інколи значні фінансові витрати. Прикладом є вихід воронки на території шахти ім. Орджонікідзе. Питання, які прямо чи посередньо при цьому формулюються, це:

чому ця подія не була наперед прогнозованою, що могло би мінімізувати наслідки?

чи може бути повторення некерованого провалу на цій шахті або будь якій іншій?

чи можна шляхом оптимізації системи розробки, додатковими вимірами чи застосуванням сучасних приладів отримати достатньо повну інформацію про подібні можливі обвалення, щоб їх не допустити?

Аналіз досліджень та публікацій. Отже, чи можна було спрогнозувати цю подію? При використанні застарілих методик, знань та підходів до вирішення задачі спрогнозувати складно, тому що провалля, наприклад, на шахті ім. Орджонікідзе – результат недостатньо вивчених процесів, що відбуваються у надрах. При цьому, можна підкреслити те, що деякі дані впливу на процес невідомі і тому, їх можна вважати недостовірними, пропущеними, відсутніми, а значить і «непрогнозованими».

Очевидно, що проблема в тому, що за всіма існуючими методиками вирішення цієї задачі здійснюється з використанням чіткої математичної логіки. Суть проблеми добре сформулював професор Каліфорнійського університету, автор теорії нечіткої логіки і застосування її в інженерних галузях Лотфи А. Заде (Lotfi A. Zadeh): «Я вважаю, що зайве прагнення до точності в результаті зводить нанівець теорію керування й теорію систем, тому що воно приводить до того, що дослідження в цій області зосереджуються на тих і тільки тих проблемах, які піддаються точному рішення. В результаті – багато класів важливих проблем, в яких дані – цілі й обмеження є занадто складними або неточно визначеними для того, щоб допустити точний математичний аналіз, залишалися й залишаються осторонь від тієї причини, що вони не піддаються математичному трактуванню. Для того щоб сказати що-небудь істотне для проблем подібного роду, ми повинні відмовитися від наших вимог точності й допустити результати, які є трохи розмитими або невизначеними».

Постановка задачі. Отже перший крок, який необхідно зробити – визнати геологічну інформацію, інформацію про існуючі пустоти, про наші знання геомеханічної моделі родовища, про систему спостережень неповними. Якщо оперувати неповними даними, то потрібна і математична теорія, що оперує такими даними.

Викладення матеріалу та результати. Однією з таких теорій є нечітка логіка, яка успішно застосовується для вирішення задач, в яких вихідні дані є ненадійними або слабо формалізованими. В літературних джерелах наводяться сильні та слабкі сторони нечітких систем. До переваг належить:

опис умов і методів вирішення задачі здійснюється мовою, близькою до природної;

згідно до теореми FAT (Fuzzy Approximation Theorem), доведеної Б. Коско у 1993 р., будь-яка математична система може бути апроксимована системою, заснованою на нечіткій логіці, що характеризує універсальність нечітких систем;

ефективність та універсальність пояснюється рядом теорем, що аналогічні теоремам про повноту штучних нейронних мереж.

Як видно з зазначеного, задачі розрахунку та прогнозування зрушень земної поверхні підпадають під клас задач, які можливо вирішувати на основі даної теорії.

До недоліків нечітких експертних систем відносять по-перше те, що вихідний набір правил формулюється експертом-людиною, і може бути суперечливим. При вирішенні задач маркшейдерського забезпечення, в обробку включаються всі дані які є для вирішення задачі. При цьому деякі дані можуть бути неповними. Наприклад, об'єми пустот можуть відрізнятися від тих, які приймаються для розрахунку, через ряд об'єктивних або суб'єктивних факторів, геологічні та геомеханічні данні наближені через їх мінливість у просторі та часі, тощо. При вирішенні таких задач обробка може виконуватися методами що припускають застосування таких неточних, неповних або частково відсутніх даних.

По-друге, вигляд і параметри функцій приналежності, які описують вхідні та вихідні змінні, вибираються суб'єктивно. При вирішенні задач прогнозування зрушень, це не можна вважати недоліком, так як данні по пустотам можливо їх ввести всі.

Обвалення починається із досягнення виробкою стану нестійкого оголення. Цей стан визначається площею і конфігурацією оголення, глибиною розташування, міцністю порід і масиву в цілому, тріщинуватістю порід, обводненням, ступенем порушення підземними роботами та іншими факторами.

За класичними положеннями, провалля утворюється у випадку, коли виконуються дві умови: якщо сума сил, що утримують породи F_Y , менше суми сил, що їх обвалюють F_0

$$\int_0^H F_Y dH < \int_0^H F_0 dH ;$$

приріст за рахунок розпушення об'єму порід, що зачеплені обваленням, менше об'єму пустоти, в яку відбувається обвалення

$$V_0 \xi - V_0 < V_n .$$

Вирішення цієї задачі можна охарактеризувати, як компроміс між складністю і точністю. Велика кількість наукових робіт присвячена виявленню нових факторів, які впливають на процеси обвалення, оцінці впливу кожного фактору, оптимізації схем підрахунків з виявленням ступеню впливу кожного з них на процес обвалення тощо.

За методикою передрозрахунку ймовірності виходу провалля, першу умову автоматично вважають дотриманою, через недостатньо вивчений механізм руйнування порід при утворенні проваль. Вважається, якщо перша умова не виконується, то в розрахунках буде деякий запас точності. Розрахунки, щодо відповідності другій умові, проводять використовуючи параметри S_0 , α , H , V_n і ξ . Після чого, з врахування запасу, вважають, що провалля утворюється при умові $d_s > d_{s \min}$.

Дана методика має ряд недоліків:

При розрахунках використовуються «натурні» коефіцієнти, отримані методом узагальнення. Через складні й мінливі геологічні та геофізичні умови, які різняться на різних ділянках родовища, відхилення коефіцієнтів від істинного значення таких коефіцієнтів може бути значним.

Штучне зменшення факторів, які враховуються. Деякі фактори не враховуються для спрощення розрахунків, а деякі – через їх ненадійність.

Введення додаткових коефіцієнтів для підвищення надійності розрахунків однобічно впливає на результат і може його викривляти.

Даний метод, як і інші, побудовані на чіткій математичній логіці, не враховують, наприклад, впливу старих занедбаних виробок, не нанесених на графічну документацію, або що, об'єм пустоти може відрізнятися від задокументованого тощо.

Результат розрахунків надається у вигляді категоріальної змінної (вийде – не вийде), без оцінки ступеню надійності (не оцінка точності). Умовно розглядаються три пустоти, з яких: перша – точно вийде на поверхню; друга - точно не вийде на поверхню; третя – має середні параметри між першою та другою.

Вирішення останнього недоліку пропонується введенням часового коефіцієнту, за допомогою якого прогнозувати час виходу провалля, у виді «пустота 1 вийде першою, пустота 2 вийде другою тощо», але, що важливо, тільки після вирішення першої поставленої задачі «вийде – не вийде».

Використовуючи дані про параметри проваль станом на 1982 рік, було виконано розрахунок для проваль над пустотами Першої рудної зони рудника «Балей» [8].

Обчислення були виконані також за даними по 16 фактично утвореними проваллями, які вийшли на поверхню в період з 1963 по 1982 рік.

Відомо, що для розрахунку пустоти використовуються такі вихідні дані, як: дані про блок, координатні осі, горизонт, об'єм пустот, середня глибина, середня вертикальна потужність, кут падіння покладу, коефіцієнт розпушення тощо. Також використовуються: діаметри провалля (розрахункові і мінімально можливі) та визначені класичним методом; висновок про можливість виходу провалля, у вигляді «створюється – не створюється».

Як видно з аналізу даних, параметрів, що характеризують результат – «вийде» чи «не вийде» на поверхню провалля, багато. Деякі з них не враховуються при підрахунках, наприклад, дата відпрацювання покладу та дата виходу провалля, що вже вийшли на поверхню. Також в розрахунках не враховується положення пустоти відповідно до координатних осей, хоча це положення спричинене геологічними і геомеханічними властивостями на даній ділянці родовища. Цим можна, пояснити той факт, що деякі провалля, з ідентичними параметрами, але різним розташуванням, створюються із значним розбігом в часі.

Для того, щоб мінімізувати вищезазначені недоліки у розрахунках виходу провалей на поверхню, пропонується розглядати кожен пустоту не окремо від інших, а розглядати багатофакторну модель пустот на тій чи іншій ділянці (в даному випадку всі пустоти, через їх близьке розташування одна до одної).

При даному підході можливі три напрямки вирішення.

Перший напрямок ґрунтується на зменшенні числа факторів шляхом застосування методів зниження розмірності багатомірного простору (метод головних компонент) та на виявленні невеликої кількості факторів, що істотно впливають на кінцевий результат. Далі вирішується задача шляхом оптимізації.

Другий напрямок ґрунтується на аналізі тільки основних факторів, які враховуються при прийнятій схемі попереднього розрахунку можливості виходу провалей, а результат «вийде» чи «не вийде» провалля на поверхню приймається за попередній.

Третій напрямок ґрунтується на аналізі всіх факторів.

Такий спосіб підходить не завжди, тому що кількість часу на опрацювання даних збільшується в геометричній прогресії. І, як правило, більш надійний результат можна отримати після зменшення числа факторів та створення більш детальної моделі процесу, ніж шляхом поверхового моделювання, але з врахуванням всіх факторів.

В розглянутих трьох напрямках є одна загальна риса – всі пустоти розглядаються в рамках однієї моделі, що забезпечує можливість контролю шляхом узагальнення.

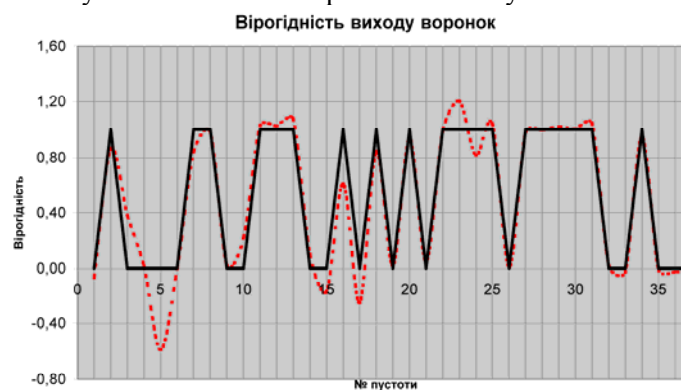


Рис. 1. До аналізу стану пустот

- — — — — Моделювання можливості виходу воронки виконане за допомогою нейронних мереж
- Моделювання можливості виходу воронки виконане за допомогою класичних методів

Висновки та напрям подальших досліджень. Аналіз дозволяє стверджувати, що створивши спочатку загальну модель вірогідного виходу «воронки» методом нейронних мереж, потім можна оцінити, наскільки параметри тієї чи іншої пустоти відхиляються від загальної моделі «воронкоутворення».

Наприклад, з графіка, наведеного на рис. 1, очевидно, що можливість виходу «воронки» над пустотами (13, 23, 31) першими беззаперечно; «воронки» для деяких пустот (5, 15, 17) –

маловірогідні, є надійний запас; пустоти під номерами 18, 24 і особливо №16 потребують додаткових досліджень.

Список літератури

1. **Cordon O., Herrera F.** A General study on genetic fuzzy systems // Genetic Algorithms in engineering and computer science, 1995. – P. 33-57.
2. **Kosko B.** Fuzzy systems as universal approximators // IEEE Transactions on Computers, vol. 43, No. 11, November 1994. – P. 1329-1333.
3. **Заде Л.** Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976.
4. Исследование и разработка способов обеспечения безопасного ведения работ на Тасеевском карьере при его подземной подработке (отчет) тема №7-305-80, КГРИ, Сазонов В.А., Кривой Рог, 1982, 79 с.
5. **Калинина В. Н., Соловьев В. И.** Введение в многомерный статистический анализ: Учебное пособие / ГУУ. – М., 2003. – 66 с.
6. **Круглов В.В., Дли М.И.** Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода. – М.: Физматлит, 2002.
7. **Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л.** Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. – М., 2004.
8. **Сазонов В.А.** «Исследование вопросов подземной подработки карьеров и выбор способов наблюдений за устойчивостью их поверхности» Автореферат кандидатской диссертации. – КГРИ. – Кривой Рог, 1969.
9. **Сероштан В.С.** Зависимость времени стояния кровли от площади ее обнажения. – «Горный журнал», 1974, №12. С. 42-44.

Рукопис подано до редакції 11.03.14

УДК 622.504

В.Ю. ТИЩУК, д-р техн. наук, Криворізький національний університет

ЗАКРІПЛЕННЯ ПИЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ НА ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВАХ З ВИКОРИСТАННЯМ БІОТЕХНОЛОГІЙ

Наведено результати аналітичних і експериментальних досліджень по використанню біотехнологій для закріплення пильних поверхонь відвалів і шламосховищ на гірничих підприємствах. Доведено доцільність використання для закріплення пильних поверхонь залишків активного мулу, що утворюється при очищенні стічних вод та відходів молокопереробних підприємств. Результати фізико-хімічних досліджень свідчать про високу ефективність цих засобів біотехнології для закріплення пильних поверхонь на гірничих підприємствах.

Ключові слова: пил, відвали, шламосховища, закріплення поверхонь, біотехнологія.

Проблеми та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. На гірничих підприємствах поверхні відвалів і шламосховищ є джерелом інтенсивного пиловиділення в атмосферу. Установлено, що інтенсивність пиловиділення з поверхонь відвалів досягає $9,8 \text{ мг/с} \cdot \text{м}^2$ [1], а з поверхні шламосховищ – $1800 \text{ мг/с} \cdot \text{м}^2$ [2]. Це веде до забруднення атмосферного повітря і в цілому навколишнього середовища. Існуючі технології закріплення пильних поверхонь не можуть на тривалий термін забезпечити ефективне попередження пиловиділення з відвалів і шламосховищ особливо після інтенсивних опадів у вигляді дощу, що приводить до руйнування захисного екрану на поверхнях. Тому підвищення ефективності захисту навколишнього середовища від пилу з відвалів і шламосховищ на основі розробки науково обґрунтованих ефективних засобів пілозв'язування є важливою науковою задачею.

Вирішення цієї задачі пов'язано з виконанням державних науково-технічних програм з пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки в частині збереження навколишнього природного середовища.

Аналіз досліджень і публікацій. Відомий спосіб закріплення пильних поверхонь з використанням латексів [1]. Проте, це основний продукт для одержання різних синтетичних клеїв та матеріалів широкого вжитку і він майже не випускається на Україні.

Широкі дослідження по закріпленню пильних поверхонь на гірничих підприємствах проведено в ДВНЗ «КНУ». Основні результати досліджень викладено в роботах [3-6], де описано технологію і технологічні засоби по закріпленню пильних поверхонь в основному розчином

природного бішофіту. Недоліком використання бішофіту є те, що він легко вимивається дощем і тому необхідно проводити подальше закріплення пильних поверхонь, що потребує додаткових економічних витрат. Більш перспективними для закріплення поверхонь є використання біологічних гідросумішів і заліснення [3;5]. Проте, ефективне заліснення поверхонь, в залежності від типів деревинних рослин, може відбутися через декілька років, а в деяких випадках і десятиліття.

НДІБПГ ДВНЗ «КНУ» розроблено спосіб агрохімічного закріплення пильних поверхонь [7]. При цьому поверхня покривається природними органічними сполуками. Продукти їх розпаду є тим матеріалом із якого утворюються гумінові речовини [8]. Отже на поверхнях через 1-2 місяці відбувається процес утворення гумусу, який огортає пилові частинки і зв'язує їх в конгломерати, що запобігає пиловиділенню в атмосферу. З часом поверхня заростає вищими рослинами, коренева система яких перешкоджає пилоздіяманню.

В роботі [9] розглянуто закріплення пильних поверхонь відходами крохмале-патокових і цукрових виробництв. У певних кількостях у полісахаридах цих відходів знаходяться солі молочної, глутамінової, тирозинової кислот. Набір функціональних груп у молекулах меляси, патоки зеленої та екстракту кукурудзяного забезпечує проходження реакції поліконденсації між ними та частинками порід, що неодмінно приведе до пилозв'язування. Механічна міцність покриттів складає: при використанні патоки зеленої 0,1-1,2 МПа, екстракту кукурудзяного – 0,1-1,6 МПа, меляси - 0,1-1,1 МПа. В роботі [10] представлено результати досліджень по закріпленню поверхонь відходами масляноекстракційних виробництв. Основними карбоновими кислотами, які входять до складу рослинної олії та відходів її виробництва, є пальмітинова, олеїнова й лінолева кислоти. У результаті полімеризації цих кислот на поверхні утворюється плівка, яка запобігає пилоздіяманню в атмосферне повітря. Окрім цього, за наявності на поверхні мінералів частинок гелю кремнієвої кислоти утворюються хімічні зв'язки між карбоновими кислотами та твердими частинками порід, що приведе до утворення покриттів, механічна міцність яких складає 0,28-0,52 МПа.

В роботі [11] наведено результати досліджень по закріпленню пильних поверхонь водним розчином «ЕКОМ». Закріплювач «ЕКОМ» включає неіоногенні поверхнево-активні речовини (ПАР), оксиетильовані полікарбоксилати, які мають плівкотвірні властивості, метасилікат натрію, що підвищує силу адгезії розчину з пиловидними частинками. Механічна міцність покриттів, що утворюються на поверхнях, складає – 1,4-2,2 МПа.

За межами України в інших державах також ведуться наукові розробки в галузі боротьби з пилом, що здійснюється з поверхонь відвалів і шламосховищ. В роботі [12] наведено результати досліджень по закріпленню пильних поверхонь на гірничих підприємствах з використанням композиції на основі полімера полівінілбутилату (ПВБ) з мінеральним наповнювачем, яка утворює на пильних поверхнях скловидні захисні покриття, що володіють високою механічною міцністю. В роботі [13] наведено результати досліджень по закріпленню пильних поверхонь на Лебединському кар'єрі Курської магнітної аномалії з використанням закріплювача на основі молотої крейди, суперпластифікатор СБ-3, що містить в своєму складі резорцин і формальдегід, технічну сірчану кислоту. Проте покриття, що утворені цими розчинами недовговічні і в подальшому легко руйнуються під впливом атмосферних факторів. В роботах [14-18] розглянуто спосіб закріплення поверхонь, що заснований на використанні органічного біоактивного в'язучого на основі сапропелю, який дозволяє утворити біоактивні покриття, що стійкі до вітрового навантаження.

Відомий спосіб закріплення поверхонь з використанням карбоксиметилцелюлози. Для запобігання її біодеструкції до складу закріплювача вводять біогумус, який отримано при використанні дощових компостних черв'яків *Eisenia Foetida* [19].

Для ліквідації пиління виведених із експлуатації золо- і шламосховищ розроблено спосіб біологічної рекультивации з використанням фітомеліорації [20-23].

Проте, всі розглянуті способи закріплення пильних поверхонь на гірничих підприємствах недостатньо технологічні, так як потребують спеціальних трудомістких операцій при їх приготуванні, або не є екологічно чистими.

Постановка завдання. Метою роботи є підвищення ефективності захисту навколишнього середовища від пилу з відвалів і шламосховищ на основі науково обґрунтованого нового напрямку закріплення пильних поверхонь з використання біотехнологій.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішувалися наступні завдання:

провести аналітичні дослідження засобів біотехнологій для закріплення пильних поверхонь;

визначити речовини для ефективного закріплення поверхонь;

довести перспективу використання активного мулу та відходів молокопереробних підприємств, як засобів біотехнологій для закріплення пильних поверхонь.

Викладення матеріалу та результати. Відповідно до мети і завдання роботи для досліджень по закріпленню пильних поверхонь прийнято засоби біотехнології - мул очищення стічних вод від забруднюючих речовин та відходи молокопереробних підприємств. Згідно з визначенням Європейської біотехнологічної федерації, біотехнологія - це спільне використання біохімії, мікробіології та хімічної технології для промислового застосування корисних властивостей мікроорганізмів і культур тканин.

Зазвичай закріплення пильних поверхонь відбувається шляхом нанесення на них хімічних розчинів, які утворюють на поверхнях механічно міцні покриття, що попереджають здійснення пилу в атмосферу з відвалів і шламосховищ.

В роботі [8] відмічено, що органічні залишки рослинного походження, які можуть знаходитися на поверхнях, через незначний проміжок часу розкладаються, що приводить до утворення білків, амінокислот, органічних кислот, пектинів та інших органічних сполук. В подальшому при їх деструкції в результаті хімічних і біохімічних реакцій за участю мікроорганізмів утворюються гумінові речовини, що є складовими гумусу і в цілому ґрунту. Ці речовини окутують поверхню пилових частинок порід плівкою, яка запобігає утворенню зв'язку мінеральних частинок з навколишнім середовищем, що в результаті запобігає виділенню твердих частинок в атмосферу.

Ґрунт, як природне тіло, володіє родючістю, яка визначається комплексом його взаємозв'язаних механічних, фізичних, хімічних, фізико-хімічних і біологічних властивостей, що обумовлюють життєдіяльність рослинних організмів. Ґрунт - це умова існування і еволюції організмів: життєвий простір, житло і притулок, механічна опора, депо насіння; джерело елементів живлення; депо вологи та енергії; стимулятор та інгібітор біохімічних та інших процесів; адсорбатор речовин із атмосфери і ґрунтових вод; сигнал для сезонних та інших біологічних процесів; регулятор чисельності, складу і структури біоценозів [24].

Відповідно, шляхом формування на пильних поверхнях шару ґрунту, можна в подальшому запобігти пиловиділенню в атмосферне повітря.

Активний мул - це продукт біологічного очищення стічних вод, що здійснюється за рахунок спроможності мікроорганізмів використовувати для свого живлення органічні речовини, які необхідні для їхньої життєдіяльності. Це азот, фосфор, калій з різноманітних сполучень, що містяться в стічних водах. В процесі живлення мікроорганізми одержують матеріал для побудови свого тіла, внаслідок чого відбувається приріст маси активного мулу [25;26], який періодично необхідно видаляти.

Наведені дані свідчать, що активний мул містить багато поживних речовин для рослин. Тому такі поверхні легко заростатимуть вищими рослинами, які своїм корінням будуть скріплювати шар мулу і пилючі поверхні.

Розглянемо можливість використання відходів молокопереробних підприємств. Стічні води молокопереробних підприємств, а також відходи їхнього очищення приводять до забруднення навколишнього середовища і характеризуються високим вмістом органічних речовин, що містяться в молоці (молочного жиру, білка, лактози). До складу відходів також входить казеїн. Це фосфопротеїд, складний білок, головний білковий компонент молока. Вміст казеїну в коров'ячому молоці становить 78-87 % від маси всіх білків.

Високе забруднення стоків молокопереробних підприємств спричиняє потрапляння у стічні води шлам молокоочисників та сепараторів, від миття танків для приймання молока і вершків.

У маслоробних цехах найбільша кількість забруднювачів спостерігається при скиданні стоків від миття танків для дозрівання вершків, маслоготівників, автоматів для фасування масла; в цехах виготовлення продуктів із незбираного молока - від миття танків для заквашування сметани, кисломолочних продуктів. При скиданні в стоки сироватки в сироробних цехах спостерігається значне забруднення стоків білковими речовинами за рахунок скидання розпиленних частинок згустку молока, що утворюються при обробці сирного зерна.

Жиро-білкові відходи відстійників, жировловлювачів та інші органічні відходи очищення

стоків нині не використовують і відсутня також технологія їх переробки. Основний метод знищення цих відходів – захоронення у землю або спалювання, що призводить до забруднення навколишнього середовища. Проте, після отримання дозволу від спеціально уповноважених органів у сфері поводження з відходами видалення відходів можна здійснювати на поля в якості добрив. Це обумовлено тим, що в молекулах білків, пептидах, амінокислотах, в рибонуклеїнових кислотах присутній азот, який є складовою азотних добрив. При цьому, спочатку гетеротрофні бактерії (*Bacterium coli*, *Bactrium proteus*, *Bacterium subtilis*) переводять білки в пептиди і амінокислоти. Інші види гетеротрофних бактерій переводять амінокислоти в аміни, які перетворюються в органічні кислоти і в підсумку в амоній, що є складовою частиною азотних добрив. Необхідно відмітити, що казеїн входить до складу клеїв, використовується для виготовлення пластмас, фарб, штучного волокна. Це також свідчить про перспективу використання відходів молокопереробки для ефективного закріплення пилючих поверхонь на гірничих підприємствах.

Розглянемо основні фізико-хімічні фактори які є передумовами використання відходів молокопереробних підприємств для закріплення пилючих поверхонь відвалів і шламосховищ.

Важливими показниками, що характеризують пилов'язуючі властивості рідких відходів є наступні: густина, поверхневий натяг, коагулююча здатність, склеювальні властивості, сили аутогезії між розчином і твердою фазою системи, механічна міцність захисних покриттів, що утворюються на пилючих поверхнях після обробки їх суспензіями відходів молокопереробки.

Проведемо дослідження кожного з них. Густина розчину визначалася з допомогою віскозиметра капілярного скляного ВПЖ-1. Дослідження поверхневого натягу розчину проводилися на скляному сталагмометрі. Важливою характеристикою розчину є його коагулюючі властивості. Кількісною мірою коагуляції в колоїдній хімії є швидкість коагуляції, яка представляє собою зміну кількості частинок порід в розчині в одиницю часу. Для визначення швидкості коагуляції в пробірку з розчином засипалося 1 г пилових частинок порід і потім фіксувався час заповнення ними об'єму, рівному 0,8 мл.

Склеювальні властивості розчинів визначалися по величині водоміцності пилових конгломератів, які отримано в результаті обробки дрібнодисперсних частинок порід даними розчинами. Для цього конгломерати викладалися на проволочну сітку і розмивалися краплями води, що падали з висоти 50 мм з частотою 2 краплі за секунду. Водоміцність конгломератів виражалася в мілілітрах розчину, витраченого на розмивання одного конгломерату.

Сила аутогезії між пиловими частинками порід під впливом розчинів визначалася непрямим методом - методом повітряної ерозії. Для цього конгломерати пиловидних частинок, що були отримані після обробки твердих частинок розчинами і висушені до постійної маси, розміщувалися у кювети і обдувалися в аеродинамічній трубі повітряним потоком зі швидкості 10 м/с. По різниці мас пилу до обдування і після визначалась маса винесеного пилу і встановлювалось значення питомого пиловиділення з поверхні, яке є критерієм аутогезії пилу під впливом суспензій відходів.

Визначення механічної міцності зразків захисних покриттів на пилючих поверхнях проводилося на спеціальному приборі, основним елементом якого є металевий стержень з діаметром 3 мм. Під стержень виставлялись зразки закріплених поверхонь, на стержень подавалось навантаження і візуально визначався момент руйнування поверхні та визначалося значення руйнівної сили.

Результати досліджень показали наступне. Густина розчинів відходів молокопереробних підприємств становила: $\rho = 0,0019 \div 0,0020$ Па·с, при стандартній густині води: $\rho = 0,0017$ Па·с. Тобто густина розчинів відходів незначно вище ніж у води і вони будуть легко проникати в пилючі поверхні. Дослідження по визначенню поверхневого натягу показали, що для молока він становить $\sigma = 0,046 \div 0,050$ Н/м, а відоме значення σ для води дорівнює 0,072 Н/м. Відповідно до класичних положень колоїдної хімії суспензії відходів молокопереробки більш ефективно будуть змочувати тверді частинки порід на пилючих поверхнях.

При визначенні коагулюючих властивостей розчинів встановлено, що об'єм 0,8 мл у пробірці заповнювався пиловими частинками у воді, в середньому, за 280 с, а у молочному середовищі за 95 с. Тобто, суспензії відходів молокопереробної промисловості володіють більш високими коагуляційними властивостями ніж вода.

Результати досліджень склеювальних властивостей суспензій молокопереробки показали,

що витрати води для розмивання конгломератів порід, що одержані під впливом води становлять 55 мл, а під впливом суспензій молоко переробки - 220 мл. Як видно з результатів, склеювальна сила молочних суспензій відносно до пиловидних частинок в 4 рази вища ніж у води.

Дослідження сили адгезії між пиловими частинками показали, що питоме пиловиділення з поверхні пилових агрегатів, що утворилися під впливом води становлять, в середньому, $1900,0 \text{ мг/с}\cdot\text{м}^2$, а під впливом суспензій відходів молокопереробки – $350,0 \text{ мг/с}\cdot\text{м}^2$. Тобто, сила адгезії між частинками порід, що були оброблені молочними відходами, в 5,4 раз вища ніж між частинками порід, що оброблені водою. Механічна міцність покриттів на пилючих поверхнях, що утворилися в результаті обробки їх суспензіями відходів молоко переробки, становила 0,3 МПа.

Висновки та напрямки подальших досліджень. В результаті виконаних досліджень вирішена актуальна наукова задача, яка полягає в підвищенні ефективності захисту навколишнього середовища від пилу з відвалів і шламосховищ гірничих підприємств на основі науково обгрунтованого використання біотехнології для закріплення пильних поверхонь. Проведено аналітичні дослідження засобів біотехнології для закріплення пильних поверхонь; визначено речовини для ефективного закріплення поверхонь; доведено перспективу використання активного мулу та відходів молокопереробних підприємств для закріплення поверхонь відвалів пустих порід і шламосховищ. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на розробку та впровадження біотехнології для закріплення пильних поверхонь на гірничих підприємствах, на основі відходів виробництв харчової промисловості, так як цей напрямок біотехнології є екологічно чистим.

Список літератури

1. Лобода А.И. Борьба с пылью на открытых горных работах / А.И. Лобода, Б.Н. Ребристый, В.Ю. Тыщук, А.А. Фаермарк, В.А. Чупрун. – К.: Техника, 1989. – 152 с.
2. Бересневич П.В. Охрана окружающей среды при эксплуатации хвостохранилищ / П.В. Бересневич, П.К. Кузьменко, Н.Г. Неженцева – М.: Недра, 1993. – 128 с.
3. Гурин А.А. Снижение пыления действующих хвостохранилищ горно-обогатительных комбинатов / А. А. Гурин, В. И. Ляшенко, Н. В. Домнічев // Изв. вузов. Горный журнал. – 2012. – № 5, с. 13–22.
4. Домнічев М.В. Борьба с пылением отвалов и шламосховищ горно-обогатительных комбинатов / М.В. Домнічев, О.В. Нестеренко, В.Н. Назаренко, О.С. Лапшин // Вісник криворізького технічного університету: зб. наук. праць. – Кривий Ріг, 2011, - вип. 29. - С.118-121.
5. Домнічев М.В. Рекомендації щодо зменшення пилового навантаження на працівників гірничо-збагачувальних комбінатів Кривбасу шляхом застосування відпрацьованих відвалів / М.В. Домнічев, Н.Ю. Швагер, О.В. Нестеренко, В.Н. Назаренко // Вісник криворізького національного університету: зб. наук. праць. - Кривий Ріг, 2012. - вип. 30. - С.3 – 4.
6. Гурин А.О. Природоохоронні технології закріплення пилючих поверхонь гірничо-збагачувальних комбінатів Кривбасу / А.О. Гурин, В.І. Ляшенко, М.В. Домнічев // Металлургическая и горнорудная промышленность. - 2011. - № 2. - С.120 -125.
7. Тыщук В. Ю. Агрохімічний спосіб закріплення пилючих поверхонь на гірничорудних підприємствах / В. Ю. Тыщук // Охрана праці та навколишнього середовища на підприємствах гірничо-металургійного комплексу : зб. наук. праць. – Кривий Ріг : НДІБПГ, 1999. – Вип. 1. – С. 128–133.
8. Возбудская А.Е. Химия почв. / А.Е. Возбудская – М.: Высшая школа. - 1968. – 427 с.
9. Тыщук В. Ю. Исследование физико-механических параметров защитных покрытий, образующихся на пылящих поверхностях отвалов и шламоохранилищ в результате обработки их природными органическими соединениями / В. Ю. Тыщук // Сборник научных трудов Национального горного университета. – 2005. – № 22. – С. 198–207.
10. Тыщук В. Ю. Аналітичні і експериментальні дослідження пилосв'язуючої здатності нової композиції, розробленої на основі відходів олійно-жирових виробництв, для закріплення пилючих поверхонь на гірничорудних підприємствах / В. Ю. Тыщук, М. Ф. Євдокименко, Л. Д. Єрмак, Е. В. Часова, В. М. Ковальов // Охрана праці та навколишнього середовища на підприємствах гірничо-металургійного комплексу : зб. наук. праць. – Кривий Ріг: ДП «НДІБПГ», 2006. – Вип. 7. – С. 99–108.
11. Тыщук В. Ю. Дослідження нового засобу для закріплення пилючих поверхонь на гірничорудних підприємствах / В. Ю. Тыщук, М. Ф. Євдокименко, Ю. Т. Котов // Охрана праці та навколишнього середовища на підприємствах гірничо-металургійного комплексу : зб. наук. праць. – Кривий Ріг : ДП «НДІБПГ», 2008. – Вип. 10. – С. 182–186.
12. Ушаков В.В. Технология закрепления пылящих поверхностей хвостохранилищ полимерминеральными материалами на основе ПВБ. / В.В. Ушаков, Е.Н. Браунер // Материалы третьей научно-технической конференции Горного института, Чита, 2000 - С. 128-130.
13. Лыгачев Е.В. Исследование параметров пыления отходов обогащения железных руд и разработка метода их стабилизации / Е.В. Лыгачев, С.В. Сергеев, И.В. Синица // Вестник удмуртского университета. Биология. Наука о земле. – 2009. – Вип. 1. – С. 127-136.
14. Шувалов Ю.В. Предотвращение загрязнения пылью территорий в зоне действия горнодобывающих предприятий / Ю.В. Шувалов, А.П. Бульбашев, С.А. Ильченкова // Сборник научных докладов VII Международной конференции «Экология и развитие Северо-Запада России». - СПб.: МАНЭБ, 2002. - с. 70-79.

15. Ильченкова С.А. Снижение пылевыведения с пылящих поверхностей горно-металлургических производств / С.А.Ильченкова // Записки Горного института. - СПб.: СПГИ (ТУ), 2003, т. 155. - с. 57-60.
16. Шувалов Ю.В. Снижение интенсивности пылеобразования и пылепереноса с поверхности техногенных массивов / Ю.В. Шувалов, А.П. Бульбашев, С.А. Ильченкова, Н.А. Гаспарьян, А.Н. Никулин // Горный информационно-аналитический бюллетень.-М.: МГТУ, 2004, № 3. - с. 189-192.
17. Шувалов Ю.В. Снижение пылеобразования и переноса пыли при разрушении горных пород / Ю.В. Шувалов, С.А. Ильченкова, Н.А. Гаспарьян, А.П. Бульбашев // Горный информационно-аналитический бюллетень. - М.: МГТУ, 2004, № 10.- С. 75-78.
18. Ильченкова С.А. Защита от ветровой эрозии и повышение биопродуктивности насыпных отвалов и рекультивируемых площадей / С.А. Ильченкова, Н.А. Гаспарьян // Записки Горного института - СПб.: СПГИ (ТУ), 2004, т. 159, часть 1.-е. С. 43-46.
19. Ковшов С.В. Проблема отходов органического происхождения и вермифтехнология как вариант ее решения /С.В.Ковшов // Записки горного института –СПб.: СПГИ(ТУ), 2009, т. 181- С.217-219.
20. Гурина, И. В. Фитомелиорации золоотвалов тепловых электростанций / И. В. Гурина // Мелиорация и водное хозяйство. – 2006. – № 6. – С. 62.
21. Гурина, И. В. О возможности консервации золоотвалов методом фитомелиорации / И. В. Гурина, А. И. Щиренко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2009. – № 3. – С. 39-41.
22. Иванова, И. А. Технологический процесс биологической рекультивации отработанного шламонакопителя / Н. А. Иванова, И. В. Гурина // Природообустройство. – 2010. – № 4. – С. 24-27.
23. Гурина, И. В. Фотосинтетическая деятельность посевов многолетней травосмеси в условиях рекультивируемого золоотвала / И. В. Гурина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 62. – С. 327-332.
24. Грунтознавство і географія ґрунтів: підручник. У двох частинах. Ч. 2 / С.П.Позняк. - Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2010. - 286 с.
25. Экологическая биотехнология: Пер. с англ./Под ред. К.Ф. Форстера, Д.А. Дж. Вейза. - Л.: Химия, , 1987. - 384 с.
26. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии / В.В.Бирюков. - М.: Колос, 2004. - 296 с.

Рукопис подано до редакції 16.03.14

УДК.621.182.44

В.П. ГИРИЧ, О.В. ФЕРЛИКОВСКАЯ, ГП «ГПИ «Кривбасспроект» /

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПУТЕМ ЭЛЕКТРОСТАБИЛИЗАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ

Рассмотрен вопрос предотвращения отложения накипи на теплообменном оборудовании.

Ключевые слова: карбонатные отложения, накипь, электростабилизация, безреагентная антинакипная установка (БАУ)

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Один из основных теплоносителей, применяемых в системах теплоснабжения - вода. Наличие растворенных солей в воде придает воде свойство, называемое жесткостью. Различают жесткость временную и постоянную. Временная жесткость - жесткость, обусловленная солями, переходящими при определенных условиях из растворенной - в нерастворенную форму. В процессе работы теплотехнического оборудования при использовании жесткой воды на поверхности нагрева котлов и теплообменных аппаратов образуются твердые отложения, которые принято называть накипью. Накипи на трубах в большинстве случаев состоят из соединений карбонатной или временной жесткости воды. Карбонатную жесткость образуют хорошо растворимые в воде бикарбонаты кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и магния $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. При нагревании воды выше 70°C $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ разлагается, выделяя нерастворимые осадки (накипь) - карбонаты кальция CaCO_3 .

Интенсивность отложения накипи зависит от температуры воды в пограничном ее слое и величины карбонатной жесткости. Чем выше температура воды и ее карбонатная жесткость, тем выше интенсивность отложения накипи.

Накипь обладает высокими механическими свойствами и низкой теплопередающей способностью и поэтому является причиной ряда технических сложностей и дополнительных затрат при эксплуатации теплосилового хозяйства предприятий.

Во-первых, накипь приводит к значительному перерасходу топлива и, соответственно, к снижению коэффициента полезного действия котлов. Так, при наличии накипи толщиной всего 1 мм котел перерасходует, в среднем, 2-3 % топлива, 4-5 мм приводят к потерям топлива до 8-

10 % и т.д., с возрастанием потребления топлива, увеличивается количество вредных выбросов в атмосферу.

Во-вторых, по окончании отопительного сезона приходится выполнять трудоемкую и дорогостоящую очистку котлов и теплообменной аппаратуры от наскоившейся накипи.

Наиболее распространен кислотный метод очистки, при котором происходит растворение накипи кислотой непосредственно в котле. После очистки сотни литров отработанного раствора, содержащего кислоту, сливаются из котла, нанося непоправимый вред окружающей среде. Применяется еще механический метод очистки, при котором накипь высверливается из труб с помощью специальных приспособлений. Но он применим лишь для некоторых типов котлов, кроме того, полностью очистить котел таким способом не удастся. При этом в период между очистками накипь образуется вновь, что опять приводит к непроизводительным потерям топлива и увеличению эксплуатационных затрат.

В-третьих, низкая теплопередача накипи приводит к сильному перегреву металла поверхностей нагрева, из-за чего на трубах появляются трещины, вздутия и деформации. Это нередко является причиной аварийных ситуаций, сокращения межремонтных сроков и увеличения затрат на ремонт и обслуживание.

В-четвертых, накипь уменьшает сечение труб, увеличивая их гидравлическое сопротивление, а это влечет за собой дополнительные потери электроэнергии в насосном оборудовании на перекачку воды.

В-пятых, перегрев металла, несвоевременная и некачественная очистка неизбежно приводят к сокращению срока службы котлов в 2-3 раза, неоправданным затратам на приобретение и монтаж новых котлов взамен вышедших из строя. Все выше сказанное обязывает предприятия осуществлять широкий спектр мероприятий по техническому переоснащению теплоэнергетического оборудования с максимально широким внедрением малозатратных технологий по энерго- и ресурсосбережению с возможностью одновременного улучшения экологической обстановки.

Анализ, исследований и публикаций. Предотвращение накипиобразования - один из важнейших вопросов, связанных с эксплуатацией теплотехнического оборудования.

Для уменьшения и исключения накипиобразования обычно проводится предварительное химическое умягчение воды в установках докотловой обработки воды. Однако, приобретение и монтаж водоподготовительных установок, их эксплуатация связаны со значительными затратами и большим расходом необходимых химических реагентов, в частности, поваренной соли для регенерации фильтров. Эти установки требуют квалифицированного обслуживания.

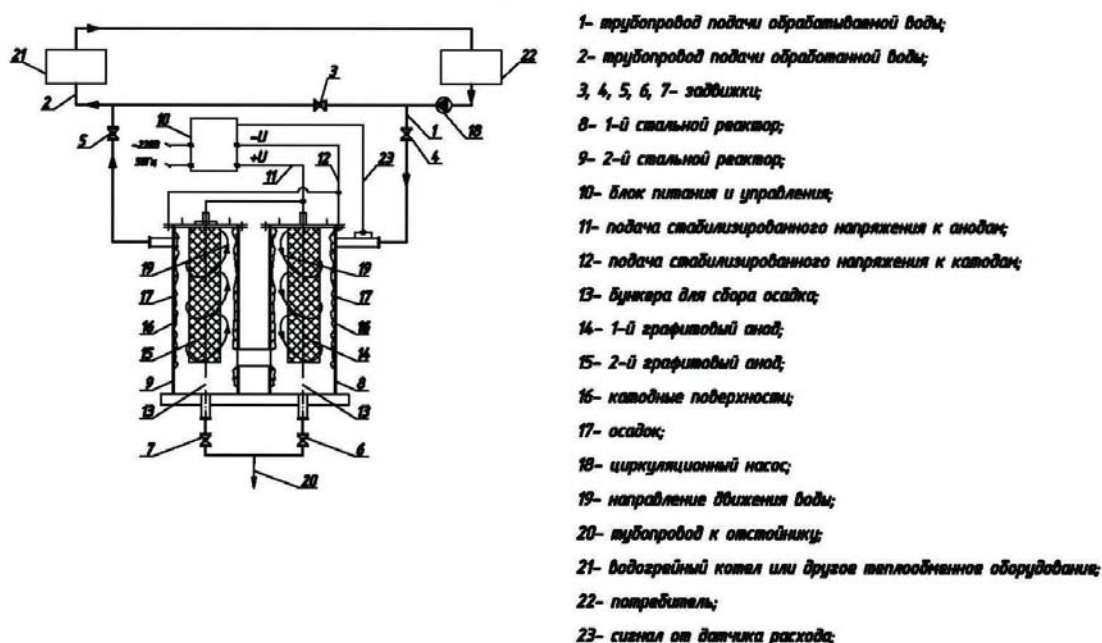


Рис. 1. Принципиальная схема подключения оборудования (на примере БАУ)

В связи с высокой стоимостью реагентов, недостаточной квалификацией обслуживающего персонала эти установки эксплуатируются во многих случаях неудовлетворительно, либо бездействуют. А в большинстве мелких котельных они вообще отсутствуют или выполняют декоративную роль.

Постановка задачи. Наряду с химическими, в последние годы находят все более широкое практическое применение электрохимические безреагентные - методы предотвращения накипеобразования.

Электростабилизационная система подготовки воды -это безреагентная, электрохимическая технология, которая создает устойчивую суспензию, не осаждающуюся на теплопередающих поверхностях из-за малой дисперсности образовавшихся частиц. Множество центров кристаллизации, образовавшихся в результате электрохимических реакций, позволяют производить процесс выпадения солей жесткости в объеме жидкости, а не на теплообменной поверхности. При этом потенциально опасные для теплообменных поверхностей высокодисперсные частицы карбонатов кальция, магния и соединений железа осаждаются на катодных поверхностях антинакипного устройства, а растворенный в воде кислород взаимодействует с графитовым анодом антинакипного устройства, при этом уменьшая концентрацию кислорода, что позволяет работать без деаэратора.

Этими возможностями обладает разработанная и запатентованная корпорацией «ПромЭко-номСервис» технология электростабилизационной подготовки воды (безреагентная антинакипная установка - БАУ, патент Украины №771430), которая позволяет без предварительной обработки воды (химводоочистка, водоподготовка) эксплуатировать теплоэнергетическое оборудование и защитить внутренние поверхности теплообменников от отложений накипи.

Изложение материала и результаты. Под действием электрического поля положительно заряженные ионы жесткости мигрируют к катоду. Далее движению мелкодисперсной фазы к катодам способствует сила тангенциально подаваемого потока воды. Значение pH в прикатодной области достигает 9,5-10, что приводит к образованию частиц $Mg(OH)_2$, $CaCO_3$, $Ca(OH)_2$ и дальнейшему их укрупнению за счет гидродинамической коагуляции.

Разработанная конструкция реактора позволяет в I аппарате провоцировать образование мелкодисперсных труднорастворимых соединений-накипеобразователей с частичным осаждением их на катодной поверхности, а во II- за счет затравочных микрокристаллов, образовавшихся в I аппарате, провести их коагуляцию и более полное осаждение на катоде.

Обслуживание аппаратов заключается в периодическом контроле электрических параметров. Очистка электродов производится как механическим способом, так и переполусовкой электродов. Расход электроэнергии порядка 1 Вт/м³.

Таблица 1

Краткие технические характеристики БАУ

Параметры	Величина
Производительность установки, м ³ /ч	50...80
Исходная жесткость обрабатываемой воды, мг.экв/л	до 20
Напряжение питания, В	220
Частота питающей среды, Гц	50
Диапазон измеряемых температур, °С	0...125
Период электрочистки, час	0,5...10
Срок службы анодов, лет	3...5
Ориентировочное количество осадений солей в бункерах реакторов в сутки, кг	0,3...0,5
Масса реакторов, кг	250
Масса микропроцессорного блока, кг	15

Преимущества БАУ :

- многократное снижение расходов на очистку, ремонт и замену оборудования;
- монтаж осуществляется в течение 3-4 ч. Подготовка оборудования к монтажу 2-3 дня;
- не требуется дополнительный персонал для оборудования;
- работа осуществляется в автоматическом режиме;
- исключается появление биологических обросов в системе водоснабжения.

Проведем анализ работы теплообменного оборудования со средней толщиной накипи. За пример возьмем образование накипи в скоростных водоподогревателях как наиболее распро-

страненных теплообменных аппаратах. Эксплуатация водонагревателей подтверждает, что при нагревании воды с низкой карбонатной жесткостью (до 1 мг-экв/кг) накипь в трубках не откладывается, а при нагревании воды с высокой карбонатной жесткостью (>6 мг-экв/кг) толщина слоя накипи может достигать нескольких мм.

Формула для определения допустимой средней толщины слоя накипи по длине трубок δ_n^{cp} водонагревателей выводится из классической формулы определения поверхности нагрева теплообменников

$$F_\mu = Q_{\text{з.в}}^{\text{макс}} / \left(1/R + \frac{\delta_n^{cp}}{\lambda_n} \right) \Delta t_{cp} \quad (1)$$

где F - поверхность нагрева водонагревателя без учета накипи, м^2 ; μ - коэффициент запаса поверхности нагрева, учитывающий накипь; $Q_{\text{з.в.}}^{\text{макс}}$ - максимальная (расчетная) тепловая нагрузка водонагревателя, кВт (Ккал/ч); R - термическое сопротивление без учета накипи, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C} / \text{Ккал}$); δ_n^{cp} - средняя толщина слоя накипи, м; λ_n - коэффициент теплопроводности накипи, $\text{Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ [$\text{Ккал} / (\text{м} \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C})$]; Δt_{cp} - средняя логарифмическая разность температур воды, $^\circ\text{C}$.

Формула (1) после преобразования имеет вид

$$\delta_n^{cp} = \frac{F_\mu \Delta t_{cp} \lambda_n - Q_{\text{з.в.}}^{\text{макс}} \lambda_n R}{Q_{\text{з.в.}}^{\text{макс}}} \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что δ_n^{cp} зависит от шести величин, из которых $Q_{\text{з.в.}}^{\text{макс}}$, Δt_{cp} и R определяются при расчете поверхности нагрева водонагревателя F без учета накипи. Рассмотрим использование формулы (2).

Пример. Исходные данные: водонагреватель II ступени с $D_k = 168/158$ мм;

$Q_{\text{з.в.}}^{\text{макс}} = 255000$ Ккал/ч; максимальный расход сетевой воды 9 т/ч; $F = 36,4$ м^2 без учета накипи; $\Delta t_{cp} = 7,5^\circ\text{C}$; $R = 0,001068$ $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C} / \text{Ккал}$; $k = 1/R = 935$ Ккал/ ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$) без учета накипи. Эти данные взяты из расчета водонагревателей с двухступенчатым смешанным их присоединением к тепловым сетям.

Решение. Для определения δ_n^{cp} принимаем $\lambda_n = 0,5$ ккал / ($\text{м} \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$) для слоя накипи, состоящей из карбоната кальция CaCO_3 . Учитывая низкую λ_n , принимаем $\mu = 1,2$, при котором количество секций увеличится до 6,32, а при округлении до 6,5 секций μ будет 1,23.

$$\delta_n^{cp} = \frac{36,4 \cdot 1,23 \cdot 7,5 \cdot 0,5 - 255000 \cdot 0,5 \cdot 0,001068 \cdot 0,5}{255000} = 0,00012 \text{ м или } 0,12 \text{ мм} \quad \delta_n^{cp} = \frac{36,4 \times 1,23 \times 7,5}{255000}$$

$$\frac{\times 0,5 - 255000 \times 0,5 \times 0,001068}{255000} = 0,00012 \text{ м, или } 0,12 \text{ мм.}$$

При $\delta_n^{cp} = 0,12$ мм в начале трубок, где поступает сетевая вода, δ_n будет выше примерно в 2 раза: $0,12 \cdot 2 = 0,24$ мм. При достижении, после очистки трубок от накипи, $\delta_n^{cp} = 0,12$ мм водонагреватель будет работать с коэффициентом теплопередачи, отвечающем $\mu = 1,23$

$$k = \frac{1}{R + (\delta_n^{cp} / \lambda_n)} = \frac{1}{0,001068 + (0,00012 / 0,5)} = 760 \text{ ккал} / (\text{м}^2 \times \text{ч} \times ^\circ\text{C}) < 935$$

При дальнейшем увеличении δ_n^{cp} , например до 0,2 мм, коэффициент запаса поверхности нагрева должен быть больше

$$\mu = \frac{0,0002 \times 255000 + 255000 \times 0,5 \times 0,001068}{36,4 \times 7,5 \times 0,5} = 1,37$$

Но поскольку такого запаса поверхности нагрева нет, то водонагреватель будет работать с еще более низким коэффициентом теплопередачи - 678 ккал / ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$) < 700 , с завышенным расходом сетевой воды и с завышенной температурой обратной воды. В этом случае водонагреватель будет работать с $Q_{\text{з.в.}}^{\text{макс}} = 36,4 \cdot 1,23 \cdot 7,5 \cdot 678 = 220000$ Ккал/ч < 255000 при подаче расчетного расхода сетевой воды 9 т/ч.

Выводы. Руководствуясь предлагаемой методикой для определения $\delta_n^{\text{ср}}$ и при правильных расчетах водонагревателей, контроль за сроком очистки трубок от накипи возможно производить по температуре обратной воды, расходу сетевой воды и коэффициенту теплопередачи.

Вопрос очистки водонагревателей горячего водоснабжения от накипи должен решаться срочно, неэкономичная их эксплуатация должна полностью исключаться.

Экономический эффект применения антинакипных устройств.

Очистка теплообменного оборудования, как правило, делается частично силами обслуживающего персонала или с помощью специализированных предприятий котлоочистки.

Проводится она в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов» при нарастании накипи свыше 0,5 мм на внутренней поверхности.

Стоимость химической очистки достаточно велика и существенно возрастает из-за удаленности и разбросанности объектов.

Примерный расчет экономии: среднесуточное потребление газа зимой котлом ДКВР-4 составляет ~5000-8000 м³, на сумму ~13 000-17 000 грн, в месяц ~500 000 грн.

При ориентировочной экономии топлива 5-10% экономический эффект за месяц превышает 25 000-50 000.

Таблица 2

Зависимость суточного перерасхода газа от толщины накипи для некоторых типов котлов

Марка котла	Производительность, Гкал/час	Толщина накипи	
		$\delta=0,5$ мм	$\delta=4,0$ мм
		перерасход газа, м ³	перерасход газа, м ³
Е 1/9	0,6	30,00	132,00
ВК-22	2,2	109,00	483,00
КВЗГМ-4	4,0	199,00	575,00
КВГ-6,5; ДКВР-10/13	6,5	324,00	1429,00

Это, не учитывая экономию от уменьшения количества мероприятий по очистке котлов, их ремонта (замены), стоимости водоподготовки.

Таблица 3

Таблица эффективности внедрения технологии БАУ на 3-х котельных КПТС «Криворожтеплосеть»

Котельная		«Анна»	СевГОК-2	ш. «Гигант»
Показатель				
Установленная производительность, Гкал/		18,6 (Ховал ТНВ-8000-2 котла)	150 (ДКВР-20/13- 4 котла, ПТВМ-50-3 котла)	100 (ПТВМ-50-2 котла, ДКВР-10/13-3 котла)
Максимальный расход сетевой воды на котельной, м ³ /ч		160	1 100	1 200
Сжигаемое топливо -природный газ, калорийность, Ккал/м ³		8 000	8 000	8 000
Цена 1000м ³ природного газа, грн.		4 673,14	4 673,14	4 673,14
КПД (брутто) при работе без БАУ, %		89,0	88,0	88,0
КПД (брутто) котла при работе с БАУ, %		91,0	90,0	89,6
Удельный расход условного топлива без БАУ кг.у.т./Гкал		160,52	162,34	162,34
Удельный расход условного топлива с БАУ, кг.у.т./Гкал		156,99	158,73	159,44
Экономия удельного расхода топлива, у.т./Гкал		3,53	3,61	2,90
Годовая теплопроизводительность котельной, Гкал/год		65 174	328 500	240 000
Годовая экономия условного топлива на котельной при внедрении БАУ, т.у.т./год		230	1 186	699
Стоимость 1т условного топлива, грн./т.у.т.		4 089	4 089	4 089
Годовой экономический эффект внедрения технологии БАУ в системе теплоснабжения, грн./год		940 470	4 850 000	2 858 210

Расход горячей воды м ³ /ч		125	605	450
Количество тепла на нагрев воды, Гкал/ч		4,4	21,2	15,8
Перерасход тепла за счет накипи, Гкал/ч		0,88	4,24	3,16
Экономия топлива г.у.т./ч		138	676	502
Годовая экономия топлива за счет экономии тепла в системе горячего водоснабжения, т.у.т./год		303	1 485	1 102
Стоимость 1 т.у.т. грн./год		4 089	4 089	4 089
Годовой экономический эффект в системе горячего водоснабжения, грн./год		1 240 000	6 072 165	4 506 080
Всего по котельной, грн./год		1 543 000	10 922 170	7 364 290

Для полной защиты от накипи необходимо установить БАУ-200, производительностью 100 м³/ч обрабатываемой воды:

на котельной «Анна» -4 установки;

на котельной СевГОК-2-16 установок;

на котельной ш. «Гигант»-15 установок.

Цена одной установки БАУ-200 составляет 360 000 грн.

Срок окупаемости установок:

для котельной «Анна» – $1\,440\,000/1\,543\,000=0,93$ года (11,2 мес);

для котельной СевГОК-2 – $5\,760\,000/10\,922\,170=0,53$ года (6,3 мес);

для котельной ш. «Гигант» – $5\,400\,000/7\,364\,290=0,73$ года (8 мес).

Исходя из изложенного, капитальные вложения, связанные с приобретением, монтажом и пусконаладкой антинакипного устройства окупятся в течение 1-2 лет в зависимости от типов теплообменного оборудования, на котором оно будет смонтировано и жесткости воды.

Вместе с сокращением платежей за перерасход газа это дает существенное снижение себестоимости производства тепловой энергии.

Применение метода исключает загрязнение окружающей среды вредными стоками водоподготовительных установок, а стоимость 1 м³ воды этим способом, как, показывают ориентировочные расчеты, в 200-250 раз ниже стоимости химической обработки.

Выводы и направления дальнейших исследований. Результаты, полученные на котельных и компрессорных (всего около 100 объектов в течение блет) подтвердили высокую эффективность, надежность, простоту в эксплуатации оборудования БАУ.

БАУ полностью обеспечивает безнакипный и безкоррозионный режим работы теплоэнергетического оборудования подтвержденные многочисленными актами, отзывами, обследованиями, заключениями специализированных организаций, в том числе результатами государственной экспертизы (ПрАО «Донецксталь», ДТЕК Кураховская ТЭС, ст. Дебальцево-Сортировочная, КП «Макеевтеплосеть», решение научно-технического совета МЖКХ Украины).

Безреагентное антинакипное устройство электростабилизационной подготовки воды по затратам и эффективности, является фактически безальтернативной технологией и рекомендуется к внедрению на действующих водогрейных котельных и тепловых пунктах, а также при подаче воды на охлаждение технологического и компрессорного оборудования.

Список литературы

1. Ю.М. Кострикин. Общие сведения о воде. Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления. - М. 1990. 7-12 с.
2. Н.Н. Николаевский. Ультразвуковой метод предотвращения накипобразования. Новости теплоснабжения. № 10. 2002. 44-45 с.
3. В.А. Мальцев. Безреагентная антинакипная установка обработки воды. «ПромЭкономСервис» 2014г.
4. Ф.Ф. Чаусов. Комплексный водно-химический режим теплоэнергетических систем низких параметров. Регулярная и хаотическая динамика. И.2000. 235с.
5. А.А. Мартынюк. Электрохимический способ подготовки природных вод. Современные проблемы охраны и рационального использования водных ресурсов та очистки природных и сточных вод. К. 2001г. 38-40с.
6. А.Я. Найманов. Антинакипные энергетические аппараты в оборотном водоснабжении. Водоснабжение и санитарная техника. №2.1984г. 22-23с.

7. С.В. Яковлев. Технология электрохимической очистки воды. Стройиздат. Л.1987г. 312с.
8. Д.Ф. Царик. Методика определения средней толщины слоя накипи. Водоснабжение и санитарная техника № 7 1990.9-10 с.
- 9 С.Е. Головский. Ультразвуковые установки для борьбы с отложениями накипи. ОО «ЭНЭКО»
10. Н.Н. Николаенко. Расчет экономического эффекта внедрения технологии БАУ. «ПромЭкономСервис»-2009.

Рукопись постуила в редакцию 23.03.14

УДК 622.272.016.6.023

М.В. ДОМНІЧЕВ, О.В. НЕСТЕРЕНКО, кандидати техн. наук, доц.
Криворізький національний університет

ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ЦИВІЛЬНИМ НАСЕЛЕННЯМ ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ МИРНОГО ЧАСУ

Показано значущість використання засобів індивідуального захисту під час надзвичайних соціально-політичних ситуацій мирного часу цивільним населенням. Запропоновано основні засоби захисту, враховуючи такі показники як ефективність, вартість, зручність, доступність і необхідність. Визначено переваги і недоліки конкретних засобів захисту та розглянуто можливість і необхідність їх використання.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Останні події в нашій державі яскраво продемонстрували нам необхідність наявності засобів індивідуального захисту у власності громадян України. Будь-які надзвичайні ситуації, в тому числі соціально-політичного характеру, призводять до зменшення рівня захищеності цивільного населення і росту рівня загроз. Ця робота є спробою дати практичні рекомендації для цивільного населення, дії якого мають бути спрямовані на мінімізацію можливих негативних наслідків надзвичайних ситуацій мирного часу, зокрема соціально-політичних. Автори не претендують на істину в останній інстанції і залишають відкритим питання оптимального набору засобів індивідуального захисту.

Аналіз досліджень та публікацій. Під час надзвичайних ситуацій мирного часу [1,2,3], в тому числі і соціально-політичних, може порушуватись нормальний спосіб життя цивільного населення як окремої територіальної одиниці зокрема так і всієї держави взагалі. Такі ситуації, часто супроводжуються в тому числі різким зростанням рівня злочинності та погіршенням рівня життя населення. При цьому зростає потреба громадян в захисті власного життя і здоров'я.

Визначення потенційних небезпек, що можуть загрожувати життю і здоров'ю громадянина та розподіл їх за можливістю настання допоможе спланувати заходи спрямовані на мінімізацію можливих негативних наслідків надзвичайних ситуацій.

Для цивільного населення, найбільш актуальним буде захист від нападів на них з метою пограбування, на другому місці йде безпека постраждати під час масових заворушень чи безладів.

Постановка завдання. Необхідно встановити перелік засобів індивідуального захисту необхідних для захисту життя і здоров'я населення під час надзвичайних ситуацій мирного часу. Основний упор при виборі цих засобів, ми будемо робити як на доцільність їх використання цивільним населенням в його повсякденному житті так і доступності цих засобів пересічному громадянину.

Викладення матеріалу та результати. За своїм основним призначенням засоби індивідуального захисту, що будуть використовуватись населенням під час надзвичайних ситуацій мирного часу (далі ЗІЗ МЧ) можна розділити за декількома ознаками :

Основне цільове призначення (для захисту : органів зору, кінцівок, голови, органів дихання, тулубу).

Термін використання (одноразового або багаторазового використання).

Необхідність використання (потенційна необхідність використання будь-якого з ЗІЗ МЧ, що буде характеризуватись перевагою позитивних наслідків від їх використання над негатив-

ними).

Також важливими показниками, що будуть впливати на доцільність використання ЗІЗ МЧ, стануть вартість, можливість вільно придбати їх в достатній кількості і необхідної якості (класу захисту), масово-габаритні характеристики тощо.

Основні вимоги до засобів захисту

За наведеною класифікацією можна виокремити основні ЗІЗ МЧ, що можуть використовуватись нашим цивільним населенням в разі загострення і поглиблення надзвичайних соціально-політичних ситуацій мирного часу.

Так, за цільовим призначенням ЗІЗ МЧ :

Захист органів зору – окуляри або спеціальні забрала на шоломах.

Призначення – захист органів зору від пилу, дрібних уламків, в деяких випадках від дії подразнюючих речовин (в разі використання спеціальних засобів).

В якості такого засобу, можна рекомендувати спеціальні окуляри або маски (фото 1), що використовуються при заняттях екстремальними видами спорту (пейнтбол, страйкбол, спортивна стрільба, полювання тощо).

Недоліком цих засобів є їх порівняно висока ціна [4] і сумнівна необхідність використання цивільним населенням в повсякденному житті.

Використання промислових окулярів (фото 2) дозволяє заощадити кошти [5] але не гарантує такого високого рівня захисту, при знову ж таки сумнівній необхідності використання.



Фото 1. Спеціальні захисні окуляри і маска **Фото 2.** Промислові захисні окуляри

Засоби захисту нижніх кінцівок та засоби захисту верхніх кінцівок - взуття (в тому числі спецвзуття) та рукавички.

Можна порекомендувати використовувати таке взуття, яке буде зручним, міцним, недорогим, в разі потреби дозволить власникові швидко рухатись, та не буде вести до перевтоми господаря.

Використання армійського взуття радянського, російського або вітчизняного виробництва, часто недоцільне з огляду на його вагу та сумнівну зручність, хоча і забезпечує пристойний захист нижніх кінцівок від травмуючи факторів та часто має порівняно невисоку ціну.

В якості варіанта, що більше відповідає поставленим вимогам, можна рекомендувати робітниче взуття вітчизняного виробництва (фото 3).

Маючи порівняно невисоку вартість воно дозволяє з одного боку надійно захистити стопу а з іншого не буде привертати до себе особливої уваги та є порівняно зручним [6].

Фото 3. Захисне взуття



В якості захисту рук, можна порекомендувати постійно носити з собою дві пари рукавичок - в'язані або шкіряні для захисту рук від механічних пошкоджень та гумові, що можуть знадобитись в разі надання першої допомоги постраждалим, які мають відкриті поранення, це вбереже від потрапляння крові постраждалого на руки рятувальника.

Використання захисних щитків, наколінників та налокітників в повсякденному житті ми вважаємо непотрібним оскільки це може стати приводом для непотрібної уваги.

Засоби для захисту голови.

В якості ЗІЗ для захисту голови, можна використовувати каски та шоломи як цивільного так і військового призначення.

Якщо не ставити на меті отримати рідкісну чи ексклюзивну модель, можна придбати шоломи радянського та закордонного виробництва а також будівельні і захисні каски вітчизняного

виробництва (фото 4) за помірну ціну [7].

Але використання такого захисту в повсякденному житті, може навпаки привести до травм чи навіть загибелі через привернення до власника небажаної уваги як з боку правоохоронних органів так і з боку інших громадян.

Особливо це стосуватиметься армійських чи поліцейських шоломів, тому ми не можемо рекомендувати їх широке використання громадянами в надзвичайних ситуаціях мирного часу.



Фото 4. Шоломи та каски

Захист органів дихання.

В якості засобів захисту органів дихання, можна порекомендувати легкі одноразові респіратори для повсякденного носіння з собою про всяк випадок та протигаз з набором фільтрів або саморятувальник (фото 5) вдома для використання в разі значних концентрацій подразнюючих, отруйних та забруднюючих речовин в повітрі при задимлення під час пожежі тощо.



Фото 5. Засоби захисту органів дихання

Засоби захисту тулубу.

До засобів захисту тулубу від пошкоджень, в першу чергу будуть відноситись різноманітні бронежилети. Їх використання повинно з одного боку, захистити життєво важливі органи від пошкоджень, а з іншого не привертати надмірної уваги до власника.

Таким чином ми пропонуємо відмовитись від використання армійських і поліцейських жилетів, зовнішні чохла яких обладнані підсумками, кобурами, кишенями тощо, оскільки це не сприятиме прихованому носінню і може стати провокуючою обставиною, що може призвести до небажаної уваги до власника.

Оптимальним варіантом, є використання жилета призначеного для прихованого носіння але недоліком такого жилета часто є його порівняно висока ціна.

Використання звичайних поліцейських жилетів, напівприхованого носіння типу «Ескорт», «Панцир», «Модуль», «Корсар» дозволить отримати пристойний захист за порівняно невеликі кошти та носити його під верхнім одягом майже непомітно [8].

Це захистить власника від дії більшості видів зброї, що можуть проти нього застосувати злочинці під час пограбувань чи заворушень (холодна зброя, саморобна та перероблена вогне-

пальна зброя).

Використання таких жилетів, доцільно з огляду на те, що основним їхнім захисним елементом є бронепластина яка не буде псуватись від намокання та з часом як келар і не буде розколюватись при влучанні кулі як керамічні елементи.

Використання бронежилетів 3 класу захисту і вище, на нашу думку недоцільне, оскільки не дозволить носити його приховано, а отже може стати подразнюючим фактором що привертатиме увагу до власника.

Також такі жилети [9, 10] є менш зручними і більш важкими, що буде призводити до збільшення втомлюваності людини протягом дня та зменшенню зручності пересування та виконання робіт.



Фото 6. Бронежилет прихованого і напівприхованого носіння

Використання в якості захисту шкіряних курток, мотоциклетного (фото 7) або іншого спортивного захисту [11] часто є малоефективним і незручним, а тому не може бути нами рекомендоване.



Фото 7. Комплект захисту для мотокросу

Використання саморобних засобів захисту виконаних з металу (саморобні кираси, панцирі, кольчуги) є недоцільним як з огляду на зручність використання так і на ефективність захисту. Єдиним винятком можна вважати використання кольчуги проти короткої холодної зброї (ножі, розбиті пляшки тощо).

Більш доцільним нами вважається використання саморобних жилетів на основі фабричних бронеелементів (фото 8) [12], що дозволить з порівняно невисокими матеріальними витратами виготовити досить надійний захист.

Існуючі рекомендації [9] з виготовлення кевларових чи тваронових пакетів, дозволяють виготовити легкий жилет прихованого носіння що зможе захистити власника від дрібних уламків, шроту зі значної відстані та неакцентованих ударів холодною зброєю.

Недоліком цього способу будуть можливі складнощі з придбанням матеріалів.



Фото 8. Фабрична титанова бронеластина

Висновки та напрямок подальших досліджень. В роботі виконано огляд існуючих засобів захисту доступних цивільному населенню.

Основними рекомендованими засобами захисту будуть захист кінцівок та захист тулубу, захист органів дихання та захист очей є додатковим.

Використання засобів захисту для голови – часто є непотрібним і навіть шкідливим.

Вибір конкретного комплексу ЗІЗ МЧ буде залежати як від поточної ситуації в регіоні, так і від фінансових можливостей конкретної людини.

Використання мережі Інтернет (зокрема мережевих магазинів та аукціонів) дозволить підібрати необхідний захист за порівняно невисоку ціну (але лише при нормальній роботі банків та компаній з перевезення вантажів).

Використання іноземних аукціонів, в цей час може бути ускладненим.

Автори не рекомендують носіння ЗІЗ армійського або поліцейського зразка, камуфльованого комплектного одягу та одягу у «мілітарі» стилі щоб не спровокувати проти себе агресію правоохоронців чи натовпу.

Використання засобів захисту має бути прихованим для збільшення їх ефективності і зменшення ефективності нападу.

Не рекомендується використання цих засобів відкрито, оскільки це може навпаки спровокувати напад.

Запропоновані засоби захисту не є зброєю, їх використання не регулюється законодавством і вони знаходяться у вільному обігу.

У подальших дослідженнях, доцільно експериментальним шляхом встановити порівняну ефективність саморобних засобів захисту у порівнянні з аналогами серійного виробництва.

Список літератури

1. **Стеблюк М.І.** Цивільна оборона і цивільний захист: Підручник. – К.: Знання-прес, 2007. – 487с.
2. **Майстрюков Б.С.** Безопасность в чрезвычайных ситуациях . Изд. 5-е, перераб. М. : Академия, 2008. 334 с.
3. Безопасность жизнедеятельности : Учебн. пособие / **А.Т. Смирнов, М.А. Шахрамьян, Р.А. Дурнев, Н.А. Крючок.** - М.: Дрофа, 2009. — 375 с.
4. Очки защитные [Електронний ресурс] Prof 1 Group, мережа військових магазинів http://proflgroup.ua/catalog/zaitnye_ochki/
5. Защита глаз и лица [Електронний ресурс] «3СМаркет» безпека праці, Спецодяжда в Києве <http://3cm.com.ua/139683-zashchita-glaz-i-lica>
6. Демисезонная обувь [Електронний ресурс] «3СМаркет» безпека праці, Спецодяжда в Києве <http://3cm.com.ua/139671-demisezonnaya-obuv>
7. Каска сш-60 [Електронний ресурс] Форум сайта «Reibert» Куплю/Продам/Обменяю/Продам послевоенные вещи/Головные уборы <http://reibert.info/threads/каска-сш-60.340601/>
8. Бронежилет Корсар [Електронний ресурс] Интернет-магазин оружия «Эрди» <http://www.erdi.com.ua/tovar/bronezhilet-korsar>
9. Бронежилет? Зачем? У кого какой? [Електронний ресурс] Форум Guns.ru, раздел «Катастрофы и выживание в кризисных ситуациях» <http://forum.guns.ru/forummessage/151/275304-3.html>
10. Бронежилеты [Електронний ресурс] Форум Guns.ru, раздел «Катастрофы и выживание в кризисных ситуациях» <http://forum.guns.ru/forummessage/92/193296-2.html>
11. Защитная броня для мотокросса, гонок на мотоциклах [Електронний ресурс] Аукцион «Aukro» - Спорт, Здоровье - Спец. одежда, обувь - Другое <http://aukro.ua/zashchitnaya-bronya-dlya-motokrossa-gonok-na-motociklah-i4047672581.html>
12. Бронеластины [Електронний ресурс] Форум сайта «Reibert» Куплю/Продам/Обменяю/Продам послевоенные вещи/Экипировка и снаряжение <http://reibert.info/threads/Бронеластины.335524/>

Рукопис подано до редакції 23.03.14

УДК 622.272.016.6.023: 681.62.068.8

Т.А. КОМІСАРЕНКО, канд. техн. наук, доц., К.С. ЄЛЕЗОВ, аспірант
Криворізький національний університет

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВИЗНАЧЕННЯ ВИРОБЛЕНОГО ПРОСТОРУ ПРИ РОЗРОБЦІ ЗАЛІЗОРУДНИХ РОДОВИЩ

У роботі проводиться аналіз способів визначення виробленого простору при розробці залізрудних родовищ Кривбасу. У результаті проведеного аналізу запропоновано використання безпілотних літальних апаратів, які завдяки своїм розмірам та високій маневреності пристрій здатний проникати у гірничі виробки та камери, зависати в необхідній точці, вільно переміщуватись у камерах, у т.ч. у «мертвих зонах», що в свою чергу дозволяє отримати більш точні результати в порівнянні зі стаціонарними вимірювальними приладами, а також отримувати зображення необхідних частин виробки, доступ у які фізично неможливий з використанням традиційних засобів.

Ключові слова: вироблений простір, методи та способи визначення підземних пустот, засоби вимірювання, безпілотні літальні апарати

Вступ. Згідно до наказу МНС № 1268 від 18.10.2012 «Про затвердження Методичних рекомендацій з охорони надр при розробці родовищ корисних копалин» [1] в проектах розробки родовищ корисних копалин передбачається заходи, що гарантують безпеку людей, майна і навколишнього природного середовища.

Для цього необхідно забезпечити проведення моніторингу геологічного середовища, визначення межі забруднених територій, зон розвитку екологічно небезпечних геологічних процесів та застосування раціональних екологічно безпечних технологій видобування корисних копалин і вилучення наявних в них цінних компонентів, проведення заходів щодо захисту родовищ від пожеж, підтоплення, обвалів та інших екологічно небезпечних процесів і явищ.

З цією метою потрібно провести аналіз методів визначення виробленого простору при розробці залізрудних родовищ.

Питанням розробки методик визначення параметрів виробленого простору займалося багато науково-дослідних інститутів та установ, таких як КНУ, ІГД ім. О.О. Сковинського, ДонУгі, ІГТМ ім. Н.С. Полякова, Кривбаспроект, НДГРІ, НГУ.

Це роботи В.Я. Анцибора, А.А. Азаряна, В.Ф. Бизова, В.А. Голованова, А.В. Горбатікова, Н.П. Грузинського, В.М. Зубова, І.В. Зуйкова, Д.М. Казікаєва, Д.А. Козаковського, В.О. Колосова, Н.О. Ларіна, В.О. Назаренка, Ю.М. Ніколашина, В.В. Цариковського, Є.П. Чистякова, Г.А. Шеховцева, та інші.

Викладення основного матеріалу. Проаналізувавши характеристики підземних відпрацьованих пустот можна пошукові і знімальні методи визначити їх три основні групи:

Механічні, визначені шляхом механічної дії на гірські породи, що вміщують пустоту (екскавація, буріння, проходка спеціальних виробок та ін.).

Геофізичні (метод електрометрії, гравірозвідки, мікросейсмічний моніторинг, акустична профілізація, магніторозвідка, геотомографії).

Маркшейдерсько-геодезичні, які у свою чергу діляться на три групи: тахеометричний (із застосуванням оптичних приладів), коротко-базисна стерео фотозйомка (із застосуванням спарених фотокамер) і автоматичний (із застосуванням оптичних, фотограмметричних і звуколокаційних приладів). Класифікацію методів визначення вироблених просторів наведено на рис. 1.

За класифікацію підземних пустот [2] для гірничовидобувних підприємств виділяють вироблений простір (пустоти), в яких неможливе знаходження спостерігача із інструментом (рис. 2а), простір, до якого можливий доступ інструмента зверху по вертикальному каналу (рис. 2б), простір, у яких можливе знаходження спостерігача з інструментом (рис. 2в).

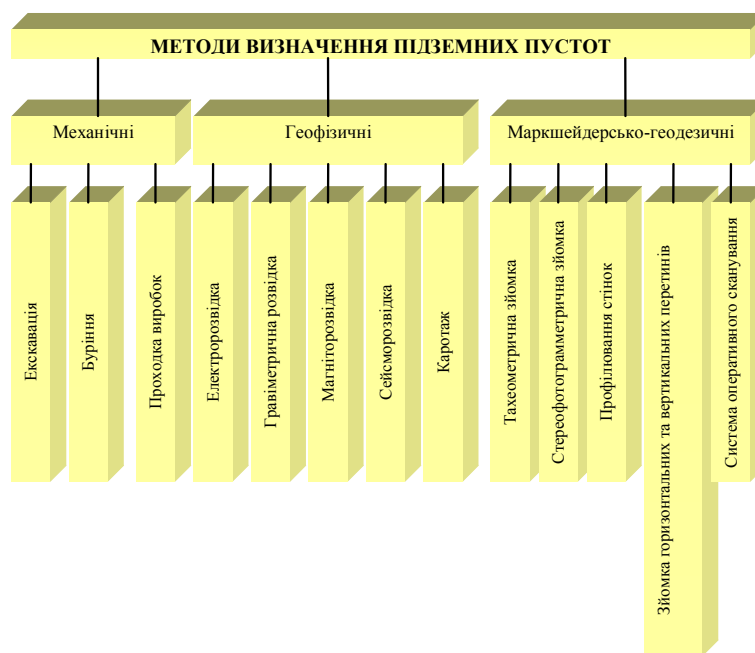
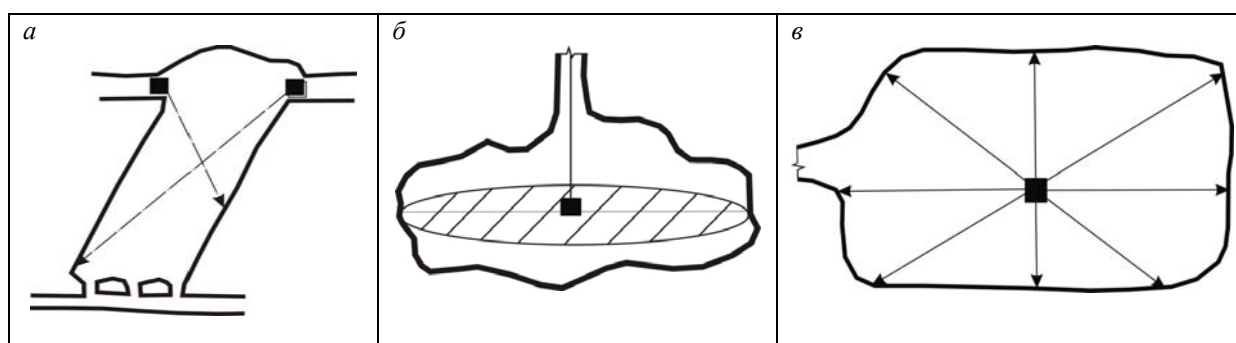


Рис. 1. Класифікація методів визначення вироблених просторів

Рис. 2. Класифікація підземних пустот за видами доступу в них спостерігача
Позначка – ■- точка стояння інструменту

Аналіз представлених рисунків показує, що для обстеження простору (пустот) необхідно передбачити спеціальні засоби та заходи для простору, в якому неможливе чи небезпечне перебування спостерігача.

Один з перших методів зйомки підземних пустот був розроблений в 1950р. проф. Н. А. Гусевим. Він запропонував метод короткобазисної стереофотозйомки, яка була доповнена розглядом можливості оптичної обробки стереопар і поперемінного проектування з метою отримання об'ємного зображення об'єкту зйомки. Цей метод фігурує в науковій літературі під назвою «метод світлових перетинів».

Широко відомий метод електрометрії, який включає групу методів, заснованих на залежності питомого електричного опору гірських порід від їх порушення. Ці методи дозволяють вести пошук як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямках.

У 80-х роках учений Н.П. Грушинський [3] запропонував гравітаційну розвідку, яка заснована на вивченні надзвичайно малих аномалій поля сили тяжіння на поверхні Землі, обумовлених особливостями розподілу усередині Землі мас з різною щільністю. Гравіметрична аномалія виникає внаслідок неоднорідності розподілу щільності мас в земній корі, пов'язаних з наявністю різних геологічних і інших неоднорідностей в масиві. Це дозволяє використовувати аномалії сили тяжіння для гравіметричної розвідки тіл з надмірною позитивною або негативною щільністю.

Важливим елементом управління геомеханічним станом надр є контроль відповідності фактичних розмірів очисного простору їх проектним значенням. Складність такого контролю

полягає в тому, що всі елементи очисного простору є недоступними для проведення вимірних робіт. Тому дуже цікавим є метод зйомки очисних камер, розроблений професорами ДВНУ «Криворізького національного університету» А.А. Азаряном і С.О.Поповим [4], які пропонують систему дистанційного сканування і визначення їх дійсних розмірів «Геоскан-1». Дана система включає лазерний далекомір, систему позиціонування далекоміра; систему управління позиціонуванням далекоміра; кишеньковий персональний комп'ютер (КПК) дозволяє формувати тривимірні комп'ютерні графічні моделі пустот на підставі вимірювання відстаней від точки установки далекоміра в камері (без виходу в камеру людини) до стінки пустоти при заданих кутах позиціонування далекоміра. При цьому можна з високою точністю встановити конфігурацію стінок камер і відхилення розмірів камер від проектних, крім того, за наслідками сканування автоматично розраховується об'єм камери.

Останніми роками новим напрямом в комплексі досліджень, що сприяють підвищенню безпеки і економічній ефективності гірських робіт, стає запропонований російськими вченими А.В. Горбатіковим, випробуваний в таких країнах як Австралії, Намібії і ПАРА мікросейсмічний моніторинг [5]. Даний різновид моніторингу заснований на представницькій реєстрації сейсмічних коливань від невеликих актів крихкого руйнування в прибортовому порідному масиві. Одна з головних переваг мікросейсмічного методу перед іншими полягає в тому, що спостереженнями охоплюється трьохмірний об'єм порід. Іншою є безперервність проведення спостережень і можливість оперативного отримання результатів.

Детальна зйомка виявлених доступних або недоступних підземних пустот здійснюється маркшейдерсько-геодезичними методами. Номенклатура маркшейдерсько-геодезичних методів вивчення пустот досить різноманітна і включає різні види зйомок. Найбільш універсальний маркшейдерсько-геодезичний метод – це тахеометричний, який заснований на сферичній системі координат. Визначення положення точок об'єкту, що знімається, щодо точки стояння інструменту проводиться вимірюванням двох кутів і одного лінійного параметра (відстань від станції до пікету). У основі цього методу визначення координат точок недоступних пустот лежить спосіб кутів засічок: вимірюються кутові параметри напряму на точку, що знімається, а лінійний параметр береться побічно. Для спрощення, і швидшої роботи [6] вперше запропоноване застосування лазерного випромінювання в приладах для зйомки, які знайшли своє продовження в сучасних лазерних тахеометрах. Одним з таких сучасних приладів є тахеометр «Торсон-7001» японського виробника, з монтованим «TFT 3,5» кольоровим ЖК- дисплеєм та лазерним далекоміром, який дозволяє визначати координати знімальних точок стінки камери із заданою точністю. Неодмінною умовою є необхідність присутності спостерігача під час виробництва робіт безпосередньо біля приладу. Тому забезпечення безпеки (особливо при зйомці з підхідних виробок) негативно позначається на можливості повного огляду об'єкту, що знімається, і, як наслідок цього, на отримуваний про нього інформації.

Фотограмметричний метод зйомки в підземних умовах [7] заснований на визначенні координат точок очисної камери за допомогою перетворення фотографічних координат в істинні, що здійснюється обробкою фотографічних знімків на спеціальних приладах. Для зйомки підземних камер і пустот при розробці рудних родовищ застосовуються наступні фотограмметричні методи: зйомка підготовчих і очисних виробок великої площі перетину за допомогою світлопрофіля, дистанційна фотостерезійомка горизонтальних перетинів недоступних гірських пустот.

Зйомка пустот методом горизонтальних перетинів [8] полягає у вимірюванні відстаней від приладу до стінок пустоти в горизонтальних площинах, розташованих через заданий інтервал по висоті. Ці вимірювання можуть бути дискретними (через певний кутовий інтервал) або безперервними. Метод передбачає дистанційне керування зйомкою протяжних по вертикалі частково - об'ємних пустот, а умови його застосування аналогічні профілізації стінок.

Зйомка пустот методом вертикальних перетинів [8] виконується шляхом дискретного або безперервного вимірювання відстаней від приладу до стінок, стелі і днища у вертикальних площинах. Метод застосовний для зйомки протяжних по горизонталі і об'ємних пустот. У першому випадку послідовно фіксують вертикальні перетини через певний інтервал по довжині пустоти. У другому випадку - через певний кутовий інтервал, забезпечуючи повну зйомку пустоти з однієї точки (з однієї станції).

Для визначення параметрів виробленого простору (пустот) запропоновано вимірний

пристрій, що проводять заміри геометричних параметрів пустот (камер) різного походження в товщі земної поверхні і виконують місію потенційно небезпечну для людини (ризик обвалення гірської породи чи загазованість) за рахунок використання безпілотних літальних апаратів (БЛА). Апарат оснащено комплексом датчиків, здатних проводити сканування гірничих виробок. БЛА дозволяє здійснювати контроль гірничих виробок і споруд, в які доступ людині є небезпечним, заборонений правилами техніки безпеки і охорони праці та фізично неможливим.

Пристрій рис. 3. представляє собою безпілотний літальний апарат (БЛА), що складається з: карбонової корпусу 1 у вигляді квадрокоптеру з 4 електричними двигунами (Brushless) 2, що приводять у дію лопаті 3; 2-х відеокамер 4; гіростабілізатору 5 та бортового комп'ютеру 6, встановлених всередині карбонового корпусу; комплексу датчиків (ультразвуковий, інфрачервоний, лазерний вимірювач відстані) та Wi-Fi передатчику для обміну отриманими даними та командами. Джерелом живлення пристрою є літій-іонна батарея.



Рис. 3. Безпілотний літальний апарат (БЛА)

Завдяки розмірам та високій маневреності пристрій здатний проникати у гірничі виробки та камери, зависати в необхідній точці, вільно переміщуватись у камерах, у т.ч. у «мертвих зонах», що в свою чергу дозволяє отримати більш точні результати в порівнянні зі стаціонарними

вимірювальними приладами, а також отримувати зображення необхідних частин виробки, доступ у які фізично неможливий з використанням традиційних засобів.

Пристрій працює таким чином (рис.4): після входження приладу у камеру, він вимірює за допомогою ультразвукових датчиків відстань до підшви камери h , та відстань до стінок камери l за допомогою лазера.

Таким чином, отримують точні геометричні параметри камер.

Прилад може бути оснащений відеокамерою та освітлювальною технікою, за допомогою якої можна здійснювати візуальний контроль камер, стволів, гірничих виробок та інших гірничих споруд.

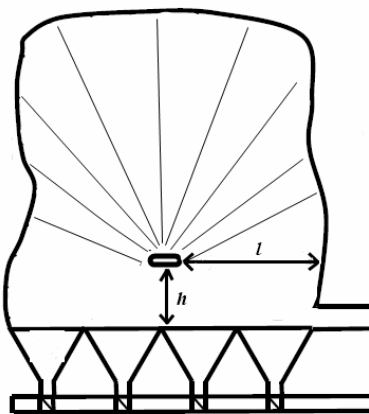


Рис.4а. Схема вимірювання розмірів камери

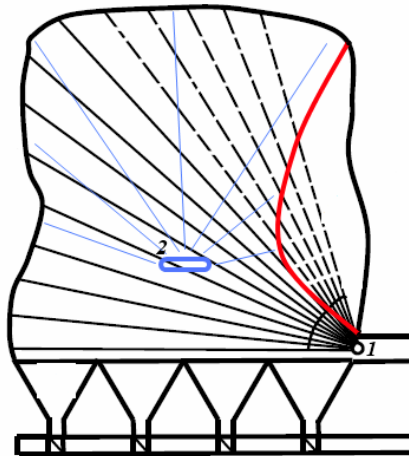


Рис.4б. Схема проведення вимірів розмірів камери 1 – за допомогою приладу, який можливо встановити у простір в місті безпечному для доступу спостерігача (червоною лінією позначена «мертва зона», яку пристрій не охоплює); 2- за допомогою безпілотного літального апарата.

Висновки Вимірювання параметрів пустот, які залишилися внаслідок видобутку корисних копалин завжди має певний ризик для життя працівника, що проводить заміри, особливо ризик виростає при проведенні вимірів пустот, які утворилися в результаті старих виробок.

Одним з напрямків забезпечення безпеки таких робіт є застосування апаратів, які дозволяють перенести засоби вимірювання у вимірюваний простір без присутності працівника.

Використання запропонованого засобу вимірювання виробленого простору (пустоти) дозволить проводити більш безпечно вимірювання всіх пустот, в тому числі таких, доступ до яких фізично неможливий з використанням традиційних засобів.

Список літератури

1. Наказ МНС № 1268 від 18.10.2012 «Про затвердження Методичних рекомендацій з охорони надр при розробці родовищ корисних копалин»
2. Шеховцов Г.А. Методы и технические средства изучения подземных пустот.—М.: 2010. — 140с.
3. Грушинский Н.П., Сажина Н.Б. Гравитационная разведка. — М.: Недра. — 1972. — 388с.
4. Азарян А.А., Попов С.О. Система сканирования очистных камер «Геоскан-1». — ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА «НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ГІРНИЧОРУДНИЙ ІНСТИТУТ». — 2010. — с.180.
5. Горбатов А.В. Способ сейсморазведки. Патент РФ № 2271554. — опубліковано 10.03.2006 Бюл. № 7.
6. Божко В.Г., Гринюк Б.О., Чирва О.І. Використання електронних приладів при спостереженні за деформаціями поверхні та стійкістю об'єктів технологічного комплексу гірничовидобувних підприємств Кривбасу//Вісник Криворізького технічного університету. Кривий Ріг, 2005, №7.
7. Федоренко П.И., Долгих А.В. Применение новых технологий при маркшейдерском обслуживании горных предприятий // Разработка рудных месторождений. — Кривой Рог: КТУ. - №82. - 2003. — С. 68-72.
8. Антипенко Г.О., Гаврюк Г.Ф., Котенко В.В., Назаренко В.О. Маркшейдерська справа. Підручник / Під редакцією кандидата технічних наук, доцента Антипенка Г.О. — РВК ДВНЗ "НГУ", 2009. - 154с.

Рукопис подано до редакції 18.03.14

УДК 331.464.36

Ю.А. ПРОКОПЕНКО, студент, Криворожский национальный университет

БЛОКИРОВКА И МАРКИРОВКА ИСТОЧНИКОВ ОПАСНЫХ ЭНЕРГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УКРАИНЫ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

Как показывает статистика несчастных случаев по предприятиям горно-металлургического комплекса Украины, весомую долю занимают организационные причины. На многих предприятиях горно-металлургического комплекса Украины недостаточно внимания уделяется блокировке и маркировке источников опасных энергий, особенно важен данный момент для ремонтных бригад, которые выполняют ремонтные работы, где необходима остановка или отключение оборудования на период проведения ремонта, а также если ремонтные работы выполняет несколько разных бригад.

Ключевые слова: источники опасных энергий, блокировка, снижение травматизма, безопасное проведение ремонтных работ, остановка или отключение оборудования, промышленная безопасность.

Проблема и ее связь с научным и практическими заданиями. Каждый год тысячи рабочих погибают или получают серьезные травмы во время выполнения ремонтных работ или технического обслуживания промышленного оборудования. Причиной большинства таких происшествий является неконтролируемый выброс энергии. В Европе, однако, существуют несколько нормативов, требующих отключения и блокировки всех источников энергии во время выполнения ремонта или обслуживания оборудования.

Согласно статистике ЕС, 10–15% всех несчастных случаев со смертельным исходом на производстве и 15–20% всех несчастных случаев происходят при техническом обслуживании. К распространенным травмам относятся переломы, рваные раны, ампутации, ожоги и удары электрическим током. Снижение травматизма позволяет снизить выплату страховых сумм и расходы на дополнительное лечение.

Современное оборудование может иметь много источников опасности для рабочих, включая такие вещи, как источники электроэнергии, пневматические и гидравлические устройства.

Для примера, типичное промышленное оборудование может содержать такие вещи, как горячие жидкости, движущиеся прессы, лезвия, вентиляторы, электрические нагреватели, конвейерные ленты с лотками, передаточные цепи, ультрафиолет и так далее.

Реализация программы LOCKOUT/TAGOUT предусмотрена законом некоторых стран ЕС и считается передовым методом обеспечения безопасности во всех европейских странах!

Lockout-tagout (LOTO) или «блокируй и маркируй» - это процедура безопасной работы, которая используется в промышленности и изучает настройки, гарантирующие правильное отключение опасного оборудования и предотвращающие их повторный запуск до того, как будут

завершены все работы по обслуживанию и ремонту. Она требует, чтобы все опасные источники энергии были «изолированы и обозначены как недействующие» до того, как начнутся ремонтные работы. При выполнении работ по «блокировке и маркировке» с использованием замков, устройство или источник энергии обычно «запирают» с помощью засова, и устанавливают его в такое положение, которое препятствует включению опасного источника энергии. Процедура так же требует, чтобы на запертое устройство была повешена бирка, обозначающая, что его нельзя включать.

Отключение или остановка опасного действия оборудования подразумевает удаление источника энергии и называется изоляцией. Действия, необходимые для изоляции оборудования, часто прописывают в документах как процедуру изолирования или процедуру блокирования и маркировки.

Процедура изолирования в общем случае включает следующие этапы:

Определение источников энергии.

Изолирование источников энергии.

Блокировка и маркировка источников энергии.

Проверка эффективности изолирования оборудования.

Блокировка и маркировка точек изоляции дает всем окружающим сотрудникам понять, что нельзя подключать устройство.

Анализ исследований и публикаций. На данный момент в Украине действует НПА ОП 27.5-6.01-79 "Бирочная система на предприятиях и в организациях черной металлургии основные положения. Порядок применения".

Бирочная система это система допуска к работам связанным с эксплуатацией и ремонтом механизмов с электроприводом, направленная на обеспечение безопасной организации труда и установление правильных производственных взаимоотношений между лицами, выполняющими эти работы.

Данный стандарт не регламентирует физическую блокировку источников опасных энергий, а лишь устанавливает порядок выдачи-приема бирок от механизмов и не предусматривает по-операционное описание процедуры блокировки и изоляции конкретного механизма.

Все оборудование должно иметь при себе письменное описание процедуры изоляции, разработанное с учетом оценки риска. Это описание проиллюстрирует, как сделать оборудование безопасным и надежным. Оно будет включать, например: очистку от загрязнений, обесточивание хранящейся энергии; закрепление ротора электрической машины или лопасти вентилятора; блокирование аппаратуры, разъединение, блокировка или спуск отстоя из оборудования, кабелей, труб и резервуаров. В нем также будут указаны места изоляции для процедуры выключения или тестирования, равно как и для удаления установленного другим человеком запирающего механизма.

Постановка задания. Инфраструктура любого промышленного объекта насыщена различными механизмами и системами, требующими особого контроля как при эксплуатации, так и при проведении ремонтных/сервисных работ. Применением блокираторов - эффективное решение комплекса задач техники безопасности производственных процессов. Основная область применения Блокираторов - обеспечение промышленной безопасности на магистральных трубопроводах и участках с повышенным уровнем контроля производственных процессов в горно-металлургическом комплексе.

Изложение материала и результаты. Производственная безопасность должна закладываться уже на этапе планирования и обеспечиваться на всех этапах производственного процесса. Современные подходы к разработке в сфере производственной безопасности охватывает широкий спектр задач, в котором структурно выделяются два основных функциональных блока: обеспечению безопасного функционирования технологических систем и оборудования, идентификационных решений для создания инфраструктуры предприятия в соответствии с нормативными требованиями к охране труда персонала.

LO/TO – идеальное средство контроля опасной энергии

Электрическая

Механическая

Пневматическая

Гидравлическая

Жидкие и газообразные химические вещества

Тепловая

Горячие поверхности и вещества

Потенциальная

Другая накопленная энергия

На предприятиях горно-металлургического комплекса обычно имеется как минимум более двух типов энергии.

Для эффективного внедрения системы блокировки в 4 этапа необходимо следовать оптимальному плану выполнения работ для создания эффективной системы блокировки:



Блокираторы (системы LOTO) - ключевой продукт для организации процедуры блокирования потенциально опасных источников энергии при проведении ремонтно-сервисных работ.

Системы оперативной печати «DIY» - промышленные принтеры для создания информационной среды на производстве, в соответствии с ГОСТами по технике безопасности.

Lockout (Блокиратор) - обеспечивает невозможность запуска механизма/оборудования в случае неконтролируемого выброса различных типов энергии до тех пор, пока Блокиратор не будет удален.

Tagout (Информационная бирка) - размещается на заблокированные устройства для информирования персонала о том, что источник энергии заблокирован и не должен, включаться до тех пор, пока Блокиратор не будет удален, в примечаниях содержатся дополнительные технические комментарии. Системы loto необходимо применять при проведении ремонтных/сервисных работ, персонал должен быть гарантированно защищен от произвольного выброса различных видов неконтролируемой энергии и источников опасности.

Применение блокираторов - защита от несанкционированного доступа и несогласованных действий персонала при проведении работ. Использование блокираторов позволяет обеспечить безопасный доступ к любому участку работ. Типовые источники опасности, когда необходима процедура блокирования:

Произвольный запуск двигателя - движущиеся механизмы должны быть заблокированы.

Контакт с оголенными проводами - электропроводка должна быть обесточена, источник заблокирован.

Пневматические и гидравлические системы - блокирование подачи нагнетания давления.

Факты статистики в нашей стране свидетельствуют - до 48 % всех несчастных случаев и травматических повреждений вызваны неквалифицированными либо халатными действиями персонала при проведении ремонтных или сервисных работ.

Факт: на предприятиях, которые осуществляют программы по охране труда, в том числе используя программы блокирования, риск возникновения травматизма при проведении сервисных работ снижается на 25-50 %.

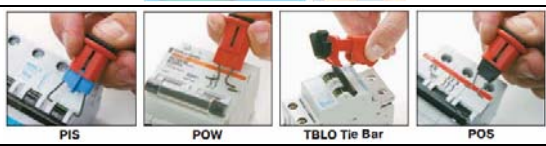
Блокираторы пневмогидравлических магистралей позволяют осуществлять блокирование круглых вентилях в полу или полностью закрытых позициях.

Инновационная разработка - универсальные блокираторы, обеспечивающие не только контроль технологических процессов, но и способствующие обеспечению промышленной безопасности объектов.

Блокираторы могут блокировать доступ к открытым, закрытым, полу- или частично открытым вентилям.

Эффективное решение для применения к трубам, которые должны быть всегда открыты (например, противопожарные системы).

Некоторые технологии безопасности системы loto

Блокираторы клапанов Для любых типов клапанов, открываемых/закрываемых методом вращения	
Тросовые блокираторы Используются для обеспечения блокирования различных типов клапанов/вентилей. Трос обернут вокруг вентиля, источника энергии и заблокирован, что препятствует несанкционированному переключению.	
Блокираторы клапанов типа «бабочка» Блокирует зажим по рычагу клапана, что делает невозможность эксплуатации клапана без разблокирования	
Блокираторы для шаровых кранов Изменяемые типоразмеры 4 цветовых решения Материал - полипропилен	
Блокиратор запорных вентилей Имеют форму запорного вентиля Различные размеры для разных видов вентилей Различные цвета Легко трансформируются	
Блокираторы прерывателей Предназначены для работы с пакетными однофазными/многофазными прерывателями евростандарта. Для стандартных прерывателей применяется 4 различных типов блокираторов: PIS, POW, TBLO Tie Bar, POS.	
Блокираторы переключателей Мини блокираторы. 4 различных типа (зависит от типа используемого переключателя) Применение: включение/выключение оборудования.	
Блокираторы одно и многофазных прерывателей Легко устанавливаются, надежно обеспечивая профиль безопасности. Блокираторы для прерывателей "No Hole" При параметрах "языка" переключателя: для 270Вольт - 15,мм шириной при толщине 11,6 мм; для 480/600 Вольт - 41,2 мм шириной при толщине 13,9 мм. Блокираторы для прерывателей с увеличенным размером "языка" переключателя Блокирующий фрагмент для прерывателей 480/600Вольт до 63,5 мм шириной,	
Бирки - указывают сотрудника, ответственного за размещение блокираторов, авторизованных лиц для их снятия или для внесения в них изменений. Бирки изготовлены из гибкого полиэстера, устойчивого к воздействию воды, масел и экстремальных температур. Поверхность бирки позволяет наносить надпись при помощи шариковой ручки или фломастера. Информация на бирке может также наноситься при помощи серии промышленных термотрансферных принтеров.	

Система «мастер-ключ». Каждый член бригады получает свой индивидуальный замок для блокирования той или иной операции в соответствии с проводимыми работами.

Когда блокировка проведена, все ключи собираются и помещаются в групповой блокировочный бокс, что делает невозможным разблокировать систему по отдельности, без участия всех авторизованных членов бригады. Только бригадир имеет возможность разблокировать всю систему или отдельный участок с помощью мастер ключа.

Результат - 100 % гарантии безопасности проведения сервисных работ, дополнительные гарантии безопасности персонала, повышение эффективности проведения сервисных работ.

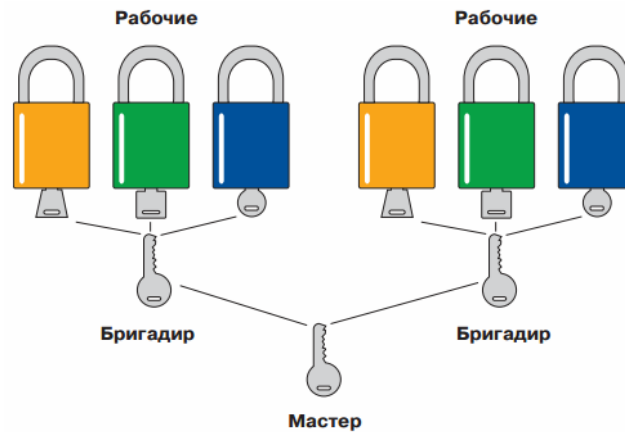


Рис. 1. Система «мастер-ключ»

Возможна цветовая маркировка замков по видам сервисных служб, использующих замки.

Выводы и дальнейшие направления исследований. Преимущества внедрения Технологий безопасности (систем loto). Внедрение технологий блокирования (систем LOTO) для обеспечения промышленной безопасности и безопасности персонала при проведении технологических операций позволяют:

Экономить средства - минимизация рисков наступления несчастного случая, экономия бюджета компенсационных и страховых выплат.

Экономить время - уменьшается время простоев, существенно увеличивается сервисная активность, эффективно используется оборудование.

Соответствовать стандартам- системы удовлетворяют всем требованиям мировых стандартов по охране труда и технике безопасности.

Обеспечить сертификацию - соблюдение техники безопасности является обязательным пунктом при сертификации предприятия в соответствии со стандартами ISO, различными программами контроля качества.

Дальнейшие исследования предусматривают разработку стандартов по применению блокировки источников опасных энергий на отдельных предприятиях комплекса в зависимости от их потребности.

Список литературы

1. Нормативные правовые акты и иные официальные документы. (Система стандартов безопасности труда, бирочная система на предприятии и в организации черной металлургии, основные положения порядок применения).
2. Система лото: блокираторы, замки и бирки. http://brady.ru/catalogue/safety-2013/pdf/БиОТ_часть3_Система%20ЛОТО.pdf
3. Производственный стандарт ArcelorMittal AM Safety 001 Изоляция. <http://arcelormittal.kz/files/2012/izolyaciya.pdf>
4. Система блокировки и опломбирования оборудования. http://www.pilz.com/ru-RU/services/consulting_and_engineering/loto-lock-out-tag-out.
5. Центр промышленной маркировки. <http://www.markpro.ru/lockout/blok.html>.
6. Энергосайт. http://www.энергосайт.рф/news/zolotye_pravila_bezopasnosti_truda/2014-02-23-58.
7. safety lockout training school. <http://tpmykaizen.blogspot.ru/2013/11/safety-lockout-training-school.html>
8. Бережливое производство, непрерывное совершенствование. <http://wkazarin.ru/2013/11/26/lock-out-and-tag-out/>
9. Технологии промышленной безопасности. http://www.etm.ru/files/brady_bezopasnost.pdf
10. Система блокировки lockout/tagout. http://www.ump-safety.ru/files/LOTO_2013_RUS_small.pdf.

УДК 621.771.25

Ю.Г. САМБОРСКИЙ, магистр, В.Г. ФАЙНШТЕЙН, канд. техн. наук, доц.,
Криворожский национальный университет

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ НЕПРЕРЫВНОГО СТАНА ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ КАК ОБЪЕКТА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Разработанная математическая модель непрерывного многоклетьевого стана горячей прокатки как объекта системы управления в режиме свободной прокатки. Предложенная модель учитывает, как динамические свойства электропривода так и технологические параметры стана, в частности учтена как упругая деформация, так и пластическая деформация горячего металла. Получены уравнения математического описания технологического процесса горячей прокатки в комплекте с известными уравнениями переходных процессов в электроприводе.

Ключевые слова: непрерывный стан горячей прокатки, режим свободной прокатки, электродвигатель, секундный объем, моделирование.

Жесткие требования мирового рынка металлопроката ставят производителей в условия, когда необходимо конкурировать с ведущими мировыми компаниями, повышая качество продукции и снижая ее себестоимость, что привело к предъявлению более жестких требований к системам управления режимами работы электропривода прокатных клетей и существующих способов управления технологическими переменными процесса прокатки.

Постановка задачи. Одно из направлений по улучшению качества металла это так называемый режим свободной прокатки [0], который по сравнению с режимом прокатки с подпором или натяжением [0] позволит улучшить заполнение калибров металлом, обеспечивая точный требуемый профиль проката. [0].

В настоящее время достичь режим свободной прокатки на реальных станах горячей прокатки возможно действиями оператора, за счет «тонкой» настройки соотношения скоростей, до тех пор пока значение тока (подпора или натяжения соответственно) не будет равным нулю. При этом не решаются вопросы, которые существенно влияют на качество работы стана:

практически невозможна установка режима свободной прокатки одновременно в трех и более клетях;

перенастройка стана на каждый слиток;

не исключаются ошибки оператора при ручной настройке стана;

Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями. Сегодня не существует прямого способа контроля величины натяжения или подпора горячего металла, управляя которым возможно обеспечить режим свободной прокатки. О наличии усилий в прокатываемой полосе на участке между клетями судят косвенным путем (токи потребляемые двигателями клетей и (или) их скорости, и т.п.) [0].

Например, в [0,0,0] предлагается, для создания системы автоматического управления процессом непрерывной прокатки с минимальным натяжением, или подпором сортового металла, определять и запоминать ток электродвигателя задней клетки межклетьевого промежутка до захода металла в переднюю клетку этого же промежутка, а затем измерить ток этого же электродвигателя после захода металла в последующую клетку межклетьевого промежутка, сравнив эти токи, произвести корректировку скорости предыдущей клетки по сигналу разности этих токов.

Несмотря на технические проблемы реализации косвенного метода измерения натяжения (изменение тока двигателя соизмеримо с погрешностями его измерения), этот способ в настоящее время в основном предлагается использовать.

Качественное выполнение анализа работы системы управления электроприводом возможно только при условии наличия математической модели, в нашем случае уравнений, связывающих закон изменения моментов двигателей клетей от времени при, отклонении скоростей этих двигателей от значений, соответствующих режиму свободной прокатке.

Анализ исследований и публикаций. В известных работах по теории прокатки [0,0,0] приводятся расчеты режима свободной прокатки только в статическом режиме, не рассматривая вопрос, а как будет проходить процесс во времени, например, после отклонения скорости от расчетного значения. Судя по технической литературе ранее вопросами управления и исследованиями процессов прокатки в динамическом режиме занимались электроприводчики, т.к.

технологов больше интересовало поведение системы в статическом режиме, причем, электроприводчики рассматривали, как правило, динамику привода без учета свойств технологического процесса [0]. В настоящее время появились работы, в которых исследуются процессы прокатки с учетом динамических свойств как системы клетей с металлом так и электропривода.

Например, в работе [0] представлена математическая модель прокатного стана в котором межклетевая связь, определяемая свойствами раската между клетями, рассматривается как упругое звено. Такая модель возможно удовлетворительно работает на станах холодной прокатки, но на станах горячей прокатки наряду с упругой деформацией имеет место и пластическая деформация металла действием которой нельзя пренебречь.

Поэтому ниже, для решения задачи управления процессом прокатки без подпора и натяжения (свободная прокатка) на непрерывно-заготовочных станах, приводится соображение по созданию линеаризированной модели процесса с результатами ее использования для решения некоторых задач.

Изложение материалов. Влияние изменения скорости клетей в линии стана на моменты их двигателей рассмотрены в [0] и получено выражение, связывающее изменение момента с изменением скорости, которое не зависит от времени. Нас интересует процесс изменения момента во временной плоскости. Это изменение можно получить если учесть связь момента с изменением высоты раската. По [0]

$$\Delta M_i = -\frac{2M0_i}{(\alpha0_i - 2\gamma0_i)} \cdot \Delta\gamma_i$$

где i - номер клетки в порядке следования раската; $\alpha0_i$ - расчетное значение угла захвата металла валками i -й клетки; $\gamma0_i$ - расчетное значение критического угла; $M0_i$ - расчетное значение момента на валу клетки при прокатке; $\Delta\gamma_i$ - изменение критического угла от расчетного значения

Свободная прокатка подразумевает собой выполнение условие постоянства секундных объемов [0]

$$V_{i-1} = V_i = V_{i+1} = const \quad (1)$$

где V_i - секундный объем клетки i -той клетки в очередности входа раската в клетки

или

$$\omega0_{i-1} R_{i-1} (1 + \varepsilon_{i-1}) S_{i-1} = \omega0_i R_i (1 + \varepsilon_i) S_i = \omega0_{i+1} R_{i+1} (1 + \varepsilon_{i+1}) S_{i+1},$$

где ω_0 - угловые скорости вращения валков клетки в режиме свободной прокатки; S - площадь поперечного сечения раската; R - радиус валков; ε - опережение.

При отклонении величины скорости вращения валков одной из клетей в линии прокатного стана, в межклетевом промежутке равновесие по (1) нарушается. При изменении скорости i -й клетки на величину $\Delta\omega_{i-1}$, для получения режима свободной прокатки, скорость i -той клетки должна измениться на величину

$$\Delta\omega_i = \Delta\omega_{i-1} Kc_{i-},$$

а при изменении скорости $i+1$ клетки на величину $\Delta\omega_{i+1}$

$$\Delta\omega_i = \Delta\omega_{i+1} \cdot Kc_{i+},$$

Коэффициенты согласования скоростей вращения валков клетей

$$Kc_{i-} = -R_{i-1}(1 + \varepsilon_{i-1})S_{i-1} / R_i(1 + \varepsilon_i)S_i; Kc_{i+} = R_{i+1}(1 + \varepsilon_{i+1})S_{i+1} / R_i(1 + \varepsilon_i)S_i$$

Если при изменении скорости валков $i-1$ клетки, скорость i -й клетки не будет корректироваться, то перед клетью объем металла будет изменяться

$$\Delta V = \Delta\omega_i R_i (1 + \varepsilon_i) S_i \cdot t,$$

где t - время, с момента изменения скорости $i(i+1)$ клетки.

Изменение объема металла приводит к изменению геометрии раската. Предполагая, что деформация в межклетевом промежутке устойчивая (нет прогиба полосы и она распространяется по ширине и высоте одинаково, а по длине деформация ограничена валками данной и последующей клетей) приближенно считаем, что изменение высоты раската приводит к пропорциональному изменению объема. Указанные допущения действуют только при малых величинах ΔV . При малом значении ΔV , согласно [0] изменение высоты раската связано с изменением

объема деформированного тела соотношением

$$\ln(\delta h + 1) = \frac{\Delta V}{V_0}$$

или

$$\delta h = \exp(\Theta \cdot t) - 1$$

где δh - относительное изменение высоты раската; $\Theta = \Delta \omega_i R_i (1 + \varepsilon_i) / L_s$ - постоянная времени процесса изменения h .

При изменении высоты по [0], если отношение удельной силы трения на контактной поверхности к критическому углу для всех клеток одинаково и остальные параметры прокатки постоянны, то приращение критического угла определяется как

$$\Delta \gamma_i = \gamma_{0_i} \cdot \frac{1 + \varepsilon}{2\varepsilon} \left(-\frac{\Delta \omega_i}{\omega_{0_i}} - \exp(\Theta \cdot t) + 1 \right) \approx \gamma_{0_i} \cdot \frac{1 + \varepsilon}{2\varepsilon} \left(-\frac{\Delta \omega_i}{\omega_{0_i}} - \exp(\Theta \cdot t) + 1 \right)$$

откуда получаем

$$\Delta M d_i = \frac{M 0_i}{\omega_{0_i}} \mu_i \Delta \omega_i + M 0_i \mu_i [\exp(\Theta \cdot t) - 1]$$

где $\omega_{0_i}, M 0_i$ - расчетные значения скорости и момента на валу i -й клетки,

$$\mu_i = \frac{(1 + \varepsilon) / \varepsilon}{(\alpha_i - 2\gamma_{0_i})}.$$

Несмотря на то, что модуль упругости стали при горячей прокатке значительно уменьшается, пренебречь действием упругих сил нельзя. Поэтому, как и в [0], учитываем действие сил упругости, которые создают дополнительный момент на валу i -й клетки

$$\Delta M u_i = \frac{\Delta l \cdot E \cdot S_{i-1} \cdot R_i}{L_s} \approx E g \cdot S_{i-1} \cdot R_i \cdot [\exp(\Theta \cdot t) - 1]$$

В этом выражении $E g$ -модуль упругости прокатываемой стали. Суммарное приращение момента, вызванное рассогласованием скоростей

$$\Delta M d_i = \frac{M 0_i}{\omega_{0_i}} \mu_i \Delta \omega_i + (M 0_i \mu_i + E g \cdot S_{i-1} \cdot R_i) [\exp(\Theta \cdot t) - 1]$$

На основании изложенного на рис. 1 показана структурная схема вычисления приращения момента при отклонении значения скорости от скорости свободной прокатки.

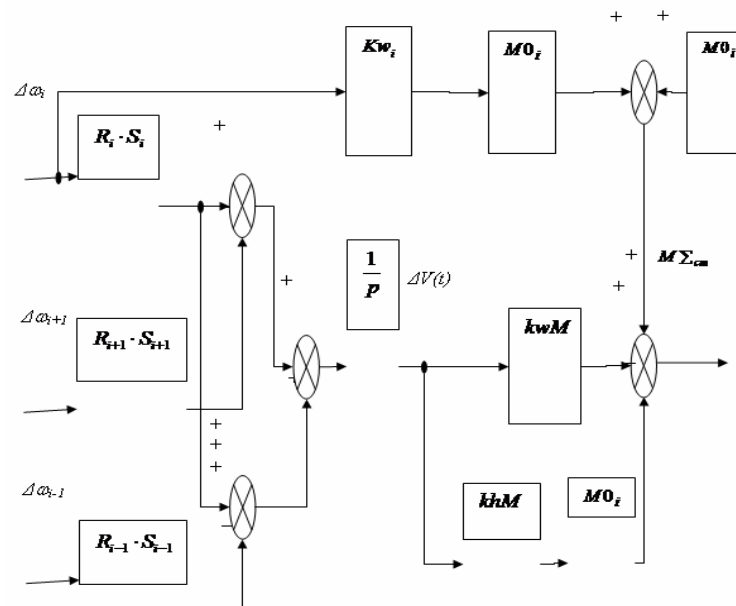


Рис. 1. Структурная схема непрерывного многоклетьевого стана горячей прокатки как объекта системы автоматического управления

где $Kw_i = 1/\omega_i$ - коэффициент вязкого трения; $khM = 1/2 \cdot R_i \cdot (\alpha_{0i} - \gamma_{0i}) \cdot h_i$ - коэффициент

зависимости момента вызванный изменением высоты раската в i -й клетки $kwM = \frac{\sigma_{p0} \cdot R_{i-1}}{Ls \cdot ip_i}$ -

коэффициент зависимости момента вызванный изменением угловой скорости i -й клетки; σ_{p0} - допустимое напряжение растяжения (определяется по [0]); ip_i - передаточное число редуктора i -й клетки; Ls - расстояние между смежными клетями;

В качестве примера произведем расчет коэффициентов определения дополнительного момента двигателя при следующий параметрах клетки стана горячей прокатки

$$\sigma_{p0} = 1,05 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2, Ls = 5,5 \text{ м}, R_{i-1} = 0,4 \text{ м}, R_i = 0,426 \text{ м}, \alpha_{0i} = 0,375 \text{ рад}, \gamma_{0i} = 0,044 \text{ рад}, h_i = 0,365 \text{ м},$$

$$M_{0i} = 26350 \text{ Н} \cdot \text{м}, ip_i = 19,17$$

Определяем значения коэффициентов khM и kwM

$$kwM = \frac{1,05 \cdot 10^7 \cdot 0,4}{5,5 \cdot 19,17} = 39830; \quad khM = \frac{1}{2 \cdot 0,426 \cdot (0,375 - 0,044) \cdot 0,365} = 9,699.$$

Проведено математическое моделирование многоклетьевого стана горячей прокатки как объекта системы управления в режиме свободной прокатки (см. рис 1) в программной среде Simulink, результаты которого показали 20%-ное совпадение с результатами полученными на реально действующих станах горячей прокатки.

Выводы: Разработана математическая модель непрерывного стана горячей прокатки как объекта системы автоматического управления, которая позволит рассматривать вопросы анализа и синтеза системы управления электроприводом с учетом как технологических свойств объекта так и динамических свойств электропривода.

Список литературы

1. Файнберг Ю.М., Зеленев А.Б. Регулирование электропривода непрерывных станов горячей прокатки. Харьков. Metallurgizdat 1956 – 13 с.
2. Елисеев В.А., Шиниянский А.В. Справочник по автоматизированному электроприводу под редакцией Елисеева. Москва. Энергоатомиздат 1983
3. Калинин В.П. Исследование утяжки профиля и петлеобразования при непрерывной прокатке. Диссертация. Москва 1956
4. Выдрий В.Н. Динамика прокатных станов. Свердловск. Metallurgizdat 1960
5. Авторское свидетельство СССР №13971110, кл. 6 В 21 В37/52, 1988, кол. 3.
6. Авторское свидетельство СССР №1708462, кл. 6 В 21 В37/52, 1992, кол. 4, 5.
7. Кузьмин А.В., Светличный А.В., Коцегуб П.Х. Согласование частот вращения вертикальных и горизонтальных валков слябинга с учетом статической нагрузки электропривода // Металл и литье Украины 1999. №5-6.
8. Бондаренко В.И., Пирожок А.В., Назарова Е.С. Моделирование систем управления взаимосвязанных электроприводов процесса прокатки с учетом упругостей первого и второго рода. // Запорожский национальный технический университет.
9. Резвов Б.С. Моделирование межклетевого взаимодействия при прокатке на непрерывных станах. Производство проката. 2011. №8.
10. Целиков А.И., Гришков А.И. Теория прокатки. Москва. Металлургия 1970 с-19

Рукопись поступила в редакцию 25.03.14

С.Г. САВЕЛЬЕВ, канд. техн. наук, доц., Я.А. НОВОХАТЬКО, аспирант
Криворожский национальный университет

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЗОНЫ ГОРЕНИЯ ПРИ СПЕКАНИИ АГЛОШИХТЫ

Выполнен анализ состояния моделирования агломерационного процесса железорудных материалов. Показано, что известные модели не позволяют определить скорость спекания без проведения предварительных опытов. На основе известной зависимости вертикальной скорости спекания от выхода агломерационного газа разработана оригинальная модель процесса движения зоны горения топлива в спекаемом слое, отличающаяся наличием ряда впервые установленных функциональных связей между параметрами шихты и агломерационного процесса. С помощью полученной модели выполнено исследование влияния состава и характеристик шихты на вертикальную скорость спекания.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Процесс перемещения зоны горения твердого топлива при спекании агломерационной шихты определяет вертикальную скорость спекания – одну из важнейших технологических характеристик производства агломерата, являющуюся выражением интенсивности аглопроцесса. Экспериментальное определение вертикальной скорости спекания не вызывает затруднений. Однако расчетное определение этого параметра аглопроцесса связано с определенными трудностями, обусловленными необходимостью учета большого числа факторов, влияющих на вертикальную скорость спекания, некоторые из которых не имеют однозначной теоретической оценки, например, содержание топлива в шихте [1, с. 170], основность шихты [2, с. 11] и др. В то же время возможность надежного расчетного определения вертикальной скорости спекания агломерационной шихты имеет важное научное и практическое значение, так как позволяет не только прояснить некоторые вопросы теории агломерационного процесса, но и оценить влияние на скорость аглопроцесса отдельных технологических параметров, а также выполнить сравнительную оценку интенсивности производства агломерата на различных аглофабриках. С учетом многообразия факторов, влияющих на вертикальную скорость спекания, и их взаимозависимости, очевидно, что наиболее удобной для практического использования формой представления метода расчетного определения этого показателя аглопроцесса является математическая модель перемещения зоны горения твердого топлива при спекании агломерационной шихты.

Анализ исследований и публикаций. Математическому моделированию агломерационного процесса в целом и отдельных его составляющих посвящено довольно много исследований и публикаций, большинство из которых направлены на получение детерминированной модели [3-6]. При этом, как правило, ставится комплексная системная задача описания всех основных тепло- и массообменных процессов, влияющих на процесс спекания аглошихты, а выходными параметрами модели являются важнейшие технико-экономические показатели агломерационного процесса, включая показатели качества агломерата. Так, в работах [3-5] выполнено совместное решение задач газодинамики и конвективного теплообмена в спекаемом слое, разработаны подсистемы испарения влаги, горения топлива, диссоциации известняка. В этих работах скорости фильтрации определены для всего слоя, после чего приведены к нормальным условиям по известным данным о потерях давления в слое. Более полной и совершенной является модель аглопроцесса [6], в которой решена задача газодинамики в каждой точке спекаемого слоя, и, кроме того, разработана усовершенствованная модель подсистемы плавления и кристаллизации.

Моделируя процесс горения частицы твердого топлива в спекаемом слое аглошихты [3-6] принимали допущение, что углерод сгорает до диоксида углерода, а константа скорости горения k_c' имеет следующий вид

$$k_c' = [d/(ShD_{CO_2}) + 1/k_c]^{-1},$$

где d - характерный размер частиц топлива, м; Sh - критерий Шервуда; D_{CO_2} - коэффициент диффузии диоксида углерода, m^2/c ; k_c - постоянная скорости реакции горения кокса, м/с.

При этом радиус частицы топлива в момент времени $n+1$ определяли [6] по формуле

$$r^{n+1} = r^n - \Delta M r' \Delta \tau / 4\pi \rho (r^n)^2,$$

где r^{n+1} и r^n - радиус частицы кокса в момент времени $n+1$ и n соответственно, м; $\Delta M = 0,012$ кг/моль - изменение массы в реакции горения кокса; r' - полная скорость реакции горения кокса, моль/с; $\Delta \tau$ - изменение времени горения, с; $\rho = 1200$ кг/м³ - кажущаяся плотность частиц кокса.

Начальное условие для данного уравнения: $r^0 = d/2$.

Выходные параметры, принятых при моделировании систем процесса спекания, не содержат данных о времени прохождения зоны горения по высоте спекаемого слоя или вертикальной скорости, иными словами, при моделировании агломерационного процесса задача моделирования процесса перемещения зоны горения в спекаемом слое исследователями не ставилась.

Известные из теории агломерационного процесса формулы для определения вертикальной скорости спекания основаны либо на отношении теплоемкостей газов, проходящих через спекаемый слой, и шихты [7, с. 507], либо на удельном выходе агломерационного газа из шихты [7, с. 496]. Кроме того, в первом случае необходимы данные о газопроницаемости спекаемого слоя, а во втором – о скорости фильтрации газа в слое и насыпной массе шихты. Таким образом, существующие формулы для расчета вертикальной скорости спекания требуют наличия данных, которые предполагают проведение опытных спеканий.

Постановка задачи. Задачей настоящей работы явилась разработка математической модели процесса перемещения зоны горения при спекании аглошихты, не требующей проведения опытных спеканий для получения входных данных.

Изложение материала и результаты. Для составления идеальной конструкции описываемого процесса перемещения зоны горения твердого топлива в агломерационной шихте, называемой содержательной моделью [8, с. 35], использована формула [7, с. 496]

$$v_c = w_o / (V_r \cdot \rho),$$

где v_c - вертикальная скорость спекания, м/с; w_o - скорость фильтрации газа в слое, м/с; V_r - удельный выход агломерационного газа, м³/кг сухой шихты; ρ - насыпная масса агломерационной шихты, кг/м³, поскольку в результате сравнительного исследования установлено [9], что она обладает наибольшей универсальностью и пригодностью для практического применения. В пользу такого выбора свидетельствует также то, что в области повышенного содержания углерода в шихте (более 4 %), несмотря на уменьшение кажущейся теплоемкости шихты вследствие увеличения массовой доли углерода в ней, скорость спекания снижается [1, с. 170], хотя согласно формуле, основанной на отношении теплоемкостей газов и шихты, должна увеличиваться.

Основными структурными элементами модели являются параметры шихты и параметры газа, которые характеризуют начальное состояние системы.

Параметры агломерационной шихты, характеризующие начальное состояние системы, включают в себя: содержание отдельных компонентов шихты; массовую долю углерода в топливе, СаО в известняке и СаО_{акт} в извести; фракционный состав топлива и шихты; высоту слоя спекаемой шихты.

Входными параметрами модели, устанавливаемыми при выполнении расчетов для конкретного случая спекания, являются: состав газа на входе в слой; скорость просасывания воздуха через спекаемый слой; истинная плотность шихтовых компонентов.

Согласно принятой содержательной модели, рассматриваемые процессы сгруппированы в следующие подсистемы: скорости фильтрации газа в слое; удельного выхода агломерационного газа; насыпной массы окомкованной шихты.

Параметром выхода является вертикальная скорость спекания аглошихты.

При разработке концептуальной модели приняли следующие основные допущения: компоненты шихты представлены в виде частиц шаровидной формы; горение углерода происходит по реакциям $C + 0,5O_2 = CO$, $C + O_2 = CO_2$; гранулометрический состав окомкованной шихты определяется массовой долей отдельных фракций крупности в исходной шихте и содержанием связующих добавок; параметры входящего воздуха подобны атмосферному.

При разработке подмодели скорости фильтрации газа были сделаны следующие допущения: удельный расход воздуха на спекание неофлюсованной шихты из гематитовых руд и магнетитовых концентратов составляет 0,35-0,40 м³/кг [1, с. 111] (данное допущение принималось

при вычислении удельного выхода агломерационного газа по типичному расходу воздуха); высота зоны горения для типичных условий агломерации (топливо размером 0-3 мм) составляет 1/10 от общей высоты спекаемого слоя [1, с. 65, 68]; скорость просасывания газа через спекаемый слой равняется 0,35 м/с [10] (эти допущения принимались при вычислении зависимости скорости горения топливных частиц от различных факторов).

Математическая модель перемещения зоны горения в спекаемом слое представлена в виде расширяющейся сети отдельных взаимосвязанных зависимостей, выделенных в самостоятельные подмодели (рис. 1)

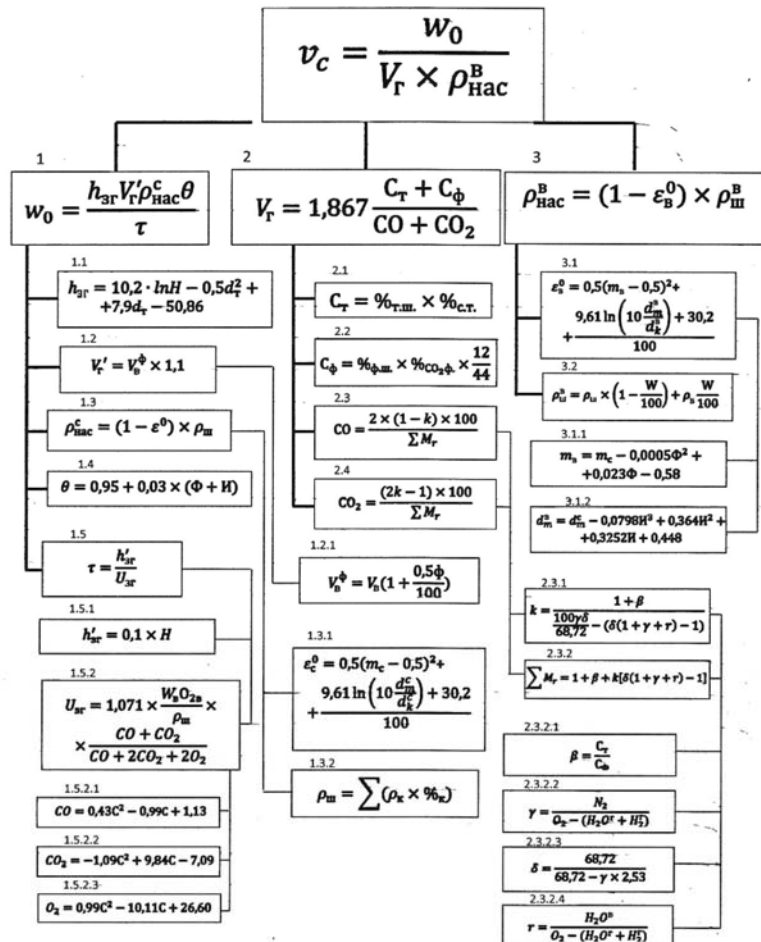


Рис. 1. Схема математической модели процесса перемещения зоны горения твердого топлива в спекаемом слое агломерационной шихты

где H - высота слоя шихты, м; τ - время горения частичек кокса, с; V_c - вертикальная скорость спекания, м/с; w_0 - скорость фильтрации газа в слое, м/с; V_c - удельный выход агломерационного газа, м³/кг; V_r' - удельный выход агломерационного газа при типичных условиях спекания; $\rho_{\text{нас}}^c, \rho_{\text{нас}}^B$ - насыпная масса сухой и окомкованной шихты соответственно, кг/м³; h_{3r} - высота зоны горения, м; θ - коэффициент, учитывающий влияние изменения объема проходящего через спекаемый слой газа, вследствие изменения его температуры, на скорость фильтрации газа; C - содержание топлива в шихте, %; C_r - содержание углерода топлива в шихте, дол. ед.; C_Φ - содержание углерода флюса в шихте, дол. ед.; CO, CO_2, O_2 - содержание CO, CO_2, O_2 в отходящем газе, дол. ед.; $\varepsilon_c^0, \varepsilon_b^0$ - порозность слоя сухой и окомкованной шихты соответственно, дол. ед.; $\rho_{\text{ш}}$ - плотность шихты, кг/м³; d_r - средний диаметр топливных частиц, мм; $\%_{\text{с.т.}}$ - содержание углерода в топливе, %; Φ - содержание известняка в шихте, %; $И$ - содержание извести в шихте, %; $\%_{\text{CO}_2\text{ф.}}$ - содержание диоксида углерода во флюсе, %; m_c, m_b - доля мелочи в сухой и окомкованной шихте соответственно, дол. ед.; d_m^c, d_k^c - диаметры мелкой и крупной фракции в сухой шихте соответственно, м; $\rho_{\text{ш}}$ - плотность компонентов шихты, кг/м³; d_m^b, d_k^b - диаметры мелкой

и крупной фракции в окомкованной шихте соответственно, м; $\rho_{\text{ш}}$ – плотность окомкованной шихты, кг/м³; W – влажность окомкованной шихты, %; $\%_k$ – содержание компонента в шихте, %; $V_{\text{ш}}^{\text{ф}}$ – удельный расход воздуха на спекание офлюсованной шихты, м³/кг; $V_{\text{ш}}$ – удельный расход воздуха на спекания не офлюсованной шихты, м³/кг; k – коэффициент балансового отношения CO/CO_2 , дол. ед.; $\Sigma \text{Мг}$ – объем продуктов горения, моль; β – отношение концентраций углерода карбонатов и твердого топлива агломерационной шихты, дол. ед.; γ – коэффициент, равный отношению содержания N_2/O_2 в газе, поступающем на горение, дол. ед.; δ – коэффициент расхода воздуха, равный отношению количества воздуха, расходуемого на агломерацию, к количеству воздуха, расходуемого на горение, дол. ед.; g – относительное количество паров воды, дол. ед.; $h'_{\text{з.г.}}$ – высота зоны горения (упрощенная), м; $U_{\text{з.г.}}$ – скорость перемещения зоны горения, м/с; $W_{\text{в}}$ – скорость просасывания воздуха через спекаемый слой, м/с; $\text{O}_2^{\text{в}}$ – содержание кислорода в просасываемом воздухе, %.

Наиболее существенными элементами новизны подмодели скорости фильтрации газа в слое (формула 1), являются следующие:

наличие коэффициента θ , учитывающего влияние изменения температуры газа, вызванной эндотермическим эффектом реакций диссоциации CaCO_3 и $\text{Ca}(\text{OH})_2$, на его объем и, следовательно, скорость фильтрации (формула 1.4);

учет зависимости высоты зоны горения от крупности топлива и высоты слоя шихты (формула 1.1); формула 1.3.1, полученная путем обработки результатов экспериментального исследования изменения порозности слоя реальной доменной шихты от доли мелочи при различном соотношении диаметров мелких и крупных фракций [11, с. 21];

учет зависимости состава продуктов горения топлива от содержания углерода в шихте (формулы 1.5.2.1 – 1.5.2.3), выполненный на основании результатов экспериментального исследования [10].

Разработка подмодели выхода агломерационного газа (формула 2) выполнена на базе известных закономерностей влияния различных факторов на этот параметр аглопроцесса [1, с. 54-79].

Новизна элементов подмодели насыпной массы окомкованной шихты (формула 3) заключается в следующем: порозность слоя окомкованной шихты представлена зависимостью (формула 3.1) аналогичной порозности слоя исходной шихты (формула 1.3.1);

на основе анализа экспериментальных данных о влиянии содержания в окомкованной шихте известняка получена подмодель содержания мелочи в окомкованной шихте (формула 3.1.1);

математическое выражение зависимости диаметра мелкой фракции окомкованной шихты от содержания извести в шихте (формула 3.1.2) получено по экспериментальным данным.

Проверка адекватности и адаптация модели определения вертикальной скорости спекания шихты, а также отдельных подмоделей проведена путем сравнения результатов моделирования с экспериментальными данными, полученными в ходе лабораторных и промышленных исследований, проведенных на аглофабрике ГОКа ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог».

С использованием разработанной модели выполнено исследование зависимости вертикальной скорости спекания от состава и параметров слоя аглошихты, в частности, содержания твердого топлива и известняка в шихте при различной высоте спекаемого слоя, порозности слоя окомкованной шихты при различной доле в ней мелких фракций, содержания извести ($\text{CaO}_{\text{акт.}}$) в шихте при различной основности шихты, скорости просасывания воздуха при различном содержании $\text{CaO}_{\text{акт}}$ в шихте и др.

При исследовании влияния скорости просасывания воздуха на вертикальную скорость спекания при различном содержании $\text{CaO}_{\text{акт}}$ в шихте исходными параметрами принимали следующие: высота спекаемого слоя 300 мм; содержание известняка в шихте 10 %; содержание твердого топлива в шихте 4,0 %; доля мелкой фракции в сухой шихте 80 %.

Результаты исследования (рис. 2) показывают практически прямолинейную зависимость скорости спекания от скорости фильтрации воздуха при различном содержании извести в шихте.

При этом, чем выше содержание извести, тем больше скорость спекания при одинаковой скорости просасывания воздуха.

Таким образом, полученное численное описание процесса движения зоны горения при спекании аглошихты является локальной динамической моделью, адекватность которой подтвер-

ждена результатами теоретических и экспериментальных исследований.

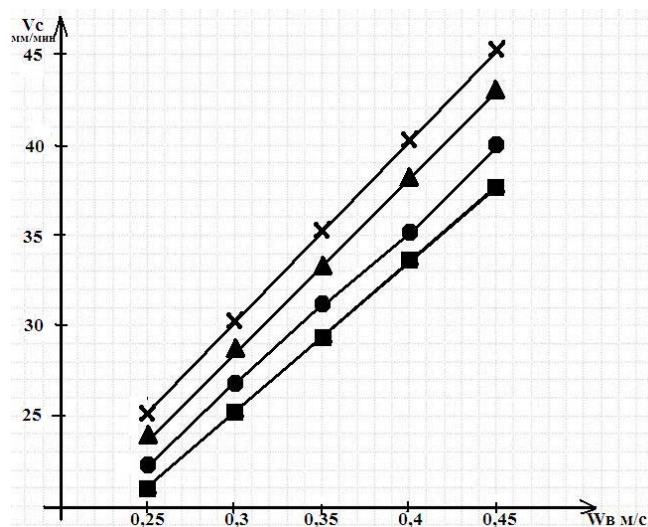


Рис. 2. Залежність вертикальної швидкості спекання V_c від швидкості просасування повітря W_b при різному вмісті $\text{CaO}_{\text{акт}}$ в шихті: ■ – 0,5; ● – 1,0; ▲ – 1,5; × – 2,0

залежність вертикальної швидкості спекання від параметрів хімічного складу та структурно-газодинамічних характеристик шару аглошихти.

Дальніші дослідження в цьому напрямку можуть бути пов'язані з адаптацією моделі до конкретних АСУТП агломерационних фабрик.

Список литературы

1. **Коротич В.И.** Агломерация рудных материалов. Научное издание. В.И. Коротич, Ю.А. Фролов, Г.Н. Бездежский – Екатеринбург: ГОУ ВПО "УГТУ-УПИ", 2003. – 400 с.
2. Совершенствование агломерационного процесса / Ф.Ф. Колесанов, Н.С. Хлапонин, В.Н. Кривошеев, В.И. Чикуров. – К.: Техніка, 1983. – 110 с.
3. **Young R.W.** Dynamic mathematical model of sintering process / R.W. Young // Ironmaking and Steelmaking, 1977, № 6, p. 321-328.
4. Technology for Granulating Coke Breeze by Centrifugal Rolling Type Pelletizer and Effect of Granulated Coke Breeze on Sintering Operation / Y. Hosotani, N. Konno, J. Shibata et al // ISIJ International, Vol. 35 (1995), № 11. P. 1340-1347.
5. Numerical Simulation Model of the Iron Ore Sintering Process Directly Describing the Agglomeration Phenomenon of Granules in the Packed Bed / M.V. Ramos, E. Kasai, J. Kano, T. Nakamura. // ISIJ International, Vol. 40 (2000), № 5. P. 448-454.
6. Математическая модель тепло- и массообменных процессов при агломерации шихты / З.К. Кабаков, А.А. Елисеев, Т.В. Деткова [и др.] // Изв. вузов. Черная металлургия. – 2008. – № 1. – С. 19-22.
7. Сырье для черной металлургии: Справочное издание: В 2-х т. Т.1. Сырьевая база и производство окучкованного сырья (сырье, технологии, оборудование) / Под ред. В.М. Чижиковой. – М.: Машиностроение-1, 2001. – 896 с.
8. **Мышкис, А.Д.** Элементы теории математических моделей / А.Д. Мышкис — М.: КомКнига, 2007. — 192 с.
9. **Савельев С.Г.** К вопросу расчета вертикальной скорости спекания аглошихты / С.Г. Савельев // Міжнародна науково-техн. конфер. «Гірничо-металург. комплекс: досягнення, проблеми та перспективи розвитку». Матеріали конфер., Кривий Ріг, Видавн. центр КТУ, 2009, с. 169.
10. **Котов В.Г.** Некоторые особенности горения топлива агломерационной шихты / В.Г. Котов // Изв. вузов. Черная металлургия, 1982, № 10, с. 14-17.
11. **Тарасов В.П.** Теория и технология доменной плавки / В.П. Тарасов, П.В. Тарасов. – М.: Тнтермет инжиниринг, 2007. – 384 с.
12. **Савельев С.Г.** Математическое моделирование в исследовании процессов производства окучкованного железорудного сырья / С.Г. Савельев, Я.А. Стойкова // Гірничий вісник. Науково-техн. зб. Вип. 95 (1), Кривий Ріг, 2012. С. 99-104.

Рукопись поступила в редакцию 25.03.14

УДК 622.647.2+622.69390

Т.В. АЛЕКСАНДРОВА, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

ПРОЦЕССЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КУСКОВОЙ РУДЫ С ЛЕНТОЙ НАКЛОННОГО КОНВЕЙЕРА ПРИ ЕЕ ПОПЕРЕЧНОМ ПОРЫВЕ

В статье рассмотрены процессы динамического взаимодействия крупных кусков со слоем руды и с лентой наклонного конвейера при ее скоростном сходе вниз в случае поперечного порыва, а так же рассмотрены причины и процесс сброса этих кусков с конвейера.

Конвейер, конвейерная лента, жесткость ленты, упругий удар, поперечный порыв ленты

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. В настоящее время транспортировка руды с нижних горизонтов на борт карьера производится, как правило, при помощи мощных магистральных конвейеров, протянувшихся на сотни метров. Наиболее уязвимым элементом конвейера является лента, именно проблемы с конвейерной лентой вызывают максимальное количество аварий на конвейерах. Исследование динамических процессов, происходящих на конвейере при сходе ленты вниз, позволит найти пути предотвращения разрушения элементов конвейера и снижение затрат на ликвидацию результатов аварии.

Изложение материала и результаты. Скоростной сход вниз грузовой ленты в результате аварии оказывает разрушительное воздействие на все элементы конвейера. При этом измочаливается и рвется лента, выходят из строя роlikоопоры, привод и конвейерный став, а если происходит транспортирование крупнокусковой руды, то самые крупные куски могут вылетать за ограждение конвейера и травмировать обслуживающий персонал.

Рассмотрим удар крупного куска руды при падении его на грузую конвейерную ленту. При ударе куска руды по ленте она ведет себя как «батут». Вначале под влиянием динамической нагрузки лента прогибается, а затем она подбрасывает этот кусок вверх [5].

Для исследования этого процесса заменим систему руда-лента одной пружиной, эффективную жесткость которой обозначим через c . Такая система в первом приближении представляет систему двух пружин, которые соединены последовательно.

Согласно (рис.1) растяжение эквивалентной пружины [6]

$$x = x_1 + x_2 \quad (1)$$

Рис. 1. К расчету эквивалентной жесткости c системы «транспортируемая масса породы - лента транспортера»
где c_p - жесткость слоя руды; c_l - жесткость ленты

Поскольку растяжения ленты обусловлены действием силы P , то

$$x_1 = \frac{P}{c_p}; \quad x_2 = \frac{P}{c_l}, \quad (2)$$

Следовательно

$$\begin{aligned} \frac{P}{c} &= \frac{P}{c_p} + \frac{P}{c_l} \\ \frac{1}{c} &= \frac{1}{c_p} + \frac{1}{c_l} \end{aligned} \quad (3)$$

Отсюда

$$\frac{1}{c} = \frac{c_p + c_l}{c_p \cdot c_l}; \quad \tilde{n} = \frac{\tilde{n}_\delta \cdot \tilde{n}_\varepsilon}{\tilde{n}_\delta + \tilde{n}_\varepsilon}. \quad (4)$$

К таким же соотношениям можно прийти, рассматривая податливость слоя руды и ленты. Обозначим податливость слоя руды на ленте через δ_δ , а податливость ленты через δ_ε . Заменим эти два слоя одним эквивалентным, податливость которого равна δ

$$\delta = \delta_p + \delta_l \quad (5)$$

Перейдем к эффективной жесткости c , где $\tilde{n} = \frac{1}{\delta}$,

тогда

$$\frac{1}{\tilde{n}} = \frac{1}{\tilde{n}_\delta} + \frac{1}{\tilde{n}_\varepsilon}. \quad (6)$$

Определим прогиб системы «лента конвейера + слой руды» при падении на него куска руды и будем считать, что кусок руды после касания слоя не отбрасывается, а движется вниз вместе с этой системой как единое целое (коэффициент восстановления системы равен нулю) [6]

Обозначим массу падающего куска породы, который падает с высоты H_κ через m_κ , а массу породы, лежащей на ленте конвейера вместе с массой последней через m_p . Будем считать, что удар куска руды о массу будет не «неупругим». Под массой m_p понимаем некоторую эффективную массу, которая вовлекается ударяющимися кусками. При неупругом ударе скорость системы масс $(m_\kappa + m_p)$ определяем из следующих соображений. Скорость куска перед ударом (в момент удара) равна v_κ . Из закона сохранения энергии следует

$$\frac{m_\kappa v_\kappa^2}{2} = m_\kappa g H_\kappa \quad (7)$$

Отсюда

$$v_\kappa^2 = 2gH_\kappa \quad (8)$$

Из закона сохранения количества движения находим $(m_\kappa + m_p)v_1 = m_\kappa v_\kappa$

Отсюда

$$v_1 = \frac{m_\kappa v_\kappa}{m_\kappa + m_p} = \frac{m_\kappa \sqrt{2gH_\kappa}}{m_\kappa + m_p} \quad (9)$$

Записываем закон сохранения энергии

$$\frac{1}{2}(m_\kappa + m_p)v_1^2 + (m_\kappa + m_p)g\Delta h_1 = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{m_p g}{c} + \Delta h_1 \right)^2 - \left(\frac{m_p g}{c} \right)^2 \right] \quad (10)$$

где Δh_1 - дополнительный прогиб ленты от удара по ней куска руды.

Отсюда

$$\Delta h_1^2 = \frac{2m_\kappa g}{c} \cdot \Delta h_1 - \frac{m_\kappa g + m_p g}{(m_\kappa g + m_p g)^2} \cdot \frac{2(m_\kappa g)^2 \cdot 2gH_\kappa}{2cg} \quad (11)$$

Решая уравнение (11), находим

$$\Delta h_1 = \frac{m_p g}{c} + \sqrt{\frac{(m_l g)^2}{c^2} + \frac{2(m_\kappa g)^2 H_\kappa}{(m_l + m_p)cg}} \quad (12)$$

Уравнение (12) дает возможность вычислить дополнительный прогиб системы «конвейерная лента + слой руды» под действием падающего на нее куска руды (рис. 2).

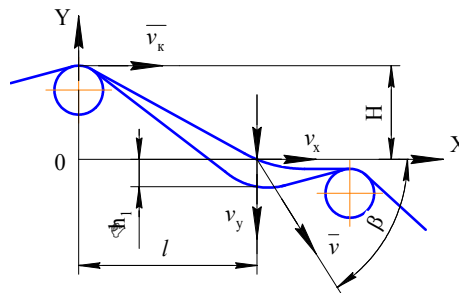


Рис. 2. Дополнительный прогиб Δh_1 системы «конвейерная лента + слой руды» под действием падающего куска руды

Проанализируем процесс падения куска руды на наклонную ленту конвейера. Обозначим вектор скорости бросания куска $\bar{v}_e$ и для простоты рассуждений направим этот вектор горизонтально и запишем кинематические формулы полета такого куска:

$$l = v_k t; \quad v \cdot \cos \beta_n = v_e$$

$$0 = H - \frac{gt^2}{2}; \quad -v \cdot \sin \beta_n = -gt$$

где $\bar{v}$ - вектор скорости куска породы при падении на наклонную ленту конвейера; $\beta_i = (\bar{v})$ - угол, составленный вектором скорости $\bar{v}$ и горизонтом; t - время полета куска руды $t = \sqrt{2H/g}$

Из этих соотношений находим

$$\text{скорость куска руды при ударе о ленту } v = \sqrt{v_e^2 - (gt)^2} = v_e \sqrt{1 + \frac{2gl}{v_e^2}}$$

$$\text{угол } \beta_i \quad \operatorname{tg} \beta_n = \frac{gt}{v_e}; \quad \beta_n = \operatorname{arctg}(\sqrt{2gH}/v_k)$$

Приведенные соотношения показывают, что с увеличением высоты H угол β_i увеличивается, а при увеличении начальной скорости v_k бросания куска руды он уменьшается. Величина горизонтальной проекции скорости v_k увеличивается при увеличении начальной скорости бросания куска и при увеличении высоты H его полета.

Далее рассмотрим неупругий удар куска руды по системе «лента + слой руды» (коэффициент восстановления не равен нулю) Это происходит тогда, когда кусок руды, падающий с определенной высоты, соударяется с лежащим на ленте куском руды (рис.3)

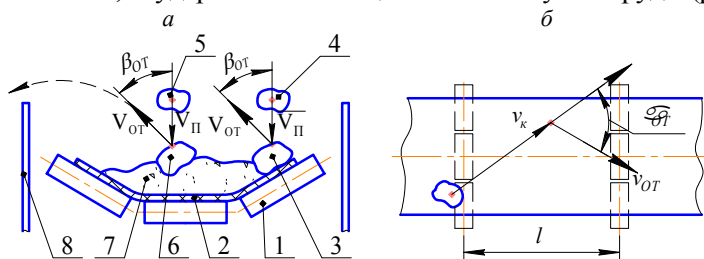


Рис. 3. Схема разлета кусков руды при скоростном сходе ленты

Рассмотрение подобных случаев необходимо при исследовании отбрасывания падающих кусков руды. Коэффициент восстановления двух кусков руды после соударения K [5] определяется как

$$K = \left| \frac{u_n}{v_n} \right| \quad (13)$$

где u_n - нормальная составляющая скорости куска породы в конце удара; v_n - нормальная составляющая скорости куска при касании ленты (в начале удара); $\alpha_{от}$ - угол отброса куска руды в горизонтальной плоскости.

Считая, что скорость куска породы в момент касания ленты известна, определим скорость этого же куска в момент отскакивания. Согласно теореме об изменении количества движения для тангенциальной составляющей скорости

$$m_k u_n - m_k v_n = F_{mp} t_{y\partial} \quad (14)$$

где F_{mp} - сила трения куска породы по руде; $t_{y\partial}$ - время удара, которое имеет величину порядка 10^{-3} - 10^{-4} с.

Поэтому в первом приближении $F_{mp} t_{y0} \approx 0$

Следовательно и $m_k u_n - m_k v_n \approx 0$

$$u_n \approx v_n \quad (15)$$

т.е., пренебрегая смещением куска породы, находим, что тангенциальная составляющая скорости куска породы не изменяется. Для нормальной составляющей из (13) находим

$$u_n = K v_n \quad (16)$$

Модуль скорости центра масс куска породы после удара равен

$$u = \sqrt{(u_n)^2 + (v_n)^2} = v_n \sqrt{\sin^2 \alpha_{OT} + K^2 \cos^2 \alpha_{OT}} \quad (17)$$

Рассмотрим процесс соударения двух кусков руды на ленте конвейера

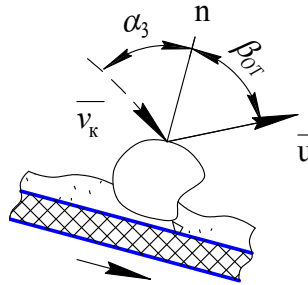


Рис. 4. Схема к расчету соударения двух камней на ленте конвейера

Согласно рис. 4

$$K = \frac{U \cos \beta_{OT}}{v \cos \alpha_n} = \frac{\sin \alpha_n \cdot \cos \beta_{OT}}{\cos \alpha_n \cdot \sin \beta_{OT}} = \frac{\operatorname{ctg} \beta_{OT}}{\operatorname{ctg} \alpha_n}$$

$$\operatorname{ctg} \beta_{OT} - K \operatorname{ctg} \alpha_n; \beta_{OT} = \operatorname{arctg}(K \operatorname{ctg} \alpha_n)$$

где α_n - угол падения куска руды на ленту; β_{OT} - угол отражения (отскока) куска руды в вертикальной плоскости; n - нормаль к касательной линии в точке касания двух кусков руды.

Следовательно, при любом не вполне упругом соударении двух кусков руды ($K \leq 1$) модуль скорости отражения всегда меньше модуля скорости падения и приближении удар можно считать абсолютно не упругим ($K=0$) и угол отражения $\beta_{OT} = 90^\circ$, а скорость отбрасываемого куска руды

$$U = v_n = v \sin \alpha_n$$

Таким образом, при падении куска руды на слой тонко измельченной руды, кусок руды отскакивает от слоя руды, сохраняя лишь касательную составляющую скорости и скользя по поверхности слоя руды. Скорость отброшенных кусков руды может быть довольно большой и углы отскока падающих кусков из-за неопределенности форм соударяющихся кусков могут составлять $0 \leq \alpha_n \leq 90^\circ$. Поэтому и дальность полета таких кусков может составлять значительные расстояния. Полученные аналитические зависимости параметров разлета с наклонного конвейера крупных кусков руды после поперечного порыва его ленты от параметров самого конвейера позволяют предпринимать меры для снижения экономических потерь предприятия от аварий на этих конвейерах.

Разлетающиеся с наклонного конвейера крупные куски руды при скоростном сходе разрушают микроструктуру конвейера. Так они разрушают силовую кабельную систему питания электродвигателей и кабельную разводку систему управления конвейером, которые обычно расположены на стенах горной выработки или галереи. Они так же повреждают системы освещения и пожаротушения, а так же угрожают жизни обслуживающего, оказавшихся во время аварии рядом с конвейером. Знание параметров полета кусков руды позволяет закладывать в проект конструкции наклонного конвейера необходимые решения для предотвращения или снижения последствий аварии и определить тип улавливающего устройства, необходимого для захвата ленты при ее самопроизвольного скоростного схода вниз.

Выводы Моделирование конвейерной ленты и лежащего на ней слоя руды позволяет заменить систему некоторой пружиной с эквивалентным коэффициентом жесткости c

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{c_p} + \frac{1}{c_d}$$

и вычислить дополнительный прогиб ленты с рудой при падении на нее кусков руды.

Учет степени упругости удара падающего куска руды позволяет вычислить скорость отброшенного куска. Эта скорость зависит от первоначальной скорости и коэффициента восстановления соударяющихся кусков. Высота подъема отброшенного куска и дальность его полета могут быть довольно большими и составлять значительные площади покрытия вокруг конвейера. Скорость падающего куска породы в момент его касания с системой «слой руды + лента» зависит от высоты падения H и его начальной скорости. Угол β_n падения куска руды на ленту увеличивается с увеличением высоты H , а при увеличении начальной скорости v_k куска он уменьшается.

Падающие на ленту куски породы при соударении с кусками руды, лежащими на ленте, или при падении на наклонную часть ленты могут быть сброшены с конвейера. При этом может быть повреждена кабельная электросистема питания приводов конвейера и система электроуправления конвейером. Для предотвращения скоростного самопроизвольного движения вниз ленты наклонного конвейера необходимо устанавливать на нем надежные устройства для захвата ленты в самом начале аварии.

Список литературы

1. **Проскурин В.И.** К теоретическому анализу процесса обрыва ленты конвейера. Разработка месторождений полезных ископаемых. Вып. 20. 1970 г. Стр.53.
2. **Барабанов В.Я.** Исследование основных элементов ленточных конвейеров для перемещения крупнокусковых горных пород. Диссертация. М. 1965 г. Стр. 77-81.
3. **Бондарев В.С.** Исследование взаимодействия динамических нагрузок на ленту и роlikоопоры конвейера при транспортировании тяжелых крупнокусковых грузов. Диссертация. М. 1963 г. Стр. 57-66.
4. **Проскурин В.И.** К теоретическому анализу процесса обрыва ленты конвейера. Разработка месторождений полезных ископаемых. Вып. 20. 1970 г. Стр.53.
5. **Курников Ю.А.,** Новиков В.И., Кузовкин В.А. Аналитическое исследование поведения ленты уклонного конвейера после ее обрыва. Механизация горных работ. Сб. 75. 1975 г. Стр.283
6. **Лойцянский Л.И.,** Лурье А.И. Курс теоретической механики. Т.1. - М.: Гостехиздат, 1955 г. Стр.62-81,135-143, 509-514.
7. **Яблонский А.А.** Курс теоретической механики. Часть 2. Динамика. М. Высшая школа. 1984 г. Стр.261-264.
8. **Волотковский В.С.,** Нохрин А.Г., Кармаев Г.Д. Методика измерения и оценка динамических нагрузок от крупнокускового скального материала на ленте вдоль става конвейера. Сб. Горнорудное производство. Транспорт рудных карьеров. Свердловск. 1974 г. с.107
9. **Присецкий Г.В.,** Клейнерман И.И., Костовещий В.П. Динамические нагрузки линейной части ленточных конвейеров при транспортировании крупнокусковых пород. Сб. Горнотранспортное оборудование разрезов. УкрНИИпроект. 1974 г.
10. **В.С., Нохрин А.Г.** и др. Методика измерения и оценки динамических нагрузок от крупнокускового скального материала на ленте вдоль става конвейера. Горнорудное производство. Транспорт рудных карьеров. Свердловск. 1974 г. Вып 45. Труды института горного дела.

Рукопись поступила в редакцию 21.03.14

УДК 622.233 004.5

НАЗАРЕНКО Н.В., канд. техн. наук, Криворожский национальный университет,
НАЗАРЕНКО М.В., д-р техн. наук, ГУ «Национальный НИИ промышленной безопасности и охраны труда»,
ХОМЕНКО С.А., НПП «Кривбассакадеминвест»

К-MINE – БАЗОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

В статье рассматриваются вопросы использования программных решений на базе геоинформационной системы К-MINE при проектировании и ведении буро-взрывных работ для предприятий с открытым способом добычи полезных ископаемых с целью повышения качества подготовки горной массы и оптимизации технологических процессов бурения и взрывания.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Существующая на горнодобывающих предприятиях технология проектирования буро-взрывных работ (БВР) характеризуется значительной трудоемкостью. Процесс проектирования на всех стадиях работы предваряется и сопровождается геолого-маркшейдерским сопровождением, включающим как полевые, так и камеральные работы. Процесс проектирования носит стадийный характер и выполняется поэтапно [1]. Эффективность данного процесса зависит от организационного и информационного взаимодействия всех его участников (геологической и маркшейдерской служб, специалистов по буровым и взрывным работам).

Существенную помощь в данном вопросе могут оказать специализированные программные средства. Разработка и совершенствование таких систем для проектирования буровзрывных работ в реальном режиме времени со всеми его составляющими (ведение и актуализация геолого-маркшейдерской документации; проектирование расстановки взрывных скважин в блоке с учетом физико-химических и технологических характеристик вмещающих пород, конструкции зарядов; расчет параметров взрывания, обмен данными со смежными системами; использование новых видов взрывчатых веществ (ВВ) является крайне актуальной задачей для большинства горных предприятий.

Анализ исследований и публикаций. Существует ряд компьютерных программ для автоматизации проектов буро-взрывных работ или имитационного моделирования взрывов. Однако, в большей степени, они обладают узкой специализацией и не позволяют комплексно рассматривать вопросы с позиции как проектирования, управления взрывом, так и оценки качества взрывных работ, а также решения вопросов промышленной безопасности и охраны труда.

Постановка задачи. Таким образом, целью работы является комплексное решение вопросов автоматизации проектирования и ведения буровзрывных работ, что является одним из приоритетных направлений автоматизации горного производства.

Изложение материала и результаты. Геоинформационная система (ГИС) K-MINE содержит полный комплект программных модулей, позволяющий перевести работу специалистов-проектировщиков БВР на качественно новый уровень [2]. Для работы системы используется единая база данных (горно-геологическая модель), которая регулярно актуализируется по результатам маркшейдерских съемок и геологического опробования.

Комплекс проектирования БВР K-MINE содержит следующие модули:

проектирование рядов и расстановка скважин (подготовка проекта на бурение);

расчет зарядов и коммутации (подготовка проекта на взрывание);

проектные решения для проведения массовых взрывов;

контроль качества взрывания;

интегрированный модуль взаимодействия с системами точного позиционирования, расчета прочностных свойств горного массива и моделирования развала.

Структурная схема работы комплекса проектирования БВР приведена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема работы системы проектирования и управления буровзрывными работами с применением K-MINE

Основой для выполнения проекта на бурение является совмещенная геолого-маркшейдерская модель горного массива, актуальная на момент проектирования. На основании прочностных свойств вмещающих пород, обводненности, горно-геометрических параметров ус-

тупов и площадки под бурение выбирается и утверждается паспорт БВР. В системе используются настраиваемые справочники типовых паспортов для буровых блоков (геометрические параметры сеток, величины глубин и перебуров, диаметр скважин, вид ВВ, величина заряда и прочие показатели). Проектирование выполняется в интерактивном режиме (пошагово). В системе используется множество алгоритмов, позволяющих оптимизировать размещение скважин в блоке и сократить общее время проектирования. Как показывает опыт использования комплекса БВР на базе K-MINE в карьерах, применение инструментария автоматического размещения скважин позволяет только за счет точных геометрических расчетов и построений «экономить» 2-3 скважины на каждые 100 скважин бурового блока, а на блоках сложной геометрической формы и больше. Сам процесс расстановки скважин в границах бурового блока занимает считанные секунды.

Подготовка проекта на бурения контролируется проектировщиком на всех стадиях. Так, в его компетенции возможно вмешательство на любой стадии автоматизированного расчета и внесение ручных правок (создание дополнительных врезок, врубов, изменение расстояния между рядами (РМР) или расстояния между скважинами (РМС) в рядах, сгущение скважин на участках с завышенным значением линии сопротивления по подошве (ЛСПП), использование переменных РМР и РМС при разбуривании съездовых частей и подготовки разрезных траншей, допроектирование блока и многие другие геометрические задачи). Конечным результатом данного этапа работ является электронный проект на бурение (рис. 2).

Проект на бурение автоматически вносится в общую базу данных системы и используется для подготовки проектов на взрывание и проведение массовых взрывов в карьере.

В настоящее время, многие горных предприятия совершенствуют парк бурового оборудования: выполняют закупки новых буровых станков или модернизируют существующее буровое оборудование.

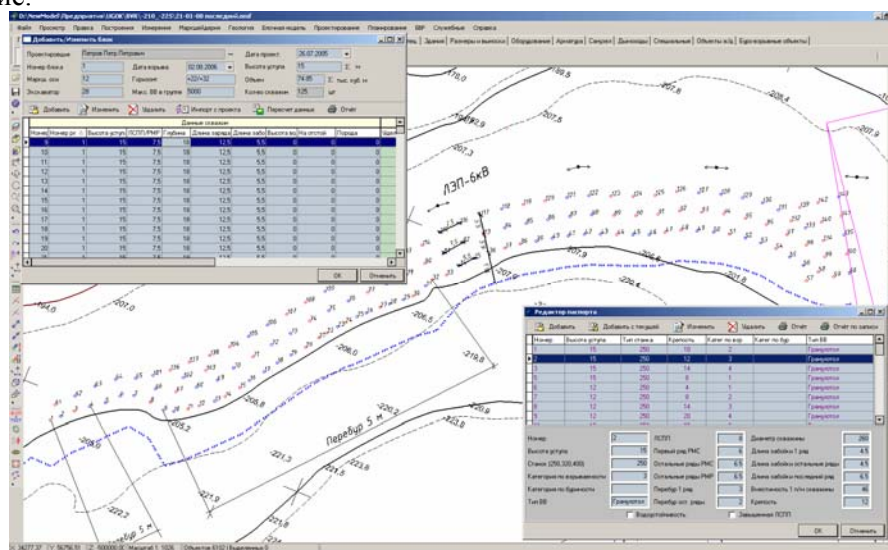


Рис. 2. Разработка проект блока на бурение в K-MINE

Станки оснащаются системами точного позиционирования с применением средств спутниковой навигации.

Использование широкополосных каналов беспроводной связи, а также единой базы данных технологических параметров буровой техники позволяет организовать обмен данными между K-MINE и системами точного позиционирования.

Электронный проект на бурение, выполненный в K-MINE, передается в общую базу данных системы точного позиционирования, откуда по каналам связи непосредственно на дисплей оператора бурового станка (рис. 3).

Наведение станка на точку бурения скважины выполняется автоматически по заданным координатам, глубина бурения также задается автоматически из проекта. Точность позиционирования оборудования в системах точного позиционирования составляет менее 10 см в плане и по высоте.



Рис. 3. Структурная схема системы взаимодействия модуля проектирования БВР ГИС K-MINE и системы точного позиционирования буровых станков

После проведения бурения осуществляется обратная передача фактических координат и глубин скважин в K-MINE для их дальнейшего использования при расчете зарядов скважин и проектировании схем коммутации. Таким образом, из общей цепочки производства буровзрывных работ (см. рис. 1) «выпадают» разбивочные маркшейдерские работы, а также съемка фактического положения выбуренных станком скважин, что позволяет сэкономить на каждом блоке до одного рабочего дня времени маркшейдера.

Информация о фактически пробуренных скважинах может в любой момент времени быть подгруженной из БД бурового оборудования и совмещена с проектом на бурение.

На базе этой информации может быть выполнен анализ и выявлены, в случае возникновения, причины отклонений фактических скважин от проекта, что является основанием для принятия мер по корректировке параметров проекта под новые условия.

Следующим этапом работы комплекса БВР в K-MINE является разработка проекта на взрывание, расчет зарядов скважин и подготовка проектной документации для проведения массовых взрывов. Расчет зарядов скважин выполняется и утверждается по типовому проекту с учетом текущей горно-геологической ситуации и фактического положения буровых скважин.

Проектирование сетей коммутации выполняются в интерактивном режиме.

При этом автоматически рассчитываются замедления для каждой скважины, а также общее замедление для блока, ведется контроль процессов инициирования скважин, отстраиваются линии отбойки рядов. Для наглядности производится мультипликационное отображение очередности взрывания скважин в блоке и определяются места возможного подбоя (рис. 4).

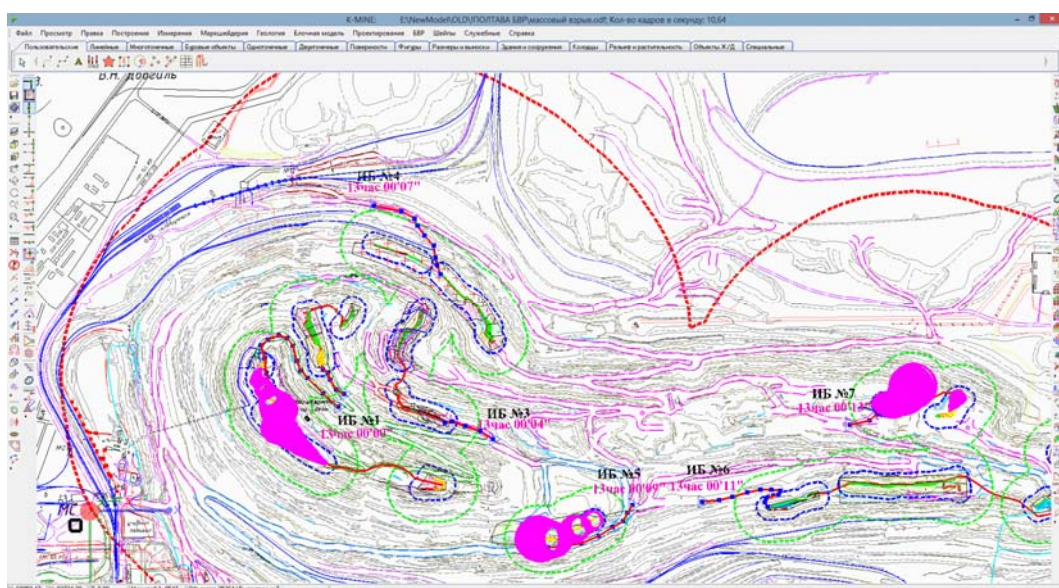


Рис. 4. Процесс моделирования массового взрыва в карьере

Это позволяет снизить вероятность отказов срабатывания взрывателей, возникающих при разрушении скважинных зарядов, из-за неверно рассчитанных замедлений, что, в свою очередь, повышает качество подготовки горной массы для экскавации.

Проекты на бурение и взрывание отдельных блоков являются информационной основой для проектирования массовых взрывов.

На основании этих данных рассчитываются и отстраиваются зоны безопасности по разлету кусков, акустическому и сейсмическому воздействию взрыва на горный массив и окружающую среду, контролируются в динамике процессы коммутации и взывания для определения возможных подбоев между блоками, рассчитываются и выносятся позиции размещения охранных постов, в автоматическом режиме формируется пакет отчетной документации по массовому взрыву.

Основным показателем, характеризующим качество выполнения буровзрывных работ в карьерах, является гранулометрический состав взорванной горной массы. Для его контроля используется специальный модуль.

Его основное назначение - определение размера среднего куска и гранулометрического состава взорванной горной массы по фотоснимкам с применением фотопланиметрического метода (рис. 5).

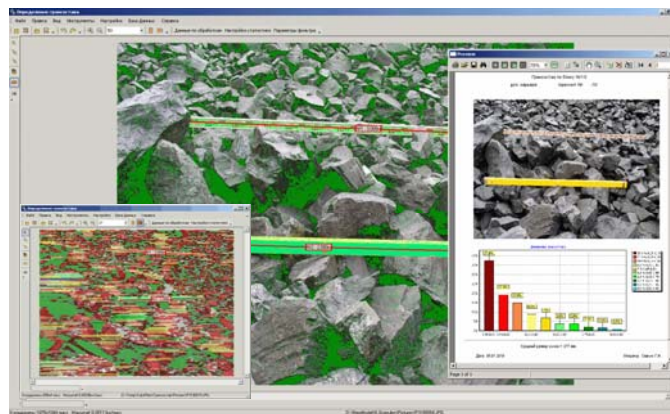


Рис. 5. Контроль качества гранулометрического состава во взрывном блоке

Данный модуль позволяет в оперативном режиме оценивать качество подготовки взорванной горной массы по отдельным взрывным блокам и в целом по карьере, и, при необходимости, вносить корректировку в типовые паспорта и разрабатываемые проекты на бурение и взрывание. Также может использоваться подрядными организациями, выполняющими взрывание, для контроля качества предоставляемых услуг.

Выводы и направление дальнейших исследований. Использование интегрированных решений на базе K-MINE и систем точного позиционирования буровыми станками позволяет перейти на качественно новый уровень проектирования и ведения БВР на горных предприятиях.

В первую очередь, это касается дешифрирования параметров бурения горного массива с целью определения его прочностных свойств.

Как показывает практика, прочностные свойства горного массива, даже в пределах одного взрывного блока, неравномерны.

Поэтому, для участков блоков с различными прочностными свойствами, целесообразным является применение различных сеток разбуривания или типов ВВ.

Реализуется данная методика путем получения фактических показателей бурения с помощью системы датчиков, устанавливаемых на буровой станок, с последующей их передачей в общую базу данных и дешифрированием; моделирование прочностных свойств пород в массиве и выбора параметров разбуривания блоков с учетом результатов данного моделирования.

Подобные решения позволяют сократить общий расход ВВ на проведение БВР на 10-15 %, а также открывают дорогу для использования современных схем разбуривания массива пород (например, использование нерегулярных сеток), применения распределенных и комбинированных зарядов, использование новых видов ВВ.

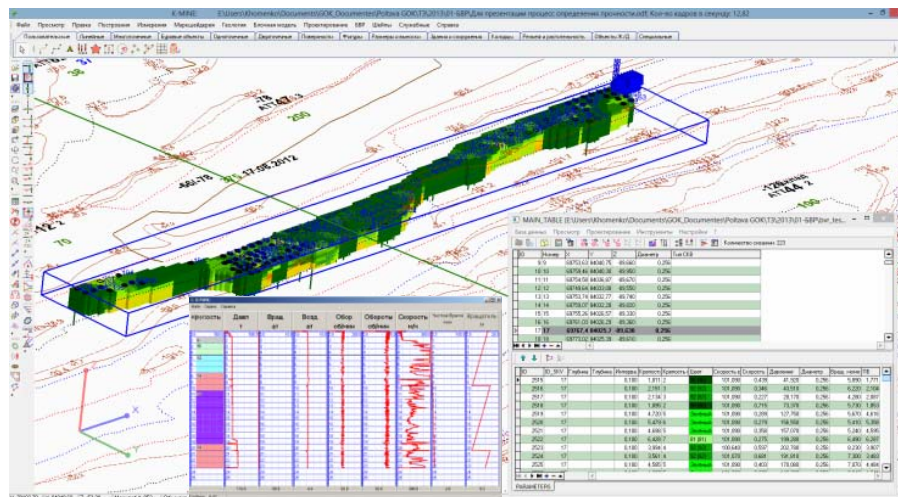


Рис. 6. Моделирование прочностных свойств горного массива

Как показывает опыт, использование программных решений на базе ГИС K-MINE при проектировании и ведении БВР на карьере позволяет повысить качество подготовки горной массы, в несколько раз сократить время на проектирование, на 3-5% снизить затраты на буровые и взрывные работы.

Список литературы

1. **Кутузов Б.Н.** Разрушение горных пород взрывом (взрывные технологии в промышленности), ч. II. Учебник для ВУЗов. 3-е изд. перер. и дополн. / Б.Н. Кутузов. – М.: МГУ, 1994. – 446 с.
2. **Хоменко С.А., Барановский С.С.** Система автоматизированного проектирования буровзрывных работ на базе ГИС K-MINE. Сборник докладов научно-практического семинара «SVIT GIS-2010». / С.А. Хоменко, С.С. Барановский–Кривой Рог: 2010. –278 с.

Рукопись поступила в редакцию 16.03.14

УДК 622.233

О.В. МИКИТИН, М.С. ЧЕРНЮК, студенты, Криворізький національний університет

ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МАЛОГАБАРИТНОЇ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ ТЕХНІКИ З ВЕЛИКИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

Наведено короткий огляд найбільш поширених до цього часу мікроконтролерів, їх характеристики, основні переваги й недоліки.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Розвиток робототехніки займає провідне місце у прогресуванні економіки, електроніки та техніки. Використання великих механізмів на заводах та підприємствах вже поступово знижується, адже їх досить впевнено замінюють невеликі пристрої - мікроконтролери [6]. Найбільшого розповсюдження набули мікроконтролери Arduino, Maple та CubieBoard. Незважаючи на це, інформація про їх застосування є доволі скупою.

Аналіз досліджень та публікацій. Після огляду публікацій про мікроконтролери [1-4], було зроблено висновки, що в них недостатньо повно демонструється їх основні можливості та приклади їх наглядного використання.

Постановка завдання. Метою даної статті є детальний огляд та аналіз мікроконтролерів Arduino, Maple та Cubieboard, їх порівняльних характеристик при виконанні задач.

Викладення матеріалу та результати. За останніми даними, в світі працюють 1,8 млн. роботів, різними за потребами - моделювання великих промислових, технологічних процесів,

використання роботів у побуті, роботи-автомати, роботи-іграшки.

Розвиток робототехніки напряму пов'язаний із розвитком мікроконтролерів. Наразі існує декілька видів мікроконтролерів: Arduino, Raspberry Pi, CubieBoard, Gooseberry, APC Rock, Maple, OLinuXino, Hackberry. Особливої популярності набирають саме Arduino, Maple та CubieBoard, проте інформації про них на інтернет-ресурсах недостатньо. Стаття призначена для інформатизації і залучення до творчості більш широкого кола людей.

Arduino - це апаратна обчислювальна платформа (рис. 1, детальна характеристика та розміри вказані у таблиці 1), основними компонентами якої є плата вводу/виводу та середовище розробки на мові Processing/Wiring. Плата Arduino сповна використовується як для створення автономних інтерактивних об'єктів, так і для підключення до програмного забезпечення, яке виконується на комп'ютері (наприклад: Adobe Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider). Детальна інформація про цю плату знаходиться у відкритому доступі[8], тому вона сповна може використовуватися для створення своїх власних плат на основі Arduino.

Arduino дозволяє звичайному комп'ютеру вийти за рамки віртуального світу у реальний та взаємодіяти з ним. Платформи на базі Arduino співпрацюють з різними датчиками для отримання інформації про навколишнє середовище, а також можуть управляти різними виконавчими пристроями[7].

Плати Arduino - це сучасний електронний конструктор для людей, які цікавляться і захоплюються розробкою механізмів, приладів, конструюванням робототехніки. Спеціалізовані роботи з даною платформою наразі лише почали активно прогресувати, але при цьому цим займається доволі велика кількість людей, як своїм хобі. Причому хобі, що надає практичну користь в житті. Основним виходом у світ цих плат стало те, що технологія розрахована на широке коло людей, адже Arduino не обмежує політ думки користувача та дозволяє складати із своїх плат так званий великий конструктор за допомогою плат розширення - шилд. Саме додавання цих шилд і дає Arduino високу популярність.

Плата Arduino виготовлена на базі мікроконтролера Atmel AVR, складається з елементів для програмування та інтеграції з іншими пристроями. На багатьох платах наявний лінійний стабілізатор напруги +5В або +3,3В. Тактування здійснюється на частоті 16 або 8 МГц кварцовим резонатором. У мікроконтролер записаний завантажувач (bootloader), тому зовнішній програматор не потрібен.



Рис. 1. Мікроконтролер Arduino Due

Плати Arduino дозволяють використовувати значну кількість Input/Output виводів мікроконтролера у зовнішніх схемах. Наприклад, у платі Decimila доступно 14 цифрових входів/виходів, 6 із яких можуть видавати ШІМ сигнал, і 6 аналогових входів. Ці сигнали доступні на платі через контактні площадки або штирьові розніми. Також існує декілька видів зовнішніх плат розширення, які називаються "shields" ("щити"), які приєднуються до плати Arduino через штирьові розніми.

Програмування Arduino-пристроєм здійснюється за допомогою простої і зрозумілої

мови команд, дуже схожої на C ++. Отримані проекти можуть застосовуватися в самих різних сферах виробництва і побуту, автоматизувати складні виробничі процеси без необхідності замовляти дороге професійне обладнання.

Мікроконтролер **Maple** є подальшим розвитком платформи Arduino. Ці Мікроконтролери Maple основані на мікропроцесорі STM32F103RB, максимальна частота якого - 72 МГц. Цей мікропроцесор забезпечує підвищену обчислювальну потужність. Платформа має 39 цифрових входів/виходів, 16 аналогових входів, є вбудований USB 2.0, 3 USART - порти, має вбудовану підтримку SPI/I2C, роз'єм живлення і кнопку скидання(Reset). Флеш - пам'ять 128 Кб, а ОЗУ - 20 Кб. Програмування відбувається за допомогою USB-порта і програма завантажується за допомогою DFU - завантажувача. Живлення платформи відбувається за допомогою мережевого адаптера, чи USB. Maple представляє хороший спосіб для старту розробок на основі 32-бітного

процесора.

Деякі з плат Maple є апаратно(технічно) сумісними с модулями розширення Arduino, що дозволяє використовувати їх у своїх проектах. Також, за рахунок сумісності API, більшість бібліотек, які розроблені для Arduino можуть працювати й з Maple.

Мікроконтролер Maple забезпечує підтримку безпеки читання / запису для захищених адрес портів. Також велику допомогу можуть надати чотири вбудованих 16-ти бітних таймерів. Плата може живитися від порту USB, мережевого адаптера або від LiPo батареї.

Так як до ця плата є похідною від Arduino, то в ній також наявний аналоговий вхід, проте немає аналогового виходу. За допомогою аналогового входу можна підключати аналогові датчики такі як: світлодіоди, конденсатори, датчики тиску, ваги, кута повороту, температури та опору.

Cubieboard - це одноплатний комп'ютер (рис. 2, детальна характеристика та розміри вказані у таблиці 1), що виготовляється в Шеньчжень, провінції Гуандун, Китай. Плата може працювати на операційних системах: Android 4 ICS, Ubuntu 12.04 desktop, Fedora 19 ARM Remix desktop, XBMC media player system, Archlinux ARM або basic Debian server через Cubian дистрибутив.

На платі Cubieboard2 [9] містяться: ARM процесор Allwinner A20 (cortex-A7), що працює на частоті 1 ГГц з відеоприскорювачем Mali400 (апаратно декодує HD відео, підтримує OpenGL ES), 1ГБ DDR3 оперативної пам'яті з частотою 480МГц, 4ГБ Nand Flash з попередньо встановленим завантажувачем і операційною системою, HDMI відеовихід, мережевий кабель, два USB роз'єми, роз'єм microSD, інтерфейс SATA та інфрачервоний порт.



Рис. 2. Мікроконтролер Cubieboard2

Плата Cubieboard вміщує в собі велику кількість «ніжок»(вхід/вихід) для зчитування та передавання сигналу — виведені додаткові 96 пін, через які можна отримати доступ до таких інтерфейсів як I2C, SPI, RGB / LVDS, CSI / TS, FM-IN, ADC, CVBS, VGA, SPDIF-OUT і R-TP.

В якості одного з варіантів використання даного мікроконтролера зазначена можливість після встановлення операційної системи Android 4.0 підключити пристрій до телевізора для виведення зображення на нього через порт HDMI. Можна використовувати його також безпосередньо в якості комп'ютера, підключивши монітор, мишу та клавіатуру. Також Cubieboard може служити як

мережевий пристрій для зберігання даних - інтернет сервер. Дуже широко розповсюджене використання його як метеорологічної станції для зчитування температури, тиску, швидкості вітру, вологості повітря і потім передача цієї інформації через мережу інтернет — це все стає доступним при підключенні необхідних датчиків та мережевого кабелю (Ethernet).

Cubieboard може працювати самостійно, без зовнішнього контролю, якщо на нього встановити операційну систему. Адже вона може функціонувати на своєму рівні, без підтримки додаткового програматора. Наявність HDMI відеовиходу дозволяє спостерігати за процесом роботи плати на моніторі: переглядати графічні файли, графіки роботи датчиків в реальному часі, користування інтернет-ресурсами.

Порівняльну характеристику плат [5] - Arduino, Maple та Cubieboard - розглянуто в табл. 1.

Arduino доцільно використовувати при створенні механізмів, які не потребуються значної кількості пам'яті для обчислення та швидкісного процесора.

Дана плата призначена переважно для невеликих проектів і в цьому є її переваги. Адже Arduino можна використовувати для моделювання великих промислових проектів, проведення експериментів, для застосування в побутових пристроях - все це стає більш практичним тому, що не вимагає наявності великих ресурсів.

Також однією з основних переваг цієї плати можна назвати те, що вона має аналоговий вхід та аналоговий вихід, які часто використовуються для підключення та зчитування інформації із різноманітних датчиків.

Можна також зазначити, що Arduino - це на даний момент єдина плата в своєму роді, у якій

присутня така специфікація і саме це часто робить вагомий внесок у її вибір на ринку продажу.

Таблиця 1

Порівняльна таблиця характеристик плат Arduino Due, Maple та Cubieboard

Різновид плат Найменування пристрою	Arduino Due	Maple	Cubieboard2
Процесор	ARM Cortex-M3	STM32F103RB	ARM Cortex-A7
Сокет процесору	-	- http://techwatch.keeward.com/geeks-and-nerds/arduino-vs-raspberry-pi-vs-cubieboard-vs-gooseberry-vs-apc-rock-vs-olinuxino-vs-hackberry-a10/Allwinner A10	Allwinner A20
Швидкість процесору	84MHz	72 MHz	1GHz
Оперативна пам'ять	96 Кб	20 Кб	1 Гб
Вбудована пам'ять	512 Кб	128 Кб	4 Гб
Підтримка SD-карт	-/+	-/+	Так (до 32 Гб)
GPIO (доступні ніжки входу/виходу)	52 шт.	39 шт.	96 шт.
Цифровий вхід/вихід	54	39 шт.	~ 70 шт.
Аналоговий вхід	12	16	-
Аналоговий вихід	2	-	-
Підтримка USB-входу	Так (1 шт.)	Так (2 шт.)	Так (2 шт.)
Гніздо Ethernet	-/+	-/+	1 шт.
Відео-вихід	—	-	HDMI
Аудіо-вихід	-/+	-	1 шт.
Лінійний вхід	—	-	1 шт.
Операційна система	—	-	Linux, Android
Інфрачервоний порт	-/+	-	1 шт.
GPS	-/+	-/+	-/+
Розміри, мм	102 × 53	50x18	100 × 60
Вага, кг	~ 0,10	~ 0,10	~ 0,14

-/+ - доступно при підключенні додаткових пристроїв.

Плата Maple дозволяє швидко і зручно розробляти більш потужніші і швидкодіючі проекти в порівнянні з 8-ми розрядними мікроконтролерами, які використовуються в основному в комерційних проектах.

Maple є сучасною та перспективною платформою для розробки швидкодіючих та потужних пристроїв, проте через свого попередника Arduino, розвиток якого набрав швидкого розмаху, все ж залишається в тіні.

Cubieboard характеризується своєю великою продуктивністю.

За допомогою даної плати можна створювати доволі складні механізми.

Достатня кількість «ніжок»(96) дозволяє підтримувати значну кількість датчиків, управляти пристроями, контролювати механізми, при чому ця плата дозволяє робити це все одночасно. Cubieboard може також бути використаний у моделюванні промислових проектів у якості основи всіх інших пристроїв та плат - сервера.

Недостача аналогових входів та виходів компенсується тим, що на сучасному ринку вже широкого розповсюдження набули цифрові датчики.

Перевагою також є підключення Cubieboard до монітору та наглядне спостереження за процесами і їхніми вихідними даними на графіках, віддалене контролювання механізмами (за використання Cubieboard в якості сервера), можливість організувати відео-нагляд (при підключенні жорсткого диску через гніздо SATA).

Висновки та напрямки подальших досліджень. Після проведення детального огляду та аналізу представлених мікроконтролерів можна припустити, що в найближчому майбутньому вони повністю замінять більшість пристроїв на виробництві, аргументуючи це своєю універсальністю, великими можливостями та простотою у використанні.

Список літератури

1. Светомузыка Processing + Arduino + RGB: [Електрон. ресурс]. - Режим доступа: <http://habrahabr.ru/hub/arduino/>
2. Проекты для Arduino: [Електрон. ресурс]. — Режим доступа: <http://arduino-projects.ru/>
3. MAPLE - Arduino-совместимая платформа для разработки проектов на быстродействующих 32-битных микроконтроллерах с ядром Cortex M3: [Електрон. ресурс]. — Режим доступа: <http://hobbylab.ru/robototechnics/1293/>
4. Умный Дом своими руками на Cubieboard: [Електрон. ресурс]. - Режим доступа: <http://www.ab-log.ru/forum/viewtopic.php?f=1&t=619>
5. Arduino vs. Raspberry Pi vs. CubieBoard vs. Gooseberry vs. APC Rock vs. OLinuXino vs. Hackberry A10: [Електрон. ресурс]. - Режим доступа: <http://techwatch.keeward.com/geeks-and-nerds/arduino-vs-raspberry-pi-vs-cubieboard-vs-gooseberry-vs-apc-rock-vs-olinuxino-vs-hackberry-a10/>
6. Вступ до світу робототехніки: [Електрон. ресурс]. - Режим доступа: http://wiki.kspu.kr.ua/index.php/Стаття_вступ_до_світу_робототехніки.
7. Arduino: [Електрон. ресурс]. — Режим доступа: <http://uk.wikipedia.org/wiki/Arduino>.
8. Що таке Arduino?: [Електрон. ресурс]. — Режим доступа: <http://arduino-school.blogspot.com/2012/07/arduino.html>.
9. Офіційний сайт продукту Cubieboard: [Електрон. ресурс]. — Режим доступа: <http://cubieboard.org/>

Рукопис поступив до редакції 17.03.14

УДК 004.942

Л. А. ШУМОВА, аспірант, И.С. СКАРГА-БАНДУРОВА, канд. техн. наук,
Технологический институт ВУНУ им. В. Даля, г. Северодонецк

МЕТОД РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ОПАСНОЙ ТЕНДЕНЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Рассмотрена задача разработки формальных методов для раннего обнаружения предаварийных ситуаций в химической промышленности. Представлен метод прогнозирования аварийной ситуации в технологическом процессе на основе анализа временных рядов значений технологических параметров. Сформулирован критерий для раннего обнаружения опасной тенденции.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Одной из основных задач управления химико-технологическими процессами является обеспечение их безопасности. Для достижения целей безопасности на отечественных предприятиях используются различные подходы, наибольшее распространение среди которых получили системы противоаварийной защиты и автоматической блокировки при достижении критических значений контролируемых параметров, причем, в некоторых случаях регламентом производства предусматривается возможность «ручного» регулирования процесса оператором до момента блокировки. С наличием человеческого фактора, в автоматизированных системах управления технологическими процессами помимо обязательных систем регулирования, сигнализации и блокировок целесообразно использовать дополнительные средства оценки и прогнозирования контролируемых параметров, позволяющие автоматизировать процесс обнаружения опасной динамики и обеспечить поддержку принятия решений в предаварийных ситуациях.

В качестве такого инструмента предлагается реализовать систему прогнозирования на основе анализа временных рядов значений контролируемых технологических параметров, иницирующих аварийную ситуацию.

Анализ исследований и публикаций. Обнаружение и диагностика аномальных состояний неизменно является активной областью исследований [1-6]. Известен вероятностный подход к выявлению и анализу показателей, позволяющих осуществлять раннее предупреждение опасных ситуаций (аварийных прекурсоров) [7], использование диаграмм [8], матриц решений [9], нечетких методов [10] для оценки состояний процессов на грани инцидента. Методы для обнаружения и идентификации аварийной динамики были разработаны в различных критических отраслях от авиации до атомной энергетики [11-14].

Основные трудности в разработке формальных методов для раннего обнаружения предаварийных ситуаций в химической промышленности связаны с динамикой параметров, аппаратной избыточностью измерений, контролем сигналов обратной связи, контролем отношений

между значениями переменных, контролем согласованности изменения сигнала направления, и т.д. [15]. Поскольку подавляющее большинство контролируемых технологических переменных отображаются в виде временных рядов, необходимо дать ответы на вопросы: Как найти модели аномальной динамики и выделить опасную тенденцию из временных рядов? Какой метод является наиболее подходящим для раннего предупреждения об опасных ситуациях? Для их решения на предварительном этапе исследования были проанализированы классические методы обнаружения трендов: метод средних, критерий серий и критерий инверсий. По результатам анализа сделан вывод о том, что применение классических критериев для задачи обнаружения опасной динамики технологических параметров дает высокий уровень ложных тревог [16].

Постановка задачи. Пусть рассматривается временной ряд X , отражающий динамику некоего технологического параметра в нормальном и предаварийном режимах

$$X: x_i, i=1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где x_i - i -е по порядку наблюдение, $x_i = x(t_i)$, t_i - i -й момент времени (секунды), $t_1 = 0$.

Считаем, что до момента появления опасной тенденции T_n (рис.1) ряд X стационарный (закон распределения вероятностей случайной величины $x(t)$ не зависит от t , отсутствует тренд). С момента появления опасной тенденции T_n процесс входит в предаварийный режим, во временном ряду X присутствует тренд.

Необходимо разработать метод раннего обнаружения тренда во временном ряде X при условии достижения минимальной частоты ложных тревог

$$T_{\text{обн}} - T_n \rightarrow \min, \quad (2)$$

где $T_{\text{обн}}$ - момент обнаружения тренда.

Изложение материала и результаты. Опасная тенденция характеризуется монотонным смещением текущего значения контролируемого параметра $x(t_i)$ к критическому значению $x_{\text{кр}}$.

Поэтому, для обнаружения трендовой компоненты, в качестве тестируемого рассматривается ряд X^* , уровни которого отражают близость наблюдаемого значения технологического параметра к его критическому значению

$$X^*: x^*(t_i), i=1, 2, \dots, n; \quad (3)$$

$$x^*(t_i) = |x(t_i) - x_{\text{кр}}|.$$

Суть метода заключается в оценивании длины L последовательности подряд идущих монотонно убывающих значений (серии). Серии отражают сокращение дистанции между наблюдаемым и критическим значениями технологического параметра, следующих с интервалом k .

Длина серии L сравнивается с максимальной длиной L_{max} серии, которая формируется по значениям, наблюдаемым в нормальном режиме. Если $L > L_{\text{max}}$, то принимается решение о появлении опасной тенденции (присутствует тренд).

Серией считается последовательность $\{x_\tau\}_{\tau=1}^L$ подряд идущих значений ряда X^* , для которых выполняется условие (4)

$$x^*(t_i) < x^*(t_{i+k}), x^*(t_{i+1}) < x^*(t_{i+1+k}), \dots, x^*(t_{i+L}) < x^*(t_{i+L+k}), \quad (4)$$

где k - интервал анализа вдоль последовательности моментов времени.

Интервал k подбирается по ретроспективным данным, собранным в предаварийных режимах, так, что $\forall x^*(t_i), t_i > T_n$ выполняется условие

$$x^*(t_{i+k}) < x^*(t_i). \quad (5)$$

Пусть известна максимальная длина серии, наблюдаемой в нормальном режиме L_{max} . Пусть так же выбран интервал k такой, что выполняется условие (5).

Известны критическое значение $x_{\text{кр}}$ технологического параметра при котором срабатывает сигнализация (определено регламентом технологического процесса); его среднее значение в нормальном режиме $x_{\text{ср}}$.

Тогда критерием раннего обнаружения опасной тенденции является серия $\{x_\tau^*\}_{\tau=1}^L$, длина которой $L > L_{\text{max}}$.

Метод раннего обнаружения опасной тенденции представлен в виде последовательного выполнения двухэтапной процедуры (рис. 1).

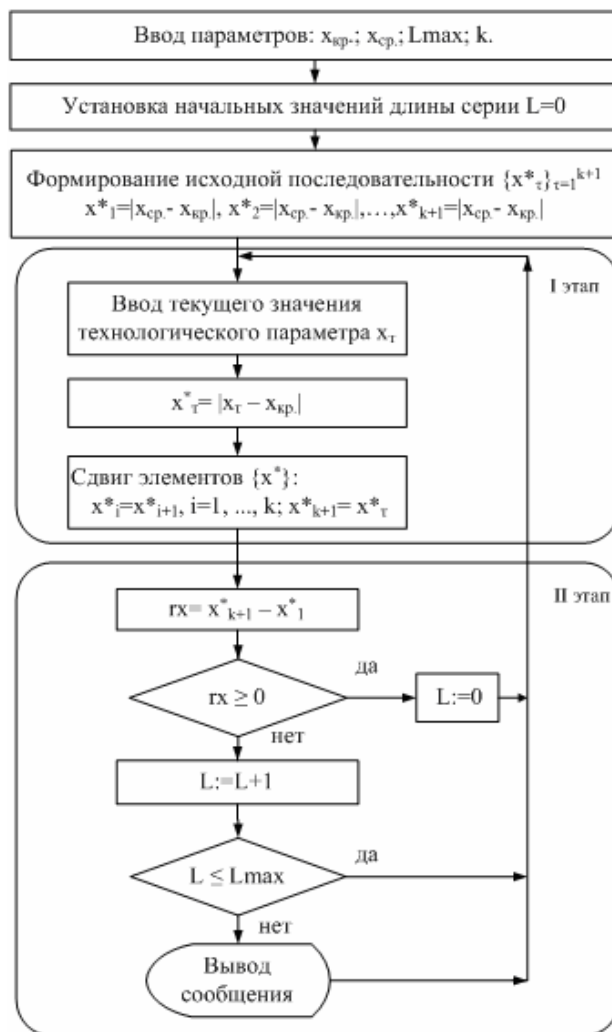


Рис. 1. Процедура реализации метода обнаружения опасной тенденции

На первом этапе осуществляется ввод текущего значения технологического параметра x_τ , определяется его близость к критическому значению $x^*_\tau = |x_\tau - x_{кр.}|$, формируется новая последовательность для сравнения направления изменения расстояния до критического значения наблюдений, следующих с интервалом k (производится сдвиг элементов последовательности $\{x^*_i\}_{i=1}^{k+1}$, $x^*_1 := x^*_{i+1}$, $i=1, 2, \dots, k$, $x^*_{k+1} := x^*_\tau$).

На втором этапе определяется и оценивается изменение расстояния (gx) до критического значения наблюдаемых значений технологического параметра, следующих с интервалом k

$$gx = x^*_{k+1} - x^*_1.$$

Если $gx \geq 0$, то серия не наблюдается $L=0$, осуществляется переход к началу первого этапа.

Если $gx < 0$, то серия увеличивается на один элемент ($L=L+1$) и проверяется длина серии.

При $L \leq L_{\max}$ считается, что опасная тенденция отсутствует, вводится очередное значение технологического параметра, выполняются операции первого этапа.

При $L > L_{\max}$, принимается решение о появлении опасной тенденции, выводится соответствующее сообщение, выполняются операции первого этапа.

Проверка правильности предлагаемого

метода проводилась на основании сравнения с классическими тестами. Тестирование по критерию серий (Runs above and below median), критерию восходящих и нисходящих серий (Runs up and down), тест Бокса-Пирса (Box-Pierce Test), автокорреляционный анализ проведены средствами Statgraphics Plus; расчеты по методу средних, фазочастотному критерию знаков первой разности, критерию Кокса и Стюарта и R/S-анализ реализованы в Excel; для реализации процедур тестирования по критерию инверсий, разработана программа на C#.

В качестве показателей эффективности рассматривались быстродействие и точность.

В качестве метода исследования использовалось имитационное моделирование: генерация значений параметров, имитирующих отклонения; обработка данных с помощью алгоритмов, реализующих описанные критерии; анализ полученных результатов.

По результатам моделирования проведена оценка работоспособности и эффективности предлагаемого метода.

Выводы и направление дальнейших исследований. Предложен метод для раннего обнаружения опасной тенденции технологических параметров.

Сформулирован критерий раннего обнаружения опасной тенденции в динамике контролируемых технологических параметров, инициирующих аварийную ситуацию.

С учетом полученных результатов для выявления тренда можно рекомендовать описанный метод как наиболее чувствительный и обладающий большей мощностью по сравнению с рассмотренными критериями.

Предлагаемый подход реализован в автоматизированной системе раннего предупреждения опасных ситуаций производства аммиака [17].

Для подтверждения эффективности предлагаемого метода и получения окончательного заключения в настоящий момент проводятся промышленные испытания.

В будущем должны быть рассмотрены вопросы, касающиеся использования знаков разницы первого порядка и новых методов извлечения показателей, позволяющих осуществлять раннее предупреждение опасных ситуаций из рядов данных в производственных базах данных.

Дополнительного исследования требуют также вопросы динамики оценок.

Необходимо определить, как быстро развиваются критические состояния, каков горизонт прогноза в зависимости от текущего значения наблюдаемого параметра.

Список литературы

1. Букреев В.Г. Выявление закономерностей во временных рядах в задачах распознавания состояний динамических объектов: монография / В. Г. Букреев, С. И. Колесникова, А. Е. Янковская. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2011. – 254 с.
2. Панарин В.М. Использование экспертной системы для исследования закономерностей развития чрезвычайных ситуаций на химически опасных объектах / В. М. Панарин, В. Г. Павпертов, А. А. Зуйкова, Т. А. Короткова // Вестник БГТУ. – 2004. – №8. – С. 53-55.
3. Bier V.M. The performance of precursors-based estimators for rare event frequencies / V. M. Bier and W. Yi // Reliability Engineering and System Safety. – 1995. – vol. 50. – pp. 241-251.
4. Kirchsteiger C. Impact of accident precursors on risk estimates from accident databases / C. Kirchsteiger // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. – 1996. – vol. 10. – pp. 159-167.
5. Venkatasubramanian V. A review of process fault detection and diagnosis. Part III: process history-based methods / V. Venkatasubramanian, R. Rengasamy, K. Yin, S. N. Kavuri // Int. J. Comput. Chem. Eng. – 2003. – No.27. – pp. 327–346.
6. Vinnem J.E. Analysis of root causes of major hazard precursors (hydrocarbon leaks) in the Norwegian offshore petroleum industry / J. E. Vinnem, J. A. Hestad, J. T. Kvaløy // Reliability Engineering and System Safety. – 2010. – vol. 95. – pp. 1142–1153.
7. Paté-Cornell M.E. Finding and fixing systems weaknesses: probabilistic methods and applications of engineering risk analysis / M. E. Paté-Cornell // Risk Analysis. – 2002. – Vol. 22(2). – pp. 319–334.
8. Borgonovo E. Insights from using influence diagrams to analyze precursor events / E. Borgonovo, C. Smith, G. Apostolakis, et al. // Frontiers science series. – 2000. – vol. 3. – pp. 1801-1808.
9. Chen Q. The differentiation and decision matrix risk assessment of accident precursors and near-misses on construction sites / Q. Chen, W. Wu, X. Zhang // International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS. – 2012. – Vol: 12 No: 03. – pp. 38-53.
10. Espinosa J. Fuzzy logic, identification and predictive control / J. Espinosa, J. Vandewalle, V. Wertz. – Springer, 2005. – 265 p.
11. Phimister J.R. Near-Miss Incident Management in the Chemical Process Industry / J. R. Phimister, U. Oktem, P.R. Kleindorfer et al. // Risk Analysis. – 2003. – vol. 23. – pp. 445–459.
12. Reniers G.L.L. Developing an external domino accident prevention framework: Hazwim / G. L. L. Reniers, W. Dullaert, B. J. M. Ale, K. Soudan // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. – 2005. – vol. 18. – pp. 127–138.
13. Smith C.L. Decision Making During Nuclear Power Plant Incidents—A New Approach to the Evaluation of Precursors Events / C. L. Smith, E. Borgonovo // Risk Analysis. – 2007. – vol. 27. – pp. 1027–1042.
14. Wu W. Towards an autonomous real-time tracking system of near misses accidents on construction sites / W. Wu, H. Yang, D. A. S. Chew, S. Yang, Q. M. Li // Automation in Construction. – 2010. – vol. 19. – pp. 134–141.
15. Korbicz J. Fault diagnosis. Models, artificial intelligence, applications / J. Korbicz, J. M. Kościelny, Z. Kowalczyk, W. Cholewa, (Eds.) ; Springer, Heidelberg, 2004. – 920 p.
16. Шумова Л. А. Критерии тренда в задачах раннего обнаружения опасных тенденций технологических параметров / Л. А. Шумова, А. И. Рязанцев, А. А. Хорбенко // Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту (ISDMCI'2013) : міжнар. наук. конф., збірка наук. праць, 20–24 травня 2013 р. - Євпаторія, 2013. – С. 332-334. – Парал. загл. англ., рус.
17. Рязанцев А.И. Система поддержки принятия решений при управлении технологическим процессом в предаварийных ситуациях / А. И. Рязанцев, И. С. Скарга-Бандурова, Л. А. Шумова // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – 2010. – № 9 (151), ч.1. – С.189-193.

Рукопись поступила в редакцию 21.03.14

УДК 622.74

А.И. МИРОНЕНКО, С.А. САМОХИНА, С.С. СТАРЫХ, Г.М. ШАПОВАЛОВА,
ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

АКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОБЛЕМЫ СКЛАДИРОВАНИЯ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Рассмотрены проблемы транспортирования и складирования хвостов обогащения на горнорудных предприятиях. Обобщен опыт зарубежных и отечественных предприятий по подготовке и складированию отходов переработки полезных ископаемых. Обоснована необходимость выполнения технико-экономической оценки мероприятий по подготовке и складированию хвостов при выполнении проектирования нового строительства и реконструкций. Представлены рекомендации по уменьшению объемов образования хвостов и сокращению затрат на их транспортировку, уменьшению отчуждения новых участков сельскохозяйственных угодий для складирования хвостов.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Украина располагает огромными запасами железной руды, занимая ведущее место в мире. Основные запасы сосредоточены в Криворожском железорудном бассейне, разработка которых ведется 130 лет. Уникальность месторождений и масштабы добычи полезной руды предопределили в свое время бурное развитие других отраслей народного хозяйства. И сегодня железорудная отрасль оказывает существенное влияние на экономику страны. Годовой объем производства товарной руды превышает 82 млн. т. Даже в условиях кризиса горнорудные предприятия работают стабильно. Позитивные тенденции проявляются и на современном этапе развития горнорудных предприятий. Вместе с тем последний период сопровождается обострением проблем, которые негативно влияют на эффективность их работы и в перспективе их проявление еще более усилится. Эти проблемы, в основном, вызваны спецификой горнорудного производства и длительными сроками эксплуатации.

Спецификой горнорудного производства является постоянное увеличение глубины разработки месторождений полезных ископаемых, что вызывает неизбежный рост объемов отходов в виде вскрышных пород, и увеличение глубины обогащения бедных руд, что также неизбежно связано с ростом образования отходов обогащения в виде «хвостов» и, соответственно, затрат на их складирование. В целом при добыче и обогащении бедных железных руд образуются отходы в объеме 5-6 т на 1 т концентрата, в том числе при обогащении - 2,5-3 т.

Длительные сроки эксплуатации горно-обогастительных предприятий при высоком выходе отходов создали проблему их складирования. К настоящему времени в хвостохранилищах горно-обогастительных комбинатов Криворожского бассейна накопилось более 3 млрд. т хвостов, в отвалах – 9 млрд. т вскрышных пород [1]. Проблема заключается в отсутствии свободных площадей земли для образования отвалов и хвостохранилищ и увеличении затрат, что в перспективе может привести к спаду производства.

Анализ исследований. Технические решения проблемы складирования отходов добычи и обогащения имеют свои особенности и требуют специальных исследований.

Целью настоящей статьи является обобщение отечественного и зарубежного опыта в решении проблемы складирования отходов обогащения и разработка рекомендаций по актуализации этого вопроса.

Постановка задачи. Задача актуализации проблемы складирования отходов обогащения полезных руд состоит в поисках направлений по уменьшению объемов их образования и сокращению затрат на транспортировку с одной стороны и уменьшению отчуждения новых участков сельскохозяйственных угодий для складирования с другой стороны.

Изложение материала и результаты. Эта задача может решаться следующими способами:

применение сухой магнитной сепарации дробленной руды, позволяющей при обогащении руды определенной текстуры выделять 10-20% пустой породы. Выделенные отходы являются строительным материалом, то есть дополнительным продуктом реализации;

сгущение хвостовой пульпы до содержания в ней 30-50% твердого, что существенно сокращает затраты на транспортировку к месту складирования;

в условиях ограниченных возможностей отвода новых земель под хвостохранилище ис-

пользование искусственных емкостей, образованных в результате отработки запасов руды подземным и открытым способом (зоны обрушения, зоны воронок, отработанные карьеры, пустоты в полях шахт).

Указанные способы в принципе известны проектировщикам и специалистам горнорудных предприятий. Однако в практике проектирования и строительства горнорудных предприятий в Украине они не нашли широкого применения. Это объясняется тем, что в период проектирования действующих в настоящее время горнорудных предприятий выбор площадок строительства обогатительных фабрик производился с учетом наличия вблизи естественных углублений дневной поверхности с угодьями, непригодными для сельскохозяйственного производства. К настоящему времени сложилась иная ситуация.

Практически на всех горно-обогатительных комбинатах емкости действующих хвостохранилищ достаточны для эксплуатации в течение 3-5 лет. Увеличение емкости за счет наращивания высоты дамб уже практически невозможно, так как они достигли предельных уровней. Создание новых емкостей хвостохранилищ сопряжено со вовлечением значительных капитальных вложений и увеличением расстояний транспортирования [2].

Уменьшение объемов хвостов обогащения, складываемых в хвостохранилище, за счет применения сухой магнитной сепарации достаточно эффективный способ. Однако сфера применения этого метода ограничена. Эффективность сухой магнитной сепарации зависит от текстуры перерабатываемых руд. При проектировании должна быть произведена оценка экономической целесообразности применения сухой магнитной сепарации дробленой руды с учетом потерь металла с хвостами обогащения. Как правило, применение сухой магнитной сепарации целесообразно при выходе сухих хвостов более 7% и содержании железа в них не более 4% [3,4,5].

Достаточная практика применения сухой магнитной сепарации имеется на Ингулецком и Центральном горно-обогатительных комбинатах. Выход хвостов сухой магнитной сепарации составляет 10-12% при содержании железа в них до 4%.

Выделение сухих хвостов позволяет уменьшить расход электроэнергии на обогащение на 8-10%, сократить затраты на транспортировку хвостов в хвостохранилище и сэкономить их емкость для складирования дополнительных объемов хвостов.

Применение сухой магнитной сепарации должно базироваться на основе технологических испытаний и экономической оценки целесообразности.

Важным направлением, обеспечивающим существенное снижение затрат на транспортировку и складирование хвостов мокрой магнитной сепарации, является повышение плотности пульпы за счет увеличения содержания твердой части.

На большинстве обогатительных фабрик содержание твердого в хвостовой пульпе составляет всего 3-5%.

Расходы электроэнергии на перекачки хвостовой пульпы в хвостохранилище и осветленной воды обратно при внешнем водообороте превышают затраты энергоресурсов на такие технологические операции, как магнитная сепарация и классификация, и составляют примерно 12% расхода электроэнергии на производство концентрата [1].

При этом используются десятки километров труб, строятся комплексы гидротехнических сооружений, эксплуатация которых со временем становится дороже и сложнее.

Зарубежная практика эксплуатации самых крупных горно-обогатительных предприятий показывает преимущества использования предварительного сгущения хвостов перед подачей в хвостохранилище и применение схемы внутрифабричного водооборота.

Имеется опыт работы горнорудных предприятий с рациональными схемами водооборота. В числе горнодобывающих предприятий ближнего зарубежья, располагающих комплексами сгущения хвостов, можно назвать следующие:

Коктаукский горно-обогатительный комплекс «50 лет Октября», Актюбинская обл., Казахстан. Сгущение хвостов до 55% в сгустителе Супафло;

ЗАО «Полюс». Горнодобывающее предприятие на базе месторождения «Благодатное», Россия. Сгущение до 60% твердого;

ЗАО «Полюс». Олимпиадинский ГОК. Сгущение до 64% твердого;

Нурказганский ГОК, Казахстан. Сгущение до 60% твердого.

Хвостохранилище ОАО «ЕВРАЗ КГОК» (Качканарский ГОК по переработке титаномagne-титовых руд Урала) эксплуатируется с 1963 г.

Поскольку его проектная вместимость по прогнозам специалистов будет исчерпана через 6-7 лет, руководством принято решение о разработке проектной документации по реконструкции системы гидротранспорта и складирования хвостов обогащения с учетом использования технологии глубокого сгущения хвостовой пульпы.

Переход на новую технологию планируется осуществлять в два этапа, с получением продукта второй ступени сгущения с содержанием твердого 65-70 % [6].

В настоящее время с участием специалистов института «Укрводоканалпроект», компании «СЕТСО», фирмы «DOBERSEK» и других выполнены работы на стадии предпроектных решений и технико-экономических обоснований для горно-обогатительных комбинатов Криворожского железорудного бассейна по сгущению хвостов до 35-50 % твердого.

Так, на обогатительных фабриках ПАО «Ингулецкий ГОК», перерабатывающих ежегодно 35 млн т сырой руды, хвосты в данное время перекачиваются в хвостохранилище с содержанием твердого около 4% в объеме более 62 тыс. м³/ч.

В системе гидротранспорта хвостов задействовано оборудование трех пульпонасосных станций и километры трубопроводов. Затраты на перекачку хвостовой пульпы составляют около 20% от себестоимости концентрата.

По мнению специалистов комбината и компании «СЕТСО», проводивших испытания по сгущению хвостов, с введением операции сгущения хвостовой пульпы фабрик ПАО «Ингулецкий ГОК» возможно получить сгущенный продукт с содержанием твердого 50-55%.

При использовании существующей системы складирования хвостов необходимо выполнить строительство объектов комплекса для сгущения хвостов (радиальные сгустители с установкой насосного оборудования, зумпфы с насосами для сбора и подачи питания в сгустители, участок приготовления и хранения реагентов), реконструкцию существующих пульпонасосных.

При дополнительных капитальных вложениях на строительство новых объектов с уменьшением объемов перекачиваемой пульпы (примерно в 18 раз) значительно снизятся затраты на гидротранспорт и эксплуатацию существующего хвостохранилища.

Для ПАО «Южный ГОК» разрабатывается рабочая документация на строительство комплекса по сгущению хвостов до 40% твердого.

Интересен опыт ОАО «КМАруда» по сгущению хвостов обогащения и использованию для складирования пустот, образовавшихся при подземной добыче магнетитовых кварцитов.

ОАО «КМАруда» (г. Губкин Белгородской обл.) является одним из ведущих предприятий железорудной отрасли России, которое ведет разработку запасов железистых кварцитов подземным способом.

В результате добычи в недрах земли образуются пустоты (камеры), общий объем которых составляет более 50 млн. м³. Обоганительные фабрики ОАО «КМАруда» были введены в эксплуатацию в середине 20-го века.

В 2009 году введено в эксплуатацию отделение сгущения объединенных хвостов обогатительных фабрик ОАО «КМАруда».

До 2009 года обогатительные фабрики ОАО «КМАруда» использовали для складирования своих отходов хвостохранилище Лебединского ГОКа.

При этом затраты на складирование, транспортирование хвостов и оборотной воды составляли существенную долю в себестоимости концентрата, что послужило основанием принятия решения о создании собственной системы водооборота со складированием хвостов в подземные выработки.

На основании проведенных исследований компании «СЕТСО» по сгущению объединенных хвостов обогатительных фабрик ОАО «КМАруда» было принято решение о проектировании и строительстве отделения сгущения со складированием в подземные выработки. Комплекс объектов хвостового хозяйства был спроектирован и построен ООО «Caroline Ingeneering» с использованием существующей инфраструктуры и опыта работы комбината.

Проектными работами предусматривалось строительство: новой приемной камеры объединенных хвостов, насосной подачи хвостов в сгуститель, установки приготовления и дозирования флокулянта, сгустителя с периферическим приводом диаметром 50 м с системой разгрузки и доставки песков к закладочным скважинам, чана оборотной воды и насосной для ее подачи на обогатительную фабрику.

Построенный комплекс должен обеспечивать прием хвостовой пульпы с содержанием твердого 6% в объеме сухих хвостов равном 2,43 млн. тонн, получение песков сгустителя с содержанием твердого 68-70% и оборотной воды, удовлетворяющей требованиям комбината (чистота слива 50-100 мг/л).

Складирование в отработанные камеры шахты сгущенных до 70% твердого хвостов в составе закладочной смеси позволяет не только сохранить поверхность земли от застройки сооружениями хвостохранилищ, но и оставить в целиках минимальное количество руды, то есть, рационально использовать запасы полезных ископаемых.

В последнее время для решения проблемы складирования хвостов обогащения и снижения затрат одним из направлений зарубежные горнодобывающие предприятия выбирают использование метода сгущения хвостов до пастообразного состояния или сухое складирование хвостов. Процесс доведения суспензии до состояния пасты осуществляется в сгустителях специальной конструкции с использованием флокулянтов, оптимизирующих процесс отделения жидкой фазы. Пастообразные хвосты могут складироваться не только на поверхности, но и являться оптимальным материалом для закладки горных выработок.

В Украине установка по сгущению отходов производства до пастообразного состояния введена в эксплуатацию на Николаевском глиноземном заводе.

Использование систем обработки месторождений с закладкой выработанного пространства крайне актуально для горнодобывающих предприятий Кривбасса.

Приведенные в таблице данные показывают масштабы негативного результата деятельности горнодобывающих предприятий Кривого Рога на экологию города и прилегающих районов.

Таблица

Площади горных отводов, зон воронок и объем пустот

Название предприятия	№ п/п	Название объекта предприятия	Площадь проекции горного отвода на земную поверхность, га	Площадь зоны воронок, га	Объем пустот, тыс. м ³
ПАО «СевГОК»	1	Первомайский карьер	772,0	-	-
	2	Анновский карьер	1398,8	-	-
	3	ш. «Первомайская»	463,8	42,0	393,0
Всего	3		2634,6	42,0	393,0
ПАО «КЖРК»	1	шахта им. Ленина	426,3	82,0	Нет данных
	2	ш. «Гвардейская»	633,7	95,0	Нет данных
	3	ш. «Октябрьская»	990,0	125,0	15186*
	4	ш. «Родина»	947,4	153,0	11500
Всего	4		2997,4	455,0	26686
ПАО «ЦГОК»	1	ш. им. Орджоникидзе	223,4	21,0	240,0
	2	карьер № 1	620,8	-	-
	3	карьер № 2	146,7	-	-
	4	карьер № 3	301,1	-	-
	5	карьер № 4	228,0	-	-
	6	ш. «Гигант»	646	-	7077,8
	7	ш. им. Артема 2	-	-	-
	8	ш. «Саксагань»	-	-	890,4
Всего	8		2166,0	16,5	8208,2
4 ПАО «ЕВРАЗ «Суха Балка»	1	ш. «Юбилейная»	900,4	157,5	Нет данных
	2	ш. им. Фрунзе	589,9	108,0	6096,0*
Всего	2		1490,3	208,5	6096,0
ПАО «Арселор Миттал Кривой Рог»	1	ш. им. Артема 1	587,3	72,0	5600,0
	2	карьер № 1	-	-	-
	3	карьер № 2 ^{бис}	466,3	-	-
	4	карьер № 3	545,8	-	-
	5	карьер «Южный»	Повторная добыча углубленных богатых руд при отработке залежей бывшего РУ им. Кирова в границах горного отвода ш. им. Артема 1		
Всего	5		1599,4	127,0	5600,0
ПАО «ММК им. Ильича»	1	карьер «Северный»	123,5	Повторная добыча углубленных богатых руд при отработке залежей бывшего РУ им. Дзержинского, рудное поле ш.	

Название предприятия	№ п/п	Название объекта предприятия	Площадь проекции горного отвода на земную поверхность, га	Площадь зоны воронок, га	Объем пустот, тыс. м ³
				«Гигант»	
Всего	1		123,5	-	-
ПАО «ЮГОК»	1	карьер	1033,7	-	-
Всего	1		1033,7	-	-
Недействующие шахты, правопреемник которых не определен	1	шахта «Красный Партизан»	-	10,5	Нет данных
	2	шахта «4 ^{бис} »	-	13,9	Нет данных
	3	шахта «Коммунар»	-	12,5	Нет данных
	4	шахта ГПУ	-	22,3	Нет данных
	5	шахта «Южная»	-	12,8	Нет данных
	6	шахта им. Валявко	-	387,8	Нет данных
Всего	6		-	459,8	Нет данных
8	Всего	30	по городу	12044,9	1336,1
* - по учету службы сдвига ПАО «ЦГОК»;					

Кроме большого количества подземных пустот, которые могут служить емкостями для складирования отходов обогатительных фабрик и ДСФ шахт, емкости воронок, образовавшихся в результате проседания земли в зонах обрушения, могут быть также использованы для складирования отходов с последующей рекультивацией поверхности земли. Но при этом сухое складирование требует подготовки материала крупностью минус 0,050мм с использованием процессов окускования [2].

Проектные работы последних десятилетий по строительству или реконструкции горнодобывающих предприятий выполняются с обязательной оценкой эффективности вариантов проектных решений с закладкой выработанного пространства, как шахт, так и карьеров.

Выполненное институтом «Кривбасспроект» «ТЭО реконструкции обогатительной фабрики Демуриного ГОКа» показало экономическую целесообразность применения сухого складирования хвостов первичного обогащения в отработанном пространстве карьера вместе с вскрышными породами.

Согласно технологической схеме первичного обогащения рудных песков Волчанского месторождения титаноциркониевых руд предполагается вывод отдельно глинистых хвостов (шламов) и зернистых хвостов.

Подготовка шламов (глинистых хвостов) к складированию осуществляется в сгустителе диаметром 30 м (технология подготовки шламов к складированию разрабатывает фирма «DOBERSEK»). На выходе операции сгущения шлама получают сгущенные хвосты с содержанием твердого 30% для последующего фильтрования в фильтрпрессах с получением хвостов с содержанием твердого 75%. Обезвоженные шламы со склада глинистых хвостов автотранспортом транспортируются в карьер.

Для увеличения скорости осаждения глинистой фракции в питающий трубопровод и приемный колодец сгустителя производится подача флокулянта.

Сливы сгустителя с содержанием твердого до 200 мг/л возвращаются в технологический процесс.

Зернистые хвосты операций концентрации отделения гравитационного обогащения гидротранспортом направляются на установку обезвоживания в гидроциклонах, расположенную на борту карьера.

Применение сухого складирования хвостов первичного обогащения в отработанном пространстве карьера вместе с вскрышными породами исключает затраты на строительство и эксплуатацию хвостохранилища, на перекачку большей части хвостовой пульпы и возврата воды.

Выводы. Изучение опыта зарубежных и отечественных предприятий свидетельствует о наличии различных прогрессивных способов решения накопившихся проблем, связанных со складированием отходов обогащения, которые недостаточно используются при проектировании.

Анализ современного состояния технологий транспортировки и складирования отходов обогащения железных руд на предприятиях Украины показывает, что этот процесс превращается в проблему, которая в перспективе может вызвать спад производства.

Для более широкого внедрения современных способов складирования отходов обогащения необходимо проведение специальных исследований по предварительной подготовке отходов обогащения для складирования их в зонах обрушения, образовавшихся при подземной добыче железистых руд.

Список литературы

1. Губин Г.Г. Подготовка отходов обогащения к сухому складированию // Разработка рудных месторождений. – Кривой Рог. – 2005. -№88. – С.96-101.
2. Савельев С.Г., Губин Г.Г. Разработка схем безобжигового окучивания хвостов обогащения магнетитовых кварцитов // Разработка рудных месторождений. – Кривой Рог. – 2004. -№85. – С.85-89.
3. Губин Г.В., Олейник Т.А., Кушнирук Н.В. Снижение потерь железа с отходами обогатительных фабрик Кривбасса // Разработка рудных месторождений. – Кривой Рог. – 2004. -№85. – С.82-85.
4. Євтехів В.Д., Ніколасько К.В., Філенко В.В., Біленко І.О. Розробка технології збагачення залізистих відходів Валявкінського техногенного родовища. // Вісник Криворізького технічного університету. – Кривий Ріг. – 2010. -№25. – С.272-275.
5. Самохина С.А., Старых С.С., Шаповалова Г.М. Перспектива использования бедных кусковых руд шахт Кривбасса // Геотехническая механика: Меж. вед. сб. научн. трудов ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск. – 2012. – Вып. 103. – С. 189-195.
5. Кузнецов А.Г., Лытин О.В., Карелин А.Э. Хвостохранилище ОАО «ЕВРАЗ КГОК» и перспективы его развития // Горный журнал. – Москва. – 2013. -№9/1 (№2194). – С. 17-19.
6. Виногородский Э.Б. Техно-экономическое обоснование сгущения хвостовых пульп в горнорудной промышленности // Обогащение руд. – Москва. – 2010. – №6. – С. 39-43.
7. Вовк Н.Е. Обратное водоснабжение и подготовка хвостов к складированию. – Москва: «Недра», 1977. – 152
8. Малецкий Н.А., Кабанов А.В., Баршпонец В.Т. Комплексное обогащение минерально-сырьевых ресурсов при обогащении руд черных металлов. – Москва: «Недра», 1986. – 192 с.
9. Абрамов А.А. Обоганительное оборудование и аппараты. Том 1. – Москва: «МГТУ «Горная книга», 2010. – 470.

Рукопись поступила в редакцию 15.03.14

УДК 553.3:622.271:622.272

В.Ф. ПЛОТНИКОВ, Е.М. НИКОЛЕНКО ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

КРАТКИЙ ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ ГОРНЫХ РАБОТ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ВАМА MINING COMPANY (ИРАН)

Произведен обзор разработки месторождений полиметаллических руд открытым и подземным способами. Указаны основные недостатки ведения горных работ подземным способом. Изложена перспектива развития горнодобывающего комплекса компании.

Полиметаллические руды, открытый и подземный способы разработки.

Проблема и ее связь с практическими задачами. Развитие горнорудной промышленности в исламской республике Иран ставит перед руководителями горнодобывающих компаний задачи о проведении горных работ на высоком техническом уровне.

Карьеры компании Вата, производящие разработку полиметаллических руд, достигли критических, для открытого способа разработки, глубин и вынуждены переходить на подземный способ.

Небольшой опыт ведения подземных горных работ компанией Вата не позволяет проводить эти работы с высокой эффективностью, поэтому руководство компании обратилось в институт «Кривбасспроект» за оказанием помощи в усовершенствовании технологии подземных горных работ.

Анализ исследований и публикаций. Группой специалистов проводилось обследование всех подземных горных выработок и изучение проектной и фактической горной документации.

Изложение материала и результаты. По приглашению компании Вата группа технических специалистов института «Кривбасспроект» посетила горнорудные предприятия, производящие разработку месторождений полиметаллических руд.

Предприятие расположено в центральной части республики Иран вблизи города Исфахан.

Разработка месторождений производится как открытым, так и подземным способами.

Сейчас компания Вата является холдингом, объединяющим в полный цикл получения готовой товарной продукции: горнодобывающее производство → обогащение → электролитическое производство → металлургия.

История ведения горных работ в пределах участка компании насчитывает более семи веков, о чем свидетельствуют данные обследования старых горных выработок специалистами компании. Первоначально производилась разработка свинцово-цинковых руд с повышенным содержанием серебра, в которых последнее являлось основным компонентом.

Разработка производилась старательским методом небольшими заходками в верхней части горного хребта (Фото 1).



Фото 1. Старательские заходки на горных хребтах



Фото 2. Штольни в горном хребте



Фото 3. Старательские заходки на горных хребтах

Затем была начата разработка собственно свинцово-цинковых руд штольнями (Фото 2) в горном хребте с применением горношахтного оборудования (Фото 3).

В 70-х годах прошлого столетия разработку полиметаллических месторождений начали производить открытым способом.

Были открыты три карьера, разрабатывающие месторождения Goushfill, Tapeh Sork, Kolan Darvazeh .

Месторождения свинцово-цинковых руд, разрабатываемые компанией Вата, относятся к так называемым «стратиформным» и тесно связаны с карбонатной формацией.

Рудные тела представлены пластообразными залежами осадочного генезиса.

Падение рудных тел, рассматриваемого месторождения Gonshfill согласно со вмещающими породами под углами 60-65°.

Тип свинцово-цинковых руд сульфидный. Среднее содержание металлов по месторождению составляет: Zn – 7,37 %, Pb – 2,64 %.

Основными рудными минералами месторождения являются: свинца – галенит, цинка – сфалерит.

Разработка месторождений производится прогрессивными для открытого способа методами с использованием современного оборудования лучших мировых производителей. На вывозке горной массы их карьеров используются грузовики Mercedes грузоподъемностью 15 тонн (Фото 6). Постановка уступов карьеров на конечный контур производится под углом 90° в результате чего результирующие углы могут достигать 60-65°.



Фото 4. Карьер Kolan Darvazeh



Фото 5. Карьер Goushfill

Карьер, разрабатывающий место-

ждение Goushfill, после достижения предельных глубин, при которых предельный коэффициент вскрыши составил более $15 \text{ м}^3/\text{т}$ был переведен на подземный способ разработки. Карьером разрабатывалась практически одна рудная залежь мощностью 2-14 м и углами падения 50-80°. Высота уступов была принята 10 м (Фото 4). Применение на очистной выемке экскаваторов с объемом ковша $1,5 \text{ м}^3$ и фронтальных ковшовых погрузчиков обеспечило выемку руды со сравнительно невысокими показателями засорения. Неограниченные площади под отвалообразованием и низкие цены на горюче-смазочные материалы позволяли работать с высоким коэффициентом вскрыши. Работы в карьере велись в опасных, по оползневым процессам, условиях в результате объединения до 20 уступов с минимальными бермами.

После ознакомления с открытыми и подземными горными работами месторождения Goushfill (Фото 5) нашими специалистами было сформировано мнение, что такой переход с открытой разработки на подземную был произведен преждевременно. В данном случае не был использован промежуточный вариант открыто-подземной разработки, что позволило бы за это время построить комплекс подземной разработки в соответствии с нормативной базой.

В настоящее время подземная разработка месторождения производится в сложных горно-геологических условиях. Это обуславливается невысокой крепостью вмещающих карбонатных пород и необходимостью проходить горные выработки большого сечения.

Горноподготовительные работы на месторождении Goushfill проводятся в пределах этажей +1430 – +1530 м. Расстояния между подэтажами – 10 м, которые соединяются между собой наклонными съездами.

На месторождении будут применяться две системы разработки в зависимости от мощности рудной залежи. При разработке залежи мощностью менее 10 м будет применяться система слоевой выемки с засыпкой извлеченного слоя пустыми породами.

Разработка залежи производится снизу – вверх. Главный недостаток этой системы разработки заключается в том, что отбойка рудного массива производится в незначительных объемах шпурами малого диаметра.

Кроме того, все технологические циклы связанные с бурением рудного массива, уборкой руды и засыпкой пустыми породами производятся в открытом очистном пространстве с обнажением кровли на всю площадь рудной залежи.

При разработке залежи мощностью более 10 м должна применяться система подэтажного обрушения с выпуском отбитой руды на подошву и применением ковшовых погрузчиков.

В настоящее время данная система не применяется в связи с отсутствием погрузочных шахтных машин и станков глубокого бурения.

Разработка залежи производится сверху – вниз, поэтому применение этих двух систем разработки одновременно в пределах одной залежи исключено.



Фото 6. Самосвал Mercedes



Фото 7. Ковшовый погрузчик

После осмотра подземных горных работ нашими специалистами сложилось общее мнение, что проведение этих работ не вписывается ни в какие каноны подземной разработки месторождений. В первую очередь это касается проветривания горных выработок и применения на подземных горных работах техники для открытых горных работ. В данном случае на доставке горной массы из забоев применяются самосвалы без катализаторов выхлопных газов и ковшовые погрузчики не шахтного исполнения (Фото 6,7).

В результате применения такой техники возникла необходимость в проходке горных выра-

боток сечением 25 – 30 м², которые не вписываются ни в одну из применяемых систем подземной разработки.

Выводы. Дальнейшая перспектива развития горнодобывающего комплекса компании просматривается в переводе карьеров, разрабатывающих месторождения Tareh Sork и Kolan Darvazeh, на открыто-подземный и подземные способы разработки. Разработку разведанных участков Zone 5 Romagmar и Goushfill 2 производить только подземным способом. Для определения перспективы развития сырьевой базы компании произвести доразведку эксплуатируемых месторождений ниже горизонта +1500 м. На подземных горных работах, которые ведутся в настоящее время на месторождении Goushfill, отсутствует надлежащее инженерное обеспечение и система разработки требует пересмотра. Необходимо проведение комплекса исследований заскладированных окисных руд, в количестве 2 млн.т, для определения их технологических свойств.

В целом, сотрудничество института «Кривбасспроект» с компанией Bama может выражаться в оказании проектных и консультационных услуг, связанных с разведкой и эксплуатацией месторождений, а так же в проведении научно-исследовательских работ по усовершенствованию технологических процессов.

Список литературы

1. "Goushfill mine underground project" (Проект подземной разработки месторождения Goushfill").

Рукопись поступила в редакцию 26.03.14

УДК [666.712+666.74]:"18/19"(477)

В.В. АБЛЕЦ, канд. геол.-минерал. наук, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

А.А. БЕРЕЗОВСКИЙ, д-р геолог. наук, проф., Криворожский национальный университет

Н.С. АБЛЕЦ, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

КИРПИЧ И ЧЕРЕПИЦА ДОРЕВОЛЮЦИОННОГО КРИВОРОЖЬЯ.

II. ВЕРХНЕДНЕПРОВСКИЙ УЕЗД ЕКАТЕРИНОСЛАВСКОЙ ГУБЕРНИИ

На основе собранного фактического материала, картографических и исторических документов проведен анализ развития производства кирпича и черепицы в Верхнеднепровском уезде Екатеринославской губернии в конце XIX – начале XX века. Выполнена идентификация производителей кирпича и черепицы.

Проблема и ее связь с научными задачами. Верхнеднепровский уезд находился в западной части Екатеринославской губернии. Северная часть современного Кривого Рога входила в состав Весело-Терновской и Лозоватской волостей Верхнеднепровского уезда.

На территории бывшего Верхнеднепровского уезда достаточно часто встречается кирпич и черепица, произведенные в конце XIX века и в начале XX века. Но, несмотря на это, анализ развития и идентификация кирпично-черепичных заводов Верхнеднепровского уезда до сих пор не проводились. Многие клейма, фигурирующие на кирпиче и черепице, являются не расшифрованными. Воссоздание полной картины производственно-экономических отношений, существовавших на то время в уезде, невозможно без изучения кирпично-черепичного дела, развивавшегося в те времена "семимильными" шагами.

Анализ исследований и публикаций. Как уже упоминалось в предыдущей статье, развитие черепичного дела до революции в Екатеринославской губернии было связано с активизацией мероприятий по борьбе с пожарами, развитием страхования от пожаров, кредитованием организации черепичных заводов, кредитованием покупки черепицы и т.д. Именно отчеты губернской земской управы и постановления уездного земского собрания, посвященные этой тематике, являются в настоящее время чуть ли не единственными печатными источниками, по которым можно проследить развитие кирпично-черепичного дела в Екатеринославской губернии и Верхнеднепровском уезде [1-12].

Екатеринославское губернское земское собрание с целью охраны сельского населения губернии от бедствий, связанных с пожарами, признало желательным распространение в селах черепичных крыш. Собрание ассигновало в распоряжение каждой уездной управы из сумм запасного страхового капитала по 5000 руб. для выдачи беспроцентных ссуд на устройство чере-

пичных заводов сельским обществам на 10-летний срок в размере от 1500 до 2500 рублей. Ссуды могли разрешаться только в местностях, где имелась в достаточном количестве гончарная глина, годная для выделки черепицы [1-2].

На сделанное уездной управой предложение сельским обществам ни одно из них не изъявило желания устроить черепичный завод. Между тем, в 1899 г. губернское земское собрание в своих мероприятиях по борьбе с пожарами пошло еще дальше – разрешило выдачу крестьянам беспроцентных ссуд сроком на 6 лет на покрытие крыш черепицей. Эта операция начата с 1900 г. за счет кредита 20 тыс. рублей, открытого каждому уезду из страхового капитала. В течение 1900 г. уездной управой выдано было ссуд для этих целей всего лишь 9 лицам на сумму 660 рублей, в среднем по 75 руб. на домохозяина.

Незначительное количество лиц, пожелавших воспользоваться ссудой на устройство черепичных крыш в Верхнеднепровском уезде, объяснялось отсутствием в уезде черепичных заводов и отдаленностью таких заводов, находящихся в других уездах.

Именно при таких обстоятельствах в Верхнеднепровском уезде начали возникать первые черепичные заводы. А именно в селах Саксагань и Вольные Хутора, на которых производилась ручная выделка черепицы. На оборудование этих заводов прессами для приготовления черепицы в 1900 г. обращались в уездную управу с ходатайством о выдаче ссуд по 1500 руб. крестьяне Андрей Иванович Зезуль и Андрей Степанович Герценко. Но ходатайств этих управа не смогла удовлетворить, так как просьбы поступили после закрытия очередной сессии уездного земского собрания, от которого зависело гарантировать, согласно требованию губернского земства, исправный возврат этого рода ссуд. В 1901 г. с ходатайством по указанному вопросу обратился еще третий проситель – крестьянин, землевладелец Гуляйпольской волости Авраам Перепелица [1-3].

Среди сельских обществ и разных лиц Екатеринославской губернии, получивших первые беспроцентные ссуды для устройства черепичных заводов в 1902-1903 годах, в Верхнеднепровском уезде были [1-3]:

Федор Иустиневич Корниенко, крестьянин, хутор Анятин, Желтянская волость;
Зезуль Андрей Иванович, крестьянин, с. Саксагань, Саксаганская волость;
Перепелица Авраам Иванович, крестьянин, с. Благодатное, Гуляйпольская волость;
Герценко Андрей, крестьянин, Вольно-Хуторская волость;
Гейман Иосиф, мещанин, г. Верхнеднепровск.

Зезуль Андрей Иванович, получив кредит и наладив производство, достиг хороших результатов. Так, он участвовал в Саксаганской сельскохозяйственной выставке, состоявшейся в с. Саксагани 13-14 сентября 1902 г. (III отдел выставки – кустарное производство, в которое вошло кирпичное и черепичное дело). А. И. Зезуль экспонировал образцы прессованного кирпича и марсельской черепицы собственного завода и был удостоен за их производство малой серебряной медали. Зезуль Андрей Иванович значился гласным от сельских обществ в составе гласных Верхнеднепровского уездного земского собрания [4].

Согласно постановлениям Верхнеднепровского уездного земского собрания, ходатайствовали и большей частью получили ссуды на устройство черепичных заводов не менее 20 частных лиц и обществ (товариществ) [6-12].

Согласно постановлениям [8] в Верхнеднепровском уезде в 1909 г. было «малое количество» черепичных заводов, всего 14 (см. табл. 1).

В конце 1912 г. в Верхнеднепровском уезде существовало 12 заводов по изготовлению гончарной черепицы, с общей производительностью около 600 000 шт. в год, 18 кустарных мастерских по изготовлению цементно-песочной черепицы, имеющих 20 станков с производительностью 500 000 шт. и 25 кирпичных заводов с производительностью в год около 4 миллионов кирпича [11].

Кроме классической черепицы, мы хотим также упомянуть о «каменной» черепице из кристаллических сланцев. Она могла производиться и, скорее всего, производилась на Покровских ломках (с. Покровское, сейчас – Саксаганский р-н Кривого Рога), а, возможно, и в других местах, где на дневную поверхность выходили хорошо поддающиеся разделению на пластины сланцы.

Архивные документы свидетельствуют, что 18 августа 1873 г. титулярный советник А. Н. Поль заключил арендный договор с помещиком Львом Александровичем Шмаковым на два

участка земли по 15 десятин каждый, при сельце Покровском, в Дубовой Балке, на границе с землями помещицы, жены капитана артиллерии Марии Матвеевны Ростковской [16].

А. Н. Поль пишет: «еще раз решился на попытку утилизировать залежи аспиды, составляющие мертвое богатство... С этой целью, состоялось товарищество князя Кочубея и мое, взявшее в аренду залежи аспиды (в настоящее время составляющие мою собственность), с целью ввести рациональную разработку этих залежей и добывания из оных плит и *кровельной черепицы*». 30 ноября император разрешил А. Н. Полю заарендовать у помещика Шмакова землю для горнозаводского устройства на 85 лет.

В трудах инженера Л. Штриппельмана «Южно-русские месторождения магнитных железных руд и железного блеска...», опубликованных в 1873 г., упоминается о товариществе князя С. В. Кочубея и А. Н. Поля которое выставило на Московской политехнической выставке «произведения» Покровской ломки [16].

В «Полном географическом описании...» [18, с. 386] упоминаются разработки аспидного сланца на Покровских и Запорожских ломках наследников А. Н. Поля: «Названные ломки дают прекрасный *кровельный* и плитковый аспид, а также вполне пригодный материал для школьных досок».

Постановка задачи. Задачей исследований явилось на основе собранного фактического материала и исторических документов провести анализ производства кирпича и черепицы в Верхнеднепровском уезде в конце XIX – начале XX века, а также провести идентификацию производителей кирпича и черепицы.

Изложение материала и результаты. Результаты исследований изложены в виде таблицы. В таблице укомплектованы заводы всего Верхнеднепровского уезда, а не только части Криворожья, входившей ранее в Верхнеднепровский уезд. Учитывая характер обрабатывавшейся исходной информации (в основном, постановлений Верхнеднепровского уездного земского собрания), нецелесообразно было делить Верхнеднепровский уезд на «криворожскую» и «некриворожскую» части.

Таблица 1

Кирпично-черепичные заводы Верхнеднепровского уезда

Верхнеднепровский уезд. Часть, приближенная к Веселым Тернам (север современного Кривого Рога), и район Лозоватки.
Алексеевко Андрей Филиппович , крестьянин. Кирпичный завод. Упоминается в 1910 г. хут. Червоная балка (очевидно, имеется в виду хутор Лозоватка или Червоная в балке Червоной), Весело-Терновская вол. <i>Верховья балки Червоной (Северной Червоной), села Новоивановка и Красная Балка, Глееватский сельсовет, Криворожский р-н, Днепропетровская обл.</i> [19].
Вощинкин С. Н. Черепичный завод. Возможно, купил или арендовал завод у М. И. Дудки и Швеца. с. Лозоватка, Лозоватская вол. <i>Криворожский р-н, Днепропетровская обл.</i> <i>Черепица: С. Н. ВОЩИНКИНЪ С. ЛОЗОВАТКА ЕК. Г.</i>
Голованевский С. Г. и Пашенко В. М. (Виктор Моисеевич), помещики. Черепичный завод. Район сел Марьяновка и Лозоватка, Лозоватская вол. <i>Криворожский р-н, Днепропетровская обл.</i> Скорее всего, в низовьях балок Лозоватка (Малая и Большая), Завертана или близко к ним (на своих землях). Земельные владения С. Г. Пашенко были на восток от с. Лозоватка, у с. Марьяновка – над р. Ингулец, между балками Завертана, Лозоватка (Малая) и Лозоватка (Большая) [22]. Пашенко В.М. был избран Попечителем Лозоватского и Марьяновского земских начальных училищ Лозоватской вол. [12]. Голованевский С. Г. имел в с. Марьяновка мельницу [25]. <i>Черепица: С. Г. ГОЛОВАНЕВСКИЙ И. В. М. ПАЩЕНКО.</i>
Дудка и Швец. Черепичный завод. с. Лозоватка, Лозоватская вол. <i>Криворожский р-н, Днепропетровская обл.</i> Очевидно, в балке Рековатая к северу от Лозоватки, где до войны и после было два черепичных завода (арт. «Строитель», после – Лозоватские черепичные заводы № 1 и № 2 Минчермета). Дудка Марк Иванович, зажиточный крестьянин, родился в 70-е годы XIX в., умер в 1933 г. в с. Лозоватка. С конца XIX в. – совладелец Лозоватского черепичного завода. В 1929 раскулачен, выслан. В 1933 г. вернулся в село, умер от голода [22]. <i>Черепица: 1. Лозоватка. Швець и Дудка. 2. „ДУТКА и ШВЕЦЬ” ЛОЗОВАТКА. 3. ДУДКА и ШВЕЦЬ. СЕЛО ЛОЗОВАТКА.</i>
Козаков М. Б. Черепичный завод. Упомин. в 1914 г. Очевидно, в районе сел Лозоватка, Недайвода, Искровка (Лозоватская, Весело-Терновская, Анновская вол.). <i>Криворожский р-н, Днепропетровская обл. и Петровский р-н, Кировоградская обл. Черепица: М.Б. КОЗАКОВЪ. ЗАВОДЪ.</i>
Колачевский Сергей Николаевич. Кирпичный завод (возможно, два завода). Район ст. Колачевское (рудника Колачевского), Весело-Терновская вол. <i>Кривой Рог, Терновской р-н, зона ведения горных работ ш. им. Орджоникидзе</i> [31]. Действительный статский советник, доктор медицины, рудопрмышленник (железный рудник) и т.д. В [17, с. 102] приводится расценочная ведомость стоимости железного рудника С. Н. Колачевского, находящегося в Верхнеднепровском уезде Екатеринославской губернии близ селения Веселые Терны на 1 января 1895 г. В ней фигурирует кирпичный завод, печь и формовочный сарай стоимостью 3000 руб. <i>Кирпич: СК.</i>

Кривошей и Резниченко. Черепичный завод. Очевидно, в районе с. Лозоватка, Лозоватская вол. *Криворожский р-н, Днепропетровская обл.* Черепица: КРИВОШЕЙ. И. РЪЗНИЧЕНКО.

Курдубан Гавриил Иванович, крестьянин. Кирпичный завод. Не работал с начала 1903 г. Указан в списке недвижимых имуществ, на которых числятся недоимки земских сборов, подлежащих сложению со счетов.

Кривой Рог, Терновской р-н [5]. Дело № 2129. Землевладельца Верхнеднепровского уезда, крестьянина Гавриила Иванова Курдубана при с. Веселых-Тернах и д. Ново-Павловке (07.10.1899-28.02.1911 г.). Дело № 4867. Землевладельца Верхнеднепровского уезда Гавриила Иванова Курдубана при с. Веселых Тернах и д. Ново-Павловке (13.08.1912 г.) [23].

Курдубан Константин Иванович, крестьянин. Кирпичный завод. Упомин. в 1910 г. Завод указан на хут. Котлова, Весело-Терновская вол. *Кривой Рог, Терновской р-н* [19]. Дело № 1495. Землевладельца Верхнеднепровского уезда, крестьянина Константина Иванова Курдубана при с. Веселые-Терны и д. Ново-Павловке (10.02.1889 г.) [23].

Поль А. Н. и Кочубей С. В. Товарищество. Разработки (ломки) аспидного сланца – Покровские ломки (для добытия плит и кровельной черепицы). Упомин. в 1872 и 1873 г. с. Покровское, Весело-Терновская вол. *Саксаганский район Кривого Рога (геологический памятник местного значения «Сланцевые скалы»)* [16].

Поль А. Н. (наследники). Разработки (ломки) аспидного сланца. Упомин. в 1910 г. Местоположение то же [18].

Производитель достоверно не определен. Черепичный завод. Судя по распространению – Весело-Терновская вол. или Ордо-Васильевская вол. *Север Кривого Рога и северо-восточнее от него. Черепица с клеймом из одной буквы:* Ч. Один из вариантов – Чуйкевич Александр Федорович, землевладелец, коллежский ассесор, попечитель Дарьевского училища (*авт. Дарьевка – выше Ордо-Васильевки на р. Саксагань, Ордо-Васильевская вол.*), построил новый дом для этого училища в Андреевке. Попечитель Саксаганской земской больницы. Наблюдатель Саксаганского ремесленного училища [14-15].

Харин Иван Николаевич, крупный землевладелец. Кирпичные заводы (два). Принадлежала также каменоломня. На территории собственной экономии в с. Ново-Павловка, Весело-Терновская вол. *Кривой Рог, Терновской р-н. Имение частично сохранилось* [18, 31, 30]. *Кирпич:* И Х, Х И.

В районе с. Ново-Павловки также встречается кирпич с клеймом В Д.

Район с. Саксагань, Саксаганская волость, Верхнеднепровский уезд. Пятихатский р-н, Днепропетровская обл.

Бродский Эраст Константинович. Кирпичный завод (машинное производство). Район сел Саксагань, с. Эрастовка, Ивановка (собственная экономия Ивановка). Саксаганская и Алферовская вол. с. *Саксагань, пгт. Вишневое.* Помещик-земледелец, действительный статский советник, предводитель дворянства, председатель уездного земского собрания, почетный мировой судья [6]. Вместе с кирпичами Бродского Э.К. (клеймо ЭКБ) встречаются иногда кирпичи Колачевского С.Н. (клеймо СК), а также кирпичи с клеймом М 1906 Б (дата и инициалы).

Зезуль Андрей Иванович. Кирпично-черепичный завод. Основан не позже 1900 г. В 1913 г.: рабочих 25, годовой оборот 8000 руб. [29]. с. Саксагань. Богатый крестьянин. Был в составе гласных от сельских обществ Верхнеднепровского уездного собрания. Получил ссуду на оборудование уже существующих заводов прессами для приготовления марсельской черепицы 1500 руб. 16 мая 1902 г. (обращался за ссудой в 1900 г.) [1-3]. Присвоена малая серебряная медаль за производство кирпича и черепицы на Саксаганской сельско-хозяйственной выставке, состоявшейся в Саксагани 13-14 сентября 1902 г. [4]. *Черепица:* 1. А.Н. * ЗЕЗУЛЬ. 2. САКСАГАНЬ.А.И. ЗЕЗУЛЬ. ? *Кирпич:* 3.

Зезуль Андрей Иванович и Безверхий (Безверхов) Родион Павлович. Кирпично-черепичный завод. Упоминается в 1899 г. Очевидно, речь идет о том же самом заводе, что и выше. с. Саксагань [25, 26, 27].

Зезуль Григорий Андреевич. Кирпично-черепичный завод. В 1910 г.: ст. Эрастовка, черепицы 150 тыс.шт., кирпича 100 тыс. шт., рабочих 20, годов. произв-во 6000 руб. с. Саксагань. Очевидно, сын Зезуля Андрея Ивановича. Скорей всего, тот же завод [24].

Осетров (Прокофьев-Осетров) Андрей Амплеевич, крестьянин. Цементно-черепичный завод. Просил и удовлетворил ссуду 1500 руб. на расширение существующего бетонно-черепичного завода. В 1909 и 1910 годах управа не поддержала ходатайства, изменив свое решение в 1911 г. с. Саксагань [8-10].

Павленко, крестьянин. Кирпично-черепичный завод. ? с. Саксагань [21].

Шкуренок Дмитрий Степанович, крестьянин. Цементно-черепичный завод. Просил ссуду 500 руб. для расширения производства (цементно-черепичная мастерская). Управа поддержала ходатайство при условии проведения дополнительного обследования существующего завода. Упомин. в 1911 г. с. Саксагань [10].

Верхнеднепровский уезд, остальные заводы

Бабушкин Андрей Константинович, купец. Кирпично-черепичный завод. Упоминается в 1910 г. хут. Рычкова, Александровская вол. (Божедаровская почт. контора). *Болтышковский сельский совет, Криничанский р-н, Днепропетровская обл.* [19].

Бардадым А. (? Андрей Иванович). Черепичный завод (ленточная черепица). Получил беспроцентную ссуду на оборудование черепичного завода 1000 руб. сроком на 5 лет. Упомин. в 1907 г. Землевладелец. Андрей Иванович Бардадым был избран в должности попечителя земского Смоленского начального училища (с. Смоленка Гуляйпольской вол.) [12]. Очевидно, в районе с. Софиевка, Софиевская волость или с. Смоленка Гуляйпольской вол. *пгт. Софиевка, админ. центр Софиевского р-на, Днепропетровская обл.* [6-7]. *Черепица:* А. БАРДАДЫМЪ.

Белокрыс Павел Васильевич. Кирпичный завод. Не работал с 1900 г. Затем, возможно, непродолжительное время работал, а затем не работал с осени 1901 г. Указан в списке недвижимых имуществ, на которых числятся недоимки земских сборов, подлежащие сложению со счетов. Троицкая вол. *Пятихатский р-н, Днепропетровская обл.* [11-12].

Винокуров Григорий, мещанин. Кирпичный завод. Фигурирует в списке недвижимых имуществ, на которых неправильно числятся недоимки земских сборов, подлежащие сложению, упоминается по случаю истребления пожаром на 20 октября 1899 г. Богодаровская вол. *Верхнеднепровский р-н, Першотравенский сельсов., Днепропетровская обл.* [13].

Вольно-Хуторское общество сельских хозяев. Цементно-черепичный завод. Ходатайствовало о ссуде 1000 руб. (управа поддержала). с. Вольные Хутора той же вол. *Верхнеднепровский р-н, Днепропетровская обл.* [8].

Воронин Дементий Кузьмич, крестьянин Марьяновской волости, Верхнеднепровского уезда, проживавший в с. Софиевка. Кирпично-черепичный завод. Взял у *Софиевского сельского Общества* в аренду общественный кирпичный завод сроком на 9 лет, с 1 января 1913 г., по 700 руб. в год. Ходатайствовал о ссуде на оборудование и усиление производства выделки черепицы и жженого кирпича (управа поддержала). с. Марьяновка, Марьяновская вол. – с. Вишневое, *Софиевский р-н, Днепропетровская обл.* с. Софиевка той же вол. – *пгт. Софиевка, Софиевский р-н Днепропетровская обл.* [11].

Гейман Иосиф, мещанин. Черепичный и кирпичный завод. На обустройство завода получил ссуду 1500 руб. 18 марта 1904 г. г. Верхнеднепровск [2, 20, 25, 27].

Герценко Андрей Степанович, крестьянин. Черепичный завод. На оборудование завода прессами для приготовления марсельской черепицы получил ссуду 1000 руб. 28 мая 1903 г. (обращался за ссудой в 1900 г.). Имел также мельницу [25]. В собственном хуторе, Вольно-Хуторская вол. *Верхнеднепровский р-н, Днепропетровская обл.* [2, 3].

Горбатко П. А. Завод цементной черепицы. Упоминается в 1909 г. с. Калужино, Красно-Кутская вол. *Верхнеднепровский р-н, Днепропетровская обл.* [8].

Гура Карп Андреевич, крестьянин. На оборудование завода ходатайствовал 1000 руб. (уже был кирпичный завод и пресс для выделки цементно-бетонной прессованной черепицы, управа поддержала). Упоминается в 1913 г. с. Лиховка той же вол. *пгт. Лиховка, Пятихатский р-н, Днепропетровская обл.* [12].

Дрогалева Мария Михайловна. Кирпичный завод и ветряная мельница, завод не работал с 1899 г. Указаны в списке недвижимых имуществ, на которых числятся недоимки земских сборов, подлежащие сложению со счетов. Богодаровская вол. *Верхнеднепровский р-н, Першотравенский сельсовет* [5].

Иванов И. Г. Черепичный завод с. Софиевка, Софиевская вол. *пгт. Софиевка, Софиевский р-н, Днепропетровская обл. Черепица: И. ИВАНОВЪ СОФИЕВКА В.У.*

Искровское Общество Потребителей. Завод цементной черепицы. Общество просило и удовлетворено в беспроцентной ссуде в 1000 руб. на покупку цемента и оборудование мастерской. Упоминается в 1913 г. с. Искровка, Анновская вол. *Петровский р-н Кировоградской обл.* [12].

Калита Иван Григорьевич, крестьянин. Кирпично-черепичный завод. Ходатайствовал о ссуде 500 руб. на увеличение постройки и инструментов (уже был кирпично-черепичный завод, управа поддержала). Упомянут в 1913 г. с. Вольные Хутора той же вол. *Верхнеднепровский р-н, Днепропетровская обл.* [12].

Китаев Георгий Петрович, потомственный почетный гражданин [8-9] (потомственный дворянин [19]).

Цементно-черепичный завод. Открыт 30 апреля 1909 г. на собственные средства.

Ходатайствовал на покупку материала для приготовления на имеющемся заводе черепицы о ссуде 500 руб. (управа не поддержала). В 1910 г. ликвидировал завод. Хутор Бураяка возле с. Куцеволовка той же вол. *Верхнеднепровский р-н, Днепропетровская обл.* [8-9, 19].

Клевец Иван Иванович, крестьянин. Кирпично-черепичный завод. Ходатайствовал о ссуде 500 руб. на устройство кирпично-черепичного завода на собственной усадьбе. Упоминается в 1912 г. с. Ордо-Васильевка той же вол. *Софиевский р-н Днепропетровской обл.* [11].

Копылов Мина (Мануйл) Семенович, купец 2 гильдии. Кирпичный завод. В 1894 г.: 52 рабочих, годов. произв. кирпича 1 000 000 шт., 15 000 руб. Верхнеднепровский уезд, с. Мануйловка [28].

Корниенко Федор (Феодор) Иустинович, крестьянин (с 1910 г. – мещанин). Черепичный завод. Получена ссуда 800 руб. 7 мая 1902 г. Хутор Анютин, Желтянская вол., ст. Яковлевка, (важно для расшивки клейма: Харьков-Николаевская железная дорога, с января 1907 г. в составе Южных железных дорог). *Пятихатский р-н, Днепропетровская обл.* [1, 2, 19]. *Черепица: 1. ФЕОДОРЪ КОРНИЕНКО ЯКОВЛЕВКА ЮЖ. Ж. Д. 2. СТАНЦИЯ ЯКОВЛЕВКА Х.Н.Ж.Д. 3. Ф.КОРНИЕНКО.*

Корота Афанасий Павлович и Хмиленко Алексей Васильевич, крестьяне. Просили кредит на завод по изготовлению цементно-песчаной черепицы и пустотелых камней 2500 руб. (решение поддержать при условии предоставления ими материально надежных поручителей). Упоминается в 1913 г. с. Пушкаревка той же вол. *Верхнеднепровский р-н, Днепропетровская обл.* [12].

Латыш Николай Яковлевич, крестьянин. Ходатайствовал на расширение завода цементно-песчаной черепицы, вследствие усиленного спроса черепицы, 600 руб. (управа поддержала). Упоминается в 1913 г. с. Бородаевка той же вол. с. *Бородаевка, Верхнеднепровский р-н, Днепропетровская обл.* [12].

Любарский Степан Григорьевич, коллежский секретарь. Кирпичный завод. Основ. в 1881 г. В 1894 г.: кирпича 200 000 шт., 3 000 руб., 6 рабочих. Упомянут в 1899 г. [28]. г. Верхнеднепровск, на Галатовке [25, 26, 27, 28].

Нема Герасим Акимович, Жарко Кузьма Иванович, Олейник Иван Петрович и Верба Егор Гордьевич, крестьяне. Завод цементной черепицы и пустотелых камней. Ходатайствовали в получении кредита 3000 руб. на устройство завода (управа поддержала). Упомянут в 1913 г. с. Попельнастое той же вол. *Александровский р-н, Кировоградская обл.* [12].

Перепелица Авраам Иванович, крестьянин. Черепичный завод. Получил кредит для устройства завода 1200 руб. 13 июня 1902г. с. Благодатное, Гуляй-Польская вол. с. *Гуляйполе, Криничанский р-н Днепропетровской обл.* [2,3].

Пруненко Гавриил, крестьянин. Кирпично-черепичный завод. Ходатайствовал о ссуде 500 руб. на расширение черепичного производства (уже был кирпично-черепичный завод, управа поддержала). Упомянут в 1913 г. с. Попельнастое той же волости. *Александровский р-н, Кировоградская обл.* [12].

Пушкаревское Кредитное Товарищество. Завод цементно-песчаной черепицы. Ходатайствовало на расширение завода по изготовлению цементно-песчаной черепицы 500 руб. (управа поддержала). Упоминается в 1912 г. с. Пушкаревка той же вол. *Верхнеднепровский р-н, Днепропетровской обл.* [11].

Софиевское сельское Общество. Кирпичный завод. Передан в аренду Воронину Дементию Кузьмичу. Упомянут в 1912 г. с. Софиевка, Софиевская вол. *пгт. Софиевка, Софиевский р-н, Днепропетровская обл.* [11].

Суворов Л. Черепичный завод. Конкретное местоположение неизвестно (?восточная часть Криворожья). *Черепица: Л. СУВОРОВЪ.*

Шашлю. Черепичный завод. Получил безпроцентную ссуду на оборудование черепичного завода 500 руб. сроком на 5 лет. Упоминается в 1907 г. *Верхнеднепровский уезд. Точное местоположение не указано* [6-7].

Щербаков Дмитрий Иванович, землевладелец. Черепичный завод. Просил ссуду 1500 руб. на улучшение черепичного завода (управа поддержала ходатайство). Упоминается в 1911 г. Богодаровская вол. *Периотравенский сельсовет Верхнеднепровский р-н, Днепропетровская обл.* [10].

Примечание. Согласно постановлениям [8], в 1909 г. в Верхнеднепровском уезде было «малое количество» черепичных заводов, всего 14:

в г. Верхнеднепровске;

в селах: Саксагани, **Желтом**, Лозоватке, Софиевке, Ордо-Васильевке, Каменнополе Весело-Терновской вол.;

в Покровке и на хуторе Рычковке Александровской вол.;

в Адамовской вол.;

в деревнях Благодатной и Любимовке Гуляйпольской вол.

в Марьяновке Лозоватской вол.;

при ст. **Девладово**.

Неизвестна принадлежность кирпичных заводов к северо-востоку от станции Вечерний Кут, завода в верховьях балки Грядковатая [31].

Как видно из таблицы, в Верхнеднепровском уезде можно выделить несколько центров кирпичного и черепичного производства, располагавшихся в районе: с. Веселые Терны; с. Лозоватка и с. Марьяновка; с. Саксагань; с. Софиевка; с. Вольные Хутора; в Богодаровской волости. В массивах немецких колоний Баратов и Шляхтин и рядом с ними (к северу, северо-востоку от Кривого Рога) было не менее 8 заводов. Заводы немецких колоний детально рассмотрены отдельной статьей.

Выводы и направление дальнейших исследований. Таким образом, в Верхнеднепровском уезде Екатеринославской губернии выявлено около 50 кирпичных и черепичных заводов (определены их местоположение и владельцы), производивших по сегодняшним меркам высококачественную продукцию. Одним из важных факторов, способствовавших интенсивному развитию черепичного производства в уезде в конце XIX - начале XX, явилась государственная политика, направленная на борьбу с пожарами, и соответствующее кредитование устройства черепичных крыш и строительства черепичных заводов.

Список литературы

1. Отчет Екатеринославской Губернской Земской Управы о взаимном земском страховании от огня строений и движимых имуществ по Екатеринославской губернии за 1903 год. Часть третья. Екатеринослав, Типография Губернского Земства. 1904. 147 с.
2. Отчет Екатеринославской Губернской Земской Управы о взаимном земском страховании имуществ от огня по Екатеринославской губернии за 1904 год. Часть третья. Екатеринослав, Типография Губернского Земства. 1905. 253 с.
3. Постановления Верхнеднепровского уездного земского собрания. (XI очередного). Верхнеднепровск. Типо-Литография Ф.И. Розенфельда. 1902. 360 с.
4. Постановления Верхнеднепровского уездного земского собрания. (XII очередного). Верхнеднепровск. Типо-Литография Ф.И. Розенфельда. 1903. 419 с.
5. Постановления Верхнеднепровского уездного земского собрания. (XIII очередного). Верхнеднепровск. Типо-Литография Ф.И. Розенфельда. 1904. 448 с.
6. Постановления Верхнеднепровского уездного земского собрания. (XVII очередного). Верхнеднепровск. Типография А.Л. Любковского. 1908. 421 с.
7. Постановления Верхнеднепровского уездного земского собрания (чрезвычайного). Верхнеднепровск. Типография А.Л. Любковского. 1908. 145 с.
8. Постановления Верхнеднепровского уездного земского собрания. (XIX очередного). Верхнеднепровск. Типография Любковского и Гинцбурга. 1910. 988 с.
9. Постановления Верхнеднепровского уездного земского собрания. (XX очередного). Верхнеднепровск. Типография Любковского и Гинцбурга. 1910. 931 с.

10. Постановления Верхнеднепровского уездного земского собрания. (XXI очередного). Верхнеднепровск. Типография Любовского и Гинцбурга. 1912. 838 с.
11. Постановления Верхнеднепровского уездного земского собрания. (XXII очередного). Верхнеднепровск. Типография Любовского и Гинцбурга. 1913. 1248 с.
12. Постановления Верхнеднепровского уездного земского собрания. (XXIII очередного). Верхнеднепровск. Типография Любовского и Гинцбурга. 1913. 1158 с.
13. Постановления Верхнеднепровского уездного земского собрания. (IX очередной сессии). Верхнеднепровск. Типо-Литография Ф.И. Розенфельда. 1900. 381 с.
14. Постановления II-го очередного уездного земского собрания Верхнеднепровск. Типография Я.Н. Губермана. 1893. 303 с.
15. Постановления VIII очередного уездного земского собрания. Верхнеднепровск. Типография Я.Н. Губермана. 1899. 392 с.
16. **Петров А.Н.** Первоисточники – чистые родники. Книга первая. Днепропетровск, 2011. 184 с.
17. **Петров А.Н.** Первоисточники – чистые родники. Книга вторая. Днепропетровск, 2011. 184 с.
18. Россия. Полное географическое описание нашего отечества. Настольная и дорожная книга. Под ред. В.П. Семенова Тянь-Шанского. Т. 14. Новороссия и Крым. Издание А.Ф. Девриена. С. - Петербург, 1910. 1017 с.
19. Адрес-календарь Екатеринославской губернии на 1910 год. Издание Екатеринославского Губернского Статистического Комитета. Екатеринослав, Типо-литография Губернского Правления, 1910. 446 с.
20. Екатеринославский адрес-календарь. Екатеринослав. 1916. Издание губернской типографии. 478 с.
21. Отчет сельскохозяйственной выставки, состоявшейся 12-13 сентября 1904 г. в с. Саксагани.
22. Енциклопедія Криворіжжя: 230-річчю з дня заснування Кривого Рогу присвячується. – У 2-х т./Упоряд. В.П. Бухтіяров.-Кр.Ріг: «ЯВВА», 2005. Т. 1.-704 с., Т. 2.-816с.
23. Земельні банки Новоросійського краю. Фонд 249: Земський банк Херсонської губернії, Опис 1 (1864-1920). <http://www.myslenedrevo.com.ua/uk/Sci/HistSources/SouthUkrBanks/Odesa/F249-1/Files1401-1500.html>
24. Список фабрик и заводов России. Торговый Дом Л. и Э. Метцель и Ко. «Центральная контора Объявлений». Москва, С.-Петербург, Варшава. 1910. 1418 с.
25. Вся Россия. Русская книга промышленности, торговли, сельского хозяйства и администрации. Адрес-календарь Российской империи. Том первый. Издание А.С.Суворина, 1900. 1446 с.
26. Вся Россия. Русская книга промышленности, торговли, сельского хозяйства и администрации. Адрес-календарь Российской империи. Том первый. Издание А.С.Суворина, 1899. 1483 с.
27. Торгово-промышленная Россия. Справочная книга для купцов и фабрикантов. С.-Петербург, тип. А.С. Суворина, 1899. 1604 с.
28. Указатель фабрик и заводов Европейской России. Материалы для фабрично-заводской статистики. С.-Петербург, типография В. Киршбаума, 1894, 826 с.
29. Фабрики и заводы всей России. Сведения о 31,523 фабриках и заводах. Книгоиздательство Т-ва Л.М. Фиш, Киев, 1913. 1687 с.
30. По Екатерининской железной дороге. Выпуск I-й (Введение и часть первая). Издание Управления Екатерининской железной дороги. Екатеринослав, Товарищество «Печатня С.П. Яковлева», 1903. 132 с.
31. Трехверстная Военная-Топографическая карта Российской империи. Вторая половина XIX – начало XX в. Листы: ряд XXVII, лист 11; ряд XXVII, лист 12; ряд XXVIII, лист 11; ряд XXVIII, лист 12.

Рукопись поступила в редакцию 05.03.14

УДК 62-503

А.А. ЖОСАН, канд. техн. наук, доц., С.І. ЛІПАНЧИКОВ, аспірант
Криворізький національний університет

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ НЕПАРАМЕТРИЧНОГО ДУАЛЬНОГО РЕГУЛЯТОРА НА ПРИКЛАДІ ОБ'ЄКТА ПЕРШОГО ПОРЯДКУ.

В цій статті наведено опис та результати випробувань одного з підходів до складання непараметричних систем керування технологічним процесом, який, за думкою авторів, є перспективним. Було проведено випробування такої системи при відпрацюванні завдань у вигляді поліноміальних, експоненціальних та кусково-лінійних функцій. На відміну від широко розповсюджених ПІ- та ПІД-регуляторів, похибка регулювання в такій системі не перевищувала 4.5% без зміни структури та параметрів регулятора.

Ключові слова: непараметрическая модель, дуальный подход, матрица входов-выходов, расширенная матрица.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Для виконання завдання керування будь-яким технологічним процесом ключовою задачею є складання її математичної моделі. На даний момент більшість підходів до складання математичних моделей об'єктів керування ґрунтуються на складанні їх рівнянь, елементами яких є деякі параметри системи, значення яких прийняті рівними деяким значенням. Але, в реальних умовах виробництва

такий підхід є далеким від ідеального, адже значення таких параметрів найчастіше за все змінюються в ході технологічного процесу (ТП). Таким чином, постає необхідність у вдосконаленні існуючих підходів шляхом застосування непараметричного підходу до складання математичної моделі.

Аналіз досліджень і публікацій. В роботі [1] приведено опис основних принципів непараметричних систем керування. В [2] описано деякі основні аспекти синтезу непараметричних регуляторів. Але, в обох джерелах для одержання непараметричної моделі використовується інтеграл Дюамеля, що складає розділ лінійної теорії керування. У цьому випадку принцип суперпозиції не дійсний. Це означає, що одержані результати не можуть бути вірними у випадку систем з векторними входом та виходом. Крім того, такі моделі не є глобальними як у часі так і у просторі стану керованої системи. Необхідно віддати належне авторові роботи [1], який одним з перших виклав своє усвідомлення реальних проблем синтезу моделей об'єктів керування, яке адекватно відображає дійсний стан речей. У цілому напрямок досліджень, пов'язаний з розвитком непараметричних систем керування, до яких можна віднести зусилля з розвитку нейромережових структур, є позитивним. Вказані підходи є фактично різновидами дуального підходу [3, 4].

Постановка завдання. В даній роботі поставлена задача продемонструвати на чисельних прикладах досить високу ефективність непараметричного дуального алгоритму регулювання, ідея якого була представлена у роботах [5, 6].

Викладення матеріалу та результати. *Опис концепції.* Для полегшення розуміння результатів даної роботи, без необхідності для читача пошуків змісту робіт [5, 6], наводимо основні ідеї алгоритму дуального непараметричного регулятора.

У якості моделі об'єкта керування було обрано різницеве рівняння виду

$$X[n+1] = aX[n] + bU[n], \quad (1)$$

де a та b – коефіцієнти, зміна яких не передбачена і у синтезоване рівняння регулятора не входять.

Дані перебігу виробничого процесу вимірюються через постійний проміжок часу $dt = const$. У результаті одержуємо розширену матрицю виду

$$\begin{pmatrix} X[n+1] & X[n] & U[n] \\ X[n] & X[n-1] & U[n-1] \\ X[n-1] & X[n-2] & U[n-2] \end{pmatrix}, \quad (2)$$

де n – номер інтервалу часу довжиною dt ; $X[n+1]$, $X[n]$, $X[n-1]$, $X[n-2]$ – значення вихідної змінної X на відповідних кроках (інтервалах дискретності часу); $U[n]$, $U[n-1]$, $U[n-2]$ – значення керуючої дії на відповідних кроках (інтервалах дискретності часу).

При цьому $X[n+1]$ – бажане (задане) значення вихідної величини об'єкта керування на "майбутньому" $[n+1]$ – му інтервалі часу, $U[n]$ – значення керуючої дії, що повинна забезпечити вказане бажане значення вихідної величини.

Нумерація інтервалів враховує умову фізичної реалізації.

Для заповнення розширеної матриці початковими даними необхідно провести навчання регулятора шляхом подачі на його вхід відповідної кількості (у даному випадку двох: $U[n-1]$, $U[n-2]$) у принципі довільних дій, та реєстрації вихідної реакції об'єкта.

Таким чином, усі значення дій (окрім $U[n]$), що входять до розширеної матриці (2), відомі за результатами вимірів на попередніх інтервалах дискретності або задані.

Залишається визначити керуючу дію $U[n]$. Це досягається за допомогою алгоритму, що представляє собою модифікований алгоритм Гауса, або інший відповідно модифікований алгоритм, що включає приведення лівої нижньої підматриці другого порядку розширеної матриці (2) до трикутного виду з відповідними перетвореннями значень керуючих дій у рядках, що відповідають вказаній підматриці.

У результаті одержується нова перетворена підматриця розширеної матриці.

Далі ця матриця зводиться до перших двох елементів верхнього рядка розширеної матриці (2). Лівий елемент цього рядка після такого перетворення є значення керуючої дії $U[n]$.

Після закінчення періоду навчання перше одержане значення $U[n]$ є вже робочим. Матриця

(2) на кожному наступному кроці поновлюється новими даними про стан об'єкта керування ("старі дані забуваються") та визначається наступне значення керуючої дії у відповідності із заданим бажаним значенням вихідної дії $X[n+1]$.

Слід зауважити, що розмірність матриці (2) може варіюватись у відповідності з порядком об'єкта керування, незалежно від того чи він є лінійний, чи нелінійний. Більше того ця варіація може відбуватися у ході процесу керування, що звільняє від проблеми аналітичного визначення порядку та структури моделі об'єкта керування.

Причому цей алгоритм легко програмується для об'єкта будь якого порядку у результаті чого одержуються конкретні числові значення керуючої дії.

Для наведеного простого прикладу задля наочності було виконано перетворення матриці (2) та одержано рівняння керуючої дії у аналітичній формі.

Керуючий вплив $U[n]$ розраховується за наступної формулою

$$U[n] = U[n-1] \cdot [X[n+1]/X[n]] - [U[n-2] \cdot X[n]] - U[n-1] \cdot X[n-1] \cdot [X[n-1] \cdot X[n+1] - X[n] \cdot X[n]] / [X[n-2] \cdot X[n] - X[n-1] \cdot X[n-1] \cdot X[n]]. \quad (3)$$

Крок інтервалу дискретності dt не входить у рівняння регулятора (3) безпосередньо. Ця величина визначається частотою опитування датчиків. Зміна dt впливає на зміну значень матриці (2) і таким чином враховується.

Було проведено випробування алгоритму регулювання (3) для різних законів заданої величини $X[n+1]$: постійне, лінійно наростаюче, що убыває, наростаюче за законами параболи різних ступенів, наростаюче за законами експоненти.

З теорії автоматичного керування добре відомо, що при використанні пропорційно-інтегруючих регуляторів необхідно було б кожного разу змінювати конструкцію регулятора, щоб похибка регулювання прямувала до нуля у безкінечному часі.

Та й то це стосується лише заданих поліноміальних законів вихідної дії.

Крім того, якщо параметри об'єкта керування змінювалися б у часу або у просторі (наприклад у залежності від вихідної дії), необхідно було б змінювати параметри такого регулятора. Інакше похибка керування прямує до безкінечності.

Як видно з алгоритму непараметричного дуального регулятора (3), його конструкція не містить таких понять, як коефіцієнти регулятора і ніяк не пов'язана із формою бажаного закону керування.

Це означає фактично інваріантність до вказаних факторів, що є його додатковою перевагою.

Зазначимо, що при керуванні нестабільним об'єктом проблема мінімізації похибки у випадку традиційних регуляторів дуже загострюється.

Далі приведено результати чисельного моделювання роботи непараметричного дуального регулятора при наявності перелічених вище проблем.

Ці результати дають змогу порівняти роботу такого регулятора з традиційними регуляторами та зробити відповідні висновки.

Для перевірки роботи алгоритму на вхід ОК було подано декілька сигналів різного виду:

постійний сигнал (константа) (рис.1а);

сигнал, що змінюється за певним законом (рис.1б);

квадратична парабола (рис.1в);

парабола 4-го ступеню (рис.1г);

експонента (рис.1д)

Керуючі впливи та вихідні сигнали при відповідних вхідних діях.

На рис. 1(а-д) в графічному вигляді приведено реакцію системи на відповідні вхідні дії.

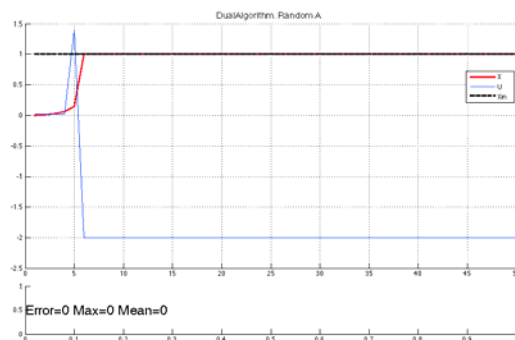


Рис. 1а. Керуючий вплив U , сигнал завдання X_p , вихідний сигнал X при поданні постійного вхідного сигналу

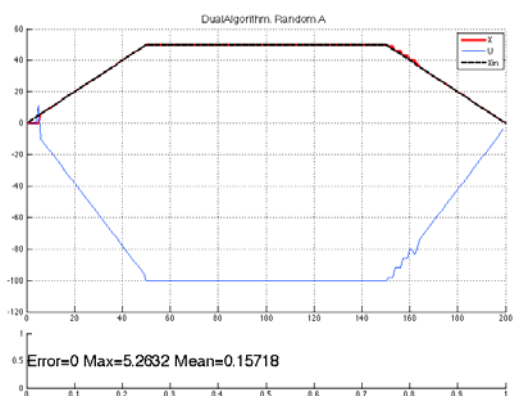


Рис. 1б. Керуючий вплив U , сигнал завдання X_p , вихідний сигнал X при поданні вхідного сигналу, що змінюється за заданим законом

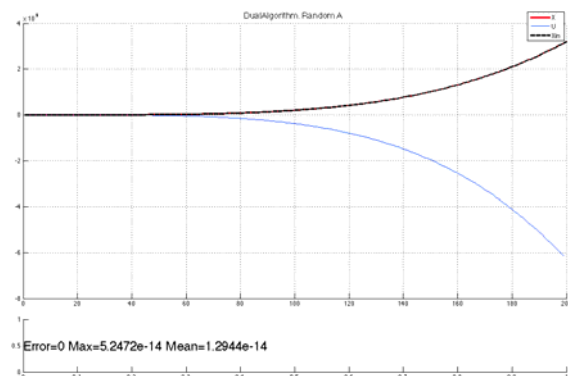


Рис. 2а. Керуючий вплив U , сигнал завдання X_p , вихідний сигнал X при поданні квадратичної параболи в якості вхідного сигналу

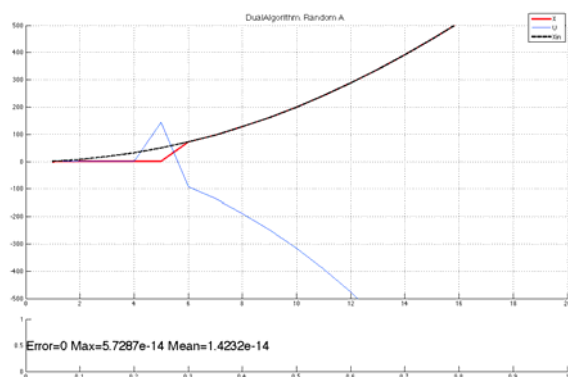


Рис. 3а. Керуючий вплив U , сигнал завдання X_p , вихідний сигнал X при поданні параболи 4-го ступеню в якості вхідного сигналу

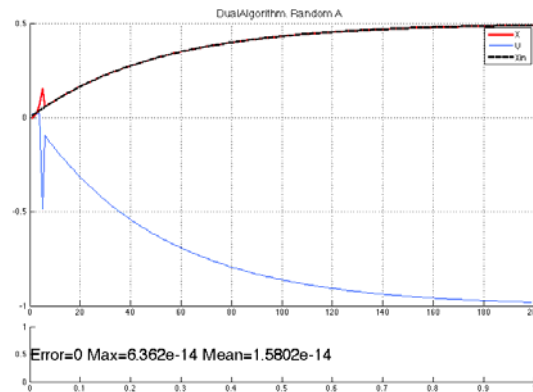


Рис. 4д. Керуючий вплив U , сигнал завдання X_{in} , вихідний сигнал X при поданні експоненціального сигналу в якості вхідного

У всіх описаних випадках коефіцієнт a був прийнятий $a=10$, тобто об'єкт керування є нестійким.

У нижній частині вікна приведено значення похибки регулювання при використанні описуваного алгоритму. Ця похибка досягає нуля при поданні на вхід постійного сигналу.

Максимального значення похибка досягає в разі подання на вхід системи вхідного сигналу, значення якого змінюється за певним (трапецієподібним) законом.

Таблиця 1

Похибки роботи запропонованої непараметричної системи при різних вхідних діях

Вхідна дія	Відносна помилка (%)		
	Мінімальна	Максимальна	Середня
Постійна (константа)	0	0	0
Закон	0	5.2632	0.15718
Квадратична парабола	0	5.7287e-14	1.4232e-14
Парабола 4-го ступеню	0	5.2472e-14	1.2944e-14
Експонента	0	6.362e-14	1.5802e-14

Слід відмітити, що на початкових кроках на приведених графіках спостерігаються певної величини сплески керуючого впливу. Це характерно для етапу навчання, що є нормальним явищем. Для кожного з продемонстрованих випадків кількість навчальних кроків дорівнювала 5 одиницям.

В подальшому планується дослідження описуваного алгоритму при обмеженні величини керуючої дії та її приросту за одиницю часу (крутизни росту).

Висновки та напрямки подальших досліджень. Запропонований алгоритм непараметричного дуального керування має суттєві переваги перед традиційними ПД-регуляторами, забезпечуючи практично нульову похибку на протязі короткого часу при різних законах зміни вихідної дії та параметрів у широкому діапазоні навіть в області нестійкості не потребуючи при цьому зміни структури регулятора та його переналаштування.

Регулятори такого типу вигідно відрізняються від нейрорегуляторів малою короткою навчаючою послідовністю.

Список літератури

1. А.В. Медведев О теории непараметрических систем управления / Медведев А.В. // Вестник Томского государственного университета: сб. науч. трудов – Томск: издательство Томского государственного университета. – Вып. 22. – С. 6-19.
2. А.А.Н. Пупков К синтезу многоканального непараметрического регулятора многомерных линейных динамических систем / Пупков А.Н. // Вестник Томского государственного университета: сб. науч. трудов – Томск: издательство Томского государственного университета. – Вып. 22. – С. 20-24.
3. А.А. Фельдбаум Теория дуального управления - I / Фельдбаум А.А. // Автоматика и телемеханика: сб. науч. трудов – М: изд. АН СССР. – Вып. 10. – С. 1240-1249.
4. А.А. Фельдбаум Теория дуального управления - II / Фельдбаум А.А. // Автоматика и телемеханика: сб. науч. трудов – М: изд. АН СССР. – Вып. 11. – С. 1453-1453.
5. Zhosan A.A. Development of dual control algorithms by centrifugal ore disintegrator. Thesis for conferring scientific degree of master of technical on speciality 05.13/07 - «Automation of technological processes» - Krivoy Rog Technical University, 1998.

6. Жосан А.А. Концепція моделі динамічного об'єкта керування як потоку вхідних і вихідних даних. Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць, випуск 22, Кривий Ріг, 2008 (жовтень), стор. 154-157.

Рукопис подано до редакції 07.03.14

УДК 681.5

А.А. ЖОСАН, канд. техн. наук, доц., Е. С. КИРСАНЬ, аспірант
Криворожский национальный университет

УПРАВЛЕНИЕ ЗОНОЙ ПЕЧИ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ, С ПОМОЩЬЮ РЕГУЛЯТОРА, ОСНОВАННОГО НА КОНЦЕПЦИИ ДУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

В статье рассматривается метод получения адекватного состояния объекта с распределенными в пространстве параметрами. Параметры объекта изменяются и не являются стационарными. Приведен пример управления объектом с распределенными параметрами при изменении параметров входа и получение управляющих данных.

Ключевые слова: модель, дуальный подход, матрица входов-выходов, расширенная матрица.

Проблема и ее связь с научными и практическими целями. Разработка методов расчета систем с распределенными параметрами является гораздо более трудной проблемой, нежели аналогичная проблема для систем с сосредоточенными параметрами, поскольку приходится иметь дело с дифференциальными уравнениями в частных производных при учете сложных реальных краевых условий, характеризующих работу аппарата или объекта в процессе эксплуатации. При этом некоторые системы могут быть описаны как линейными, так и нелинейными уравнениями в частных производных с коэффициентами, являющимися функциями пространственных координат и времени. Аналитические краевые условия могут быть определены на множествах различного вида: односвязных, многосвязных, открытых, замкнутых, ограниченных и неограниченных (линии, поверхность, объем и т. д.). Поэтому помимо трудностей получения аналитического решения возникают осложнения вследствие большого объема вычислений. Однако такой способ усложняет возможности обобщения анализа на другие системы или изменившиеся условия. Кроме того, при этом не всегда есть уверенность, что замена непрерывных уравнений конечно-разностными, приспособленными для машинного счета, приводит к результатам, приближающимся к точному решению. В соответствии с этим возникает необходимость в разработке таких методов расчета и моделирования, при которых управление системой было максимально приближенным к ее реальному состоянию и получать максимально точные результаты.

Анализ исследований и публикаций. Задачи по автоматическому управлению стационарными объектами с сосредоточенными параметрами довольно хорошо изучены, существует много статей, монографий и учебников [1-5], разработаны достаточно эффективные методы для расчета таких систем. Одним из объектов с распределенными параметрами, являются промышленные термические печи. Существует достаточно большое количество статей [6-12], в которых описываются промышленные печи, различные как по конструкции, так и по конфигурации. Разработаны их математическое описание. Однако в последнее время, особый интерес представляют разработки методов получения моделей систем с распределенными параметрами не требующие в качестве исходных данных о геометрических и физических параметрах печи и обрабатываемого материала.

Для этих [13-17] и большинства других работ, несмотря на различные методы получения моделей, характерным есть попытки создания аналитических глобальных во времени и пространстве тепловых процессов.

Постановка цели. Разработать метод, позволяющий решать задачу управления объектом с распределенными параметрами путем использования регулятора, в основе которого лежит идеология дуального управления.

Изложение материала и результаты. Рассматриваемые модели содержат в себе различ-

ные параметры, такие как давление, температура, вязкость, трение и т. д. Для получения таких математических моделей необходимо иметь достаточно полные знания физики процессов. Кроме того, в уравнения известных моделей входят значения геометрических и теплотехнических параметров, которые в ходе эксплуатации печи остаются неизменными. На практике это не соответствует реальным условиям. Практически невозможно адекватно учесть нелинейность характеристик объекта управления.

Для преодоления указанных проблем, в настоящей работе предлагается использование принципа дуального управления сформулированного А.А.Фельдбаумом [18-19].

В работе [20] приведен алгоритм работы дуального регулятора, основная идея которого заключается в формировании расширенной матрицы из дискретных значений управляющего воздействия и выходной реакции. Обработка этой матрицы по предложенному алгоритму, позволяет определить управляющее воздействие.

В настоящей работе, предпринята попытка проверить указанный алгоритм дуального управления применительно к печи с распределенными параметрами. В качестве объекта, который управлялся регулятором, выступал макет нагревательной печи, состоящей из 7 зон нагрева. На рис.1 предоставлен чертеж макета, на базе которого проводились все эксперименты.

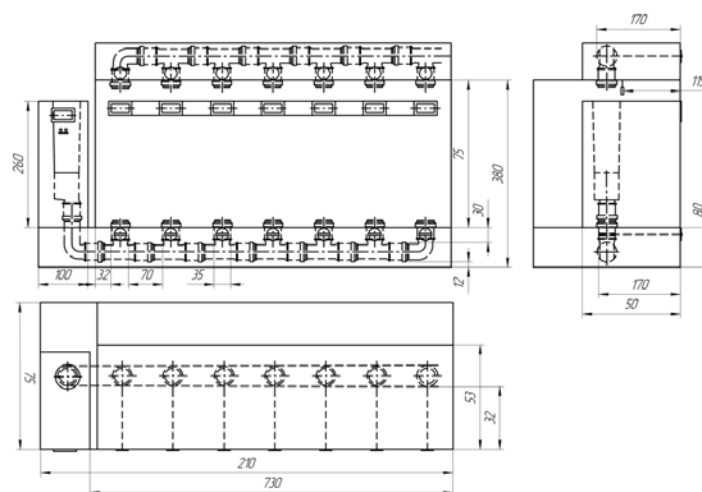


Рис. 1. Чертеж макета печи с распределенными параметрами

В каждую зону имеется подвод теплоносителя, количество которого регулируется уровнем открытия заслонки. Контроль температуры выполняется цифровыми датчиками Dallas ds18b20, которые функционируют с контроллером Arduino 2560 Mega. Измерение температуры производится в каждой зоне. Также, смоделирован неконтролируемый отток теплоносителя.

Для подтверждения того, что макет является моделью печи с распределенными параметрами, были сделаны эксперименты, которые заключались в том, чтобы показать что в каждой зоне макета, возможно установить различные значения температуры. Эти графики представлены на рис. 2.

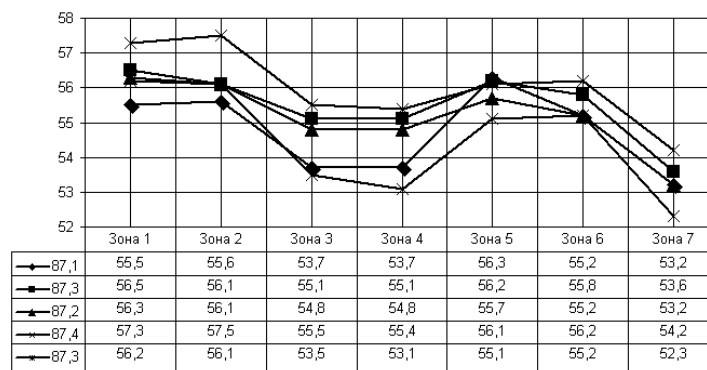


Рис. 2 Результаты исследования по всей протяженности печи

Для управления макетом, была написана программа, в основе которой лежала идеология дуального управления с регулятором полученным с расширенной матрицы, состоящей из двух строк [19] было получено выражение (1) для управляющего воздействия.

$$U[n] = U[n-1] \frac{x[n+1]}{x[n]} - \frac{(U[n-2] \cdot x[n] - U[n-1] \cdot x[n-1]) \cdot (x[n-1] \cdot x[n+1] - x^2[n])}{(x[n-2] \cdot x[n] - x^2[n-1]) \cdot x[n]} \quad (1)$$

где U – уровень открытия заслонки, для подачи теплоносителя в зону, x – значение температуры, n – номер интервала дискретности.

Из (1) видно, что закон управления не зависит от свойств объекта управления.

Использование дуального регулятора проводилось в пределах одной зоны и в регулятор вводились данные этой зоны.

Температура остальных зон непосредственно не учитывалась так как и отток тепла.

Для синтеза такого регулятора не требовались знания о свойствах материала, печи, а также возмущающего действия на объект.

Печь рассматривается как некий "черный ящик" [21], природа которого неизвестна, а известны значения вход-выход.

Эксперименты проводились в одной зоне печи.

Очевидно, что величина температуры в одной секции содержит информацию о температуре в других зонах печи и о расходах теплоносителя.

Эти рассуждения находятся в полном соответствии с теоремой Такенса [22-23] о возможности реконструкции «черного ящика» по одномерной реализации выходных данных.

С учетом всех этих условий, были сделаны эксперименты.

Эксперимент заключался в том, что на регулятор подавались начальные условия системы: значение температуры на начало эксперимента;

и уровень открытия заслонки.

Задавались условия для работы:

количество интервалов для обучения регулятора;

желаемое значение температуры в заданной зоне;

количество рабочих интервалов.

После запуска, и выполнения всех условий, имеем следующие значения, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Заданное значение t_z , °C	Начальное значение t , °C	Измеренные значения t , °C
36	18	18,06
		19,75
		21,12
		22,5
		23,81
		24,87
		25,94
		26,87
36	18	27,75
		28,56
		29,31
		30,06
		30,81
		31,56
		32
		32,69
		33,31
		33,75
		34,31
		34,81
		35,38
		35,88
		36,38
		36,25
		35,94

На рис. 3 приведен график результатов исследования.

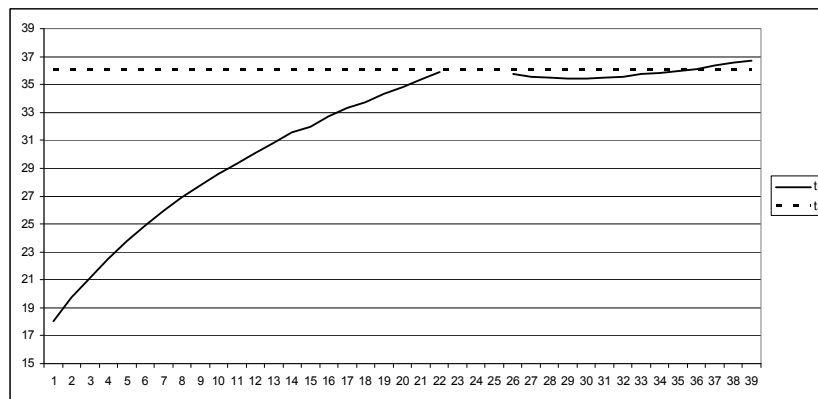


Рис. 3 Результати дослідження по одній зоні печі

Как видно из рис. 3, температура дошла до заданного значения, после, был внесен объект (стальная пластина) для нагрева, на этапах с 25 по 35 температура упала, в связи с нагревом материала. После, температура под воздействием регулятора выравнилась до заданного значения. Максимальное значение ошибки при эксперименте составило $\sim 2\%$ ($t_z=35$, $t_{\max}=36,69$). Ошибка датчика температуры составляет $\pm 0,01^\circ\text{C}$.

Вывод и направление следующих исследований. Дуальный алгоритм регулятора не содержит параметров объекта, что обеспечило высокое качество процесса управления нелинейным объектом. В дальнейшем планирует применить данную методику к управлению по всем 7 зонам объекта и контролировать график температур по всей печи.

Список литературы

1. Воронов А.А., Титов В.К., Новогранов Б.Н. Основы теории автоматического регулирования и управления. М.: Высшая школа, 1977. -519с.
2. Зайцев Г.Ф., Костюк В.И., Чинаев П.И. Основы автоматического управления и регулирования. Киев: Техніка, 1977. -472с.
3. Полоний Г.Н. Уравнения математической физики. М.: Высшая школа, 1964. -560с.
4. Тратнер К.Дж. Интегральные преобразования в математической физике, М.: Гостехиздат, 1956. -204с.
5. Арутюнов В. А. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей: учебник для вузов / В. А. Арутюнов, В. В. Бухмиров, С. А. Крупенников. – М. : Металлургия, 1990. –240 с.
6. Миткалинный В.И. Металлургические печи: Атлас / Миткалинный В.И., Кривандин В.А., Морозов В.А. и др. – М.: Металлургия, 1987. С.267, С.25-53
7. Самохвалов Г.В. Электрические печи черной металлургии / Самохвалов Г.В., Черныш Г.И. – М.: Металлургия, 1984. С.452, С.83-149.
8. Кривандин В.А., Егоров А.В. Тепловая работа и конструкции печей черной металлургии. – М.: Металлургия, 1989.
9. Глинков М.А. Основы общей теории печей. – М.: Металлургия, 1962.
10. Мастрюков Б.С. Теория, конструкции и расчеты металлургических печей. Т II. – М.: Металлургия, 1978.
11. Хоу Чэн Лян. Современное состояние и перспективы развития высокопроизводительных регенеративных печей в КНР // "Металлургическая теплотехника". Сборник научных трудов Государственной металлургической академии Украины. В 2-х томах. Т. 1 – Днепропетровск: ГМетАУ, 1999. – 214 с.
12. Губинский В.И., Лу Чжун-У. Теория пламенных печей. – М.: Машиностроение, 1995. – 256 с.
13. Гнездов Е.Н., Нагорная О.Ю., Математическая модель радиационного теплообмена в проходной печи со стержневыми нагревателями
14. Ткачев В.С., Мурза С.Я., ПГАСА Разработка математической модели печи обжига фарфора
15. Качан Ю. Г., Николенко А. В., Степкин В. В., Моделирование процесса нагрева металла в методической печи, /ХПИ, Интегрированные Технологии и энергосбережение . – 2007. - No2 – с.74-76.
16. Окуно Е., Маудзаки С., Кунимото К., Исояма М. и др, Разработка математических моделей для оценки распределения шихты в условиях безконусной загрузки в доменной печи.// Тецу – то – хагане . – 1987. – Т 73, No 1. – С . 91–98.
17. Бровкин В. Л., Вехник В. А. Математическая модель тепловой работы проходных печей // Gospodarka cieplna i eksploatacja pieców przemysłowych: VI Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna. – Poraj k. Częstochowy, Polska, 7-10.X.1998. –S.47-54.
18. Фельдбаум А.А. Теория дуального управления - I / Фельдбаум А.А. // Автоматика и телемеханика: сб. науч. трудов – М: изд. АН СССР. – Вып. 10. – С. 1240-1249.
19. Фельдбаум А.А. Теория дуального управления - II / Фельдбаум А.А. // Автоматика и телемеханика: сб. науч. трудов – М: изд. АН СССР. – Вып. 11. – С. 1453-1453.
20. Жосан А.А. Разработка алгоритмов дуального управления центробежным дезинтегратором руд / Жосан А.А. // Дис. канд. техн. наук: 05.13.07 / Криворожский технический ун-т. - Кривой Рог, 1998. - 127л. - Библиогр.: л.

104-110.

21. Безручко Б.П., Смирнов Д.А. Математическое моделирование и хаотические временные ряды. - Саратов: ГосУНЦ "Колледж", 2005. – 263-264.

22. Takens F. On the numerical determination of the dimension of an attractor. In: Dynamical systems and bifurcations (Eds. L.J. Braaksma, H.W. Broer and F. Takens). Lect. Notes in Math. 1125, Springer, Heidelberg. 1985

23. Takens F. Detecting Strange Attractors in Turbulence // Dynamical Systems and Turbulence: Lecture Notes in Mathematics. Berlin., 1981. Vol. 898. P. 366 – 381.

Рукопись поступила в редакцию 11.03.14

УДК 621.313

В.В. КАНЕВСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., О.Р. ТКАЧУК, магістрант
Криворізький національний університет

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ЗІ ЗВОРОТНІМ ЗВ'ЯЗКОМ ЗА ОЦІНКОЮ ДИНАМІЧНОГО МОМЕНТУ

Розглянуто актуальну тему синтезу і дослідження системи асинхронного ЕП зі скалярним частотним управлінням і зворотним зв'язком за оцінкою динамічного моменту, аналіз характеристик синтезованої САК методом математичного моделювання.

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями. Для різних механізмів виникає необхідність регулювання частоти і напруги по певному закону, відповідному вигляду механічної характеристики і технологічним вимогам виконавчого механізму. Розроблена система асинхронного ЕП з частотним управлінням і зворотним зв'язком за оцінкою динамічного моменту є астатичною за навантаженням і може бути рекомендована до застосування у широкому колі промислових механізмів. Переваги таких систем перед іншими відомими астатичними системами скалярного частотного управління полягають перш за все у більшій простоті реалізації: замість 1 - 3 внутрішніх контурів регулювання струму або напруги достатньо організувати регулювання величини динамічного моменту за умови оцінювання його величини за допомогою спостерігачів стану.

Аналіз досліджень та публікацій. У приводах загального призначення з асинхронними двигунами звичайного виконання, а також у високошвидкісних установках використовується перетворювач частоти з проміжною ланкою постійного струму і з автономним інвертором.

Для індивідуальних і багато рухомих нереверсивних приводів загального призначення малої і середньої потужності з діапазоном регулювання частоти до 20 і для високошвидкісних приводів з номінальною, частотою 200 - 2000 Гц і тим же діапазоном регулювання доцільний перетворювач з автономним інвертором напруги [1]. Для індивідуальних нереверсивних і реверсивних приводів і приводів, що працюють в напруженому і повторно-короткочасному режимі, при діапазоні регулювання до 20:1, незалежно від потужності раціональне вживання перетворювача з автономним інвертором струму. Для приводів, що вимагають широкого регулювання швидкості (понад 20:1), незалежно від потужності, може бути використаний перетворювач з автономним інвертором напруги з широко-імпульсною модуляцією [1].

Оптимізація статичних і динамічних режимів електроприводів змінного струму може бути досягнута в замкнутих системах управління. Найбільш універсальними системами частотного управління є такі, в яких стабілізуються або регулюються три величини: потік (струм), швидкість і абсолютне ковзання (не рахуючи внутрішніх контурів стабілізації напруги або струму). У статичному режимі така система, що працює з інвертором напруги, містить два контури стабілізації - потоку і швидкість [2]. При обмеженні моменту і в перехідних режимах діє контур стабілізації абсолютного ковзання.

При частотному управлінні високошвидкісними АД зазвичай першочерговими виявляються вимоги, що пред'являються до динамічних властивостей приво-ду, - найчастіше вимога пуску

двигуна за мінімальний час при обмеженні струму на заданому рівні.

Якнайповніше і порівняно простими засобами виконання цієї вимоги забезпечується в системі, що підтримує задані значення струму статора двигуна I_1 та абсолютного ковзання β [3].

Використовуючи системи автоматичного управління, що містять контури регулювання абсолютного ковзання і струму статора двигуна, вдається найпростіше і раціонально вирішувати завдання оптимізації не лише статичних, але і динамічних режимів асинхронного електропривода по різних критеріях оптимальності.

Дослідження в цьому напрямі розробляються на кафедрі електроприводу Уральського політехнічного інституту. Питання оптимізації динамічних режимів асинхронного електропривода розглядаються і вирішуються в наступних аспектах:

забезпечення максимальної швидкодії при управлінні швидкістю і кутом повороту двигуна з врахуванням обмежень на координати системи;

мінімізація енергії електричних втрат в асинхронному двигуні при виконанні заданої програми роботи [4].

Постановка завдання. Метою даної роботи є синтез і дослідження системи асинхронного ЕП зі скалярним частотним управлінням і зворотним зв'язком за оцінкою динамічного моменту, аналіз характеристик синтезованої САК методом математичного моделювання.

Викладення матеріалу та результати. Однією з важливих характеристик якісної системи автоматичного керування (САК) є її точність в ustalених режимах. Забезпечення астатизму системи за навантаженням сприяє підвищенню продуктивності роботи механізму і підвищує ефективність застосування САК.

В той же час організація регулювання будь-якої координати за принципом негативного зворотного зв'язку вважає за необхідне вимірювання або оцінку відповідної величини з достатньою точністю.

В теперішній час теорія синтезу спостерігачів стану (СС) стаціонарних систем розроблена достатньо широко, проте невирішеними залишаються окремі питання застосування принципів теорії СС до електроприводу (ЕП) змінного струму.

Метою даної роботи є синтез і дослідження системи асинхронного ЕП зі скалярним частотним управлінням і зворотним зв'язком за оцінкою динамічного моменту, аналіз характеристик синтезованої САК методом математичного моделювання.

Відомі рівняння рівноваги напруг статора та ротора короткозамкненого АД в ортогональній системі координат x, y , що обертається відносно нерухомої із кутовою частотою напруги статора $\omega_s = 2 \cdot \pi \cdot f_s$, і орієнтована за вектором напруги статора [4] за умови прийняття додаткових припущень про малий вплив активного опору статора та про малу величину абсолютного ковзання АД можуть бути представлені у вигляді

$$\sigma \cdot L_s \cdot p \cdot i_{sx} = (\omega_s - \omega_R) \cdot \gamma - L_s \cdot \alpha_R \cdot i_{sx}, \quad M = \frac{3}{2} \cdot z_p \cdot \gamma \cdot i_{sx},$$

де співвідношення $\gamma = U_s / \omega_s$ визначається обраним законом частотного керування. Якщо перетворювач частоти (ПЧ) в колі статора спрощено представити аперіодичною ланкою з коефіцієнтом передачі і сталою часу, то на основі отриманої лінійної структурної схеми можуть бути синтезовані СС повного порядку (рис.1), які відрізняються один від одного перш за все порядком обраного об'єкту спостереження.

Оцінка точності встановлення величини динамічного моменту за допомогою синтезованих СС показала, що в режимі прямого пуску АД середнє значення динамічного моменту оцінюється з достатньою точністю.

При цьому найбільшу точність забезпечує СС першого порядку (похибка оцінювання середнього значення динамічного моменту не перевищує 5%).

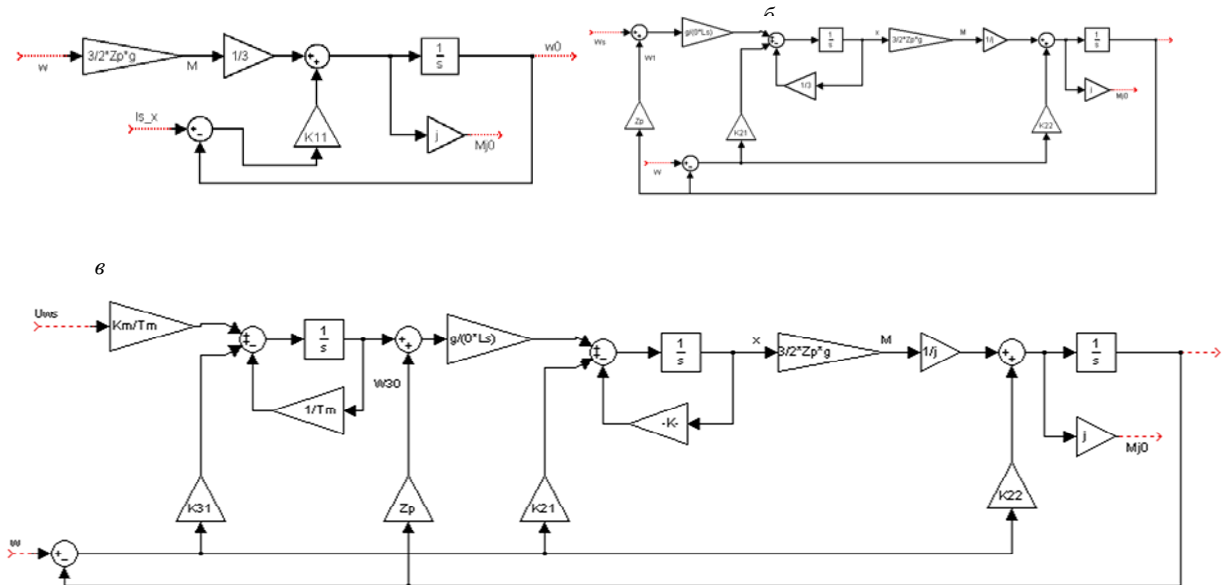


Рис.1. Структурні схеми спостерігачів стану повного порядку

Запропонована узагальнена функціональна схема САК зі зворотним зв'язком за оцінкою динамічного моменту наведена на рис. 2.

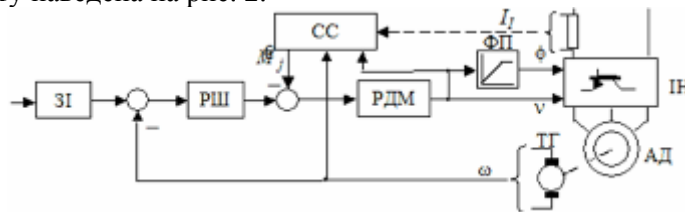


Рис. 2. Функціональна схема системи асинхронного ЕП із зворотнім зв'язком за оцінкою динамічного моменту

Дослідження, що були проведені методом математичного моделювання, показали, що системи асинхронного ЕП зі зворотним зв'язком за оцінкою динамічного моменту практично забезпечують абсолютно жорсткі статичні механічні характеристики. Відносно динамічних характеристик розробленої системи встановлено, що найбільш несприятливим режимом є режим першого пуску при незбудженому двигуні. Робота в цьому режимі без вживання спеціальних заходів характеризується відносно нетривалими амплітудними коливаннями потокозчеплення, і внаслідок цього, - струму і моменту АД. В загальному випадку поліпшенню динаміки перехідного процесу під час першого розгону сприяють такі фактори:

- зменшення статичного навантаження під час пуску;
підвищення інерційності внутрішнього контуру динамічного моменту;
застосування спеціального закону зміни вихідного сигналу за датчика інтенсивності (3І), який відрізняється від лінійного.

Система перетворювач частоти - асинхронний двигун (ПЧ-АД) знаходить все більше використання завдяки високим техніко-економічним показникам. При цьому для різних механізмів виникає необхідність регулювання частоти і напруги по певному закону, відповідному вигляду механічної характеристики і технологічним вимогам виконавчого механізму. Все це викликає потребу в створенні математичної моделі названої системи електропривода, в якій амплітуда і частота напруги ПЧ є незалежними координатами, що дозволяють виробляти над ними різні перетворення. У представленій нижче математичній моделі (рис. 3.) можна варіювати:

- час наростання величин, що управляють, тобто виконується функція задатчика інтенсивності;
 час переходу з одного сталого стану в інший, що дозволяє обмежувати кутове прискорення робочого органу;
 закон зміни співвідношення напруга / частота, що дає можливість застосовувати модель при аналізі різних механізмів

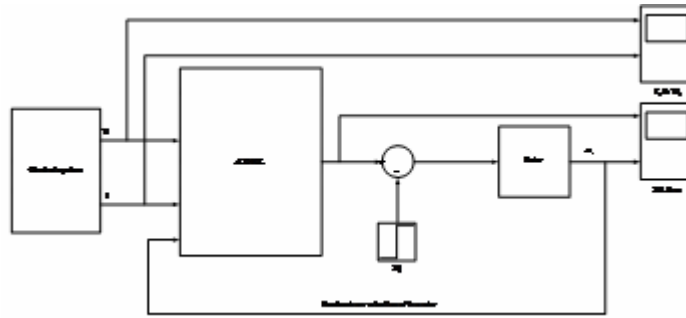


Рис. 3. Структурна схема моделі

Моменти часу t_1, t_2, t_3 , величини U_1, f_1, U_2 і f_2 відповідають величинам, приведеним на (рис. 4.), згідно технологічному режиму механізму.

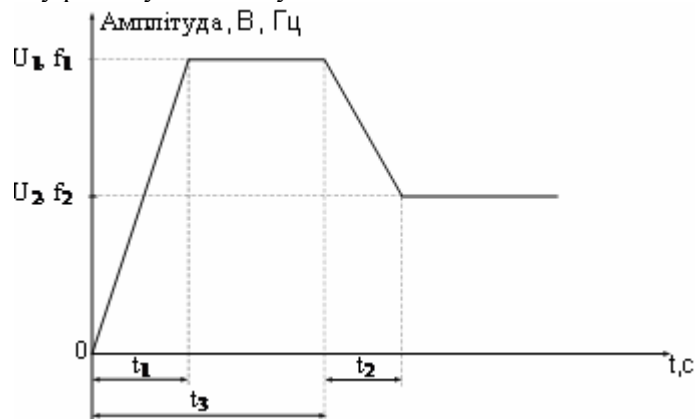


Рис. 4. Тимчасова діаграма зміни параметрів

На рис. 4. введено наступні позначення: t_1 - час наростання амплітуди (час пуску), с; t_2 - час переходу амплітуди з одного значення на інше, с; t_3 - момент часу, в який відбувається перехід на знижену швидкість, с.

U_1, f_1 - первинні значення напруги і частоти відповідно, В, Гц; U_2, f_2 - штучні значення напруги і частоти відповідно, В, Гц.

Необхідні умови $t_1 > 0, t_2 > 0, t_3 > 0, t_3 > t_1$.

Параметри $t_1, t_2, t_3, U_1, f_1, f_2$ задаються безпосередньо, а параметр U_2 обчислюється залежно від вибраного закону управління відношення частота/напруга.

$$1 \rightarrow \frac{U_1}{f_1} = \text{const}; 2 \rightarrow \frac{U_1}{f_1^2} = \text{const}; 3 \rightarrow \frac{U_1}{\sqrt{f_1}} = \text{const}.$$

На рис. 5 наведено графіки перехідних процесів при роботі ЕП за тахограмою для компромісного варіанту налагодження САК, робота якої відбувається при постійно діючому реактивному навантаженні, яке спадає.

Під час першого розгону застосований параболічний закон зміни вихідного сигналу ЗІ, а до контуру моменту внесено додаткову інерційність.

Аналіз графіків (див. рис. 5) показує, що значення всіх сигналів не перевищують припустимих значень.

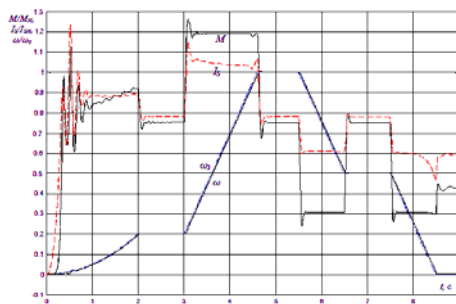


Рис. 5. Графіки перехідних процесів в системі при роботі за тахограмою

Таким чином, в даній роботі показано, що лінійні СС, які синтезуються на основі лінеаризованої моделі об'єкту "ПЧ - АД", можуть бути застосовані для достатньо точного встановлення параметрів реально нелінійного об'єкту. Синтезовані СС першого, другого та третього порядків, які достатньо точно встановлюють значення динамічного моменту як в ustalених, так і в перехідних режи-

мах, і можуть бути рекомендовані до застосування у замкнених системах, які забезпечують до-
сить плавну зміну керуючого впливу.

Висновок та напрямок подальших досліджень. Розроблена система асинхронного ЕП з частотним управлінням і зворотним зв'язком за оцінкою динамічного моменту є астатичною за навантаженням і може бути рекомендована до застосування у широкому колі промислових механізмів. Переваги таких систем перед іншими відомими астатичними системами скалярного частотного управління [4] полягають перш за все у більшій простоті реалізації: замість 1 - 3 внутрішніх контурів регулювання струму або напруги достатньо організувати регулювання величини динамічного моменту за умови оцінювання його величини за допомогою спостерегачів стану. Результати теоретичного і експериментального дослідження дають підстави для вибору структур технічно оптимальних САУ, що забезпечують комплексне рішення задачі статичної і динаміки. При цьому, відкриваються можливості ефективного використання принципів підлеглого регулювання і елементів УБСК і, отже, єдиного підходу до проектування і уніфікації засобів управління електроприводами змінного і постійного струму.

Список літератури

1. Сандлер А. С., Аввакумова Г. К., Кудрявцев А. В., Никольский А. А. Преобразователи частоты на тиристорах для управления высокоскоростными двигателями. М., «Энергия», 1970.
2. Сандлер А. С., Сарбатов Р. С. Частотное управление асинхронными двигателями. М., «Энергия», 1986.
3. Сандлер А. С., Кудрявцев А. В., Никольский А. А. Системы частотного управления высокоскоростным электродвигателем средней мощности. – «Труды МЭИ. Электрооборудование промышленных предприятий», 1972, вып. 149.
4. Бродовский В. Н., Иванов Е. С. Бесконтактный электропривод с частотно – токовым управлением для замкнутых систем регулирования. – «Электричество», 1967, № 10.

Рукопис подано до редакції 19.03.14

УДК 621.331 (477)

О.В. ХРОМЕЙ, аспірант, Криворізький національний університет

ДО ПРОБЛЕМИ НЕОБХІДНОСТІ ТА НАПРЯМКІВ РОЗВИТКУ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

Розглянуто найгостріші проблеми тягового електроприводу. Проаналізовано існуючі підходи до вирішення цих проблем на прикладі декількох типів локомотивів. Окреслено шляхи виходу з кризового становища електрорушійного складу з урахуванням державних програм та концепцій.

Проблема і її зв'язок з науковими та практичними завданнями. До проблем, які слід розв'язати для забезпечення подальшого розвитку тягового електроприводу, зокрема залізничного транспорту, належить низький рівень конкуренції на споживчому ринку [2]. Потребує вирішення питання щодо подолання відставання у розвитку мережі українських залізниць від залізниць країн ЄС та Росії, які також перебувають на різних стадіях реформування, але при цьому істотно випереджують залізниці України. Загальний ступінь зносу рухомого складу становить 68 відсотків, 30 відсотків загальної протяжності колій потребують ремонту [2]. 75 відсотків локомотивів випрацювали нормативний строк служби. Темпи старіння локомотивного парку значно перевищують темпи придбання нових сучасних зразків тягового рухомого складу. Станом на 2014 р. увесь парк електровозів ВЛ 8 потребує списання за строком служби, технічним станом і критерієм безпеки [4]. У зв'язку із цим обмежується швидкість руху поїздів, створюється реальна загроза безпеки руху на залізничному транспорті [2]. Отже, технічний стан рухомого складу не відповідає сучасним вимогам для транспортної системи ХХІ століття. Одна з найгостріших проблем - фізичне і моральне старіння локомотивного парку. Так, майже увесь тяговий рухомий склад українських залізниць побудовано згідно з вимогами шістдесятих років минулого століття, експлуатаційні витрати, якого постійно зростають, а економічність постійно знижується в порівнянні з новим поколінням локомотивів [4.] За обсягами вантажообігу «Укзалізіція» займає перше місце у Європі та друге в СНД. Є основним вузлом, що з'єднує Європу з Росією та Центральною Азією. На другій позиції у СНД та на четвертій у Європі за обсягами

пасажирообігу. Друга у СНД та шоста у Європі транспортна мережа за сукупною довжиною колійних шляхів. Парк рухомого складу налічує більше 4200 одиниць локомотивів та 132000 одиниць рухомого складу [3]. Тому «Укрзалізниця» повинна приводити парк рухомого складу, що виходить на іноземну мережу залізниць у відповідність з міжнародними стандартами і вимогами [1].

Аналіз досліджень та публікацій. Проблеми, що склалися довкола тягового рухомого складу, розглянуті у розпорядженні №651 Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2006 року «Про схвалення Концепції Державної програми реформування залізничного транспорту», Постанові №840 КМУ від 01 серпня 2011 року «Про затвердження Програми оновлення локомотивного парку залізниць України на 2012 – 2016 роки», Законі України «Про залізничний транспорт» від 04 липня 1996 року №273/96-15Р. Розв'язанням задач тягового електроприводу займаються такі підприємства як ДП «Електротяжмаш» (м. Харків), НВК «Электровозостроение» (м. Дніпропетровськ), ПАТ «Лугансктепловоз» та ін.

Постановка завдання. Оцінка стану та вибір напрямку розвитку сучасного тягового електроприводу.

Виклад матеріалу та результати. Основним елементом тягового електроприводу, що безпосередньо перетворює електричну енергію у механічну, є тяговий електричний двигун (ТЕД). ТЕД застосовуються у міському електротранспорті (трамваї, тролейбуси, метро), залізничному (електровози, електропотяги, тепловози, дизель-потяги, шахтні та кар'єрні електровози), електромобілях, електролітаках, мотор-колесах великих вантажних автомобілів, підводних човнах і т.п.[7]. На залізничному транспорті найбільше застосування в електрорушійному складі має індивідуальний привод, коли кожний двигун обертає одну колісну пару. Потужність тягового двигуна тепловоза у такому приводі знаходиться у межах 300÷350 кВт. Іноді застосовують груповий електричний привод, коли кожний двигун обертає дві-три колісних пари. У цьому випадку маса двигуна, що приходить на одну колісну пару зменшується, але ускладнюється конструкція тягової передачі, збільшується об'єм ремонту [7]. Завдяки тяговим двигунам використовується електричне гальмування: рекуперативне і реостатне (динамічне). Переважна більшість тягових двигунів – це машини колекторного типу постійного та пульсуючого струму. Однак, у зв'язку з важкими експлуатаційними умовами та жорсткими габаритними обмеженнями їх вважають машинами граничного використання [7]. З 60-х років ХХ століття застосовуються безколекторні ТЕД асинхронні і вентильні(синхронні з напівпровідниковим керуванням).

На роботу ТЕД як постійного, так і змінного струму впливають зовнішні і внутрішні фактори. Особливо гостро стоїть проблема зовнішнього забруднення. Тягові двигуни розміщуються у безпосередній близькості від колії, тому необхідно передбачувати заходи, які б перешкоджали проникненню забруднень, що захоплюються повітряним потоком під час руху потяга. Зовнішнє забруднення найбільш впливає на тягові двигуни колекторного типу. Сторонні частинки, потрапляючи до колекторно-щіткового механізму, викликають збільшений знос щіток і колектора, оскільки в тягових двигунах треба підвищувати натиск щіток [7]. Запиленість внутрішніх вентиляційних каналів значно знижує розсіяння теплоти з поверхні двигуна – майже у 3 рази. Внаслідок такого впливу, змінюються режими роботи тягового двигуна, що спричиняє зміну струму якоря в межах від $0,25I_n$ до $2I_n$ [7]. Коливання струмів викликає ще більші зміни електричних втрат потужності. Це, в свою чергу, впливає на коливання температури нагріву ізоляції і знижує її довговічність [7].

Електричні машини постійного струму виконуються зі змішаним, послідовним, паралельним чи незалежним збудженням. Конструктивно двигун зі змішаним збудженням має послідовну та незалежну обмотки збудження. Вони створюють сумарний магнітний потік. Номінальний режим роботи електричної машини такої конструкції характеризується використанням лише механічних та зовнішніх характеристик, створених фіксованим для даної машини відношенням складових магнітного потоку, створених паралельною та послідовною обмотками збудження. Але в режимах тяги, електричного гальмування це відношення не завжди є оптимальним. Аналіз [7] показав, що більш досконалою є електрична машина з покращеними експлуатаційними характеристиками. Вона дозволяє отримати поле плавних змінних зовнішніх характеристик, що встановлені відповідно до вимог технологічного процесу, який обслуговує ця електрична машина. Досягти таких результатів вдалося, удосконаливши конструкцію обмоток електромагнітного збудження з плавним регулюванням струмів у цих обмотках, де номінальний

режим роботи машини задає параметри кожній окремій послідовній та незалежній обмоткам. Струми збудження в обмотках регулюються окремими імпульсними перетворювачами, що регулюють складові магнітних потоків таким чином, щоб сумарний магнітний потік був завжди номінальним при номінальному режимі роботи [7].

Такий спосіб регулювання магнітного потоку, використовуючи послідовну та незалежну обмотки збудження та окремих імпульсних перетворювачів дозволяє плавно змінювати струми збудження в обмотках, отримувати зовнішні (у генераторному режимі) та механічні (у режимі роботи двигуна) характеристики електричної машини з незалежним, послідовним і змішаним збудженням. Тобто, такий двигун має властивість універсального електромагнітного збудження із реалізацією (при необхідності) протизбудження за рахунок плавного переходу від характеристик з незалежним збудженням до характеристик з послідовним збудженням, і навпаки [7]. Але, враховуючи усі переваги електричної машини з універсальним збудженням, наявність колектора зменшує її надійність, ускладнює ремонт тягових двигунів та характеризується збільшенням затрат на технічне обслуговування електрорушійного складу.

Силовa схема з таким способом регулювання магнітного потоку була використана на українських електровозах типу ДЭ1, випущених у 1997 -2008 рр. науково-виробничим комплексом «Електровозостроение» (колишній Дніпропетровський електровозобудівний завод). Усього випущено було 40 одиниць ДЭ1. Вони експлуатувались на Придніпровській залізниці та Червоному Лимані Донецької залізниці, що пов'язано з рівнинним характером цих доріг. В процесі експлуатації були виявлені два головних недоліки машини - боксування та ненадійна робота електронної частини, перший пояснюється великою потужністю і необладнаністю електровоза протирозвантажувальними пристроями, а другий - некваліфікованим обслуговуванням, багато датчиків після виходу із заводського ремонту працюють до першого масштабного ремонту в депо [8]. В результаті помилково ідентифікується боксування чи перегрів ТЕД, і навпаки - відсутність ідентифікації при боксуванні, що іноді призводить до руйнування ТЕД у розносному боксуванні [8]. Як наслідок, 21 січня 2009 р. по станції Червоний Лиман Донецької залізниці сталося сходження з колії електровоза ДЭ1.

ПАТ «Лугансктепловоз» в 2005 -2011 рр. випущено 18 вантажно-пасажирських електровозів 2ЭЛ5 з передачею змінно-постійного струму. Вони мають краще оснащення ніж електровози типу ДЭ1. На 2ЭЛ5 тягові електродвигуни виконані з опорно-рамним підвішуванням та моторно-осьовими підшипниками ковзання. На електровозі використані удосконалені ТЕД колекторного типу серії НБ-514Б, електричне рекуперативне гальмування, а також мікропроцесорна система керування, що забезпечує ручне і автоматичне керування рухом, діагностику параметрів і роботи усього обладнання електровоза [9].

За умови значного збільшення потужності електрорушійного складу та одночасному підвищенні його надійності доцільним є перехід на безколекторні тягові двигуни. Аналіз [7] показав, що існувало багато протиріч щодо розподілу навантажень між паралельно працюючими асинхронними тяговими двигунами (АТД) при розбіжності діаметрів колісних пар. Але експериментальні дані [7] вказують, що при допустимих в експлуатації розбіжностях у діаметрі коліс 10 мм різниця навантажень не перевищує $8\div 10$ відсотків, а при розбіжності $5\div 6$ мм в області номінальних навантажень ця різниця не перевищує $4\div 6$ відсотків.

У 2002 р. НВК «Електровозостроение» спільно з компанією Siemens випустив перший електровоз змінного струму з асинхронним приводом серії ДСЗ. Тягові двигуни електровоза - трифазні асинхронні з короткозамкненим ротором СТА-1200 виробництва ПАТ «НПП«СЭМЗ» м. Сміла. Живлення ТЕД здійснюється від двох розташованих у середині кузова перетворювачів лінійною напругою до 2200 В [10]. Векторне управління перетворювачами, як і керування іншим обладнанням електровоза, здійснює мікропроцесорна система. Реверсивним перемикачем і двома рукоятками задається режим роботи ТЕД.

Одним із передових підприємств в Україні, що випускає тягове обладнання для електрорушійного складу є ДП «Електротяжмаш». Воно є комплексним постачальником і розробником електричного обладнання для різноманітних марок тепловозів, трамваїв, тролейбусів, вагонів метро, великовантажних автосамоскидів та екскаваторів [6]. Це підприємство постійно оновлює виробничі потужності, забезпечуючи цим конкурентоспроможність заводу у довгостроковій перспективі [6]. Завдяки впровадженню нового обладнання підприємство зводить «на ні»

ризик непередбачених збоїв із-за неполадок у роботі обладнання, підвищується якість продукції, знижується її собівартість [6].

Як і більшості підприємств «Електротяжмаш» теж має ряд проблем, особливо з фінансуванням. Але, не зважаючи на економічну кризу останніх років на заводі розпочато програму модернізації. Так, по підсумкам 2013 року підприємство отримало суттєвий ріст виробництва [6]. Об'єм капітальних вкладень у 2013 р. склав 100 млн грн., що більше ніж вдвічі перевищило показник 2013-2012 рр.

За даними 2013 р. у загальному обсязі продаж більше 63 відсотків займає електротягове обладнання [6]. Серед них тягові генератори і агрегати потужністю від 550 Вт до 2950 кВт, тягові двигуни як колекторного типу (ЭД-118, ЭД-133, ЭД-138, ЭД-139 та ін.) так і безколекторні (АД 902, АД 917). У січні 2014 р. на заводі було модернізовано дві печі у цеху тепловозних генераторів [6].

Ці печі входять у комплекс для пропитки і запікання якорів, які згодом використовуються у генераторному виробництві. Суть модернізації полягає в установці на кожній з печей додаткових термопар, щоб запікання кожного виробу відбувалося по чітко установленому технологічному процесу із дотриманням необхідного температурного режиму [6].

Водночас увесь процес автоматизований, протоколюється і контролюється. Як результат - суттєве підвищення якості продукції.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Технічний стан рухомого складу не відповідає сучасним вимогам транспортної системи ХХІ століття. Найгострішою проблемою локомотивного парку є його моральне та фізичне старіння. Обставини, що склалися, ніяк не можуть сприяти підвищенню конкурентоспроможності української залізниці як на внутрішньому так і на зовнішньому ринках.

Гостро стоїть питання про необхідність приведення локомотивного парку у відповідність з міжнародними стандартами і вимогами.

Концепцією Державної програми реформування залізничного транспорту передбачені такі необхідні умови реформування як підвищення ефективності діяльності та інвестиційної привабливості галузі [2].

Очікуваний результат цієї програми: забезпечення подальшого розвитку залізничного транспорту, підвищення ефективності його функціонування [2]. Відповідно до Програми оновлення локомотивного парку залізниць України на 2012 -2016 роки заплановано придбання нових локомотивів за рахунок щорічного фінансування. Передбачені такі шляхи розв'язання проблеми:

технічне переоснащення і розвиток локомотивного господарства залізниць України шляхом розробки, створення і впровадження нових типів локомотивів, а також придбання існуючих зразків електровозів, що відповідають сучасним вимогам надійності і безпеки;

оптимізації витрат енергоносіїв, а також витрат на ремонт і поточне утримання нових локомотивів;

розвитку вітчизняної науково-технічної бази в результаті залучення українських науковців до спільних проектів з провідними виробниками залізничної техніки [4]. Програмою передбачено оновлення локомотивного парку залізниць України. Планується придбання 504 одиниць нових сучасних пасажирських і вантажних локомотивів як односистемних, так і подвійного живлення [4].

Список літератури

1. Про залізничний транспорт: закон України від 04 липня 1996 року №273/96-15Р // Відом. Верховної Ради України. – 1996. - №40 – ст.183.
2. Про схвалення Концепції Державної програми реформування залізничного транспорту: розпорядження Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2006 року №651 [Електронний ресурс] // Відділ баз даних нормативно-правової інформації: [веб-сайт]. – 27.12.2006. - Режим доступу: .<http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/651-2006-p>. – Назва з екрану (11.03.2014).
3. Для інвесторів [Електронний ресурс] // Офіційний сайт «Укрзалізниці» [веб-сайт]. - Режим доступу - <http://www.uz.gov.ua/about/investors/>. – Назва з екрану (05.03.2014).
3. Про затвердження Програми оновлення локомотивного парку залізниць України на 2012 – 2016 роки: постанов Кабінету міністрів України від 01 серпня 2011 року №840 [Електронний ресурс] // Відділ баз даних нормативно-правової інформації: [веб-сайт]. – 01.08.2011. Режим доступу: . <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/840-2011-p>. –

Назва з екрану (11.03.2014).

4. Новини «Укрзалізниці» [Електронний ресурс] // Прес-центр офіційного сайту «Укрзалізниці» [веб-сайт]. - Режим доступу - http://www.uz.gov.ua/press_center/latest_news/. - Назва з екрану (09.03.2014).

5. «Електротяжмаш» сьогодні [Електронний ресурс] // Офіційний сайт ДП «Електротяжмаш» [веб-сайт]. - Режим доступу - <http://www.spetm.com.ua/index.php/about>. - Назва з екрану (06.03.2014).

6. **Флора В.Д.** Тяговые электрические машины / **В.Д. Флора**. – Запорожье – Информационная система iElectro, 2011. – 318 с.

7. ДЭ1 [Електронний ресурс] // Вікіпедія [веб-сайт]. – Режим доступу - <http://ru.wikipedia.org/wiki/%C4%DD1> – 03.03.2014. – Назва з екрану (12.03.2014).

8. 2ЭЛ5 [Електронний ресурс] // Вікіпедія [веб-сайт]. – Режим доступу - <http://ru.wikipedia.org/wiki/2ЭЛ5>. - Назва з екрану (13.03.2014).

9. ДСЗ [Електронний ресурс] // Вікіпедія [веб-сайт]. – Режим доступу - <http://ru.wikipedia.org/wiki/%C4%D13>. – 18.09.2013.- Назва з екрану (12.03.2014).

Рукопис подано до редакції 19.03.14

УДК 621.315.052.7 – 621.395.14

А.П. СІНОЛИЦИЙ, д-р техн. наук, проф.,
В.А. КОЛЬСУН, О.О. УДОВЕНКО, кандидати техн. наук, доц., В.С. КОЗЛОВ, аспірант,
Д.В. РИЖЕНКОВ, магістрант, В.М. МАКОДЗЬОБ, студент
Криворізький національний університет

ЛАБОРАТОРНИЙ КОМПЛЕКС ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОПОТОКІВ МЕРЕЖІ ЖИВЛЕННЯ З РІЗНОМАНІТНИМИ РЕЖИМАМИ НАВАНТАЖЕННЯ

Створено лабораторний комплекс фізичного моделювання енергетичних потоків мережі живлення, основною складовою якого є пристрої активної корекції коефіцієнту потужності. Комплекс фізичного моделювання дозволяє створити широкий спектр різноманітних енергетичних станів мережі живлення, впливаючи як на струм, так і на напругу. До тестової мережі живлення лабораторного комплексу може бути підключено будь-яке навантаження, що є складовою стенду: лінійне, нелінійне, незбалансоване тощо. Також може бути створено режим викривлення ЕРС мережі, який майже не зустрічається на практиці, але може бути необхідним при тестуванні активних фільтрів із новими універсальними алгоритмами керування.

Для перевірки працездатності лабораторного комплексу проведено дослід із компенсації активним фільтром вищих гармонік струму. Умови дослід: до мережі живлення підключено нелінійне та активне трифазне навантаження. Задача активного фільтру струму полягає в усуненні вищих гармонік струму. В результаті дослідів встановлено, що трифазний активний фільтр вдало виконав задачу, однак коефіцієнт спотворення напруги мережі після включення фільтру перевищує норми за ДСТУ 13109. Цей факт можна частково пояснити відсутністю пасивного фільтру на вході активного коректору енергопотуку.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Основною складовою лабораторного комплексу є активні фільтрокомпенсуючі пристрої (ФКП), які являють собою низку пристроїв, що розрізняють за топологією та величинами [4,11], на які пристрій може впливати (напруга або струм). Інші назви активних ФКП: активний фільтр, активний коректор коефіцієнту потужності, кондиціонер гармонік, статичний компенсатор тощо [4]. Сучасні пристрої активної корекції електричного енергопотуку є більш універсальними, надійними та ефективними, ніж такі розповсюджені технічні рішення, як косинусні конденсатори, пасивні фільтри, синхронні компенсатори.

Експериментальні дослідження, пов'язані з роботою вищезазначених та інших силових електротехнічних комплексів, є істотною проблемою, оскільки такі дослідження в промислових умовах вимагають великих матеріальних витрат і втрат часу або ж є зовсім неможливі.

Шляхом вирішення вищезазначеної проблеми експерименту є математичне [11] та фізичне моделювання. Останній спосіб дослідження є більш бажаним, оскільки фізична модель є більш близькою до реального об'єкту. Інші переваги стендових випробувань: прискорення процесу дослідження у порівнянні із втручанням до реального об'єкту, можливість дослідження різного режимів, у тому числі й аварійних тощо.

Аналіз досліджень та публікацій. Найбільш розповсюдженим типом активних фільтрів є трифазний активний фільтр струму на базі інвертора напруги з ємнісним накопичувачем в ланці постійного струму [2,4,8,11,12]. Отже, головними об'єктами дослідження пропонується обрати трифазний та однофазний фільтри струму [2,4,8]. Стосовно інтелектуальної частини, обрана топологія пристроїв активної корекції електричного енергопотoku [4,12] дозволяє реалізувати більшість сучасних «теорій потужності» та інших способів керування активними ФКП [1,3,5,6,7,9,10].

Викладення матеріалу та результати. Основні енергетичні процеси в мережі живлення, фізичне моделювання яких є найбільш цікавим:

компенсація вищих гармонік струму активним фільтром струму;

компенсація реактивної потужності за допомогою трифазного, однофазних фільтрів, або конденсаторних батарей;

балансування навантаження по кожній із фаз мережі живлення;

генерування в мережу визначеної форми струму (прямокутної, пилкоподібної, синусоїдальної);

компенсація мережі з несиметричними несинусоїдними ЕРС;

компенсація неактивного струму (включає в себе перші три пункти).

Для моделювання вищезазначених процесів до складу установки фізичного моделювання були включені такі компоненти:

трифазна трипровідна (чотирипровідна) мережа живлення;

тиристорний регулятор напруги;

активні фільтрокомпенсуючі пристрої (два однофазних ФКП та трифазний ФКП);

лінійне навантаження (активне, активно-індуктивне);

блок конденсаторних батарей;

керовані випрямлячі (шестипульсний, трипульсний).

Структурна схема лабораторного комплексу, до якого входять вищезазначені компоненти показана на рис. 1.

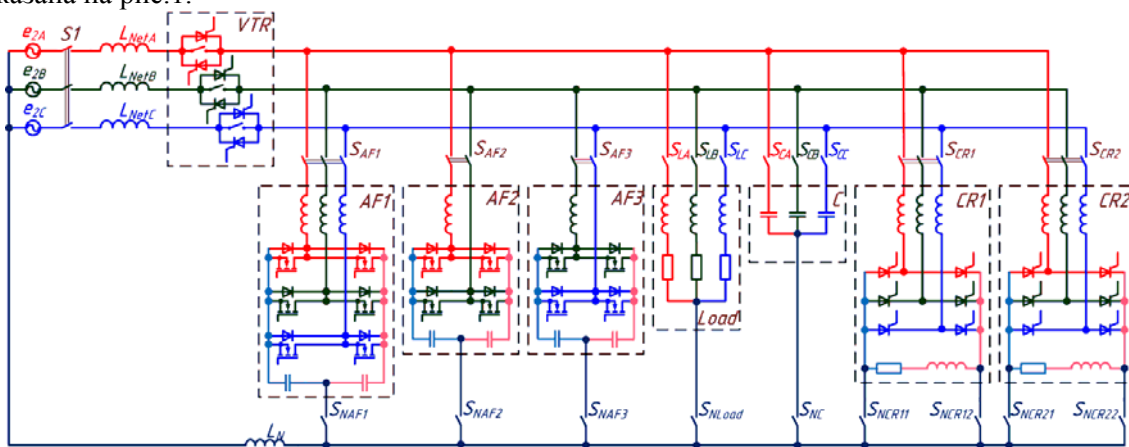


Рис. 1. Загальна структурна схема установки

Більш детально структурні компоненти лабораторного комплексу описано в табл. 1.

Таблиця 1

Умовне позначення	Назва	Фази	Максимальний струм, А (напруга, В)	Особливості
e_{2A} , e_{2B} , e_{2C}	мережа живлення	3(4)	3	Можливість зміни індуктивності мережі (5 мГн, 10 мГн, 15 мГн)
VTR	voltage thyristor regulator, тиристорний регулятор напруги	3	220	Можливість пофазного регулювання кута керування
AF1	active filter, активний фільтр струму	3(4)	75	Можливість роботи у двох базових режимах: 1) активний фільтр (з реалізацією декількох алгоритмів керування, а саме: компенсація вищих гармонік струму, компенсація неактивного струму, симет-

				рування струмів мережі. Кожен із алгоритмів наділений можливістю роботи: з фіксованою частотою переключення ключів, зі змінною частотою переключення ключів, зі стабілізованою напруги на ємності ФКП, зі зміною рівня напруги на ємності ФКП); 2) генератор реактивного струму (з можливістю генерування у мережу чотирьох базових сигналів: синусоїдального з частотою 100 Гц, пилоподібного; прямокутного).
AF2, AF3	active filter, активний фільтр струму	1	75	Пристрої підключені до лінії АВ та ВС відповідно. Можливості роботи кожного із пристроїв повністю повторюють AF1.
Load	навантаження	3(4)	-	Можливість зміни характеру навантаження: активне (рівень навантаження змінний – 5 Ом, 10 Ом, 15 Ом), індуктивне (рівень навантаження змінний – 5 мГн, 10 мГн, 15 мГн), змішаний.
C	сacapitor, батарея конденсаторів	3(4)	110	Можливість пофазного підключення ємностей
CR1, CR2	rectifier, керований випрямляч	3	5-7,5	Можливість вибору роботи мостової схеми та нульової (анодної або катодної). Система керування забезпечує вибір режиму керування: симетричне (анодна та катодна група окремо), несиметричне, вибір кута керування окремо для кожного тиристора. Можлива зміна: рівня навантаження випрямляча (активне, активно-індуктивне); введення мережевої індуктивності перетворювача.

Інтелектуальна частина лабораторного комплексу для дослідження енергопотоків мережі живлення з різноманітними режимами навантаження була реалізована на базі мікроконтролерів цифрової обробки сигналів компаній Microchip сімейства dsPic33f та Atmel сімейства mega, що набули широкого розповсюдження в найрізноманітніших областях науки та техніки для прийняття простих схемо-технічних рішень. Для керування лабораторним комплексом було розроблено програмне забезпечення, що дозволяє керувати усіма вузлами установки та осцилографувати перетікання електромагнітних процесів у всіх вузлах. Детальні параметри структурних блоків наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Параметри інтелектуальної частини фільтрів	
Параметр	Значення
Тип датчиків напруги	Однофазні трансформатори E2006012
Тип датчиків струму	Датчик на основі ефекту Холла ACS712
Смуга пропускання датчиків струму, кГц	80
Мікропроцесор	dsPic33fj64gp706
Розрядність, біт	16
Частота тактового генератора, МГц	40
Частота дискретизації сигналу для обчислення, кГц	12,8
Частота дискретизації сигналу для керування силовою частиною, кГц	~80
Параметри інтелектуальної частини тиристорного регулятора напруги	
Параметр	Значення
Тип датчиків напруги	Однофазні трансформатори E2006012
Мікропроцесор	dsPic33fj12gp201
Розрядність, біт	16
Частота тактового генератора, МГц	40
Частота дискретизації сигналу для обчислення, кГц	12,8
Параметри інтелектуальної частини керованих випрямлячів	
Параметр	Значення
Тип датчиків напруги	Схема датчику нуля на базі цифрової електроніки
Мікропроцесор	ATmega32-16PU

Розрядність, біт	8
Частота тактового генератора, МГц	8

Програма керування лабораторним комплексом забезпечує обчислення більшості фізичних показників та стандартних показників якості електричної енергії за ДСТУ 13109.

Нижче представлено експериментальні дані для перевірки працездатності лабораторного комплексу. Топологія мережі живлення показана на рис. 2.

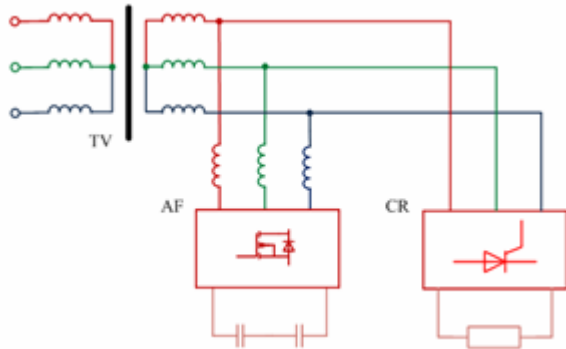


Рис. 2. Функціональна схема топології мережі живлення під час проведення експерименту

До трифазної трипровідної мережі підключено трифазний активний фільтр та нелінійне трифазне навантаження. Якщо навантаження є збалансованим, задача активного ФКУ зводиться до інжекції в мережу вищих гармонік струмів у протифазі струмам вищих гармонік навантаження

$$i_{ABC} = i_{ABC}^{(1)} = i_{L(ABC)}^{(1)} + \sum_{n=2}^{40} i_{L(ABC)}^{(n)} - \sum_{n=2}^{40} i_{F(ABC)}^{(n)}$$

при

$$i_{L(ABC)}^{(n)} = i_{F(ABC)}^{(n)},$$

де i_{ABC} , $i_{ABC}^{(1)}$ - миттєві значення струмів фаз A , B , C , та миттєві значення перших гармонік фаз A , B , C ; $i_{L(ABC)}^{(n)}$, $i_{F(ABC)}^{(n)}$ - миттєві значення струмів мережі та фільтру вищих гармонік фаз A , B , C відповідно.

Нижче наведені осцилограми, що ілюструють роботу фільтру в режимі компенсації вищих гармонік струму.

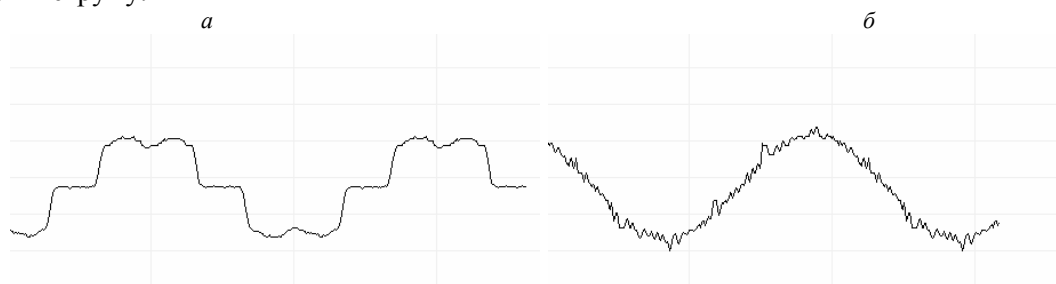


Рис. 3. осцилограми роботи фільтру в режимі компенсації вищих гармонік мережі

Осцилограми є оцифрованими з частотою 12,8 кГц сигналами струму до включення фільтру та після включення. З рис. 3 видно, що форма струму після включення фільтру наближається до синусоїди. В моменти стрімкої зміни струму навантаження (комутаційні процеси випрямляча) на формі компенсованого струму спостерігаються в характері викривлення. Цей факт свідчить про складність миттєвої компенсації різкої зміни струму.

Висновки: створено лабораторний комплекс для фізичного моделювання електричних енергопроцесів, що дозволяє моделювати такі стани мережі, як несиметрія та несинусоїдність ЕРС та напруги мережі живлення, несиметрія струмів навантаження, насичення струмів вищими гармоніками, генерація та споживання реактивної потужності навантаженням. Основними об'єктами дослідження обрано трифазний та однофазний активні фільтри струму на базі інвертора напруги з ємнісним накопичувачем енергії в ланці постійного струму. Працездатність лабораторного комплексу підтверджено експериментально: створено режим компенсації трифазним активним фільтром вищих гармонік, утворених нелінійним навантаженням.

Список літератури

1. L. Asiminoaei, F. Blaabjerg, and S. Hansen, Evaluation of harmonic detection methods for active power filters application, *APEC*, Vol. 1, pp. 635-41, 2005.
2. Akagi H. Instantaneous Power Theory and Applications to Power Conditioning / H. Akagi, E.H. Watanabe, M. Aredes. – New York: Wiley, 2007. – 379 p.

3. **Czarnecki L.S.** Currents' Physical Components (CPC) concept: a fundamental of Power Theory / L.S. Czarnecki // *Przegląd elektrotechniczny*, R84. – 2008. – No. 6. – P. 28-37.
4. **Akagi H.** Modern Active Filters and Traditional Passive Filters / H. Akagi // *Bulletin of the Polish Academy of science, Technical sciences*. – 2006. – vol. 54. – P. 255-269.
5. **Depenbrock M.** The FBD-method, a generally applicable tool for analyzing power relations / M. Depenbrock // *IEEE Transactions on Power Systems* – 1993. – Volume: 8, Issue: 2. – P. 381-387.
6. Баланс энергий в электрических цепях / **И.Е. Тонкаль**, А.В. Новосельцев, С.П. Денисюк [и др.]; – К.: Наукова Думка, 1992. – 312 с.
7. **Fryze S.** Wink-, Blind-, and Scheinleistung in Elektrischen Stromkreisen mit Nichtsinusoidalem Verlauf von Strom und Spannung / S. Fryze // *Elekt. Zeitschrift* – 1932. – Vol. 53. – № 25. – P. 596-599.
8. Tolbert, L.M. Comparison of Time Based Nonactive Power Definitions for Active Filtering / L.M. Tolbert, T.G. Halbetler // *Power Electronics Congress CIEP 2000.* – 2000. – October 2000. – P. 73-79.
8. **M. Kale** Harmonics and reactive power compensation with shunt active power filter under non-ideal mains voltage / M. Kale, E. Ozdemir // *Electric Power Syst.* – 2005. – Res 77. – pp. 363-370.
10. **Бурлака В.В.** Огляд методів управління активними фільтрами / В.В. Бурлака, С.К. Поднебенна, М.Д. Дяченко // *Електромеханічні і енергозберігаючі системи*. – Кременчук: КрНУ, 2012. – Вип. 1/2011 (13). – С. 51-54.
11. **K Syed Moinuddin**, Dr. BV Sanker Ram Instantaneous power theory based active power filter: a matlab/ simulink approach / Moinuddin K Syed, Dr. BV Sanker Ram // *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. – 2008. – Vol. 4 No. 6. – pp. 536-541.
12. **Пронин М.В.**, Воронцов А.Г. Активная фильтрация напряжений и токов сети в установках с высоковольтными тиристорными преобразователями // *Сб. «Горное оборудование и электромеханика»*. – 2005. – № 5. – С. 41–45.

Рукопис подано до редакції 18.03.14

УДК 378.147

Н.О. ГЕРАСИМЕНКО, канд. пед. наук, КПП, Криворізький національний університет

КОНСУЛЬТУВАННЯ ЯК ВАЖЛИВИЙ ЕЛЕМЕНТ СИСТЕМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

У статті окреслено основні підходи до трактування терміну «консультування». Розглянуто основні види консультування й відповідні їм консультації.

Постановка проблеми. Для збільшення конкурентоспроможності нашої країни у світі потрібні висококваліфіковані фахівці з вищою освітою, які прагнуть до професійного розвитку протягом усього свого життя, здатні вирішувати проблемні ситуації та приймати самостійні відповідальні рішення в умовах невизначеності й швидкоплинності світу, що пояснює особливі вимоги до системи вищої професійної освіти.

Необхідність змін у вищій освіті диктується об'єктивною ситуацією формування єдиного європейського освітнього простору і накладає певні зобов'язання на нашу країну в плані підготовки випускників університету, які повинні бути реалізовані в логіці єдиних вимог, та сприяння професійному розвитку майбутніх фахівців протягом усього життя. Для досягнення поставлених цілей в університетах створені умови вибору варіантів досягнення освітніх результатів і побудови на їх основі життєвих і професійних перспектив.

Наявність нагальної потреби у пошуках механізмів організації самостійної роботи такого рівня, який слугує цілям професійної підготовки студента вищого навчального закладу визначає актуальність статті.

Пошуки раціональної організації навчального процесу взагалі й самостійної роботи зокрема, були довготривалими й суперечливими. Однак, у цілому призвели до серйозних видозмін у класно-урочній системі, сприяли урізноманітненню форм організації навчання, збагаченню їх екскурсіями, клубними заняттями, продовженими лекціями, лабораторними та практичними заняттями трудового характеру, конференціями, диспутами тощо, а також бригадними, ланковими та проектними формами навчання. Своє чинне місце отримала самостійна робота учнів за різноманітними за характером і змістом завданнями, розрахованими на різні терміни й різні групи учнів, у фронтальній та індивідуальній роботі, у колективній за ланковим принципом.

Аналіз останніх досліджень та публікацій Значного розвитку теорія і практика самостійної роботи одержала завдяки Болонській декларації, що проголосила розвиток і стимуляцію

активності й автономності студентів [1]. Так, у запропонованому університетами Гронінгена (Нідерланди) і Деусто (Іспанія) проєкті TUNING Education Structures in Europe (Настроювання освітніх структур у Європі) самостійна робота студентів розглядається на рівні академічних і загальних компетенцій. Необхідно відзначити, що проблемі консультування студентів вищих навчальних закладів приділяється особлива увага в документах реформ освіти різних країн, що підписали Болонську декларацію. Варто відзначити Всесвітню конференцію з вищої освіти «Вища освіта у 21 столітті» (Париж, 1998), доповідь Організації економічного співробітництва та розвитку «Майстерність, підготовка та кваліфікація працівників служб супроводу» (2001), звіт Ради Європи у справах студентів «Порівняння організації служб для студентів у Європі» (2005).

Постановка завдання Не викликає суперечок факт виняткової значущості самостійної роботи студентів ВНЗ.

Будь-яка пізнавальна діяльність є у більшому ступені самостійною, оскільки засвоєння навчального матеріалу відбувається переважно самотужки. Викладач лише організовує пізнавальну діяльність студентів, а студент сам здійснює пізнання.

Самостійна робота із зрозумілих причин передбачає найбільшу різноманітність форм діяльності студентів, отже, забезпечує найвищий рівень засвоєння знань, завершує завдання всіх видів навчальної роботи. Лише самостійна робота формує знання й переконання, хоча початок тут може бути покладений іншими заняттями.

Самостійна робота є основою майбутньої самоосвіти спеціаліста, у більшості випадків саме вона створює необхідну мотивацію та формує вміння та навички самоосвіти.

Дана ситуація надає студентам університету можливість побудови маршруту особистісного та професійного розвитку і вироблення активної позиції щодо свого майбутнього, що надалі буде сприятиме їх розвитку протягом усього життя. Разом з цим встановлено, що в цій ситуації студенти часто не готові визначитися зі своїми освітніми потребами, можливостями, спланувати маршрут досягнення поставлених цілей, і в процесі проєктування і реалізації маршруту свого професійного розвитку вони стикаються з навчальними проблемами. Нездатність студентів самостійно їх вирішити, а також відсутність достатньої допомоги з боку викладачів ускладнює професійний розвиток студентів.

Отже, в умовах сучасного освітнього процесу традиційна форма надання допомоги студентам стає малоефективною, тому необхідна інша продумана організація цілеспрямованої допомоги.

Викладення основного матеріалу. В умовах розвитку ідей Болонського процесу, у зв'язку з нагальною необхідністю формування в студентів здатності до навчання упродовж життя консультування виступає основним компонентом системи самостійної роботи студентів вищого навчального закладу задля успішного й ефективного її функціонування.

Професор О. В. Малихін у своїй монографії вказує на консультування як одну з провідних форм організації самостійної навчальної діяльності студентів вищих педагогічних навчальних закладів. Різні види консультування розглядаються дослідником як форми організації самостійної навчальної діяльності. Консультація проводиться у формі співбесіди індивідуально чи з групами, у поза навчальний час за певним графіком чи за потребою – після завершення вивчення розділу програми, у процесі його вивчення й особливо в період підготовки до екзаменів. Консультація сприяє кращому усвідомленню складних для учнів чи студентів питань, а також поглибленню їхніх знань і розвитку наукових інтересів.

Одним із засобів такої гуманістичної взаємодії в рамках консультації може бути діалог у формі особистісно-центрованого консультування як різновиду відносин допомоги.

У сучасній зарубіжній психолого-педагогічній літературі (Дж. Ф. Бугенталь, К. Бакналл, М. Хеммі Д. Адамс) термін «консультування» співвідносять з терміном «керівництво», вони традиційно вживаються разом, в одному контексті, який трактується як «м'яке» або «легке» керівництво, що відштовхується від запитів дитини. Завдання консультанта - надати допомогу суб'єкту навчання в розв'язанні проблемної ситуації за його ініціативою. Така точка зору на сутність консультування підсилює значення даної форми інтерактивної взаємодії в процесі організації й здійснення самостійної навчальної діяльності.

У міжнародній концепції продуктивного навчання консультуванню відводиться провідна роль, і воно визначається як необхідний в освіті спосіб взаємодії, спрямований на підтримку й

надання допомоги учасникам навчання в розв'язанні як освітніх, так й особистих проблем. На думку розробників цієї концепції (І. Бьом, Й. Шнайдер, С. Бентцке) педагог - це, перш за все, консультант і йому необхідно засвоїти цю нову роль і не відходити від неї під час організації самостійної роботи.

Стосовно проблем педагогічного супроводу й особистісної педагогічної підтримки учнів, студентів консультування розглядається як форма надання допомоги людині в ситуації виникнення утруднення задля розв'язання своїх власних проблем, труднощів і передбачає активну роботу, спрямовану на самопізнання, самоусвідомлення. [2].

Особлива роль у процесі консультування відводиться викладачеві - консультанту. На підставі аналізу тенденцій розвитку вищої освіти, змін вимог сучасного освітнього стандарту, особливостей сучасного студента О. Попова виокремлює функції діяльності консультанта й представляє їх наступним чином: функція сприяння професійному розвитку студентів, яка характеризується допомогою студентам при вирішенні навчальних проблем; функція проектування, яка пов'язана та проявляється у проектуванні спільно зі студентом та згідно його індивідуального освітнього маршруту; функція управління, яка передбачає встановлення відносин співробітництва і партнерства з колегами у межах вищого навчального закладу, розширення ділових контактів з представниками інших вищих навчальних закладів; функції рефлексії та самоосвіти, які відображають аналіз своєї діяльності, готовність консультанта до змін у професійній діяльності на основі цілеспрямованого добровільного і самостійного придбання нових професійних знань і умінь [3].

Реалізація особистісно-центрованого консультування відбувається за супроводом певного ряду умов. К. Роджерс [4] зокрема, пропонує такі.

Максимальна повага й інтерес до проблеми, яку прагне розв'язати той, хто потребує консультації.

«Реальність особистості педагога», який поводить адекватно до тих почуттів і станів, що він переживає в процесі взаємодії зі студентом - ініціатором консультації.

Абсолютне прийняття того, хто консультується, безумовне позитивне ставлення до нього в процесі консультації.

Можливість вибору тим, хто консультується, стратегії розв'язання проблеми в процесі взаємодії, відкритість досвіду педагога досвіду студента.

Опора на самоактуалізаційну тенденцію студента в розв'язанні проблемної ситуації під час взаємодії.

У процесі групового консультування необхідно визначити проблему, яку намагаються розв'язати студенти, з'ясувати їх очікування від сумісної взаємодії, визначити розмаїття підходів до її розв'язання, надаючи тим самим можливість обирати стратегії розв'язання кожному з тих, хто прагне отримати консультацію.

Виходячи з цього, О. В. Малихін розуміє консультацію й процес консультування в цілому як одну з форм організації самостійної навчальної діяльності студентів вищих педагогічних навчальних закладів. Важливість консультації й консультування автор доводить також тим, що відповідно до нормативних документів обов'язкові консультації на денному відділенні становлять 6 % від загального обсягу годин, відведених на вивчення конкретного навчального предмету, а на заочному - 12 %. Зрозуміло, що це замало й тому необхідно наполягати на обов'язковому включенні консультацій в організаційно-методичну роботу, що передбачена індивідуальними планами роботи професорсько-викладацького складу у вищих педагогічних навчальних закладах.

На основі всього сказаного щодо консультування й консультацій О. В. Малихін пропонує запроваджувати в процесі організації самостійної навчальної діяльності студентів вищих педагогічних навчальних закладів наступні види консультування й відповідні їм консультації, які можна представити в такій класифікації.

Консультування за спрямованістю на суб'єкт чи суб'єкти самостійної навчальної діяльності.

Консультування за призначенням.

Консультування за рівнем інтерактивної взаємодії.

Консультування на основі диференційованого підходу.

Консультування за часом проведення[2].

Висновки. Отже, основні форми організації самостійної роботи студентів у вітчизняних і закордонних університетах по суті не мають відмінностей і визначаються наступними параметрами: зміст навчальної дисципліни; рівень освіченості й ступінь підготовленості студентів; необхідність упорядкування навантаження студентів при самостійній роботі.

Практично всі розробки вказують, що самостійна робота буде результативною, якщо в її організацію ввести елементи творчої активності студентів. Найбільш повно таку вимогу в процесі навчання іноземних мов реалізують форми самостійної роботи, а отже, й консультування.

Список літератури

1. **Кремень В. Г.** Освіта і наука в Україні – інноваційні аспекти. Стратегія. Реалізація. Результати / **Василь Григорович Кремень**. – К. : Грамота, 2005. – 447 с.
 2. **Малихін О. В.** Організація самостійної навчальної діяльності студентів вищих педагогічних навчальних закладів : теоретико-методологічний аспект : [монографія] / **Олександр Володимирович Малихін**. – Кривий Ріг : Видавничий дім, 2009. – 307 с.
 3. **Попова, Е. В.** К вопросу об академическом консультировании студентов университета / **Е. В. Попова** // Инновационное образование и экономика. – 2009. – № 4 (15). – С. 58–59.
 4. **Роджерс К.** Человекоцентрированный подход в образовании, психотерапии, психологии : [пер. с англ.] / **Карл Роджерс**. – Ростов-н/Д., 1996. – 244 с.
- Рукопис подано до редакції 14.03.14

УДК 37.02

Т.В. КВІТКА, Криворізький національний університет

САМООСВІТНЯ ДІЯЛЬНІСТЬ ЯК ЗАСІБ ОСОБИСТІСНОГО РОЗВИТКУ СТУДЕНТІВ ВИЩИХ ТЕХНІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Висвітлені дидактичні особливості самоосвітньої діяльності, як засобу розвитку особистості студентів вищих технічних навчальних закладів. Виявлені компоненти готовності студентів для здійснення самоосвітньої діяльності.

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями. Соціально-економічні перетворення, процеси світової інтеграції, глобалізації та інформатизації потребують суттєвих змін у всіх сферах життя суспільства.

Відповідно змінились і вимоги, які висуваються до випускників вищих навчальних закладів.

Створення і розвиток цілісної системи неперервної професійної освіти, створення єдиного освітнього простору, входження України в Болонський процес – все це впливає на формування нових цілей, задач і вимог, які постають перед українською освітою при підготовці спеціалістів нової формації.

На Форумі міністрів освіти європейських країн «Школа XXI століття: Київські ініціативи» визначено і окреслено шляхи реалізації концепції навчання протягом усього життя, визначено умови для самореалізації кожної людини та її самоосвіти.

Одним з основних акцентів у змісті вищої освіти стає її орієнтація на «вільний розвиток людини», на самостійність того, хто навчається, конкурентоспроможність та мобільність майбутніх спеціалістів, здатних до засвоєння новітніх технологій та адаптації в нових соціально-економічних умовах.

В сучасному суспільстві роль самоосвіти зростає все більше, оскільки стає однією з найважливіших умов розвитку особистості, її професійного зростання та життєвого успіху, а також провідною задачею підготовки сучасного спеціаліста.

У зв'язку з цим студентів технічних вишів необхідно навчити самостійно орієнтуватись в потоках наукової, технічної та будь-якої іншої інформації, навчити їх мислити, сформулювати установку на самоосвітню діяльність.

Вище викладене визначає **актуальність** проблеми самоосвіти: недостатня розробленість, відсутність вичерпного розв'язання питання управління самоосвітньою діяльністю студентів, умов ефективного виконання і контролю, способів навчання студентів раціональним прийомом самоосвіти та самостійної роботи, умовам її організації, формування нових умінь у процесі са-

мостійної пізнавальної діяльності студентів; та окреслює **мету** статті: висвітлення дидактичних особливостей самоосвітньої діяльності як засобу розвитку особистості студентів вищих технічних навчальних закладів.

Самоосвітня діяльність - це вид діяльності, соціальною функцією якої є самореалізація особистості.

Це вільний і в той самий час найбільш складний вид навчальної діяльності, оскільки пов'язаний з саморефлексією та самооцінкою, самоідентифікацією та виробленням умінь та навичок самостійно отримувати актуальні знання і трансформувати їх в практичну діяльність.

З вище наведеного стає очевидним, що навчальний процес у вищому технічному навчальному закладі (внз) потрібно орієнтувати не на передачу якнайбільшої кількості знань студентам, а на формування у них самостійності, мобільності, вміння пристосовуватись до нових інформаційних та освітніх технологій.

Відповідно, як нагальну задачу внз слід розглядати підготовку студентів до неперервної професійної самоосвітньої діяльності і самовдосконалення.

Аналіз досліджень та публікацій. Окреслена проблема не є новою, її роль у навчальному процесі усвідомили давно, але вона не втратила, як уже зазначалося, актуальності і у нашому сьогоденні.

Давньогрецькі мислителі зазначали, що процес виховання й освіти відбувається більш плідно тоді, що коли молодь, яка навчається, виявляє власні розумові зусилля.

Сократ надавав великого значення відкриттю істини через зусилля того, хто хоче її пізнати. Він не викладав перед своїми учнями яких-небудь готових теорій і поглядів, а лише збуджував у своїх усних бесідах дрімаючий розум слухачів і змушував їх за допомогою самостійного мислення знаходити істину.

Педагоги епохи Відродження також підкреслювали, що важливо навчити шукати і знаходити самому відповіді на запитання, поставлені життям, усіляко сприяти розвитку пізнавальної самостійності в процесі навчання.

Ф.А. Дістерверг відзначав, що розвиток і освіта жодній людині не можуть бути наданими чи повідомленими. Усякий повинен досягти цього власною діяльністю.

Те, чого людина не надбала шляхом своєї самостійності – не її [1].

М.Г.Чернишевський і М.О.Добролюбов бачили в розвитку самостійності, ініціативності, критичного мислення тих, хто навчається потужний чинник процесу пізнання[2].

Проблема організації самостійної роботи з середини минулого століття розроблялася в дидактиці В.К. Буряком, Н.К. Дайрі, М.Г. Гаруновим, М.О. Даніловим, С.І. Зінов'євим, Б.П.Єсиповим, Л.В. Жаровою, В.І. Загвязинським, С.І.Зінов'євим, І.Я.Лернером, А.С.Линдою, І.І.Малкіним, М.І.Моро, О.А.Нікельсоном, П.І.Підкасистим, Н.О.Половніковою, М.М.Скаткіним, А.В.Усовою та інш.

Н.Г.Дайрі вважає, що самостійною є робота, виконувана без сторонньої допомоги, на основі власних знань, умінь, життєвого досвіду, рівня сформованості мислення. Розглядаючи самостійну роботу саме з цих позицій, виокремлюються наступні її ознаки: відсутність сторонньої прямої допомоги; опора на власні знання, уміння, переконання, життєвий досвід, світогляд, використання їх під час розгляду питання й розв'язання його по-своєму, вираз особистого ставлення, висловлення власної аргументації, вияв ініціативи, творчого початку; зміст роботи – освітнє, виховне, логічне – є важливим, повноцінним і тому збагачує того, хто навчається, викликає напругу мислення та його розвиток[3].

В дослідженнях сучасних науковців-філософів самоосвітня діяльність розглядається досить широко.

В.М.Жарінов визначає самоосвіту як здатність соціально сформованої особистості до самоосвітньої діяльності, аналогічно самонавчанню, саморозвитку, самовихованню і самовдосконаленню як їх цілісному процесу[4].

При цьому філософ зазначає, що здатність до самоосвітньої діяльності є ознакою зрілості особистості.

Розуміння того, що самостійна робота є тим педагогічним явищем, яке постійно розвивається, стимулює сучасних дослідників до пошуку нових засобів і прийомів удосконалення змісту і форм самостійної роботи з огляду на напрям професійної діяльності майбутньої фахівця і мінливі чинники організації навчального процесу у внз.

Проблема становлення самостійної активної особистості в процесі підготовки студента до майбутньої професійної діяльності є однією з найголовніших у психолого-педагогічних дослідженнях.

Такий підхід до самоосвіти зумовлений близькістю цього феномена до ключових проблем соціальної філософії.

В соціології самоосвіта, насамперед, аналізується як соціальне явище і процес, що безпосередньо впливає на працю, побут, структуру вільного часу, умови життя всіх соціальних груп. Це відповідає розгляду постіндустріального суспільства, як суспільства, що самостворюється і самоорганізовується. За твердженнями М.А. Вейта і Б.В. Оганянца, самоосвіта виступає джерелом не тільки технологічних, а і соціологічних інновацій, а в більш широкому контексті самоосвіта стає одним з засобів лібералізації системи управління освітою.[5]

Соціальна природа самоосвіти обумовлена наступними характеристиками, за твердженнями І.Н.Шахової:

Процес самоосвіти – є своєрідним пізнавальним актом, що супроводжується різного роду комунікаціями (залежно від мотивів і цілей пізнання) і психологічними реакціями.

Потребу в самоосвіті і її результати можна віднести до ціннісної свідомості, критерії якої індивідуальні, але визначаються іншими людьми в процесі комунікації.

Напрямок самоосвітньої стратегії особистості залежить від того соціуму, до якого вона належить, в якому взаємодіє в даний момент.

Самоосвіта є невід'ємною складовою «закону соціального порядку», оскільки походження знання і сприйняття знань індивідом є невід'ємними характеристиками будь-якої людини.

З точки зору психології, що б не робила людина зумовлено бажанням задовольнити свої потреби, а саме: духовні, суспільні, матеріальні і т.інш.

Самоосвітня діяльність особистості теж зумовлена відповідною потребою - це потреба в знаннях, яка є однією з провідних духовних потреб. Самоосвіта виступає одним із шляхів задоволення цієї потреби - це шлях самостійного отримання знань.

У працях вчених Б.П. Єсипова, П.І. Підкасистого, С.В. Недбаєвої, В.І. Спіріна, А.В. Усової однією з основних є проблема становлення самостійної активності особистості під час її підготовки до майбутньої професійної діяльності.

Причому, самостійність у навчанні і неперервність самоосвіти стають необхідними як для студентів, так і для викладачів.

«Глумачний словник російської мови» самостійність трактує як здатність до незалежних дій, суджень, володіння ініціативою, рішучість.

У психолого-педагогічній літературі самостійність розглядається як необхідна умова продуктивних розумових процесів, пов'язаних з постановкою нових проблем і пошуком шляхів їх розв'язання, як здатність студентів розв'язувати пізнавальні завдання, як умова активізації навчальної діяльності.

Постановка завдання, викладення матеріалу та результати. Основою або початковим етапом самоосвітньої діяльності є самостійна робота студента.

Самостійну роботу студентів розглядаємо як пізнавальну діяльність, виконувану студентом самостійно або під керівництвом (спрямуванням) викладача, із використанням заданої програми або інструкції, і спрямовану на виконання або розв'язання завдань, з урахуванням особистих потреб і інтересів, психологічних особливостей індивіда.

Самостійна робота є одним із видів навчальної діяльності студентів, саме вона формує готовність до самоосвітньої діяльності, створює базу для неперервної освіти, можливості постійно підвищувати кваліфікацію.

На сучасному етапі питання організації самостійної роботи студентів набуває особливого значення, оскільки час відведений для аудиторних занять є обмеженим і значна частина програмного матеріалу виноситься на самостійне опрацювання.

Самостійна робота студентів розглядається як засіб активізації їхньої інтелектуальної, творчої діяльності (В.А.Козаков), у плані її оптимізації (В.І.Осмоловський, Г.Г.Серкова), інтенсифікації (В.Н. Боканча), подальшого вдосконалення (О.В. Малихін, М.М. Солдатенко), підвищення ефективності (І.А. Аллаєров).

Дидактичними цілями самостійної роботи студентів втнз є:

Навчання їх самостійно здобувати знання з різних джерел, формувати вміння і навички, необхідні майбутнім фахівцям;

Підвищення відповідальності за свою професійну підготовку, формування особистісних і професійно-значущих якостей;

Розвиток самостійності у плануванні, організації та виконанні діяльності, спрямованої на отримання нових знань;

Формування у студентів технічного мислення на основі виконання індивідуалізованих творчих завдань.

Досягнення цих цілей забезпечується: збільшенням у навчальних планах на самостійне опрацювання до 60% від загальної кількості навчального часу; організацією у кожному втнз індивідуалізованих видів самостійної роботи, яка передбачає вибіркове використання студентами різноманітних методів, прийомів і засобів для більш якісного оволодіння програмним матеріалом.

Самоосвіта як вид діяльності, відмінний від самостійної роботи на думку Г.А. Ключарева, Е.А. Захомова, має наступні ознаки:

Систематична навчальна діяльність при мінімальній організації навчального процесу або при повній відсутності керівництва ним з боку педагогів, що можливо відбувається за стінами втнз. При цьому роль педагога поступово зводиться до функцій «прискорювача» навчального процесу.

Діяльність пов'язана з комунікацією в самому широкому сенсі, що спрямована на отримання будь-яких нових знань, навичок і будь-якої систематизованої інформації.

У процесі самоосвіти особистість самостійно вирішує, якою мірою комбінувати власні переваги з потребами і особливостями навколишнього середовища і оточення, довгострокових інтересів з ситуативними, внутрішніми і зовнішніми факторів.

Нарешті, самоосвіта постає як вибір на індивідуальному рівні основних протиріч в освіті.

В психолого-педагогічній літературі проблема самоосвіти вивчається в наступних напрямках: як самовиховання (Б.Ф.Райський), як цілеспрямована пізнавальна діяльність (А.К.Єромцева, Ю.Н.Кулюткін, П.І.Підкасистий), як засіб засвоєння соціального досвіду (Ю.А.Подповетная, Г.Н.Серіков).

Самоосвітня діяльність є складовою неперервної освіти, пов'язує базову освіту (загальну, професійну) і періодичне підвищення кваліфікації та перепідготовку.

С.І. Гессен вважає, що останнім акордом в освіті людини є щабель самоосвіти, який починається після закінчення школи, проходить поза школою і продовжується фактично все життя. Він вважає самоосвіту творчістю, щаблем автономії: «Перехід від уроку до творчості, від підпорядкування авторитету до підпорядкування розуму, взагалі від обмеженої організації школи до безмежного плину життя, якщо урок по сутності обмежується тією метою, якою він обумовлений і, отже, припускає свою завершеність, то творча робота - в цьому її суттєва відмінність – не має обмежень мету роботи у творчості визначає сам працюючий».

Згідно думок цього автора самоосвіта є засобом професійного зростання: «В цьому постійному заглибленні в професію людини, що виростає до визнання і пов'язаного з ним розширення навколишнього середовища, як місця прикладання праці, і полягає задача освіти по ступеню автономності»[6].

В.І. Добренєков вважає, що самоосвіта - є специфічним видом діяльності людини поза стаціонарними формами навчання, без постійного, систематичного керівництва викладача, за власним чи кимось розробленим планом навчання[7]. Структура самоосвітньої діяльності включає наступні компоненти:



Рис.1

Формуючи у студентів вміння самостійної пізнавальної діяльності, тим самим формуємо і уміння самоосвіти.

Але для просування у напрямку самоосвітньої діяльності необхідна готовність до її здійснення.

Готовність до самоосвітньої діяльності – це сукупність психологічних і розумових особливостей людини, обумовлена ступенем

сформованості особистості, рівнем освіти, професійними або навчальними інтересами, усвідомлення потреби в знаннях і в постійному їх оновленні.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Особистість повинна бути готовою до здійснення самоосвітньої діяльності: мати цікавість до професії, бажання самостійно освоювати нові знання, вміння складати план дій, усвідомлювати шляхи набуття нових знань, раціонально використовувати джерела інформації, використовувати отриманні знання і вміння для розв'язування навчальних завдань, контролювати себе і оцінювати результативність проведеної роботи.

Отже, самоосвітня діяльність має наступні компоненти готовності:

Мотиваційний компонент – позитивне відношення до самоосвітньої діяльності, цікавість до професії, націленість на постійну самоосвіту.

Когнітивний компонент – усвідомлення шляхів і засобів самостійного набуття знань.

Діяльнісний компонент – здатність комплексно застосовувати знання і вміння при розв'язуванні навчальних задач, вмінні раціонально використовувати різні джерела інформації і оптимально керувати процесом самоосвіти – від планування до отримання результатів та їх самоконтролю.

Оціночний компонент – самооцінка професійної підготовленості і відповідність оптимальним професійним зразкам.

Отже в сучасних освітніх умовах питання самоосвітньої діяльності є нагальним, для реалізації стратегії навчання протягом життя слід розробляти мотиваційний компонент, засоби контролю за здійсненням самоосвітньої діяльності, та інструментарій для ефективної самоосвіти, тобто створювати дієву дидактичну модель самоосвітньої діяльності студентів ВНЗ, що і визначає перспективу наших подальших наукових пошуків.

Список літератури

1. Дистерверг Ф.А. Избранные педагогические сочинения / Ф.А.Дистерверг – М.: Учпедгиз, 1961.-374с.
2. История педагогики и образования. От зарождения воспитания в первобытном обществе до конца XX века: учеб.пос.(пед. учеб. заведений) / ред. Академика РАО А.И.Пискунова. – 2-е изд., испр. и дополн. – М.: ТЦ «Сфера», 2001. – 512с.
3. Дайри Н.Г. О сущности самостоятельной работы / Н.Г. Дайри // Народное образование. – 1963.-№5. с. 29-34
4. Анисимова В.А. Организация самообразовательной деятельности: учебное пособие для студентов. / В.А. Анисимова – Челябинск, 2007.- 347с.
5. Вейт М.А. Непрерывное образование и совершенствование педагогического процесса. / М.А. Вейт – Липецк, 1990.
6. Жариннов В.М. О философии педагогики / В.М. Жариннов // Вестник российского философского общества.-М.: 2004,- №1. – с138-141.
7. Талызина Н.Ф. Формирование познавательной деятельности учащихся. / Н.Ф. Талызина – М.: Наука, 1983. Рукопис подано до редакції 19.03.14

УДК 528.067

О.Є. КУЛІКОВСЬКА, д-р техн. наук, доц., Ю.Ю. АТАМАНЕНКО, магістр,
Криворізький національний університет

АНАЛІЗ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ У ФІКСУВАННІ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД У КРИВОРІЗЬКОМУ РЕГІОНІ

В статті розглянуто особливості, стан і кількісні показники дорожньо-транспортних пригод у Криворізькому регіоні за 2008 – 2013 роки, розкриті проблеми їх виникнення. Подано аналіз новітніх геодезичних технологій у фіксуванні та оформленні документації дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Розглянуті дані ДАІ Криворізького регіону за останні шість років дозволили встановити зростання кількості порушень правил дорожнього руху та ДТП. Від загальної кількості ДТП у Дніпропетровській області показник пригод по місту Кривому Розі становить 18%. Описано традиційні методи фіксування ДТП: за допомогою рулетки та стереофотограмметричної зйомки однією або двома камерами. Показано переваги новітнього методу – наземного лазерного сканування, який надає можливість за лічені хвилини зафіксувати обстановку при скоєнні дорожньо-транспортної пригоди, зібрати дані, які мають до неї відношення, а також відобразити прилеглу територію.

Постановка проблеми. Останніми роками збільшилася проблема людства – безпеки дорожнього руху. Кривий Ріг - велике індустріальне місто, з чималою кількістю доріг, які не відповідають вимогам руху автомобільного транспорту, і, в багатьох випадках, це є причиною ско-

ення дорожніх аварій (ДТА).

Вивчаючи та аналізуючи стан дорожньо-транспортних пригод, слід зазначити про велику проблему виникнення дорожньо-транспортних пригод (ДТП) на Дніпропетровщині, зокрема, в Кривому Розі, про наслідки якої говорять цифри їх фіксації за 2008 – 2013 роки.

Аналізуючи дані ДАІ Криворізького регіону за останні шість років, помічаємо, що кількість порушень дорожнього руху коливається в межах від 380 у 2011 р. до 997 у 2008 р. При цьому спостерігається і певна кореляція між кількістю аварій та кількістю травмованих осіб (рис. 1)

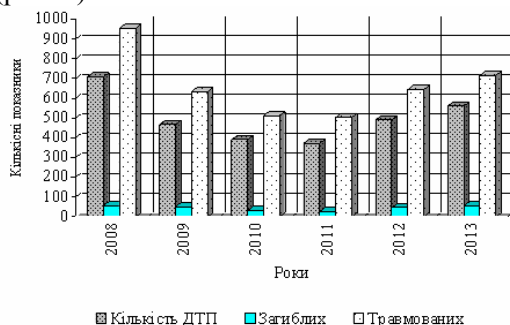


Рис. 1. Порівняльний аналіз ДТП та їх наслідків за 2008-2013 рр.

Сумна статистика дорожньо-транспортних пригод у Криворізькому регіоні. Кожен день в наслідок аварій травмується близько 10 осіб, кожен другий день - гине одна людина.

Порівнюючи з даними ДТП за 2011 рік, ситуація на дорогах значно погіршилась. Кількість дорожніх аварій за 2012 рік збільшилась на 15%, збільшилась кількість загиблих на 20 осіб та травмованих на 142 особи.

За даними 2013 р. Кривий Ріг займає 2-е місце після Дніпропетровська за кількістю дорожньо-транспортних пригод (рис. 2).

Було зареєстровано приблизно 500 пригод, в наслідок яких загинуло 56 осіб, 716 осіб отримали травми різних ступенів.

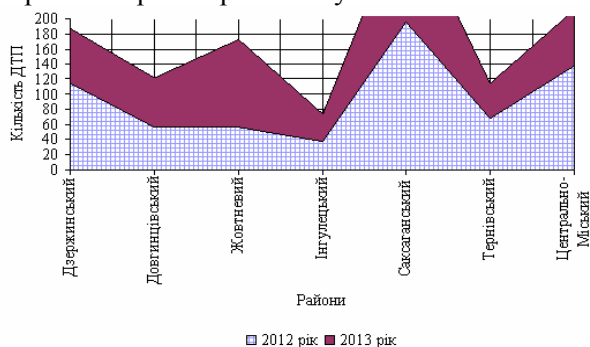


Рис. 2. Показники дорожньо-транспортних пригод у Кривому Розі за 2012 р.

Від загальної кількості ДТП у Дніпропетровській області показник пригод по місту Кривому Розі становить 18%.

Працівниками ДАІ міста було зафіксовано 17 тисяч порушень, 1391 водіїв перебували під дією сп'яніння (алкогольного або наркотичного).

По Кривому Рогу щодня офіційно фіксується більше 400 порушень, провиною яких є як водії, так і пішохід.

Нижче у таблиці подано зведену інформацію щодо дорожньо-транспортних пригод по районах міста Кривого Рогу.

Таблиця

Зведення дорожньо-транспортних пригод по районах міста Кривого Рогу

Райони	Кількість ДТП за 2013 р. (2012 р.)	Загиблих осіб за 2013 р. (2012 р.)	Травмованих осіб за 2013 р. (2012 р.)
Дзержинський	72(115)	3(7)	83(79)
Довгинцівський	66(56)	0(0)	78(40)
Жовтневий	116(56)	6(11)	157(88)
Інгулецький	37(37)	0(11)	47(24)
Саксаганський	149(196)	6(11)	237(128)
Тернівський	46(68)	28(7)	42(40)
Центрально-Міський	75(137)	12(0)	72(92)
Разом	561(645)	56(46)	716(491)

Працівниками ДАІ міста було вивчено, досліджено найбільш аварійні дні тижня, місяця, де було скоєно найбільшу кількість пригод. Зі зведеної таблиці ДТП по районах міста бачимо, що в Саксаганському районі зафіксовано найбільшу частину аварій, а небезпечними місцями є Дніпропетровське шосе, пр. 200-річчя Кривому Рогу, пр. Металургів, вул. Світлогірська, пр. Миру, вул. Орджонікідзе. Самими небезпечними днями тижня в Кривому Розі є п'ятниця, понеділок та вівторок. Найбільш аварійним часом доби є проміжок між 16⁰⁰ та 20⁰⁰ годинами.

Викладене свідчить про те, що складні ситуації під час дорожньо-транспортного руху ви-

магають нових підходів до швидкого фіксування та дослідження місця пригоди. Існують нові технології, сучасні методики, прилади, комп'ютерні програми, які удосконалюються з кожною хвилиною, і цьому є підтвердження, так як деякими методиками у складанні схем місця дорожньо-транспортної пригоди вже користуються співробітники ДАІ. Тому, в даній статті проаналізовано методи фіксації та дослідження дорожньо-транспортних пригод, і серед них досліджується метод, який саме дозволить максимально зменшити помилки та скоротити час дослідження аварії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ще недавно здавалася зручною, простою методика дослідження пригоди рулеткою.

Сучаснішою технологією фіксування пригоди є метод зйомки: стереофотозйомка та фотозйомка однією камерою. Самим новітнім і перспективним методом, що відповідає завтрашньому дню є метод наземного лазерного сканування.

Як вказує компанія АртГео [2], цей метод у декілька разів збільшує інформаційність і достовірність даних, зібраних на місці пригод, пропонує наочну і зручну візуалізацію в трьохвимірному вигляді.

Постановка завдання. Проаналізувати існуючі методи побудови схеми місця дорожньо-транспортних пригод, застосування новітніх приладів та технологій, обробки та аналізу результатів спостережень з отриманням трьохвимірної моделі місцевості.

Викладення матеріалу та результати. Однією з найпростіших відомих методик є використання рулетки, (у разі її відсутності, можна використати лінійку з мотузкою, але це збільшує час складання схеми), також треба мати аркуш паперу та ручку [3].

Порядок складання схеми дуже простий: аркуш розташовують у альбомному форматі, зверху вказують дату, годину, місце виникнення ДТП, марки та номерний знак автомобілів.

Креслять план ділянки дороги, де скоєно ДТП (перехрестя, стоянка, проїжджа частина та ін.), вказують нерухомі об'єкти, які знаходяться біля проїжджої частини (будинки, кілометровий знак, виміряна відстань до перехрестя та інше).

Дуже важливо показати схематично дорожні знаки, світлові опори, рекламні щити, дерева та інше.

Показують стрілками напрям руху автомобілів до зіткнення і відповідні цим напрямкам назви вулиць, населених пунктів.

Схематично подають автомобілі в остаточному їх положенні, предмети і сліди, що відносяться до аварії (сліди гальмування, уламки). Відмічають жирною лінією місце пошкодження та передбачувану точку зіткнення (див.рис. 3).

Кожну вісь автомобілів прив'язують до краю проїзної частини та нерухомого об'єкту, так само прив'язують і точку зіткнення [4]. Потім прив'язують уламки, розкид скла.

Вказують ширину дорожнього покриття, кількість полос руху у напрямках, довжину гальмівного шляху.

Описана методика є дуже простою та економною, але так як вона виконується вручну, часто погано читається, масштаб не дотримується і, відповідно, точність порівняно з іншими методами дуже низька.

Ще одним способом, який заснований на цифровій фотозйомці і обробці на персональному комп'ютері програмами забезпечення системи фіксації обстановки є метод однокамерної стереофотограмметричної зйомки [5].

Існує два способи зйомки: стереофотозйомка та фотозйомка однією камерою [6]. Стереофотозйомку виконують за допомогою двох камер, які закріплені на одному штативі, осі їх паралельні.

Але спосіб має невисоку точність і виникають складності в експлуатації, тому він не дуже зручний.

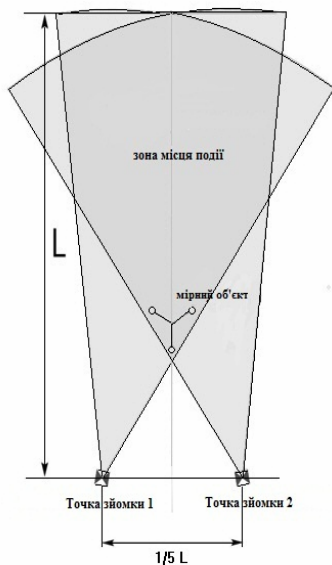
Фотозйомку однією камерою виконують з використанням однієї камери, мірного об'єкту та марок для позначення характерних точок на місцевості.

У якості камери використовують цифровий фотоапарат, а мірний об'єкт – рівносторонній трикутник з трьома опорними точками.

Зйомку місця пригоди виконують не менше ніж з двох точок, які розташовані на певній відстані одна від одної, використовуючи мірний об'єкт, який забезпечує визначення локальної системи координат і масштаба зйомки.

В кінцевому результаті отримують стереопару, тобто два знімки одних і тих самих об'єктів, які виконані з різних точок простору (рис. 4).

Рис. 4. Схема вимірювальної зйомки у загальному вигляді



Потім на комп'ютері виконують обробку знімків, помічаючи опорні точки мірного об'єкту, при цьому програма визначає елементи орієнтовних знімків у трьохмірній прямокутній системі координат, услід послідовно позначають необхідні ситуаційні точки, визначаючи положення об'єктів на місцевості пригоди.

Після того як вказують точку на першому і другому знімках стереопари, програма автоматично визначає координати цієї точки на місцевості і відмічає положення на плані.

На вибраному знімку після вказаних будь-яких двох ситуаційних точок виконується постановка автоматично обчислюваного розміру.

Схему складають за допомогою комп'ютерних програм, які мають умовні позначення транспортних засобів, дорожніх знаків та інших об'єктів.

Метод дуже простий з точки зору використання [7].

Аналіз літературних джерел дозволив також встановити, що метод використання рулетки під час оформлення дорожньо-транспортних пригод можливий, але застарілий, метод фотозйомки більш ефективний, але науково-технічний прогрес не стоїть на місці.

Відбулася революційна технологія фіксації дорожньо-транспортних пригод, появився метод наземного лазерного сканування.

Дана технологія дає змогу отримати трьохмірну комп'ютерну модель будь-якого об'єкту: чи то авто, чи дороги, чи будь-який малодоступний об'єкт, не потрібно зупиняти рух транспорту, виконувати виміри навіть за відсутності освітлення.

Даний прилад дозволяє за лічені хвилини зафіксувати обстановку при скоєнні дорожньо-транспортної пригоди, зібрати дані, які мають до неї відношення, а також відобразити прилеглу до неї територію.

Модель ДТП створює лазерний сканер [8] – прилад оснащений високошвидкісним безвідображуючим лазерним дальноміром і системою зміни напрямку променя лазера – спеціальне поворотне дзеркало [9].

Лазерний сканер виконує приведену технологію вимірів.

Результатом його роботи є велика кількість точок з обчисленими трьохмірними координатами (рис. 5).



Рис. 5. Хмара точок за обчисленими координатами

Сутність технології наземного лазерного сканування реалізується безпосередньо виміром відстані до всіх визначених точок за допомогою лазерного безвідображуючого дальноміра.

В більшості конструкцій сканерів використовують імпульсний лазерний дальномір.

На шляху до об'єкту імпульси лазерного випромінювання проходять через систему дзеркал, які здійснюють пошагове відхилення лазерного променя

Пошкодження та обстановка місця пригоди швидко фіксується у цифровому вигляді, а обробка і оформлення відбувається в умовах офісу. Результати створеної моделі передаються в програми САПР через формати *dxf*, *dwg*, *txt* та власний формат *coe* (*Cloudworx Object Exchange*).

У подальшому дані не зможуть бути відредаговані або змінені [10].

Після збору і обробки даних отримують закінчену трьохмірну картину з місця пригоди, мі-

сцевості ДТП (рис. 6).



Рис. 6. Тривимірний модель дороги

Висновки та напрямок подальших досліджень. З лазерним скануванням не може зрівнятися жоден з раніше реалізованих методів. Він відрізняється неймовірною швидкістю роботи, більш високою точністю вимірювання та безпечністю при зйомці важкодоступних і небезпечних об'єктів.

Ще однією перевагою цього методу є те, що перебуваючи на відстані від об'єкту, дистанційне зондування дозволяє збирати інформацію про досліджуваний об'єкт, при цьому отримувати дані у вигляді координат

точок поверхні, що значно розширює можливості подальшої комп'ютерної обробки результатів.

Для обробки результатів наземного лазерного сканування існує велика кількість програмних комплексів, які слід дослідити і проаналізувати в подальших дослідженнях.

Завдяки своїй універсальності і високого ступеня автоматизації процесів вимірювання, лазерний сканер є не просто геодезичним приладом, він може стати інструментом у фіксуванні та аналізу дорожньо-транспортних пригод.

Разом з тим, слід також відзначити, що застосування методу лазерного сканування є дуже коштовним.

Зважаючи на складну економічну ситуацію, в якій знаходиться наша країна, можна припустити, що таке цінне обладнання, яким є лазерний сканер, вряд чи зможуть закуповувати та використовувати співробітники структури ДАІ в найближчому майбутньому повсюдно.

У зв'язку з викладеним, необхідно зосередити зусилля науковців на створенні пристроїв, які забезпечували б необхідну точність фіксації ДТП, але мали економічно вигідну ціну.

Список літератури

1. <http://gaidd.gov.ua/pro-da-krivogo-rogu.html> – Управління Державної автомобільної інспекції в Дніпропетровській області.
2. www.art-geo.ru – Компания АртГео – Современные технологии оформления дорожно-транспортных происшествий.
3. <http://dtp-profi.ru/page3.html> – Дорожно-транспортные происшествия Профи – Упрощенное оформление дорожно-транспортных происшествий.
4. Городокин В.А., Вязовский А.Е. Учебное пособие, Экспертиза дорожно-транспортных происшествий, осмотр места ДТП, схема места ДТП / В.А. Городокин, А.Е. Вязовский // Издательский центр ЮУрГУ. – Челябинск. – 2010. – С. 14– 27.
5. Калантаров Е.И., Говоров А.В., Никишин Д.А. Универсальные методы цифровой фотограмметрии. / Е.И. Калантаров, А.В. Говоров, Д.А. Никишин // Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2003. – №6. – С. 47-55
6. <http://фотомер.рф/> – Фиксация обстановки на местах дорожно-транспортных происшествий с помощью цифровой фотосъемки – Фотомер (СФО)- система фиксации обстановки.
7. Бондаренко А.А. Автореферат диссертации. Правовые и технико-криминалистические особенности применения фотограмметрических методов для фиксации обстановки места дорожно-транспортных происшествий / А.А. Бондаренко // Волгоградской академии МВД России. – Волгоград. – 2008.
8. <http://izt.kiev.ua> – Наземне лазерне сканування – Інститут землевпорядних технологій.
9. Неволін А.Г. Лекции для студентов 5-го курса, обучающихся по направлению 120100 «Геодезия» специальности 120101 «Прикладная Геодезия» по дисциплине «Трёхмерное лазерное сканирование и моделирование объектов» / А.Г.Неволін // ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия». – Новосибирск. – 2012. – С. 2– 8.
10. <http://www.gsi.ru/catalog.php?id=1> – Гис Геострой изыскания – Введение в технологию лазерного сканирования.

Рукопис подано до редакції 19.03.14

УДК 331.452

А.М. ГОЛЫШЕВ, д-р техн. наук, проф.,
Е.В. ПИЩИКОВА, Л.А. ЯНОВА, кандидаты техн. наук, доц.
Криворожский национальный университет

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОМИНИРУЮЩИХ ПРИЧИН РЕАЛИЗАЦИИ ТРАВМООПАСНЫХ СИТУАЦИЙ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ И ОПРЕДЕЛЯЮЩЕГО ФАКТОРА

Предлагается математическая модель несчастного случая, выраженная с помощью теории множеств и определяющего фактора для проведения идентификации опасностей и управления профессиональными рисками на промышленных предприятиях.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. За последнее десятилетие в практику управления охраной труда прочно вошло понятие профессионального риска, под которым будем понимать прогностическую вероятность частоты и тяжести неблагоприятных реакций на воздействие вредных факторов производственной среды и трудового процесса. Как показал проведенный анализ, проблемы проведения анализа профессиональных рисков обусловлены сложной природой их возникновения, значительным многообразием номенклатуры показателей, трудностью прогнозирования и тяжестью последствий [1].

Как известно, горнорудная промышленность характеризуется повышенной опасностью для работающих. Так, на тяжелых работах и работах с вредными и опасными условиями труда занято около половины списочного состава работающих. Из них более 70 % работают в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормативам. В структуре травматизма по видам экономической деятельности доля горно-металлургического комплекса велика и имеет тенденцию к опережающему росту по сравнению с другими отраслями.

Анализ исследований и публикаций Проведенные исследования основных зарубежных направлений оценки профессиональных рисков [2,3] показали, что учет, анализ и управление рисками на промышленных предприятиях являются на сегодняшний день основополагающими направлениями деятельности в области охраны труда и промышленной безопасности.

На сегодняшний день в мировой практике хорошо себя зарекомендовали корпоративные системы управления (менеджмента) качеством, создаваемые на основе международных стандартов серии ISO 9000 Международной организации по стандартизации (ISO), согласно которым система управления охраной труда (СУОТ) является частью общей системы управления предприятием, обеспечивающая управление рисками в области охраны труда, охраны здоровья и безопасности труда.

Международной организацией труда (МОТ) в 2001 г. было принято "Руководство по системам управления охраной труда" (ILO-OSH 2001) [4], которое впоследствии было принято как межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.230-2007 "Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования ILO-OSH 2001" [5]. Этот ГОСТ действует также и в Украине как межгосударственный стандарт, однако данные о внедрении требований этих документов МОТ на предприятиях Украины пока отсутствуют.

Одним из важнейших требований ILO-OSH 2001 [5], а также OHSAS 18001 являются проведение **идентификации опасностей** и оценка профессиональных рисков для всех категорий работников промышленных предприятий. Требования по оценке профессиональных рисков также содержатся в директивах Европейского Союза [6].

По мнению многих специалистов, оценка и управление рисками в области охраны труда, как самостоятельная отрасль знаний, является молодой, перспективной и достаточно динамично развивающейся наукой. В странах Евросоюза, даже в относительно стабильных технико-экономических условиях, работодатели уделяют пристальное внимание вопросам управления рисками. В то же время, в Украине проблемам анализа и управления рисками в области охраны

труда не уделяется достаточное внимание [7,8,9].

На сегодняшний день основной проблемой при оценке рисков в области охраны труда является отсутствие единой методики, основанной на стандартном подходе, унифицированных критериях и методах оценки условий труда, качественной идентификации опасностей и учёта факторов профессионального риска.

Постановка задач. Недостатки в современной методике оценки рисков травмирования и причин несчастных случаев требуют разработки новой методики, которая позволит установить доминирующие причины реализации травмоопасных ситуаций с целью разработки наиболее эффективных превентивных трудовых мероприятий.

Изложение материалов и результатов исследования. Фактор риска определяется как мера потенциальной опасности технических ошибок и ошибок человека. Он выражает меру опасности для данных обстоятельств и в данной ситуации. Возникновение угрожающего события и травмы обуславливается элементом, который определяет меру опасности или опасного действия. Эта мера может характеризовать качество защитных технических устройств и средств, уровень и количество распоряжений, директив, рабочих процессов, а также особенности психики и квалификации человека.

К основным факторам риска относятся: неправильное проектирование, строительство и устройство рабочего места; неудовлетворительные условия труда; некачественные материалы, оборудование, станки, инструмент; некачественные защитные приспособления и устройства на станки, оборудование и пр. или их отсутствие; неправильное размещение материалов и предметов; нестабильное психическое состояние человека; неэффективная организация и управление СУОТ; прочие ошибки, действие которых еще не распознано, а следовательно и не создана защита от них.

Неправильные действия в свою очередь определяются, как ошибочное поведение человека к которым относят: неправильную деятельность организации; неправильное выполнение надзора мастером, бригадиром; неправильное действие пострадавшего; неправильное действие другого человека.

Подробный перечень источников, факторов риска и неправильных действий должен разрабатываться для конкретных условий предприятий.

Каждое происшествие, авария или несчастный случай имеют свою внутреннюю причину. Учёные, занимающиеся теорией возникновения несчастных случаев, сходятся на том, что причины возникновения несчастных случаев можно разделить на несколько групп [2,10]: причины, зависящие от материала, энергии, оборудования и т.п.; причины, связанные с опасными действиями или опасной средой; причины, вызванные ошибками людей; причины, вытекающие из социальной среды.

Несмотря на то, что существующие классификации причин возникновения несчастных случаев позволяют провести ранжирование причин до малого числа их групп по определенному виду, это значительно затрудняет установление доминирующей общей причины несчастного случая.

Каждый несчастный случай носит стохастический характер возникновения и проанализировать его можно с помощью статистических методов [11-15]. Для этого необходимо определить примерную степень глубины возникновения отдельных причин, а также какие именно причины необходимо проанализировать. Предпосылкой для этого является необходимость знания точных сведений о возникновении несчастных случаев и, прежде всего, их полная достоверность. Объем глубины возникновения причин несчастных случаев позволит определить превентивные меры по управлению профессиональными рисками (рисками травмирования).

Причины, вызывающие несчастный случай, можно выразить с помощью теории множеств. Введем следующие показатели: Z - множество всех ситуаций (т.е. временных моментов), которые способствовали травматизму; R - множество всех ситуаций (т.е. временных моментов), которые возникли, как факторы риска; V - множество всех ситуаций (т.е. временных моментов); приведших к неправильным действиям; D - множество всех ситуаций (т.е. временных моментов), приведших к угрожающим действиям; U - множество всех ситуаций (т.е. временных моментов), приведших к несчастному случаю.

После чего можем записать

$$D = Z_n R_n V, \quad (1)$$

где множество D является пересечением множеств Z, R и V . В связи с тем, что

$$U \subset D, \quad (2)$$

то множество U является частью множества D (рис. 1).

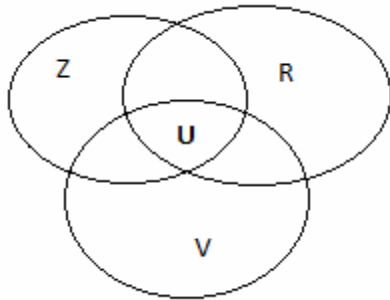


Рис. 1. Моделирование травмоопасных ситуаций, которые могут привести к несчастному случаю

Пересечение множеств Z, R, V представляет собой угрожающее травмированием действие D в широком смысле. Множество ситуаций, ведущих к травмированию (U) является частью (и никогда - целым) пересечения множеств Z, R, V , или в некоторых, особо благоприятных случаях, одновременное воздействие источника, фактора риска и наличие неправильного поведения может не привести к несчастному случаю. Для возникновения несчастного случая необходимо, чтобы все они были в определенном соотношении не только с общим моментом времени, но и с общим местом действия.

Отдельными элементами множества Z, R, V являются временные моменты, с конкретным источником, факторами риска и неправильным поведением.

Принимаем, что: Z' - множество источников, т.е. список источников с оценкой значимости; z - элемент множества Z' , т.е. один источник; R' - множество факторов риска, т.е. список факторов риска с ранжированием значимости; r - элемент множества R' , т.е. один фактор риска; V' - множество неправильных действий, т.е. список неправильных действий с оценкой значимости; v - элемент множества V' , т.е. одно неправильное действие; D' - множество угрожающих действий; d - элемент множества D' , т.е. один случай потенциальной опасности травмы; U' - множество несчастных случаев, т.е. случаев, которые приводят людей к нетрудоспособности; U - элемент множества U' , т.е. один случай, приведший человека к нетрудоспособности.

Для угрожающего действия и несчастного случая существует следующее правило, определяющее взаимные отношения: к каждому $z \in Z'$ (т.е. к каждому источнику) можно прибавить определенные подмножества

$$R'(z) \subset R' \quad (3)$$

$$V'(z) \subset V' \quad (4)$$

Множества R', V' таковы, что множество $R'(z)$ в некоторых случаях $[V'(z)]$ является множеством тех факторов риска (в некоторых случаях неправильных действий), которые имеют отношение к избранному источнику.

Принимаем

$$[Z, R'(z), V'(z)] = d(z) \quad (5)$$

Выражение (5) при определенных условиях можно назвать угрожающим действием Π (при конкретных условиях), когда

$$R'(z) \neq 0, \quad V'(z) \neq 0,$$

т.е. случаем, когда для данного источника существует хотя бы один фактор риска и хотя бы одно неправильное действие.

Множество D угрожающих действий можно определить как

$$D' = \{d(z) [Z, R'(z), V'(z)], R'(z) \neq 0, V'(z) \neq 0\} \quad (6)$$

Для каждого несчастного случая имеется один источник

$$U \rightarrow Z(U) \quad (7)$$

Для каждого несчастного случая

$$U \in U' \quad (8)$$

Откуда

$$[d(u) = z(u), R'[z(u)], v[z(u)]],$$

$$\text{т.е. } R'[z(u)] \neq 0, \quad u \quad V'[z(u)] \neq 0 \quad (9)$$

В данном случае можно отождествить несчастный случай с соответствующим угрожающим действием.

Обычно, число элементов z, r, v во множестве $R'(z), V'(z)$ выражается производным числом K .

Для практического анализа берется $K=1,2$ или 3 из-за трудностей последующего выяснения, которое связано с точностью определения возникновения несчастного случая. Однако для практического анализа это ограничение - не помеха, ибо речь идет о быстром и понятном объяснении зарегистрированных факторов и о статистической обработке результатов с соответствующими издержками и временем.

Ниже проведем интерпретацию полученных результатов. Рассмотрим вероятность возникновения *угрожающего события I*.

Пересечение множеств Z, R, V (характеризующих угрожающее действие D) может возникнуть в случае несогласованного действия источник травмы Z , фактор риска R' и неправильность действия V' в едином месте и центре пространства, но согласованного во времени. При этих обстоятельствах несчастный случай (неработоспособность человека) не наступит. Однако при пересечении множеств Z, R, V возникает ситуация, при которой действуют одновременно элементы z, r, v и это состояние вызвано угрожающим событием (формула 6).

Рассмотрим вероятность возникновения *угрожающего события II*.

Другим характерным случаем может оказаться ситуация, когда угрожающее положение возникает в одном пространственном центре (формула 5). При этом источник, фактор риска и неправильное поведение действуют в одном месте (происходит в пересечении множеств и в одном моменте).

Несмотря на это, до несчастного случая не доходит – спасает счастливый случай или обстоятельства, близкие к нему. В практике такие случаи не учитываются. Отмечаются только недостатки и ошибки, которые хотя и являются элементами (z, r, v) множеств Z', R', V' , но не действуют в пространственном центре и не проявляются как угрожающее событие II. Однако они образуют потенциальную опасность его возникновения.

Поэтому, целью службы охраны труда, как службы по повышению эффективности функционирования СУОТ, могло бы быть определение всех элементов z, r, v , которые могут действовать в одном месте и временном моменте и быть причиной возникновения угрожающего действия II.

Рассмотрим возникновение *несчастного случая*.

В отличие от угрожающего действия несчастный случай представляет собой такое событие, когда возникает неработоспособность человека. Предпосылкой для возникновения несчастного случая является наличие угрожающего действия в пространственном центре, где находится человек (формула 9). В практике учитываются только такие случаи. Причиной случившегося несчастного случая может быть определенный источник, определенное число факторов риска и определенное количество неправильных действий (формула 9).

С одним несчастным случаем отождествляется только один источник (формула 7).

К одному источнику присоединяются не менее одного и не более трех факторов риска (формула 9).

К каждому фактору риска относится не менее одного, но не более трех неправильных действий (формула 9).

В соответствии с вышесказанным, при несчастных случаях имеются постоянно сопутствующие факторы. Их элементы z, r, v можно дополнительно присоединить к элементам множеств Z', R' .

Источник, факторы риска и неправильные действия выражают в комплексе причину несчастного случая и могут захватывать произвольную меру опасности.

На практике бывает необходимо знать ряд дальнейших, подробнейших данных, чтобы по их анализу разработать конкретные мероприятия.

Чрезвычайно трудно перечислить и оценить все элементы множеств источников, факторов риска и неправильных действий, которые могут заинтересовать при анализе.

Нельзя также пренебрегать действительностью и неизвестными до сих пор элементами и их комбинациями, которые существенно влияют на возникновение несчастного случая.

Например, мы определили, что фактором риска был элемент "неполадки в управлении и организации труда".

При подробнейшем делении этот элемент можно определить как "технология добычи", или "рудничное крепление".

Наоборот, не исключено, что элементы "технология добычи" и "рудничное крепление" бу-

дуг представлять элемент фактора риска "неправильный проект" или "неисправные машины".

Подобное явление может быть и с элементом фактора риска, который в списке обозначен термином "неблагоприятное состояние работника", а более подробный элемент называется "конфликт".

Таким образом, все элементы, которые есть в перечнях источников, факторов риска и неправильных действий, и которые как-то оценены, можно назвать первичными причинами травм, а те, которых нет и которые трудно оценить - вторичными.

Выводы и направления дальнейших исследований. Доказано, что существуют состояния, называемые "угрожаемое событие" и "несчастный случай".

Оба состояния носят стохастический характер.

Угрожающее событие и несчастный случай будут возникать, хотя и не будут известны все причины.

Необходимо, прежде всего, обращать внимание на несчастные случаи, наиболее значимые с точки зрения статистики. Количество известных причин у них гораздо больше.

Для проявления угрожающего события необходимо одновременное действие одного источника, не менее одного фактора риска и не менее одного неправильного действия.

Если эти факторы будут действовать одновременно, но в разных местах, угрожающего события не будет, если в одном месте - то произойдет несчастный случай.

Для возникновения несчастного случая необходимо условие одновременного присутствия человека в том месте, где происходит угрожающее действие.

Первичной причиной несчастного случая (и угрожающего действия) является источник, фактор риска и неправильное действие.

Существуют и другие причины несчастных случаев (и угрожающих событий), которые можно назвать вторичными причинами и которые на практике являются важными.

Вторичные причины – это всегда части некоторых первичных причин, более подробно определяющие источник, фактор риска или неправильное действие.

Название вторичных причин зависит от рода деятельности.

Их категории достаточно различны и многочисленны.

Поэтому технически очень трудно разработать оценочный перечень всех возможных вторичных причин из сферы источников, факторов риска и неправильных действий, а также определить и выбрать из них те, которые наиболее влияют на возникновение несчастных случаев.

Существование угрожающего события на сегодня практически не учитывается.

Оно свидетельствует о недостатках на производстве, которые всегда рассматриваются как совокупность источника, факторов риска и неправильных действий.

Так как их действие возникает в различных местах (хотя может быть и в один момент), то нельзя с уверенностью утверждать, что угрожающее действие возникло под влиянием именно тех недостатков, которые были идентифицированы ранее.

Однако и в случае воздействия источника, некоторых факторов риска и некоторых неправильных действий в одном временном моменте и месте, эта действительность учитывается и ее нужно анализировать глубже.

Целью являлось определение правил возникновения угрожающего события и на основе этих знаний разработать меры по предотвращению их воздействия на работников промышленных предприятий.

Список литературы

1. Профессиональный риск для здоровья работников (Руководство) / под ред. **Н.Ф.Измерова, Э.И. Денисова**. – М.: Тривант, 2003. – 448 с.
2. **Калькис В.** Основные направления оценки рисков рабочей среды / **Калькис В., Крисинтыш Ию, Роя Ж.** // Рига: SIA 2005. – 76 с.
3. **А.В. Давыдов** Состояние и направления развития проектирования горных работ / **А.В. Давыдов** // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности : научно-технический журнал. – Кемерово. – 2009. – № 2. – С. 125-128.
4. Руководство по системам управления охраной труда (ILO-OSH 2001). – Женева: МОТ, 2001. – 32 с.
5. ГОСТ 12.0.230 Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования. ILO-OSH 2001.
6. Директивы Европейского Союза : (ЕС) 89/391/ЕЕС (требования по введению оценки профессиональных рисков в государствах-членах ЕС), 89/654/ЕЕС, 89/655/ЕЕС, 89/656/ЕЕС, 90/269/ЕЕС, 90/270/ЕЕС, 1999/92 ЕС (индиви-

дуальные директивы ЕС о безопасности труда на рабочих местах), 98/24/ЕС, 2000/54/ЕС, 2002/44/ЕС, 2003/10/ЕС, 2004/40/ЕС, 2004/37/ЕС (директивы о защите работников от химических, физических и биологических рисков, канцерогенов и мутагенов).

7. **В.В. Тихоненко** Идентификация опасностей и оценка профессиональных рисков на АЭС / В.В. Тихоненко // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля. – 2010. – Вип. 13. – С. 60-69.

8. Разработка и реализация первоочередных мер по снижению критических рисков травмирования в основных подразделениях ОАО «Высокогорский ГОК» / **Лагутин К.И., Напольских С.А., Кузнецов А.В.** и др. // Библиотека горного инженера-руководителя. – М.: Горная книга, Вып.11. – 2011. – 48 с.

9. **Муртонен М.** Оценка рисков на рабочем месте – практическое пособие / **М. Муртонен** // технический исследовательский центр Финляндии, 2007. – 66 с.

10. **Копытин В.А.** Совершенствование методов анализа производственного травматизма при эксплуатации очистных механизированных комплексов: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.26.01 «Охрана труда» / **В.А. Копытин**; госуд. Восточн. научно-исследоват. ин-т по безопасности в горной промышл. – Кемерово, 2000. – 20 с.

11. **А.Н. Ширяев** Статистический последовательный анализ, М.: Наука, 1969

12. Математическая энциклопедия (в 5 томах) /Под ред. **И.М. Виноградова.** - М.: Сов. энциклопедия, 1977.

13. **Варпаховский Ф.Л., Солодовников А.С.** Алгебра. Элементы теории множеств. Линейные уравнения и неравенства. Матрицы и определители. - М.: Педагогика, 2004,- 160 с.

14. **Завало С.Т., Костарчук В.Н., Хацет Б.И.** Алгебра и теория чисел. Часть I - Киев: Вища школа, 1977. - 398 с.

15. **Куратовский К., Мостовский А.** Теория множеств. – М.: 2000 – 400 с.

Рукопись поступила в редакцию 19.03.14

УДК 628.212.2

Н.Н. ПОЛОЦКАЯ, Т.И. БУРЛАЧЕНКО, Е.Н. СТЕБЕЛЬСКАЯ, О.В. СТЕБЕЛЬСКАЯ,
Н.Н. ГОРОН, В.В. БЕЛОУСЕНКО, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ЛИВНЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

В статье предлагаются очистные сооружения для очистки нефтесодержащих ливневых сточных вод городов Украины.

Ключевые слова: вода, стоки, очистные сооружения, очистка, утилизация, осадки.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Вода - ценнейший природный ресурс. Она играет исключительную роль в процессах обмена веществ, составляющих основу жизни. Огромное значение вода имеет в промышленности и сельском хозяйстве. Общеизвестна необходимость ее для бытовых потребностей человека, растений и животных. Для многих живых существ она служит средой обитания.

Рост городов, бурное развитие промышленности, сельского хозяйства, значительное расширение площадей орошаемых земель, улучшение культурно-бытовых условий и ряд других факторов все больше усложняет проблемы обеспечения водой.

Вода - ценнейший ресурс, который жизненно необходим для жизнедеятельности человека. Дождевые стоки - это один из удобнейших источников технической и питьевой воды. Однако для использования в качестве технической, а тем более питьевой - жидкость не должна содержать вредных примесей.

Большая часть поверхностной (дождевой) воды после ее очистки возвращается в реки в виде очищенных сточных вод.

В настоящее время особое значение имеет развитие современных систем очистки и отведения нефтесодержащих ливневых сточных вод, обеспечивающих высокую степень защиты окружающей природной среды от загрязнений.

Значительно влияют на ухудшение качества воды водоемов возвратные дождевые и талые воды с урбанизированных территорий - городов, полигонов отходов, свалок, сельхозугодий, объектов, находящихся на не канализованных территориях.

На современном этапе важным направлением рационального использования водных ресур-

сов Украины является разработка новых технологических процессов очистки загрязненных дождевых и талых вод.

В процессе очистки, как и в любом другом технологическом процессе, имеется сырье (загрязненные воды) и готовая продукция (очищенная вода).

Очистка дождевых и талых вод, сбросных вод после мойки транспорта предполагает обработку с целью разрушения или удаления из них вредных веществ.

Выбор методов очистки дождевых и талых вод, разработка на их основе технологической схемы очистки обосновываются теоретическими основами технологии кондиционирования воды, учитывающими концентрации загрязняющих веществ, их фазово-дисперсное состояние, а также особенности использования для очистки и доочистки загрязненных вод гидробионтов разных трофических уровней.

Анализ исследований. Технологический отдел КП «САНСЕРВИС» Управления благоустройства и жилищной политики исполкома Криворожского городского совета постоянно проводит контроль качества и состав ливневых сточных вод, сбрасываемых в городские водоёмы.

Степень загрязнения дождевых и талых вод зависит от ряда факторов: географического расположения объекта, климатических условий региона, интенсивности и продолжительности выпадения атмосферных осадков, загрязненности воздушного бассейна, санитарного состояния бассейнов водосбора, вида поверхностных покрытий территорий; наличия поблизости промышленных зон, автомобильных дорог и объема транспортных нагрузок.

Основными ингредиентами, загрязняющими дождевые, талые воды, сбросные воды от мойки транспорта, являются взвешенные вещества, нефтепродукты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), азотсодержащие соединения, соли тяжелых металлов.

Нефть и нефтепродукты на современном этапе являются основными загрязнителями внутренних водоемов. Попадая в водоемы, они создают разные формы загрязнения: плавающую на воде нефтяную пленку, растворенные или эмульгированные в воде нефтепродукты, осевшие на дно тяжелые фракции и т.д. При этом изменяется запах, вкус, окраска, поверхностное натяжение, вязкость воды, уменьшается количество растворенного в ней кислорода, появляются вредные органические вещества, вода приобретает токсические свойства и представляет угрозу не только для гидробионтов, но и для человека. 12 г нефти делают непригодной для употребления тонну воды.

Вызывает серьезное беспокойство загрязнение водоемов пестицидами, инсектицидами и минеральными удобрениями, которые попадают с полей вместе со стоком дождевых и талых вод. Доказано, что инсектициды, содержащиеся в воде в виде суспензий, растворяются в нефтепродуктах, которыми загрязнены реки и озера. Это взаимодействие приводит к значительному ослаблению окислительных функций водных растений. Попадая в водоемы, пестициды накапливаются в планктоне, бентосе, рыбе, а по трофической цепи попадают в организм человека, действуя отрицательно как на отдельные органы, так и на организм в целом.

В реках и других водоемах происходит естественный процесс самоочищения воды. Однако он протекает медленно. Когда сбросы были невелики, реки сами справлялись с ними. В наш индустриальный век в связи с резким увеличением количества попадающих в водоемы и почву загрязняющих веществ последние уже не справляются со столь значительной нагрузкой. Возникла необходимость обезвреживать, очищать дождевые и талые воды, утилизировать их путем повторного использования очищенных возвратных вод для полива, мойки транспорта.

Постановка задачи. Управление градостроительства и архитектуры Криворожского горисполкома совместно с КП «Кривбассводоканал», КП «САНСЕРВИС» поставили задачу перед ГП «ГПИ «Кривбасспроект» о проектировании ливневой канализации, очистных сооружений ливневых нефтесодержащих сточных вод с применением более высокоэффективных методов механической очистки ливневых сточных вод.

Решение данной задачи позволит обеспечить удаление взвешенных веществ и нефтепродуктов из ливневых сточных вод до 90 %.

Изложение материала и результаты. Наибольшее внимание при проектировании, строительстве, эксплуатации и реконструкции очистных сооружений ливневых сточных вод уделяется разработке новых технологических решений в вопросах улучшения качества очищенных сточных вод, а также обработки и утилизации осадков, образующихся на сооружениях.

Для загрязненных дождевых, талых и сбросных моечных вод определяющим загрязняющим

веществом для выбора способов их очистки являются взвешенные вещества, концентрация которых в этих водах значительно - в 10-100 раз - превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) при сбросе возвратных вод в водоемы.

Эти загрязнения могут быть отнесены к I группе дисперсности, которые наиболее рационально извлекаются на установках и сооружениях механической очистки (песколовках, нефтеловушках, гидроциклонах, процеживателях, ситах, отстойниках и пр.).

Степень очистки дождевых вод от грубодисперсных взвешенных веществ на этих сооружениях достигает 85-90 %, но даже остаточная концентрация 20-40 мг/л не соответствует нормативным требованиям, допускающим водоотведение возвратных вод с концентрацией взвешенных веществ менее 12-15 мг/л.

Не менее значимыми загрязнениями дождевых, талых и мочных вод являются мелкодисперсные взвешенные вещества, вещества коллоидной степени дисперсности, нефтепродукты в состоянии эмульсий. В загрязненных дождевых водах органические высокомолекулярные загрязняющие вещества, как растворенные, так и коллоидной степени дисперсности, контролируются по химическому потреблению загрязненной водой кислорода (ХПК) или биохимическому потреблению кислорода за 5 суток (БПК₅).

Концентрация нефти и нефтепродуктов в загрязненных дождевых водах определяется как эфирорастворимые вещества (эти вещества в воде мало растворимы).

Институт «Кривбасспроект» в рабочих проектах «Ливневая канализация и очистные сооружения промплощадки шахты «Родина», шахты им. газеты «Правды», шахты «Гвардейская», шахты «Восточная» и многих других предусмотрел новейшую технологию очистки ливневых нефтесодержащих сточных вод.

Для очистки ливневых нефтесодержащих сточных вод на территории шахт и промплощадок предусмотрены очистные сооружения. В состав очистных сооружений входят: песколовка-гидрозатор (резервуар); насосная станция для подачи воды на установку; установка для очистки ливневых стоков ВЛМ; резервуар очищенных стоков.

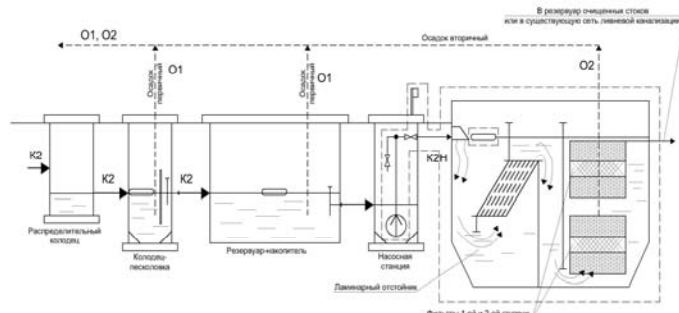


Рис. 1. Принципиальная схема очистки ливневых сточных вод: 1 - песколовка – резервуар, предназначенный для задержания крупного мусора, песка, жиров и частично нефтепродуктов; 2 - резервуар-накопитель предназначен для накопления очищенных ливневых вод; 3 - насосная с фекальным насосом, укомплектованная автоматикой, трубопроводами и арматурой, предназначена для подачи сточных вод на установку ВЛМ; 4 - установка ВЛМ – подземный контейнер для очистки ливневых нефтесодержащих сточных вод; 5 –

смотровые колодцы; 6 - ливнеприёмник

Подача стока на установку осуществляется автоматически фекальным насосом. Трубопроводная обвязка насоса, за счёт сбросного трубопровода и арматуры, позволяет отрегулировать оптимальную расчётную подачу стока на установку.

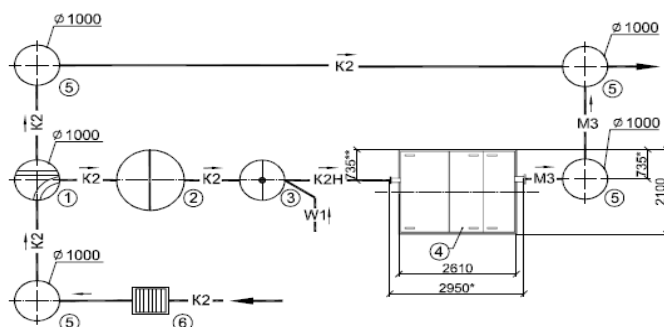


Рис. 2. Технологический разрез очистных сооружений

Ливневые сточные воды поступают на очистку с концентрацией:

взвешенных веществ (В.В.) - 500 мг/л;
нефтепродуктов (Н.П.) - 50 мг/л.

Ливневые сточные воды с площадок собираются в резервуаре-накопителе и далее направляются на проектируемые очистные сооружения. После очистки вода поступает в резервуар очищенных вод или в существующую сеть ливневой канализации.

Установки BL.M-1/20 Украинско-Российского экологического предприятия «Комплект Экология» Украина г. Днепропетровск предназначены для удаления нефтепродуктов и взвешенных веществ из ливневых сточных вод.

В этих установках решаются следующие вопросы: механическая очистка ливневых нефте-содержащих сточных вод; удаление песка; аккумулярование (усреднение) стока; подача стока на установку; выпуск очищенного стока.



Рис. 3. BL.M-1/20 производительностью 1...20 л/с

Установка BL.M-1/20 представляет собой прямоугольный резервуар из нержавеющей стали заглубленный в грунт с утепленными крышками. Резервуар – блок емкостей разделен перегородками на технологические зоны:

- зона коалесценции (слияние капель при соприкосновении);
- зона сепарации;
- зона фильтрации.

Первая зона коалесценции оборудована съемной касетой с четырьмя коалесцирующими пластинами.

Вторая зона сепарации оборудована сепаратором, состоящим из тонкослойных пластмассовых модулей.

Третья зона фильтрации оборудована съемными кассетами с многослойной фильтрующей загрузкой:

- верхний слой - пористые пластмассовые гранулы с высокой грязеемкостью;
- средний слой - специальный синтетический сорбент с высокой сорбционной емкостью;
- нижний слой - специальный синтетический сорбент с высокой сорбционной емкостью.

Каждый слой разделен пластмассовой сеткой.

Кассеты устанавливаются на резиновых пористых прокладках и прижимаются специальными эксцентриковыми фиксаторами с регулировочными болтами, что обеспечивает полную герметизацию.

Поверхностная сточная вода является одновременно суспензием и эмульсией.

Нефтепродукты и взвешенные вещества крупной дисперсии всплывают и оседают при достаточно коротком времени гидравлической задержки (2÷15 минут), что составляет 70÷90 % общего количества загрязнений.

Остальные 20÷30 % загрязнений представляют собой суспензии и эмульсии (соответственно $BV < 0$ мг/л, $НП < 50$ мг/л).

В соответствии с вышеизложенным построена технология очистки поверхностного стока по стадиям:

- на первой – простейший отстойник;
- на второй – коалесценция – разрушение эмульсий (нефтепродуктов);
- на третьей – сепарация укрупненных нефтепродуктов и взвешенных веществ (ламинарный отстойник);
- на четвертой - фильтрация, в основном, взвешенных веществ в слое пористых гранул с высокой грязеемкостью;
- на пятой - I ступень сорбции нефтепродуктов специальным сорбентом и фильтрация взвешенных веществ (фильтр I ступени);
- на шестой - II ступень сорбции нефтепродуктов специальным сорбентом и фильтрация взвешенных веществ (фильтр II ступени).

Сток под напором подается на установку и поступает в камеру гашения напора. Далее сток проходит через коалесцирующие пластины, где разрушаются эмульсии. Укрупненные капли нефтепродуктов отрываются от коалесцирующих пластин и потоком под полупогружной перегородкой выносятся в зону сепарации.

Сепарация осуществляется по схеме «снизу – вверх».

Благодаря тонкослойным модулям устраняется гидравлическая пульсация, что позволяет

интенсивно выделить нефтепродукты. Капли нефтепродуктов, всплывая, дополнительно укрупняются на наклонных пластинах, что обеспечивает их быстрое всплытие на поверхность.

Взвешенные вещества оседают на наклонных пластинах, уплотняются, сползают под силой гравитации вниз и накапливаются в конусе сепаратора.

Периодически осадок удаляется через стояк переносным насосом или специальным авто-транспортом.

Через переливную регулируемую планку под отбойником сток поступает в зону фильтрации. Фильтрация осуществляется по схеме «сверху – вниз».

Сток, проходя через слой пористых гранул, очищается от взвешенных веществ.

Далее фильтрацией через сорбент сорбируются остатки эмульсий нефтепродуктов и задерживаются остатки взвешенных веществ.

Во втором слое сорбента осуществляется финальная очистка нефтепродуктов и взвешенных веществ. Далее сток из зоны фильтрации под полупогружной перегородкой поступает в камеру сброса, откуда самотеком по трубопроводу отводится из установки.

Осадок, накопившийся в грязеуловителе, периодически вывозится на специальном авто-транспорте, а нефтепродукты собираются нефтесорбирующими плавающими бонами.

Вариант выпуска очищенного стока определяется требованиями, установленными государственными органами контроля. Очищенные ливневые воды можно использовать для полива территории и для технических целей.

Выводы. Установки ВЛ.М-1/20 Украинско-Российского экологического предприятия «Комплект Экология» Украина разработаны с высокой степенью очистки, минимальными затратами на строительство, просты, надёжны в эксплуатации, компактны, имеют возможность к расширению, не требуют постоянного обслуживания.

Эффективность очистки:

взвешенные вещества до очистки - 500 мг/л, после очистки - 3мг/л;

нефтепродукты до очистки - 14 мг/л, после очистки - 0,05 мг/л.

По мере технического и научного прогресса способы очистки нефтесодержащих ливневых сточных вод будут совершенствоваться и в дальнейшем.

Список литературы

1. Лихачев Н.И., Ларин И.И., Хаскин С.А. и др. Канализация населенных мест и промышленных предприятий / Под общей ред. В.Н. Самохина. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.
2. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Жуков А. И. и др. Канализация: Учебник для вузов. – Изд. 5-е, перераб. И доп. – М.: Стройиздат, 1975. – 632 с.
3. Игнатенко А.Г., Ушаков П.Ф., Васливанов А.А.. Каталог оборудования для очистки природных и сточных вод / ЗАО научно- производственной фирмы «Экотон». – Харьков, 2006. – 120 с.
4. Вознесенский В.Н. Очистка ливневых и производственных сточных вод на локальных очистных сооружениях / В.Н. Вознесенский, В.В. Лядов // Водоснабжение и санитарная техника. 1999. - №6. – С. 29-30.
5. Стахов Е.А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов. – Л.: Недра, 1983. – 263 с.
6. Справочное пособие к СнП 2.04.03-85. Раздел 7. Сооружения для регулирования и очистки поверхностного стока с территории промпредприятий. – М.:Стройиздат, 1990г.
7. Ботук Б.О, Федоров Н.Ф. Канализационные сети - Стройиздат, 1977. – 254с.
8. Калицун В.И. Водоотводящие системы и сооружения – Москва Стройиздат, 1990г. – 331с.
9. Курганов А.М. Закономерности движения воды в дождевой и общесплавной канализации – М.: Стройиздат, 1982г. - 72с.
10. Алфёров Л.А., Нечаев А.П. Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий, комплексов и районов. – М.: Стройиздат, 1985г. - 272с.

Рукопись поступила в редакцию 19.03.14

УДК 621.771.014

Г.І. ТКАЧЕНКО, канд. техн. наук, доц.,
О.А. САМОЙЛЮК, магістрантка, А.О. ШЕПЕЛЬ, аспірантка
Криворізький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄМУ ОСЕРЕДКУ ДЕФОРМАЦІЇ ПРИ ПРОКАТУВАННІ ШТАБИ У ГЛАДКИХ ВАЛКАХ

У роботі розглядається поздовжня прокатка тонкої штаби у гладких валках, при якій деформація здійснюється між валками при їхньому обертанні в різних напрямках.

Процес обтиснення металу тиском характеризується геометричними розмірами та формою осередку деформації. Геометрично осередок деформації містить елементи кола, і для чисельного визначення об'єму осередку деформації використана формула Сімпсона з автоматичним вибором кроку інтегрування для заданої точності

За допомогою розробленої комп'ютерної програми було визначено обтиснення штаби за дванадцять проходів та досліджена зміна геометричного об'єму осередку деформації в залежності від обтиснення та фактору форми.

Методами кореляційно-регресивного аналізу встановлені тіснота та форми зв'язку між об'ємом осередку деформації та обтиснення і фактором форми для розширення, розрахованого за різними формулами. Встановлено, що у всіх випадках спостерігається стійка статистична, нелінійна залежність об'єму осередку деформації від обтиснення і фактору форми. Вперше запропонована формула для обчислення об'єму осередку деформації, яка враховувала розширення штаби, визначене за теоретичними формулами: Жеза, Губкина, Зібеля, Чекмарьова. Встановлені закономірності дозволили розширити уявлення о взаємозв'язках характерних параметрів геометричного осередку деформації.

Ключові слова: поздовжня прокатка, штаба, осередок деформації, розширення, кліть

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Найбільш розповсюдженим методом обробки металів тиском є прокатка, при якій вихідна заготовка обтискується валками прокатного стану для зменшення поперечного перерізу заготовки і надання їй заданої форми. В даній статті розглядається гаряча поздовжня безперервна прокатка, при якій метал знаходиться одночасно відразу в декількох клітях. З одного боку, це прискорює обробку та зменшує енерговитрати на повторний нагрів металу між циклами прокатки. З іншого - вимагає високої точності і злагодженості роботи всіх механізмів прокатного стану для забезпечення необхідних геометричних розмірів і фізичних властивостей одержуваних виробів.

Будь який процес обробки металу тиском характеризується геометричними розмірами та формою осередку деформації.

Як зазначено в роботі [1], осередок деформації для обробки металів тиском по важливості можна порівняти з корисним об'ємом доменної печі при виробництві чавуну. Але недостатня увага об'єму металу в осередку деформації та часу перебування в ньому може негативно впливати на якість металу при прокатуванні. Тому дослідження об'єму осередку деформації з метою забезпечення необхідних геометричних розмірів і фізичних властивостей кінцевого продукту є актуальним науково-практичним завданням.

Аналіз досліджень і публікацій. В процесі прокатки, в результаті обтиснення штаби валками, метал тече як в поздовжньому, так і в поперечному напрямі. Величина розширення залежить перш за все від обтиснення, причому по мірі збільшення обтиснення в осередку деформації росте і розширення. Багатьма авторами встановлено, що зміна ширини штаби по довжині осередку деформації має криволінійний характер. В теоретичних висновках форму осередку деформації в плані зазвичай приймають за трапецію [2].

Разом зі встановленням характеру зміни ширини штаби в осередку деформації треба знати також величину повного розширення Δb , отриманого штабою при прокатці. Це особливо важливо при прокаті в калібрах, оскільки неточно визначена величина розширення може привести до переповнення або до не заповнення калібру. Але для спрощення розв'язання задач у багатьох випадках розширенням штаби знехтують [3].

Розширення штаби при сталому режимі прокатування - одна з найголовніших проблем, тому що в результаті необхідно отримати заготовку з заданими параметрами. По вертикалі контроль здійснюється підвищенням жорсткості робочих клітей, а по горизонталі наплив контролювати набагато важче через те, що він залежить від багатьох параметрів технологічного процесу.

Для розрахунку розширення при прокатці запропоновано багато формул. Ці формули створювалися на різних етапах розвитку теорії прокатки і відрізняються істотно. Одна з найбільш ранніх є формула Л. Жеза [2], яка враховує вплив тільки абсолютного обтиску на розширення. Мається на увазі, що вплив решти всіх параметрів прокатки може бути врахований показником, величина якого визначається експериментальним шляхом. Дослідженнями встановлено, що показник розширення a при прокатці з великими обтисненнями не є константою і набуває значень до 1,0. Тому формулою Л. Жеза можна користуватися тільки при прокатці з помірними обтисненнями ($a=0,25-0,48$), або в тих випадках, коли відома величина показника a для конкретних умов прокатки.

Наступною, відносно простою і популярною є формула Е. Зібеля [2], яка враховує вплив на розширення відносного обтиснення і довжини осередку деформації.

До більш складніших і точніших формул для розрахунку розширення відносяться формули С.І. Губкіна і О.П. Чекмарьова [4].

Вони належать до розряду емпіричних оскільки отримані в результаті обробки і опису експериментальних даних.

Постановка завдання. Метою роботи є встановлення закономірностей зміни об'єму осередку деформації від обтиснення та фактору форми при прокатуванні у гладких валках. Для порівняння точності обчислень, при визначенні об'єму осередку деформації, було прийнято рішення скористатися найбільш відомими формулами для розрахунку розширення

Викладення матеріалу та результати. Виконаємо розрахунок об'єму осередку деформації. Тіло осередку деформації показано на рис. 1.

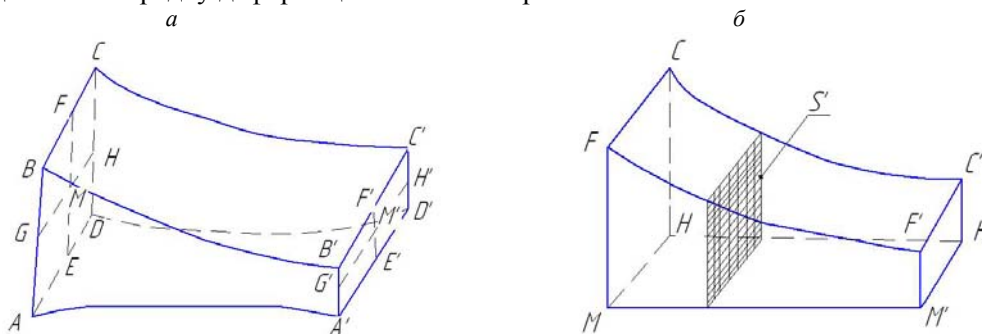


Рис. 1. Тіло осередку деформації: а- ціле тіло; б- частина тіла осередку деформації

Дана фігура симетрична відносно площини проведеної через середини відрізків BC та $B'C'$, AD та $A'D'$. Вона також симетрична відносно площини проведеної через середини відрізків AB та DC , $A'B'$ та $D'C'$.

Провівши ці площини вихідна фігура розділиться на чотири частини, які мають однаковий об'єм. Тому достатньо знайти об'єм однієї частини, а об'єм осередку деформації буде у чотири рази більше.

З боків дана фігура обмежена площинами $FCHM$, $HCC'H'$, $F'C'H'M'$ та $FF'M'M$, які перпендикулярні площині основи $MHH'M'$ зверху тіло обмежене циліндричною поверхнею з радіусом валка R .

Помістимо початок координат в точку M , так як площини $MHH'M'$, $MFF'M'$ і $MFCH$ взаємно перпендикулярні, тоді відрізок MM' буде розташовуватись на осі x , відрізок MH на осі y і відрізок MF на осі z .

Переріз S' являє собою прямокутник паралельний площині $MFCH$, тоді об'єм даної фігури може бути знайдений шляхом інтегрування площ перерізу S' уздовж прямої MM' :

$$V = \int_0^{|MM'|} S(x) dx,$$

де $|MM'|$ - довжина відрізка MM' ; $S'(x)$ - площа перерізу.

Площу перерізу знаходимо як добуток довжин основи та висоти: $S'(x) = y(x)z(x)$, де $y(x)$, $z(x)$ - відповідно довжина основ та висоти.

Для знаходження $y(x)$ спроектуємо нашу фігуру на площину xoy (рис. 2а).

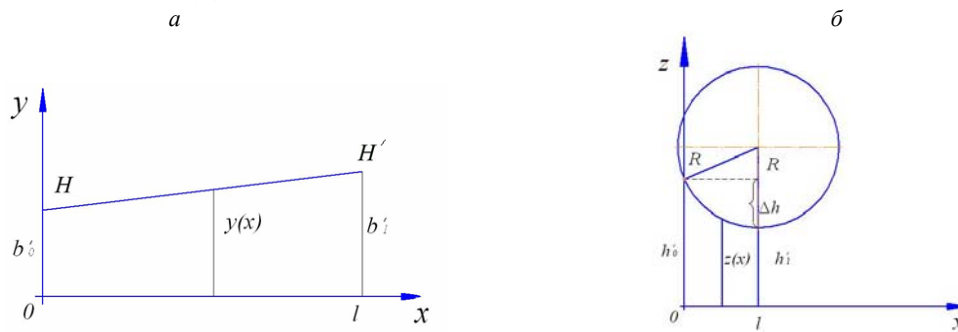


Рис. 2. Проекція фігури на площину: а - xoy ; l - довжина відрізка MM' ; b'_0 - половина ширини штаби на вході в кліть; b'_1 - половина ширини штаби на виході із кліті; б - xoz ; h'_0, h'_1 - половина висоти штаби відповідно на вході та виході з кліті; R - радіус валка; $\Delta h' = h'_1 - h'_0$ зміна висоти

Для знаходження зміни ширини $y(x)$ знайдемо рівняння прямої HH'

$$\frac{x}{l} = \frac{y - b'_0}{b'_1 - b'_0}, \text{ звідси: } y(x) = \frac{x}{l}(b'_1 - b'_0) + b'_0.$$

Для знаходження $z(x)$ скористаємося рис. 2б, на якому показана проекція фігури на площину xoz , і рівнянням кола $(x - l)^2 + (z - (R + h'_1))^2 = R^2$.

$$\text{Звідси } z(x) = \sqrt{R^2 - (x - l)^2} + (R + h'_1).$$

З цього ж рисунка знаходимо довжину l

$$l = \sqrt{R^2 - (R - \Delta h')^2}.$$

Отже, площа перерізу $S'(x)$ визначається за формулою

$$S'(x) = \left(\frac{x}{l}(b'_1 - b'_0) + b'_0 \right) \left(\sqrt{R^2 - (x - l)^2} + (R + h'_1) \right).$$

Позначимо $\Delta b' = b'_1 - b'_0$ - приріст ширини штаби, таким чином об'єм осередку деформації буде

$$V = 4 \int_0^{\sqrt{R^2 - (R - \Delta h')^2}} \left(\frac{x}{l} \Delta b' + b'_0 \right) \left(\sqrt{R^2 - (x - l)^2} + R + h'_1 \right) dx.$$

Оскільки фігуру розділено на чотири симетричні частини, тому для знаходження об'єму осередку деформації усієї фігури достатньо занести коефіцієнт 4 під знак інтеграла

$$V = \int_0^{\sqrt{R^2 - (R - \Delta h')^2}} \left(\frac{x}{l} \Delta b + b_0 \right) \left(\sqrt{D^2 - 4(x - l)^2} + D + h_1 \right) dx, \quad (1)$$

де b_0 - ширина штаби на вході в кліть; $\Delta b_1 - b_0$ - розширення штаби; D - діаметр валка; h_1 - ширина штаби на виході з кліті.

Так як обчислення виконується на комп'ютері, немає необхідності в явному знаходженні певного інтеграла.

Геометрична фігура містить елементи кола, то для чисельного визначення об'єму зручно скористатися відомою формулою Сімпсона [5] з автоматичним вибором кроку інтегрування для заданої точності.

Інтерфейс програми для розрахунку осередку деформації представлений на рис. 3.

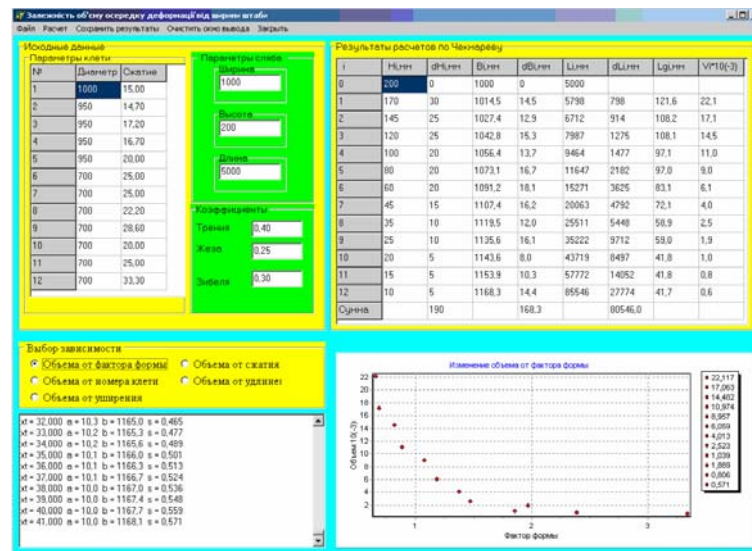
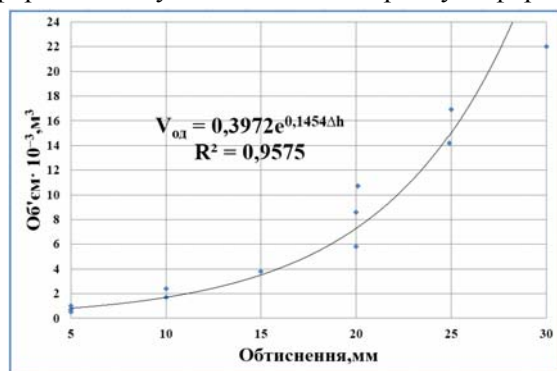
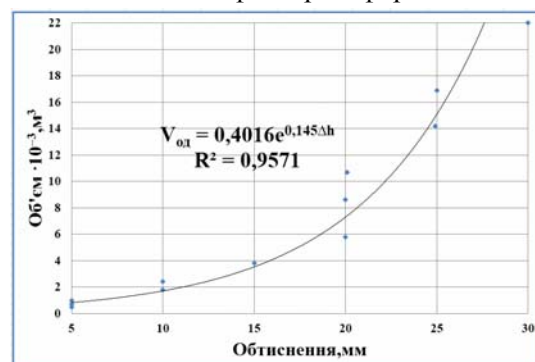


Рис. 3. Інтерфейс програми для розрахунку об'єму осередку деформації

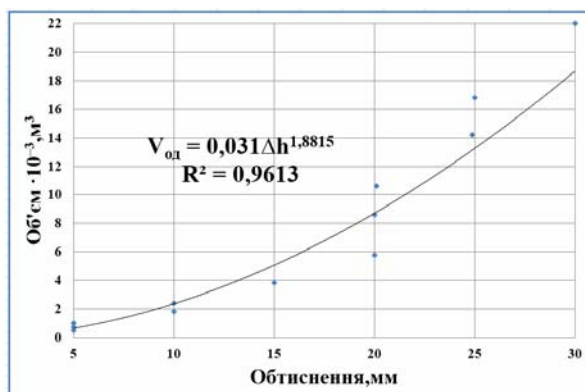
Отже, до кінцевої формули (1) розрахунку об'єму осередку деформації входить такий параметр розширення, який можна визначити за формулами: Жеза, Зібеля, Губкіна та Чекмарьова. Розрахуємо розширення для всіх клітей чорнової та чистої групи. За результатами розрахунків побудуємо графіки залежності об'єму осередку деформації від обтиснення (рис.3) та фактору форми (рис.4). Методами кореляційно-регресивного аналізу встановлені тіснота та форми зв'язку між об'ємом осередку деформації та обтиснення та фактором форми.



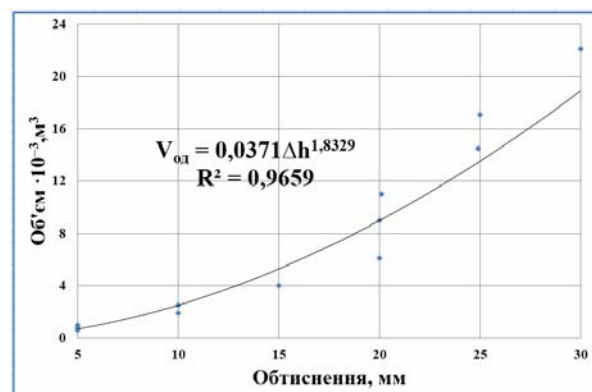
За Жезом



За Губкіним



За Зібелем



За Чекмарьовим

Рис.4. Графіки залежності об'єму осередку деформації від обтиснення

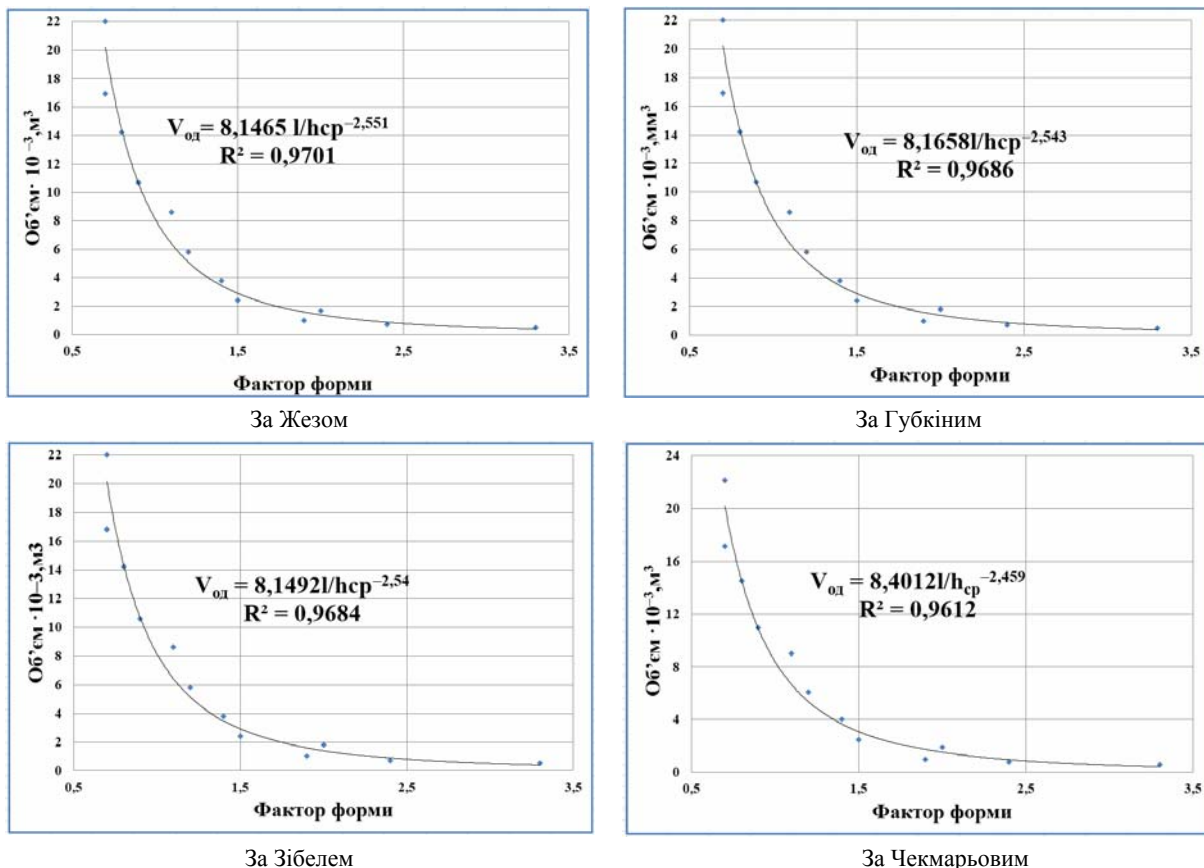


Рис.5. Графіки залежності об'єму осередку деформації від фактору форми

Залежність об'єму осередку деформації від обтиснення та фактору форми має високі значення коефіцієнта детермінації, що пояснюється високим зв'язком факторіальної ознаки.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Вперше запропонована формула для обчислення об'єму осередку деформації, яка враховувала розширення штаби, визначене за теоретичними формулами: Жеза, Губкіна, Зібеля, Чекмарьова. Встановлені закономірності дозволили розширити уявлення о взаємозв'язках характерних параметрів геометричного осередку деформації.

За допомогою розробленої комп'ютерної програми було визначено обтиснення штаби за 12 проходів та досліджена зміна геометричного об'єму осередку деформації впродовж прокатного стану, від кліті до кліті.

Методами кореляційно-регресивного аналізу встановлені тіснота та форми зв'язку між об'ємом осередку деформації та обтисненням і фактором форми. Встановлено, що у всіх випадках спостерігається стійка статистична, нелінійна залежність об'єму осередку деформації від обтиснення та фактору форми.

Розроблення моделі з метою комплексного дослідження фізичного і геометричного осередку деформації при прокатуванні листового металу буде складовою частиною подальших досліджень авторів.

Список літератури

1. **Бережний М.М.** Енергетичний баланс та реологічні властивості осередку деформації при прокатуванні штаби гладкими валками [Текст]: монографія / **М.М. Бережний, В.А. Чубенко, А.А. Хіноцька.** - Кривий Ріг: Чернявський Д.О., 2011. - 117 с.
2. **Грудев А.П.** Теорія прокатки [Текст]: Учебник для вузов / **А.П. Грудев** - М.: Металлургия, 1988. - 240 с.
3. **Старченко Д.І.** Динаміка повздовжньої прокатки [Текст]: навч. посібник / **Д.І. Старченко** - Київ: ІСДО, 1995. - 384 с.
4. **Коновалов Ю.В.** Справочник прокатчика. Часть 1. Производство горячекатаных полос и листов / **Ю.В. Коновалов.** - М.: Теплотехник, 2008. - 640 с.
5. **Демидович Б.П.** Основы вычислительной математики / **Б.П. Демидович, И.А. Марон.** - М.: Наука, - 1966. - 664 с.

6. Бережний М.М. Вплив внутрішньої поверхні металів на їх поведінку під час деформації / М.М. Бережний В.А. Чубенко // Вісник Криворізького технічного університету: Кривий Ріг, 2007. – Вип. 19. – С. 65-68.
7. Бережний М.М. Сучасний стан і перспективи металургії України / М.М. Бережний, В.І. Міхєєва, В.А. Чубенко, В.П. Мовчан // Вісник Криворізького технічного університету: Кривий Ріг, 2003. - Вип. 1. - С. 44-46.
8. Бережний М.М. Дослідження роботи циклонів з використанням параметра часу перебування в них продуктів / М.М. Бережний, Т.А. Олійник, В.П. Яременко // Вісник Криворізького технічного університету: Кривий Ріг, 2007. – Вип.19. – С. 61-65
9. Бережний М.М. Зменшення густини металу під час стружкоутворення / М.М. Бережний, Ю.Г. Вілкул, В.А. Чубенко // Вісник Криворізького технічного університету. Кривий Ріг, 2004. - Вип. 5. - С. 72-76.
10. Бережний М.М. Геометрія осередку деформації при поздовжньому прокатуванні / М.М. Бережний, В.А. Чубенко, А.А. Хіноцька, О.І. Прокопенко // Вісник Криворізького технічного університету: Кривий Ріг, 2011. - Вип. 27. - С. 155-158.

Рукопись поступила в редакцию 19.03.14

УДК 622.271

А.Е. БИЛЕНКО, В.В. ТЕРЕЩЕНКО, В.Г. ПШЕНИЧНЫЙ, Ю.В. ПЕРЕГУДОВ
ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

ГОРНОТЕХНИЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ОТРАБОТАННОГО КАРЬЕРА №2 ПАО «ЦГОК» ВСКРЫШНЫМИ ПОРОДАМИ ГЛЕЕВАТСКОГО КАРЬЕРА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМБИНИРОВАННОГО СПОСОБА ЗАСЫПКИ

Показана актуальность горнотехнической рекультивации для Кривбасса и ПАО «ЦГОК». Предложены технические решения по совместной засыпке карьера №2 вскрышными породами экскаваторным и бульдозерным способами. Для экскаваторного способа засыпки рассмотрена доставка как железнодорожным, так и автомобильным транспортом. Обоснованы безопасные параметры засыпки карьера №2 драглайнами и бульдозером.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Проблема рекультивации карьеров остро стоит в современных условиях Кривбасса. Одним из направлений горнотехнической рекультивации отработанных карьеров является засыпка их вскрышными породами действующих карьеров. Близкое расположение отработанного карьера №2 ПАО «ЦГОК» к эксплуатируемому Глееватскому карьеру позволяет использовать выработанное пространство карьера №2 для складирования вскрышных пород и одновременно осуществлять его горнотехническую рекультивацию.

В настоящее время засыпка карьера №2 осуществляется драглайнами с доставкой вскрышных пород железнодорожным транспортом, согласно разработанных проектных решений [1]. Постепенное выбытие автомобильных отвалов Глееватского карьера обуславливает необходимость поиска новых земель для формирования бульдозерных отвалов. Поэтому возникает задача разработки технологии засыпки карьера №2 при доставке вскрышных пород как железнодорожным, так и автомобильным транспортом.

Анализ исследований и публикаций. Анализ теории и практики складирования вскрышных пород в выработанное пространство карьера показывает, что эффективная технология засыпки отработанных карьеров позволяет существенно улучшить технико-экономические показатели отвалообразования, уменьшить площади земель отчуждаемых под внешние отвалы.

При этом, для упрощения организации производства отвальных работ и обеспечения минимальных затрат на транспортирование вскрышных пород, засыпку предпочтительно осуществлять одним ярусом с дневной поверхностью.

Если устойчивая высота отвального яруса меньше глубины карьера, то формирование внутреннего отвала должно осуществляется ярусами с максимальной высотой по условию устойчивости.

В работе [2] предложен способ засыпки отработанных карьеров (до 300 м) одним ярусом.

Для обеспечения устойчивости отсыпаемого яруса отвала и увеличения его высоты, на дне карьера формируют насыпи в виде полуконусов до сопряжения их боковых откосов, служащих дополнительным упором для отсыпаемых пород.

При заполнении отработанного карьера глинистыми и песчано-глинистыми породами со скальными включениями был предложен способ отдельного их складирования одним ярусом [3].

В работе [4] описан способ засыпки отработанных карьеров, который предусматривает перед отсыпкой вскрышных пород обрушение и взрывание полос в центральной части карьера с формированием выемки и призмы упора.

При засыпке отработанных карьеров и зон обрушения предложен способ, предусматривающий отсыпку каждого вертикального слоя на ширину заходки, верхнюю часть которых выполняют в виде горизонтальных площадок [5].

Засыпка отработанного пространства карьеров осуществлялась на ряде отечественных и зарубежных месторождений [6,7].

В работе [8] приводится информация о засыпке Гологорского карьера вскрышными породами Карагайского магнезитового карьера.

Засыпка производилась автосамосвалами со специальных разгрузочных платформ, установленных на верхней площадке.

Засыпку Богословского и Волчанского угольных месторождений планировалось осуществлять одним ярусом на глубину 156 м.

Однако из-за недостаточной устойчивости отвала и бортов было принято решение осуществлять засыпку двумя ярусами высотой 93 и 63 м [9].

Формирование внутреннего отвала в выработанном пространстве карьера «III Геофизический» рудника им. 20-летия Казахской ССР производилось вскрышными породами карьеров «Южный» и «V Геофизический».

Отсыпка пород осуществлялась одним ярусом высотой 150 м при угле естественного откоса 36° .

Разгрузка автосамосвалов производилась на площадке на расстоянии 5 м от верхней бровки отвального яруса с последующим перемещением пород под откос бульдозером. Общий объем складированных пород составил 9500 тыс. м³.

Экономический эффект составил 570 тыс.руб/год.

Анализ исследований показывает, что производительная и безопасная отсыпка вскрышных пород в выработанном пространстве может осуществляться как бульдозерным, так и экскаваторными способами, при этом необходимо рассчитать высоту отвальных ярусов и определить этапность складирования с учетом физико-механических свойств складированных пород и формой выработанного пространства.

Постановка задачи. Задачей данной статьи является обоснование технологии складирования вскрышных пород, извлекаемых из Глееватского карьера, в выработанном пространстве карьера №2 при выполнении его горнотехнической рекультивации.

Изложение материала и результаты. На данный момент вскрышные породы Глееватского карьера направляются на рекультивацию карьера №2, временный внутренний отвал в южном торце Глееватского карьера и строительство дамб хвостохранилища.

Карьер №2 имеет глубину около 180 м и остаточную емкость около 44,4 млн м³ (рис. 1).

Ввиду острой необходимости в отвальных площадях для размещения вскрышных пород Глееватского карьера, институтом «ГПИ «Кривбасспроект» совместно с ПАО «ЦГОК» было принято решение максимального использования отвальной емкости карьера №2 под размещение годовых объемов вскрышных пород Глееватского карьера.

На момент проектирования горнотехническая рекультивация карьера №2 производилась вскрышными породами Глееватского карьера.

Засыпка осуществлялась двумя драглайнами ЭШ-10/70 и ЭШ-10/50 с доставкой вскрышных пород железнодорожным транспортом.

Увеличение объемов рекультивации возможно было только за счет применения комбинированного способа засыпки, возможность которого рассмотрена в работе [10], что в свою очередь потребовало привлечения специализированной организации КП «Академический Дом» для обоснования возможности применения бульдозерного способа и обоснования безопасных параметров совместной засыпки карьера №2 экскаваторным и бульдозерным способами.

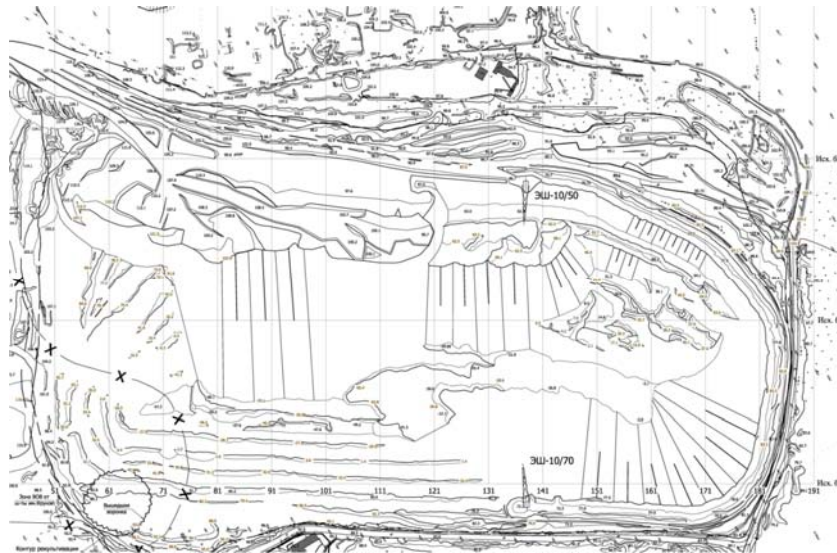


Рис. 1. Фактическое состояние отвальных работ в карьере №2 при его горнотехнической рекультивации

Проектными решениями предусмотрена горнотехническая рекультивация отработанного карьера №2 вскрышными породами Глееватского карьера с применением комбинированного способа засыпки. Рекультивация карьера №2 до уровня дневной поверхности предусматривается выполнить до 2021 г.

При засыпке карьера №2 драглайнами, должна выдерживаться берма безопасности, значения которой при разных группах пород и различной высоте яруса приведена в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость ширины бермы безопасности для драглайнов от высоты яруса для разных групп пород

Группы пород	Высота яруса				
	70 м	90 м	110 м	130 м	150 м
I группы	10	12	14	16	18
II группы	15	17	20	25	30

Примечание. В таблице породы I группы – скальные с примесью неустойчивых пород до 25%, породы II группы – смешанные в соотношении до 50/50%. При отсыпке нижней части яруса, призмы упора, необходимо использовать только породы I группы.

При рекультивации карьера №2 бульдозерным способом, согласно рекомендаций специализированной организации по устойчивости КП «Академический дом» [11], разгрузка автосамосвалов должна осуществляться на расстоянии не менее 10 м от верхней бровки откоса, а окончательное планирование поверхности производиться бульдозерами путем кратковременного подъезда, не ближе 3 метров к верхней бровке откоса.

При этом максимальная высота яруса, по условию обеспечения безопасности работ, составляет 75 м.

Ввиду того, что глубина карьера составляет 180 м, а максимальная высота яруса 75 м, засыпка карьера №2 по всему фронту бульдозерным способом невозможна.

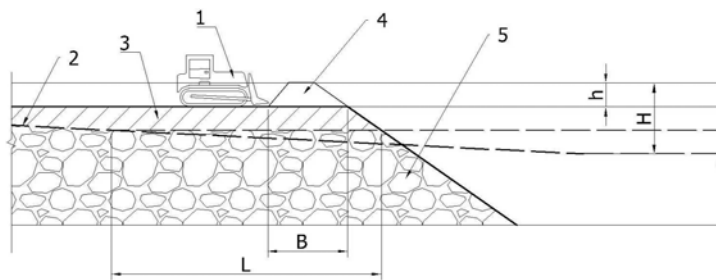
Поэтому специалистами ГПИ «Кривбасспроект» была предложена технология послойной отсыпки вскрышных пород бульдозерным способом, высотой яруса не превышающей допустимую по условию безопасности.

Для этого было проанализировано фактическое положение дна карьера №2 и найдено место начала отсыпки и размещения трассы, позволяющей постепенно понижать отметку яруса безопасной высоты, по мере приближения отвальных работ к дну карьера.

Отсыпаемая трасса включает в себя съезды.

Ширина трассы составляет 60 м для обеспечения фронта для бульдозера и разворотной площадки для автосамосвалов с учетом призм возможного обрушения.

Формирование съездов при рекультивации карьера №2 бульдозерным способом предусматривается осуществлять подслоями высотой $h=2-2,5$ м (рис. 2).



мируемого съезда; h – высота подслоя

Рис. 2. Схема формирования съездов при рекультивации карьера №2 бульдозерным способом: 1 – бульдозер; 2 – формируемый съезд; 3 – перемещаемый объем отсыпанных вскрышных пород; 4 – вскрышные породы защитного вала; 5 – отсыпанные вскрышные породы; B – берма безопасности при работе бульдозера; L – минимальная длина горизонтальной площадки для дальнейшей отсыпки вскрышных пород; h – высота формируемого съезда

Каждый подслоя формируется горизонтально, после чего бульдозером, который всегда должен находиться от верхней бровки на расстоянии не меньше B , формируется участок съезда. При этом после формирования очередного подслоя должна оставаться горизонтальная площадка L , длиной не менее 50-60 м, для обеспечения возможности дальнейшей отсыпки следующего горизонтального слоя.

В соответствии с проектными решениями ГПИ «Кривбаспроект», формирование внутреннего одноярусного отвала в отработанном карьере № 2 предусматривается отсыпкой вскрышных пород драглайнами и автомобильным транспортом в следующем порядке.

Засыпка карьера №2 предусматривается драглайнами ЭШ-10/50 и ЭШ 6,5/45 с доставкой пород железнодорожным транспортом и бульдозером Komatsu D-375. С 2016 года также драглайном ЭШ-10/70 с доставкой пород автомобильным транспортом. Состояние отвальных работ и расстановка оборудования показана на рис. 3.

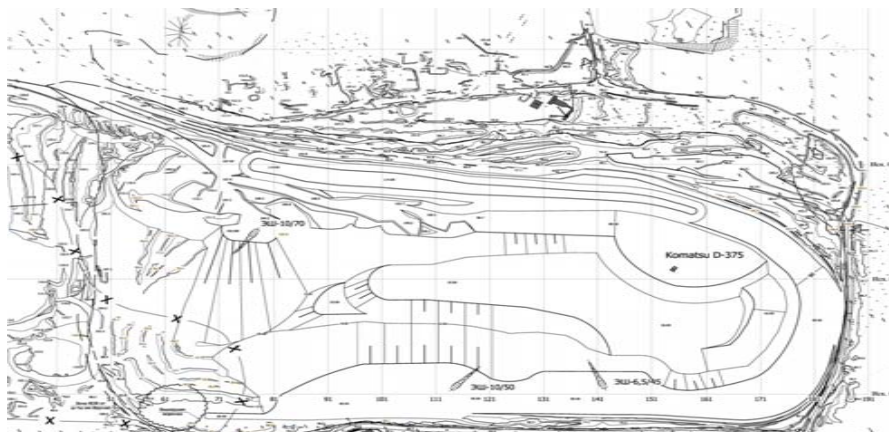


Рис. 3. Положение отвальных работ в карьере №2 при его горнотехнической рекультивации по состоянию горных работ на 2016 г.

План карьера №2 после завершения его горнотехнической рекультивации приведен на рис. 4.

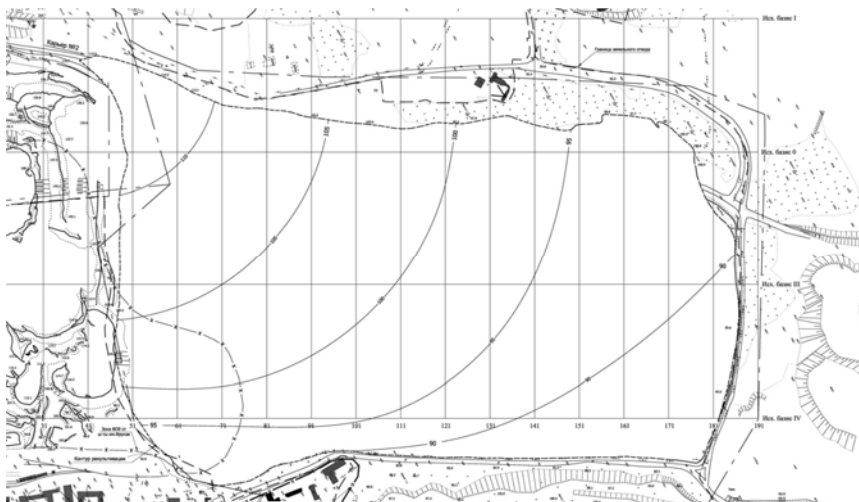


Рис. 4. План карьера №2 после завершения его горнотехнической рекультивации

Выводы и направления дальнейших исследований. Применение комбинированного способа засыпки при горнотехнической рекультивации отработанного карьера №2 ПАО «ЦГОК» вскрышными породами Глееватского карьера позволило, с учетом обеспечения безопасной работы драглайнов и бульдозера, снизить дефицит выбывающих отвальных емкостей Глееватского карьера, улучшить технико-экономические показатели ПАО «ЦГОК» и уменьшить срок горнотехнической рекультивации карьера №2.

Список литературы

1. Рабочий проект с ТЭО промышленного значения магнетитовых и окисленных железистых кварцитов участка №6 карьера №2 и складирования в нем вскрыши. Проект. – Кривой Рог: «ГПИ «Кривбасспроект».
2. Способ отвалообразования при открытой разработке месторождений полезных ископаемых. А.с. 1265329 СССР/ А.М.Михайлов, В.А.Ковалевский и Г.Л.Андрюц – опубл. 23.10.86. Бюл. У 39.
3. Способ заполнения отработанных глубоких карьеров рыхлыми породами со скальными включениями. А.с. 1788250 СССР/ А.Ю. Дриженко, В.И. Симоненко, А.И. Богданец. – опубл. 15.01.93 Бюл. №2.
4. Способ засыпки отработанных карьеров. А.с. 1245705/ А.М. Михайлов, В.А. Ковалевский – опубл. 23.07.86 Бюл. №27.
5. Способ восстановления поверхности площадей отработанных карьеров и зон обрушения. А.с. 3237336/ А.М. Михайлов – опубл. 23.07.82. Бюл. № 27
6. M. Donnadien. Rihabilitation de sites miniers, CoGEMA, 1993.
7. M. Duplet. Le basin de Morquise (Pas de Calis) – Un paysager a 30 ans, Sous Sol, 25, 1998.
8. Поклонский П.С. Высокие отвалы на карьерах. – Горный журнал, 1957. – №10. – С 22-25.
9. Дороненко Е.П. Рекультивация земель, нарушенных открытыми разработками. М., Недра, 1979.
10. Рекомендации по засыпке выработанного пространства карьера №2 ЦГОКа. – Кривой Рог: КГРИ, 1991.
11. Геомеханическое обоснование устойчивости бортов карьера №1 ПАО «ЦГОК». Отчет. – Кривой Рог: КП «Академический дом».

Рукопись поступила в редакцию 19.03.14

УДК 622.27+622.341

Е.В. КИВГИЛА, ПИВНЁВ С.И., ТЕРЕШОНКОВ А.Н., А.Ю. РОМАНОВ
ГП "ГПИ Кривбасспроект"

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СОВМЕСТНОЙ ОТРАБОТКИ МАГНЕТИТОВЫХ КВАРЦИТОВ ПЕРВОМАЙСКОГО КАРЬЕРА И ШАХТЫ «ПЕРВОМАЙСКАЯ» СЕВЕРНОГО ГОКа ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

Предложены и обоснованы технологические варианты открыто-подземной разработки Первомайского месторождения. По ряду критериев выполнен расчёт и создана технико-экономическая модель, условно описывающая указанную совместную отработку.

Проблема и её связь с практическими задачами. При отработке Криворожских железорудных месторождений открытым способом и переходе карьеров на граничный проектный контур остро встал вопрос способа дальнейшего ведения горных работ. Возникла необходимость перехода с открытых на подземные горные работы с промежуточной совместной открыто-подземной разработкой.

Вопросы вскрытия запасов карьерами и шахтами на многих предприятиях решаются еще по независимым схемам без учёта специфических особенностей совместного в будущем ведения открытых и подземных горных работ на одном месторождении.

Комбинированная разработка рудных месторождений получила широкое распространение в отечественной и зарубежной практике. Технология открытых и подземных горных работ в зоне взаимного их влияния достаточно полно изучена и практически освоена. Разработанные мероприятия обеспечивают безопасные условия ведения работ.

В практике комбинированной разработки на некоторых предприятиях используются определенные технологические особенности, в том числе: размещение отвалов в зоне обрушения от ведения подземных работ рудника (ЦГОК, Зыряновский, Бакальский, Западный Каражал, Высокогорский рудники и др.); использование части вскрышных пород для закладки подземных пустот через породоспуски или скважины большого диаметра (Алтын-Топканский, Зырянов-

ский, «Эрцберг» и другие рудники); обустройство приграничных подземных блоков из карьера (Лебяжинский, Зыряновский рудники); транспортирование руды из карьера и подземного рудника по общим подземным выработкам (комбинат «Апатит», рудники Алтын-Топканский, Пихосальми); использование подземных выработок для выемки руды подземным способом (месторождение Чамбиши). Перечисленные особенности оказывают существенное благоприятное влияние на технико-экономические показатели как открытых, так и подземных горных работ.

Постановка задачи. Для обоснования рационального варианта разработки магнетитовых кварцитов Первомайского карьера и шахты «Первомайская» открыто-подземным способом институтом ГП «ГПИ»Кривбасспроект» был произведен анализ и сравнительная оценка эффективности вариантов разработки месторождения при совместном ведении открытых и подземных горных работ.

Изложение материала и результаты. В процессе работы было разработано девять технологических вариантов открыто-подземной разработки Первомайского месторождения. Все технологические варианты условно разбиты на две группы в зависимости от существующих в настоящее время транспортных коммуникаций карьера:

без переноса транспортных коммуникаций с северо-восточного борта карьера «с первого по пятый вариант»;

с переносом транспортных коммуникаций с северо-восточного борта карьера «с шестого по девятый вариант».

Вариант 1. Подземным способом отрабатываются балансовые запасы залежи «Северная» и северная часть залежи «Южная» до границы временного целика, предохраняющего транспортные коммуникации северо-западного борта карьера. Карьер отрабатывает балансовые запасы, расположенные в северной части рудного тела № 2, до постановки северо-восточного борта карьера в проектное положение.

При подземной разработке применяются этажно-камерные системы разработки с принудительным обрушением налегающих пород.

Выдача полезного ископаемого из карьера осуществляется по существующей на сегодня технологической схеме.

Вскрышные породы утилизируются в существующие отвалы и частично в зону обрушения, образовавшуюся при отработке залежи подземным способом. Технологически шахта и карьер не связаны между собой.

Вариант 2. Подземным способом отрабатываются балансовые запасы залежей «Северная», «Южная», а также забалансовые запасы карьера. Открытым способом отрабатываются балансовые запасы северо-восточного борта карьера. До границы временного целика, предохраняющего транспортные коммуникации северо-западного борта карьера, горные работы ведутся с применением этажно-камерных систем разработки с принудительным обрушением налегающих пород. В пределах временного целика горные работы ведутся системами с закладкой выработанного пространства, что позволит одновременно вести горные работы на северо-восточном борту карьера и в шахте. Выдача полезного ископаемого и вскрышных пород из карьера осуществляется по существующей на сегодня технологической схеме.

Породы от производства вскрышных работ в карьере и от проходки горных выработок в шахте утилизируются в отвалы на поверхности, в зону обрушения от производства подземных горных работ и частично используются для производства закладочных смесей. Технологически шахта и карьер не связаны между собой.

Вариант 3. Подземным способом отрабатываются балансовые запасы залежей «Северная», «Южная», а также забалансовые запасы карьера. Открытым способом отрабатываются балансовые запасы северо-восточного борта карьера. До границы временного целика, предохраняющего транспортные коммуникации северо-западного борта карьера, горные работы ведутся подземным способом с применением этажно-камерных систем разработки с принудительным обрушением налегающих пород. В пределах временного целика горные работы ведутся системами с закладкой выработанного пространства, что позволит одновременно вести горные работы на северо-восточном борту карьера и в шахте. Выдача полезного ископаемого из подземных очистных блоков производится в карьер через пройденную доставочную штольню и через существующую ЦПТ на обогатительную фабрику. Доставка руды по горным выработкам и карьере осуществляется шахтными автосамосвалами.

Выдача полезного ископаемого и вскрышных пород из карьера осуществляется по существующей технологической схеме.

Породы от производства вскрышных работ в карьере и от проходки горных выработок в шахте утилизируются в отвалы на поверхности, в зону обрушения от производства подземных горных работ и частично используют для производства закладочных смесей. Технологически шахта и карьер взаимосвязаны между собой.

Вариант 4. Подземным способом отрабатываются балансовые запасы залежей «Северная», «Южная», а также забалансовые запасы карьера. Открытым способом отрабатываются балансовые запасы северо-восточного борта карьера. До границы временного целика предохраняющего транспортные коммуникации северо-западного борта карьера, горные работы ведутся с применением этажно-камерных систем разработки с принудительным обрушением налегающих пород. В пределах временного целика горные работы ведутся системами с закладкой выработанного пространства, что позволит одновременно вести горные работы на северо-восточном борту карьера и в шахте. Выдача полезного ископаемого из карьера осуществляется частично по существующей схеме, а частично через рудоспуск в дне карьера, подземный дробильный комплекс, по откаточным выработкам горизонта - 570 м, и по стволу шахты «Первомайская-2» на поверхность, далее на обогатительную фабрику. Породы от производства вскрышных работ в карьере и от проходки горных выработок в шахте утилизируются в отвалы на поверхности, в зону обрушения от производства подземных горных работ и частично используют для производства закладочных смесей. Технологически шахта и карьер взаимосвязаны между собой.

Вариант 5. Подземным способом отрабатываются балансовые запасы залежей «Северная», «Южная» а так же забалансовые запасы карьера. Открытым способом отрабатываются балансовые запасы северо-восточного борта карьера. До границы временного целика, предохраняющего транспортные коммуникации северо-западного борта карьера, горные работы ведутся с применением этажно-камерных систем разработки с принудительным обрушением налегающих пород. В пределах временного целика, горные работы ведутся системами с закладкой выработанного пространства, что позволит одновременно вести горные работы на северо-восточном борту карьера и в шахте. Доставка полезного ископаемого из подземных очистных блоков производится по горизонту -465 м, в бункерные комплексы горизонтов -465, -570 м и по стволам «Первомайская-1», «Первомайская-2» на поверхность, далее на обогатительную фабрику. Выдача полезного ископаемого из карьера осуществляется по существующей схеме.

Вскрышные породы нижних горизонтов доставляются через рудоспуск в дне карьера, подземный дробильный комплекс, по откаточным выработкам горизонта -570 м, и по стволу шахты «Первомайская-2» на поверхность.

Породы от производства вскрышных работ нижних горизонтов карьера и от проходки горных выработок в шахте утилизируются в отвалы на поверхности, в зону обрушения от производства подземных горных работ и частично используют для производства закладочных смесей. Технологически шахта и карьер взаимосвязаны между собой.

Непременным условием отработки месторождения по вариантам 6-9 является перенос транспортных коммуникаций, прекращение работ по добыче руды на северо-восточном борту Первомайского карьера. Разработке подлежат запасы магнетитовых кварцитов залежей «Северная» и «Южная», балансовые и забалансовые запасы северо-восточного борта Первомайского карьера. В этом случае осуществляется переход на отработку северо-восточного борта карьера подземным способом камерными системами разработки с принудительным обрушением.

Вариант 6. Выдача полезного ископаемого и вскрышных пород из карьера осуществляется по вновь организованной технологической схеме. Породы от производства вскрышных работ в карьере и от проходки горных выработок в шахте, утилизируются в отвалы на поверхности и в зону обрушения от производства подземных горных работ.

Вариант 7. Выдача полезного ископаемого и пустых пород из шахты, осуществляется шахтными дизельными самосвалами через штольню пройденную в дно карьера. Выдача полезного ископаемого, добытого в шахте и карьере, вскрышных пород, осуществляется по вновь организованной технологической схеме карьера. Породы от производства вскрышных работ в карьере и от проходки горных выработок в шахте утилизируются в отвалы на поверхности и в зону обрушения от производства подземных горных работ.

Вариант 8. Выдача полезного ископаемого из карьера осуществляется: с верхних добычных уступов - по вновь организованной технологической схеме; с нижних добычных уступов - через рудоспуск в дне карьера, подземный дробильный комплекс, по откаточным выработкам горизонта - 570 м, по стволу «Первомайская 2» на поверхность и далее на обогатительную фабрику. Породы от производства вскрышных работ в карьере и от проходки горных выработок в шахте, утилизируются в отвалы на поверхности и в зону обрушения от производства подземных горных работ

Вариант 9. Руда из карьера выдается по вновь организованной технологической схеме.

Вскрышные породы выдаются из карьера: с верхних уступов непосредственно в отвалы и зону обрушения; с нижних уступов карьера - через рудоспуск в дне карьера, подземный дробильный комплекс, по откаточным выработкам горизонта -570 м, по стволу «Первомайская-2» на поверхность и далее в отвалы или в зону обрушения.

Отсутствие количественных критериев, характеризующих различное сочетание горных работ во времени и пространстве в пределах одного месторождения затрудняет выбор наиболее оптимальных технологических решений. Как открытым, так и подземным горным работам свойственны свои технологические особенности, которые должны быть использованы при комбинированной разработке и за счет этого получены более высокие технико-экономические показатели по карьере, шахте и в целом по предприятию.

Наибольший эффект, в целом по предприятию, может быть получен при условии выделения для открытых горных работ максимальной части запасов месторождения и широком использовании при их извлечении некоторых благоприятных особенностей подземных горных работ.

Оценка эффективности разработки месторождения при совместном ведении открытых и подземных горных работ представляет собой сложную многовариантную задачу.

Для придания количественной определенности при выборе технологических вариантов разработки и выявления качественных взаимосвязей предлагается производить оценку вариантов по следующим критериям:

производительность предприятия;	полнота извлечения запасов;
сроки строительства;	срок отработки запасов;
необходимость отведения земель;	объемы капитального строительства.

В результате анализа и качественной оценки для дальнейшего технико-экономического расчета были отобраны следующие варианты:

вариант 2 - отработка месторождения подземным способом осуществляется с закладкой выработанного пространства с годовой производительностью 8 млн т; отработка месторождения открытым способом осуществляется с годовой производительностью 30 млн т; технологически шахта и карьер не связаны между собой;

вариант 4 - отработка месторождения подземным способом осуществляется с закладкой выработанного пространства с годовой производительностью 8 млн т; отработка месторождения открытым способом осуществляется с годовой производительностью 30 млн т. Технологически шахта и карьер связаны между собой. Часть полезного ископаемого из карьера в объеме 8 млн.т предусматривается выдавать через шахту;

вариант 8 - отработка месторождения подземным способом осуществляется без закладки выработанного пространства с годовой производительностью 10 млн т; отработка месторождения открытым способом осуществляется с годовой производительностью 30 млн т. Технологически шахта и карьер связаны между собой. Часть полезного ископаемого из карьера в объеме 4 млн т предусматривается выдавать через шахту.

Для выбора наиболее эффективного варианта из рассматриваемых была создана технико-экономическая модель, условно описывающая совместную открыто-подземную отработку Первомайского месторождения, которая имеет следующие параметры и допущения:

для оценки и сравнения вариантов определялась максимальная производительность горно-добывающего предприятия и период ее поддержания;

основным критерием эффективности приняты суммарные дисконтированные затраты;

затраты по процессам добычи определяются, исходя из условно-постоянных и условно-переменных фактических расходов с корректировкой на расчетный объем по проведенной научно-исследовательской работе;

оценка инвестиций на реконструкцию и модернизацию дробильных и обогащательных фабрик, а также расчет затрат по переделам дробления и обогащения не производились.

Таблица 1

Сравнимые показатели по вариантам

Наименование сравниваемых показателей	Вариант 2	Вариант 4	Вариант 8
Годовые эксплуатационные затраты, млрд грн.	1,95	2,03	1,92
Капитальные инвестиции, млрд грн.	3,62	3,37	3,36
Средневзвешенная по запасам себестоимость добычи 1 т руды по Первомайскому месторождению в целом, грн.	47,53	47,53	49,82
Суммарные дисконтированные затраты, млрд грн.	14,7	15	*

Основными составными частями, рассмотренными в технико-экономической модели, представленной в табл. 1 являются:

эксплуатационные затраты по каждому из вариантов;

капитальные инвестиции, необходимые для реализации вариантов.

Выводы. *Вариант 8* является нецелесообразным, так как неэффективно осуществлять переход к подземному способу отработки запасов полезных ископаемых, которые можно отработать открытым способом с меньшими эксплуатационными затратами.

Динамическая оценка варианта 8 не осуществлялась. Наиболее эффективным из рассматриваемых вариантов, исходя из суммарных дисконтированных затрат является *вариант 2*.

В результате проведенной работы были разработаны критерии качественной оценки вариантов открыто-подземной отработки Первомайского карьера и шахты «Первомайская», а также определён наиболее перспективный вариант для дальнейшего более детального расчета технико-экономических показателей на стадии ТЭО и проекта.

Список литературы

1. Обоснование эффективной совместной отработки магнетитовых кварцитов Первомайского карьера и шахты «Первомайская» открыто-подземным способом // Отчёт о НИР, ГП «ГПИ «Кривбасспроект», – Кривой Рог, 2013.
2. Щелканов В.А. Комбинированная разработка рудных месторождений, – М.: Недра, 1974.
3. Павленок Ф.Л., Кивгила Е.В., Ларионов О.О. Оценка схем вскрытия рудных запасов в бортах действующих карьеров с применением открыто-подземного способа разработки месторождений, ГП «ГПИ «Кривбасспроект», – Кривой Рог.
4. Андреев Б.Н., Письменный С.В., Бровко Д.В., Андреев Н.Б., Письменный И.А., Литвяк Б.И. Перспективы эксплуатации шахты «Первомайская» в геотехнологической системе «карьер-шахта» // Наукові праці ДонНТУ, Серія «Гірничо-геологічна» №7(135п), 2008. – с.54-60.
5. Отчёт по научно-исследовательской работе «Исследование сдвижения горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных залежей Кривбасса и Южно-Белозерского железорудного месторождения». Л., 1972, ВНИМИ.
6. Временные правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок на рудных месторождениях с неизученным процессом сдвижения горных пород. Л. 1966, ВНИМИ.
7. Обоснование рекомендаций и мероприятий по обеспечению устойчивости откосов и защите от подземных вод бортов и уступов Первомайского карьера и его отвалов. Часть 1. Мероприятия по защите Первомайского карьера от подземных вод на период эксплуатации с 2011 по 2025. «НОВОТЕК-2» г. Харьков, -2011.
8. Обоснование рекомендаций и мероприятий по обеспечению устойчивости откосов и защите от подземных вод бортов и уступов Первомайского карьера и его отвалов. Часть 2. Рекомендации по обеспечению устойчивости откосов бортов Первомайского карьера. «НОВОТЕК-2» г. Харьков, - 2011.
9. Определение параметров взрывных работ и расстояний, безопасных по действию сейсмических и ударных воздушных волн. – Кривой Рог: НИГРИ, 1995. – 26 с.
10. Отчет по научно-исследовательской работе «Исследование сдвижения горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных залежей Кривбасса и Южно-Белозерского железорудного месторождения». Л., 1972, ВНИМИ.
11. Томаков П.И., Наумов И.К. Технология, механизация и организация открытых горных работ. – М.: Недра, 1986. – 312 с.
12. Черных А.Д., Гушко П.И. Комплексная открыто-подземная разработка железорудных месторождений. – К.: Техника, 1991. – 279 с.

Рукопись поступила в редакцию 19.03.14

УДК 631.315: 629.783: 525

В.Й. ЛОБОВ, канд. техн. наук, доц., І.І. ДУБОВИК, аспірант
Криворізький національний університет

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ СІВАЛКОЮ

Запропонована автоматизована система керування для реалізації технології точної сівби просапних культур і внесення добрив, яка оперує значеннями дійсного стану орного поля і посівної борозни, - вологістю та температурою ґрунтів, за допомогою інфрачервоної термографії.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. У теперішній час в Україні інтенсивно розвивається сільське господарство і агропромисловий комплекс. Разом з цим, виникає потреба впровадження нових технологій, що дозволяють поліпшити якість виробленої продукції та знизити витрати на виробництво за рахунок раціонального використання сільськогосподарських машин та агрегатів. У зв'язку з цим, актуальною стає проблема зменшення витрат при висіві насіння. Технологічні та технічні рішення розробників спрямовані на підвищення точності висіву і забезпечення максимальної польової схожості насіння з урахуванням неоднорідних властивостей і фізико-механічних параметрів (щільність ґрунту, її аерація, шпаруватість і вологість) ґрунту на довжині гону, мінімальні витрати рідини, яка удобрює ґрунт, а також оптимальну рівномірність розміщення насіння в борозні та рядках.

Аналіз досліджень та публікацій. Відомі способи і пристрої для посіву насіння з гідравлічним витісненням і зволоженням насіння, наступним нерегульованим ущільненням і подрібненням ґрунту [1-4], а також ці питання розглядаються у патентах DE3507570A, EP0801885A, WO98/46065A, WO96/17279A, JP01319878A, JP03012713A, US6278918B, US6285930B, US6385515B та US6490539B.

Вирішенням подібних проблем протягом декількох років займаються західні країни, такі як США, Канада, Німеччина й інші.

Ці відомі пристрої призначені для керування сільськогосподарською технікою.

При недостатці опадів і при посушливій погоді відсутність контролю за температурою і вологістю орного поля та посівної борозни ґрунту часто значно перевищує науково обґрунтовану глибину посіву та загортання насіння, що вимагає перенесення строків сівби, або висівання насіння на ризик в сухий ґрунт.

Все це у подальшому не гарантує сходів і урожаю вирощуваних культур. Ці системи не можуть використовуватися при використанні систем точного землеробства для сівби просапних культур і одночасного внесення активованих добрив і стимуляторів росту. Тому відомі методи й пристрої були відкинуті.

Мета даної роботи. На інтенсивний розвиток кореневої системи, у значній мірі, впливають температурний режим, потрібний рівень вологості та щільність ґрунту, як посівної борозни, так і орного поля, тому запропонована технологія висіву зернових культур, що заснована на застосуванні автоматизованої сівалки, яка включає формування посівної борозни і висів у неї насіння з одночасним вимірюванням вологості ґрунту на глибині висіву насіння, закриття насіння в борозні ґрунтом, подальше ущільнення і шлейфування.

Викладення матеріалу та результати. Поставлена задача підвищення ефективності сівби просапних культур вирішується за рахунок визначення та врахування дійсних значень температури та вологості ґрунту борозни та орного поля за допомогою інфрачервоної термографії.

Все це дозволяє рівномірно розподіляти насіння в рядку по довжині гону, зменшуючи пропуски висадки насіння і забезпечуючи найкращі умови для його проростання.

Автоматизована серійна сівалка [5,6] призначена для посіву насіння просапних культур і внесення добрив, та має у своєму складі: висівний апарат; пристрій, який відводить грудки, на незалежній підвісці; сошник; передній та задній котки, що накочуються і пристрій, який виштовхує насіння.

На рис. 1 схематично представлена блок-схема підключення датчиків, елементів і робочих органів сівалки до контролера керування.

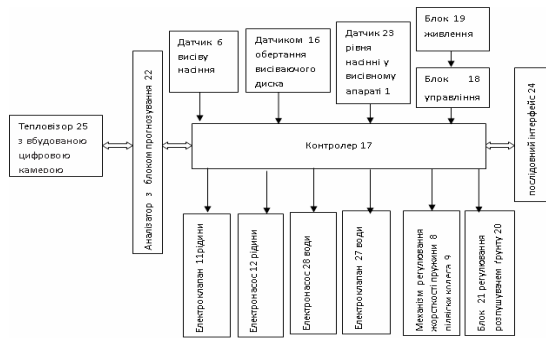


Рис. 1 - Блок-схема підключення датчиків, елементів і робочих органів сівалки до контролера керування

Прийняті наступні позначення пристроїв: контролер 17, який запрограмований на автоматичне керування сівалкою; датчики: 16 - обертання висівального диска і 23 - рівня насіння та блоки: 18 - управління і 19 – живлення. Контролер 17 збирає інформацію з датчиків висіву і рівня насіння, обертання висівального диска, аналізатора 22 і блока 18 управління, за допомогою якого вводяться норма висіву насіння, бажані

параметри ґрунтів орного поля і посівної борозни, такі як: температура, вологість, щільність тощо.

Аналізатор призначений для обробки цифрової інформації, яка надається тепловізором 25 по командам контролера 17.

Послідовний інтерфейс 24 пов'язує роботу контролера 17 та інші технологічні об'єкти. Тепловізор 25 є безконтактним пристроєм для визначення реального стану орного поля і посівної борозни та виміру у реальному часі їх параметрів: температури і вологості одночасно у декількох точках.

На рис. 2 надано блоксхему аналізатора, що містить відеоінтерфейс 29, який використовується для зв'язку з тепловізором 25, регістр 30 зберігання-зсуву, блоки: 31 - визначення ступеня полінома, 38 - похибки, 39 - пам'яті і 40 - аналізу і корекції, контролер аналізатора 37, мультиплексор 42, інтерфейс 41 і елемент затримки 35.

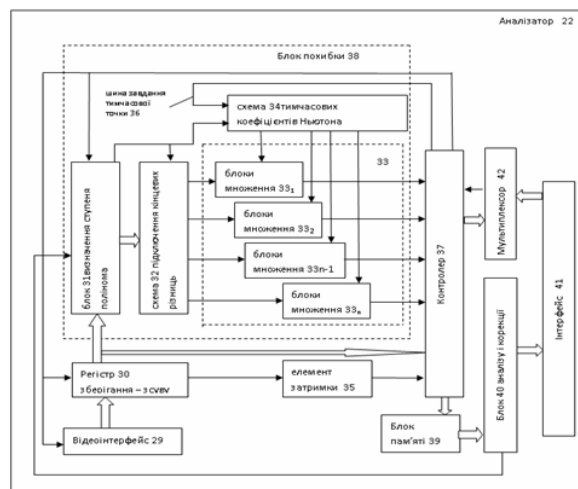


Рис. 2 - Блок-схема аналізатора

Регістр 30 зберігання-зсуву призначений для тимчасового зберігання цифрової інформації, яка подається через відеоінтерфейс 29, у вигляді матриць пікселів про реальний стан орного поля і посівної борозни та їх значення температури і вологості. До блоку похибки 38 входять блоки 31 визначення ступеня полінома і множення 33, схеми 34 - тимчасових коефіцієнтів Ньютона з шиною 36 - завдання тимчасової точки на яку необхідно здійснити прогноз похибки та 30 - підключення кінцевих різниць. Використання блоку похибки 38 дозволяє підвищити точність вимірювання параметрів за рахунок обчислення помилок, які виникають при переміщенні сівалки. Вхід еле-

мента затримки 35 з'єднаний з останнім осередком регістра 30 зберігання-зсуву для затримання цим елементом на деякий інтервал часу, необхідному блоку 31 ступеня полінома і результатів виконання операцій перемноження блоками 33. Тимчасові коефіцієнти Ньютона записуються і зберігаються в схемі 34. Результат множення кінцевих різниць з тимчасовими коефіцієнтами Ньютона з блоку множення 33 одночасно з останнім значенням подаються на вхід контролера 37, на виході якого формується сигнал, що визначає прогнозоване значення вимірюваного сигналу з використанням формули Ньютона, яка екстраполюється. Прогнозоване значення вимірюваного сигналу з виходу контролера аналізатора по закінченні циклу записується в блок пам'яті. Блок аналізу і корекції виробляє обчислення і вносить корекцію повної помилки. В даному блоці відбувається аналіз величини та знаку помилки, і відповідно до цього здійснюється вибір моделі визначення помилки, тобто ступеня полінома в блоці визначення ступеня полінома.

На підставі даних блоку аналізу і корекції контролер 37 розраховує прогнозоване значення параметра на задане число кроків по визначеній моделі помилки, яка обчислюється блоком визначення ступеня полінома по сигналу контролера аналізатора. Вимірювані параметри пода-

ються у контролер 37, де вони обробляються з урахуванням помилок. Ці параметри надходять через інтерфейс у контролер сівалки.

Перед сівбою роблять декілька знімків цифровою камерою і встановлюють по ним дійсний стан орного поля. Потім нарізують сошником посівну борозну і виконують тепловізором пробну інфрачервону термографію, по якій визначають правильність налаштувань тепловізора і перевіряють відповідність температурного поля поверхні ґрунтів орного поля і борозни в зоні висіву насіння за допомогою еталонних стандартних пристроїв, наприклад, вимірювачем вологості і температури типу DT-616СТ. При необхідності вносяться відповідні коригування. Коректують похибки вимірювань після тестування і встановлюють на блоці управління значення оптимальної вологості ґрунту, наприклад, 19%. Засипають у насіннєвий ящик насіння, яке поступає у висівний апарат, в одну ємність заливають рідину, наприклад, активовані добрива і стимулятори росту, а у іншу - заливають воду. При пробному проїзді сівалки тракторист перевіряє роботу датчиків обертання диска і висіву насіння.

Як відомо, температура ґрунтів орного поля і посівної борозни залежить від багатьох факторів, наприклад від географічного положення і висоти місця над рівнем моря, експозиції, фізико-механічних параметрів ґрунту, тощо. На температуру ґрунту в значній мірі впливають також і властивості самого ґрунту: механічний склад, фізичні властивості, вологість, а також якість обробки (стан поверхні), рослинність на ній і т.д. Тепловізор, який є вимірюючим пристроєм й встановлений на сівалці, "переводить" у видиму область спектра теплове випромінювання орного шару поля і посівної борозни. Для реалізації запропонованого способу можливо використовувати тепловізор, наприклад, testo 875-2, температурна чутливість якого складає 0,03С. Це означає, що одночасно вимірюючи температуру в 76800 точках, прилад відображає різницю температур в 0,03 градуси між сусідніми пікселями.

Інфрачервоне випромінювання являє собою електромагнітне випромінювання в діапазоні довжин хвиль 0,8-14 мкм, які не можуть бути сприйняті людським оком. Тепловізор - прилад, здатний вимірювати енергію інфрачервоного випромінювання, визначаючи температурне поле ділянок поверхні ґрунту в реальному часі, яке залежить від умов на поверхні і визначається властивостями ґрунту. Чим вище температура досліджуваного ґрунту, тим інтенсивніше його випромінювання. Розподіл температури відображається на дисплеї (або в пам'яті) тепловізора як колірне поле, де температурам відповідають певні кольори.

Відеосигнал з тепловізора подається для обробки у аналізатор, в якому уточнюються значення виміряних температур. При цьому тепловізор використовується, не тільки як прилад для безконтактного виміру температури орного поля та борозни, але й для вимірювання вологості ґрунту на їх поверхнях, що дозволяє не тільки відображати місця з ризиком утворення вологи, але і безпосередньо вимірювати вологість на поверхні з відображенням значень на дисплеї тепловізора, або передавати ці параметри контролеру 17 для керування. При використанні тепловізора, ця інформація записується в пам'ять і знімається через канал відеосигналу і подається для обробки у аналізатор.

По визначеним значенням вологості, контролер сівалки обчислює щільність ґрунту в посівній борозні. Для цього в пам'яті контролера зберігається таблиця відповідності вологості ґрунту до його щільності. Якщо обчислена щільність значною мірою відрізняється від заданої трактористом перед початком сівби, то блок регулювання розпушувача ґрунту виконує розпушення ґрунту у борозні. Цей процес повторюється до тих пір, поки щільність не буде відповідати заданому значенню.

Відомо, що структурні ґрунти швидше прогріваються навесні, ніж безструктурні, а температура орного горизонту у весняний період визначає умови проростання сільськогосподарських культур. Тому використання тепловізора у парі з цифровою камерою, аналізатором та контролером сівалки із програмним забезпеченням, реалізуючи запропоновану технологію сівби насіння, дозволяє в режимі реального масштабу часу керувати подачею насіння у борозни. При цьому враховуються задані трактористом перед виконанням посівних робіт значення норми висіву насіння, температури, вологості і щільності ґрунтів, які вводяться через блок управління. Ці дані зрівнюються контролером сівалки з виміряними параметрами. Якщо вони є задовільними, то виконується посів насіння на потрібну глибину.

Використання аналізатора дозволяє підвищити точність вимірювання, яке досягається за рахунок обчислення повної помилки, яка визначається за формулою

$$H_{i,j} = \frac{\pi_{iH} \pm \sqrt{D_{iH}} \pm \sqrt{D_i}}{\sqrt{D_i}}, \quad (1)$$

де $\underline{D}_{cm}$ - постійна складова помилки вимірювань; $\underline{D}_{cm}$ - дисперсія помилки вимірювання, величина постійна, що залежить від числа вимірювань і кроків обчислень; $\underline{D}_i$ - дисперсія помилки вимірювання i -ї моделі, яка обчислюється для заданого числа вимірювань і числа кроків обчислень; $\underline{D}_j$ - дисперсія помилки вимірювання j -ї моделі, яка має постійне значення при заданому числі вимірювань і кроків обчислень, причому помилка прогнозу $\underline{P}_{cm}$ визначається за формулою: $\underline{P}_{cm} = k_2 \cdot \sum_{i=1}^n b_i \cdot y_i$, де k_2 - коефіцієнт зміщення; b - ваговий коефіцієнт, який має постійне значення і залежний від кількості вимірювань; y_i - виміряні значення параметра.

На підставі отриманих значень повного прогнозу вимірюваної величини здійснюються вибір і визначення ступеня полінома виразу, який апроксимується у блоці визначення ступеня полінома і виконується обчислення прогнозованого параметра. Попередня оцінка прогнозу перед обчисленням значення параметра (температури, вологості) дозволяє скорегувати постійну і повну помилки виміру, що забезпечує підвищення точності.

Аналізатор працює таким чином. З другого виходу контролер аналізатора по шині подає керуючий сигнал на відеоінтерфейс і регістр-зсуву, у який записуються n вузлових значень дискретного сигналу $y_0 \dots y_n$ з матриці пікселів тепловізора, які подаються через відеоінтерфейс. Потім ці значення по сигналу з другого керуючого виходу контролера аналізатора переписуються в блок визначення ступеня полінома, в якому ступінь полінома обчислюється на основі застосування методу кінцевих різниць. Кінцеві різниці визначаються так

$$\begin{aligned}\Delta y_n &= y_n - y_{n-1}; \\ \Delta^2 y_n &= \Delta y_n - \Delta y_{n-1}; \\ \Delta^3 y_n &= \Delta^2 y_n - \Delta^2 y_{n-1}; \\ &\vdots \\ \Delta^k y_n &= \Delta^{k-1} y_n - \Delta^{k-1} y_{n-1};\end{aligned}\quad (2)$$

Після визначення блоком ступеня полінома з його другого додаткового виходу подається сигнал на схему тимчасових коефіцієнтів Ньютона для підключення необхідної кількості коефіцієнтів x_n і на схему підключення кінцевих різниць для підключення необхідної кількості значень різниць Δku_n . Одночасно з подачею сигналу, що визначає значення ступеня полінома, на схему тимчасових коефіцієнтів Ньютона подається тимчасова точка прогнозу h_1 . Якщо, наприклад, ступінь полінома дорівнює двом, тоді відбувається підключення останніх двох значень кінцевих різниць Δu_{n-1} і $\Delta^2 u_{n-2}$, які одночасно з тимчасовими коефіцієнтами Ньютона x_1 і x_2 подаються на блоки множення n і $n-1$. Тимчасові коефіцієнти Ньютона визначаються заздалегідь за алгоритмом, відповідному наступною узагальненою формулою

$$x_k = \frac{1}{k!} \prod_{n=1}^{n=k} (\epsilon - 1 + k), \quad (3)$$

де $t = \frac{h_1 - t_1}{\Delta t}$ - число кроків; Δt - інтервал вимірювання дискретних значень сигналу; k - ступінь полінома; h_1 - тимчасова точка, на яку необхідно отримати значення; t_n - момент часу.

Тимчасові коефіцієнти Ньютона x_k записуються і зберігаються в схемі тимчасових коефіцієнтів Ньютона. Потім результат множення кінцевих різниць з тимчасовими коефіцієнтами Ньютона з блоку множення одночасно з останнім значенням u_n , подаються на вхід контролера сівалки, який обчислює уточнене значення параметру з використанням екстраполяції формули Ньютона

$$R_y = y_n + x_1 \Delta y_{n-1} + x_2 \Delta^2 y_{n-2} + \dots + x_n \Delta^n y_0, \quad (4)$$

де $x_1, x_2, \dots, x_n$ - тимчасові коефіцієнти Ньютона; $y_0, y_1, \dots, y_n$ - дискретні значення сигналу, отримані в певні моменти часу контролю; $\Delta y_{n-1}, \Delta^2 y_{n-2}, \dots, \Delta^n y_0$ - кінцеві різниці.

Уточнене значення параметру P_{ij} з третього виходу контролера аналізатора записується в блок пам'яті і одночасно переноситься у блок аналізу і корекції, який обчислює корекцію повної помилки параметру P_{ij} за виразом (1). В даному блоці відбувається аналіз величини та знаку помилки, і відповідно до цього здійснюється вибір значення параметру, тобто визначається ступінь полінома. Якщо

$$\Pi_i = \frac{n_{2n} \pm \sqrt{D_m} \pm \sqrt{D_i}}{\sqrt{D_i}} < 1, \quad (5)$$

то контролер аналізатора видає сигнал на обчислення по i -му поліному. Якщо:

$$\Pi_j = \frac{D_m \pm \sqrt{D_m^2 - D_1}}{\sqrt{D_1}} > 1, \quad (6)$$

то контролер аналізатора видає сигнал на обчислення по j -му поліному.

На підставі даних з блоку аналізу і корекції, контролер аналізатора розраховує прогнозоване значення параметра на задане число кроків по узагальненій моделі прогнозування, яка визначається згідно виразу (2), по сигналу контролера аналізатора, зрівнюючи з даними регістру-зсуву. Результати надходять на інтерфейс. Через цей інтерфейс, контролер сівалки подає управляючі сигнали на інформаційні входи мультиплексора на вимір параметрів: температури або вологості ґрунтів орного поля або посівної борозни. При цьому контролер аналізатора формує відповідні адреси, подаючи коди на адресні входи мультиплексора, в результаті одна із команд потрапляє на вхід контролера для виконання.

Висновки. При реалізації аналізатора в якості контролерів керування можливо використовувати програмовані мікропроцесорні контролери ATmega 128 (фірми Atmel, США), а в якості датчика рівня насіння у висівному апараті - безконтактний ультразвуковий датчик для вимірювання рівня UR30 від німецької компанії SICK AG. Запропонована технологія сівби просяпних культур і внесення добрив дозволить підвищити врожайність висівного насіння за рахунок більш якісного розподілу насіння і добрив у ґрунті та дозволяє виконувати сівбу насіння при нестачі продуктивної вологи на глибині загортання насіння, в агротехнічні строки, у вологий ґрунт на глибину, що гарантує оптимальну густоту сходів.

Список літератури

1. Авторское свидетельство СССР № 581900, МПК A01C 7/04.
2. Авторское свидетельство СССР № 1028264, МПК A01C 7/04.
3. Басин В.С., Брей В.В., Погорелый Л.В. и др. Машины для точного посева просяпных культур: конструирование и расчет. Под ред. Л.В. Погорелого. - К.: Техніка, 1987, с.130.
4. Авторское свидетельство СССР № 829009, МПК A01C 7/04
5. Пат. на корисну модель № 84931 Україна, МПК 2013.01, A01C 7/00. Пристрій для висіву насіння просяпних культур і внесення добрив/Лобов В.Й., Назаренко В.М., Дубовик І.І.; заявл. 26.03.2013, опубл. 11.11.2013, Бюл.№ 21.
6. Пат. на корисну модель № 84925 Україна, МПК 2013.01, A01C 7/00. Спосіб сівби просяпних культур і внесення добрив/Лобов В.Й., Назаренко В.М., Дубовик І.І.; заявл.26.03.2013, опубл.11.11.2013, Бюл.№ 21.

Рукопись поступила в редакцию 19.03.14

УДК 621.926: 34.16

В.С. МОРКУН, д-р техн. наук, проф., А.В. ПИКИЛЬНЯК, аспірант
Н.В. МОРКУН, Н.С. ПОДГОРОДЕЦКИЙ, кандидаты техн. наук, доц.
Криворожский национальный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН В НЕОДНОРОДНЫХ СРЕДАХ МЕТОДОМ РАССЛОЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ (K-SPACE)

Приведено описание метода, позволяющего более точно оценивать параметры ультразвуковых волн, распространяющихся в случайно- неоднородных гетерогенных средах, включающих твердую, жидкую и газовую фазы.

Ключевые слова: фазированная решетка, ультразвук, флотация, пульпа, газовая фаза, управление.

Проблема и ее связь с практическими задачами. Для осуществления контроля основных технологических параметров и автоматического управления технологическим процессом обогащения полезных ископаемых, важной задачей является контроль параметров сложных гетерогенных сред, включающих твердую, жидкую и газовую фазы.

Анализ исследований и публикаций. Ультразвуковые колебания представляют собой периодические возмущения состояния упругой среды, характеризующиеся изменением ее физических свойств, происходящим синхронно с возмущением. При распространении ультразвука колебания локального объема среды передаются соседним участкам посредством упругих волн,

характеризующихся изменением плотности среды в пространстве и переносящих энергию колебаний. Основные соотношения, описывающие ультразвуковые колебания и волны в среде, следуют из уравнения состояния среды, уравнения движения Ньютона и уравнения неразрывности [1-3]. Результатом являются уравнения волнового типа, которые могут быть решены при соответствующих начальных и граничных условиях.

Для описания поля излучения ультразвуковых волн введем дифференциальную характеристику $I_\lambda(\vec{r}, \vec{\Omega})$. Под $I_\lambda(\vec{r}, \vec{\Omega})$ будем понимать интенсивность ультразвуковой волны (с длиной волны λ), которую определим как отнесенную к единице телесного угла мощность излучения, проходящего через единичную площадку перпендикулярно к направлению $\vec{\Omega}$ в точке $\vec{r}$. Здесь $\vec{\Omega}$ - единичный вектор, определяющий направление в пространстве, $\vec{r}$ - радиус-вектор, определяющий положение заданной точки в пространстве.

При распространении акустических волн в жидкости происходят необратимые потери энергии, которые обусловлены внутренним трением (вязкостью) и, в определенной степени, теплопроводностью среды.

Выражение для величины поглощения плоской волны в жидкости в зависимости от вязкости среды получено в работах Стокса, а коэффициент поглощения звука, обусловленный теплопроводностью среды, определен в работах Кирхгофа и Бикара [4].

Наличие частиц твердой фазы и газовых пузырьков вносит определенные особенности в процесс затухания и рассеяния энергии ультразвуковой волны.

Рассеяние волн на частицах твердой фазы становится существенным, если длина волны λ соизмерима с размерами самих частиц. В том случае, когда волна проходит через среду, содержащую большое число хаотически расположенных частиц, фазы волн, рассеиваемых в любом данном направлении и приходящих от хаотически расположенных центров, являются некогерентными. Вследствие этого полная интенсивность ультразвуковой волны в данной точке равна сумме интенсивностей волн, приходящих от всех рассеивающих центров. Сечения рассеяния в этом случае аддитивны, поэтому линейные коэффициенты поглощения $\Sigma_-(\lambda)$ и рассеяния $\Sigma_s(\lambda)$ можно определить по формулам

$$\Sigma_-(\lambda) = n\sigma_c(\lambda); \quad \Sigma_s(\lambda) = n\sigma_s(\lambda), \quad (1)$$

где n - концентрация частиц (число частиц в единице объема); $\sigma_-(\lambda)$ и $\sigma_s(\lambda)$ - полные сечения поглощения и рассеяния акустической волны на частице.

Полные сечения поглощения и рассеяния зависят не только от длины волны ультразвуковых колебаний, но и от размеров частиц r . Под линейными коэффициентами поглощения и рассеяния следует понимать величины, которые определяют среднюю долю энергии, поглощенной и рассеянной средой на единице длины пути в единицу времени.

Основная характеристика поля излучения ультразвука $I_\lambda(\vec{r}, \vec{\Omega})$ должна определяться из кинематического уравнения. Прежде, чем записать это уравнение, введем понятие дифференциального по углам коэффициента рассеяния

$$\Sigma_s(\vec{\Omega} \rightarrow \vec{\Omega}') = n\sigma_s(\vec{\Omega} \rightarrow \vec{\Omega}'), \quad (2)$$

где $\sigma_s(\vec{\Omega} \rightarrow \vec{\Omega}')$ - дифференциальное по углам сечение рассеяния энергии на частице твердой фазы. Величина $\sigma_s(\vec{\Omega} \rightarrow \vec{\Omega}') d\vec{\Omega}'$ представляет собой долю энергии, рассеиваемой частицей в элемент телесного угла $d\vec{\Omega}'$. Очевидно, что полное сечение рассеяния σ_s связано с дифференциальным сечением рассеяния соотношением

$$\sigma_s = \int_{4\pi} \sigma_s(\vec{\Omega} \rightarrow \vec{\Omega}') d\vec{\Omega}', \quad (3)$$

Кинетическое уравнение, решением которого является функция $I_\lambda(\vec{r}, \vec{\Omega})$ можно получить, рассматривая энергетический баланс в элементарном объеме фазового пространства

$$\vec{\Omega} \nabla I_\lambda(\vec{r}, \vec{\Omega}) = -\Sigma(\lambda) I_\lambda(\vec{r}, \vec{\Omega}) + \int d\Omega' \Sigma_s(\vec{\Omega}' \rightarrow \vec{\Omega}) I_\lambda(\vec{r}, \vec{\Omega}') + S_\lambda(\vec{r}, \vec{\Omega}), \quad (4)$$

где $\Sigma(\lambda) = \Sigma_-(\lambda) + \Sigma_s(\lambda)$.

$S_\lambda(\vec{r}, \vec{\Omega})$ - функция плотности излучения источника ультразвука, которая определяет сред-

ною величину енергії, випускаємою в одиницю часу одиничним фазовим об'ємом.

Под фазовими координатами розуміється сукупність змінних r і Ω , а елементарний фазовий об'єм визначається добутком $d\vec{r} \cdot d\vec{\Omega}$.

Смисл цього рівняння заключається в наступному: зміна інтенсивності ультразвукового пучка, що має напрям $\vec{\Omega}$ в точці $\vec{r}$ відбувається, во-первых, внаслідок його ослаблення-поглинання і розсіяння (перший член правої частини); во-вторых, внаслідок розсіяння потоку енергії, раніше мав напрям $\vec{\Omega}'$, в напрям $\vec{\Omega}$ (другий член в правої частини), і нарешті, за рахунок енергії, що надходить в цей пучок від джерел (останній член правої частини). Рівняння (3) можна привести до інтегрального рівняння виду (4)

$$I_{\lambda}(\vec{r}, \vec{\Omega}) + \int d\vec{r}' \int d\vec{\Omega}' \sum_s (\vec{\Omega}' - \vec{\Omega}) \frac{e^{-\tau(\vec{r}', \vec{r}, \lambda)}}{|\vec{r} - \vec{r}'|} \times \\ \times \delta \left[\vec{\Omega} - \frac{(\vec{r} - \vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|} \right] I_{\lambda}(\vec{r}', \vec{\Omega}') + I_{\lambda}^0(\vec{r}, \vec{\Omega}) \quad (4')$$

де $\tau(\vec{r}', \vec{r}, \lambda) = \Sigma(\lambda) |\vec{r} - \vec{r}'|$; $\delta(\cdot)$ дельта-функція Дірака; $I_{\lambda}^0(\vec{r}, \vec{\Omega}) = \int_0^{\infty} S_{\lambda}(\vec{r} - \xi \vec{\Omega}, \vec{\Omega}) e^{-\tau(\xi, \lambda)} d\xi$ - вільний член інтегрального рівняння (4), що визначає інтенсивність нерозсіяної ультразвукової хвилі; $\xi = |\vec{r} - \vec{r}'|$.

Рішення рівняння (4') можна записати в вигляді ряду Неймана [5], що представляє собою розкладання рішення по кратності розсіяння ультразвукових хвиль. Перший член ряду Неймана визначає поле нерозсіяного випромінювання ультразвукових хвиль, другий член - однократно розсіяне випромінювання і т.д.

Однак аналітично отримати вираження навіть для однократно розсіяного випромінювання неможливо. Тому слід застосовувати чисельні методи рішення інтегральних рівнянь виду (4).

Ціль досліджень. Метою дослідження є моделювання процесу поширення ультразвукових хвиль в випадково-неоднорідних гетерогенних середовищах, що включають тверду, рідину і газову фази.

Виклад матеріалу і результати. Розглянемо метод розшарованих просторів (k -space) для моделювання поширення ультразвукових хвиль в неоднорідних середовищах з використанням грубих сіток, з збереженням необхідної точності [6,7].

Опишемо поширення ультразвукових хвиль в залежності від рівнянь збереження маси, закону збереження імпульсу і рівняння стану [8,9] використовуючи парні рівняння першого порядку, які можуть бути представлені в наступному вигляді

$$\frac{\partial p(\vec{x}, t)}{\partial t} + \rho(\vec{x}) c^2(\vec{x}) \nabla v(\vec{x}, t) = -\alpha(\vec{x}) p(\vec{x}, t), \quad (5)$$

$$\rho(\vec{x}) \frac{\partial v(\vec{x}, t)}{\partial t} + \nabla p(\vec{x}, t) = 0, \quad (6)$$

де $p(\vec{x}, t)$ - залежність збурень тиску ультразвуку від часу і простору (x - 3D Декартова вісь (x, y, z)); $\rho(\vec{x})$ - просторово залежна густина; $c(\vec{x})$ - просторово залежна швидкість звуку; $v(\vec{x}, t)$ - швидкість частини і $\alpha(\vec{x})$ - коефіцієнт абсорбції еквівалентний оберненій величині часу релаксації.

Представимо всі абсорбційні ефекти (втрати на тертя, втрати теплопровідності і втрати на внутрімолекулярні процеси) одним часом релаксації. З рівняння (6), упрощене рівняння може бути записано в наступному вигляді

$$\frac{\partial v(\vec{x}, t)}{\partial t} = \frac{-\nabla p(\vec{x}, t)}{\rho(\vec{x})}$$

Продиференціюємо рівняння (5) з урахуванням часу і відхилень в рівнянні (6) остаточні рівняння можуть бути представлені в наступному вигляді

$$\frac{\partial^2 p(\vec{x}, t)}{\partial t^2} + \rho(\vec{x}) c^2(\vec{x}) \frac{\partial}{\partial t} \nabla v(\vec{x}, t) = -\alpha(\vec{x}) \frac{\partial p(\vec{x}, t)}{\partial t}, \quad (5')$$

$$p(\bar{x}, t) \frac{\partial}{\partial t} \nabla v(\bar{x}, t) + \frac{\partial v(\bar{x}, t)}{\partial t} \nabla p(\bar{x}) + \nabla^2 p(\bar{x}, t) = 0, \quad (6')$$

С учетом перестановок в (5') получим

$$\frac{\partial}{\partial t} \nabla v(\bar{x}, t) = - \left(\frac{\alpha(\bar{x})}{\rho(\bar{x}) c^2(\bar{x})} \frac{\partial p(\bar{x}, t)}{\partial t} + \frac{1}{\rho(\bar{x}) c^2(\bar{x})} + \frac{\partial^2 p(\bar{x}, t)}{\partial t^2} \right)$$

Подставив это уравнение в (6'), получим

$$\frac{-\alpha(\bar{x})}{c^2(\bar{x})} \frac{\partial p(\bar{x}, t)}{\partial t} - \frac{\partial^2 p(\bar{x}, t)}{c^2(\bar{x}) \partial t^2} - \frac{1}{\rho(\bar{x})} \nabla p(\bar{x}, t) \nabla p(\bar{x}) + \nabla^2 p(\bar{x}, t) = 0, \quad (7)$$

Чтобы записать это уравнение в форме, аналогичной волновому уравнению произведем дополнительные алгебраические преобразования. Упрощение отклонения градиента давления к плотности может быть представлено в следующем виде

$$\nabla \left(\frac{\nabla p(\bar{x}, t)}{\rho(\bar{x})} \right) = \frac{\nabla^2 p(\bar{x}, t)}{\rho(\bar{x})} - \frac{\nabla p(\bar{x}, t) \nabla p(\bar{x})}{\rho(\bar{x})^2}, \quad (8)$$

С учетом выражения (7), уравнение (8) может быть представлено в следующем виде

$$\nabla \left(\frac{1}{\rho(\bar{x})} \nabla p(\bar{x}, t) \right) - \frac{1}{\rho(\bar{x}) c^2(\bar{x})} \frac{\partial^2 p(\bar{x}, t)}{\partial t^2} = \frac{\alpha(\bar{x})}{\rho(\bar{x}) c^2(\bar{x})} \frac{\partial p(\bar{x}, t)}{\partial t}, \quad (9)$$

Это уравнение представляет собой линейное волновое уравнение распространения ультразвуковой волны в неоднородной гетерогенной среде с параметрами поглощения, включенных в качестве виртуального источника, который зависит от производной давления по времени, умноженной на независимый фактор поглощения частот.

Упростим уравнение (9), отделим параметры скорости звука $c(\bar{x})$ и плотности $\rho(\bar{x})$ от вторых производных давления с учетом пространственных и временных переменных для решения задачи распространения ультразвука с использованием метода расслоенного пространства.

При дальнейшем дифференцировании термом абсорбции можно пренебречь и включить его в термы эффективного источника после упрощения.

Исходное уравнение может быть представлено в следующем виде

$$\nabla \left(\frac{1}{\rho(\bar{x})} \nabla p(\bar{x}, t) \right) - \frac{1}{\rho(\bar{x}) c^2(\bar{x})} \frac{\partial^2 p(\bar{x}, t)}{\partial t^2} = 0, \quad (10)$$

Нормализованное давление может быть представлено в следующем виде

$$\psi(\bar{x}, t) = \frac{p(\bar{x}, t)}{\sqrt{\rho(\bar{x})}}$$

Подставляя это уравнение в (10) получим

$$\nabla \left(\frac{1}{\rho(\bar{x})} \nabla p^{1/2}(\bar{x}, t) \psi(\bar{x}, t) \right) = \frac{\rho^{1/2}(\bar{x})}{\rho(\bar{x}) c^2(\bar{x})} \frac{\partial^2 \psi(\bar{x}, t)}{\partial t^2}$$

Упростим это уравнение

$$\nabla^2 \psi(\bar{x}, t) - \rho^{1/2}(\bar{x}) \psi(\bar{x}, t) \nabla^2 \rho^{1/2}(\bar{x}) = \frac{1}{c^2(\bar{x})} \frac{\partial^2 \psi(\bar{x}, t)}{\partial t^2}$$

С учетом дальнейших упрощений уравнение примет вид

$$\nabla^2 \psi(\bar{x}, t) - \frac{1}{c_0^2} \frac{\partial^2 \psi(\bar{x}, t)}{\partial t^2} = \frac{1}{c_0^2} \left[c_0^2 \rho^{1/2}(\bar{x}) \left(\nabla^2 \rho^{1/2}(\bar{x}) \right) \psi(\bar{x}, t) + \left(\frac{c_0^2}{c^2(\bar{x})} - 1 \right) \frac{\partial^2 \psi(\bar{x}, t)}{\partial t^2} \right]$$

Еще большее упрощение получим путем определения эффективных источников функций $q(r, t)$ и $v(r, t)$, которые могут быть представлены в следующем виде

$$q(\bar{x}, t) = c_0^2 \rho^{1/2}(\bar{x}) \psi(\bar{x}, t) \nabla^2 \rho^{-1/2}(\bar{x})$$

$$v(\bar{x}, t) = \left(\frac{c_0^2}{c^2(\bar{x}, t)} - 1 \right) \psi(\bar{x}, t)$$

Упростим уравнение (10)

$$\nabla^2 \psi(\bar{x}, t) - \frac{1}{c_0^2} \frac{\partial^2 \psi(\bar{x}, t)}{\partial t^2} = \frac{1}{c_0^2} \left(q(\bar{x}, t) + \frac{\partial^2 v(\bar{x}, t)}{\partial t^2} \right), \quad (11)$$

Это уравнение может быть легко трансформировано в область частот при помощи трехмерного пространственного преобразования Фурье в следующем виде

$$k^2 F(k, t) - \frac{1}{c_0^2} \frac{\partial^2 F(k, t)}{\partial t^2} = \frac{1}{c_0^2} \left(Q(k, t) + \frac{\partial^2 V(k, t)}{\partial t^2} \right), \quad (12)$$

где $F(k, t)$, $Q(k, t)$ и $V(k, t)$ - трехмерные пространственные преобразования Фурье величин $\psi(\bar{x}, t)$, $q(\bar{x}, t)$ и $v(\bar{x}, t)$ соответственно. Уравнение (3.46) удовлетворяет общее волновое поле и определяется как сумма падающего и рассеянного полей $\psi(\bar{x}, t) = \psi_i(\bar{x}, t) + \psi_s(\bar{x}, t)$, а также рассеянного волнового поля. Тем не менее, падающее волновое поле выполняется использованием волнового уравнения без каких-либо источников

$$\nabla^2 \psi(\bar{x}, t) - \frac{1}{c_0^2} \frac{\partial^2 \psi(\bar{x}, t)}{\partial t^2} = 0$$

Для случая неоднородной среды (с учетом как падающей так и рассеянной волны), необходимо ввести новый дополнительный источник $w(\bar{x}, t) = \psi_s(\bar{x}, t) + v(\bar{x}, t)$. Подставляя этот источник в уравнение (12) получим следующее выражение

$$\frac{\partial^2 W(k, t)}{\partial t^2} = k^2 c_0^2 [W(k, t) - V(k, t)] - Q(k, t), \quad (13)$$

$$\text{где } V(k, t) = F \left[\left(1 - \frac{c^2(\bar{x})}{c_0^2} \right) (\psi_i(\bar{x}, t) + w(\bar{x}, t)) \right]$$

$$Q(k, t) = c_0^2 F \left[\sqrt{\rho(\bar{x})} \nabla^2 \rho^{1/2}(\bar{x}) (\psi_i(\bar{x}, t) + w(\bar{x}, t) - v(\bar{x}, t)) \right]$$

где F - пространственное преобразование Фурье.

Используем нестандартный конечноразностный подход для решения этого уравнения [10]. Дискретизация производной по времени дает

$$W(k, t + \Delta t) - 2W(k, t) + W(k, t - \Delta t) = 4 \sin^2 \left(\frac{c_0 k \Delta t}{2} \right) \times \\ \times \left[V(k, t) - W(k, t) - \frac{Q(k, t)}{c_0^2 k^2} \right], \quad (14)$$

Этот k - t пропагатор, является ключевым уравнением распространения ультразвука в гетерогенной среде после установления начальных и граничных условий.

Рассмотрим нелинейное волновое уравнение предложенное в работе [11] для метода расслоенного пространства. Волновое уравнение по шкале полутонов, включающее нелинейную характеристику ультразвука может быть представлено в следующем виде

$$\nabla^2 \psi(\bar{x}, t) - \sqrt{\rho(\bar{x})} \psi(\bar{x}, t) \nabla^2 \frac{1}{\sqrt{\rho(\bar{x})}} - \frac{1}{c^2(\bar{x})} \frac{\partial^2 \psi(\bar{x}, t)}{\partial t^2} = - \frac{\beta(\bar{x})}{\sqrt{\rho_0} c_0^4} \frac{\partial^2 \psi^2(\bar{x}, t)}{\partial t^2}$$

где $\psi^2(\bar{x}, t)$ - источник нелинейности, $\beta(\bar{x})$ - коэффициент нелинейности. Уравнение гармонических колебаний может быть представлено в следующем виде

$$\frac{\partial^2 W_2(\bar{k}, t)}{\partial t^2} = (c_0^2 k^2) (V_{NL2}(\bar{k}, t) - W_2(\bar{k}, t)) - Q(\bar{k}, t), \quad (15)$$

где $w_2(\bar{x}, t) = \psi_s(\bar{x}, t) + v_{NL2}(\bar{x}, t)$ - дополнительный источник (где индекс s указывает на рассеянную часть ультразвукового поля); $W_2(\bar{k}, t)$ - пространственное преобразование Фурье.

$$v_{NL2}(\bar{x}, t) = \left(\frac{c_0^2}{c^2(\bar{x})} - 1 \right) \psi(\bar{x}, t) - \frac{\beta(\bar{x})}{\sqrt{\rho_0} c_0^2} (\psi_s^2(\bar{x}, t) + 2\psi_s(\bar{x}, t) \psi_i(\bar{x}, t))$$

(индекс i указывает на падающую часть ультразвукового поля) После пространственного преобразования Фурье уравнение может быть представлено в следующем виде

$$\begin{aligned}
 VNL2(\bar{k}, t) = & \\
 = F & \left\{ \left(\frac{c_0^2}{c^2(\bar{x})} - 1 \right) \left[\psi_i(\bar{x}, t) + w2(\bar{x}, t) - \frac{\beta(\bar{x})}{\sqrt{\rho_0} c_0^2} (\psi_s^2(\bar{x}, t) - 2\psi_s(\bar{x}, t)\psi_i(\bar{x}, t)) \right] \right. \\
 & \left. - \frac{\beta(\bar{x})}{\sqrt{\rho_0} c_0^2} (\psi_s^2(\bar{x}, t) - 2\psi_s(\bar{x}, t)\psi_i(\bar{x}, t)) \right\} \\
 Q(k, t) = F & \left[c_0^2 \sqrt{\rho(\bar{x})} \nabla^2 \left(\frac{1}{\sqrt{\rho(\bar{x})}} \right) [\psi_i(\bar{x}, t) - w2(\bar{x}, t) - v_{NL2}(\bar{x}, t)] \right]
 \end{aligned}$$

Введение терма нелинейности в метод расслоенного пространства делает его более удобным для вычисления фактического температурного рельефа в неоднородных крупномасштабных моделях.

Смоделируем распространение поля ультразвукового давления в гетерогенной среде с использованием метода расслоенного пространства.

На рис. 1 показаны результаты распространения ультразвуковой волны через гетерогенную среду.

В градациях серого показано распределение поглощения центрального среза в качестве фона, и распределение квадрата давления на поверхности этого фона.

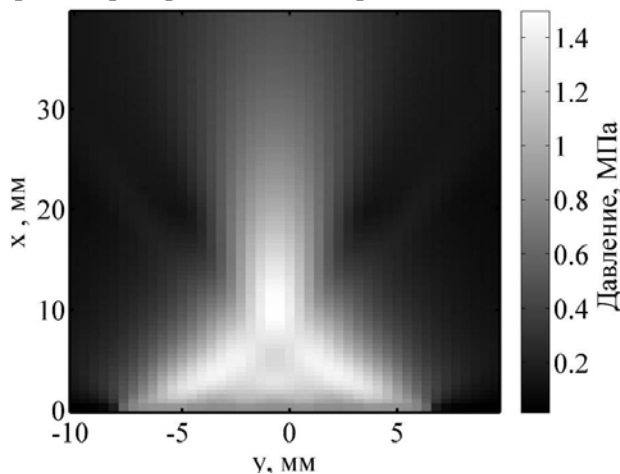


Рис. 1. Диаграмма направленности луча на основе зарегистрированного максимума давления

На рис. 2 показано конечное поле давления *a*, максимальное давление *б* и среднеквадратичное давление *в* пучка приведены.

Фокус преобразователя и боковые лепестки отчетливо видны.

На рис. 4 показано линейное поперечное сечение фокуса в направлении по оси *x*: 1 - для одиночного источника, 2 - моделирование методом расслоенного пространства в воде; 3 - в гетерогенной среде.

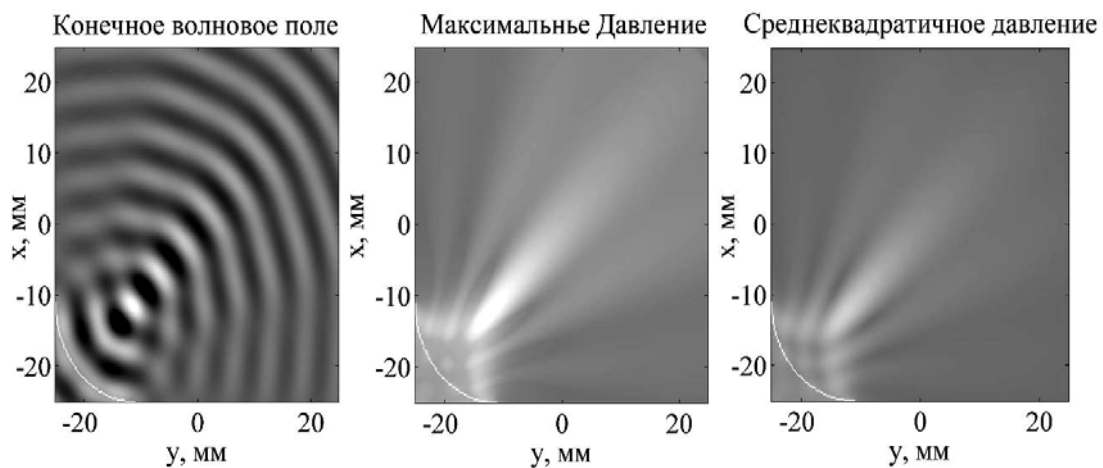


Рис. 2. Распространение ультразвуковой волны в гетерогенной среде: *a* - конечное поле давления, *б* - максимальное давление, *в* - среднеквадратичное давление

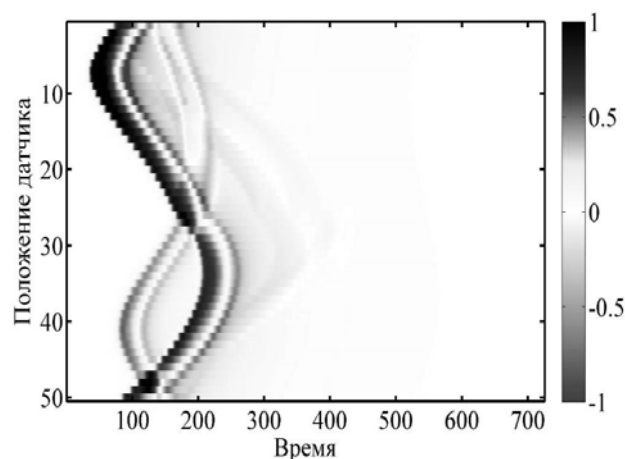


Рис. 3. Форма основного волнового фронта

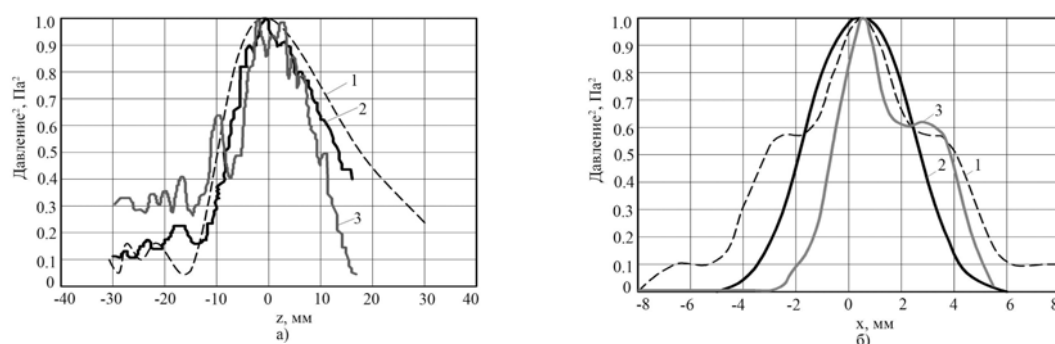


Рис. 4. Сравнение результатов моделирования нормированного квадрата давления для: 1 - экранированного простого источника; 2 - моделирования методом расслоенного пространства в однородной среде (вода) и 3 - неоднородной среде (пульпа) по оси: а - z и б - x

Моделирование температур было выполнено с помощью уравнения теплопереноса [12]. Накопленная мощность была извлечена из трех перпендикулярных линий, которые пересекали значения изменения фокальной области смоделированного и измеренного давления ультразвука (см. рис. 3).

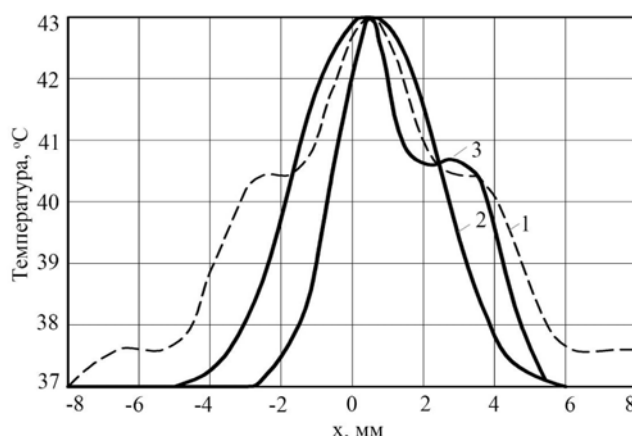


Рис. 5. Сравнение результатов моделирования распределения температуры: 1 - для экранированного простого источника; 2 - моделирования методом расслоенного пространства в однородной среде (вода); 3 - неоднородной среде (пульпа) по оси x

Выводы. Для построения модели ультразвукового поля в случайно-неоднородной среде использован метод расслоенных пространств, что позволило увеличить точность оценки параметров поля.

Список літератури

1. **Кочура Е.В.** Автоматизация контроля качества усреднения сырья перед его обогащением//Обогащение руд. – 1995. - № 6. – С. 41-43.
2. **Morkun V.S.** Ultrasonic control of random heterogeneous mediums parameters // Non Destructive Testing'92. – Amsterdam: ELSEVIER, 1991. – P. 989-993.
3. **V. Morkun** Iron ore beneficiation processes optimization / [**V. Morkun, S. Goncharov, A. Pikilnyak, A. Krivenko**].- TEKA. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, 2012. - Vol. 12. - №.4. - P. 162-166.
4. **Бергман Л.** Ультразвук и его применение в науке и технике. - М.: Изд-во иностран. лит., 1957. – 726 с.
5. **Фано У., Спенсер Л., Бергер М.** Перенос гамма-излучения. - М.: Госатомиздат, 1963. – 284 с.
6. **Mast T. D. et al.** A k-space method for large-scale models of wave propagation in tissue // IEEE Trans.Ultrason., Ferroelect., Freq.Contr., 48(2), 2001. - P. 341-354.
7. **Tabei M., Mast T. D., Waag R. C.** A new k-space method for coupled first-order acoustic propagation equations//Journal of the Acoustical Society of America (submitted). 2001.
8. **Mast T.D., Hinkelman L.M., Metlay L.A., Orr M.J., Waag R.C.** // **J. Acoust. Soc.Am.** 106, 3665 (1999).
9. **Morkun V. S.** Ultrasonic Control of Random Heterogeneous Mediums Parameters // AMMTIAC'42, 1992.
10. **Mast T. D. et al.**// IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control'48, (2001). - P. 341
11. **Chung A. H., Hynynen K. H., Cline H. E., Jolesz F. A.** Quantification of thermal exposure using proton resonance frequency shift // Proc.SMR 4th Meeting, ISSN 1065-9889 3, 1751. 1996.
12. **Pennes H. H.** // Journal of Applied Physiology'1, 93 1948.

Рукопись поступила в редакцию 19.03.14

УДК 622.235: 622.271

Є.О. НЕСМАШНИЙ, д-р техн. наук, проф., К.А. ФЕДІН, аспірант,
Криворізький національний університет

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОБЧИСЛЕННЯ ТА ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ЧАСОВИХ ІНТЕРВАЛІВ ПРИ ПРОВЕДЕННІ МАСОВИХ ВИБУХІВ НА КАР'ЄРІ «ПІВДГЗК»

Наведено результати створення методики обчислення часових діаграм при проведенні масових вибухів колонкових зарядів на кар'єрі Південного ГЗК, застосування яких дозволяє унеможливити виникнення явища інтерференції сейсмічних хвиль біля цивільних об'єктів, що захищаються від їх дії.

Постановка наукової задачі. В «Єдиних правилах безпеки при вибухових роботах» [1] наведено методику розрахунку безпечних відстаней для захисту від дії сейсмічних хвиль, що виникають при масовому підіриванні зосереджених свердловинних зарядів. Це питання особливо актуальне для кар'єра Південного ГЗК, бо у безпосередній близькості зі східним бортом кар'єру знаходиться масив одноповерхових житлових будинків, який потребує захисту від негативного впливу сейсмічних хвиль та виникнення явища їх інтерференції [13].

Для запобігання негативної дії масових вибухів в кар'єрі Південного ГЗК впроваджено масове застосування без тротилової вибухової речовини (україніт ПП-2Б, емоніт Н100), неелектричних систем ініціювання вибуху «Прима-Ера», яка дозволяє здійснювати коротко уповільнене підіривання кожної окремої вибухової свердловини із застосуванням уповільнювачів номіналом 17;25;42;67;109; 167 мс, відповідно до гірничо-геологічних умов конкретних вибухових блоків [15,17].

Разом з тим до цього часу невирішено питання визначення часу уповільнення між підіривом окремих вибухових блоків, яких при проведенні масових вибухів на Криворізьких кар'єрах може бути більше десятка [19]. За цих умов сейсмічні хвилі від окремих вибухових блоків, відстань між якими може досягати декількох кілометрів, можуть прийти до житлових будинків майже одночасно [14]. У цьому випадку можливе виникнення явища їх інтерференції з непередбачуваними наслідками для об'єктів, що захищаються [16,18].

Розв'язанню цієї наукової задачі і присвячено дану наукову роботу.

Результати проведених експериментів. Зважаючи на важливе соціальне значення сейсмічної безпеки масових вибухів на Криворізьких кар'єрах і відповідно з рішенням Криворізької міської ради, усі вибухи повинні супроводжуватись моніторингом їх сейсмічного рівня [3]. Такі роботи виконуються і на кар'єрі Південного ГЗК, при цьому визначення рівня

сейсмічних коливань ґрунту проводиться за методом багатоканального вимірювання коливань, розробленому в Інституті фізики Землі ім. О.Ю. Шмідта [2,4].

Для запису інформації застосовувався електронний осцилограф TPS2014 фірми “Tektronix”, що має можливість запам’ятовувати, в комплекті з магнітоелектричними гальванометрами, електродинамічними датчиками СВ-10Ц, СГ-10 та трьох компонентним п’єзоелектричним акселерометром АТП-1, які пройшли відповідну метрологічну атестацію у ДП «Кривбасметрологія» [6,7].

При цьому у відповідності з національним стандартом України, модуль вектора максимальної швидкості коливань ґрунту $V_{\max}$ визначався на основі трьох його проекцій на координатні осі (горизонтальні V_x та V_y і вертикальна V_z) з формули [3]

$$V_{\max} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2} . \quad (1)$$

Виходячи з отриманого значення швидкості $V_{\max}$ визначався рівень сейсмічних коливань у балах відповідно з Міжнародною сейсмічною шкалою MSK-64 [9].

Під час проведення 26 грудня 2012 р. у кар’єрі Південного ГЗК масового вибуху колонкових зарядів загальною масою 515,96 т, місце проведення інструментальних вимірювань рівня сейсмічних хвиль знаходилося біля одноповерхового житлового будинку, розташованого по вул. Володарського.

Усі технічні параметри вибуху, а саме: час початку підризу блоків t_n ; час кінця підризу блоків t_k ; тривалість підризу окремих блоків t_i ; час затримки підризу блоків T_i ; відстань до точки спостереження L ; проміжок часу за який сейсмічна хвиля від вибухового блоку доходить до точки спостереження τ_i ; глибина горизонту H , наведено в табл. 1.

Копія отриманої осцилограми поздовжніх горизонтальних коливань ґрунту при проходженні сейсмічних хвиль біля будинку по вулиці Володарського під час виконання 26 грудня 2012 р. масових вибухів в кар’єрі ПівдГЗК, наведено на рис. 1.

З цієї осцилограми видно, що максимальна швидкість сейсмічних коливань ґрунту під час масового вибуху приходилась на інтервал часу між 7 і 9 секундами після початку масового вибуху.

Рівень сейсмічних хвиль у цей період суттєво перевищив показники, які були закладені в проект масового вибуху.

Це сталося, на наш погляд, внаслідок виникнення явища інтерференції сейсмічних хвиль в районі розташування сейсмостанції, при підризанні блоків № 152 та № 153 (див. рис. 2), унаслідок невірного визначення часу затримки між підризанням цих вибухових блоків.

Так на рис. 2а наведено часову діаграму масового вибуху, що відбувся 26 грудня 2012 року в кар’єрі Південного ГЗК, яка передбачала деяку часову затримку між підризом окремих вибухових блоків.

На рис. 2б наведена часова діаграма проходження сейсмічних хвиль через точку спостереження біля житлового будинку (вул. Володарського) під час цього масового вибуху, яка однозначно свідчить про наявність факту накладання сейсмічних хвиль створених вибуховими блоками № 152 та № 153 і невірно вибраного часу затримки між їх підризом.

Таблиця 1

Технічні параметри масового вибуху 26 грудня 2012 року в кар’єрі Південного ГЗК

Параметри блоків	Номери блоків					
	150	151	152	153	154	155
t_n , мс	575	2575	3775	5575	7808	8575
t_k , мс	2115	3675	5547	7683	7909	11347
t_i , мс	1540	1100	1772	2108	101	2772
T_i , мс		460	100	28	125	666
τ_i , мс	1140	1050	1200	960	1370	1940
L , м	1485	1365	1555	1250	1780	2525
Q , т	72,01	47,12	73,8	138,2	3,23	181,6
q , т	1,3	0,83	0,8	0,8	0,89	0,9
H , м	-285/-300	-240/-255	-210/-225	-120/-135	-90/-120	+15/±0

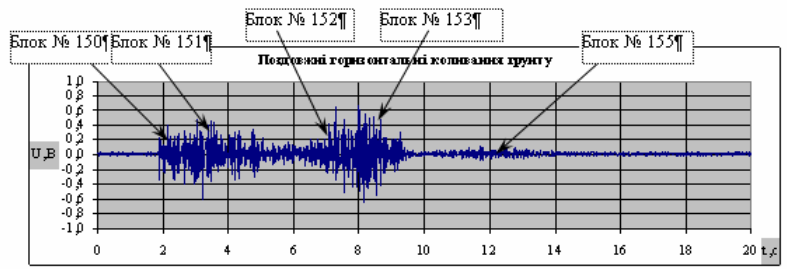


Рис. 1. Копія осцилограми сейсмічних хвиль біля житлового будинку під час виконання 26 грудня 2012 року масових вибухів в кар'єрі ВАТ «ПівдГЗК»



Рис. 2. Часові діаграми масового вибуху а та проходження сейсмічних хвиль б біля житлового будинку (вул. Володарського) під час масового вибуху в кар'єрі ВАТ «ПівдГЗК» 26 грудня 2012 р.

При створенні часових діаграм, що зображено на рис. 2, проміжок часу τ за який сейсмічна хвиля доходить до точки спостереження від відповідного вибухового блоку визначалась з наступної формули

$$\tau = \frac{\sqrt{H^2 + R^2}}{V}, \quad (2)$$

де H - глибина розташування блоку, м; R - відстань від точки спостереження до даного вибухового блоку по мапі кар'єру, м; V - швидкість сейсмічної хвилі, яка визначалась експериментально і для масиву гірських порід в районі східного борту кар'єра Південного ГЗК, приблизно дорівнювала 1300 м/с.

Експериментальне визначення швидкості поширення сейсмічних хвиль у Криворізькому регіоні визначалось за допомогою триангуляційного методу [11].

Отримані і приведені в цій роботі данні про фактичні значення швидкості розповсюдження сейсмічних хвиль в скельних масивах Криворізьких кар'єрів виявилися суттєво (у 2-3 рази) нижче за данні приведені у відповідних довідниках.

Це можливо пояснити тим, що скельні масиви біля кар'єрів представляють собою не суцільне тверде тіло, а масив суттєво порушений системою тріщин, розломів та поверхонь послаблень, до того ж ці масиви сильно обводнені [8, 0].

Методика побудови часової діаграми. В наслідок того, що сейсмічні хвилі від окремих вибухових блоків на точку спостереження приходять майже одночасно, створюється некерівана їх інтерференція, яка може бути причиною значного резонансного збільшення амплітуди сейсмічних коливань у точці знаходження житлової чи промислової будівлі і може привести, при окремих умовах, до її ушкодження або руйнування.

Для запобігання такого небажаного результату пропонується при проектуванні масових вибухів на кар'єрах застосовувати часову діаграму з метою унеможливити виникнення явища інтерференції сейсмічних хвиль біля житлових і промислових об'єктів, що захищаються.

Поставлена задача вирішується тим, що при проектуванні масових вибухів необхідно передбачувати наявність деякого проміжку часу Δt між проходженням сейсмічних хвиль від окре-

мих вибухових блоків через точку спостереження, яка знаходиться біля об'єктів, що захищаються.

При цьому принципово може бути два випадки: блоки підриваються одночасно (див. рис. 3б) та з деякою затримкою (див. рис. 3а).

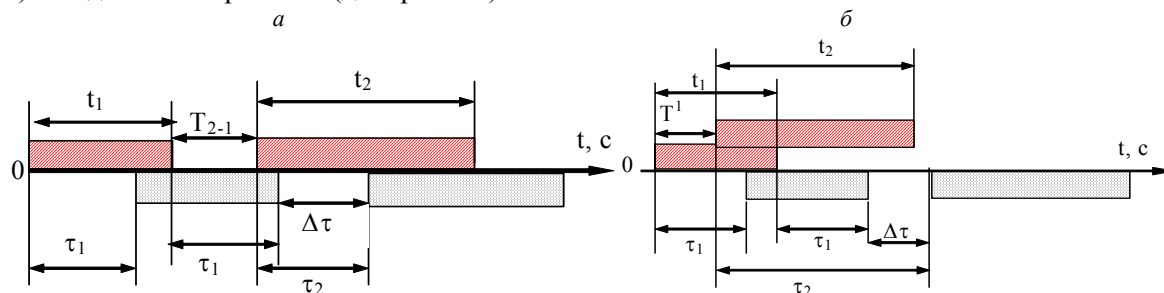


Рис. 3. Побудова часової діаграми масових вибухів

де t_1, t_2 - час підриву відповідних вибухових блоків, який визначається за умови, що маса вибухівки, яка одночасно підривається не перевищує граничного рівня по умовах правил безпеки, с; T_{2-1} - час уповільнення підриву послідовного вибухового блоку після здійснення підриву попереднього, с; τ_1 ; τ_2 - проміжок часу за який сейсмічна хвиля доходить до точки спостереження після підриву відповідного вибухового блоку, с; $\Delta\tau$ - проміжок часу між проходженням окремих сейсмічних хвиль через точку спостереження, с.

З часових діаграм, що приведені на рис. 3 видно, що для запобігання явища інтерференції сейсмічних хвиль в районі розташування об'єктів, які охороняються, необхідно при проектуванні вибухових робіт на кар'єрах передбачувати наявність деякого проміжку часу $\Delta\tau$ між проходженням окремих сейсмічних хвиль через точку спостереження.

При цьому ми враховували, що наявність декількох сейсмічних хвиль малої амплітуди значно краще для сейсмічної стійкості житлових будинків, ніж одна сейсмічна хвиля великої амплітуди [5, 20].

Поставлена мета, а саме унеможливлення виникнення явища інтерференції сейсмічних хвиль на точці спостереження, буде досягнута за умови $\Delta\tau > 0$. Для умов Криворізького басейну значення параметра $\Delta\tau$ рекомендується приймати не менше 0,067 с.

Тоді, виходячи з гістограм приведених на рис. 3а, час уповільнення T_{2-1} , що дорівнює інтервалу між початком підриву наступного вибухового блоку і кінцем підриву попереднього, повинен бути не менше величини, що обчислюється з виразу (3).

У випадку коли вибухові блоки підриваються одночасно або з часом затримки T^1 (див. рис. 3-б), що дорівнює інтервалу між початком підриву попереднього вибухового блоку і початком підриву наступного, його величина повинна бути не менше величини, що обчислюється з виразу (4)

$$T_{2-1} \geq \tau_1 - \tau_2 + \Delta\tau, \quad (3)$$

$$T^1 \geq \tau_1 - \tau_2 + t_1 + \Delta\tau, \quad (4)$$

де t_1 - час підриву попереднього вибухового блоку, за умови, що маса вибухової речовини не перевищує гранично припустимого рівня відповідно до правил техніки безпеки, с.

Застосування запропонованого способу визначення часу уповільнення між підривом окремих вибухових блоків при проведенні масових вибухів на кар'єрах дозволить значно підвищити їх сейсмічну безпеку, що до житлових будинків і споруд соціального призначення, які знаходяться біля цих кар'єрів і потребують захисту від негативної дії цих вибухів.

На дану методику визначення часового інтервалу між підривом окремих вибухових блоків авторами отримано патент України [12].

Приклад застосування часової діаграми. В якості приклада розглянемо застосування часової діаграми для масового вибуху колонкових зарядів в кар'єрі ВАТ «ПівдГЗК», що відбувся 26 грудня 2012 року та проходження сейсмічних хвиль від нього біля житлового будинку по вул. Володарського (див. табл. 1).

Відповідно до формули (3), обчислимо мінімально необхідний час уповільнення між підривом блоків №150 та №151

$$T_{150-151} \geq \tau_{150} - \tau_{151} + \Delta\tau = 1,14 - 1,05 + 0,067 \geq 0,157 \text{ с.} \quad (5)$$

Отриманий результат означає, що час уповільнення між підривом блоку № 150 та № 151

закладений у проект (460 мс) цілком достатній для того, щоб уникнути явища інтерференції сейсмічних хвиль біля об'єкту, що захищається.

Аналогічно для вибухових блоків № 151 та № 152

$$T_{151-152} \geq \tau_{151} - \tau_{152} + \Delta\tau = 1,05 - 1,2 + 0,067 \geq -0,083 \text{ с} \quad (6)$$

Отриманий результат означає, що час уповільнення між підривом блоків № 151 й № 152 закладений у проект (100 мс) цілком достатній для того, щоб уникнути явища інтерференції сейсмічних хвиль.

Знак (-) в остаточному результаті (6) означає, що уповільнення при підриванні цих блоків може й не проводитися.

Навпаки, блок № 152 можливо підривати разом із блоком № 151 на останніх 0,083 секундах його горіння, при цьому явища інтерференції сейсмічних хвиль на об'єкті, що захищається, спостерігатися не буде.

Аналогічно для вибухових блоків №152 та №153

$$T_{152-153} \geq \tau_{152} - \tau_{153} + \Delta\tau = 1,2 - 0,96 + 0,067 \geq 0,307 \text{ с} \quad (7)$$

Отриманий результат означає, що час уповільнення між підривом блоків № 152 та № 153 закладений у проект (28 мс) *недостатній* для того, щоб уникнути явища інтерференції сейсмічних хвиль біля об'єкта, що захищається.

Для попередження цього негативного явища, час між підривом цих блоків повинен бути не менше 0,307 с. Сейсмограма приведена на рис. 1, наглядно підтверджує вище сказане.

Аналогічно для вибухових блоків №153 і №154 та №154 іа №155

$$T_{153-154} \geq \tau_{153} - \tau_{154} + \Delta\tau = 0,96 - 1,37 + 0,067 \geq -0,343 \text{ с} \quad (8)$$

$$T_{154-155} \geq \tau_{154} - \tau_{155} + \Delta\tau = 1,37 - 1,94 + 0,067 \geq -0,503 \text{ с} \quad (9)$$

Отримані результати означають, що час уповільнення між підривом блоків №153 і №154 (125 мс) та між підривом блоків №154 і №155 (666 мс) цілком достатній для того, щоб уникнути явища інтерференції сейсмічних хвиль при підриві цих вибухових блоків біля об'єкту, що захищається.

Фізичний зміст знаку (-) в отриманих результатах (8) і (9) такий, як і у попередньому випадку.

Висновки. Застосування запропонованого способу визначення часу уповільнення між підривом окремих вибухових блоків при проведенні масових вибухів на кар'єрах дозволяє значно підвищити їх сейсмічну безпеку (на 0,5–1 бал за Міжнародною сейсмічною шкалою MSK-64), що до житлових будинків і споруд соціального призначення, які перебувають у безпосередній близькості від місця проведення цих вибухів і потребують захисту від них.

Список літератури

1. Единые правила безопасности при взрывных работах. – К.: Норматив, 1992. -172 с.
2. Техника контроля напряжений и деформаций в горных породах и массивах. Л.: Наука, 1978. - 243 с.
3. Національний стандарт України. Проведення промислових вибухів. Норми сейсмічної безпеки. ДСТУ-4704:2008. - Київ, Держспоживстандарт України, 2012.
4. **Медведев С.В.** Сейсмика горных взрывов. Недра, 1964. -188, с.
5. **Фадеев А.Б.** Дробящее и сейсмическое действие взрыва на карьерах. М.: Недра, 1972. -135 с.
6. Развитие методов ведения взрывных работ на карьерах с учетом улучшения экологических условий. М.: Недра, 1991 -150 с.
7. **Bollinger G.A.** Blast vibration analyses. London, 1971. - 87 p.
8. **Кутузов Б.Н.** Разрушение горных пород взрывом. М, Недра, 1994. - 444 с.
9. Сейсмическое действие взрыва в горных породах. – М.: Недра, 1990. -173 с.
10. **Кузнецов Г.В.** Сейсмическая безопасность сооружений при взрывных работах в карьерах. Горный журнал, № 4, 1971. - С. 47–49.
11. **Несмашний Е.А, Перевертайло А.И., Скачков А.А.** Определение скорости сейсмических волн в горном массиве при проведении массовых взрывов на карьере. // Вісник Криворізького національного університету, 2013. - Вип. 34. - Кривий Ріг.
12. **Несмашний Є.О., Федін К.А.** Спосіб проведення підривних робіт при відкритій розробці рудних покладів. // Патент України № 82004 від 10.07.2013.
13. **Здещиц В.М. Сидоренко В.Д., Несмашний Є.О.** Моніторинг сейсмічних коливань при масових підриваннях свердловинних зарядів в кар'єрі ПівдГЗК // Вісник КТУ: Кривий Ріг, 2003. - Вип. 1. - С. 7-9.

14. Аналіз проектів масового підривання колонкових зарядів в 750-метровій охоронній зоні Першотравневого кар'єру ПівніГЗК та видача рекомендації щодо мінімізації рівня сейсмічних та ударних повітряних хвиль // Звіт про НДР. Науковий керівник проф. **Несмашний Є.О.** // Кривий Ріг, КТУ, 2006.
15. **Бондурівська О.І., Несмашний Є.О.** Застосування системи ініціювання типу "НОНЕЛЬ МС" при уступному відбиванні на відкритих розробках // Вісник Криворізького технічного університету. - Кривий Ріг, 2007. - Вип. 16. - С.162-166.
16. Визначення параметрів вибухових робіт, що забезпечують сейсмічну безпеку об'єктів, які охороняються навколо кар'єра ГЗК «Укрмеханобр» з урахуванням використання сучасних вибухових речовин та засобів вибуху // Звіт про НДР. Науковий керівник проф. **Несмашний Є.О.** - Кривий Ріг, КТУ. - 2008.
17. Визначення параметрів вибухових робіт, що забезпечують сейсмічну безпеку об'єктів, які охороняються навколо кар'єра Південного ГЗК з урахуванням використання сучасних вибухових речовин та засобів вибуху // Звіт про НДР. Науковий керівник проф. **Несмашний Є.О.** -Кривий Ріг, КТУ, 2008.
18. Визначення параметрів вибухових робіт, що забезпечують безпеку для об'єктів проектуемого ТОВ «Ворскла сталь» металургійного заводу, поблизу Єристівського кар'єру з урахуванням використання сучасних вибухових речовин та засобів вибуху // Звіт про НДР. Науковий керівник проф. **Несмашний Є.О.** / Кривий Ріг: КТУ, 2008.
19. **Скачков А.А. Ткаченко Г.І. Перевертайло О.І., Несмашний Є.О.** Моніторинг сейсмічної безпеки масових вибухів на залізрудних кар'єрах Кривбасу // Вісник Криворізького технічного університету. -Кривий Ріг, КТУ, - 2009, -Вип. 24. С.27-32.
20. Визначення параметрів бурових і вибухових робіт при виконанні будівництва траншеї // Звіт про НДР. Науковий керівник проф. **Несмашний Є.О.** -Кривий Ріг: КТУ, -2009.

Рукопис подано до редакції 06.01.14

УДК 622.23(28)

Л.Г. НАСТОБУРКО, канд. техн. наук, АГН України

Ю.Ю. КРИВЕНКО, канд. техн. наук, доц., Криворожский национальный университет

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭТАЖНО-КАМЕРНОЙ И ПОДЭТАЖНО-КАМЕРНОЙ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ С ТВЕРДЕЮЩЕЙ ЗАКЛАДКОЙ ПРИ ОТРАБОТКЕ МОЩНЫХ КРУТОПАДАЮЩИХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Выполнен анализ опыта отработки рудных месторождений при различных горно-геологических условиях. Установлено, что оптимизация отработки залежей системами с открытым очистным пространством может быть достигнута за счет применения твердеющей закладкой с использованием погрузочно-доставочных машин на подэтажном горизонте на выпуске и доставке руды к рудоспускам, соединенным с основным откаточным горизонтом. Определена область применения погрузочно-доставочных машин в одной выемочной единице одновременно на разных горизонтах для увеличения производительности очистных камер. Установлено, что при проектировании разработки мощных крутопадающих рудных месторождений камерными системами разработки с твердеющей закладкой, целесообразно, перед принятием проектных решений, учитывать рациональные области применения этажно-камерной и подэтажно-камерной систем разработки с учетом горно-геологических и горнотехнических условий.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Освоение новых рудных месторождений и дальнейший рост добычи руды на действующих рудниках является приоритетным направлением развития сырьевой рудной базы народного хозяйства Украины.

Горно-геологические и горнотехнические условия рудных месторождений могут определять применение различные варианты камерных систем разработки с твердеющей закладкой, обеспечивающих сохранение поверхности земли и управление горным давлением, что обеспечивает добычу руды с высокой эффективностью и соблюдением требований безопасности труда горнорабочих, а также необходимой полнотой извлечения из недр полезного ископаемого.

Анализ исследований и публикаций. Для отработки, железорудных месторождений, которые представляют собой рудные тела, мощность, которых находятся в пределах 40-120 м, углы наклона составляют 70-90°, глубина их залегания от 500-600 м с распространением на глубину до 1400 м и более, крепость руд и вмещающих пород $f=7-12$ баллов по шкале проф. Протодея-конова, наиболее широко применяются варианты этажно-камерной системы с твердеющей закладкой и с вибровыпуском руды или с применением на выпуске и доставке руды самоходных

погрузочно-доставочных машин (ПДМ), а также подэтажно-камерной системы разработки с твердеющей закладкой и выпуском и доставкой руды ПДМ.

Опыт отработки рудных месторождений в рассматриваемых условиях указанными системами разработки показывает, что на эффективность добычи руды, при их применении, наиболее существенно влияет глубина разработки, которая диктует, по условиям развивающегося с глубиной горного давления и необходимости, в связи с этим, учитывать создающиеся особенности и осложнения при выполнении производственных процессов, определять параметры камер, обеспечивающие безопасность ведения горных работ.

В связи с изложенным, рассмотрим, практику отработки залежей на Запорожском железорудном комбинате (ЗЖРК) этажно-камерной системой разработки с твердеющей закладкой и вибровыпуском руды с гор. 310 м до гор. 940 м. При отработке залежей в пределах указанных горизонтов установлены как наиболее рациональные параметры камер: ширина по простиранию залежи - 30 м, высота - 100-120 м.

Длину же камеры вкрест простиранию, из-за развивающегося с глубиной горного давления, постоянно изменяли в меньшую сторону на 8-12% на каждые 100 м углубления горных работ: в этаже гор. 840-940 м длина камеры составляет 40-45 м; в этаже гор. 940-1040 м - 38-42 м и т.д.

Это приводит к тому, что при отработке мощных участков залежей от 50 м и более с углублением горных работ увеличивается количество рядов камер, размещаемых в залежи от лежащего бока до висячего.

Для отработки каждой камеры необходимо выполнить комплекс вспомогательных работ, при которых руда не добывается, а которые завершают ее отработку и обеспечивают начало очистных работ в смежных камерах: сооружение перемычек, заполнение камеры закладкой, твердение ее, дренирование воды и др.

Следует отметить, что для каждой камеры необходимо оформить отрезную щель - наиболее трудоемкий и низкопроизводительный процесс горных работ. Естественно, что с увеличением рядов камер пропорционально увеличивается и общее время на выполнение указанных работ, как при отработке рядов камер в залежах, так и в пределах этажей, а также увеличивается количество отрезных щелей.

Так, например, если для отработки одной камеры время на выполнение вспомогательных процессов составляет (по данным практики ЗЖРК) в целом, в зависимости от запасов камеры 5-7 месяцев, то при трехрядном размещении камер на эти процессы придется затратить 15-21 месяц и оформить три отрезные щели.

Указанное резко снижает интенсивность отработки мощных участков залежей и этажей в целом, что естественно негативно отражается на величине горных возможностей.

Целью исследований является определение рационального применения этажно-камерной и подэтажно-камерной систем разработки с твердеющей закладкой при отработке мощных крутопадающих рудных месторождений.

Изложение материала и результаты. Исследования показали, что исключить многорядность камер возможно применением, в пределах этажа, подэтажно-камерной системы разработки с твердеющей закладкой с использованием ПДМ на подэтажном горизонте на выпуске и доставке руды к рудоспускам, соединенным с основным откаточным горизонтом. Конструкция такой системы разработки предопределяет в пределах этажа с высотой 100-120 м, разместить два подэтажа с высотой камер 50-60 м и промежуточным буровым горизонтом через 25-30 м, при которых длина их вкрест простиранию залежи будет соответствовать ее мощности, а комплекс вспомогательных работ и отрезная щель будут необходимы только для одной подэтажной камеры.

В отношении применения ПДМ в рассматриваемом варианте следует отметить, что их использование вносит ряд конструктивных особенностей в систему разработки, учет которых предопределяет эффективность добычи руды. Следует также учитывать, что высокая стоимость ПДМ, следовательно, и амортизационных отчислений, существенно влияет на себестоимость процессов выпуска и доставки руды.

В сравнении с себестоимостью выпуска руды виброустановками применение ПДМ имеет область экономически выгодных значений, из которого следует, что увеличение запасов камеры существенно влияет на снижение затрат при вибровыпуске. Себестоимость при ПДМ в зависимости от камерных запасов не изменяется, т.к. производительность доставки 1 т руды (при

определенной длине ее) будет постоянной при любых запасах камеры. Установлено, что величина затрат на проведение выработок для установки виброустановки ($\approx 250 \text{ м}^3$), стоимость ее, монтаж, бетонирование др. постоянная и с увеличением запасов руды выпускаемой через нее снижается.

При применении ПДМ возможно использовать в одной выемочной единице одновременно на разных горизонтах нескольких машин, что позволяет резко увеличивать как производительность камер, так и горные возможности шахты рудника.

Для их сравнения и определения рациональных областей применения исходили из следующих условий:

1. Области применения обоих вариантов определяем в зависимости от мощности залежи - m и глубины горных работ - H по границам равных значений себестоимости добычи руды C_p в дальнейшем для этажно-камерной системы разработки - $C_{эк}$; для поэтажно-камерной - $C_{пк}$, определяемой в зависимости от производительности рудника - A_p , т.

2. A_p принимали по величине горных возможностей - A_g , который определяли по методике работы [1], в зависимости от горногеологических, горнотехнических факторов (см. ниже). $C_{эк}$ и $C_{пк}$ определяли по технико-экономическим показателям, в т.ч. по стоимостям проведения выработок, отбойки руды и другим производственным процессам, амортизационным отчислениям и т.д., исходя из данных институтов «Кривбасспроект», «УкрНИИпроект», «УралГипроруда», «Центрогипроруда» и научно-исследовательских работ [2-5], обобщенным и учетным в соответствии с действующими коэффициентами пересчета для 2013 г.

3. Учитываемые затраты по системе разработки: проведение подготовительно-нарезных выработок, буровзрывные работы, выпуск, доставка и погрузка руды в электровозный транспорт; внутришахтному транспорту; ДБК, подъему руды, ДСФ; закладке; погашению ГКР, амортизации основного оборудования, содержанию и ремонту основных средств и др.; РММ, автоцеху, услугам сторонних организаций; прочие затраты.

4. Учитывали следующие входные параметры по методике [1] с постоянными, а также с варьируемыми значениями:

S_z - рудная площадь залежи в этаже, м^2

$$S_z = m \cdot l_z, \text{ м},$$

где l_z - длина залежи по простиранию, м

$$l_z = 900 \text{ м}; m = 40-120 \text{ м};$$

S_k - горизонтальная площадь камеры, м^2 ;

$$S_k = a_k \cdot B_k, \text{ м},$$

a_k - длина камеры вкост простиранию залежи, м (определяется по [2]); B_k - ширина камеры по простиранию залежи, м; $B_k = 30 \text{ м}$; Z_k - запасы руды в камере, т;

$$Z_k = a_k \cdot B_k \cdot h_k \cdot \gamma, \text{ м},$$

где h_k - высота камеры, м; γ - объемный вес руды, т/м^3 ; $\gamma = 4,0 \text{ т/м}^3$; H - глубина разработки, м; $H = 600-1400 \text{ м}$; $t_{ок}$ - время отработки камеры, мес.

$$t_{ок} = \frac{Z_k}{P_k}, \text{ мес.},$$

где P_k - производительность добычи руды из камеры, тыс. т/мес. (определяется по [3-5]).

На ряде рудников, отрабатывающих залежи камерными системами разработки с твердеющей закладкой, время подключения очередной камеры к отработке определяют продолжительностью выполнения подготовительно-нарезных работ $t_{n-и}$, обустройства камерных запасов - t_{δ} , а также описанными ниже процессами $t_{пк}$ [1].

В настоящей работе учтено, что (исходя из практики ЗАО «ЗЖРК») $t_{n-и}$ и t_{δ} выполняются в рудных массивах камер, подлежащих к очередному подключению к отработке, одновременно с выполнением производственных процессов в отрабатываемых камерах на расстоянии от последних равным двум B_k .

Поэтому $t_{n-и}$ и t_{δ} исключены из расчетов, а учтено, что очередную камеру подключают к отработке через время определяемое по [1].

$t_{пк}$ - промежуток времени, через который подключается очередная камера к отработке после начала отработки предыдущей, мес.

$$t_{пк} = t_{пер} + t_з + t_{тз} + t_д, \text{ мес.}, \quad (1)$$

где $t_{пер}$ - время для сооружения перемычек, мес.; $t_{пер}$ - 0,5 мес.; $t_з$ - время для заполнения камеры твердеющей закладкой, мес.

$$t_з = \frac{a_k \cdot b_k \cdot h_k}{40000}, \text{ мес.},$$

где $t_{тз}$ - время твердения закладки - 3 мес.; $t_д$ - время дренирования воды из заложеной камеры и осушение рудных запасов смежных камер, мес.

$$t_д = \frac{a_k \cdot b_k \cdot h_k}{52500}, \text{ мес. (с округлением до целого числа)}$$

На основании информации об отработке более 300 камер (от гор.300 до гор.940 м) были получены выражения, отражающие зависимость a_k и P_k от влияющих факторов

$$a_k = 211,1 + 5,0f_p + 4,35f_n - 0,019\gamma H - 1,62h_k, \quad (2)$$

где f_p и f_n - коэффициенты крепости по шкале проф. Протодяконова соответственно руды и вмещающих пород; $f_p = 7$, $f_n = 9$.

Для этажно-камерной системы разработки с вибровыпуском руды (переходим от обозначения P_k к $P_{эк}$)

$$P_{эк} = 4,1 + 0,0524Z_{эк}, \text{ тыс. т/мес.}, \quad (3)$$

где $Z_{эк}$ - извлекаемые запасы руды камеры, тыс. т.

Для подэтажно-камерной системы разработки с выпуском и доставкой руды ПДМ (типа TORO-400) одновременно на буровом и буродоставочном горизонтах $P_{пкПДМ}^2$

$$P_{пкПДМ}^2 = 14,1 + 0,056Z_{пк} - 0,046(0,5m + l_d), \text{ тыс. т/мес.} \quad (4)$$

где l_d - расстояние от контакта рудной залежи с породами лежащего бока до пункта разгрузки ПДМ, м; $Z_{пк}$ - извлекаемые запасы руды из подэтажной камеры, тыс. т;

на одном буродоставочном горизонте $P_{пкПДМ}^1$

$$P_{пкПДМ}^1 = 8,2 + 0,049Z_{пк} - 0,046m + l_d, \text{ тыс. т/мес.} \quad (5).$$

В соответствии с [1] реализация схемы расчета по учтенным входным параметрам сводится к определению, по каждому из рассматриваемых вариантов, числа одновременно отрабатываемых камер в этаже - $\Pi_{ок}$.

Поскольку добыча руды на рудниках, отрабатывающих крутопадающие залежи системами разработки с твердеющей закладкой производится одновременно в нескольких этажах - $\Pi_{оз}$, то определение A_r сводится к выражениям, тыс. т/год

$$A_r = \Pi_{ок} \cdot \Pi_{оз} \cdot P_{эк(пк)} \cdot 12 \cdot K_n, \quad (6)$$

где K_n - коэффициент, учитывающий надежность расчетов - 0,85.

$$A_r = \frac{\Pi_{ок} \cdot \Pi_{оз} \cdot P_{эк(пк)} \cdot 12 \cdot K_n}{1000}, \text{ млн. т в год} \quad (7)$$

$$A_r = 1000 \cdot \Pi_{ок} \cdot \Pi_{оз} \cdot P_{эк(пк)} \cdot 12 \cdot K_n, \text{ т в год}, \quad (8)$$

В данном случае исходим из данных практики ЗЖРК и принимаем к расчетам $\Pi_{оз} = 3$.

В дальнейшем, для удобства описания и чтения вводим следующие обозначения: $эк$ - этажно-камерная система разработки с вибровыпуском руды; $пк$ - подэтажно-камерная система разработки с применением ПДМ; $A_{эк}$ и $A_{пк}$ - горные возможности соответственно при отработке залежи этажно-камерной системой разработки и подэтажно-камерной.

Из результатов расчетов по приведенным зависимостям, следует, что при $m=40$ м и H от 600 до 1400 м, а также при $m=60$ м и H до 900 м $A_{эк}$ больше $A_{пк}$. Это объясняется тем, что в указанных значениях m и H возможно размещать в пределах залежи от лежащего бока до висячего бока одну камеру как при $эк$, та и при $пк$.

Однако, в связи с этим запасы камеры при $эк$ будут значительно большими, чем при $пк$, так как при $эк$ высота камеры существенно больше, чем при $пк$.

Это предопределяет и большую $P_{эк}$ по сравнению с $P_{пк}$.

Кроме того, при $пк$, в данном случае, более низким $P_{пк}$ будет из-за того, что выпускать и доставлять руду возможно только на одном буродоставочном горизонте, поскольку порядок отбойки слоев руды в камере не позволяет, из-за относительно малой величины m , организовыв-

вать одновременный выпуск и доставку руды на двух горизонтах.

Большее значение $P_{эк}$ по сравнению с $P_{пк}$ при примерно одинаковых $t_{пк}$ в основном и определяет, что в указанных значениях m и H $A_{эк} > A_{пк}$.

При $m = 60$ м и H от 900 до 1400 м $A_{эк}$ становится меньше по сравнению с $A_{пк}$. И при $m > 60$ м и при всех остальных значениях H $A_{пк}$ возрастает с увеличением m до 120 м.

Это объясняется тем, что при эк в указанных m и H число рядов камер увеличивается из-за уменьшения значения a_k и тем больше, чем глубже H , что приводит, во-первых, к резкому росту $t_{пк}$, во-вторых, к снижению $P_{эк}$, а также к увеличению количества отрезных щелей.

При применении пк с увеличением m , при всех значениях H , запасы камер и их производительность $P_{пк}$ возрастают (при $m > 60$ м возможно выпускать и доставлять руду одновременно на двух горизонтах), $t_{пк}$ становится меньше во столько раз, сколько рядов камер в залежи и при этом нужна только одна отрезная щель.

Приведенные выше аргументы характеризуют рост и снижение $A_{эк}$ и $A_{пк}$ в зависимости от m и H .

Зависимость себестоимости добычи руды по руднику C_p от m , H и производительности рудника A_p при отработке рудной залежи эк и пк, из которых следует, что:

- с углублением H A_p снижается на каждые 200 м на $\approx 0,4$ млн т руды;
- с увеличением m A_p увеличивается на каждые 20 м на 0,4-0,5 млн т руды;
- C_p снижается от $m=40$ м до $m=120$ м как при эк, так и при пк при всех значениях H ;
- в зависимости от H C_p при обоих вариантах увеличивается на каждые 200 м на $\approx 22-28\%$;
- точки равноценных значений $C_{рэк}$ и $C_{рпк}$ находятся:
- при $H = 600$ м на $m = 50-58$ м;
- при $H = 800$ м на $m = 45-50$ м;
- при $H = 1000-1400$ м на $m = 40-45$ м.

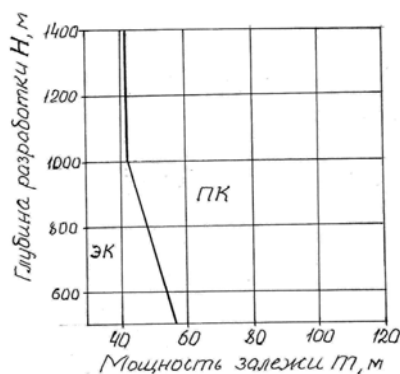


Рис. 1. Области рационального применения этажно-камерной и подэтажно-камерной систем разработки с твердеющей закладкой

По указанным значениям $C_{рэк}$ и $C_{рпк}$ определены области рационального применения эк и пк в зависимости от m и H , (рис. 1), из которого видны их характеристики.

Из приведенных результатов исследований следует, что при проектировании разработки мощных крутопадающих рудных месторождений камерными системами разработки с твердеющей закладкой, целесообразно, перед принятием проектных решений, учитывать приведенные выше рациональные области применения эк и пк с корректировкой их расчетами для конкретных горногеологических и горнотех-

нических условий месторождения.

Это позволит правильно планировать развитие горных работ на перспективу по обработке конкретных залежей, оптимизировать технологические схемы и параметры систем разработки, определять один из главных параметров - горные возможности, по значениям которых устанавливают производительность шахты (рудника).

Список литературы

1. Агошков М.И., Малахов Г.М. Подземная разработка рудных месторождений. - М, Недра, 1966.
2. Байконуров О.А., Крупник Л.А., Мельников В.А. Подземная разработка месторождений с закладкой. - Алма-Ата, Наука, 1972.
3. Технология добычи руд с твердеющей закладкой / О.А. Байконуров, Л.А. Крупник, В.Н. Петухов и др. М., Недра, 1979.
4. Бобрышев Д.Н., Рексин В.Э. Управление конфигурацией технических систем. - М., «Сов. радио», 1978, 184 с.
5. Закладочные работы в шахтах: Справочник / 3-11 Под ред. Д.М. Бронникова, М.Н. Цыганова. - М., Недра, 1989. - 400 с.
6. Титов В.Д. Основы проектирования глубоких железорудных шахт. - М., Недра, 1977.-229 с.
7. Шестаков В.А. Проектирование рудников: Учебник для вузов. - М., Недра, 1987.-231с.
8. Скорняков Ю.Г. Подземная добыча руд комплексами самоходных машин. - М., Недра, 1986. - 204 с.
9. Настобурко Л.Г. Определение горных возможностей рудника методом статистических испытаний / Разраб. рудн. месторож. Респ. межвед. научно-техн. сб., 1983. - Вып. 36. - С. 3-8.

Рукопис подано до редакції 06.01.14

УДК 622.684:629.353

О.Д. ПОЧУЖЕВСЬКИЙ, канд. техн. наук, Криворізький національний університет

СПЕЦИФІКА УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ САМОХІДНИХ КОЛІСНИХ МАШИН НА ВІДКРИТИХ РОЗРОБКАХ

На основі аналізу парку самохідних колісних машин гірничих підприємств встановлено, що основним видом даної техніки при видобутку корисних копалин відкритим способом є кар'єрні самоскиди вантажопідйомністю 30-55 т оснащені гідромеханічною трансмісією. Враховуючи що якість роботи самохідних колісних машин, окрім їх технічних характеристик, визначається безпосередньо гірничотехнічними умовами експлуатації, проведено дослідження їх специфіки на експлуатуючих підприємствах. Згідно проведеного аналізу роботи кар'єрних самоскидів на промислових підприємствах України, сформовано основну класифікацію умов їх використання: основний технологічний транспорт, допоміжний технологічний транспорт або використовуються за замовленням. При цьому встановлено, що на кожному підприємстві існують власні (специфічні, притаманні конкретному підприємству) умови транспортування гірничої маси. Тобто з точки зору підвищення ефективності експлуатації транспортних машин, кожне підприємство потребує індивідуального підходу до формування парку та параметрів кар'єрних самоскидів.

Ключові слова: самохідні колісні машини, кар'єрні самоскиди, гідромеханічна трансмісія, умови експлуатації, ефективність експлуатації, гірничотехнічні умови.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Відкритий спосіб розробки, як найбільш економічний та ефективний з видобутку корисних копалин, розвивається в усьому світі досить швидкими темпами і у найближчому майбутньому слід очікувати інтенсифікації буровибухових та виймальних робіт, що у свою чергу призведе до значного підвищення вимог до транспортної мережі гірничодобувних підприємств.

Основним видом самохідних колісних машин при видобутку корисних копалин відкритим способом є кар'єрні самоскиди, вони використовуються для перевезення близько 80 % усієї гірничої маси. В Україні майже весь парк даної техніки представлений машинами виробництва ВАТ «БелАЗ», з яких близько 97 % мають вантажопідйомність 30...55 т та оснащуються гідромеханічною трансмісією (ГМТ) [1].

Відомо, що розвиток відкритого способу розробки супроводжується зростанням концентрації виробництва, збільшенням глибини й просторових розмірів кар'єрів, відстані й складності транспортування гірничої маси. Це у свою чергу супроводжується погіршенням умов експлуатації, які спричиняють: зниження швидкості руху, збільшення тривалості маневрових операцій, зростання частки витрат на транспортування до 55...65 % від загальної собівартості видобутку корисної копалини, зниження продуктивності та загальної ефективності роботи машин [1].

Враховуючи що якість роботи самохідних колісних машин, окрім їхніх технічних характеристик, визначається безпосередньо гірничотехнічними умовами експлуатації, дослідження даних умов та аналіз отриманих результатів, дозволить знайти резерви підвищення ефективності експлуатації кар'єрних самоскидів оснащених ГМТ [1, 2-4].

Аналіз досліджень та публікацій. Гірничотехнічні умови визначаються: характеристикою маршруту руху в плані та профілі, схемами маневрів у забої, типом покриття, режимами руху, коефіцієнтом опору кочення та зчеплення коліс. Більшість даних параметрів є нормативними і викладені у відповідних документах.

Нормативними документами, що регламентують величину ухилів доріг на підприємствах гірничодобувних галузей промисловості, є будівельні норми та правила у вигляді БНіП 2.05.07-91, єдині правила безпеки при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом (ЄПБ), а також норми технологічного проектування (НТП).

Згідно БНіП 2.05.07-91 величина поздовжніх ухилів кар'єрних доріг визначається залежно від інтенсивності руху, складу транспортних засобів, кліматичних умов і типу дорожнього покриття з урахуванням безпеки руху й виконання обсягів гірничих робіт. Згідно даного документу по дорогах з щобєневим покриттям, для машин з колісною формулою 4х2, допускається повздовжній ухил 6-8 %, а ґрунтовым 4-5 %.

Рекомендована НТП кар'єрів по видобутку кольорових руд металів величина повздовжнього ухилу доріг при завантаженому стані на підйом не повинна перевищувати для кар'єрних самоскидів 10-11 %. У порожньому напрямку допускаються ухили до 15 % за умови забезпечення довжини гальмівного шляху й створення необхідного зчеплення коліс з покритвом дороги.

Відповідно до вимог НТП кар'єрів чорної металургії, проектування плану й поздовжнього профілю доріг проводиться з умови найменшого обмеження швидкості й забезпечення безпеки руху. Оптимальний поздовжній ухил, рекомендується встановлювати на підставі техніко-економічного розрахунків – співвідношення між витратами на будівництво доріг та транспортування гірничої маси. Слід зазначити, що рекомендації НТП носять рекомендаційний характер і не є обов'язковими до застосування. Єдині правила безпеки при розробці відкритим способом указують, що поздовжні ухили доріг устанавлюються з урахуванням діючих норм і правил.

Окрім цього з поміж існуючих класифікацій дорожньо-транспортних умов експлуатації кар'єрних самоскидів слід відзначити класифікацію М.В. Васильєва та М.Я. Говорущенко [4].

Швидкість і порядок руху кар'єрних самоскидів на підприємствах регламентується правилами безпеки при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом по ДНАОП 1.2.90-1.01-94. При цьому допустима швидкість руху автотранспортних засобів на підприємстві, згідно пункту 3.18 даних правил, встановлюється адміністрацією підприємства з урахуванням місцевих умов.

Порушення даних правил, згідно досліджень А.В. Заберовського, щороку на підприємствах України призводить у середньому 40 аварій у тому числі з летальними випадками, спричинені передусім зіткненням між кар'єрними самоскидами й іншими транспортними засобами [5,6].

Наукове дослідження та обґрунтування оптимальних гірничотехнічних умов на відкритих розробках, проведене у роботах Горшкова Е.В., Ворошилова Г.О., Ржевського В.В., Яковлева В.Л., Williamson Owen C. та ін. [7-11].

Постановка завдання. Враховуючи велике різноманіття існуючих нормативних документів, а також специфіку відкритих розробок – для об'єктивного визначення специфіки експлуатації кар'єрних самоскидів з ГМТ доцільно проаналізувати гірничотехнічні умови безпосередньо на підприємствах де експлуатуються данні самохідні машини.

Викладення матеріалу та результати. Кар'єрні самоскиди застосовують на всіх стадіях розробки родовищ корисних копалин: глибинних, нагорних, нагорно-глибинних та поверхневих типах кар'єрів. Рух при цьому здійснюється як на постійних, так і тимчасових дорогах технологічного призначення, які за розміщенням поділяються на три основні типи: магістральні дороги (на поверхні), дороги в капітальних траншеях і постійні з'їзди в кар'єрі, дороги на транспортних бермах, робочих площадках, у забоях та на відвалах. Вони характеризуються двома основними показниками: типом покриття та геометричними параметрами (ширина проїзної частини, ухил і т.ін.), і визначають не тільки безпеку руху кар'єрних самоскидів, але й можливість їх руху з максимальним використанням тягових та динамічних якостей [4,7,11].

Схеми доріг і рух кар'єрних самоскидів, визначається умовами розробки родовища, напрямку та відстані транспортування вскришних порід і корисних копалин. Траса, представлена у вигляді прямих, спіральних, петлевих та комбінованих з'їздів. У профілі, вона складається з підйомів (ухилів), горизонтальних частин, радіусів сполучення похилих та горизонтальних ділянок. Основними складовими, які впливають на експлуатаційні показники роботи кар'єрних самоскидів, є поздовжній ухил дороги, коефіцієнт опору кочення та зчеплення шин з покриттям.

Дороги в залежності від призначення, терміну експлуатації, інтенсивності руху й типу транспортних засобів, особливостей ґрунтової основи та її водного режиму, наявності місцевих будівельних матеріалів, поділяються на чотири типи: удосконалені капітальні, удосконалені полегшені, перехідні та низші [4]. Це у свою чергу може впливати на зміну коефіцієнту опору кочення від 1,2 до 20,0 % від маси машини, коефіцієнту зчеплення в межах 0,12-0,90 (сила зчеплення) по різних трасах, або навіть у межах однієї [4, 10].

Згідно проведених досліджень гірничотехнічних умов експлуатації кар'єрних самоскидів були отримані результати, що визначають найбільш характерні маршрути руху [4, 11]. Вони поділяються в залежності від сировини, яка видобувається в кар'єрі: глина, гравій, камінь, пісок.

Найбільш легкими маршрутами є дороги глиняних кар'єрів. Покриттям таких кар'єрів (за винятком свіжої розробки) є добре вкатаний ґрунт з незначними нерівностями. Ухили підйомів на дні кар'єрів незначні, ділянки виїздів з кар'єрів порівняно короткі, а ділянки дороги від кар'єру до підприємств, характеризуються якісним дорожнім покриттям.

Характерною особливістю доріг з гравійних кар'єрів є велика довжина основи й відстані від кар'єрів до місць розвантаження. Дорожнє покриття має задовільний стан при середньому

значенні кута ухилу 6,9 %. Для покриття до місць розвантаження використовують булижник або гравій.

Маршрути руху кам'яних кар'єрів характеризуються порівняно невеликою довжиною основи, близько 280 м зі значними нерівностями його покриття, крутими затяжними підйомами на виїздах. Дорожнє покриття ділянок виїзду з кар'єрів представляє собою добре вкатаний щебінь, рідше – бетонні плити. У літній час дороги таких маршрутів зазвичай поливаються водою.

Найбільш складними є дороги з піщаних кар'єрів. Піщані основи й виїзди з кар'єрів при відносно великій протяжності та поганій якості покриття, погіршують динаміку руху та паливну економічність кар'єрних самоскидів. Повздовжні ухили виїздів складають 4-12 %. Дорожнє покриття ділянок від кар'єрів до місця розвантаження в більшості випадків знаходиться в задовільному стані (окрім періоду сильних опадів).

Якщо розглянути гірничотехнічні умови кар'єрних самоскидів за типами кар'єрів, то у кар'єрах глибинного типу рух здійснюється нагору в напрямку до поверхні, а в кар'єрах нагорного типу рух здійснюється зазвичай униз по схилах. При нагорно-глибинному типі кар'єрів, машини при розробці нагорної частини в основному рухаються вниз, а глибинної частини нагору до поверхні. У кар'єрах поверхневого типу кар'єрні самоскиди на значній частині відстані транспортування працюють по горизонталі, та рідше використовуються на похилих трасах при виїзді на поверхню.

У період будівництва кар'єрів, дані машини використовують як при підготовці кар'єрного поля до експлуатації, так і при розкритті родовища. Відстані транспортування в більшості випадків не перевищують 1-1,5 км, швидкість руху по тимчасових дорогах коливається в межах 20-25 км/год, а повздовжні ухили доріг становлять 5-6 % [4].

У період експлуатації кар'єрів, кар'єрні самоскиди застосовують при розвитку робіт з освоєння родовища, проведенні траншей, переважно внутрішніх, петлевих, спіральних з'їздів, а також розрізних траншей при підготовці нових горизонтів до експлуатації.

У більшості випадків у період експлуатації родовищ розкриті породи транспортують у зовнішні відвали. Але при розробці пологих і горизонтальних родовищ після спорудження кар'єру постає необхідність транспортувати порожні породи у вироблений простір. Відстані перевезень при цьому скорочуються, машини рухаються без підйому, потоки розосереджуються.

Відстані транспортування в зовнішні відвали досягають в окремих випадках 3-5 км і більше (частіше 2,5-3 км), а у внутрішні – 1-1,2 км. У кар'єрі кар'єрні самоскиди рухається переважно по забійних дорогах без капітальних покриттів, а виїзди з горизонтів, сполучні й магістральні дороги до відвалів, збагачувальних фабрик та навантажувальних пунктів у більшості випадків улаштовуються з капітальними покриттями. Швидкість руху сягає 40-45 км/год, повздовжні ухили доріг становлять 8-10% [4].

У період доробки кар'єрів, кар'єрні самоскиди застосовують при розробці окремих ділянок родовища, які розділені залишеними масивами порожніх порід і при поглибленні відосблених ділянок з устроєм коротких ковзних з'їздів. Машини можуть також доставляти вантаж як до перевантажувальних пунктів, розташованих усередині кар'єру так і зовні, а також переміщувати порожні породи у вироблені площі родовища.

Відстані транспортування становлять 0,8-2 км, а в окремих випадках, при углубочних роботах на короткому фронті, вони ще менші. Рух при цьому здійснюється по тимчасових дорогах, у рідких випадках поліпшеного типу. Ухили доріг становлять 10-12 %, а радіуси кривих сягають до 15-20 м.

При розробці родовищ нагорного типу, кар'єрні самоскиди застосовують у період розкриття різних систем траншей (при устрої окремих і сполучних напівтраншей, напіввиїмок, напівнасіпів, горизонтальних площадок і т.д.), у період розвитку робіт у кар'єрі й при розширенні фронту робіт. Розкриті породи транспортують на відвали, а сировину – униз по схилу до збагачувальних фабрик або перевантажувальних чи навантажувальних пунктів. Середньозважений ухил постійних доріг становить 7-8 %, при цьому довжина ділянок з ухилом 10-18 % сягає 30-35 % від загальної протяжності доріг [7].

За межами погоризонтних доріг, кар'єрні самоскиди рухаються по магістральним з'їздам постійного характеру з поліпшеним покриттям, де повздовжні ухили з'їздів досягають 12-15 %, швидкість руху становить до 35-40 км/год і звичайно обмежується лише умовами безпеки [4].

Проведений аналіз роботи кар'єрних самоскидів з ГМТ дозволив сформувати основну кла-

сифікацію умов їх використання (рис. 1) [12].



Рис. 1. Класифікація умов використання кар'єрних самоскидів оснащених ГМТ

Згідно цього в першому випадку, за способом використання, кар'єрні самоскиди можуть застосовуватися як основний технологічний транспорт – перевезення гірничої маси або іншої сировини, яка безпосередньо використовується для виробництва кінцевого продукту. У даному випадку природно-кліматичні та гірничотехнічні умови є умовно постійними, тобто можуть змінюватися лише в рамках даного підприємства.

У другому випадку, кар'єрні самоскиди застосовуються як допоміжний технологічний транспорт – перевезення паливно-мастильних та будівельних матеріалів, людей, а також технологічного майна. Природно-кліматичні умови, як і в першому випадку є постійними, притаманні тій місцевості, де розміщене дане підприємство, а гірничотехнічні та дорожньо-транспортні – є умовно змінними. Машини в одному випадку можуть працювати разом з основним технологічним транспортом (вантажопідйомністю понад 110-130 т оснащених електромеханічною трансмісією) і виконувати при цьому вищезазначені допоміжні роботи.

В іншому випадку працювати як допоміжний транспорт у загальному технологічному циклі й у той самий час бути основним транспортом, де гірничотехнічні та дорожньо-транспортні умови будуть постійними.

Третій випадок, це коли кар'єрні самоскиди використовуються за замовленням. Адже існують організації, які надають послуги по перевезенню гірничої маси. При цьому поєднується попередні варіанти – умови в залежності від підприємства споживача, будуть змінюватись, але в той самий час ці умови можуть бути і постійними.

Провівши аналіз умов експлуатації машин з ГМТ на підприємствах України та країн СНД, можна стверджувати, що: на кар'єрах ВАТ «Орджонікідзевський ГЗК» максимальні повздовжні ухили доріг сягають 9 %, утім як середні коливаються в межах 3-5 %; на кар'єрах ЗАТ «Бластко»: Коломовецькому – максимальний ухил 14 %, середній 4,5 %, на Янцевському – 15 % і 3-4 % відповідно, щебеневий кар'єр ВАТ «Гайворонський спецкар'єр» має протяжність доріг 2,5 км, максимальний ухил 10 %, середній 5-7 % [13].

Аналіз підприємств, де кар'єрні самоскиди є допоміжним технологічним транспортом, дає право стверджувати, що на ВАТ «ПівніГЗК» вони працюють постійно на Хвостосховищі, де максимальний ухил – 8 %, а середній – 2-4 %, відповідно на ЗАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» 15 та 7 %.

Умови експлуатації кар'єрних самоскидів з використанням на замовлення яскраво відображає діяльність ТОВ «Промінвестекскавація» основу рухомого парку якої складають машини серії БелАЗ-7555В.

Вони періодично використовуються як основний технологічний транспорт разом з машинами вантажопідйомністю 130 т на Ганнівському та Першотравневому кар'єрах ВАТ «ПівніГЗК», Глеєватському кар'єрі ВАТ «ЦГЗК», кар'єрах ВАТ «ПівдГЗК», ВАТ «НКГЗК», ВАТ «Полтавський ГЗК».

На сьогодні глибина кар'єрів сягає 250-365 м і продовжує збільшуватися. Тому був проведений аналіз умов експлуатації кар'єрних самоскидів по підприємствах країн СНД.

Він доводить, по-перше, що величина ухилів на окремих ділянках доріг досягає на підприємствах залізничної промисловості 10-12 %, кольорової металургії 10-11 % [7, 11], по-друге – кожне підприємство з точки зору гірничотехнічних умов має свою специфіку (план та профіль доріг, типи покриття і його зміна по трасах, режими руху – різні на кожному з підприємств) [14].

Умови експлуатації кар'єрних самоскидів з ГМТ на провідних кар'єрах України наведено у табл. 1 [15].

Таблиця 1

Умови експлуатації кар'єрних самоскидів оснащених ГМТ на кар'єрах

Найменування підприємства	Середня відстань перевезення, км	Середня висота підйому вантажу, м	Середньотехнічна швидкість, км/год	Середньодобовий пробіг, км
Коломєвський кар'єр	1,6	57	19,2	78
Гніванський кар'єр	2,6	1,7	16,3	97,5
ВАТ «Вольногорський ГЗК»	2,2	-	-	105,8
ВАТ «Михайлівський ГЗК»	2,4	-	-	113
Новоукраїнський кар'єр	1,56	-	-	85
ВАТ «ІнГЗК»	2,6	84-89	14,1-17,5	222
ВАТ «Полтавський ГЗК»	2,97	112	19,4	186,7
ВАТ «ПівніГЗК» ГТЦ-1	2,8	-	21,6	237,7
ВАТ «ПівніГЗК» ГТЦ-2	2,2	232,4	19,1	-
ВАТ «ЦГЗК» ГТЦ-1	1,6	18,6-151	18,6-19,2	151-110

Аналізуючи данні (табл. 1.) встановлено, що середня висота підйому вантажу коливається від 1,7 до 143 м, відстань транспортування 1,56-7,4 км, середньотехнічна швидкість 11,5-21,4 км/год, а експлуатаційна 7-14,8 км/год, середньодобовий пробіг 85,7-268 км.

Дослідження швидкісного діапазону по підприємствах гірничо-металургійного комплексу (ГМК) України представлено у табл. 2.

Таблиця 2

Швидкості руху, які допускаються на кар'єрах підприємств ГМК України

Підприємство	Максимально допустима швидкість руху, км/год
ВАТ «ПівніГЗК»	20 (у кар'єрі)
Коломєвський кар'єр	20 (у кар'єрі)
ВАТ «ІнГЗК»	30 (порожній) / 20 (завантажений)
ВАТ «Вольногорський ГЗК»	40 (у кар'єрі) / 20 (поза кар'єром)

Таким чином, швидкісний діапазон як між підприємствами так і в середині одного можуть коливатись від 20 до 40 км/год або 50 %.

Отже єдиних однотипних умов, які б були притаманні кожному підприємству не існує.

Висновки та подальші напрямки досліджень. Згідно проведеного аналізу гірничотехнічних умов експлуатації кар'єрних самоскидів на промислових підприємствах, встановлено що на кожному підприємстві існують власні (специфічні, притаманні конкретному підприємству) умови транспортування гірничої маси. Тобто з точки зору підвищення ефективності експлуатації транспортних машин, кожне підприємство потребує індивідуального підходу до формування парку та параметрів кар'єрних самоскидів.

Подальші дослідження передбачають формування показника, який би дозволив комплексно охарактеризувати гірничотехнічні умови конкретного підприємства.

Список літератури

1. **Марієв П.Л.** Карьерная техника ПО «БелАЗ»: Справочник / **П.Л. Марієв, К.Ю. Анистратов.** – М. : Горное дело, 2007. – 456 с.
2. **Павленко В.А.** Повышение топливной экономичности автомобиля оптимизацией параметров системы "двигатель-трансмиссия" : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / **Виктор Алексеевич Павленко.** – Харьков, 2004. – 178 с.
3. **Смирнов В.П.** Теория карьерного большегрузного автотранспорта / В.П. Смирнов, Ю.И. Лель. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. - 355 с.
4. **Васильев М.В.** Автомобильный транспорт карьеров / **М.В. Васильев, З.Л. Сироткин, В.П. Смирнов.** – М. : Недра, 1973. – 280 с.
5. Исследования скоростных режимов движения большегрузных автосамосвалов при различных уклонах карьерных дорог в условиях вольногорского ГМК [Електронний ресурс] / **А.В. Заберовский, В.В. Марченко, И.С. Русак** // Режим доступа к статье : www.nbuv.gov.ua/portal/natural/Geotm/2009_82/25.pdf
6. Разработка автоматизированной системы мониторинга охраны труда водителей карьерных автосамосвалов [Електронний ресурс] / **А.В. Заберовский, В.В. Марченко, К.М. Бас, И.А. Таран** // Режим доступа к статье : www.nbuv.gov.ua/portal/natural/znpngu/2009_33_t2/20.pdf
7. **Ворошилов Г. А.** Обоснование оптимальных уклонов автодорог при разработке нагорноглубинных карьеров : дис. канд. техн. наук : 25.00.22 / **Ворошилов Георгий Александрович**; [Место защиты: Ур. гос. гор. ун-т]. – Екатеринбург, 2008. - 155 с.
8. **Ржевский В.В.** Проектирование контуров карьеров / В.В. Ржевский. – М.: Metallurgizdat, 1956, - 230 с.
9. **Williamson Owen C.** Haul Road design for off- Highway mining equipment [Text] /Owen C Williamson // World Mining Equipment. - 1987. - V. 12. - № 3. - P.24-26.

10. Бизов В.Ф. Відкриті гірничі роботи / В.Ф. Бизов, Ю.А. Дриженко. – Кривий Ріг : Мінерал, 2004. – 341 с.
11. Горшков Э.В. Обоснование рациональных параметров технологического автотранспорта при повышенных уклонах карьерных автодорог : дис. ... канд. техн. наук: 05.15.03 / Эдуард Викторович Горшков. – Свердловск, 1984. – 195 с.
12. Почужевский О. Д. Основные направления улучшения эксплуатационных свойств карьерных автосамосвалов / Ю. А. Монастырский, А. В. Веснин, О. Д. Почужевский // Проблемы недропользования : материалы V Всероссийской молодежной научно-практической конференции (с участием иностранных ученых): (8-11 февр. 2011 г., Екатеринбург) / Институт горного дела УрО РАН. – Екатеринбург, 2011. – С.63–68.
13. Открытое акционерное общество Гайворонский спецкарьер [Надпись с экрана]. – Электронный ресурс. – <http://www.kw.ukrtel.net/kcci/members/gsk.html>
14. Стукачев В.Н. Прогнозирование в проектировании большегрузных самосвалов / В.Н. Стукачев, В.Н. Ксендзов / под ред. Я.Е. Фаробина. – Минск : Наука и техника, 1991. – 152 с.
15. Карьерный автотранспорт стран СНГ в XXI веке / Мариев П.Л. [и др.]. – СПб. : Наука, 2006. – 387 с.

Рукопис подано до редакції 11.02.14

УДК 621.315.052.7: 62.395.14

І.В. КАСАТКІНА, канд. техн. наук, доц., І.В. ГНУТОВ, студент
Криворізький національний університет

ПОЛІПШЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА КОНВЕЄРА

Розробка системи керування електроприводом конвеєрів, особливо актуальна і складна, тому що пов'язана з необхідністю погодженого управління декількома електроприводами.

У системі з багатодвигунними електроприводами, взаємозв'язаними конвеєрною стрічкою, використовується погоджене управління швидкістю або моментом електродвигунів. Вибір структури і параметрів системи управління визначаються механічною частиною електроприводу.

Механізм конвеєрів відрізняється наступними особливостями:

наявністю пружного елементу;

конвеєрної стрічки;

можливістю протікання хвильових процесів, пов'язаних з розподілом деформації по довжині конвеєрної стрічки.

Збурення якого-небудь перетину стрічки представляє хвильовий процес і приводить до поширення цього збурення уздовж стрічки з певною швидкістю. Швидкість поширення пружної хвилі в стрічці є однією з основних характеристик динамічного процесу і багато в чому визначає амплітуди динамічних навантажень.

Динамічні процеси в стрічкових конвеєрах характеризуються появою динамічних натягнень, які алгебраїчно підсумовуючись із статичними, значно збільшують результуючі натягнення в конвеєрній стрічці і зусилля в елементах конвеєра [1].

Існуючі релейно-контакторні схеми систем управління електроприводами конвеєрних ліній з погодженим рухом істотно застаріли, оскільки у них невисока продуктивність і швидкість роботи, точність позиціонування, крім того, за такими схемами повинен виконуватися постійний контроль її контактно - релейної групи на працездатність.

Для поліпшення енергоефективності системи електропривода конвеєра було опрацьовано та вирішено наступні завдання: проведено аналіз існуючих технічних рішень управління електроприводом конвеєрної лінії, розроблено структурну і функціональну схеми модернізації системи управління електроприводу конвеєра на базі АВК, виконано обґрунтований розрахунок основних вузлів і агрегатів системи управління конвеєрної лінії, по отриманих теоретичних результатах та розрахунках.

Зниження коефіцієнта потужності в системі АВК з напівпровідниковими перетворювачами і натуральною комутацією тиристорів інвертора відбувається з двох причин:

збільшення споживання (циркуляції) реактивної потужності;

виникнення вищих гармонічних складових у кривих струму двигуна і трансформатора (по-

тужність викривлення).

Для першого приближення і грубих розрахунків гармонік порядку коефіцієнта викривлення V можна вважати, що $I_y = I/V$.

Відомо, що суттєвий вплив оказують гармоніки перших порядків, струм вищих гармонік буде тим меншим, чим вищий порядок, а коефіцієнт викривлення V мало відрізняються від одиниці і ним можна зневажити.

Тому для зменшення споживання реактивної потужності може бути використано: несиметричне керування анодною і катодною групами вентилів включених по трьохфазній мостовій схемі - так званий здвосний інвертор ($3I_H$) або компенсаційний перетворювач з законом несиметричного керування (ABK_H), коли одна група вентилів моста працює при натуральній комутації струму і $\alpha_1 = \alpha_{\min} = \text{const}$, а друга при штучній комутації і $\beta_2 - \beta_{\min} - (\pi - \alpha_{\min})$.

Останній варіант керування забезпечує ємкісний характер реактивної складової струму інвертора і тому, коефіцієнт потужності його буде більшим.

Крім зниження споживання реактивної потужності, перехід до почергового керування дозволяє знизити і повну потужність перетворювача, безпосереднім результатом і слідством чого є зменшення діючих значень струмів живлячого трансформатора, незалежно від схеми з'єднання обмоток трансформатора.

Споживання реактивної потужності зростає по мірі розгону двигунів і набуває свого максимального значення при номінальній швидкості.

Споживання реактивної потужності каскаду при розгоні в сталих режимах залежить головним чином від кута відкривання тиристорів інвертора.

При зміні результуючої ЕРС - Ерез, яка направлена разом з ЕРС ротора - E_2 зустрічно ЕРС E_d , що вводиться у ланцюг ротора від джерела постійного струму (в даному випадку від інвертора при $E_d > 0$) змінюється і струм ротора I_2 , тобто $I_2 = E_{\text{рез}}$ [2].

Тобто змінення кута відкривання тиристорів інвертора ($\cos \alpha$) призведе до змінення е.р.с. інвертора E_d , що у свою чергу викличе зміну $E_{\text{рез}}$. Іншими словами зменшення кута відкривання одного плеча інвертора викличе зменшення споживання реактивної потужності інвертора. І навпаки – активна потужність спожита каскадом залежить від швидкості двигуна в будь який момент часу ω_1 від моменту на валу M в даний час, і як похідною від них - від ККД η_k каскаду.

Збільшення втрат сталі у двигунах при зменшенні споживання реактивної потужності, $\Delta P_{\text{ст}} = 1,5 I_1^2 r_1$ компенсується зменшенням постійних втрат у каскаді ΔP і підвищенням ККД каскаду η_k , внаслідок зменшення струмів роторів двигунів I_{r2} . Крім цього ці втрати є незначними у зрівнянні зі зменшенням реактивної потужності споживаної каскадом при несиметричному керуванні вентилями інвертора, тому ними можна зневажити [3].

Такий спосіб керування забезпечить плавність пуску при збереженні постійної жорсткості механічних характеристик привода.

Висновки: У процесі розробки шляхом зрівняльного розрахункового і дослідницького аналізу було встановлено значні переваги пропонованої системи керування асинхронно-вентильного каскаду перед існуючою системою керування асинхронними двигунами з фазним ротором. Переваги ці стосуються головним чином забезпеченням плавного пуску конвеєра, що забезпечує збереження стрічки, а також кращих енергетичних показників у зрівнянні з іншими існуючими системами за рахунок корисного використання енергії ковзання, регулювання системи привода для вирівнювання навантаження між двигунами з електричної точки зору використання вентильного каскаду дозволяє отримати саморегулюєму схему, яка забезпечує повну компенсацію нерівності розподілення навантаження аналогічно схемам механічного диференціалу.

Змінюючи кут відкриття тиристорів інвертора можна плавно регулювати швидкість обертання ротора від нуля до номінальної, при цьому жорсткість характеристик остається незмінною. Слід зауважити, що застосування вентильного керування знижує номінальну кутову швидкість на 4%, що не є суттєвим для такого об'єкту як довгий конвеєр і не впливає на технологічний процес.

Разом з тим, застосування в такому приводі як стрічковий конвеєр, системи АВК з усіма її перевагами, призводить до зниження одного з основних енергетичних показників - коефіцієнту потужності, потребує застосування потужних конденсаторних батарей для підвищення $\cos \phi$,

створює негативний вплив шляхом наведення вищих гармонік в мережі живлення.

Зниження коефіцієнта потужності в системі АВК відбувається з двох причин: з-за збільшення споживання (циркуляції) реактивної потужності та з причини виникнення вищих гармонічних складових у кривих струму двигуна і трансформатора (потужність викривлення).

Дана проблема досить успішно вирішується за допомогою використання фільтрів, компенсуючих батарей та несиметричного керування вентилями інвертора.

Як видно з графіків енергетичних показників рис.1,2, ККД вентильного каскаду сягає 95% при номінальній кутовій швидкості.

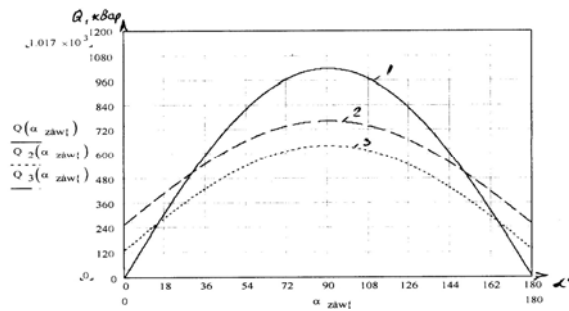


Рис. 1. Залежність реактивної потужності від способу керування вентилями інвертора: 1 – симетричне керування; – несиметричне керування ($\beta_2 = 30^\circ$); 2 – несиметричне керування ($\beta_2 = 15^\circ$)

Зменшення реактивної потужності приведе до підвищення коефіцієнта потужності привода у загальному випадку $\cos \varphi_k$, зменшенню потрібної реактивної потужності компенсуючої конденсаторної батареї $Q_{\text{комп}}$ і як факт підвищення коефіцієнта потужності з

урахуванням меншого компенсуючого пристрою $\cos \varphi_{\text{комп}}$.

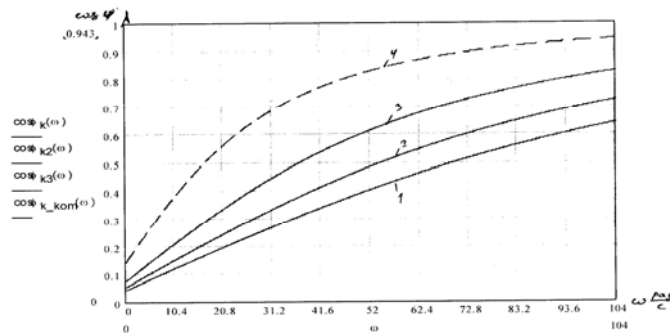


Рис. 2. Графіки залежності коефіцієнта потужності при симетричному несиметричному керуванні вентилями інвертора: 1. симетричне керування; 2. несиметричне керування ($\beta_2 = 15^\circ$); 3. несиметричне керування ($\beta_2 = 30^\circ$); 4. із застосуванням компенсуючої батареї

За рахунок потужностей привода, при зменшенні кутової швидкості, ККД падає не значно.

При зниженні швидкості на 80% від номінальної ККД зменшується лише на 15%.

Чого не можна сказати про коефіцієнт потужності $\cos \varphi$ який при зниженні швидкості падає майже до нуля.

Введення компенсуючої батареї дозволяє підвищити коефіцієнт потужності на 10-15% при незмінному ККД. Споживання реактивної потужності, при несиметричному керуванні вентилями інвертора, зменшується при $\beta_2 = 30^\circ$ у два рази, а при $\beta_2 = 15^\circ$ більш ніж у 3,5 рази порівняно із симетричним, що співпадає з теоретичними даними джерел.

При цьому жорсткість характеристик залишається незмінною, кутова швидкість при номінальному моменті така ж сама що і при симетричному керуванні.

Оскільки режим роботи привода довготривалий, без істотного змінення швидкості, то доцільніше виконувати пуск привода при симетричному керуванні з наступним переходом, при досягненні номінальної швидкості, на несиметричне.

Крім зниження споживання реактивної потужності, несиметричне керування вентилями інвертора, дозволяє зменшити необхідну потужність компенсуючої батареї (більш ніж у 3 рази) і силового трансформатора. Тобто наявність спільного трансформатора дозволяє підвищити техніко-економічні показники системи у зрівнянні з індивідуальними повними схемами.

За рахунок скорочення об'єму монтажних-будівельних робіт, покращення масогабаритних і експлуатаційних характеристик обладнання. Обмежений діапазон регулювання швидкості дозволяє звести до мінімуму витрати на обладнання, так як об'єм та вартість обладнання каскаду знаходяться у прямій залежності від потрібного діапазону регулювання, тому використання каскадів доцільно для привода механізмів, діапазон регулювання яких не перевищує 2:1.

Важливою перевагою каскадів перед іншими схемами є можливість резервування і надійної роботи. Відключення каскаду дозволяє роботу в режимі нерегульованого привода на час, необхідний для профілактики і ремонту перетворювальних пристроїв. Використання схем ре-

гульованого привода дозволяє також поставити і вирішити задачу оптимального керування конвеєрами.

Наявність пружних механічних зв'язків створює сприятливі умови для виникнення коливань, що збільшує динамічні навантаження робочого обладнання, призводить до коливальних процесів у електричній частині (моменту і струму двигунів) не дивлячись на попередню оптимізацію системи. Пружна механічна ланка у системі збільшує статичну похибку, а наявність в'язкого тертя - збільшує швидкісну похибку. ©©©Список літератури

1. Ключев В.И., Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов / Учебник для вузов/ Ключев В.И., Терехов В.М. // - М.: Энергия, 1980. - 360 с.;
2. Онищенко Г.Б., Юньков М.Г. Электрический привод турбомеханизмов/ Онищенко Г.Б., Юньков М.Г. - М.: Энергия, 1972. - 270 с.
3. Католиков В.Е., Димкель А.Д., Седунин А.М. Автоматизированный электропривод подъемных установок глубоких шахт/ Католиков В.Е., Димкель А.Д., Седунин А.М. - М.: Недра, 1983. - 270 с.
4. Азарян А.А., Кривенко Ю.Ю., Кучер В.Г. Автоматизация первой стадии измельчения, классификации и магнитной сепарации – реальный путь повышения эффективности обогащения железных руд

Рукопис подано до редакції 11.02.14

УДК 623.272

РОМАНЕНКО А.В., д-р техн. наук, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»,
ПЛОТНИКОВ В.Ф., ГП «ГПИ «Кривбасспроект»,
НАЗАРЕНКО М.В., д-р техн. наук, НИИБТГ Криворожский национальный университет

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ГП «ГПИ «КРИВБАССПРОЕКТ»

В статье изложены основные проблемы и особенности использования автоматизированных систем проектирования в проектных организациях. Рассматриваются основные этапы при создании и эксплуатации комплексной САПР в ГП «ГПИ «Кривбасспроект» на базе геоинформационной системы K-MINE.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Необходимым условием конкурентоспособности предприятий в современных условиях является внедрение информационных технологий на всех этапах конструирования, производства и эксплуатации высокотехнологичной продукции. Данное положение справедливо и для проектных организаций, выполняющих проектирование промышленных и гражданских объектов.

Современный рынок проектных работ уже давно не рассматривается без применения информационных технологий и компьютерных программ. Заказчики услуг всё чаще обращают внимание не только на стоимость проекта, но и на техническую оснащенность организации, ее способность в сжатые сроки выпустить качественный проект. Эти обстоятельства вынуждают проектные организации повышать уровень технического оснащения и использовать новейшие достижения программного обеспечения для автоматизации процессов проектирования.

Целью данной статьи является обоснование использования геоинформационных и горно-геологических систем для выполнения проектов в ГП «ГПИ «Кривбасспроект», а также представление основных решений по созданию комплексной системы автоматизированного проектирования.

Изложение материала и результаты. Многие проектные организации уже используют средства автоматизированного проектирования, но зачастую неполное обоснование регламентов и стандартов работы с электронными данными не приносят ощутимого роста эффективности труда. Использование значительного количества работоспособных САПР, не связанных в единую технологическую цепочку проектирования, не обеспечивает желаемого результата. Нерегламентированные и нестандартизированные интерфейсы передачи информации между рабочими местами сводят на нет все преимущества автоматизации. Плодятся копии электронных файлов, сохраненных в разнообразных форматах, происходит несогласованное изменение данных, к тому же еще и автоматизированное. Кроме этого значительное время тратится на приведение и согласование данных, получаемых от различных систем проектирования, к единому формату.

В стандартный пакет услуг, предоставляемых разработчиками и поставщиками программного обеспечения (ПО) для проектирования, содержит: поставку ПО, развертывание системы, обучение пользователей и техническая поддержка ПО. Данный подход актуален для решения локальных задач на рабочих местах, но явно недостаточен для комплексных, многостадийных проектов. Автоматизация проектирования должна поддерживать потребности максимального количества проектных специальностей, а также обеспечивать единое информационное пространство и корректный информационный обмен между рабочими местами различного назначения. Только эти факторы позволяют существенно повысить качество выпускаемой проектной документации, снижают риски ошибок, позволяют сократить сроки проектирования и тем самым обеспечивают необходимую эффективность инвестиций в программное обеспечение.

С подобными проблемами сталкиваются большинство проектных организаций, в том числе и ГП «ГПИ «Кривбасспроект». Именно понимание проблематики вопроса заставляет коллектив предприятия искать новые пути совершенствования процессов проектных работ. Одним из таких решений является создание комплексной системы автоматизированного проектирования на базе геоинформационной системы K-MINE.

Решающим фактором в данном вопросе является создание единой информационной среды. Это позволяет организовать коллективную работу подразделений; обеспечивает многовариантность проектных решений; дает возможность контроля и управления информацией, обеспечивает ее надежность и сохранность; приводит к снижению ошибок, повышает производительность труда и конкурентоспособность предприятия. В данном случае также важно охватить весь цикл проектирования с существенным сокращением сроков и стоимости выполняемых работ, с повышением качества выпускаемой проектно-сметной документации. Основным эффектом от внедрения достигается благодаря четкому управлению и планированию работы всех участников процесса проектирования.

Внедрение такого подхода в ГП «ГПИ «Кривбасспроект» на базе K-MINE обеспечивает: организацию работы всех участников процесса проектирования в едином информационном пространстве; повышение точности выполняемых проектов; ведение оперативного контроля и устранение ошибок и несоответствий в результатах работы специалистов разных отделов и групп; работу с трехмерными моделями объектов проектирования; использование в расчетах разнообразной семантической и фактографической информации, с привязкой ее к графическим объектам и примитивам; автоматизацию решения технологических задач различного назначения; контроль сроков выполнения проектов и загруженности отделов; подготовку документации в едином формате, в соответствии со стандартами и нормами.

Организация работ в едином информационном пространстве позволила повысить производительность труда специалистов и снизить риски от ошибок, вызванные многократным обменом данными между отделами в бумажном виде, их дальнейшим сканированием и оцифровкой, совмещением разнородных данных, получаемых из различных программных продуктов в различных форматах. Данные работы являются первым шагом к созданию единого информационного пространства и ключом к выполнению требований стандартов ISO.

Повышение точности выполняемых проектов, достигнуто за счет: корректного и правильного представления первичной информации, работы всех отделов и групп в едином координатном пространстве, использовании единых форматов данных. Повышение точности исходной информации ведет к снижению погрешности в расчетных задачах и повышению качества выполняемых работ.

Ведение оперативного контроля, устранение ошибок и несоответствий в результате работы специалистов разных отделов выполняется регулярно после завершения каждой стадии и этапа работ. Такой контроль оказался возможен только за счет использования единого массива данных. При работе в консолидированной системе специалисты при выполнении проектов учитывают результаты работ, которые выполняются параллельно в других отделах.

Использование в проектировании трехмерных моделей объектов (рис. 1) позволяет повысить точность расчетов и обеспечить визуализацию проектных решений в удобном и понятном виде для обеспечения наглядной проверки работ и демонстрации полученных результатов. При визуализации полученных результатов значительно упрощается процесс контроля и выявления несоответствий между результатами работ, выполняемых в различных отделах.

Использование в расчетах семантической информации с привязкой ее к графическим объ-

ектам и примитивам, позволяет автоматизировать и упростить значительное количество расчетных и статистических задач. Отпадает необходимость в многократном повторении операций по вводу семантических данных для одного и того же объекта специалистами разных отделов.

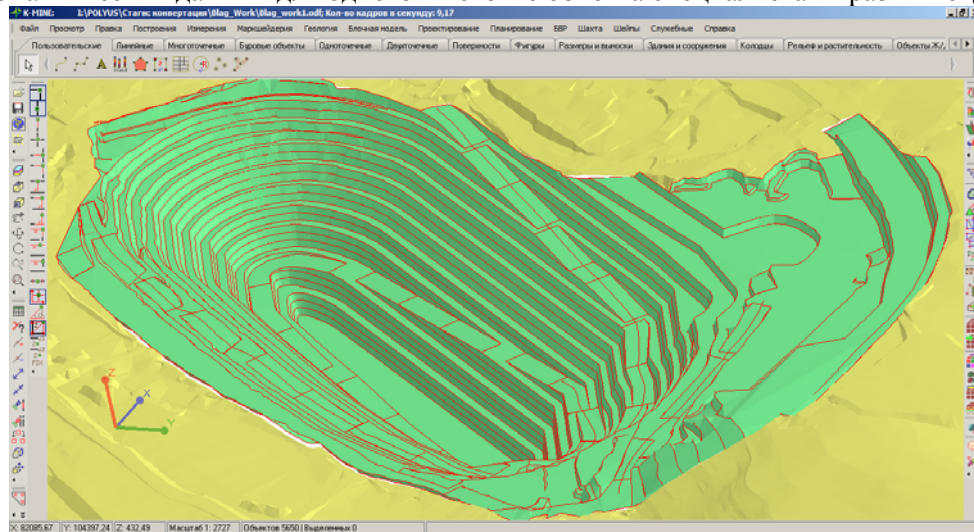


Рис. 1. Использование трехмерных моделей при проектировании горных работ

Автоматизация проектных расчетов, выполняемых в проектных отделах, достигается благодаря адаптации системы к специфике выполняемых задач. Структура K-MINE позволяет выполнять настройку программного интерфейса по запросу пользователей. Кроме того, система имеет ряд конфигураций, содержащие наборы процедур и функций для выполнения наиболее типовых и часто повторяющихся задач для различных групп специалистов и отделов проектной организации. На рис. 2 приведен пример использования данных консолидированной трехмерной горно-геологической модели объекта проектирования в расчетах количественных и качественных показателей руды и вмещающих пород при подготовке календарного плана отработки месторождения.

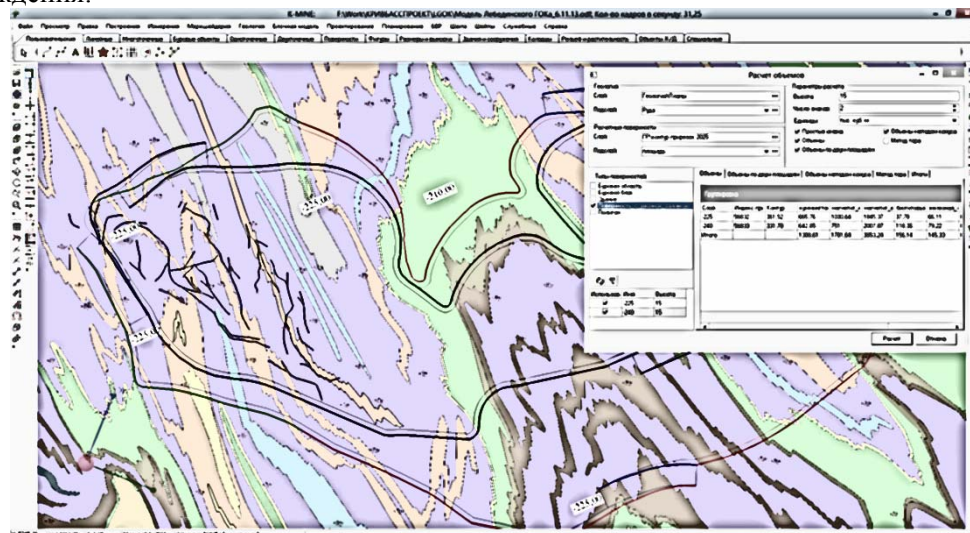


Рис. 2. Пример расчета объемов руды и пород вскрыши для горизонта карьера

Контроль сроков выполнения и загруженности отделов, выполняется в автоматизированном режиме. Оперативный анализ загруженности отделов, сотрудников и оптимального распределения текущих задач может быть выполнен оперативно, по запросу определенных лиц (руководитель группы или отдела, ГИП, главный инженер). Анализ накопленных данных предоставляет возможность временного планирования проектных работ института с учетом общей загруженности как отделов в целом, так и каждого из специалистов в отдельности.

Подготовка проектной документации в едином формате в соответствии со стандартами позволяет исключить ошибки в оформлении чертежной графической документации. При подготовке документов используются типовые шаблоны, которые могут быть дополнены и(или) изменены пользова-

телями и используются всеми участниками проекта. Комплексная автоматизированная система проектирования предусматривает установку серверной станции, которая используется для хранения интегрированной горно-геологической и конструкторской документации и обеспечивает взаимодействие специалистов-проектировщиков разных проектных отделов.

Процессы внедрения K-MINE в «Кривбасспроект» включают следующие этапы: обследование процессов по всем стадиям проектирования; концептуальные подходы и решения при выборе функциональности программных модулей, разработку перечня основных работ по внедрению системы; формализацию процессов выполнения работ; разработку концепции единого информационного пространства и средств ее реализации; обучение специалистов, в том числе правилам информационного обмена между группами и отделами; ввод системы в эксплуатацию; техническую поддержку и модернизацию системы.

На всех этапах внедрения системы большую роль сыграла ее опытно-промышленная эксплуатация. Эффективность использования системы проектирования на базе решений K-MINE была достигнута при обучении пользователей на реальных примерах.

Первичная информация об объекте проектирования, как правило, формируется на основе материалов, предоставляемых заказчиком. Чаще они представлены бумажными картами, планами, разрезами. Задачами создания первичных данных занимаются маркшейдерский отдел и геологическая группа горного отдела. Вся полученная информация обрабатывается, систематизируется, группируется. На ее основе создаются трехмерные модели горно-технических объектов (карьеры, отвалы, территории, элементы электронных карт промплощадок и генпланов проектируемых объектов, топографическая основа и пр.), рис. 3.

Созданные модели являются основой для выполнения всех последующих этапов проектирования.

Так, в случае выполнения горных проектов по отработке месторождений твердых полезных ископаемых открытым способом с применением K-MINE в «Кривбасспроект» решаются следующие группы задач.

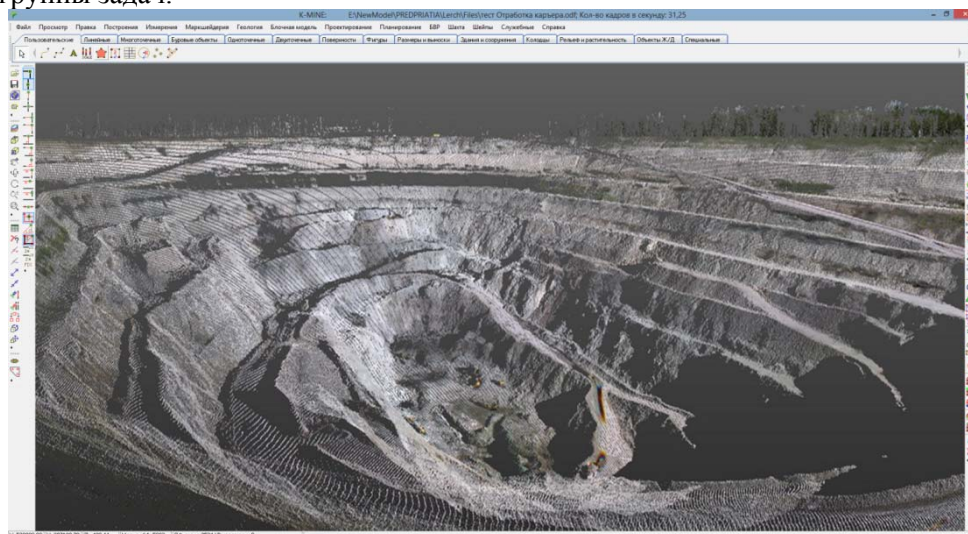


Рис. 3. Цифровая модель поверхности карьера, полученная в результате обработки данных лазерного сканирования

Горный отдел: подготовка первичной горно-геологической информации, трехмерное моделирование, оценка и подсчета запасов; определение конечных контуров карьера; выбор системы разработки; проведение горнокапитальных работ; формирование календарного плана добычных работ; формирование календарного плана вскрышных работ; формирование положения горных работ на конец отработки; формирование контуров отвалов.

Отдел экологии и охраны окружающей среды: разработка систем водоотлива и осушения; формирование календаря работ по рекультивации нарушенных земель.

Отдел транспорта и генплана: выбор системы транспортирования; разработка схем дорожного развития для конечного контура карьера и промежуточных положений при формировании календаря отработки (рис. 4); разработка проекта генплана предприятия и промплощадки; проектирование основных коммуникаций.

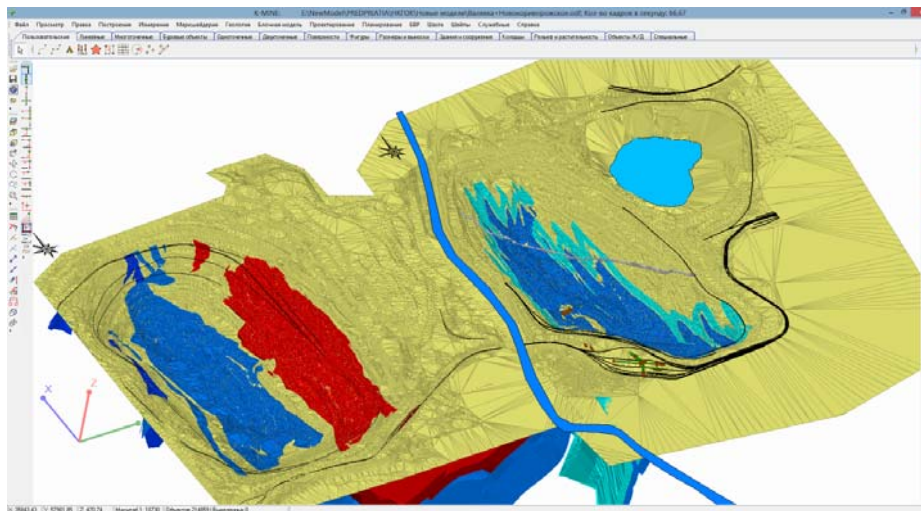


Рис. 4. Пример проектирования системы транспортных коммуникаций при развитии карьеров №2-бис и №3 ПАТ «АрселорМиттал Кривой Рог»

Также проводится подготовка и выпуск отчетной графической документации для всех отделов.

Выводы и направление дальнейших исследований. Применение ГИС K-MINE при проектировании объектов горнодобывающей промышленности различной сложности позволяет: отказаться проектировщикам от трудоемких горно-геометрических расчетов и построений; обеспечить безбумажную технологию при проектировании с момента изысканий до выпуска проекта; обеспечить многопользовательский режим проектирования в едином информационном пространстве; сэкономить время, ускорив процесс проектирования; осуществить многовариантное проектирование, планирование, прогнозирование и анализ ведения горных работ; повысить экономические и качественные показатели за счет: решения оптимизационных задач при определении конечных контуров отработки, повышения точности расчетов, упрощения процедуры подготовки и выпуска проектной документации; ускорить процессы согласования проектной документации с заказчиком и органами государственного контроля.

Основной эффект от внедрения комплексной системы автоматизированного проектирования в «Кривбасспроект» достигается благодаря четкому управлению, контролю и планированию работы всех участников процесса проектирования. Все это позволяет в кратчайшие сроки осуществлять выполнение реальных проектов с применением системы и получать максимальную прибыль от вложенных средств.

Список литературы

1. Назаренко В.М., Назаренко М.В., Хоменко С.А. Використання ГИС K-MINE для комплексного управління процесами ведення гірничих робіт на гірничих підприємствах // Геоінформатика. – 2006. – №2. – С. 90-95.
2. В.М. Назаренко, С.А. Хоменко, А.И. Купин. Современные информационные технологии для управления работой рудником горнообогатительного комбината // Разраб. рудн. месторожд., Кривий Ріг, 2002. – Вып. 77.
3. Использование геоинформационной системы K-MINE в различных сферах деятельности: сборник докладов научно-практического семинара «SVIT GIS-2010». – Кривой Рог, 2010. – 278 с.
4. Геоінформаційні технології в надрокористуванні (на прикладі ГИС K-MINE) / Г.І. Рудько, М.В. Назаренко, С.А. Хоменко, О.В. Нецький, І.А. Федорова. – К.: «Академпред», 2011, – 336 с.
5. Кормен Т. Алгоритмы: Построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест. – М.: МЦНМО, 2001, – 960 с.
6. Groshong R. H., Jr. 3D structural geology: a practical guide to surface and subsurface map interpretation / Groshong R. H., Jr. – Berlin: SpringerVerlag, 1999. – 324 p.
7. Joornei A.G. Geostatistical simulation; methods for exploration and mine planing / A.G. Joornei // Engineering and Mining Journal. – December. – 1979.
8. Давид М. Геоэкономические методы при оценке запасов руд: пер. с англ. / М. Давид – Л.: «Недра», 1980, – 360 с.
9. Резниченко С.С. Математическое моделирование в горной промышленности / С.С. Резниченко. – М.: Недр, 1981. – 216 с.
10. Stuart N. J. Pit optimization using solid modelling and the Lerchs Grossman algorithm / N. J. Stuart // Int. J. Surface Mining & Recl. – 1992. – №6(1). – P. 19-30.
11. Dowd P.A., Onur A.H. Optimising open-pit design and sequencing : Proceedings of the 23rd APCOM / USA ; Colorado ; Littletonpub: Society for Mining, Metallurgy and Exploration Inc., 19

УДК 621.926:34.16

В.М. РАДИОНОВ, аспирант, Криворожский национальный университет

**СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИМ СОСТАВОМ
ВЫХОДА ГИДРОЦИКЛОНА, НА ОСНОВЕ СРЕДСТВ
УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И КОНТРОЛЯ**

Гидродинамика гидроциклона представлена сложной внутренней структурой потока, численное моделирование которого остается нетривиальной задачей. Анализ существующих моделей показывает, что быстрое стохастическое изменение свойств и состава пульпы, и различные ограничения проведения измерений, и получении информации о состоянии объекта управления, требуют применения перспективных ультразвуковых средств контроля, с использованием эффектов высокоэнергетического ультразвука. Гранулометрический состав многофазной суспензии определяется через функцию пространственного распределения частиц твердой фазы, в контролируемом объеме, на который оказывают ультразвуковое воздействие.

Ключевые слова: Гидроциклон; ультразвуковой контроль; способ управления.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Стабилизация качественного критерия, или заданного гранулометрического состава слива гидроциклона – основная задача эффективного управления процессом классификации. Существующие модели гидродинамики многофазных сред в гидроциклонах и основывающиеся на них системы управления недостаточно точны, из-за неявных зависимостей между плотностью, давлением и гранулометрическим составом слива гидроциклона, или имеют существенные ограничения по быстродействию. Развитие ультразвуковых средств контроля многофазных сред, которые наиболее соответствуют критерию точность-быстродействие, определяет перспективы разработки новых способов и систем управления.

Анализ исследований и публикаций. Существующие способы управления [1] процессом гидравлической классификации в гидроциклонах работающих в замкнутом цикле помола - классификации включающий соответствующую технологическим требованиям подготовку пульпы по критерию плотности регулированием соотношения твердой и жидкой фаз пульпы с помощью регулируемой подачи технологической воды в зумпф, подачу пульпы под давлением, с помощью пескового насоса, на вход гидроциклона, пространственное перераспределение частиц твердой фазы по крупности в корпусе гидроциклона под действием комплекса сил связанных с возникновением центробежных сил, дальнейшее разделение пульпы на два потока в результате взаимного изменения баланса этих сил при осуществлении влияния на регулируемую песковую насадку в зависимости от плотности продукта слива.

Недостатком этого способа является отсутствие однозначной зависимости между плотностью и крупностью, поэтому имеет место недостаточно точное разделение по крупности.

Известен способ управления процессом классификации в гидроциклонах [2] имеет два ступени регулирования - подачей технологической воды в зумпф, и изменением положения сливного патрубка. Условия распределения материала по крупности и плотности изменяют путем перемещения в вертикальной плоскости разгрузочного конца сливного патрубка гидроциклона.

Недостатком этого способа является определенная нечувствительность к изменениям гранулометрического состава пульпы на входе в гидроциклон и усложнение конструкции появлением движущихся деталей и дополнительного привода. В результате, полученный при регулировании согласно известному способу результат классификации, не обеспечивает получение лучших технологических показателей, при быстрых изменениях гранулометрического состава пульпы на входе гидроциклона.

Цель исследований. Задачей исследования является усовершенствование способа формирования регулирующего воздействия на основе функции распределения частиц твердой фазы пульпы по размерам под действием высокоэнергетического ультразвука, учитывая определенную аналогию поведения частиц твердой фазы в поле высокоэнергетического ультразвука, с аналогичным поведением этих частиц под действием комплекса сил действующих в поле центробежных сил гидроциклона.

Изложение материала и результат. Гранулометрический состав суспензий является одной из наиболее важных характеристик, влияющих на эффективность процесса гидравлической

классификации .

Работа гидроциклонов характеризуется эффективностью раздела суспензий , по параметру крупности частиц ее твердой фазы, которая определяет качественные и количественные показатели цикла измельчения-классификации, и в определенной зависимости показатели следующих технологических стадий. Поставленная задача решается за счет использования ультразвуковых информационно измерительных систем для контроля входных и выходных параметров гидроциклона. Для этого, в канале воздействия, с помощью ультразвуковых колебательных систем (УЗКС), с заданной дискретностью формируется высокоэнергетический ультразвуковое воздействие на поток пульпы непосредственно перед началом классификации.

Вычисляя интенсивность ультразвукового поля необходимую для смещения частиц минусовых фракций, эквивалентную изменению баланса сил в гидроциклоне и достаточную в последствии для переноса этих фракций в восходящий поток гидроциклона, формируется адекватное управляющее воздействие.

Контролируемое изменение баланса сил в гидроциклоне происходит посредством регулирования давления на входе в гидроциклон, и приводит к регулированию гранулометрического состава выходного продукта. Уравнения движения частицы в проекциях на оси цилиндрической системы координат[6], имеют вид

$$\begin{cases} dU_q/dt = 18\mu_{ж}/\rho_q d_q^2 (U_{ж} - U_q) - U_q V_q / r_q \\ dV_q/dt = 18\mu_{ж}/\rho_q d_q^2 (V_{ж} - V_q) + U_q^2 / r_q \\ dW_q/dt = 18\mu_{ж}/\rho_q d_q^2 (W_{ж} - W_q) \end{cases}, \quad (1)$$

где U, V, W -тангенциальные, радиальные и осевые скорости соответственно, для несущей среды(жидкости или газа) и твердых частиц. Эти скорости зависят от свойств несущей среды, плотности и размера частиц.

Условная граница разделения потоков соответствующая крупности граничного зерна находится в точке перехода через "0".

Очевидно, что при изменении характеристик пульпы происходит смещение этой границы которое может быть компенсировано изменением давления питания гидроциклона.

В результате ультразвукового воздействия частицы, в контролируемом объеме с конкретными свойствами пульпы, распределяются по крупности по экспоненциальному закону.

Порядок распределения частиц также зависит от конкретных свойств несущей среды, плотности и размера частиц.

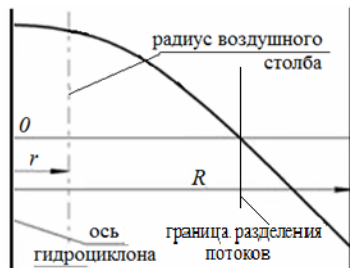


Рис.1. Изменение осевой скорости внутри гидроциклона

Для того, чтобы описать изменение концентрации частиц во времени, необходимо записать уравнение баланса, которое используется при выводе уравнений переноса, таких как уравнение диффузии, теплопроводности и т.п.[3].

Уравнение будет иметь вид

$$V_r(Z) = \frac{F_r(Z)}{6\pi r\eta} = \frac{2r(kr)^4}{27\eta c} (a_1^2 + a_1 a_2 + \frac{3}{4} a_2^2) I_0 e^{-a_2 z}, \quad (2)$$

где, $V_r(Z)$ - скорость смещения частицы радиуса r с координатой Z в ультразвуковом поле,

$$a_1 = 1 - \frac{rc^2}{\rho_t c_t^2}; \quad (3)$$

$$a_2 = 2 \frac{\rho_t - \rho}{2\rho_t + \rho}; \quad (4)$$

где ρ, c_t - плотность частицы и скорость ультразвука в материале частицы; ρ - плотность среды.

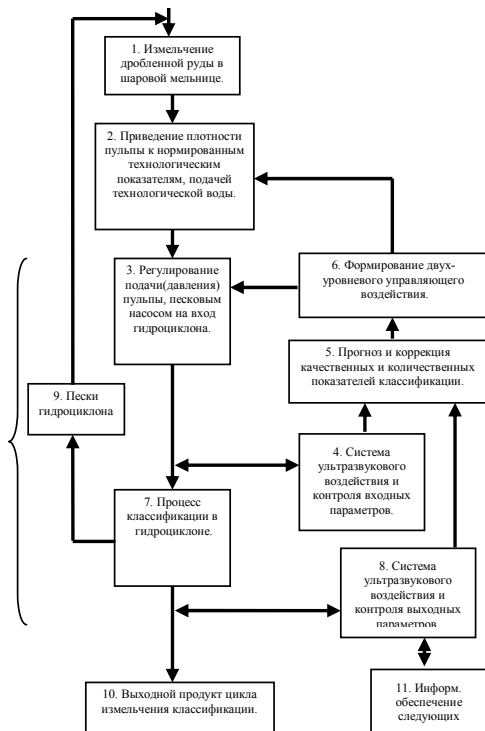
Оценивая характер такого смещения, зная интенсивность и время воздействия, можно прогнозировать выход минусовых фракций, граничное зерно и направление их коррекции.

Через процесс согласования и коррекции условных границ каждого ультразвукового теста и математической модели процесса разделения в гидроциклоне, или результатов УЗ-контроля выхода, что по смыслу подобно, определяется необходимое управляющее воздействие.

На рис. 2. представлена структурная схема реализации способа управления процессом гид-

равлической классификации в гидроциклонах работающих в замкнутом цикле помола - классификации согласно заявленной полезной модели.

Рис. 2. Структурная схема способа управления процессом гидравлической классификации в гидроциклонах



Сущность способа рис .2, заключается в следующем:-измельченная с добавлением воды руда (1), попадает в зумпф (2) где на основе данных об общих параметрах пульпы, формируется регулирующее воздействие цель которого поддержание технологически обусловленных параметров колебания плотности пульпы, с помощью добавления технологической воды в зумпф и (или) в трубопровод гидроциклона, далее пульпа попадает в песковый насос гидроциклона (3) который формирует соответствующее давление пульпы на входе гидроциклона с учетом информации от ультразвуковых средств воздействия и контроля.

Ультразвуковые средства контроля (4), (8), дополнительно оснащены высокоэнергетическими УЗКС, с помощью УЗКС, с определенной дискретностью, проводится ультразвуковое высокоэнергетическое воздействие на поток пульпы резонансной частотой частотой 20-100 кГц, при величине вводимой акустической энергии 50-100 Вт, потому как значение ниже 20 кГц переходят в звуковой диапазон, а значения выше 100 кГц по длине волн приближаются к

размерам частиц и происходит интенсивное поглощение и рассеивание сигнала, величина акустической энергии в 50 Вт недостаточна для приведения в движение самых крупных и инерционных частиц, а выше 100 Вт экономически не целесообразна.

Одновременно в зондирующий канал проводится ультразвуковой контроль ряда параметров на частотах 0,1-5 МГц как в момент применения высокоэнергетического ультразвукового воздействия, так и в момент отсутствия такого воздействия, измеряя от других величины затухания ультразвукового сигнала частотой 0,1-5 МГц малой мощности, потому как частотная характеристика погашения ультразвуковых волн, имеет экстремальный характер, и сигнал ниже 0,1 МГц и выше 5 МГц быстро затухает и не достаточен для проведения контроля определенного объема пульпы.

Измеряя сигнал - в моменты воздействия высокоэнергетического ультразвука, и сигнала - в моменты отсутствия такого воздействия, на основе соотношения сигналов формируется функция распределения твердых частиц в зависимости от крупности и плотности, которая характеризует не только гранулометрический состав суспензии а и по определенной аналогии прогнозирует будущее поведение частиц твердой фазы после подачи пульпы в гидроциклон, т.е. определяет выходные параметры классификации еще до попадания пульпы непосредственно в гидроциклон, что дает возможность проводить прогнозирующая регулирования давления пульпы на входе гидроциклона соответствии параметрам поступающей на классификацию пульпы, и в режиме реального времени, регулировать гранулометрический состав выходного продукта.

В самом процессе работы гидроциклона (4), после регулирования происходит изменение баланса сил действующих на частицы различной крупности, с последующим разделением пульпы на два потока по размерам частиц твердой фазы. Некондиционные частицы крупностью более или равно предельного зерна попадают в пески (9) и возвращаются на начало цикла как циркулирующий загрузки мельницу, тем самым замыкая цикл, кондиционные частицы крупностью меньше или равно предельного зерна попадают в слив формируя исходный продукт цикла помола - классификации (10).

Информация по ультразвуковых средств обрабатываемой в блоке (5) дает возможность прогноза, коррекции, идентификации неизмеряемых параметров для параметризации модели процесса классификации, и является базой для формирования регулирующего воздействия.

Кроме того получена информация о гранулометрическом составе пульпы и параметрам песков гидроциклона может использоваться, например, в системах управления мельницей, а информация о параметрах слива может быть основой для предварительной настройки парамет-

ров обогатительных аппаратов (11).

Данный способ управления может быть основой для разработки системы управления с нелинейными регуляторами и векторными принципами управления гидроциклоном.

Это актуально для различных сложных динамических объектов, особенно если измерению доступны только входные и выходные параметры объекта управления.

Для сравнения предложены результаты регулирования давления в системе с традиционным ПИД-регулятором, с настройкой по программе оптимальной динамической коррекции в MATLAB, и нелинейным векторным регулятором.

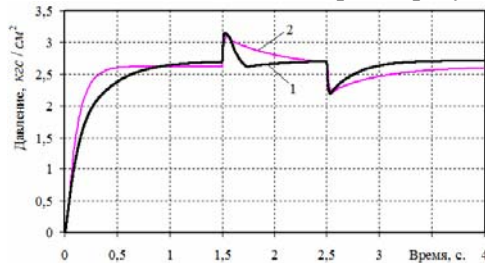


Рис. 3. Моделирование переходного процесса САУ с нелинейным векторным регулятором data1, классический ПИД регулятор data2

Выводы. Предложенный способ управления, процессом гидравлической классификации в гидроциклонах работающих в замкнутом цикле помола-классификации, основанный на эффекте пространственного перераспределения частиц твердой фазы в поле высокоэнергетического ультразвука, который по своей

анalogии подобен эффекту пространственного перераспределения этих частиц под воздействием комплекса сил, действующих в поле центробежных сил гидроциклона, позволяет получать информацию о сложном динамическом объекте в режиме реального времени.

Реализовывать эффективное управление, формировать высокие качественные и количественные показатели цикла, привлекать полученную информацию в системы управления смежными по технологической цепи аппаратами, повысить энергоэффективность цикла, и качество полученного продукта.

Список литературы

1. **Зубков А.** и др. Автоматизация процессов обогащения руд цветных металлов. - М. : Недра , 1967 , с.112 – 113.
2. Патент РФ № 2430788 Опубликовано: 10.10.2011 Бюл. № 28
3. **Моркун В.С., Поркуян О.В.**, Ультразвуковые поверхностные волны Лэмба и Лява в измерительных системах.- Кривой Рог, 2006, с.142-177.
4. **Slack, M.D., Prasad, R. O., Bakker, A. and Boysan, F.** (2000). Advances in Cyclone Modeling Using Unstructured Grids, Chemical Engineering Research and Design. 78: 1098-1104.
5. **A. Farzanegan1, M. Gholami2, M.H. Rahimyan.** Multiphase flow and tromp curve simulation of dense medium cyclones using Computational Fluid Dynamics Journal of Mining & Environment Vol.4, No.1, 2013, 67-76
6. **Безик Д.А.** Автоматизация расчета параметров циклона на основе математического моделирования процесса пылеулавливания, Автореферат дисс. к.т.н., Брянск 2000.

Рукопис подано до редакції 11.02.14

УДК 622.235.522

А.В. МОРГУН, зам. главного инженера по техническим вопросам, ПАО «ЕВРАЗ Суха Балка»
С.М. ЧУХАРЕВ, канд. техн. наук, доц., Криворожский национальный университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТБОЙКИ МАССИВА КВАЖИННЫМИ ЗАРЯДАМИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Проанализирована возможность и целесообразность перехода на отбойку массива скважинными зарядами эмульсионных взрывчатых веществ в условиях подземного Кривбасса. Предложен комплексный подход, включающий использование конструкции скважинных зарядов с воздушными осевыми полостями и способа подготовки скважинного заряда к взрыву, обеспечивающего усиление инициирующего импульса от патрона-боевика к заряду взрывчатого вещества. Использование элементов комплексного подхода позволит добиться повышения эффективности отбойки массива скважинными зарядами при использовании рассыпных ЭВВ.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Повышение эффективности отбойки массива скважинными зарядами при использовании рассыпных ВВ всегда было одним из приоритетных вопросов для технологии подземной добычи руды. Особенно этот вопрос актуален в связи с переходом на бестротиловые ВВ и существенным удорожанием ВВ, применяемых при обрушении руды в условиях подземного Кривбасса.

Анализ исследований и публикаций. Эффективность использования бестротилового ВВ при отбойке горного массива скважинами рассмотрены в работах [1-5]. Ряд публикаций посвя-

щен освещению непосредственно бестротилового эмульсионного ВВ «Украинит» [8-12] и, в частности, разработке способов сенсibilизации ЭВВ Украинит [12,13]. Проблеме использования скважинных зарядов с осевой полостью уделено внимание в работах [14-18]. Вопросы усиления инициирующего импульса от патрона-боевика к заряду ВВ рассмотрены в работах [19-21].

Постановка задачи. В связи со снижением эффективности работы ЭВВ в скважинах большой длины, обусловленном затуханием детонации по длине скважины необходимо обеспечить повышенный начальный импульс детонации от патрона-боевика к заряду взрывчатого вещества

Изложение материала и результаты. В нашей стране для промышленных нужд ежегодно расходуются свыше 140 тыс. т взрывчатки, из которых более 70 % используют предприятия горнорудной отрасли.

Реализуя государственные программы улучшения экологии и окружающей среды на предприятиях, использующих взрывчатые вещества для отбойки руды при проходке выработок и очистной выемке, ставят задачу перехода на бестротилловые экологически чистые взрывчатые вещества без потери качества отбойки рудного массива.

На предприятиях Кривбасса с добычей руды открытым способом переход на использование бестротилловых взрывчатых веществ осуществлен практически на 100%, чего нельзя сказать о горнорудных предприятиях с подземной добычей руды.

Использование водонаполненных ВВ, нашедших широкое применение при зарядании нисходящих скважин большого диаметра на карьерах, весьма затруднено при зарядании вертикальных и наклонных скважин диаметром 105-110 мм для отбойки рудного массива в подземных условиях. Основными причинами здесь являются: отсутствие эффективной зарядной техники и проблемы с удержанием гелеобразных ВВ в таких скважинах. Поэтому, в настоящее время для формирования скважинных зарядов на шахтах используются рассыпные взрывчатые вещества. На отбойке крепких и обводненных горных пород применяется в основном тротилосодержащий зерногранулит 79/21. Из бестротилосодержащих ВВ в последнее время на первичной отбойке находит широкое применение экологически безопасная взрывчатка класса простейших «Украинит-АНФО». В составе «Украинит-АНФО» входит прошедшая термическую обработку аммиачная селитра и масляный компонент. «Украинит-АНФО» в сравнении с существующими аналогами игданитов имеет более высокую степень абсорбции гранулами аммиачной селитры, что позволяет увеличить срок хранения без ухудшения его физических и взрывных способностей. Однако для обеспечения эффективной работы заряда «Украинита-АНФО» в скважине необходимо обеспечить повышенный начальный импульс детонации. С этой целью в качестве патронов-боевиков используются ВВ обладающие более высокими бризантными свойствами, в частности патронированный аммонит 6ЖВ. В 2014 г. на шахтах ПАО «ЕВРАЗ СУХА БАЛКА» планируется довести объем «Украинита-АНФО» до 35% от общего объема ВВ, применяемого на первичной отбойке.

Вопрос повышения эффективности отбойки массива скважинными зарядами при использовании рассыпных ВВ всегда был одним из приоритетных для технологии подземной добычи руды.

В настоящее время, в связи с высокой ценой на промышленные взрывчатые вещества, этот вопрос стоит особенно остро. В качестве технических идей, позволяющих повысить эффективность взрыва удлиненных скважинных зарядов, сформированных из рассыпных ВВ, и одновременно снизить расходы ВВ, предлагается:

использовать конструкцию скважинных зарядов с воздушными осевыми полостями;

использовать способ подготовки скважинного заряда к взрыву, обеспечивающий усиление инициирующего импульса от патрона-боевика к заряду взрывчатого вещества [22].

Применяемые на шахтах Кривбасса системы отработки рудных блоков требуют разбуривания скважин на глубину до 35-40 м. При взрывании сплошных зарядов рассыпных ВВ в скважинах такой длины происходит затухание детонации по длине скважины. Это крайне негативно сказывается на полноте отбойки массива и качестве дробления руды. Удлиненные скважинные заряды рассыпных взрывчатых веществ с осевой полостью характеризуются высокоскоростным детонационным процессом. В них развивается двухслойная детонация, ведущим элементом которой является ударная волна в газовом слое (канальная волна). Такая детонационная волна инициирует разложение окружающего взрывчатого вещества и сама поддерживается за

счет обжигания газового слоя продуктами взрыва. Ее скорость оказывается выше, чем в сплошном заряде. В результате обеспечивается инициирование заряда ВВ по всей длине скважины и достигается более равномерное качественное дробление массива руды, особенно у дна скважины. Возникшая в процессе детонации заряда ВВ с осевой полостью кумулятивная струя продуктов взрыва после удара об дно скважины генерирует скачок давления, способствующий инициированию в ВВ встречной детонационной волны, повышающей энергию взрыва.

Шахты Кривбасса имеют положительный опыт применения скважинных зарядов с осевой полостью на первичной отбойке массива. В ГП «НИГРИ» были сконструированы специальные насадки, цель которых направить поток смеси сжатый воздух-рассыпное ВВ с помощью рассекателя потока и направляющих окон в пространство между стенкой скважины и осевой направляющей трубкой, уложить и уплотнить ВВ до устойчивого состояния. Экономия ВВ при таком способе формирования заряда за счет создания в нем воздушной полости составляет порядка 20%. Аналогичными свойствами также обладают заряды ВВ сформированные в скважине с продольной боковой кумулятивной воздушной полостью имеющую форму сегмента круга или вписанного в круг эллипса.

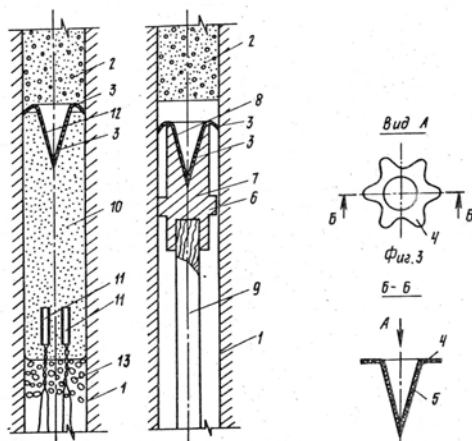
Для усиления инициирующего импульса от патрона-боевика к заряду взрывчатого вещества, предлагается использовать способ подготовки скважинного заряда к взрыву, который включает в себя заполнение скважины 1 взрывчатым веществом 2, закрепление его пыжом 3, изготовленным из эластичной пластмассы в виде фланца 4, выполненным заодно с полым концом 5.

Вводится такой пыж в скважину при помощи забойника, имеющего центрирующее кольцо 6 вокруг цилиндрического наконечника 7 и конусообразное углублением 8 в торце наконечника, соответствующее форме пыжа. Наконечник жестко насажен на деревянную, металлическую или пластмассовую штангу 9 и после закрепления взрывчатого вещества пыжом извлекается из скважины. После этого в торце патрона-боевика 10, противоположном размещению инициатора 11 образуют конусообразное кумулятивное углубление 12, соответствующее форме пыжа и вводят такой патрон-боевик в скважину. Закрепление патрона-боевика в скважине осуществляется забойкой 13. Диаметр основания полого конуса пыжа может быть различным в зависимости от диаметра скважины и жесткости материала, из которого изготавливается пыж.

По этим условиям его размер может быть равен 0,3-0,5 диаметра скважины.

Высоту полого конуса рационально принять равной диаметру скважины. При таком соотношении размеров конуса достигается максимальная скорость кумулятивной струи, создаваемой выемкой в патроне-боевике. Угол раствора конуса в этом случае составит 27-35°. Кумулятивные углубления в торце патрона-боевика выполняют при помощи полого конца или специальной оправкой, изготовленной по форме пыжа. Конусообразное углубление в торце наконечника забойника выполняют с таким же углом раствора, как и у полого конуса, а центрирующее кольцо на наконечнике, свободно входящее в скважину, располагают на расстоянии 0,4-2 диаметров скважин от торца наконечника, что позволяет обеспечить фиксацию положения вершины полого конуса в направлении к устью скважины и по оси скважины.

При перемещении пыжа по скважине таким забойником и при закреплении взрывчатых веществ пыжом лепестки фланца будут свободно изгибаться и не задевать центрирующего кольца наконечника забойника.



При взрывании патрона-боевика в заряде такой конструкции начальный импульс инициирования заряда значительно возрастает за счет кумулятивного эффекта. При этом повышается надежность детонации заряда ВВ, что особенно важно при использовании бестроиловых ВВ. В обводненных скважинах в такой способ обеспечивается возможность надежного удержания сформированного заряда ВВ до его взрывания.

Наибольший эффект будет достигаться при одновременном использовании предлагаемых способов формирования и детонации скважинных зарядов.

Выводы и направление дальнейших исследований. Комплексный подход к решению вопроса, вклю-

чающий использование конструкции скважинных зарядов с воздушными осевыми полостями и способа подготовки скважинного заряда к взрыву, обеспечивающего усиление инициирующего импульса от патрона-боевика к заряду взрывчатого вещества позволит добиться повышения эффективности отбойки массива скважинными зарядами при использовании рассыпных ЭВВ.

Список литературы

1. **Крысин Р.С., Домничев В.Н.** Современные взрывчатые вещества местного приготовления// – Днепропетровск: Наука и образование, 1998.
2. **Закалинский В.М.** Перспективы взрывного разрушения массивов горных пород – основа прогресса в горном деле России.//Вестник Российской Академии естественных наук. 2011/4, с.24-29
3. **Meyer, R.** Explosives. Монография / R.Meyer. - 1 Aufl. - Weinheim ; New York : Verl. Chemie, 1977.
4. **Оверченко М.Н.** Автореф. дисс. канд. техн. наук «Рациональные конструкции зарядов эмульсионных ВВ, обеспечивающие эффективное дробление горных пород на высоких уступах карьеров» // М. - 2003.
5. **Магомедов Т.М.** Автореф.т дисс. канд. техн. наук «Обоснование параметров зарядов эмульсионных взрывчатых веществ, обеспечивающих повышение эффективности дробления горных пород на карьерах Ленинградской области» // Санкт–Петербург, 2012
6. **Маторин, А.С., Павлютенков В.М.,** Водосодержащие взрывчатые вещества местного приготовления. Монография //Екатеринбург : УрО РАН, 2004.
7. **Ступник Н.И., Калинин В.А., Федько М.Б., Мирченко Е.Г.** Перспективы использования безтритиловых взрывчатых веществ на рудниках с подземной добычей полезных ископаемых / /Научный вестник Национального горного университета. - Днепропетровск. - №1 ,2013.
8. **Купрін В.П., Купрін О.В., Іщенко М. І., Савченко М.В., Коваленко І.Л.** Вибухова речовина «Україніт-АНФО». Публікація відомостей про видачу патенту: 25.04.2013, Бюл.№ 8
9. **Купрін В.П., Вілкул О.Ю, Іщенко М.І., Колтунов О.В.** Оцінка детонаційних характеристик емульсійних вибухових речовин марки «Україніт» та «Емоніт»/ //Информационный бюллетень Украинского союза инженеров-взрывников.-2012, №1.- С. 5-9.
10. **Крысин Р.С., Куприн В.П., Шведов К.К.** Детонационные характеристики эмулькома и украинита //Вісник Кременчуцького державного політехнічного ун-ту, 2005. - Вип. 5. - С 101-104.
11. **Горбонос М.Г.** Применение тяжелых ANFO на гранитных карьерах Канады. Сб. «Взрывное дело», №91/48, М., 1998. - С.115-117.
12. **Куприн В.П., Іщенко Н.И., Вилкул А.Ю., Савченко Н.В., Монаков В.Ф., Колтунов О.В., Коваленко І.Л.** Разработка эмульсионных ВВ марки «Украинит» // Информационный бюллетень Украинского союза инженеров- взрывников . - №3, 2012,
13. **Kovalenko I, Kuprin A, Kuprin V.** Nonaerations sensibilization of emulsive explosives // New trends in research of energetic materials. – VII International sem.- Pardubice (the Czech Republic), 2004. – P. 512-516.
14. **Салганик В.А.,Воротеляк Г.А.,Митрофанов В.В., Филиппов Н.Ф.** Скважинные заряды взрывчатых веществ с осевой воздушной полостью //К.: Техніка, 1986.
15. **Бабаянц Г.М.,Мартыненко В.П.,Черненко А.Р. и др.** Скважинная отбойка руды с использованием зарядов с осевой полостью//М.: Черметинформация, 1984.
16. **Шевкун Е.Б., Лещинский А.В.,** Способ формирования воздушных промежутков в скважине с расширенной зарядной полостью и устройство для его применения (патент РФ № 2317517)
Опубликовано: 20.02.2008: Бюл. №5.
17. **Бетин В.Д.** Геометрическое моделирование изменения формы воронки взрыва скважинных зарядов// В сб. Разраб. рудн. месторожд. Кривой Рог: КТУ, 201. - Вып. 94. - С. 51-55
18. **Клочков В.Ф., Бетин В.Д.** Регулирование отбойки горных пород комбинированными зарядами с боковой полостью. // Разработка рудных месторождений. – Вып. 85. – С. 51-55.
19. **Загуменнов А.С., Титова Н.С., Фадеев Ю.П. Чистяков В.П.** Детонация удлиненных зарядов с полостями.//ПМТФ, 1969, № 1, с. 79–83.
20. **Анисимов В.Н., Франтов А.Е.** Применение кумулятивных зарядов с плоской симметрией для разрушения горных пород и проходки горных выработок.//Ч.2. Горный информационно-аналитический бюллетень, М., изд. МГГУ, № 11, 2006, с. 100–102.
21. **Зольников Ю.Г., Желунин Ю.П., Иванов А.В., Драчев С.В., Гильманов Р.А. , Франтов А.Е., Макаров А.В.** Новые конструкции зарядов для горных работ.//Сб. научных трудов Четвертой международной научной конференции "Физические проблемы разрушения горных пород", М., ИПКОН РАН, 2005. - С. 359–362.
22. **Олейник Н.П., Петров Л.А., Моргунов А.В.** А.С.1526356 А1. «Способ подготовки скважинного заряда к взрыву»// Непубликуемое в открытой печати, 1987.

Рукопись поступила в редакцию 11.02.14

УДК 622.272:550.3

Е.К. БАБЕЦ, Л.А. ШТАНЬКО, В.Я. КОЗАРИЗ, кандидаты технических наук,
В.И. ЧЕПУРНОЙ, С.И. ЛЯШ, НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»,
Ю.А. ПЛУЖНИК, ПАО «Криворожжелезрудком»

ОПЫТ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА МЕТОДАМИ ЕИЭМПЗ И РАП СОСТОЯНИЯ ПОРОДНОГО МАССИВА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Обґрунтовано можливість геофізичного моніторингу методами ПЕМПЗ та РАП стану породного масиву в зоні впливу підземних гірничих робіт. Наведені результати моніторингу.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Изучение с земной поверхности состояния породного массива в зоне влияния подземных горных работ является актуальным направлением для оценки уровня геотехногенной безопасности объектов, попадающих в зону риска, обусловленного наличием выработанного пространства, образованного отработкой залежей подземным способом.

Анализ исследований и публикаций. Вокруг выработанного пространства происходят деформации, создающие силовое поле, электромагнитная и акустическая составляющая которого может характеризовать геодинамические явления в подработанном породном массиве. Поиском связей между деформациями породного массива и изменением параметров электромагнитного и акустического поля посвящены работы Воробьева А.А., Бахова Н.И., Акхозова Ю.Л., Грицай Е.Ю., Семенюка В.А., Зуйкова И.В.

Нерешенные части проблемы, которые отражены в данной работе. До настоящего времени в Криворожском бассейне возможности аппаратурной диагностики геодинамических процессов на основе регистрации параметров электромагнитного и акустического поля в достаточной мере не изучены.

Постановка задачи. В настоящей работе авторы расширяют подходы к оперативному аппаратурному диагностированию состояния породного массива в зоне влияния подземных горных работ.

Изложение материала исследований и полученные результаты. В Криворожском бассейне при отработке подземным способом залежей железных руд образуется выработанное пространство. При этом в массиве горных пород и на земной поверхности происходит развитие процесса деформаций. Наиболее опасными проявлениями последних являются провалы и воронки обрушения земной поверхности [1,6-8].

Реальный массив горных пород имеет сложное строение и обладает существенной анизотропией физико-механических свойств. Внутри и на границе структурных элементов массива связи существенно отличаются, что проявляется в ассоциировании (объединении) их в целостный элемент (кластер). Вследствие этого в массиве существует иерархически упорядоченная структура совокупности кластеров, связь между которыми обусловлена не только силами, связывающими элементы внутри кластера, но и силами, действующими на контактах его с другими кластерами. Очевидно, что силы связи между кластерами в ассоциате существенно слабее, чем внутри кластеров, что является необходимым условием устойчивости внутренней структуры ассоциатов, а также возможности перераспределения внешних силовых воздействий (перколяции сил) по структурным связям (взаимодействиям) внутри.

Исходя из изложенной кластерно - перколяционной модели массива горных пород деформирование последнего вокруг выработанного пространства в зонах максимальной концентрации напряжений приводит к образованию сети микро и макротрещин в этих зонах. Эти процессы лежат в основе явления дезинтеграции породного массива в зоне влияния подземных горных работ [2].

Данное положение является чрезвычайно важным при выборе геофизических методов, которые можно эффективно использовать в рамках геофизического мониторинга структуры и состояния массива горных пород в зоне влияния подземных горных работ [3-5, 9-16].

Для изучения процессов изменения структуры и состояния приведенного массива горных пород при использовании разработанной в НИГРИ ГВУЗ «КНУ» методики и мобильных технических средств удалось, в рамках натурных исследований, реализовать идею применения методов ЕИЭМПЗ и РАП для наблюдения и оценки состояния породного массива в зоне влияния подземных горных работ. Используемая методика и технические средства относятся к геофизическим методам неразрушающего контроля.

Методологической основой применения метода ЕИЭМПЗ для оценки деформационного состояния горного массива служит существование связи между процессом механического (пластично-хрупкого) разрушения горных пород и возникновением при этом импульсов электромагнитного излучения.

По повышенным значениям ЕИЭМПЗ выделяются зоны сжимающих напряжений, а по пониженным – зоны растяжения и трещиноватости. Относительная величина аномалии позволяет качественно судить об интенсивности проявления сжатия или растяжения природно-техногенной среды.

Основным графическим материалом, представленным в результате полевых работ, являются карты эквипотенциальных линий и графики величин. Аномальные зоны выделяются в результате анализа карт и графиков измеренных компонентов поля. Реальной считается аномалия, интенсивность которой больше трехкратной величины средней квадратичной погрешности съемки (для амплитуд и количества импульсов). Аномальные зоны меньшей интенсивности заслуживают внимания лишь в том случае, когда они подтверждаются повторными съемками.

Участки со своеобразной геофизической характеристикой отличаются специфическим геологическим строением. Зоны, в которых возможны образования воронок, имеют напряженное состояние по замкнутому контуру (круг, овал и т.д.), так называемый краевой эффект. Поэтому можно сделать вывод о целесообразности применения рассматриваемого метода для определения возможных опасных участков массива горных пород в зоне влияния подземных горных работ.

Метод РАП используется для получения информации о естественном акустическом поле Земли, а именно – поле акустического резонанса, возникающее в толще горных пород под влиянием различных внешних факторов. Внешними факторами являются источники сейсмической активности земной коры, механические колебания, возникающие в результате напряжений земной толщи, движения планет и многое другое. Под влиянием вышеперечисленных внешних факторов в слоистой толще возникают поперечные упругие колебания.

Поперечные упругие волны возникают только в телах, в которых возможны упругие деформации сдвига. Существование поперечных поверхностных волн является следствием взаимодействия продольных и (или) поперечных упругих волн при отражении этих волн от плоской границы между различными средами. Границей между средами могут быть поверхности ослабленного механического контакта между средами, обусловленные:

- резкой сменой пород изучаемого разреза;
- прослоями различного генезиса (углистыми, глинистыми и т.п.);
- перерывами в осадконакоплении;
- интрузивными и экструзивными контактами;
- тектоническими нарушениями;
- подземными пустотами.

Чем слабее контакты – тем большая возможность взаимного перемещения соседних слоев, и, следовательно – больше амплитуда возникающих собственных колебаний.

В результате, поверхностные волны локализируют энергию возмущений, созданных на поверхности, в сравнительно узком слое. Именно это свойство поверхностных волн приводит к резонансным явлениям. В случае «граница твердого тела и жидкости» возникает незатухающая поверхностная волна, что характеризуется повышением амплитуды колебаний. Возможно искусственное усиление амплитуды принимаемых собственных колебаний (приведение акустического датчика в состояние резонанса) путем механического его возбуждения, при этом мощность источника возбуждения не имеет особого значения. Как правило, для возбуждения достаточно обыкновенного молотка.

При возбуждении (ударе в непосредственной близости от датчика) в датчике наводятся

акустические колебания широкой полосы частот, которые, при совпадении с частотами собственных акустических колебаний подповерхностных объектов, вызывают усиление их амплитуды. Частота колебаний обратно пропорциональна мощности колеблющегося «слоя». Под «слоем» понимается толща горных пород, находящаяся между поверхностью наблюдений и поверхностью «ослабленного механического контакта» (ОМК).

Натуральные исследования на основе применения методов ЕИЭМПЗ и РАП проводились на восточном борту карьера №1 ПАО «ЦГОК», который находится в зоне влияния подземных горных работ шахт «Октябрьская», «Большевик», «Фрунзе».

На основании проведенных исследований были построены карты аномальных зон, выделенных по результатам наблюдений методами ИЭМПЗ и РАП на восточном борту карьера №1 ПАО «ЦГОК».

В результате проведенных работ были выявлены два типа аномальных зон:

зона активных приповерхностных разуплотнений с повышенными значениями резонансного сигнала на глубине до 200 м;

зона повышенной трещиноватости и сдвижения с активным разуплотнением на глубине более 200 м.

Аномальные зоны первого типа представляют наибольшую опасность в связи с возможным выходом воронок обрушения. В восточном борту Глееватского карьера выделяют 4 такие аномалии.

Первая находится в зоне влияния подземных выработок ш. Большевик МО 60-100 южнее существующей воронки обрушения. Ограничена зонами влияния двух разломов сложной конфигурации. Юг зоны расположен на границе целик – выработанное пространство, север опирается на проекцию зоны разлома, пересекающего выработки на глубине 500 м. Участок, примыкающий к воронке обрушения, отмечается повышенной трещиноватостью и процессами сдвижения.

Остальные зоны расположены в маркшейдерских осях шахты Октябрьская.

Вторая - находится в МО 65-90. Ограничена разломом и проекцией его пересечения с горными выработками мощностью до 100 м. Южная граница опирается на изменение структуры рудного тела с уменьшением мощности суммарного подработанного пространства со 120 до 60 м.

Третья - расположена в МО 100-125. В северных границах совпадает с положением выхода старых воронок, сдвигаясь к югу на 100 м.

Четвертая - расположена в МО 135-165. Является продолжением зоны влияния воронок обрушения и пустот ш. Северная (восточнее).

Зоны второго типа:

МО 15-42 зона старых воронок обрушения под влиянием поперечного разлома, активные процессы разуплотнения.

МО 50-75 зона влияния подземных выработок различной мощности и глубины с близким расположением нескольких целиков между ними. Активные процессы разуплотнения и просаживания до приповерхностного слоя.

МО 123-138 зона повышенной трещиноватости и разуплотнения.

МО 135-165 зона повышенной трещиноватости и разуплотнения под влиянием активной зоны №4.

Зона расположена на участке ш. им. Фрунзе в МО 35-20. Представлена приповерхностным разуплотнением на контактах пород.

Исследования на основе применения методов ЕИЭМПЗ и РАП проводятся в течение 3 лет на жизненно важном для г. Кривой Рог, техническом сооружении - городской автодороге, обеспечивающей проезд с северной группы рудников на трассу Кривой Рог - Кировоград. Участок автодороги длиной свыше 500 м проходит на земной поверхности породного массива над отработанный железорудной залежью. Отработка залежи выполнена шахтой «Родина» ПАО «Криворожский железорудный комбинат» с глубины 865 метров системами разработки с обрушением налегающих пород. В массиве горных пород и на земной поверхности на протяжении последних 30 лет происходит развитие техногенного геодинамического процесса, который проявляется в виде классической мульды сдвижения, включающий в себя следующие зоны: воронкообразования, обрушения, трещин, опасного и общего влияния.

Для гарантированной безопасности эксплуатации ответственных технических объектов и сооружений к которым относятся и автодороги различного назначения, тщательно изучаются горно-геологические условия их расположения с применением обширного комплекса различных видов геофизических исследований.

Существующие в наблюдаемом массиве мощности и геологическое строение подработанной толщи разнопрочных пород осадочного чехла и кристаллического фундамента не позволяют прогнозировать во времени выходы зон обрушения на земную поверхность [5].

Учитывая высокую степень опасности обрушения на исследуемом техническом сооружении НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет» проводит методом регистрации комплекса параметров ЕИЭМПЗ и РАП системные геофизические наблюдения и оценку состояния породного массива над отработанной железорудной залежью.

Обработка результатов измерений позволила выявить в наблюдаемом породном массиве 9 аномальных зон с различной степенью дезинтеграции, являющихся индикатором устойчивости массива над отработанной железорудной залежью.

Проводимые наблюдения показали, что аномальные зоны по профилю дороги представлены в виде столбообразных зон нарушений шириной 25-50 м с куполообразной верхней границей, которая находится по профилю дороги на глубине 120 м от поверхности наблюдений, а на остальной территории над отработанной железорудной залежью данный показатель равен 200-240 м.

Данное обстоятельство может быть объяснено тем, что внутри и на границах структурных элементов массива над отработанной железорудной залежью силы связи существенно отличаются. Применяя метод синергетического подхода к вопросу деформирования горных пород, следует исходить из того, что они должны рассматриваться как открытые, сильнонеравновесные в локальных зонах концентрации напряжений системы, в которых протекают неравновесные локальные структурные преобразования. Последние развиваются на разных масштабных уровнях и отличаются по характеру, энергии, протяженности в объеме, скорости протекания.

Полученные результаты мониторинга массивов горных пород методами ЕИЭМПЗ и РАП позволяют сделать вывод, что наблюдаемые массивы представляют многогранговую иерархическую структуру. Это проявляется в том, что в структурах элементов массивов горных пород существуют связи, обусловленные не только связывающими элементами структуры внутри определенной зоны дезинтеграции, но и с силами действующих на контактах с другими зонами дезинтеграции.

В исследуемых массивах зоны дезинтеграции разделены по глубине тектоническими нарушениями. Исключение представляет верхняя зона дезинтеграции массивов. Данная зона дезинтеграции находится ближе к поверхности и на развитие микротрещин и расслоений в ней существенно влияют подземные воды.

До проведения НИГРИ ГВУЗ «КНУ» системных наблюдений методами ЕИЭМПЗ и РАП и оценки состояния породного массива в зоне влияния подземных горных работ предполагалось, что данный массив горных пород квазиоднороден и развитие процесса его дезинтеграции будет проходить монотонно стабильно. Проводимые наблюдения и анализ полученных результатов показали, что процессы дезинтеграции происходят локально как в верхней части массива, так и в нижележащих зонах.

Данные положения позволили уточнить применительно к структурно и текстурно сложным породным массивам в зоне влияния подземных горных работ критерии опасности для оценки безопасной эксплуатации объектов, находящихся в зоне влияния подземных горных работ.

Выводы и направление дальнейших исследований. Выполненные исследования показали, что изложенная комплексная система наблюдения методами ЕИЭМПЗ и РАП является эффективной и информативной применительно к изучению строения и оценки состояния породного горного массива в зоне влияния подземных горных работ.

Использование настоящей системы в рамках обеспечения безопасности эксплуатации объектов различного назначения позволяет, применительно к исследуемому породному массиву, экспресно решать следующие инженерно - геомеханические задачи:

изучать с земной поверхности по возмущению природного электромагнитного и акустического поля характер распределения напряженного состояния массивов горных пород, вызван-

ного как природными, так и техногенными факторами;

оперативно осуществлять прогнозирование природных и техногенных геодинамических явлений;

определять с земной поверхности динамику или режим необратимых деформаций в породном массиве;

качественно и количественно оценивать уровень геотехнологической безопасности породного массива относительно объектов, попадающих в зону риска, обусловленного наличием выработанного пространства представленного отработанным подземным способом железорудными залежами.

Дальнейшие исследования необходимо проводить в направлении более детального определения глубинности геодинамических процессов, происходящих в породном массиве в зоне влияния подземных горных работ.

Список литературы

1. Сдвижение горных пород и земной поверхности на рудных месторождениях. **И.А. Кузнецов, А.Г. Акимов, В.И. Кузьмин** и др. М: Недра, -1971.-224с.
2. **И.Ш. Коган** «Самоорганизация горной породы вокруг неоднородностей», издательство ЮжКаз ЦНТИ, 1985.
3. Явление электризации горных пород при механическом нагружении. **Н.И. Бахов**, Институт геофизики НАМ Украины.-Киев, Украина, 2006.
4. Некоторые аспекты применения метода наблюдения естественного импульсного электромагнитного поля земли (ЕИЭМПЗ) для решения геологических, инженерно-геологических и гидрогеологических задач. - **М.М. Довбнич, И.С. Белых, Г.И. Кузина, Г.С. Стовас**, ДО УкрГГРИ - г. Днепропетровск, Украина, 2006.
5. Исследование и прогноз характера процесса сдвижения с районированием подрабатываемых территорий при отработке глубоких горизонтов шахт Кривбасса на предмет использования в народном хозяйстве. Отчет о НИР /ГНПП «МЭГГИ», рук. Сазонов А.В., -Кривой Рог, 1995 г. -94 с.
6. Исследование аномальных зон подработанного массива горных работ комплексом наземных геофизических методов. **В.В. Туманов, А.И. Компанец, Е.В. , Е.В. Сухина, А.В. Савченко**, научные труды УкрНИМИ НАНУ, №3, 2008. - С.61-79.
7. Комплексные исследования развития и взаимодействия опасных геологических процессов. Строительство и техногенная безопасность, выпуск 15-16. - С.255-259.
8. Геофизическая идентификация водопроницаемости геодинамических зон угленосной толщи в связи с ликвидацией шахт, научные труды УкрНИМИ НАНУ, выпуск 13 (178), 2011 г., с.140-146.
9. **Adam, J., Reuther, C.-D.** (2000) Cristal dynamics and active fault mechanics during subduction erosion; application of frictional wedge analysis on to the North Chilean forearc. Tectonophysics 321(3): 297-325.
10. **Adriasola, A.C., Thomson, S.N., Brix, M.R., Herve, F., Stockhert, B.** (2006) Postmagmatic cooling and late Cenozoic denudation of the North Patagonian Batholith in the Los Lagos region of Chile, 41°-42°15'S. International Journal of Earth Sciences 95(3): 504-528.
11. **Alvarez-Marron, J., McClay, K.R., Harambour, S., Rojas, L., Skarmeta, J.** (1993) Geometry and evolution of the frontal part of the Magallanes foreland thrust and fold belt (Vicuna area), Tierra del Fuego, southern Chile. AAPG Bulletin 77(11): 1904-1921.
12. **Assumpcao, M.** (1992) The regional interpolate stress field in South America. Journal of Geophysical Research, 97, No. B8: 11889-11903.
13. **Bahat, D., Rabinovitch, A., Frid, V.** (2005) Tensile fracturing in rocks; tectonofractographic and electromagnetic radiation methods, 569 pp.
14. **Bangs, N.L., Cande, S.C.** (1997) Episodic development of a convergent margin inferred from structures and processes along the southern Chile margin. Tectonics 16(3): 489-503.
15. **Beck, M.E., Burmester, R.F., Steele, B.C.** (1998) Paleomagnetism of probably remagnetized late Mesozoic volcanic rocks near Lago Verde, Aisen, Southern Chile. Revista Geologica de Chile 25(2): 153-163.
16. **Bott, M.H.P., Waghorn, G.D., Whittaker, A.** (1989) Plate boundary forces at subduction zones and trench-arc compression. Tectonophysics 170: 1-15.

Рукопис подано до редакції 11.02.14

О.В. КАЛІНІЧЕНКО, канд. екон. наук., доц., Криворізький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАХОДІВ ЩОДО БОРОТЬБИ З ПИЛОМ НА ВІДКРИТИХ РУДНИХ СКЛАДАХ

Запропонована робота присвячена дослідженню економічної доцільності технічних та природоохоронних заходів, присвячених боротьбі з пилом на промислових площадках та відкритих рудних складах гірничовидобувних підприємств.

З метою зменшення шкідливого впливу на довкілля від видування пилу на відкритих рудних складах в умовах шахти «Родіна» ПАТ «КЗРК» запропоновані комплексні техніко-економічні заходи. Удосконалено теоретичні та методичні положення щодо визначення економічної доцільності заходів щодо боротьби з пилом на відкритих складах гірничовидобувних підприємств.

Доведено, що провідним принципом природокористування в наш час є еколого-економічний, за якого критерій ефективності господарювання в гірничовидобувній галузі формулюється так: одержання максимального прибутку з мінімальними затратами й мінімальними порушеннями природного середовища та екологічного стану басейну.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Тенденції соціально-економічного розвитку України ставлять завдання щодо вироблення нових підходів та критеріїв оцінки наявного стану та системи природокористування, що склалася. Взаємозумовленість суспільного буття і природи полягає в тому, що суспільство в процесі свого розвитку не може не впливати на природу, що, у свою чергу, впливає на нього. Пізнання характеру й основних форм зв'язків між ними є ключем до вирішення протиріч їхньої взаємодії, тобто до розуміння сутності раціонального природокористування.

Сучасний процес раціонального природокористування варто розглядати як більш широке поняття ніж матеріальне виробництво, оскільки воно, поряд із виробничим споживанням і відтворенням природних ресурсів, охоплює ще і діяльність по охороні навколишнього середовища від деградації і забруднення.

Необхідність популяризації знань про використання природних ресурсів та охорону довкілля і формування екологічного світогляду вимагає систематизації теоретичних, методологічних та прикладних аспектів економіки природокористування, що розглядає соціально-економічну сторону залучення природного капіталу у відтворювальний процес.

Аналіз досліджень та публікацій. Вагомий внесок у розвиток теорії та методології економіки природокористування зробили провідні вітчизняні вчені і вчені близького зарубіжжя, такі як Т. Хачатуров, М. Федоренко, О. Балацький, С. Дорогунцов, Г.О. Туниця, В. Трегобчук, В. Мігденко, І. Бистряков, Р. Слав'юк, Я. Коваль, А. Лисецький, А. Федорищева, Є. Хлобистов, Л. Мельник, Є. Мішенін, О. Кашенко, В. Кравців, В. Борисова, З. Герасимчук, Я. Мольчак, Ю. Стадницький, М. Лук'янчиков, І. Потравний, О. Царенко, О. Несветов, М. Кадацький, К. Пап'юнов, В. Новицький, І. Синякевич, Л. Кожушко, В. Шевчук, В. Сахаєв, О. Голуб, О. Струкова, Л. Горбач, І. Сотник та інші [1–6].

Постановка завдання. Висока концентрація та тісне розміщення родовищ залізних руд сприяло інтенсивному розвитку гірничорудної промисловості в регіоні, що сприяло значному навантаженню на природне довкілля.

На підставі оцінки сучасного екологічного стану Криворізький залізорудний басейн відноситься до гірничодобувного регіону з критичним станом довкілля. Таким чином, дослідження та визначення економічної доцільності заходів боротьби з пилом на відкритих рудних складах є актуальним науковим завданням, яке має важливе народногосподарське значення.

Викладення матеріалу та результати. Оскільки довкілля виконує такі життєво важливі функції, як забезпечення людей природними ресурсами, природними послугами (рекреація, туризм, естетичні задоволення), поглинання відходів і забруднень, то, реалізуючи заходи з охорони природи й використання її ресурсів, слід знати економічну вартість цього й ціну шкоди, заподіяної природі антропогенними забрудненнями та впливами.

Діяльність гірничодобувної компанії виявляє негативний вплив на навколишнє

середовище. При здійсненні діяльності з видобутку корисних копалин існує ризик перевищення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин у компонентах навколишнього середовища (пил та газ в атмосфері, солі у водних об'єктах, забруднення ґрунтів шкідливими викидами) [8].

Якісний економічний аналіз припускає визначення можливості настання ризикових ситуацій і характер їхніх наслідків.

Кількісний економічний аналіз припускає здійснення кількісної оцінки рівня ризику і визначення розміру можливого економічного збитку.

Безумовно, що базою для якісного і кількісного економічного аналізу повинна бути достатня кількість інформації при дослідженні екологічного впливу гірничовидобувних підприємств на природне середовище регіону. В зв'язку з цим, ціллю виконаних досліджень є удосконалення системи організації інформаційних потоків при моніторингу техногенного впливу відкритих гірничих робіт на навколишнє середовище [9 - 13].

Після об'єктивного аналізу причин екологічних катастроф і величезних економічних втрат від нерозумного господарювання, яких людство зазнало останніми десятиліттями й раніше, стало зрозуміло, що принципи природокористування мають бути інакшими, якщо ми хочемо вижити. Забруднення - це насамперед економічна проблема, яку слід визначати економічними термінами. (Л. Рафф, американський економіст).

Тому провідним принципом природокористування в наш час став еколого-економічний, за якого критерій ефективності господарювання формулюється так: одержання максимальних матеріальних благ з мінімальними затратами й мінімальними порушеннями природного середовища. Але це потребує вкладання великих коштів у природоохоронну сферу, що завжди суттєво знижує прибутковість виробництва.

Тому, як і раніше, стикаються екологічні та економічні інтереси, й, на жаль, здебільшого другі перемагають: вирубуванню лісів віддають перевагу над їх використанням для рекреації, розвитку туристичного бізнесу - над збереженням рідкісного ландшафту чи озера, а морських нафтопромислів - над збереженням морських екосистем і т. д. При цьому здійснити порівняльну економічну оцінку різних природних ресурсів нині та у віддаленому майбутньому буває досить важко. Сьогодні вартість природних благ і послуг або взагалі не визначено, або її занижують, що часто призводить до прийняття антиекологічних рішень, до спотвореної оцінки економічного розвитку через традиційні показники валового національного продукту, ріст якого часто супроводжується деградацією довкілля.

За своєю експлуатацією природні ресурси, енергія на фоні поглиблення забруднення і збільшення відходів промислового сектора - найважливіші з причин погіршення якості навколишнього середовища. Далі, як тільки екологічні наслідки промислової активності перебільшують допустимий рівень, відбудеться блокування подальшого існування підприємства.

Тому однією з важливих цілей промислової політики є створення основи для сильного, новаторського і конкурентоспроможного індустріального середовища. Таким чином гарантується конкурентоспроможність і постійність.

Інтерес суспільства полягає у тому, щоб довгострокові економічні і соціальні вигоди не приносили у жертву заради короткострокових фінансових прибутків.

Екологічно чиста промисловість більше не є питанням розкоші, а питанням необхідності.

Показниками збитків від забруднення довкілля слугують: підвищення рівня захворюваності населення; зниження продуктивності сільського господарства; прискорення зношування основних фондів та ін. Вартість відновлення природи визначається за необхідними затратами на рекультивацію ландшафтів, відновлення водойм або сільськогосподарських угідь, озеленення тощо. Та при цьому часто неможливо оцінити погіршення соціального клімату, порушення рівноваги в екосистемах, загибель від техногенного впливу унікальних геологічних пам'яток чи ландшафтів, зникнення багатьох видів рослин і тварин. Особливо складно оцінити наслідки антропогенних негативних впливів на природу, коли треба дати довгостроковий прогноз збитків від нераціонального природокористування. Затрати на охорону природи сьогодні можна обчислити досить просто й порівняно точно на підставі чинних стандартів і нормативів із застосуванням низки формул.

Природоохоронні заходи мають не тільки економічний ефект (заощадження витрат на лікування та соціальне страхування хворих, підвищення продуктивності праці, збільшення біопро-

дуктивності, облагородження ландшафту тощо), а й соціальний - поліпшення настрою людей, зменшення їх міграції, стримування конфліктів, зниження злочинності й т. д. До найважливіших проблем економіки природокористування належить правильна (об'єктивна) оцінка природних ресурсів.

Природоохоронні заходи повинні забезпечувати: а) дотримання нормативних вимог до якості навколишнього середовища, що відповідає інтересам охорони здоров'я людей і охорони навколишнього природного середовища з урахуванням перспективних змін, зумовлених розвитком виробництва і демографічними зрушеннями; б) одержання максимального народногосподарського економічного ефекту від поліпшення стану навколишнього середовища, збереження і більш раціонального використання природних ресурсів.

Ефективність природоохоронних заходів на різних рівнях оцінюється з допомогою показників або результатів - екологічних, соціальних та економічних.

Екологічний результат полягає в обмеженні негативного впливу на навколишнє середовище і поліпшенні його стану і проявляється в зменшенні об'ємів забруднень, що надходять у середовище, та рівня його забруднення (концентрації шкідливих речовин у землі, водоймах, атмосфері, рівнів шуму, радіації тощо), збільшенні кількості і поліпшенні якості придатних до використання земельних, лісових і водних ресурсів, у поліпшенні атмосферного повітря.

Соціальний результат полягає в підвищенні рівня життя населення, підвищенні ефективності соціального виробництва і збільшенні національного багатства країни. Соціальні результати виражаються в поліпшенні фізичного розвитку населення і в зниженні захворюваності, продовженні тривалості життя і періоду активної діяльності, поліпшенні умов праці та відпочинку, підтриманні екологічної рівноваги (включаючи збереження генетичного фонду), збереженні естетичної цінності природних ландшафтів, пам'яток природи, заповідних зон та інших територій під охороною, створенні сприятливих умов для розвитку і росту творчого потенціалу особи і культури, для вдосконалення свідомості людини.

У сучасних умовах можлива лише неповна, часткова оцінка соціальних результатів у грошовій формі. Наприклад, можна визначити приріст валового суспільного продукту і національного доходу внаслідок збільшення періоду активної діяльності населення, але не можна в грошовій формі визначити соціальні результати підтримання екологічної рівноваги, зростання свідомості людини та інші. Соціальний результат, який можна виразити в грошовій формі, називається соціально-економічним.

Економічний результат полягає в економії або попередженні втрат природних ресурсів, живої та уречевленої праці у виробничій і невиробничій сферах народного господарства і в сфері особистого споживання і виражається в грошовій формі.

Економічне обґрунтування природоохоронних заходів вимагає народногосподарського підходу, який передбачає:

повне охоплення всіх соціальних, екологічних і економічних результатів різних варіантів природоохоронних заходів у різних сферах народного господарства як найближчим часом, так і в більш віддаленій перспективі;

більш повне охоплення всіх витрат, пов'язаних із здійсненням різних варіантів природоохоронних заходів;

врахування фактора часу при оцінці витрат і результатів природоохоронних заходів;

міжгалузевий підхід з урахуванням необхідності економії всіх витрат і забезпечення ефективнішого використання природних ресурсів у масштабі всієї території, що розглядається (району, області, країни).

Економічне обґрунтування природоохоронних заходів провадиться шляхом порівняння економічних результатів цих заходів з витратами, необхідними для їх здійснення з допомогою системи показників загальної і порівняльної ефективності природоохоронних витрат і чистого економічного ефекту природоохоронних заходів.

Загальна ефективність природоохоронних заходів проявляється:

у сфері матеріального виробництва - приростом обсягу прибутку або зменшення собівартості продукції;

у невиробничій сфері - економією витрат на виконання робіт і надання послуг;

у сфері особистого споживання - скорочення витрат – особистих коштів населення, спричинених забрудненням навколишнього середовища.

Загальна (абсолютна) ефективність природоохоронних витрат визначається як відношення повного річного економічного ефекту від природоохоронних заходів до витрат на їх здійснення. Цей показник використовується при обґрунтуванні першочерговості напрямів капітальних вкладень природоохоронного призначення в територіальному або галузевому масштабі.

Загальна (абсолютна) ефективність природоохоронних витрат визначається з метою: встановлення народногосподарських результатів витрат на охорону навколишнього середовища;

виявлення динаміки ефективності всіх витрат і темпів їх зростання;

оцінки ступеня освоєння капітальних вкладень;

оцінки галузевих і територіальних пропорцій при розподілі капітальних вкладень;

порівняння фактичної і планової ефективності витрат;

прийняття рішень про черговість проведення природоохоронних заходів.

Чистий економічний ефект природоохоронних заходів складається з таких величин:

попередження економічних збитків від забруднення навколишнього середовища, тобто попередження витрат у матеріальному виробництві, в невиробничій сфері і у населення в результаті зниження забруднення навколишнього середовища;

приросту економічної грошової оцінки природних ресурсів, що зберігаються або поліпшуються внаслідок природоохоронних заходів;

приросту продукції, що реалізується в результаті більш повної утилізації відходів сировинних, паливно-енергетичних та інших матеріальних ресурсів у результаті природоохоронних заходів.

Чистий економічний ефект визначається як різниця між економічним результатом (з розрахунку на рік) природоохоронного заходу і витратами на його здійснення. Цей показник використовується для обґрунтування проектних рішень природоохоронних комплексів або об'єктів, коли порівнювані варіанти неоднакові за своїми соціальними та економічними результатами, а засоби (капіталовкладення) обмежені. В цьому випадку вибирають той варіант, який забезпечує максимальний чистий економічний ефект.

Ефективність виробництва визначає його результативність, тобто співвідношення між результатами, досягнутими у процесі виробництва, і витратами на їх забезпечення. Розглядаючи результативність господарської діяльності в галузі природокористування, важливо з'ясувати суттєвість еколого-економічного ефекту як ефекту економічного або соціального, або того і іншого водночас. Еколого-економічний ефект розкривається найбільш повністю з позиції задоволення еколого-ресурсних потреб суспільства, зростання суспільної споживчої вартості природи. В цьому розумінні еколого-економічний ефект має як соціальний, так і економічний аспект, але призначення еколого-економічного ефекту ще не вказує на його природу.

Задоволення еколого-ресурсних потреб здійснюється "через" екологічну сферу, а єдиною утворюючою субстанцією еколого-економічного ефекту виступає суспільна праця. Певні природні умови і ресурси в тій або іншій мірі впливають на економічний розвиток, що має конкретний вираз у реальному рівні ефективності суспільного виробництва. Екологічний чинник немовби робить свій "внесок" у суспільний розвиток. Більш того, природні умови розвитку суспільства є незамінними, тому вони мають високе соціальне значення і економічну оцінку, але це зовсім не вказує на те, що природні сили природи не пов'язані з працею. Саме завдяки праці вони залучені у виробництво, знаходяться під контролем людини і служать їй. До того ж тільки в результаті праці можна вирішити різноманітні еколого-ресурсні проблеми сучасного суспільства. Отже, еколого-економічний ефект є результатом розвитку виробництва, тому за своєю природою він виступає як різновид економічного ефекту. Однак він має іншу, відокремлену від традиційного економічного результату виробництва соціальну спрямованість.

Таким чином, про еколого-економічну ефективність можна говорити лише як про термінологічний різновид економічної результативності виробництва, що враховує екологічні наслідки свого розвитку. Її критерії служать максимізації екологічного ефекту при мінімальних витратах природокористування[1].

Головними компонентами екологізації економіки є:

формування інтернаціонального і міжрегіонального ринків екологічних факторів і цінностей;

перехід на нову систему ціноутворення, яка враховує екологічні фактори, збитки і ризик;

розширення системи платності природокористування;
підпорядкування економіки виробництва граничним екологічним вимогам і принципам збалансованості природокористування;
зміна і екологічна орієнтація структури потреб і стандартів [3].

Екологізація виробництва дозволяє зберегти і покращити навколишнє природне середовище. Кінцевим результатом абсолютно екологізованого виробництва є продукція безвідходного виробництва, а узагальнюючим показником екологічної оцінки суспільного виробництва виступає вартісний вираз продукції безвідходного виробництва.

Забруднення навколишнього середовища промисловими викидами в економічному плані є водночас процесом специфічного "споживання" елементів навколишнього середовища - повітря, води, ґрунту.

Забруднюючи природу будь-якими відходами, ми тим самим збільшуємо людські витрати на виробництво, знецінюємо виробництво, погіршуємо життя суспільства. Звідси матеріальне виробництво немовби суперечить самому собі, оскільки в результаті, зменшується суспільне добро. Якщо вироблене матеріальне добро зменшує величину існуючого природного добра (чистого повітря, води тощо) в таких розмірах, що загальна кількість благ зменшується, то це процес не розширеного, а звуженого виробництва. В такій ситуації працю, витрачену на виробництво продукції, слід розглядати як непродуктивну, випущену з порушенням екологічних норм, як соціальний збиток.

Відтворення природних ресурсів на сучасному етапі розвитку продуктивних сил неможливо без споживання матеріальних благ (будівництво очисних споруд, впровадження безвідходного виробництва, природоохоронного обладнання, відновлення лісу і підвищення продуктивності лісів і економічної родючості тощо), інакше кажучи, сьогодні творчість природи - це процес споживання матеріальних благ. Тому ставлення до відтворення природних ресурсів є водночас і ставленням з приводу споживання матеріальних благ, раніше накопичених суспільством. В зв'язку з цим досягнення певної величини еколого-економічного ефекту (вартість продукції безвідходного виробництва і мінус продукція, випущена з порушенням екологічних норм) пов'язане з витратами природокористування. З кожним роком розмір їх збільшується. Для сучасного періоду розвитку суспільного виробництва характерна тенденція зростання суспільно необхідних витрат на відтворення природних ресурсів[1].

Шахта «Родіна» - одна з найглибших шахт в Європі. Загалом на шахті «Родіна» станом на 1 січня 2014 року балансові запаси розвідані до глибини 1765 метра складають 152 млн. 590 тис. тонн руди з вмістом заліза в ній 57,49%.

Ефективна і надійна робота гірничовидобувних підприємств вимагає наявності резервів товарної сировини. Тому шахти мають склади для накопичення і збереження гірничої маси.

Склади руди слугують для накопичення й зберігання руди. Їх ємність залежить від виробничої потужності шахти, умов роботи та споживача. Склади обладнуються стаціонарними вантажними пристроями (крани, грейферів, портали, скреперні пристрої) або пересувними (автомобільні і тракторні перевантажувачі (стрічкові конвеєри) вантажними пристроями. Широке застосування на складах одержали стаціонарні установки з використанням мостових грейферних кранів [4].

В більшості випадків ці склади відкриті, що дає ряд переваг, а саме, вони прості в експлуатації, вимагають менше капітальних затрат і мають велику місткість. Розташовують склади на промислових майданчиках шахт.

Треба відмітити, що поряд з перевагами ці склади мають також і недоліки, головним є те, що при технологічних процесах відбувається інтенсивне пилевиділення. До таких технологічних процесів відноситься, насамперед, вільне зсипання гірничої маси, що впроваджується при завантаженні відкритих рудних складів і перевантаженні з них на транспорт. Запиленість на території відкритих складів і прилеглих районах є дуже значною.

Основним напрямом при пилеподавленні є скріплення пилу безпосередньо в місцях її осідання. Для пилеподавлення (пило зв'язування) можуть бути використані вода, розчини, бітуми, солі, колоїди, рослинні покрити і ін. У наш час широко використовується вода, яка знайшла застосування при всіх виробничих процесах.

Висока ефективність застосування пилосв'язуючих розчинів досягається за рахунок рівномірного нанесення їх на поверхню матеріалу, що складується. Аналіз засобів розпилення рідин,

що існують, показав, що для умов рудних складів можливо як пневматичне, так і гідравлічне розпилення рідин.

Для зволоження найбільше розповсюдження при позитивних температурах на складах, особливо рудних, одержали гідро-моніторно-насосні пристрої. При цьому залежно від місцевих умов використовуються гідро потяги, спеціальні поливальні машини, стаціонарні і напівстаціонарні гідромоніторні пристрої.

Гірська маса може зрошуватися однієї або одночасно двома установками. При роботі двох установок час зрошування забоїв скорочується в 2 рази і складає за даними 10 - 15 хвилин. Зволоження гірської маси дозволило значно понизити інтенсивність пилевиділення і запиленість повітря на робочих місцях до 1,3-2,4 мг/м³.

Головним недоліком пневмогідравлічних поворотних, обертаючихся й самообертаючихся зрошувальних пристроїв є наявність пневмомережі і компресорної мережі, прокладення трубопроводів стислого повітря й додаткові витрати енергії на отримання стислого повітря [2].

Запропоновано пристрій для отримання повітряно-водної суміші, який усуває всі вище зазначені недоліки. Для цієї мети пропонується застосувати повний кожух із флюгером, що жорстко закріплюється на хвостовій частині цього кожуха, який забезпечить постійну роботу зрошувального пристрою у напрямку вітру.

Запропонований пристрій працює наступним чином. Рідина під тиском подається по патрубку в корпус і напірним струменем витікає із сопла у зону пилоутворення. При цьому на виході із сопла напірний струмінь створює розрідження, в результаті чого відбувається ежектування повітря в полий кожух. Повітря захоплюється рідиною, змішується з нею і у вигляді повітряно-водяної суміші направляється в зону пилоутворення. Дія напірного струменя співпадає з напрямом вітру, що забезпечує підвищення ефективності знепилення, за рахунок збільшення напору струменя і його далекобійності.

Повітряно-водяна суміш діє на пил в зоні її утворення, при загрузці гірничої маси з висотної естакади на відкриту площадку, потім вона діє при русі пилу під дією вітру, маленькі краплі рідини з'єднуються з частками пилу й осаджуються під дією сил гравітації й аеродинамічного опору.

Цей пристрій може регулюватися механізмом керування наступним чином: вимірювач запиленості реєструє величину концентрації пилу в зоні пилоутворення; направляє відповідні сигнали в уніфіковану блочну систему регулювання, яка має блок автоматизованого обчислення, блок керування, синхронізації та блок цифро-аналогових перетворювачів, вихід яких пов'язаний з об'єктом регулювання – електричні клапани подання рідини.

Пристрій працює в повному автоматичному режимі. Витрати повітряно-водяної суміші регулюються в залежності від величини запиленості повітря. Дія повітряно-водяної суміші співпадає з напрямом вітру, що забезпечує підвищення ефективності знепилення.

Висновки. Запропонована робота присвячена дослідженню економічної доцільності технічних та природоохоронних заходів, присвячених боротьбі з пилом на промислових площадках та відкритих рудних складах гірничовидобувних підприємств є актуальною та має важливе народногосподарське значення.

З метою зменшення шкідливого впливу на довкілля від видування пилу на відкритих рудних складах в умовах шахти «Родіна» ПАТ «КЗРК» необхідно введення наступних заходів:

у якості зрошувальних пристроїв для пилеподавлення на відкритих рудних складах використовувати, пневмогідравлічний пристрій, що, в залежності від умов, само обертається, обертається або повертається, цей пристрій дозволяє у повній мірі здійснити автоматизоване керування зрошенням;

застосовувати у зимовий період пилосв'язуючий розчин пластифікатор форміатно-спиртовий (ПФС) для штучного збільшення сил аутогенезії на поверхнях, які пилять, а у весняний, літній й осінній періоди - вапняковий розчин;

використовувати у якості води для зрошення, шахтну (технічну) воду;

впровадити на естакадному складі вітрозахисного пристрою з аспірацією запиленого повітря;

впровадити спуск для гірничої маси на склад з крутим кутом з розвантаженням по висоті корпусу.

Значення питомих економічних збитків 1 т. викидів в атмосферу складають в США 100-

200 \$ [7]. Розрахунок економічної ефективності природоохоронних заходів показав, що витрати після впровадження нового обладнання скоротилися і складають 663606,98 грн.

Список літератури

1. **Голікова А.П.** - Регіональна економіка та природокористування.-2004/ - 236с.
2. **Беспамятнов Г.П.,** Кротов Ю.А. Гранично допустимі концентрації хімічних речовин у навколишньому середовищі. Львів: Хімія, 1985. – 167 с
3. **Макарова Н.С.,** Гармідер Л.Д., Михальчук Л.В. М 15 Економіка природокористування: Навчальний посібник – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 322с.
4. Вредные вещества в промышленности (Справочник под общ. ред. В.А.Филатова, В.А.Курляндского). Львов: Химия, 1993. – 344 с.
5. **Калініченко О.В.,** Ступнік М.І., Калініченко В.О. Визначення економічних ризиків від порушень денної поверхні в результаті підземного видобутку руд / Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. праць. – Кривий Ріг. – 2012. – Вип. 32. – С. 246-250.
6. **Ступнік М.І., Калініченко О.В., Калініченко О.В.** Економічна оцінка ризиків можливих геомеханічних порушень денної поверхні в полях шахт Кривбасу / Науковий вісник Національного гірничого університету. – Дніпропетровськ. – 2012. – № 6. – С. 126-130.
7. Эколого-экономическое обоснование параметров открытых складов навалочных грузов путем прогнозирования процесса пылеуноса. – Журнал «Экологические системы и приборы», №1, 2005, С. 30 – 33.
8. **Вилкул Ю.Г.** Определение параметров горных предприятий на основе оптимизации эколого-экономических показателей. Дисс...докт.техн.наук: 05.15.03. – Кривой Рог, 1994. – 423 с.
9. **Деева Н.Э.** Методические особенности оценки и прогнозирования экологических рисков промышленных предприятий: Зб. наук. праць. – Дніпропетровськ: Наука і освіта. Вип. 177, 2003.
10. **Жуков С.О., Калініченко О.В., Герасимова К.В.** Реальні зовнішні фактори – детермінанти формування концепції управління проектами промислових підприємств Придніпров'я // Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції “Наука і освіта 2005”, Т. 17. Екологія. -Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2005. – С.17 - 18.
11. **Турило А.М., Новак С.Б., Капітула С.В.** Економічна безпека підприємства. - Кривий Ріг: Видавничий дім, 2009. - 140с.
12. Экологическая ситуация на Украине и ее мониторинг : анализ и перспективы. – К.: Знание, 1990. – 44 с.
13. **Калініченко О.В.** Економічна концепція організації інформаційних потоків при моніторингу техногенного впливу гірничих робіт на навколишнє середовище / О.В. Калініченко, А.М. Турило // Інституціональний вектор економічного розвитку. – Мелітополь: Вид-во КПУ. – 2009. – Вип. 2 (2). – С. 48-53.

Рукопис подано до редакції 24.03.14

УДК 65.01: 657.222

Є.В. МІЩУК, канд. економ. наук, доц.

А.Д. КЛИМЕНКО, студентка, Криворізький національний університет

РОЛЬ ОБЛІКОВОЇ ПОЛІТИКИ В УПРАВЛІННІ ПІДПРИЄМСТВОМ

У статті показано, що облікова політика є одним із дієвих інструментів управління підприємством. Розглянуто й узагальнено теоретичні розробки вітчизняних і зарубіжних науковців щодо сутності облікової політики та її значення. Визначено основні проблеми формування облікової політики підприємства. Обґрунтовано, що зниження ролі облікової політики в управлінні підприємством пов'язане з недостатністю відпрацювання теоретичних положень щодо визначення і трактування її сутності, інструментів та структурних елементів. Виявлено ряд факторів, які впливають на розробку облікової політики, до яких віднесено: форму власності та організаційно-правовий статус підприємства; технічне оснащення управління; кваліфікацію кадрів підприємства; ефективність системи інформаційного забезпечення підприємства; питання фінансово-господарського розвитку; розміри діяльності підприємства. Запропоновано розглядати облікову політику як складний динамічний процес.

Ключові слова: облік, облікова політика, процес, управління, фактори

Проблема і її зв'язок з науковими і практичними завданнями. У сучасній економіці ринкові відносини вимагають своєчасного одержання і систематизації поточної інформації про внутрішні та зовнішні зміни середовища. Оскільки на них має вплив чинне законодавство, це обумовлює зростання рівня ризику господарської діяльності. За таких умов фінансова стійкість та її забезпечення визначається як одне з головних завдань функціонування підприємства. Досвід країн із розвиненими економічними відносинами вказує на те, що важливою складовою загального механізму ведення господарської діяльності підприємства та її управління є вміло

сформована облікова політика. Правильно сформована облікова політика стає одним із найважливіших інструментів ефективного управління підприємством. Вона забезпечує результативність управлінських рішень, достовірність показників фінансової звітності та ефективність господарської діяльності. Повне і об'єктивне розкриття облікової політики задовольняє потреби усіх користувачів фінансової інформації. Останнім часом в Україні значну увагу приділяють теоретичним і практичним аспектам формування облікової політики, оскільки це є одним із пріоритетних напрямків в удосконаленні системи бухгалтерського обліку.

Аналіз досліджень та публікацій. Проблемам формування облікової політики присвячені праці як зарубіжних (Б.Нідлз, Р.Ентоні, Дж.Ріс, Ван Бред, Ю.А. Бабаєв, Ф. Вуд, А.Девід, Р.Ентоні, В.В. Ковальов, Дж. Ріс, Я.В. Соколов та ін.), так і вітчизняних (М.С.Пушкар, М.Т.Щирба, Ф.Ф.Бутинець, М.В.Кужельний, В.Г.Лінник, Т.В. Барановська, М.П. Войнаренко, В.В. Гливенко, С.Ф. Голов, В.А. Дерій, П.Є. Житний, В.М. Жук, А.Г. Завгородній, В.С. Лень, Н.М. Малюга, Г.В. Нашкерська, О.О. Олійник, Л.І. Пантелійчук, Л.М. Пилипенко, В.В. Сопко, В.М. Шамранська, В.Г. Швець та ін.) вчених. Визнаючи значущість наукових розробок науковців, нині питання формування облікової політики недостатньо врегульовані в українському законодавстві й потребують подальшого дослідження.

Постановка завдання. Метою даної статті є визначення ролі облікової політики в управлінні підприємством. Для досягнення поставленої мети необхідно здійснити узагальнення сутності облікової політики, теоретичних розробок вітчизняних науковців щодо її значення, визначення шляхів та розроблення рекомендацій щодо формування ефективної облікової політики в сучасних умовах господарювання на підприємствах України.

Викладення матеріалу та результати. Погоджуючись з поглядом С. Кузнецової [1, с. 12-16], що облік є функцією управління, тобто одним із способів досягнення поставлених підприємством цілей на рівні з такими функціями як планування, бюджетування, прогнозування, аналіз, контроль, справедливим є твердження, що за допомогою облікової політики можна впливати на результати певних операцій. Проте наявність ряду неузгодженостей, насамперед у понятійно-категоріальному апараті, не дозволяє повною мірою використовувати облікову політику як інструмент управління підприємством.

Ураховуючи зазначене, слід зупинитися на існуючих визначеннях облікової політики. Відповідно до теоретичних положень в працях вітчизняних та зарубіжних вчених поняття «політика» розуміється як форми і методи відстежування та підтримки пріоритетів для досягнення основних цілей підприємства. Тобто воно припускає наявність альтернативних напрямів, на вибір яких впливає процес прийняття управлінських рішень.

Умови ринкових відносин дозволяють обирати напрями розвитку, обсяги виробництва, джерела фінансування, ресурси, способи і форми інвестицій тощо, у зв'язку з наявністю альтернатив, які дозволяють:

- опираючись на специфіку діяльності підприємства, використовувати найприйнятніші методи;

- впливати на кінцевий результат господарської діяльності підприємства за допомогою даних методів;

- активно координувати інтереси певних економічних суб'єктів, за допомогою обраної облікової політики.

На думку М.С. Пушкаря та М.Т. Щирби: «облікова політика потрібна для того, щоб у межах дозволених стандартами, вибрати варіант організації, методики і технології обробки даних та отримати необхідну інформацію для потреб зовнішніх та внутрішніх користувачів» [2, с. 5].

В силу політичних, економічних, соціальних, облікових та психологічних змін виникає така ситуація як те, що коло зацікавлених осіб щодо діяльності підприємств значно розширюється. Особливо це стосується акціонерних товариств, оскільки такий інтерес має окрім інформаційного підґрунтя, ще й матеріальне. Тому всі економічні суб'єкти мають потребу в стабільності суб'єкта господарської діяльності.

У даному випадку елементи облікової політики повинні розглядатися як активні інструменти задоволення інтересів всіх без винятку економічних суб'єктів. Не дивлячись на те, що існує велика кількість публікацій, які присвячені проблемам формування облікової політики, залишилося багато питань теоретичного та прикладного характеру, які ще й досі не вирішені.

Причинами існування суттєвих проблем у практиці ведення обліку є недостатність відпра-

цювання теоретичних положень, які пов'язані з визначенням і трактуванням сутності, інструментів та структурних елементів облікової політики.

У фаховій літературі розрізняють два підходи до визначення облікової політики.

Перший підхід – це законодавче визначення, яке наведене у ст. 1 Закону України «Про бухгалтерський облік і фінансову звітність в Україні», «облікова політика – сукупність принципів, методів і процедур, які використовуються підприємством для складання і подання фінансової звітності. Основною її метою є забезпечення одержання достовірної інформації про результати фінансово-господарської діяльності, необхідної для користувачів фінансової звітності з метою прийняття відповідних управлінських рішень» [3].

Другий підхід – у широкому розумінні визначає облікову політику як управління обліком, у вузькому розумінні як сукупність конкретних методик і способів ведення обліку. Слід також звернути увагу на те, що серед науковців немає єдиної думки щодо визначення терміна «облікова політика». Одна група авторів тлумачить облікову політику як сукупність способів ведення бухгалтерського обліку, які були обрані підприємством. Інші під обліковою політикою розуміють принципи і правила ведення бухгалтерського обліку на конкретному підприємстві.

Так, наприклад, на думку Л.Пантелійчук, визначення облікової політики є найбільш змістовним таке: «сукупність облікових принципів, методів, процедур та заходів для забезпечення якісного, безперервного проходження інформації від етапу первинного спостереження до узагальнюючого – складання звітності» [4, с. 3-11]. Відтак на сьогодні в Україні методологія і практика облікової політики не сформована відповідним чином, щоб її можна було розглядати як систему знань про визначену сукупність об'єктів або ж як теорію за її конкретним сутнісним змістом.

Відповідно до Міжнародного стандарту бухгалтерського обліку 8 «Облікові політики, зміни в облікових оцінках та помилки», облікові політики – «конкретні принципи, основи, домовленості, правила та практика, застосовані суб'єктом господарювання при складанні та поданні фінансової звітності» [5]. З цього визначення, можна сказати, що підприємство самостійно реалізує методи бухгалтерського обліку для того, щоб виконати фінансово-господарські цілі підприємства, які засновані на принципах бухгалтерського обліку та враховують діюче законодавство.

На основі узагальнення опрацьованих літературних джерел, можна підсумувати: облікова політика суб'єкта господарювання – це складний динамічний процес застосування принципів, методів, процедур, що використовуються суб'єктом господарювання для управління обліком, складання та надання фінансової звітності в межах, визначених Законом України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні», національними положеннями (стандартами) бухгалтерського обліку, міжнародними стандартами, іншими нормативними документами.

Існує ще одна думка у вітчизняній науковій літературі щодо облікової політики, а саме: розглядати облікову політику як категорію національної системи бухгалтерського обліку. Так, наприклад, М.О. Пушкар та інші науковці визначають, що облікова політика в Україні складається з двох рівнів: державних органів з розвитку системи обліку та окремих підприємств, щодо забезпечення надійної фінансової звітності [6].

Професор Л.З. Шнейдман також поділяє таку точку зору щодо виділення двох рівнів облікової політики: регулювання обліком на рівні держави та на рівні кожного підприємства [7 с. 13-14] (рис.1).

Прикладом державної облікової політики є впровадження Національного положення (стандарту) бухгалтерського обліку 1 «Загальні вимоги до фінансової звітності», який був введений у дію з 2013 року. Для того, щоб забезпечити зіставність облікової інформації в межах країни, керівництво бухгалтерського обліку України на рівні держави впроваджує єдині засади ведення обліку та складання звітності для кожного суб'єкта підприємницької діяльності, опираючись на норми Кодексів, законів, положень, інструкцій тощо.

Як на рівні держави, так і на рівні підприємства розробляються нові, більш досконалі процеси організації обліку, в тому числі і облікової політики. Однак на практиці часто не одержуються належні результати і не використовуються повністю можливості облікової політики. На жаль, керівництво (особливо керівництво підприємств) не приділяє належної уваги самому процесу формування облікової політики. Узагальнюючи погляди науковців, виділяємо такі основні причини, які впливають на це [2,4,9]:



Рис. 1. Рівні формування облікової політики та її регулювання (складено на основі [6-8])

господарюючі суб'єкти змушені працювати у багатьох випадках в умовах гострого дефіциту фінансових і матеріальних ресурсів.

Як наслідок, дуже повільно налагоджується промислове виробництво, долається спад комерційних та виробничих зв'язків, визначаються напрями стратегічного розвитку.

За рахунок того, що не сформована стійка інфраструктура, а саме

біржі, аукціони, кредитна та емісійна системи, інформаційні технології й засоби ділової комунікації, система страхування комерційного ризику, спеціальні зони вільного підприємництва тощо, господарюючі суб'єкти змушені підкорятися правилам, які диктовані інвесторами, поставачальниками сировини, матеріалів, енергоресурсів.

Така ситуація активно впливає на реалізацію не тільки специфічних принципів бухгалтерського обліку, а й навіть основних, таких як безперервність діяльності, послідовність та нарахування;

особливо актуальним постає питання становлення нового економічного середовища з іншим мисленням, новою етикою управління та наближенням бухгалтерського обліку до світового досвіду і реалій господарювання. Вітчизняні господарські структури ще не навчилися повно використовувати можливості обліку при формуванні облікової політики, що негативно позначається на ефективності роботи у новому економічному середовищі;

облікова політика повинна формуватися не тільки для обліку, а й для всієї функціональної діяльності господарюючого суб'єкта.

На практиці трапляються випадки, коли функціональні процеси, такі як – планування, облік, аналіз, звітність та інші, впроваджуються розрізнено, без відповідної підготовки та контролю.

Так, наприклад, облік і аналіз на підприємстві можуть бути розвинені на достатньо високому рівні, а виробнича система і планування – на більш низькому;

Закон України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні» не встановлює чітких правил щодо формування та реалізації облікової політики.

Оскільки у господарській практиці відбувається адаптація до умов роботи за міжнародним досвідом з використанням національних положень (стандартів) бухгалтерського обліку, такі труднощі розробки облікової політики негативно впливають на управління обліком на підприємствах.

З метою формування облікової політики використовуються графіки документообігу, номенклатури, посадові інструкції, плани щодо організації бухгалтерського обліку та установчі документи, оскільки в них зазначені основні засади побудови господарської та організаційної діяльності підприємства. Згідно НП(С)БО для формування облікової політики ні підприємстві повинні враховуватися такі фактори [8]:

форма власності та організаційно-правовий статус підприємства, що зумовлюють особливості обліку відповідно до системи управління, форми контролю та звітності, оскільки відповідно до розмірів та організаційної структури керівництво обирає форму організації бухгалтерського обліку: це може бути як бухгалтерська служба на чолі з головним бухгалтером, або введення до штату підприємства посади головного бухгалтера, користування послугами спеціаліста з бухгалтерського обліку, який є підприємцем без створення юридичної особи, вести бухгалтерський облік на договірних засадах з централізованою бухгалтерією або аудиторською фірмою, або керівник може самостійно вести бухгалтерський облік та складати фінансову звітність;

діюча система оподаткування істотно впливає при формуванні облікової політики, бо облік розрахунків за податками та платежами складає загальну систему податкового обліку підпри-

ємства, який є важливим фактором у фінансово-господарській діяльності підприємства;

питання фінансово-господарського розвитку - внутрішній чинник, який впливає на облікову політику. Оскільки включає потенціал виробництва та подальшого розвитку підприємства, тактичні та стратегічні підходи для розвитку підприємства, інвестиційні засоби та основні засади, які повинні бути враховані при формуванні облікової політики;

технічне оснащення управління - від рівня автоматизації залежить вибір форми ведення бухгалтерського обліку, що сприяє обліковому процесу з найменшими витратами;

ефективність системи інформаційного забезпечення підприємства - раціональні та обґрунтовані заходи дозволяють внутрішнім та зовнішнім користувачам своєчасно отримувати повну та якісну інформацію;

кваліфікація кадрів підприємства - від чисельності, структури апарату управління, кваліфікаційного рівня працівників залежить робота підприємства. Забезпечуючи ефективність роботи підприємства, необхідно врахувати особливості підприємства, наявність кадрів та їх досвід роботи, рівень кваліфікації;

систему матеріального заохочення ефективності роботи працівників та їх матеріальної відповідальності;

розміри діяльності підприємства - формування облікової політики повинно враховувати показники діяльності підприємства, організаційну структуру підприємства: наявність відділів, філіалів.

Також необхідно враховувати взаємодію служб на різних рівнях та посадових осіб [7].

Отже, ефективно сформована облікова політика дозволяє уникнути помилок у фінансовій звітності і сприяє більш обґрунтованому прийняттю управлінських рішень.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Таким чином, на сьогодні як підприємствам, так і державі у цілому необхідно переосмислити роль облікової політики та її важливість у процесі управління.

Облікова політика прямо впливає на господарські процеси, тому саме її управлінська спрямованість має велике значення. Тракувати облікову політику слід з точки зору процесного підходу.

Для досягнення ефективної облікової політики необхідно враховувати ряд факторів, які впливають на її розробку, а саме: форма власності та організаційно-правовий статус підприємства; технічне оснащення управління; кваліфікація кадрів підприємства; ефективність системи інформаційного забезпечення підприємства; питання фінансово-господарського розвитку; розміри діяльності підприємства.

Перспективи подальших досліджень полягають у дослідженні принципів формування облікової політики та визначенні її складових, а саме суб'єктів, аспектів, об'єктів та елементів.

Список літератури

1. Кузнєцова С. Система бухгалтерського обліку: методологічні та правові аспекти формування / С. Кузнєцова // Бухгалтерський облік і аудит. - 2008. - №43. - с.12-16.
2. Пушкар М.С., Щирба М.Т. Теорія і практика формування облікової політики [Текст]: Монографія // М.С. Пушкар, М.Т. Щирба. - Тернопіль: Карт-бланш, 2009. - 240 с.
3. Закон України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні» від 16.07.99 р., № 996-XIV зі змінами та доповненнями / Законодавство України : сайт. [Електронний ресурс]. - Доступний з <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?user=index>.
4. Пантелійчук Л. Формування облікової політики – важливий етап роботи підприємства / Л. Пантелійчук // Бухгалтерський облік і аудит. – 2002. – №9. – С. 3-11.
5. Міжнародний стандарт бухгалтерського обліку 8 «Облікові політики, зміни в облікових оцінках та помилки»: за станом на 01.01.2012. - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: www.zakon.rada.gov.ua/go/929_020
6. Пушкар М.С. Тенденції та закономірності розвитку бухгалтерського обліку в Україні [Текст]: Автореферат / М.С. Пушкар. - Тернопіль. 2003. - 21с.
7. Шнейдман Л.З. Учетная политика при переходе России к рыночной экономике [Текст]: Автореферат / Л.З. Шнейдман. - М., 1995. - 32 с.
8. Кудіна І. О. Проблеми формування облікової політики та шляхи їх вирішення / І. О. Кудіна // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту. Сер. : Економіка і управління. - 2013. - Вип. 25. - С. 245-254. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Znpdetut_eiu_2013_25_35.pdf
9. Бутинець Ф.Ф. Організація бухгалтерського обліку: підручник / Ф.Ф. Бутинець, О.П. Войналович, І.Л. Томашевська. - Житомир: ПП «Рута», 2006. - 528 с.

Рукопис подано до редакції 25.03.14

УДК 622.271

Л.В. КАДОЛ, канд. техн. наук, доц., С.Д. СЕРДЮК, магістрант
Криворізький національний університет

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ ЯК РЕКРЕАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ МІСТА

Розглянуто питання використання відпрацьованих кар'єрів, шахт та інших гірських виробок в руслі збереження геологічних пам'яток природи. Наведені різні види рекультивації відпрацьованих кар'єрів із збереженням фрагментів первинного залягання порід.

Рассмотрены вопросы использования отработанных карьеров, шахт и других горных выработок в русле сохранения геологических памятников природы. Приведены различные виды рекультивации отработанных карьеров с сохранением фрагментов первичного залегания пород.

Use of exhausted open pits, underground mines and other mining workings was investigated with focus on geological natural monuments preservation. Different methods of exhausted mines recultivation with primary rock bedding fragments preservation are submitted.

Постановка проблеми. Кар'єри великі і маленькі, прості місцеві глинища і багатоуступні гіганти є не тільки ранами на тілі Землі, що створюють екологічні проблеми, а й є потужними джерелами інформації, постачальниками доступного для досліджень фактичного матеріалу, необхідного для освітніх і наукових цілей, а також для розвитку науково - пізнавального туризму з метою популяризації об'єктів геологічної спадщини. Часткове повернення території для використання і приведення кар'єра в технічно безпечний стан досягаються за рахунок проведення гірничотехнічної рекультивації, що полягає в виположуванні укосів, плануванні підстави, фітоміліорації і т.д. Однак, гірничотехнічна рекультивація не вирішує всіх екологічних проблем, що виникають після завершення розробки корисних копалин.

Мета роботи. Розглядання питання використання рекультивованих земель як рекреаційного потенціалу міст з метою підвищення екологічної рівноваги.

Основна частина. Відповідно до сучасних вимог проектування [1,2]. Кар'єри повинні бути вивчені з повнотою, що дозволяє оцінити можливість ефективної їх розробки, рекультивації та способи подальшого використання.

В даний час для відпрацьованих кар'єрів можливі наступні види рекультивації: приведення земель і територій у стан, придатний для використання в сільському, лісовому, міському і до-рожньому господарствах (планувальна), пристрій в кар'єрних розробках водойм різного призначення (промислового, соціально-побутового, культурно- ландшафтного, протипожежного, сільськогосподарського та іншого) [3,4].

Досвід будівництва автомобільних доріг показує, що вибір оптимального місця розташування кар'єру і його подальшого господарського використання вимагає комплексного вирішення виникаючих містобудівних, екологічних та інженерно- гідрометеорологічних проблем.

Негативне ставлення до кар'єру як техногенному об'єкту формують такі чинники: занедбаність кар'єрних розробок, відсутність робіт з рекультивації, або низький ефект від їх проведення, використання їх як стихійних звалищ, що значною мірою порушує міський ландшафт і його естетичне сприйняття, а також від тих з них, на яких заходи з рекультивації не дали позитивний ефект або були виконані частково. Нерідко в місцях забору ґрунту окремі ділянки місцевості набувають малоприсаєднаний техногенний характер.

Експлуатовані й занедбані кар'єри, сприяють виникненню наступних шкідливих процесів:

бути додатковим джерелом зволоження і руйнування земляного полотна доріг, замулення кюветів, підтоплення довколишніх будівель і споруд;

викликають активізацію зсувів, осипів, необоротні порушення в родючому шарі ґрунту, що призводять до її деградації і загибелі рослинності. У свою чергу це змушує тварин змінювати місця проживання;

сприяють значним змінам гідрологічного і гідрогеологічного режимів прилеглої території, які призводять до суттєвих змін рівнів ґрунтових і поверхневих вод, аж до виснаження водоносного горизонту [1,2].

У районах з утрудненою розвантаженням водоносних горизонтів і надлишком атмосферних опадів, навпаки, виникає локальне додаткове заболочування. Подібні зміни можуть охоплювати території, до 25 разів перевищують площу, кар'єра. Такі випадки виникають, як правило, на тих об'єктах, на яких не передбачаються в завданнях на проектування і не контролюються замовником і природоохоронними органами в процесі будівництва відповідні заходи. Виконання рекультивації після тривалого періоду від початку експлуатації кар'єру пов'язане зі значно більшими витратами, ніж спочатку приймаються і реалізуються в процесі будівництва. У зв'язку з цим виникає необхідність ретельного інженерно-екологічного вивчення прикар'єрних територій і просторів з метою найбільш ефективного захисту і ландшафтного облаштування елементів рельєфу і гідрографічної мережі (логів, ярів, видатків), а також боротьби з ерозією та іншими процесами інженерно-геологічного і гідрометеорологічного походження.

Є й позитивний досвід господарського використання кар'єрів (у тому числі рекультивованих в період будівництва) зі сприятливим впливом на природне середовище та прилеглі об'єкти. Досить широко застосовується методологія перетворення вироблених кар'єрів у ставки та водойми різного розташування і призначення. Це сприяє благоустрою територій та їх раціонального господарського використання.

Вивчення проектних рішень з використання кар'єрів і публікацій у зарубіжній літературі виявили різні рішення задач. Так, при забудові одного з мікрорайонів Чертаново в Москві, використані кар'єри перетворені на каскади ставків. Кар'єри - водойми зі спланованими берегами, міцним дном, вільним від залишків дерев, торфу і т.ін. були влаштовані в районі м. Івацевичі, при будівництві автомобільної дороги Москва-Мінськ-Брест. Каскадне розташування низьководних загат і гребель у зарубіжній практиці (США, Швейцарія, Австрія та ін.) широко використовують для регулювання річкового стоку і селевих потоків на малих рівнинних і гірських водотоках. В окремих випадках простір перед греблями, заповнюване твердим стоком, може бути використано для забору з нього залишків цього стоку. Поєднуючи і групуючи такі водойми з природним джерелом води (річкою, струмком) створюють зони відпочинку. Вода таких штучних водойм у поєднанні з кліматичними умовами стає ресурсом, здатним служити розвитку відпочинку, спорту, лікування.

Катастрофічні ситуації з місцями відпочинку міських жителів, в промислових районах Півдня і Південного Сходу України з посушливим кліматом припускають підвищену увагу до подібних, штучно створених об'єктів. Кар'єри-водойми, як техногенно-природні комплекси, можуть за певних умов володіти якостями, необхідними для створення рекреаційної водно-ландшафтної зони для локальних міських територій. Для створення у відпрацьованих кар'єрах водойм передбачають необхідність виполаживання берегів, відповідний захист дна, берегів для запобігання зсувів, інфільтрації та ерозії [3].

Іншим способом використання відпрацьованих кар'єрів може бути акумуляція скидного стоку, з подальшим використанням для різних господарських потреб. Кар'єри можуть бути використані в якості тимчасових і допоміжних споруд для водовідведення та накопичення стічних вод автостоянок, заправних станцій будівельного автотранспорту та інших споруд. Можуть бути рекомендовані способи використання кар'єрів для поховання кавальєрних ґрунтів, відходів будівельних матеріалів, що вийшли з ладу конструктивних елементів мостових переходів і т.ін. Невеликі кар'єрні виїмки іноді використовують як сховища рідких хлоридів для боротьби з ожеледицею. Щоб уникнути просочування соляного розчину в ґрунт дно попередньо вистилається плівковим або іншим матеріалом. Кар'єри, в яких закінчена видобуток матеріалу, можуть бути використані в якості тимчасових або постійних накопичувачів прісної води для побутового споживання, комунального господарства та інших цілей. Таке рішення поширене в Південно-Східній Азії та інших регіонах. Вони можуть бути так само використані в сільському господарстві для зрошення, водопостачання, а також для розведення риби та водоплавної птиці. Такі водойми знайшли застосування в Липецькій, Московській, Запорізькій, Луганській та інших областях [4].

Кар'єри-водойми мають досить широке поширення при будівництві автомобільних доріг, а також при базах підсобного виробництва. Аналіз по об'єктах дозволив розділити кар'єри за наступними класифікаційними ознаками:

- характером залягання порід (відкриті, приховані, обводнені);
 - розташуванням на рельєфі місцевості (на вододілах, на дні й схилах логів, у рівнинній місцевості);
 - глибині розробки (дрібного, закладення глибокого, закладення каскадно-комбінованого);
 - направленню рекультивації (лісове, сільськогосподарське, водне).
- Найважливішим завданням при влаштуванні дорожніх кар'єрів-водойм є забезпечення: багаторічного (розрахункового) функціонування цих споруд; необхідної стійкості об'єктів, прилеглих до кар'єрів - водоймам; оптимального екологічної рівноваги з навколишнім природним середовищем, гармонійного поєднання з міським ландшафтом.

Вплив кар'єрів-водойм має оцінюватися на початку проектування об'єкта будівництва на стадії вишукувань і вибору варіанта траси. На цій стадії необхідний облік можливості прояву наступних факторів:

- природних (рельєф, ґрунти, клімат, води, флора і фауна), які в комплексі і взаємозв'язках утворюють природне середовище;
- техногенних, (міста, інженерні споруди, водогосподарські, меліоративні, дорожні, промислові споруди і т.ін.);
- господарських (землеробство, лісове та водне господарство, видобуток корисних копалин);
- соціальних, що включають відносини між людьми і суспільні зв'язки, що виникають у процесі їх діяльності, які в комплексі створюють соціальне середовище.

Висновки. Виявлення зазначених факторів дозволяє на кожному об'єкті сформувати певне коло методів і засобів для проведення необхідної оперативної комплексної інженерної оцінки стану фактичних умов функціонування кар'єра-водойми або вихідних передумов для його пристрою.

Необхідність проведених досліджень зумовлена недостатністю проектно-будівельних рішень, нормативної бази, розрізненістю досвіду. В якості однієї з кінцевих цілей робота передбачає вироблення відповідних практичних рекомендацій.

Список літератури

1. ДБН В.2.3.-4-2000. Сооружения транспорта. Автомобильные дороги. - Взамен СНиП 2.05.02-85, СНиП 3.06.03-85; Введ. 01.07.00. - К.: Госстрой Украины, 2000. - 63 с.
2. ВСН 182-91. Нормы на изыскания дорожно-строительных материалов, проектирование и разработку притрассовых карьеров для автодорожного строительства. - М.: Минтрансстрой, 1992. - 149 с.
3. **Перевозников Б.Ф., Плужник Г.Н.** Карьеры-водоемы при устройстве автомобильных дорог. - М.: (ОИ) Ин-формавтодор, вып.8. Автомобильные дороги, 1994. - 84 с.
4. **Перевозников Б.Ф., Плужник Г.Н., Филиппов В.Е.** Разработка и последующее использование притрассовых карьеров / Автомобильные дороги, 1986. - №11. - С.21-22.
5. **Плужник Г.Н.** Нормативные требования и методологические основы устройства карьеров-водоемов: Зб. наук. праць. - К.: Укртиппроєкт, 1998. - С.270-273.

Рукопис подано до редакції 25.03.14

УДК 658.14: 338.24

А.Ю. ШАХНО, канд. економ. наук, І.М. МИГУЦЬКА, студентка
Криворізький національний університет

ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ КАПІТАЛУ ПІДПРИЄМСТВ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

Представлено результати дослідження оптимальної структури капіталу на прикладі ПАТ«Північний гірничо-збагачувальний комбінат». Обґрунтовано необхідність визначення оптимальної структури капіталу за критеріями співвідношення: власного та запозиченого капіталу, різних джерел фінансування діяльності підприємства. Запропонована модель оптимальної структури капіталу та підвищення ринкової вартості підприємства. Визначено шляхи

збільшення вартості капіталу підприємства.

Ключові слова: оптимальна структура капіталу, власний капітал, залучений капітал, підприємство.

Проблема і її зв'язок з науковими і практичними завданнями. Важливою особливістю сучасного періоду є постійно змінювані ринкові умови і збільшувана ступінь невизначеності майбутніх тенденцій. Конкурентне середовище передбачає ефективне функціонування тільки таких суб'єктів, які здатні не тільки залучити ресурси, але і визначити таке їх співвідношення, яке б в даних умовах було оптимальним. Тому для ефективного господарювання підприємств в ринкових умовах важливою задачею є визначення оптимальної структури капіталу, яка являє собою співвідношення використання власних і запозичених коштів, при якому забезпечується ефективна пропорційність між коефіцієнтом фінансової рентабельності і коефіцієнтом фінансової стійкості підприємства, тобто максимізується його ринкова вартість [1].

Аналіз досліджень та публікацій. Значний внесок в дослідження питань сутності капіталу внесли такі вчені, як К. Маркс, А. Маршал, Д. Ріккардо, У. Петі, П. Самуельсон, А. Сміт, І. Фішер, Д. Хікс та ін. Питання оптимізації структури капіталу підприємства висвітлені в працях Дж. Бейкера, С. Майерса, а також російськими ученими І. Бланком, В. Грачовим, В. Ковальовим, Ю. Воробйовим та вітчизняними вченими П. Круш, І. Лук'яненко, О. Мендрул, О. Терещенко, І. Школьник та ін. Вплив структури капіталу на результати діяльності підприємства досліджувалися ученими Дж. Зечнером, Т. Оплером, С. Тітманом та ін.

Постановка завдання. Метою дослідження є оцінка впливу динаміки структури капіталу на фінансово-економічні результати діяльності підприємства гірничо-металургійного комплексу України та опрацювання відповідних практичних рекомендацій для умов перспективної діяльності підприємства (на прикладі ПАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат»). Досягнення даної мети потребує виконання наступних завдань: аналіз формування власних і запозичених ресурсів підприємства; розробка та обґрунтування механізму формування структури капіталу підприємства гірничо-металургійного комплексу; розробка заходів щодо оптимізації структури капіталу підприємства.

Викладення матеріалу та результати. Практика показує, що не існує єдиних рецептів ефективного співвідношення власного і запозиченого капіталу. Розглянемо основні тенденції щодо формування структури капіталу на вітчизняних гірничозбагачувальних підприємствах Криворізького басейну [2] (табл. 1).

Таблиця 1

Аналіз співвідношення власного і залученого капіталу на вітчизняних ГЗК

Структура майна, %		2009 р.		2010 р.		2011 р.	
		тис. грн.	%	тис. грн.	%	тис. грн.	%
ПівнГЗК	ВК	11374198	63,9	9633485	46,7	12506450	64
	ЗК	6413995	36,1	10974420	53,3	7033987	36
ПівдГЗК	ВК	3717764	65,2	5856952	77,8	13127726	90,1
	ЗК	1982442	34,8	1669710	22,2	1434550	9,9
ЦГЗК	ВК	4791147	80,2	4373435	60,7	5363306	61,4
	ЗК	1185217	19,8	2827534	39,3	3378415	38,6

З даних табл. 1 видно, що структура ПАТ «ПівнГЗК» змінювалась у сторону збільшення залученого капіталу у 2010 р. Проте структура 2011 р. виявилась більш ефективною, що позначилось і на вартісних показниках роботи. Структура капіталу ПАТ «ПівдГЗК» постійно збільшувалась у бік збільшення частки власного капіталу. На початок аналізованого періоду на ПАТ «ЦГЗК» власний капітал становив 80,2 %, проте на кінець 2011 р. підприємство збільшило обсяг залучень, що вплинуло на зміну структури капіталу.

ПАТ «ПівнГЗК» - це найбільше (на початок XXI ст.) гірничодобувне підприємство Європи з закінченим циклом підготовки доменної сировини - залізорудного концентрату та обкотишів.

Його конкурентне середовище характеризується насиченістю ринку і активною боротьбою за споживача. Частка ринку для ПАТ «ПівнГЗК» на ринку концентратів складає близько 10-12% за 2007-2011 рр. На ринку обкотишів у 2007-2011 рр. ПАТ «ПівнГЗК» мало найбільшу частку ринку - близько 72%.

Проаналізуємо структуру капіталу на прикладі ПАТ «ПівнГЗК» за період 2009-2011 рр. Динаміка загального обсягу та основних складових елементів капіталу у співставленні з дина-

мікою обсягу виробництва та реалізації відображена в табл. 2.

Таблиця 2

Структура майна ПАТ «ПівнГЗК» за 2009-2011 рр.

Показник	2009 р.	2010 р.	2011 р.	Абсолютне відхилення		Відносне відхилення	
				2010/ 2009 рр.	2011/ 2010 рр.	2010/ 2009 рр.	2011/ 2010 рр.
1. Основні та інші позаоборотні кошти, тис. грн.	8859644,0	8813108,0	9858174	-46536,0	1045066,0	-0,5	11,9
у % до майна	49,0	42,1	49,6	-6,9	7,6	-14,1	18,0
2. Оборотний капітал, тис. грн.	9224391,0	12133627,0	10005621	2909236,0	-2128006,0	31,5	-17,5
у % до майна в т. ч.:	51,0	57,9	50,4	6,9	-7,6	13,6	-13,1
2.1. товари і запаси, тис. грн.	366891,0	512340,0	515513	145449,0	3173,0	39,6	0,6
у % до оборотного капіталу	4,0	4,2	5,2	0,2	0,9	6,0	22,0
2.2. грошові кошти і короткострокові фінансові вкладення, тис. грн.	8855013,0	11537451,0	9453619	2682438,0	-2083832,0	30,3	-18,1
у % до оборотного капіталу	96,0	95,1	94,5	-0,9	-0,6	-1,0	-0,6
2.3. кошти у розрахунках, тис. грн.	2487,0	75689,0	36489	73202,0	-39200,0	2943,4	-51,8
у % до оборотного капіталу	0,0	0,6	0,4	0,6	-0,3	1966,7	-41,9
Усього майна	18089203,0	20946735,0	19865782	2857532,0	-1080953,0	15,8	-5,2

У 2010 р. сума активів збільшилась на 15,8 % за рахунок зростання оборотного капіталу на 31,5 %. А у 2011 р. сума майна зменшилась на 5,2 % за рахунок зменшення оборотного капіталу на 17,5 %. Необоротні активи зменшились у 2010 р. на 0,5 %, а у 2011 р. зросли на 11,9 %, що стало причиною зміни їх питомої ваги у структурі майна. На кінець 2011 р. оборотний капітал має більшу питому вагу у структурі майна. 2009-2011 рр. характеризуються підйомом виробництва.

Динаміка показників структури власного і позичкового капіталу ПАТ «ПівнГЗК» за період 2009-2011 рр. представлено в табл. 3.

Таблиця 3

Структура власного і позичкового капіталу ПАТ «ПівнГЗК» за період 2009-2011 рр. (тис. грн)

Показник	2009 р.	2010 р.	2011 р.	Абсолютне відхилення		Відносне відхилення	
				2010/2009 рр.	2011/2010 рр.	2010/ 2009 рр.	2011/ 2010 рр.
Всього майна, в т.ч.:	18089203,0	20946735,0	19865782,0	2857532,0	-1080953,0	15,8	-5,2
1. Власні кошти	11374198,00	9633485,00	12506450,00	-1740713,00	2872965,0	-15,30	29,8
у % до майна	62,88	45,99	62,95	-16,89	17,0	-26,86	36,9
2. Позичкові кошти	6413995,00	10974420,00	7033987,00	4560425,00	-3940433,0	71,10	-35,9
у % до майна	35,46	52,39	35,41	16,93	-17,0	47,76	-32,4
з них:							
2.1. Довгострокові зобов'язання	2276368,00	1473254,00	985166,00	-803114,00	-488088,0	-35,28	-33,1
У % до позичкових коштів	35,49	13,42	14,01	-22,07	0,6	-62,17	4,3
2.2. Короткострокові зобов'язання	4137624,00	9513912,00	6048818,00	5376288,00	-3465094,0	129,94	-36,4
У % до позичкових коштів	64,51	86,69	85,99	22,18	-0,7	34,39	-0,8

За 2009-2011 рр. сума власного капіталу зменшилась на 15,3 %, а сума позичкового капіталу збільшилась на 71,1 %.

Довгострокові зобов'язання зменшились, як і їх питома вага, котра складає 13,42.

Під час визначення структури капіталу перед управлінцем постає питання вибору між «прибутковістю» та «незалежністю» [3]. Цей вибір потребує компромісу та найоптимальнішого співвідношення цих понять.

Адже зростання частки позикового капіталу підвищує фінансовий ризик, але в той же час може забезпечити зростання доходності на власний капітал, рентабельності власного капіталу та величини прибутку [4].

Існує багато підходів до поняття оптимізації структури капіталу і багато прийомів їх здійснення [8]. Зазначимо основні етапи оптимізації (рис. 1).

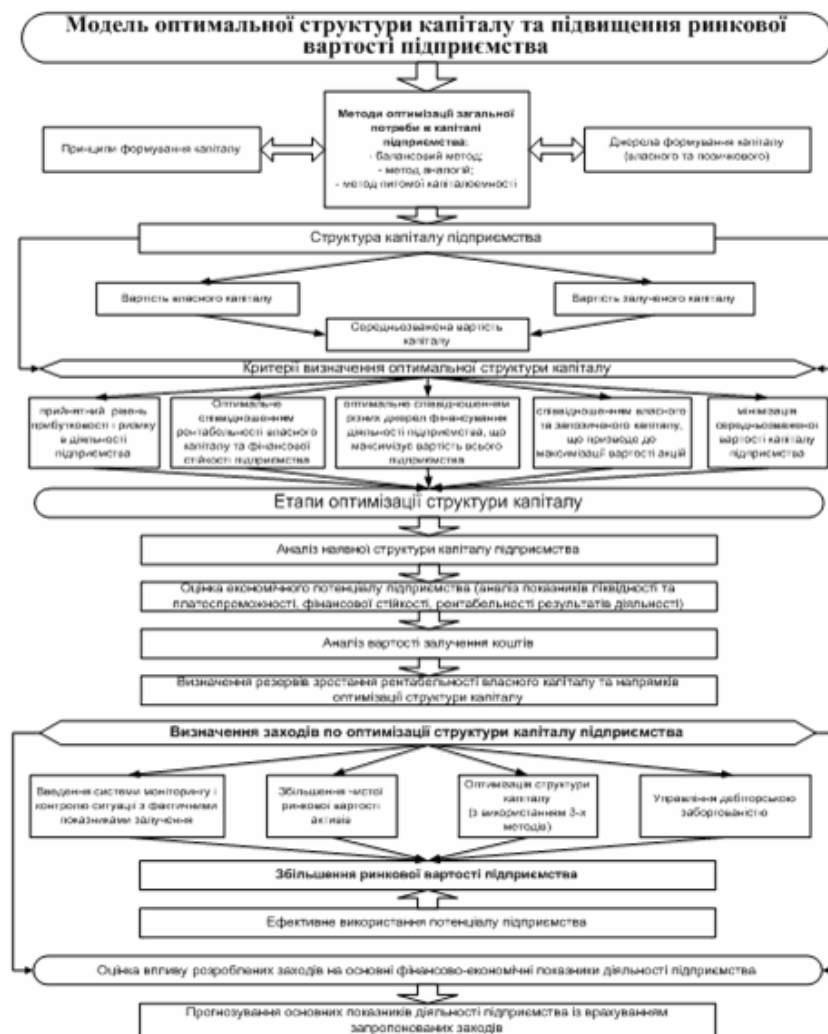


Рис. 1. Модель оптимальної структури капіталу та підвищення ринкової вартості підприємства (розроблено авторами на основі [1])

Для того щоб оптимізувати структуру капіталу, треба визначити середньозважену його вартість, що складається із вартості власного і залученого капіталу. Для визначення об'єму залучення тих або інших ресурсів необхідно проаналізувати їх переваги і недоліки. Принципова відмінність власного і позичкового капіталу - різна необхідна прибутковість, що пов'язане з різним рівнем ризику для власників цього капіталу [6]. Також проводиться оптимізація співвідношення власного і залученого капіталу, мінімізація середньозваженої вартості його для отримання найбільшого прибутку. Для такої оптимізації аналізується спочатку фактична ситуація на підприємстві, вартість залучення коштів, визначаються резерви зростання рентабельності [5].

То ж основними заходами по оптимізації структури капіталу є: по-перше, введення системи контролінгу, що поліпшить оперативне реагування на різні ситуації ринку; по-друге, це збільшення чистої ринкової вартості активів, шляхом випуску акцій; по-третє, це безпосередньо оптимізації (вибір стратегії) за трьома методами і, по-четверте, це управління дебіторською заборгованістю.

Оптимізація структури капіталу підприємства проводиться трьома основними методами:

- на основі максимізації фінансової рентабельності;
- на основі мінімізації вартості капіталу підприємства;
- з позицій мінімізації рівня фінансового ризику [7].

Оптимізація структури капіталу за критерієм максимізації рівня фінансової рентабельності. Ця оптимізація проводиться на основі ефекту фінансового лівериджу [1, с. 185]

$$E\Phi Л = (1 - C_{пп}) \times (KBP_A - Пк) \times \frac{ЗК}{ВК} \quad (1)$$

де ЕФЛ - ефект фінансового лівериджу; $C_{пп}$ - ставка податку на прибуток; KBP_A - коефіцієнт валової рентабельності активів, % (відношення валового прибутку до середньої вартості активів); $Пк$ - середній розмір відсотків за кредит; $ЗК$ - сума залученого капіталу; $ВК$ - сума власного капіталу.

Результати розрахунків наведено у табл. 4.

Таблиця 4

Оптимізація структури капіталу на основі максимізації фінансової рентабельності (тис. грн)

Показник	1	2	3	Абсолютне відхилення	
	2011 р.	↑ЗК	↓ЗК	↑ЗК / 2009	↓ЗК/2009
Сума власного капіталу	12506450,0	12506450,0	12506450,0	0,0	0,0
Можлива сума залученого капіталу	7033987,00	7878065,44	5627189,6	844078,4	-1406797,4
Загальна сума капіталу	19540437,0	20384515,4	18133639,6	844078,4	-1406797,4
Коефіцієнт фінансового лівериджу	0,360	0,386	0,310	0,027	-0,05
Коефіцієнт валової рентабельності активів	0,478	0,458	0,515	-0,020	0,04
Ставка за кредит без урахування ризику	0,23	0,23	0,23	0,00	0,00
Премія за ризик	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00
Ставка за кредит з урахуванням ризику	0,25	0,25	0,25	0,00	0,0
Сума прибутку без % за кредит	9340029	9340029	9340029	0	0
Сума сплачуваного % за кредит	1617817,01	1811955,051	1294253,608	194138,04	-323563,402
Сума операційного прибутку з врахуванням % за кредит	7722211,99	7528073,949	8045775,392	-194138,04	323563,402
Ставка податку на прибуток (станом на 2011р)	0,23	0,23	0,23	0	0
Сума податку на прибуток	1776108,76	1731457,008	1850528,34	-44651,749	74419,582
Сума чистого прибутку	5946103,23	5796616,941	6195247,052	-149486,291	249143,819
Коефіцієнт фінансової рентабельності ВК, %	47,54	46,35	49,54	-1,19	2

У даній таблиці було розглянуто три варіанти розвитку подій: 1 - фактичний (дані по підприємству за 2011 рік); 2 - коли був збільшений розмір залученого капіталу до 7878065,44 тис. грн.; 3 - коли був зменшений розмір залученого капіталу до 5627189,6 тис. грн.

Зростання обсягів залученого капіталу збільшує фінансову залежність підприємства та зменшує його чистий прибуток на 149486,2917 тис. грн. Результатом залучення меншої частки позикових коштів, підприємство отримує позитивний результат.

Оптимізація структури капіталу за критерієм мінімізації вартості. Процес цієї оптимізації заснований на оцінці вартості власного капіталу за різних умов його залучення (попередні три варіанти) і здійснення багатоваріантних розрахунків середньозваженої вартості капіталу за формулою [1, с. 217]

$$СЗВ = \sum_{i=1}^n B_i * П_{в_i} \quad (2)$$

де СВК - середньозважена вартість капіталу підприємства; B_i - вартість певного елементу капіталу; $П_{в_i}$ - питома вага певного елементу капіталу в загальній сумі.

Критерієм відбору певної структури капіталу є мінімальне значення його середньозваженої вартості [9]. Результати навести у вигляді табл. 5.

Розрахунок середньозваженої вартості капіталу

Показник	2011 р.	↑ЗК	↓ЗК
Загальна потреба в капіталі, %	100	100	100
Варіанти структури капіталу, %:			
власний	64	61	69
залучений	36	39	31
Рівень ставки % за кредит з урахуванням премії за ризик	0,25	0,25	0,25
ставка податку на прибуток	23	23	23
Податковий коректор	77	77	77
Рівень ставки % за кредит з урахуванням податкового коректору	19,25	19,25	19,25
Вартість складових капіталу, %:			
власного	12,32	11,81	13,28
залученого	6,93	7,44	5,97
Середньозважена вартість капіталу, %	10,38	10,12	11,01

За отриманими результатами мінімальна величина середньозваженої вартості капіталу досягається при співвідношенні між власним і позиковим капіталом на рівні 61 та 39 %.

Така структура дозволяє максимізувати ринкову вартість підприємства.

Оптимізація структури капіталу по критерію мінімізації рівня фінансового ризику. Цей метод оптимізації структури капіталу пов'язаний з процесом диференційованого вибору джерел фінансування різних складових частин активів підприємства.

У цих цілях всі активи створюваного підприємства підрозділяють на такі групи: позаоборотні активи; постійна частина оборотних активів; змінна частина оборотних активів - це варіююча частина оборотних активів, яка пов'язана із сезонним зростанням обсягів реалізації [10, с. 112].

Існують три принципових підходи до фінансування різних груп активів створюваного підприємства: 1 - консервативний підхід; 2 - помірний або компромісний підхід; 3 - агресивний підхід.

Залежно від свого відношення до фінансових ризиків засновники створюваного підприємства обирають один з розглянутих варіантів фінансування активів (табл. 6).

Таблиця 6

Фінансування різних груп активів підприємства за 3-ма підходами

Консервативний підхід		
КПК	4502984,5	23%
ДПК+ВК	15363849,5	77%
Помірний підхід		
КПК	9005969	45%
ДПК+ВК	10860865	55%
Агресивний підхід		
КПК	9507314,5	48%
ДПК+ВК	10359519,5	52%

Де КПК – короткостроковий позиковий капітал; ДПК - довгостроковий позиковий капітал; ВК – власний капітал.

Враховуючи, що на сучасному етапі довгострокові позики і позики підприємствам практично не надаються, вибрана модель фінансування активів представлятиме співвідношення власного і позикового (короткострокового) капіталу.

Одним із можливих напрямків також є створення певного фонду підприємства, який буде спрямований на інноваційний розвиток.

Також можливим є збільшення не фінансової складової капіталу, а нематеріальних.

При об'єднанні з певними науковими центрами, може виникнути взаємодія, що дозволить, при оптимізованій структурі капіталу досягти нових горизонтів, як економічних, так і технологічних. Тож за рахунок пропонованих заходів будуть отримані певні ефекти (табл. 7).

Таблиця 7

Ефекти від запропонованих заходів		
Захід	Сутність	Ефект
Введення системи моніторингу і контролю	Система моніторингу забезпечує спостереження за підконтрольними показниками, що характеризують фізичну, фінансову та інтелектуальну складові капіталу, за розмірами відхилень фактичних результатів від запланованих і виявленням причин цих відхилень.	Швидке оперативне реагування на зміни стану ринку та ефективності використання капіталу і позичкових коштів
Збільшення чистої ринкової вартості активів	Залучення коштів за рахунок емісії акцій	37380,87 тис. грн.
Оптимізація структури капіталу до співвідношення 60 / 40	Зміна співвідношення власного і залученого капіталу. Збільшення залучення на 5%	Збільшення рентабельності власного капіталу
Управління дебіторською заборгованістю	Дисципліна у виплаті дебіторських заборгованостей і залучення цих коштів у оборот	Збільшення оборотної частини активів, що призведе до підвищення ділової активності

За рахунок запропонованих заходів структура капіталу підприємства зміниться і в цілому на підприємстві очікуються наступні зміни (табл. 8).

Таблиця 8

Прогнозні значення основних вартісних показників ПАТ «ПівніЗК» із врахуванням запропонованих заходів				
Показник	2011р.	Плановий період	Відхилення	
			+/-	%
Власний капітал	12506450	12506450	0	0
Залучений капітал	7033987	8337633,333	1303646	18,5
Капітал підприємства	19865782	20844083,33	978301,3	4,9
Чистий прибуток	6249152	6999050,24	749898,2	12
Рентабельність підприємства, %	31,5	33,6	2,1	6,7

Отже, як видно з даних табл. 8, за рахунок заходів у прогнозованому періоді планується збільшення залученого капіталу на 18%. Це призведе до збільшення чистого прибутку на 12% і рентабельності підприємства на 6,7%.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Отже, оптимізація структури капіталу, що має важливе значення для підприємств гірничо-металургійного комплексу України, повинна включати такі заходи:

введення системи моніторингу, яка забезпечувала б спостереження за підконтрольними показниками, що характеризують фізичну, фінансову та інтелектуальну складові капіталу; щоб слідувала за кон'юнктурою ринку тощо;

збільшення обсягу залученого капіталу не за рахунок кредитування, а за рахунок розповсюдження акцій підприємства;

введення системи контролінгу за показниками капіталу;

підвищення дебіторської дисципліни.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження полягає в обґрунтуванні методики оцінювання структури капіталу підприємства, на основі якої запропонована модель оптимальної структури капіталу та підвищення ринкової вартості підприємства.

Напрямок подальших досліджень є визначення впливу факторів ризику на структуру капіталу в кризових умовах розвитку ринкової економіки.

Список літератури

1. Бланк И.А. Управление формированием капитала / И.А. Бланк. – К.: «Ника-Центр», 2000. – 512 с.
2. ДУ «Агентство з розвитку інфраструктури фондового ринку України». Бази даних. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://smida.gov.ua/db>.
3. Івко А.В. Комплексний показник оптимальної цільової структури капіталу підприємства/ А.В. Івко// Європейський вектор економічного розвитку. – 2011. - №2(11). – С. 105-110.
4. Литовченко О. Ю. Оптимізація структури капіталу як складова стратегії забезпечення фінансової безпеки підприємства/ О.Ю. Литовченко // Вісник економіки транспорту і промисловості – 2010. – № 29. – С.25-30
5. Мусієнко В.Д. Механізм формування структури капіталу підприємств гірничо-видобувної галузі/ В.Д. Мусієнко, А.Ю. Шахно, О.Є. Кваша// Вісник КЕІ КНЕУ. – 2008. - №3. – С. 28-32.
6. Пілецька С.Т. Управління структурою капіталу підприємства/ С.Т. Пілецька // Вісник ЗНУ: Економічні на-

уки. – 2010. - № 3(7). – С. 35-39.

7. Руденко О.О. Оптимізація структури капіталу та його вплив на фінансовий стан підприємства. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://repository.hneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/338/1/.pdf>

8. Семенов А.Г. Методи оптимізації структури капіталу/ А.Г. Семенов, С.А. Король // Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво, 2011. – №2. – С. 181-188.

9. Серета О.О. Методи регулювання структури капіталу підприємства/ О.О. Серета// Экономика и управление. – 2013. – С. 133 – 139.

Рукопис подано до редакції 07.03.14

УДК 622.272 : 622.013

О.Є.ГРИЦИНА, канд. економ. наук, Б.Т.ДРАГУН, А.Ю.ГУК,
Н.І.НЕСТЕРУК, Т.В. ЛАНЦЕТОВА, (ДП «ДПІ «Кривбаспроект»),
ЄГОРОВА І.Г., канд. економ. наук, доц., Криворозький національний університет

ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ У НОРМАХ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ГІРНИЧОДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ З ПІДЗЕМНИМ СПОСОБОМ ВИДОБУТКУ ЗАЛІЗНИХ РУД

При розробці проекту норм технологічного проектування гірничодобувних підприємств з підземним способом видобутку залізних руд визначена система техніко-економічних показників проектів, яка забезпечує об'єктивне порівняння варіантів проекту та вибір найбільш економічного варіанту розвитку виробництва. В систему критеріїв динамічної оцінки варіантів проектів введений показник сумарних витрат.

Вступ. На сьогоднішній день відсутні чіткі науково обґрунтовані рекомендації щодо застосування системи техніко-економічних показників проектів і робіт з оцінки варіантів розвитку виробництва, запасів родовища, зокрема критеріїв вибору найкращих варіантів. Як наслідок, ймовірні необ'єктивні оцінки проектних рішень.

Постановка проблеми. Завданням є встановлення в нормах проектування системного підходу та визначення номенклатури техніко-економічних показників, які відповідають чинному законодавству, умовам та вимогам, що пред'являють замовники проектів.

Літературний огляд. В нормах проектування гірничодобувних підприємств [1] розділ техніко-економічних показників містив тільки рекомендації щодо відображення у проектах відповідної номенклатури: капітальних інвестицій, чисельності персоналу, матеріальних та експлуатаційних витрат на базі нормативів питомих витрат. Критерії вибору оптимального варіанту не наводилися.

Суттєві зміни в напрямку формування системи техніко-економічних показників проектів були здійснені в 2007 р. при створенні за участю авторів норм технологічного проектування гірничодобувних підприємств з відкритим способом розробки родовищ корисних копалин [2].

У них наведено широкий спектр показників, як для статичної, так і динамічної оцінки з урахуванням чинника часу. У той же час, відсутні чіткі рекомендації щодо застосування цих показників у різних економічних ситуаціях.

У 2013 р. за участю авторів були розроблені та затверджені норми технологічного проектування дробильно-збагачувальних фабрик [3]. Особливістю норм є більш чітка класифікація і систематизація показників виробництва продукції для проміжних основних підрозділів гірничодобувного підприємства - дробильних, збагачувальних цехів.

Основна частина. При розробці проекту Норм технологічного проектування [4] нами передбачена уніфікація підходів до виконання техніко-економічної оцінки і показників ТЕО, проектів, робочих проектів та проектів ліквідації гірничодобувних підприємств з підземним способом видобутку залізних руд.

Формування системи техніко-економічних показників у нормах технологічного проектування засновано на наступних основних принципах:

при розрахунках економічної ефективності капітальних інвестицій показники варіантів повинні бути приведені в порівняльний вид згідно з:

- цінами, що прийнято у розрахунках;
- часом вкладення коштів і отримання результатів;
- номенклатурою засобів, що входять до кошторисної вартості будівництва;
- наслідками впливу на навколишнє середовище;
- методологією виконання розрахунків вартісних показників.

якщо варіанти, що порівнюються, істотно не відрізняються термінами відпрацювання запасів родовища, річною проектною продуктивністю з видобутку руди, то необхідно застосовувати статичний метод оцінки інвестицій на розрахунковий рік (рік досягнення проектних показників);

розрахунки за статичним методом оцінки інвестицій застосовуються також при необхідності відображення в проекті показників декількох розрахункових періодів (років) у зв'язку зі змінами виробничої потужності шахти та/або якісних характеристик сирової або товарної руди;

якщо капітальні інвестиції у варіантах, що порівнюються, різні та здійснюються у різні терміни, і експлуатаційні витрати змінюються у часі, тоді необхідно використовувати динамічний метод оцінки інвестицій;

техніко-економічні показники при динамічному методі оцінки слід визначати для циклу будівництва, починаючи з першого року, і експлуатації тривалістю 10-15 років і більше;

якщо оцінюються варіанти з різними обсягами запасів руди родовища, техніко-економічні показники гірничодобувного підприємства визначаються по роках за весь період відпрацювання запасів;

визначення економічного ефекту повинно здійснюватися шляхом зіставлення обсягу інвестиційних витрат, сум і термінів повернення інвестиційного капіталу;

оцінка повернення інвестиційного капіталу повинна здійснюватися на основі показника «чистого грошового потоку»;

техніко-економічні розрахунки необхідно виконувати з використанням процедури дисконтування майбутніх грошових потоків для приведення їх до початкового періоду;

дисконтуванню підлягають тільки майбутні витрати та надходження;

ставка дисконту може бути диференційованою для різних інвестиційних проектів і має бути однаковою для порівняння варіантів, що розглядаються в рамках одного проекту.

Техніко-економічні показники необхідно визначати для продукції шахти, яка відповідає вимогам відповідних стандартів і технічних умов, з урахуванням витрат на видобуток та переробку руди, складування порожніх порід, загальновиробничих та інших витрат. В залежності від мінералогічного складу і вимог, що пред'являє споживач, видобута залізна руда може бути реалізована без скидання або зі скиданням некондиційної фракції.

При видобутку магнетитових кварцитів передбачено враховувати особливості умов і місця їх переробки: на збагачувальній фабриці видобувного підприємства чи іншого підприємства-споживача даного виду рудної сировини. У першому випадку магнетитові кварцити виступають власною сировиною для виробництва концентрату, тому кінцевими техніко-економічними показниками в залежності від методу оцінки є зведені або сумарні витрати на їх видобуток. У другому випадку магнетитові кварцити є товаром, вони повинні мати ціну, і підлягають оцінці як і товарні залізні руди та концентрати.

При встановленні ціни товарної залізної руди із зазначенням замовником базових норм якості і рівня приплат, ціна за проектом C_{np} визначається з урахуванням відхилень вмісту заліза і вологи в товарній руді від базових норм по формулі [5]

$$C_{np} = [C_{\text{баз}} + P_{Fe} \times (Fe_{np} - Fe_{\text{баз}})] \times [1 - P_w \times (W_{np} - W_{\text{баз}}) / 100] \quad (1)$$

де $C_{\text{баз}}$ - ціна товарної руди натуральної маси з базовим вмістом заліза, грн; P_{Fe} - приплати (знижки) за відхилення вмісту заліза від базового рівня на 1%, грн; $Fe_{\text{баз}}$; Fe_{np} - вміст заліза в товарній руді у базовому і проектному варіантах, %; P_w - приплати (знижки) за відхилення вмісту вологи від базового рівня на 1% від ціни з урахуванням приплат за вміст заліза, %; $W_{\text{баз}}$; W_{np} - вміст вологи в товарній руді у базовому і проектному варіантах, %.

Крім вмісту заліза і вологи ціноутворюючими показниками можуть бути за узгодженням із споживачами товарної руди інші параметри якості (окремі компоненти хімічного або гранулометричного складу).

Для встановлення ціни магнетитових кварцитів, призначених для постачання іншому підприємству, проектом визначається ціна, що забезпечує задані замовником термін окупності капітальних інвестицій або рівень рентабельності витрат.

Особливістю системи економічних показників у Нормах є також розширення положень щодо методології розрахунків чисельності промислово-виробничого персоналу шахт.

У проекті Норм визначені критерії вибору оптимального варіанту проекту при статичному та динамічному методах техніко-економічної оцінки.

При статичному методі оцінки у проектах будівництва, реконструкції, технічного переоснащення, капітального ремонту або модернізації гірничодобувних підприємств з підземним способом видобутку залізних руд застосовується система показників, що включає: валовий та чистий прибуток, чистий грошовий потік, рентабельність витрат, коефіцієнт прибутковості. Основними показниками при статичному методі оцінки є наступні:

показник зведених витрат (Π_v), який розраховується за формулою

$$\Pi_v = B + E_n \times K, \quad (2)$$

де B – річні експлуатаційні витрати за варіантами, грн; E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних інвестицій, грн/грн; K – капітальні інвестиції за варіантами, грн; – показник рентабельності інвестицій (PI – «Profitability index»)

$$PI = \frac{CF}{K} \quad (3)$$

де CF – середньорічний чистий грошовий потік за варіантами, грн; – термін окупності капітальних інвестицій за чистим грошовим потоком (PP – «Payback period»), що є оберненою величиною останнього

$$PP = \frac{K}{CF} \quad (4)$$

При оцінці варіантів розвитку або локальних проектних рішень термін окупності може розраховуватися як відношення додаткових (різниці) капітальних інвестицій до економії експлуатаційних витрат за оцінюваними варіантами.

При статичному методі оцінки у розрахунках економічної ефективності окремих (локальних) проектних рішень гірничодобувних підприємств з підземним способом видобутку залізних руд критерію економічної ефективності відповідає мінімум зведених витрат

$$\Pi_v = B + E_n \times K \rightarrow \min \quad (5)$$

Річний економічний ефект від впровадження проектних рішень (E_{np}) визначається за формулами, що відображають різницю між зведеними витратами оцінюваних варіантів:

$$E_{np} = Z_{\delta} - Z_{np} \quad (6)$$

або

$$E_{np} = (\Pi_{\delta} - \Pi_{np}) \times A_{np}, \quad (7)$$

де Z_{δ} і Z_{np} – зведені витрати варіантів, які прийнято відповідно за базовий та проектний, грн;

Π_{δ} і Π_{np} – питомі зведені витрати відповідних варіантів у розрахунку на одиницю продукції або видобутої руди, грн/т; A_{np} – річний обсяг продукції або видобутої руди, т.

При варіантах з різною якістю товарної руди повинна враховуватися різниця у вмісті заліза, вологи або іншого параметра. В цьому випадку річний економічний ефект визначається за формулою:

$$E_{np} = (\Pi_{\delta} - \Pi_{np}) \times A_{np} \pm \Delta P, \quad (8)$$

де ΔP – відхилення прибутку по оцінюваному варіанту від гіршого (–) або кращого (+) варіантів якості, грн.

В табл. 1 наведено приклад розрахунку техніко-економічних показників за варіантами.

Таблиця 1

Техніко-економічні показники проекту гірничодобувного підприємства
з підземним способом видобутку залізних руд при статичному методі оцінки (умовний приклад)

Найменування показників	Значення показників за варіантами			
	I	II	III	IV
Балансові запаси руди, що прийняті до розробки, тис. т	33 000,00	33 000,00	33 000,00	33 000,00
Експлуатаційні запаси руди, що прийняті до розробки, тис. т	29 750,00	29 750,00	29 750,00	29 750,00
Річна продуктивність шахти, тис. т:				
– з видобутку сирової руди	2 350,00	2 350,00	2 350,00	2 350,00
– з виробництва товарної руди	2 150,00	2 075,00	2 200,00	2 100,00
– з некондиційної руди	200,00	275,00	150,00	250,00
Маса металу у товарній руді, тис. т	1 200,24	1 196,32	1 206,98	1 192,54
Термін відпрацювання запасів руди, років	13,15	13,15	13,15	13,15
Вміст заліза, %:				
– у видобутій руді:	56,10	56,10	56,10	56,10
– у товарній руді	58,00	59,90	57,00	59,00
– у некондиційній руді	35,68	27,43	42,90	31,74
Вихід товарної руди, %	91,49	88,30	93,62	89,36
Вилучення заліза в товарну руду, %	94,59	94,28	95,12	93,98
Вміст вологи, %:				
у видобутій сирової руді	3,75	3,75	3,75	3,75
у товарній руді	3,75	3,75	3,75	3,75
Чисельність працюючих, осіб	1 353	1 518	1 353	1 454
робітників	1 160	1 319	1 160	1 255
КПФ та ТС	193	199	193	199
Середньорічна продуктивність праці, т/рік	24 390	21 739	24 390	22 696
Фонд заробітної плати, млн. грн	100,91	113,21	100,91	108,44
Інвестиції без ПДВ по проекту (K_i), млн. грн	933,00	1 104,00	986,00	1 051,00
Питомі капітальні інвестиції на 1 т товарної руди, грн	433,95	532,05	448,18	500,48
Основні виробничо-промислові засоби шахти, млн. грн	646,00	817,00	699,00	764,00
Витрати на виробництво товарної продукції, млн. грн	740,75	772,55	730,42	761,22
Виробнича собівартість видобутку 1 т сирової руди, грн	268,74	268,74	268,74	268,74
Собівартість (повна) 1 т товарної руди, грн	344,53	372,31	332,01	362,49
Приплати (знижки) за відхилення вмісту заліза на 1% від базового варіанту ($\Delta P = 0,0153 \times 450 + 5,3499 \times 2,56$), грн/т	20,58	20,58	20,58	20,58
Ціна 1 т товарної руди, грн	450,00	489,10	429,42	470,58
Вартість товарної продукції, млн. грн	967,50	1 014,89	944,72	988,22
Середньорічна сума амортизаційних відрахувань, млн. грн	70,58	83,52	74,59	79,51
Валовий прибуток, млн. грн	257,95	273,25	243,53	257,45
Прибуток до оподаткування, млн. грн	226,75	242,34	214,30	227,00
Податок на прибуток, %	16,00	16,00	16,00	16,00
млн. грн	36,28	38,77	34,29	36,32
Чистий прибуток, млн. грн	221,67	234,48	209,24	221,13
Чистий грошовий потік (CF), млн. грн	292,25	317,99	283,83	300,64
Потоковий ефект ($CF_i - K_i$), млн. грн	2 910,97	3 078,50	2 747,15	2 903,27
Термін окупності додаткових капітальних інвестицій (PP), років	3,19	3,47	3,47	3,50
Індекс прибутковості інвестицій (PI), грн/грн	4,120	3,788	3,786	3,762
Коефіцієнт прибутковості (ефективності) капітальних інвестицій (ROI), грн/грн	0,238	0,212	0,212	0,210
Зведені витрати ($C + E_n \times K$; $E_n = 0,15$ грн/грн), млн. грн	880,70	938,15	878,32	918,87
Зведені витрати з урахуванням якості товарної руди ($C + 0,15 \times K - \Delta P$), млн. грн	836,45	814,30	878,32	832,43
Питомі зведені витрати на 1 т товарної руди, грн	389,05	392,44	399,24	396,40
Рентабельність витрат, %:				
за валовим прибутком	34,82	35,37	33,34	33,82
за чистим прибутком	29,93	30,35	28,65	29,05

Згідно наведеним даним, найкращим є варіант II, ефективність якого забезпечується тільки при врахуванні якості концентрату із застосуванням формули (8).

При динамічному методі техніко-економічної оцінки вибір оптимального варіанту проекту відрізняється від вищенаведеного. Суть цих методів полягає в приведенні витрат і грошових потоків до єдиного (теперішнього) часу шляхом дисконтування. Показники при динамічній оцінці розраховуються по кожному року оцінюваного періоду, в цілому за розрахунковий період і дисконтуються. Оцінка варіантів проекту здійснюється на основі підсумкових результатів розрахунків дисконтованих техніко-економічних показників, до яких відносяться:

дисконтований коефіцієнт ефективності інвестицій (*DROI*)

$$DROI = \left[\sum_{t=1}^T \frac{NP_t}{(1+E)^t} \div T_e \right] \div \sum_{t=1}^T \frac{K_t}{(1+E)^t} \quad (9)$$

де T_e – період експлуатації шахти з початку виробництва продукції;

дисконтований термін окупності капітальних інвестицій *DPP*, який відповідає порядковому номеру року, в якому дисконтований акумульований чистий грошовий потік стає рівним дисконтованим акумульованим капітальним інвестиціям;

показник рентабельності інвестицій (*PI* – «Profitability index»), який розраховується шляхом ділення суми дисконтованого грошового потоку за розрахунковий період до суми дисконтованих капітальних інвестицій

$$PI = \left[\sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+E)^t} \right] \div \left[\sum_{t=1}^T \frac{K_t}{(1+E)^t} \right] \quad (10)$$

сумарні витрати за оцінюваний період (*П_{сум}*) – сума капітальних інвестицій і експлуатаційних витрат за вирахуванням амортизації

$$P_{сум} = \sum_{t=1}^T (K_t + B_t - A_t) \quad (11)$$

чиста сучасна вартість (цінність) *NPV* (у міжнародній практиці «Net present value») або сума дисконтованого потокового ефекту

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{CF_t - K_t}{(1+E)^t}, \quad (12)$$

внутрішня норма (ставка) прибутковості (рентабельності) *IRR* («Internal rate of return») – така ставка дисконтування E , при використанні якої поточна вартість очікуваного від інвестиційного проекту чистого грошового потоку CF дорівнює поточній вартості необхідних капітальних інвестицій, а *NPV* проекту дорівнює нулю.

При динамічному методі оцінки для розрахунків економічної ефективності і вибору кращого варіанту проекту будівництва, реконструкції, технічного переоснащення, капітального ремонту або модернізації гірничодобувних підприємств з підземним способом видобутку залізних руд у систему основних показників, що засновані на методах дисконтування і є критеріями, входять:

показник чистої сучасної вартості (цінності), тобто дисконтованого потокового ефекту *NPV*;

показник внутрішньої норми (ставки) прибутковості (рентабельності) інвестицій *IRR*;

показник сумарних витрат.

Показник сумарних витрат слід застосовувати для оцінки проектів та окремих проектних рішень або окремих заходів із удосконалення виробництва, якщо відсутні дані про ціни та вартість продукції, що не дозволяє використовувати абсолютні і відносні показники прибутковості (рентабельності) виробництва за варіантами проекту.

Критерій економічної ефективності проектних рішень за сумарними витратами визначається формулою:

$$P_{сум} = \sum_{t=1}^T (K_t + B_t - A_t) \rightarrow \min \quad (13)$$

Якщо варіанти непорівнянні за обсягами видобутку залізної руди, або окремих процесів (операцій) виробництва, то вибір кращого варіанту проектних рішень здійснюється на основі питомих сумарних витрат на одиницю продукції або робіт.

Показник мінімуму сумарних витрат уперше використовується в якості критерію динамічної оцінки варіантів проектних рішень при проектуванні гірничодобувних підприємств з підземним способом видобутку залізних руд.

Показник сумарних витрат є незамінним не тільки при оцінці виробництв, що є проміжними ланками підприємства без випуску товарної продукції. Він повинен використовуватися також при оцінці окремих видів обладнання, технологічних процесів, локальних технічних рішень тощо. За своєю суттю сумарним витратам частково відповідає показник, який останнім часом використовується в економічній літературі, а іноді й на практиці – сукупна вартість володіння ([англ. Total Cost of Ownership, TCO](#)) [9]. Сукупна вартість володіння трактується як сума цільових витрат, які потребуються з моменту початку вступу у стан володіння до моменту виходу з цього стану, та виконання власником повного обсягу зобов'язань, що пов'язані з володінням [10].

На відміну від цього, при розрахунках із застосуванням сумарних витрат не треба користуватися усіма елементами витрат з початку до кінця функціонування об'єктів оцінки. Хоча це й передбачено при їх розрахунку, однак при необхідності достатньо враховувати окремі показники, що змінюються, і навіть їх різницю.

Висновки.

Створення проекту норм технологічного проектування підприємств з підземним способом видобутку залізних руд є продовженням розробки системи норм технологічного проектування підприємств і основних цехів гірничодобувного виробництва.

Розроблено чітку систему техніко-економічних показників для проектів підприємств з підземним способом видобутку залізних руд.

Визначені умови для застосування статичних і динамічних методів та відповідні критерії оцінки показників проектів.

В число критеріїв при динамічній оцінці варіантів проекту введений показник сумарних витрат – капітальних інвестицій і експлуатаційних витрат за вирахуванням амортизації.

Особливістю системи економічних показників у Нормах є також розширення положень щодо методології розрахунків чисельності промислово-виробничого персоналу шахт.

Застосування системи економічних показників у нормах технологічного проектування гірничодобувних підприємств з підземним способом видобутку залізних руд забезпечить більш об'єктивну оцінку проектних варіантів розвитку підприємств гірничодобувного виробництва.

Список літератури

- 1 Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий черной металлургии с подземным способом разработки (ВНТП 13-2-85). Раздел 13. Техничко-экономические показатели. – Ленинград. 1986.
- 2 Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий с открытым способом разработки месторождений полезных ископаемых (СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007). Раздел 8. Техничко-экономическая оценка и показатели. – Киев. 2007.
- 3 Нормы технологического проектирования дробильно-обогащительной фабрики. Раздел 22. Техничко-экономические показатели дробильно-обогащительных фабрик. ГП «ГПИ «Кривбасспроект». 2013.
- 4 Нормы технологического проектирования гірничодобувних підприємств з підземним способом видобутку залізних руд. Розділ 14. Техничко-економічні показники. Проект. ДП «ДП «Кривбасспроект». 2014.
- 5 Грицина А.Е., Драгун Б.Т., Самохина О.В. Методические аспекты определения цен на железорудную продукцию и приплат за содержание железа с учетом металлургической ценности // Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць. – 2007. № 17.
- 6 Грицина А.Е., Драгун Б.Т., Ланцетова Л.И., Самохина О.В., Гамалинский И.А. Разработки института «Кривбасспроект» по совершенствованию методов экономической оценки проектов // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2008. № 7.
- 7 Власенко Ю.Я., Драгун Б.Т., Ходаковский В.И. Экономические последствия реструктуризации некоторых шахт Кривбасса // Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць. – 2010.
- 8 Власенко Ю.Я., Ходаковский В.И., Каменецкий Б.П., Егоров Г.А. Подземный Кривбасс после реструктуризации // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2008. № 1.
- 9 Хубаев Г.Н. Расчет совокупной стоимости владения программным продуктом: методическое и инструментальное обеспечение // Вопросы экономических наук. – 2010. – № 5.
- 10 Jonathan Koomey, Kenneth G. Brill, W. Pitt Turner et al A Simple Model for Determining True Total Cost of Ownership for Data Centers. – The Uptime Institute, 2007.

Рукопис подано до редакції 19.02.14

УДК 622.271.3

М.М. ПИЖИК, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет
В.В. ТЕРЕЩЕНКО, Ю.І. ГРИГОР'ЄВ, ДП «ДП «Кривбаспроект»

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ ПРИ КОМПЛЕКСНОМУ ОСВОЄННІ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КРИТЕРІЮ МАКСИМУМУ ПРИБУТКУ В УМОВАХ РИНКОВОЇ ЕКОНОМІКИ

Виконано аналіз факторів, що впливають на конкурентоздатність гірничодобувних підприємств, розроблено критерій оцінки режиму гірничих робіт, що враховує ці фактори. На прикладі умовного родовища визначено режим гірничих робіт за розробленим критерієм та за критерієм мінімуму коефіцієнту розкриття, проведено їх оцінку та порівняльний аналіз.

Постановка проблеми та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Гірничорудна промисловість України належить до базових галузей промисловості, що визначають рівень розвитку національної економіки, і в майбутньому збереже своє провідне значення, оскільки Україна володіє 5% загальносвітових запасів корисних копалин. У сучасних умовах активного входження України у світовий ринок особливої актуальності набуває проблема підвищення конкурентоспроможності вітчизняних гірничих підприємств шляхом зниження витрат на видобуток корисних копалин та підвищення їх прибутковості за рахунок комплексного використання корисних копалин родовищ, що розробляються.

Процес переходу від планової економіки до ринкової для гірничодобувних підприємств означає не лише перегляд економічних підходів планування виробничої діяльності, а й, відповідно, ряду технологічних питань. Так, зокрема, для умов командної економіки питання вибору виробничої потужності підприємства базувалося на необхідності задоволення зростаючого попиту у корисних копалинах, величина якого диктувалася державою. На противагу плановій, ринкова економіка характеризується постійними змінами величини попиту на продукцію гірничих підприємств.

Як наслідок, методи проектування, що рекомендовані Нормами технологічного проектування гірничих підприємств, не можуть в повній мірі відповідати сьогоднішнім потребам проєктантів та потребують їх подальшого розвитку.

З точки зору системного підходу, кар'єр слід розглядати не просто як виробничу систему найвищого рівня, а й як елемент системи більш високого ієрархічного рівня – як одного з постачальників сировинної продукції на національному чи світовому ринку [1-2]. Це говорить про те, що існує ряд факторів, що визначають попит на певний вид продукції. Тому важливою вимогою, що ставиться перед сучасними методами проектування, є забезпечення гнучкості роботи гірничодобувних підприємств.

Іншими словами, в умовах різкої зміни кон'юнктури світових сировинних ринків важливим завданням залишається забезпечення конкурентоспроможності продукції гірничодобувної галузі України. Вона може бути забезпечена зниженням витрат виробництва за рахунок переходу галузі на модель інтенсивного розвитку із застосуванням технологій комплексного використання мінеральних ресурсів. Саме комплексне освоєння родовищ дозволяє підвищити питому вилучасну цінність корисної копалини. Це дозволяє знизити межу мінімального промислового вмісту корисних компонентів, розширити контури розробки, збільшити глибину кар'єра і тим самим залучити в експлуатацію додаткові запаси корисних копалин. З іншого боку, при незмінному контурі кар'єру можливе зниження експлуатаційного коефіцієнта розкриття і, відповідно, собівартості видобутку. В той же час аналіз досвіду роботи найбільших гірничодобувних підприємств Криворізького залізничного басейну дозволяє зробити висновок про низький рівень комплексності освоєння родовищ. Вирішення цієї проблеми має супроводжуватися вдосконаленням методології вибору та оцінки режиму гірничих робіт в кар'єрі, що забезпечить повноту

вилучення та максимальну прибутковість комплексного відпрацювання родовищ корисних копалин.

Викладення матеріалу. Поняття «конкурентоспроможності» має ряд визначень [3], та в даному випадку мається на увазі здатність продукції в певний період часу відповідати запитам споживачів за ціновими і якісними параметрами [4].

Максимальне задоволення попиту ринку і максимальний прибуток досягається при найбільш повному врахуванні зовнішніх і внутрішніх факторів. Тому при виборі і обґрунтуванні проектних рішень всі вони мають бути враховані в необхідній мірі. З цією метою було виконано аналіз факторів, що найбільшим чином впливають на конкурентоздатність гірничодобувного підприємства. Найбільш вагомими фактори згруповано за принципом джерела їх виникнення у такі категорії: ринкові, виробничі, гірничо-геологічні. В окремих випадках можуть мати місце політичні, нормативно-правові, соціальні чи екологічні фактори, проте в більшості випадків їх вплив несуттєвий.

Ринкові фактори - це група факторів, що зумовлюються кон'юнктурою на світовому чи національному ринку. До факторів даної групи належить ціна на сировину і матеріали, що застосовуються у процесі видобування і переробки корисних копалин, оскільки її величина в значній мірі зумовлює витратну складову вартості продукції. Фактор попиту на продукцію, що випускається, нерозривно пов'язаний з фактором ринкової ціни на продукцію. Більш того, відомо, що зміна їх величин є циклічним явищем, а послідовність і тривалість економічних циклів підпорядковані певним закономірностям: великі цикли (45-60 років), середні цикли (7-12 річні) й короткі (3-4 роки) [5-6]. Враховуючи циклічність даних процесів, прогножуючи величини ціни і попиту, з'являється можливість більш точного планування режиму гірничих робіт.

Другою групою факторів є сукупність гірничо-геологічних ознак родовища. Так, наприклад, потужність покладу певного виду корисної копалини чи глибина його залягання обумовлюють режим гірничих робіт, строк існування підприємства та його виробничу потужність. Фізико-механічні властивості в значній мірі зумовлюють витрати на підготовку порід до виймання, складність екскавації, транспортування, збагачення і зберігання.

В останній групі об'єднані виробничі фактори, що поділені на три підгрупи: технічні, організаційні і технологічні. Це єдина група факторів, що піддається впливу і може вважатися внутрішніми з точки зору системного підходу. На рис. 1 схематично наведена класифікація факторів, що впливають на конкурентоздатність продукції гірничодобувних підприємств.

У такому вигляді обидва підходи на сьогоднішній день не мають практичної реалізації, оскільки прогнозування попиту в довгостроковій перспективі на всі види корисних копалин практично неможливе, а відчуження земель для селективного складування всіх видів тимчасово незатребуваних корисних копалин не може вважатися доцільним. Тому при проектуванні режиму гірничих робіт критерій вибору оптимального напрямку розвитку гірничих робіт має максимально повно враховувати наведені фактори, які впливають на конкурентоздатність гірничого підприємства, з метою отримання максимального прибутку.

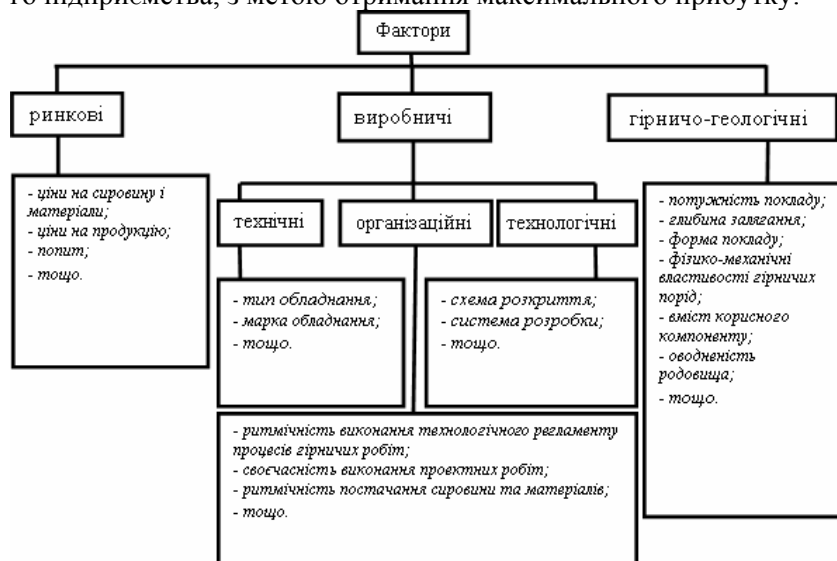


Рис. 1. Класифікація факторів, що впливають на конкурентоздатність гірничодобувних підприємств

Основною метою роботи будь-якого підприємства є отримання прибутку. А тому саме максимізація його величини повинна лежати в основі критерію оцінки і вибору проектних рішень [10]. Запропонований у виразі (1) критерій вибору режиму гірничих робіт враховує більшість перелічених факторів: ринкову ціну на окремі

види корисних копалин, попит на них, сукупність гірничо-геологічних факторів геометричних параметрів родовища, вміст корисного компоненту, а також ряд організаційних факторів, що тісно зумовлюють собівартість розробки родовища.

Оскільки комплексне освоєння родовищ передбачає максимально повну переробку гірської маси, що міститься в проектних контурах кар'єра, зокрема і тієї, що розміщена у техногенних родовищах, доцільним є врахування взаємного впливу сумісної розробки техногенних і геогенних родовищ [7]. На основі даних засад пропонується наступний критерій

$$\Pi = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{f=1}^F \sum_{t=1}^T \gamma_{ijftk} n_{ijftk} G_{ijftk} (\Pi_{ft} - C_{fkt}^{sp}) - (1 - \frac{n_{ijftk}}{\rho_{fk}}) G_{ijftk} C_{fkt}^{oc} \rightarrow \max \quad (1)$$

де k – номер родовища (техногенного чи геогенного); i – горизонт блока; j – зона блока; f – індекс корисної копалини; t – плановий період; Π_{ft} – ціна 1 т кінцевої продукції з f -го виду корисної копалини в t -ий рік, грн/т; γ_{ijftk} – вихід готової продукції, дол. од.; n_{ijftk} – доля руди в блоці (т/м³ в складі гірничої маси); G_{ijftk} – оптимальний об'єм розробки ij -го блоку k -го родовища в t -му році, м³; C_{fkt}^{sp} – собівартість видобутку і транспортування корисної копалини, грн/т; ρ_{fk} – об'ємна вага f -ої корисної копалини в k -му родовищі, т/м³; C_{fkt}^{oc} – витрати на відвалоутворення і складування, грн/м³.

Даний критерій практично було досліджено на прикладі умовного родовища (рис. 2). В проектних контурах кар'єру до глибини 300 м розробляється три рудних тіла (1, 2, 3) різних корисних копалин різної цінності. Умовна цінність рудного тіла №1 становить 2 г.о., №2 – 3 г.о., №3 – 4 г.о. Для умов розробки комплексного родовища було визначено напрям углубки за двома принципами: лінія углубки «а» – за критерієм мінімуму коефіцієнту розкриття без врахування якості і цінності корисних копалин; лінія углубки «б» – за запропонованим критерієм з урахуванням динаміки ціни на кожний вид корисної копалини.

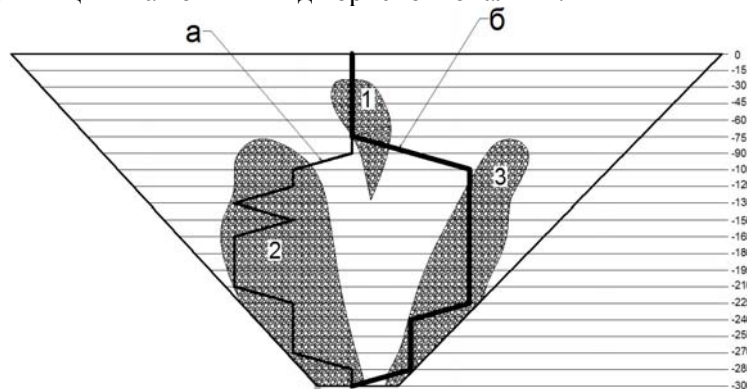


Рис. 2. Поперечний розріз умовного кар'єру: лінія углубки «а» – за критерієм мінімуму коефіцієнту розкриття; лінія «б» – за критерієм максимуму прибутку

З метою порівняння отриманих режимів гірничих робіт для кожного напрямку було побудовано їх графіки $V=f(P)$ (рис. 3а). З графіку видно, що режим гірничих робіт за лінією «а» характеризується меншими об'ємами розкривних порід на одиницю корисної копалини, ніж варіант «б».

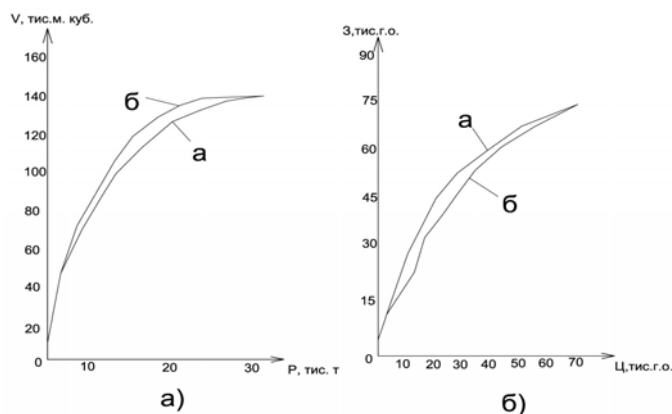


Рис. 3. Кумулятивні графіки для напрямів углубки «а» і «б»: а) графік функції $V=f(P)$; б) графік функції $Z=f(C)$

Проте графік функції $Z=f(C)$ (рис. 3б) для лінії «б» знаходиться нижче, ніж для лінії «а», а тому можна зробити висновок, що не дивлячись на більші об'єми розкриття в перші періоди відпрацювання родовища, варіант «б» є доцільнішим. Тобто для отримання одного ж того прибутку від реалізації продукції при напрямі углубки за варіа-

нтом «а» треба понести більші витрати, ніж при напрямі «б».

Висновки та напрями подальших досліджень. Отже, в роботі виконано аналіз і класифікацію факторів, що впливають на конкурентоспроможність гірничодобувних підприємств. Запропоновано використовувати критерій максимуму прибутку, що враховує визначені фактори. На прикладі умовного родовища визначено режим гірничих робіт при його комплексному освоєнні за розробленим критерієм та за критерієм мінімуму коефіцієнту розкриття, виконана оцінка їх ефективності на основі порівняльного аналізу.

У подальшій роботі планується і далі досліджувати взаємний вплив зовнішніх і внутрішніх факторів, що впливають на конкурентоздатність гірничодобувних підприємств, зокрема для умов комплексного освоєння родовищ, вдосконалити методику визначення головних параметрів відкритої розробки родовищ із врахуванням фактору часу.

Список літератури

1. **И.Е. Григорьев, Ю.И. Григорьев.** Системный подход к процессу проектирования горных объектов//Разработка рудных месторождений – вып. №94, - 2011, с 40-44.
2. **І.С. Григор'єв.** Системний підхід до проектування кар'єру як відкритої виробничої соціально-економічної системи//Гірничий вісник. Науково-технічний збірник – вип. №96, - 2013, с 32-37.
3. **Завсєгдашня І.В., Темченко О.А.** Оцінка та забезпечення конкурентоспроможності гірничодобувних підприємств. – Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2012. – 218 с.
4. **Корченко Р.В.** Экономическая оценка конкурентоспособности продукции железорудных предприятий КМА// дисс. на соиск. уч. степени к.т.н. – Санкт-Петербург, 2011.
5. **М.М. Пижик, Ю.І. Григор'єв.** Дослідження впливу динаміки ціни товарної продукції на пріоритет видобування видів корисних копалин при комплексному освоєнні родовищ//Вісник Криворізького національного університету. Збірник наукових праць – вип. №34, - 2013, с 266-270.
6. Історія економічних вчень: Навчальний посібник. За ред. **В.В.Кириленка.** – Тернопіль: „Економічна думка”, 2007.
7. **Полищук А.К., Полищук Г.К., Михайлов А.М.** Разработка месторождений группой карьеров в составе комбината. – М: Недра, 1975.
8. **Темченко А.Г.** Ресурсозберігаючі технології гірничого виробництва. - – Кривий Ріг: «Мінерал», 2000. – 216 с.
9. **Трубецкой К.Н., Шапарь А.Г.** Малоотходные и ресурсосберегающие технологии при открытой разработке месторождений. - – М.: «Недра», 1993. – 272 с.
10. **Bastante F.G., Taboada J., Ordonez C.** Design and planning for slate mining using optimisation algorithms//Engineering Geology – №73, - 2004, p. 93-103.

Рукопис подано до редакції 19.02.14

УДК 657:336

В.А. ШЕПЕЛЮК, ст. викадач, ПВНЗ «Інститут ділового адміністрування»

ПЕРЕДУМОВИ ВИНИКНЕННЯ ТА ЕВОЛЮЦІЯ КОРПОРАТИВНИХ ВІДНОСИН В СИСТЕМІ ВНУТРІШНЬОГО КОНТРОЛЮ

У статті розкрито поняття «корпоративні відносини». Досліджено теоретико-методологічні аспекти становлення корпоративних відносин і внутрішнього контролю. Запропоновано нові підходи до трактування сутності «корпоративні відносини».

Ключові слова: акціонер, внутрішній контроль, корпоративні відносини, корпоративні права

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. В сучасних умовах розвитку економіки зростає інтерес до корпоративного сектору в Україні з боку науковців і законодавців, оскільки українське суспільство не має достатньо повного уявлення та розуміння поняття «корпоративні відносини». Це викликано тим, що вітчизняний бізнес на ринку працює не достатньо довго.

На сьогодні завдяки розвитку корпоративного сектору в Україні зростає роль основних інвесторів, а також можна створити надійну системи реєстрації прав на цінні папери та забезпечення виконання укладених угод. Ефективне корпоративне управління передбачає: чіткий розподіл функцій і обов'язків між загальними зборами, спостережною радою та виконавчим

органом; визначення обсягу корпоративних прав акціонерів, можливість використовувати ефективні засоби їх захисту, рівноправність акціонерів, а також заохочення активного співробітництва між акціонерним товариством і заінтересованими особами щодо створення добробуту, робочих місць і поліпшення фінансового стану товариства.

Аналіз досліджень та публікацій. Питанню виникненню та розвитку корпоративного права свої праці присвятили наступні вчені: В. Васильєва, О. Вінник, О. Воловик, Н. Глусь, О. Дзера, О. Єфімов, Т. Кашаніна, О. Кібенко, В. Коссака, К. Кочергіна, В. Кравчук, В. Луць, О. Печений, О.І. Пилипенко, В. Поєдинок, Р. Сивий, І. Спасибо-Фатєєва, О. Харенко, Є. Харитонova, В. Щербина, О. Щербина, О. Яворський та інші науковці.

На сьогодні є досить значна кількість публікацій стосовно сутності корпоративних прав з юридичної та економічної точок зору, проте немає єдиного науково-обґрунтованого підходу до трактування поняття «корпоративних відносин», що впливає на вибір методики їх облікового відображення та, в свою чергу, унеможливорює прийняття ефективних управлінських рішень і актуалізує подальше дослідження даного питання. Тому, необхідно розглянути історичний аспект виникнення та особливості розвитку в Україні «корпоративних відносин», проаналізувати економічну сутність даного поняття.

Постановка завдання. Метою даної статті є узагальнення результатів аналізу етапів історичної еволюції корпоративних відносин в системі внутрішнього контролю. Таке дослідження передбачає висвітлення історичного процесу актуалізації та концептуалізації проблеми корпоративних відносин в системі управління і контролю та еволюції наукових поглядів, що до трактування «корпоративних відносин» та «корпоративних прав».

Викладення матеріалу та результати. Ще у стародавні часи в Римі з'являються різноманітні приватні корпорації: релігійні союзи і союзи ремісників. Про такі приватні корпорації згадується ще у законах XII таблиць: за свідченням Гая, вони надавали можливість членам створювати для себе правила і статuti, які б не суперечили закону. У цих примітивних, на перший погляд, утвореннях наявні деякі ознаки сучасних корпорацій, але це ще не юридичні особи [1].

Стародавній Рим увібрав у себе надбання підкорених ним народів, а також греків-колоністів, що асимілювалися серед місцевого населення і відповідно принесли досвід організації господарського життя. Це дозволило створити нові організаційно-правові форми господарювання, серед яких слід виділити:

1. Договірне товариське об'єднання – прототип сучасного простого товариства – ця форма підприємницького об'єднання ґрунтувалася на договорі між кількома особами, що укладався для досягнення спільної господарської цілі шляхом об'єднання майна учасників та їх особистої участі. Зазначене товариське об'єднання самостійним суб'єктом права не вважалося, а його учасники діяли від власного імені; прибутки та збитки від діяльності такого товариства розподілялися між його учасниками згідно з умовами договору, а за відсутності в ньому таких положень – порівну. Особливо популярними були товариства, учасники яких об'єднували не все своє майно, а лише його частину;

2. Організація корпоративного типу, що стала прообразом інституту юридичної особи. Вона визнавалася нарівні з фізичними особами самостійним суб'єктом права; мала відокремлене від членів корпорації майно; відповідальність корпорації також відокремлювалася від відповідальності її членів. За імператора Августа склався дозвільний характер створення корпорацій. Хоча римські юристи не створили закінченого вчення про правоздатність корпорації, чимало науковців вважають закладені в ній вищезазначені принципи притаманними не лише юридичній особі, а саме акціонерному товариству [1].

Доцільно відмітити, що саме римське право заклало фундамент створення юридичної особи та визначено основні її види, зокрема і корпорації.

Найстарішою корпорацією вважають корпорацію Стора Копарберг, що була заснована в 1347 р. (однак є дані, що перші її акції були продані ще в 1288 р.) в м. Фалун у Швеції [2].

В основу корпорацій були покладені норми, що регулювали відносини створення компаній, їх діяльності, порядок реорганізації, класифікацію компаній, правосуб'єктність, законодавство про цінні папери компаній, неплатоспроможність та банкрутство компаній [4].

Дослідження виявили, що процес формування корпоративних утворень знайшов логічне продовження у формі акціонерного товариства, у якому вже відбувалася вільна передача акціонерами часток власності (акцій), тобто корпоративних прав.

Перші акціонерні суспільства виникли в XVII столітті, приблизно в 20-х роках XIX століття акціонерне товариство стало основною формою підприємницьких об'єднань США і Англії. На американському континенті акціонерні товариства почали виникати наприкінці XVIII ст. Процес створення корпорацій в США був набагато легший, ніж в Англії, що підтверджує раннє законодавче та судове регулювання корпоративних відносин. У Сполучених Штатах корпоративне право почало стрімко розвиватися у XVIII ст. Бехт і Делонг досліджують, як Сполучені Штати придбали нетипово розпорошену корпоративну власність. Великі корпорації інших країн організовуються в ділові групи, якими управляють заможні родини або потужні фінансові посередники. Великі корпорації в Сполучених Штатах в основному управляються професіоналами. Вони автономні, тобто не мають філій або материнських компаній [1].

Багато акціонерних товариств в сучасний період так розрослися, що почали контролювати окремі галузі промисловості, а надалі трансформувалися в транснаціональні корпорації.

У результаті проведеного дослідження встановлено, що протягом історичного розвитку корпоративний сектор підтримував ідею захисту прав учасників акціонерного товариства від негативних проявів корпоративної форми власності.

З метою розкриття економічної сутності понять «корпоративні відносини» і «корпоративні права» слід проаналізувати наявні підходи до їх формування.

Поняття корпоративних прав повинно виходити із сутності корпоративних відносин, як відносин щодо участі в товаристві. З цього випливає їх розуміння як прав, пов'язаних з участю у товаристві.

Відповідно до п. 3 ст. 167 Господарського кодексу України [4] корпоративні відносини визначаються як відносини, що виникають, змінюються та припиняються щодо корпоративних прав.

В законодавстві поняття «корпоративні відносини» є досить неповним, оскільки не враховані обов'язки, які чітко передбачені нормами чинного законодавства. Разом з тим, варто відмітити, що на сьогодні немає єдиної позиції щодо того, що розуміти під корпоративними відносинами.

На цей рахунок існує кілька точок зору, тому розглянемо сутність корпоративних відносин (табл. 1).

Таблиця 1

Визначення поняття «корпоративні відносини»

Джерело	Визначення
Васильєва В. [1, с. 25]	Корпоративні правовідносини – це врегульовані нормами права суспільні відносини Васильєва В, які виникають між засновником (учасником) і юридичною особою в результаті реалізації ним засновницьких прав
Вінник О. [2, с. 14]	Корпоративні відносини – це відносини, які виникають у процесі створення, функціонування та припинення господарських товариств за участю безпосередніх та опосередкованих учасників і забезпечують збалансовану реалізацію інтересів зазначених осіб
Степанов П. [3, с. 80]	Корпоративні правовідносини – це організаційні відносини майнового характеру, які виникають між корпоративною організацією, її членами та третіми особами (управляючими), пов'язані з реалізацією корпоративних прав та їх захистом внутрішньоорганізаційними способами та засобами, а також із виконанням корпоративних обов'язків
Яковлев В. [4, с. 24]	Корпоративні відносини розглядає як частину суспільних зв'язків у сфері економіки. Головним змістом корпоративних відносин, у свою чергу, є відносини власності, в яких і зароджуються основи корпоративних відносин

Проаналізувавши дані табл. 1 видно, що в більшості вчених корпоративні відносини трактують як відносини, які виникають між учасниками корпоративного утворення з метою реалізації їх інтересів. Варто відмітити, що цілком погоджуємося з думкою В. Васильєвої щодо трактування сутності «корпоративних відносин», оскільки вважаємо, що корпоративні відносини виникають між учасниками товариств різних форм при виникненні та реалізації кор-

поративних прав учасників і повинні обов'язково бути чітко регламентовані законодавством України.

Доцільно відмітити, що значна увага приділяється питанням корпоративних відносин з юридичної точки зору, тому автори наголошують на відносинах з приводу створення та діяльності акціонерного товариства. Серед об'єкта дослідження важливе місце посідають відносини з економічної точки зору. В ході аналізу визначень поняття «корпоративні відносини» можна узагальнити основні підходи до трактування даного визначення: економічний та юридичний (рис. 1).

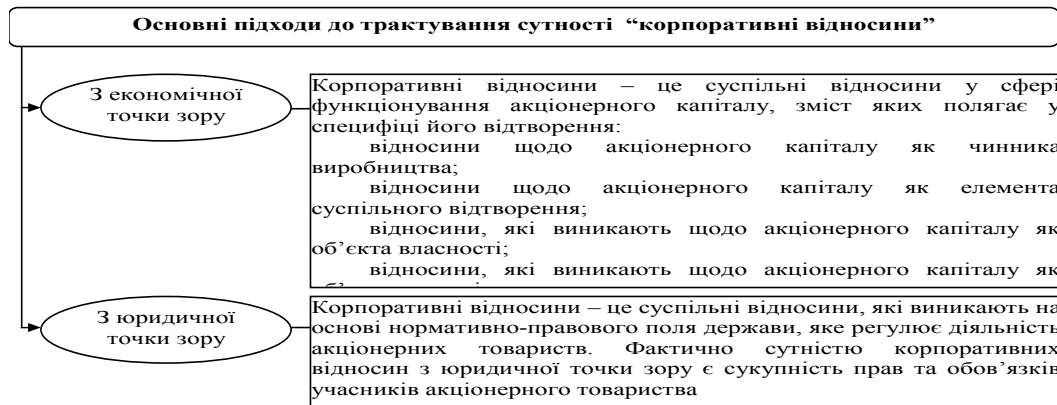


Рис. 1. Основні підходи до трактування сутності «корпоративні відносини» [*]

* *Примітка:* систематизовано на основі [1]

Дослідження виявили, що корпоративні відносини розглядають з двох основних точок зору, які систематизовані на рис. 1. Достатньо обґрунтовано надане визначення з економічної точки зору, зокрема корпоративні відносини - відносини, які є об'єктом власності, управління та є елементом суспільного відтворення і виробництва. Аналізуючи сутність «корпоративні відносини» з юридичної точки зору, то з цієї позиції важливим аспектом є, що корпоративні відносини - відносини, які виникають між учасниками акціонерного товариства, а також мають бути підтверджені документально і мати юридичну силу. Дані підходи до трактування сутності поняття «корпоративні відносини» дають нам повне та чітке уявлення щодо даного явища в суспільстві.

Як зазначає І.В. Франчук [3], зміст юридичних відносин може змінюватися залежно від законодавства країни, процесу його вдосконалення (часу виникнення), то економічний зміст корпоративних відносин є практично однаковим за свою суттю (володіння частиною акціонерного капіталу з метою його збереження та примноження тощо). Саме економічна складова корпоративних відносин може бути середовищем для виникнення розбіжностей, які згодом переростають у корпоративні конфлікти.

Корпоративні конфлікти, у свою чергу, є джерелом значної частини проблем у сфері безпеки функціонування акціонерного товариства. Оскільки, економічну сутність корпоративних відносин складають суспільні відносини щодо формування та використання акціонерного капіталу, то основою цього процесу є інтереси власників кожної з частин цього капіталу. Отже, сутністю корпоративних відносин є корпоративний інтерес. У свою чергу, конфлікт корпоративних інтересів у середині корпоративних відносин є джерелом небезпеки для акціонерного товариства.

Отже, корпоративні відносини - це сукупність відносин учасників господарського товариства, які виникають у процесі діяльності суб'єкта господарювання з метою реалізації їх інтересів.

Корпоративні відносини – це, насамперед, відносини всередині самої корпорації між різними групами учасників корпорації, між ними і професійним менеджментом, між директорами та менеджментом. Характер цих відносин різний: це відносини в сфері управління (які ширше, ніж відносини внутрішньорганізаційні), майнові відносини (наприклад, визначення розміру винагороди членам ради директорів). Від того, наскільки налагоджені механізми взаємовідносин всередині корпорації, залежить стан корпорації назовні: її «прозорість» і привабливість для інвесторів. Тому друга складова корпоративних відносин - це зовнішні відносини корпорації з партнерами, кредито-

рами, персоналом, біржами, спеціалістами фондового ринку, державними органами, які здійснюють контроль над діяльністю корпорації.

З одного боку, саме в корпорації відбувається відділення власності від управління, що призводить до конфліктів інтересів усередині корпорації.

З іншого боку, корпорація, розраховуючи на залучення інвестицій, повинна бути прозорою як для потенційних інвесторів, так і для своїх акціонерів.

Таким чином, у корпорації (акціонерному товаристві) складається ціла система відносин, в яких кожен учасник має свій певний інтерес, не співпадає з інтересами інших учасників:

між акціонерами - великими і мініоритаріями;

між акціонерами та акціонерним товариством, від імені якого діють органи управління (рада директорів, правління, директор);

між акціонерним товариством - емітентом цінних паперів та інвесторами;

між акціонерним товариством та державними органами.

Разом з тим, викладене дає підстави для висновку про те, що за своєю правовою природою корпоративні відносини є поєднанням взаємопов'язаних і взаємообумовлених організаційно-господарських та майново-господарських відносин, що існують у нерозривній єдності, і в силу цього не можуть бути предметом регулювання різних галузей права - цивільного і господарського.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Розгляд історичного аспекту поняття «корпоративні відносини» показав, що даних поняттям приділялася значна увага з давніх часів, проте її намагалися пристосувати до різних сфер суспільного життя і держави в цілому. У процесі розвитку суспільства з'явилися нові її трактування, зокрема з юридичної та економічної точок зору.

Дослідження еволюції наукових поглядів у сфері корпоративних відносин та аналіз сучасного стану даної теорії доводить необхідність серйозного переосмислення базових наукових принципів дослідження та формування нового розуміння корпоративної власності і природи корпоративних відносин.

Таким чином, своєю правовою природою корпоративні відносини є поєднанням взаємопов'язаних і взаємообумовлених організаційно-господарських та майново-господарських відносин, що існують у нерозривній єдності, і в силу цього не можуть бути предметом регулювання різних галузей права - цивільного і господарського.

Отже, корпоративні відносини за своєю природою є господарськими відносинами, а відтак мають регулюватися господарським законодавством (передусім ГК України), підгалуззю якого є корпоративне законодавство.

Визначення корпоративних відносин господарськими відносинами є додатковим аргументом на користь вилучення так званих корпоративних спорів із справ адміністративної юрисдикції і віднесення їх до відання господарських судів.

Список літератури

1. Васильєва В. Корпоративні правовідносини як вид суспільних відносин / В. Васильєва // Юридична Україна. – 2003. – № 10. – С. 24-26.
2. Вінник О. М. Господарське право : [навч. посібник] / Вінник О. М. – [2-е вид., змін. та доп.]. – К. : Всеукраїнська асоціація видавців «Правова єдність», 2008. – 766
3. Степанов П. В. Корпорации в российском гражданском праве, “Законность”, № 4, 1999 г
4. Яковлев В.Ф. Россия: экономика, гражданское право (вопросы теории и практики). М., 2000. С. 24.
5. Бутрин Н. Становлення корпоративного права на території України: історичний аспект [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/ues/2011_8/Articles/28_Butryn.pdf.
6. Дживелегов А.К. Торговля на Западе в середине века / А.К. Дживелегов – СПб: 1904. – С. 13.
7. Лукач І. Історія становлення корпоративного права в Англії та США [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://papers.univ.kiev.ua/urydychni_nauky/articles/History_of_the_formation_of_corporateLaw_in_the_UK_and_S_17915.pdf.
8. Березій З.А. Корпоративні права / З.А. Березій. – Методичний посібник, 2008. – 77 с.
9. Фіронова В.М. Виникнення та розвиток системи корпоративного права [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://dspace.uabs.edu.ua/bitstream/123456789/750/1/27.pdf>.
10. Франчук В.І. Корпоративні відносини в системі безпеки акціонерних товариств [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/ape/2009_11/145-150.pdf.
11. Франчук В.І. Корпоративні відносини в системі безпеки акціонерних товариств [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/ape/2009_11/145-150.pdf.

Рукопис подано до редакції 19.02.14

УДК 330.314.13

О.В. КОРОВІНА, канд. економ. наук, Криворізький національний університет

ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЗАСАД УПРАВЛІННЯ ЖИТТЄВИМ ЦИКЛОМ ПІДПРИЄМСТВ

Проведено теоретичний аналіз визначення «управління життєвим циклом підприємства»; розглянуто характеристику процесів і цілей управління на різних етапах життєвого циклу підприємства; визначено взаємозв'язок між специфікою виробництва і управлінням життєвим циклом підприємств; удосконалено визначення «управління життєвим циклом підприємства».

Проблема і її зв'язок з науковими та практичними задачами. В економічній науці опис життєвих циклів підприємств носить переважно якісний характер і в практичній діяльності обмежене від недостатнього опрацювання окремих методологічних моментів. Крім того, аналіз теоретичних засад поняття «управління життєвим циклом підприємств» дозволяє виявити неоднозначність наукових підходів щодо її економічної сутності. Розгляд даного питання актуально для визначення цілей управління на кожному етапі життєвого циклу підприємства в залежності від специфіки виробництва з метою обґрунтування управлінських рішень.

Аналіз досліджень і публікацій. У економічній літературі концепції і моделі життєвого циклу підприємств досить глибоко і комплексно досліджувалися сучасними вітчизняними науковцями: Глуховою Е.В., Осовською Г.В., Савіною Г.Г., Поплавською Ж.В. та іншими. Проте питання про економічну сутність визначення поняття «управління життєвим циклом підприємств» і трансформацію цілей управління в залежності від специфіки виробництва недостатньо досліджено і потребує аналізу менеджменту підприємств різних галузей на всіх етапах їх життєвого циклу.

Постановка завдання. Управління життєвим циклом підприємства дає можливість виробляти напрям необхідних перетворень і послідовно та своєчасно проводити стратегічні зміни для забезпечення стійкого розвитку. Метою статті є узагальнення та удосконалення теоретичних положень економічної сутності поняття «управління життєвим циклом підприємств».

Викладення матеріалу та результати. Швидка адаптація до змін у внутрішньому та зовнішньому середовищі, гнучкість і динамічність можлива усім підприємствам, які швидко трансформують цілі управління, розробляють стратегії і використовують відповідні інструменти для досягнення стабільного розвитку на кожному етапі життєвого циклу. Істотну роль у забезпеченні ринкової стійкості та конкурентоспроможності будь-якого підприємства відіграє ефективність управління його життєвим циклом. Аналіз теоретичних підходів [2,5,7] показав, що організації упродовж свого життєвого циклу впевнено розвиваються за умови наявності обґрунтованої стратегії та ефективного використання ресурсів, перебудовуються, якщо перестають відповідати поставленим цілям, гинуть, коли перестають бути спроможними виконувати свої завдання. Можливість модифікуватися, переходити на вищі стадії розвитку, або ж навпаки, потрапляти у кризові становища, потребує від організації зміни цілей, стратегій та способів їх реалізації.

Західні дослідники вважають, що всі системи (біологічні, технічні, організаційні тощо) розвиваються за логістичними кривими, їх називають S-подібними кривими, або лініями життя. На рис. 1 показано зміну S-кривих [6].

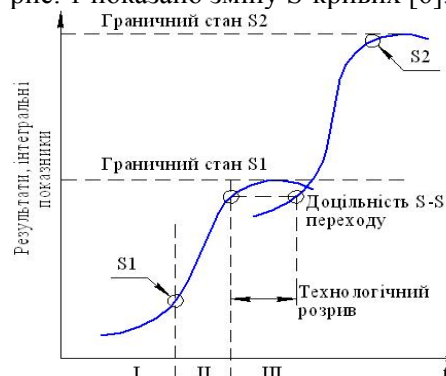


Рис.1. Логістична крива розвитку систем

Лінія життя будь-якої системи, що розвивається, показує, що спочатку віддача від її існування мала, витрати (чинники розплати) великі - це відповідає першому етапу розвитку; потім віддача різко зростає при досить скромних витратах - це відповідає другому етапу розвитку; потім досягає межі і надалі не залежить від фінансових впливів.

Поблизу граничних станів, щонайменше поліпшення результату стає надзвичайно важким і дорогим та вима-

гає максимальної енергії і розуму.

Тут виходом з положення є не "дожимання" системи S1, а перехід на нову S - криву. Виявляється, що в житті підприємства немає відповідальнішого моменту, ніж перехід з однією S - кривої на іншу. На Заході його називають технологічним розривом [6], що означає перехід однієї групи технологій до іншої. На основі змін базових технологій, що супроводжуються виникненням промислових революцій виникла теорія технологічних укладів, що дозволяє прослідкувати науково-технічний прогрес.

Отже, розвиток базових (радикальних) технологій є одним з основних чинників економічного зростання. Нові технології, технологічні *ноу-хау*, нові продукти, динамічна поведінка споживачів створюють нові ринки, нові сфери конкуренції стимулюють «традиційні» галузі, забезпечують появу нових ресурсів, створюють нову ситуацію для розвитку суспільства [4], а це потребує відповідних підходів в управлінні життєвим циклом підприємства за допомогою інноваційних заходів.

Викладене зумовлює розгляд сутності поняття «управління життєвим циклом організації» і аналіз цілей управління на стадіях життєвого циклу підприємства. За словами В. Чайковської [7], під системою управління життєвим циклом підприємства, розуміють «організацію безперервного функціонування підприємства у плінні життєвого циклу, тобто з моменту зародження до ліквідації, реорганізації чи реформування».

Натомість, Е. Глухова [1] розуміє під управлінням життєвим циклом його продовження або скорочення шляхом внесення змін у товарну, збутову, цінову, комунікаційну стратегії.

Прийняття рішення щодо продовження або скорочення життєвого циклу залежить від цілей підприємства.

Більшість з науковців детально розглядають кожен етап і наводять характерні їй ознаки, проте в окремих працях зазначено лише перелік стадій життєвого циклу організації і не показано як відбувається механізм розвитку кожної стадії життєвого циклу, відсутня методологічна база управління розвитком кожної стадії тощо.

Однак, зазначимо, що, наприклад, І. Бланк не тільки виділяє стадії життєвого циклу організації, але й пропонує розглядати особливості фінансової діяльності підприємств, що перебувають на різних стадіях життєвого циклу і визначає різні рівні інвестиційних потреб, а, відповідно, різні темпи приросту загального обсягу фінансових ресурсів; різні можливості залучення позиченого капіталу; рівні диверсифікації фінансових операцій; рівні фінансового ризику [3].

Даний підхід дозволяє за допомогою обсягів фінансових ресурсів управляти розвитком підприємства на різних стадіях життєвого циклу підприємства.

Аналіз характеристик стадій розвитку підприємства зумовлює формування цілей на кожному етапі. Заслуговує увагу, характеристика цілей управління на кожному етапі життєвого циклу підприємства, що представлено в табл.1 [3].

Аналіз табл. 1 показав, що кожний етап розвитку підприємства характеризується особливостями, що зумовлюють формування конкретних цілей, згідно яких організація поступово реалізує свою місію. Крім того, можна планувати управлінські рішення на кожній стадії життєвого циклу підприємства і формувати методологічну базу для управління життєвим циклом підприємств.

Таблиця 1

Менеджмент на різних стадіях життєвого циклу підприємства

Назва етапу	Цілі управління
Зародження	Початок формування стратегічного потенціалу підприємства, головна ціль - виживання на ринку, організація праці - спрямованість на максимізацію прибутку, основне завдання - вихід на ринок, перше поєднання складових виробничого процесу, подолання бар'єрів "входу"
Прискорення росту	Головна ціль - короткостроковий прибуток та прискорене зростання, основне завдання - закріплення ринку, організація праці спрямована на планування прибутку та розробку механізму стимулювання, підвищення ступеня агресивності конкурентної стратегії підприємства, виникнення системи зв'язків виробничого процесу
Уповільнення росту	Головна ціль - систематичний, збалансований ріст та формування індивідуального іміджу, основне завдання - ріст різними напрямками технологічного процесу, підвищення рівня організації праці, повне подолання бар'єрів "входу", закінчення формування кадрової підсистеми, початок оновлення технічної бази, тенденція загального зниження рентабельності

Зрілість	Найвищий рівень розвитку підприємства, висока продуктивність використання ресурсів (Паретто-ефективність); головна ціль - забезпечення стабільності, збереження досягнутого рівня розвитку на найдовший відрізок часу; вибір оптимальної системи стосунків; початок реорганізації основних ланок технологічного процесу та основних підсистем підприємства
Занепад	Головна ціль - забезпечення оновлення всіх функцій підприємства, ріст забезпечується за рахунок колективізму; основне завдання - омолодження, в галузі організації праці - впровадження найсучасніших досягнень НТП

Особливу увагу слід приділяти стадії зрілості як найвищому рівні розвитку підприємства. Зберегти досягнутий рівень розвитку, в умовах конкуренції та постійних змінах в ринковому середовищі, задача досить складна. На даному етапі потрібно здійснювати постійний аналіз зовнішнього середовища, порівнювати з виробничими можливостями і відповідно постійно корегувати цілі підприємства. Крім того, при формуванні цілей підприємства необхідно враховувати специфіку виробництва продукції, що в різних галузях мають свої особливості. Цікаво розглянути специфіку виробництва підприємств, що розташовані у Криворізькому регіоні, наприклад підприємства гірничорудної промисловості та підприємства легкої промисловості. Гірничорудні підприємства представляють собою найбільші промислові об'єкти, що об'єднують велику кількість виробничих підрозділів і величезну кількість технічних і людських ресурсів. Підприємства легкої промисловості вважаються супутніми підприємствами, що були побудовані для балансування демографічної зайнятості населення. Основне виробництво гірничорудних підприємств полягає у видобутку корисних копалин і виробничий процес прямо залежить від природних умов (гірничо-геологічних, гідрогеологічних, метеорологічних, характеру рельєфу тощо). Великі масштаби (об'єми) виробництва обумовлюють наявність значного числа об'єктів управління (до декількох сотень), які в процесі роботи пов'язані між собою, потребують їх взаємної координації у часі і просторі. При цьому виробничі зв'язки між об'єктами різноманітні: разом з послідовно працюючими технологічними ланками існує велика кількість однотипних елементів, працюючих паралельно і в різних комбінаціях. Наявність техніки, різнотипних технологічних процесів; неоднаковий рівень їх механізації і організації потребують різних методів і засобів в управлінні підприємством.

Життєвий цикл таких підприємств буде залежати не тільки від достатності обсягів корисних копалин, що знаходяться в надрах землі, але й від ефективного управління видобутком сировини. Оскільки існує обмеженість ресурсів в кар'єрах і шахтах, то для підтримки стабільного функціонування підприємства своєчасно проводять інноваційні заходи, що дозволяють не переривати виробничий цикл підприємства.

Специфіка підприємств легкої промисловості полягає у гнучкості пристосування до змін попиту. Це пов'язано з тим, що розвиток зазначених підприємств тісно пов'язаний із розвитком системи «продукт». При цьому динаміка розвитку системи «продукт» виражається через послідовну зміну її структури, яка існує лише при визначених умовах в часовому аспекті.

Аналогічний підхід може бути використаний при розробці стратегії розвитку підприємства в цілому, так як будь-який суб'єкт господарювання представляє себе на ринку через товар.

Можна сказати, що успіх підприємства на ринку залежить від величини попиту на його товар. Отже, «максимальна відповідність структури товарного асортименту структурі попиту на ринку визначає ступінь адаптації підприємства до умов функціонування і забезпечує його розвиток» [5].

Якщо ж підприємство є однопродуктним, тобто випускає лише один товар, то, однозначно, можна констатувати повну ідентичність життєвих циклів даного підприємства та цього товару. Однак, в умовах конкурентного середовища та швидких темпів розвитку науково-технічного прогресу, тривалість життєвого циклу будь-якого товару є досить обмеженою.

Для зменшення залежності життєвого циклу підприємства від життєвого циклу товарів, що випускаються ним, а також мінімізації пов'язаних з цим ризиків, здійснюють диверсифікацію продуктового портфеля підприємства, поєднуючи виробництво товарів, що знаходяться на різних стадіях життєвого циклу, постійно оновлюючи і розширюючи товарну номенклатуру [4].

Крім цього, важливу роль у диверсифікації продуктового портфеля відіграє його регулярне поповнення інноваційними продуктами, завдяки чому підприємство може не лише підтримувати на стійкому рівні існуючу частку ринку, а й досягти значних успіхів у її розширенні.

Своєчасне виведення на ринок нових товарів, які повинні замінити товари, що з певних причин втратили свою актуальність, підтримує життєдіяльність підприємства і тому його життєвий цикл більший, ніж окремих товарів, які воно випускає.

Досягнення рівноваги промислових підприємств - того обсягу виробництва, коли прибуток стає максимальним, - прямий шлях до переходу у нову якість. Не вирішення даної проблеми - рух у напрямі вмирання економічної організації.

Як правило, будь-яке промислове підприємство, зокрема підприємства легкої промисловості визначають свою діяльність на основі зростаючої частини кривої життєвого циклу, коли продаж продукції забезпечує підприємству стабільний прибуток, і за допомогою ефективного маркетингу досягається збереження такого становища за рахунок оновлення та диверсифікації асортименту продукції.

На жаль, за результатами досліджень, проведених в роботі [1], більшість вітчизняних промислових підприємств на сьогоднішній день знаходиться на рівні стагнації або низхідної частини кривої життєвого циклу, усіма силами чіпляючись за поточний асортимент, намагаючись витягти з свого становища максимальний прибуток.

Натомість, стратегія західних компаній абсолютно інша. Прийнята в них система маркетингу та НДДКР максимально орієнтована на створення нових хвиль життєвого циклу товару (ЖЦТ), за допомогою яких і відбувається завоювання частки ринку. При цьому ніхто не чекає, поки товар досягне нижньої точки ЖЦТ і перестане продаватися. Як тільки товар досяг вершини кривої ЖЦТ, і намітився спад, західна продукція знімається з виробництва.

Завдання НДДКР в даному випадку полягає в тому, щоб у підприємства в запасі завжди був новий товар, який зміг би замінити використану продукцію.

Узагальнюючи вищевикладене, можна сказати, що перехід підприємства на кожний етап свого розвитку супроводжується трансформацією цілей управління в залежності від специфіки виробництва. Процес трансформації відбувається в момент кризи (точці перелому) в розвитку підприємств.

Кризовим станом в розвитку системи можна назвати як перехід від стабільності до покращення, так і перехід від стабільності до погіршення. Це зумовлює формування підходів в управлінні його життєвим циклом.

Отже, аналіз специфіки виробництва дозволяє трактувати управління життєвим циклом підприємства як процес узгодження виробничих можливостей із зовнішніми чинниками розвитку підприємства з метою одержання певного економічного ефекту. Графічно вплив чинників представлено на рис. 2.



Рис. 2. Чинники впливу на управління життєвим циклом підприємства

***Систематизовано та доповнено автором на основі [5]*

Під виробничими можливостями слід розуміти здатність підприємства виробляти продукцію при повному використанні всіх наявних економічних ресурсів на основі застосування прогресивної технології, передових форм і методів організації праці та виробництва.

Зовнішні чинники це соціально-економічні умови, конкурентне середовище та

науково-технічний прогрес.

Отже, врахування впливу чинників ринкового середовища на формування життєвого циклу підприємства є головною передумовою його ринкової стійкості.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Розглянуті теоретичні питання визначення економічної сутності управління життєвим циклом підприємств з урахуванням трансформації цілей управління в залежності від специфіки виробництва дозволить керівникам обґрунтовувати управлінські рішення щодо досягнення стійкого розвитку підприємства на певних етапах його життєвого циклу.

Список літератури

1. Глухова Е.В. Концепция жизненных циклов: необходимо ли ее понимание и применение финансистами на российском рынке? / Е.В. Глухова // Корпоративные финансы, 2007. - № 4. - С. 111-117.
2. Мільнер Б.З. Теорія організації. / Б.З. Мільнер—М.: Инфра-м, 2001г.-345с.
3. Осовська Г.В. Життєвий цикл організації / Г.В Осовська., О.А. Осовський // Монографія. - К.: "Кондор", 2006.- 664 с
4. Поплавська Ж.В. Сутність життєвого циклу підприємств та фактори, що впливають на його формування / Ж.В. Поплавська, Т.В. Доненко // Науковий вісник. Збірник наукових праць. Вип. 18.8, 2008.— С. 169-174
5. Савіна Г.Г. Роль інновацій в життєвому циклі підприємства / Г.Г. Савіна, Е.В. Коровина // Актуальные проблемы экономики и менеджмента: теория, инновации и современная практика: монография/ под ред. Кузнецова Э.А. Харьков: Бурун Книга, 2012. - Книга 2.— С. 237-250
6. Трифилова А.А. Управление инновационным развитием предприятия. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 176 с.
7. Чайковська В.П. Оцінка сучасної системи ресурсозабезпечення підприємств машинобудівної галузі та шляхи її вдосконалення. / В.П. Чайковська // Електронне наукове фахове видання "Ефективна економіка". Рукопис подано до редакції 19.03.14

УДК 622.012.009.12

О.А. ТЕМЧЕНКО, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет

В.В. ВАПНІЧНА, канд. техн. наук, доц., НТУУ «Київський політехнічний університет»

Б.Ю. ГОЛОБОРОДЬКО, студент, Криворізький національний університет

**ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ
ГІРНИЧОВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ КРИВБАСУ**

Об'єктивна оцінка конкурентоспроможності інтегральними критеріями створить інформаційну базу для прийняття ефективних управлінських рішень на вітчизняних гірничодобувних підприємствах з урахуванням доцільності подальшого застосування відкритих гірничих робіт на глибоких залізрудних родовищах, що надасть можливість забезпечити економічну стабільність і сприятиме успішному розвитку національної економіки.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичним завданнями. Дослідження конкурентоспроможності гірничозбагачувальних підприємств є ключовим напрямом в забезпеченні перспектив успішного ведення подальшої діяльності, передумовою здобуття стійких конкурентних переваг в довгостроковому періоді, що залежать від об'єктивності та цілісності оцінки виробничих та ресурсних стратегій.

Аналіз досліджень та публікацій. Вагомий внесок у розробку проблем конкурентоспроможності підприємств внесли такі зарубіжні вчені: А. Сміт та Д. Рікардо, Дж. Міль, А. Маршалл, М. Портер. Щодо наукових розробок вітчизняних вчених, варто зазначити наукові праці Л.І. Донець, С.Б. Романишин, Л.П. Градова, З.Є. Шершньову, Е.А. Волкова та інші.

Аналіз роботи залізрудних підприємств й наукової літератури свідчать про низький рівень технологічного забезпечення конкурентоспроможності товарної продукції у порівнянні з закордонними аналогами.

Незважаючи на те, що в цьому напрямку проводяться теоретичні й практичні роботи, стосовно залізрудних кар'єрів гірничо-збагачувальних підприємств Кривбасу комплексні системні дослідження з проблеми оцінки ефективності застосування комплексів гірничотранспортного устаткування практично не виконувалися, що вказує на їх актуальність.

Постановка завдання. Основним завданням даної роботи є оцінка конкурентних позицій гірничо-збагачувальних підприємств Кривбасу (ПАТ «Центральний ГЗК», ПАТ «Північний ГЗК», ПАТ «Південний ГЗК», ПАТ «Інгулецький ГЗК») на ринку залізрудної сировини на основі використання інтегрального показника конкурентоспроможності.

Викладення матеріалу та результати. Згідно З.Є. Шершньової та С.В. Оборської, конкурентоспроможність підприємства - це рівень його компетенції відносно інших підприємств-конкурентів у нагромадженні та використанні виробничого потенціалу певної спрямованості, а також його окремих складових: технологічних ресурсів, менеджменту, навичок і знань персоналу, що впливають на якість продукції, прибутковість, продуктивність та

інші показники [1, С.7].

На думку Покропивного С.Ф. [2], конкурентоспроможністю підприємства є його здатність до ефективної господарської діяльності та забезпечення прибутковості в умовах конкурентного ринку, тобто, це здатність забезпечити випуск і реалізацію конкурентоспроможної продукції яка має будь-які переваги порівняно з продукцією інших товаровиробників залізорудної сировини.

Проте для підприємств ГМК, конкурентоспроможність підприємства доцільно визначати як узагальнюючу оцінку його конкурентних переваг у питаннях формування ресурсного потенціалу, якості задоволення споживчого попиту та досягнутої, за рахунок цього, ефективності функціонування господарчої системи на момент чи протягом періоду оцінювання.

Для оцінки конкурентоспроможності гірничозбагачувальних підприємств, що здійснюють видобуток і переробку залізної руди з окремого родовища, доцільно використовувати інтегральний показник ефективності застосування відкритих гірничих робіт (ПКВГР), відн. один

$$PK_{BGR} = TP \cdot \Phi P \cdot MP \cdot \frac{D}{KBП} \rightarrow \max, \quad (1)$$

де TP - трудорентабельність; ФР - фондорентабельність; МР - мінералорентабельність; Д - частка товарної продукції підприємства на ринку залізорудної сировини (ЗРС), відн. од.; KBП - коефіцієнт використання виробничої потужності підприємства, відн. од.

У якості критерію оцінки промислово-виробничого персоналу пропонується використовувати показник трудорентабельності (ТР)

$$TP_{ГЗК} = \frac{ТП}{ФОП} \times \frac{ВД}{C_{п-ФОП}}, \text{ відн. один.} \quad (2)$$

де ТП - обсяг товарної продукції для певного виду продукції (концентрат, агломерат, обкотиші), грн.; ФОП - відповідно фонд оплати праці промислово-виробничого персоналу гірничо-збагачувального комбінату, грн.; ВД - валовий дохід, грн.; C_р - собівартість видобутку руди у кар'єрі (без фонду оплати праці промислово-виробничого персоналу), грн.

Узагальнюючий показник ефективності використання виробничих фондів гірничовидобувного підприємства можна представити фондорентабельністю (ФР_{ГЗК})

$$\Phi P_{ГЗК} = \frac{ТП}{BP_{ГЗК}} \cdot \frac{ВД}{C_{п}}, \text{ віднодин} \quad (3)$$

де BP_{ГЗК} - первісна середньорічна вартість техніки ГЗК, грн.

З метою оцінки якісних характеристик залізорудної сировини певного гірничодобувного підприємства пропонується застосовувати показник мінералорентабельності (МР_{ГЗК}), який розраховується за формулою

$$MP_{ГЗК} = KK_{п} \cdot \frac{ВД}{C_{п}}, \text{ відн. один} \quad (4)$$

де ККТП, ККр - вміст корисного компоненту у товарній продукції ГЗК, відн. один.

Використовуючи наведені формули, визначимо інтегральний показник конкурентоспроможності гірничо-збагачувальних підприємств Кривбасу на основі товарної продукції (концентрату) за 2011 рік, з урахуванням даних табл. 1.

Таблиця 1

Розрахунок інтегрального показника конкурентоспроможності ГЗК Кривбасу за 2011 р.

Показники діяльності	Гірничозбагачувальні підприємства			
	ПАТ «ЦГЗК»	ПАТ «ІнГЗК»	ПАТ «ПівнГЗК»	ПАТ «ПівдГЗК»
Обсяг реалізації концентрату, тис. грн	3713186,44	14507915,7	3005443,5	8964591
Фонд оплати праці, тис. грн.	296628,8	331014,9	398044,3	401035,7
Середньорічна вартість ОЗ, тис. грн.	3223345	4361040	7352883	4001664
Вміст заліза у концентраті, %	68,25	65,36	66,31	65,58
Валовий прибуток, тис. грн.	3853027	10853798	9340029	7331042
Собівартість виготовленого концентрату, тис. грн.	3707803,42	14548145,9	2935163,2	8919127

Валовий дохід, тис. грн.	7385385	17102571	16696783	11697350
Частка на ринку залізорудної продукції, %	9,91	18,43	21,89	12,6
Коефіцієнт використання виробничої потужності, відн. од.	0,773	1,05797	0,7505	0,9916
Трудорентабельність	0,271	0,5272	0,4969	0,307
Мінералорентабельність	1,3594	0,7684	3,7721	0,8601
Фондорентабельність	1,1971	2,4819	1,3007	1,8413
Інтегральний показник конкурентоспроможності	0,0565	0,1751	0,7111	0,0618

Згідно до проведених розрахунків, можна зробити висновок, що найбільше значення трудорентабельності має ПАТ «ІнГЗК» - 0,5272, а найменше - ПАТ «ЦГЗК».

Щодо мінералорентабельності, то найбільше значення (3,7721) має ПАТ «ПівнГЗК», а найменше - ПАТ «ІнГЗК» (0,7684).

Щодо фондорентабельності, то її сукупне значення для аналізованих підприємств складає: ЦГЗК - 1,1971, ІнГЗК - 2,4819, ПівнГЗК - 1,3007, ПівдГЗК - 1,8413.

Вплив даних показників на оцінку конкурентоспроможності проявляється у значенні інтегрального показника ефективності діяльності гірничозбагачувальних підприємств Кривбасу, значення якого графічно зображені у вигляді рис. 1.

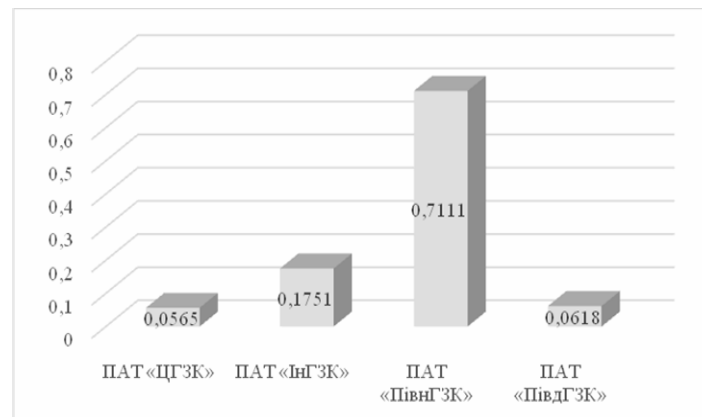


Рис.1. Значення інтегрального показника ефективності діяльності ГЗК Кривбасу за 2011 р.

Згідно ранжування складових інтегрального показника конкурентоспроможності (табл. 2), перспективними напрямками діяльності для ПАТ «ІнГЗК» є покращення значення мінералорентабельності, що дозволить підвищити конкурентоспроможність та ефективність своєї діяльності. ПАТ «ПівнГЗК» необхідно звернути увагу на використання основних виробничих фондів, адже значення показника фондорентабельності є нижчим від середнього рівня інших показників.

Для ПАТ «ЦГЗК» та ПАТ «ПівдГЗК» складно визначити один перспективний напрямок вдосконалення, адже підприємства не є лідерами в жодному з наведених аспектів.

Таблиця 2

Таблиця ранжування гірничо-збагачувальних підприємств Кривбасу

Показник	ПАТ «ЦГЗК»	ПАТ «ІнГЗК»	ПАТ «ПівнГЗК»	ПАТ «ПівдГЗК»
Трудорентабельність	4	1	2	3
Мінералорентабельність	2	4	1	3
Фондорентабельність	4	1	3	2

Результати розрахунків інтегрального показника конкурентоспроможності дозволяють визначити оптимальний варіант застосування комплексу гірничотранспортного устаткування на глибоких залізорудних кар'єрах окремих ГЗК, що дозволить підвищити ефективність гірничого

виробництва в найближчій перспективі (табл. 3).

Таблиця 3

Оптимальні варіанти поєднання гірничого устаткування по технологічним процесам видобутку і переробки залізорудної сировини на ГЗК

Тип операції	Буровибухові роботи	Екскавація	Транспортування	Дроблення
ПАТ «ІнГЗК»	СБШ-250 МНА	Hitachi EX 2500-6	САТ-785С	ККД 1500/180
ПАТ «ПівдГЗК»	СБШ-250 МНА	ЕКГ-8І	БілА3-75131**	ККД 1500/180
ПАТ «ПівнГЗК»	Atlas Copco ROC-L8*	Hitachi EX 3600-7	БілА3-75131	ККД 1500/180
ПАТ «ЦГЗК»	СБШ-250 МНА	ЕКГ-8І	ТЕМ 2	ККД 1500/180

*та ** - устаткування використовується для певних робіт: відповідно заоткоска укосів уступів та транспортування гірничої маси (сирої руди) на нижніх горизонтах кар'єра.

Дана таблиця характеризує оптимальність використання гірничого устаткування з економічної точки зору, проте вона не враховує особливості технологічних процесів. Так, при транспортуванні руди на глибоких горизонтах кар'єру ПАТ «ПівдГЗК» доцільно використовувати БілА3-75131, проте їх використання на всіх етапах транспортування неможливе, що викликано специфікою розробки родовища з використанням залізничного транспорту, зокрема, електровозів та тягових думпкарів. Щодо станка Atlas Copco ROC-L8, то він використовується переважно при бурінні контуруутворюючих свердловин, а основна частина бурових робіт виконується СБШ-250 МНА-32.

Існуюча тенденція оптимального поєднання гірничотранспортного устаткування свідчить про те, що підприємства, які проводять активне оновлення основних виробничих засобів (ПАТ «ІнГЗК», ПАТ «ПівнГЗК»), мають значно кращі показники фондорентабельності на відповідних видах робіт. Разом з тим, на бурових роботах переважно використовують СБШ-250МНА, адже використання іноземного устаткування Atlas Copco потребує значних капіталовкладень для їх придбання, що, враховуючи обмежені фінансові можливості більшості вітчизняних гірничорудних підприємств у найближчій перспективі є досить проблематичним. Аналогічна ситуація характерна і для екскавації, де використання Hitachi EX 2500-5 є найбільш рентабельним. Дана ситуація є доказом того, що підприємствам ГМК України необхідно сприяти оновленню гірничого обладнання та зменшувати відсоток зносу основних засобів, який у середньому досягає 70 %.

Проте варто зауважити, що переоцінка вартості основних засобів на гірничозбагачувальних підприємствах не дозволяє в повній мірі здійснити об'єктивний аналіз ступеню їх зносу. Це зумовлює виключну увагу до необхідності оцінювання технічних ресурсів з позицій лише кількісної, а не якісної складової: коефіцієнту прогресивності технічних ресурсів, частки устаткування, що відповідає світовим аналогам, середній строк його експлуатації. Вітчизняні гірничозбагачувальні підприємства значно відстають від світових лідерів з виробництва залізорудної сировини, що викликано не лише зношеністю основних засобів, а й існуючим рівнем техніко-технологічної складової та недостатньою інноваційністю гірничого виробництва.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Проведені дослідження і отримані результати щодо визначення ефективності застосування комплексів гірничотранспортного устаткування на гірничо-збагачувальних комбінатах підтверджують їх об'єктивну необхідність і повинні використовуватись при формуванні конкурентоспроможної відкритої гірничої технології при подальшому її застосуванні.

Подальші дослідження доцільно продовжувати в напрямку удосконалення методики визначення конкурентоспроможності підприємств ГМК України та можливого застосування інтегрального показника конкурентоспроможності на прикладі інших видів товарної продукції та галузей промисловості.

Список літератури

1. Шершньова З. Є. Стратегічне управління / З. Є. Шершньова, С.В. Оборська [Підручник]. — 2-ге вид., перероб. і доп. — К.: КНЕУ, 2004. — 699 с.

2. Економіка підприємства: Підручник / За заг. ред. С.Ф. Покропивного. — Вид. 3-тє, без змін. — К.:КНЕУ, 2006. — 528 с.

Рукопис подано до редакції 19.03.14

УДК 519.876.5

В.В. КОНОНЕНКО, канд. техн. наук, доц., Р.О. РЕШОТКА, студент
А.В. КОНОНЕНКО, студентка, Криворізький національний університет

СИСТЕМНО-ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ТА МІНІМІЗАЦІЇ ВИТРАТ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПРОЕКТУ ПОГЛИБЛЕННЯ ШАХТНИХ СТОЛІВ

Запропоновано системно-динамічну модель оптимізації параметрів проведення поглиблювальних робіт на рудних та вугільних шахтах. Застосовано динамічний метод оцінки інвестиційних рішень у сфері поглиблення стволів шахт на основі компаундування вартості витрат на проект з поглиблення. Обґрунтовано доцільність застосування побудованої моделі для оптимізації темпів проведення поглиблювальних робіт з метою мінімізації передбачуваної вартості витрат інвестиційного проекту.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Заходи, що пов'язані з підготовкою нових горизонтів на рудних та вугільних шахтах, закономірно вважаються ключовою передумовою підтримання виробничої потужності діючого видобувного підприємства. Початкова висота вертикального ствола (стовбура) шахти, закладеного при її будівництві, зазвичай визначається виходячи з глибини залягання верхніх горизонтів, по мірі відпрацювання яких з'являється необхідність у проведенні поглиблювальних робіт з ціллю досягнення і подальшого опрацювання нових горизонтів.

Зважаючи на високий рівень трудомісткості зазначеного комплексу робіт, а також співвідношення необхідних для його реалізації витрат до наявних фінансових ресурсів підприємства, інвестиційні проекти, пов'язані з необхідністю поглиблювальних робіт, можна віднести до категорії великих, тобто таких, що мають стратегічний характер і принципове значення для самого підприємства. Подібні проекти затверджуються вищим керівництвом і реалізуються як середньо- або довгострокові. Становлячи менше 20% від загальної кількості інвестиційних проектів підприємства, їх вартість, відповідно до принципу Парето, може сягати до 80% фінансових ресурсів [1].

Виходячи з цього, актуальним практичним завданням залишається обґрунтування темпів проведення робіт з поглиблення шахтних стволів з ціллю мінімізації сукупної вартості інвестиційного проекту, пов'язаного з їх реалізацією.

Аналіз досліджень і публікацій. Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Питанням оптимізації параметрів ведення робіт з поглиблення шахтних стволів для забезпечення їх ефективності присвячені роботи вітчизняних та зарубіжних науковців: О.М. Задорожного, Ю.О. Веселова, Г.С. Веселовського, В.М. Серебрянникова, К.Ю. Пасіченка та інших. Так, зокрема, в роботі К.Ю. Пасіченка та ін. [2] обґрунтовано найбільш перспективні технологічні схеми поглиблення шахтних стволів, у працях проф. М.М. Покровського [3-4] здійснено аналіз швидкості проходки ствола та чинників її підвищення, частково враховано вартісні аспекти проведення комплексу робіт, що розглядається, та здійснено обширне дослідження особливостей проектування стволів. Дослідження проф. О.М. Задорожного та ін. [5-6] містять розрахункові формули для обчислення швидкостей робіт на стадії проектування, а також, пропозиції щодо оптимізації зазначених робіт за критерієм «вартість». У роботі О.М. Задорожного та Ю.О. Веселова [7] запропонована методика визначення тривалості видів робіт та прохідницьких операцій при поглибленні ствола та проаналізовані резерви її зменшення. Виходячи з цього, можна констатувати недостатню пропрацьованість вартісного аспекту при оптимізації параметрів ведення робіт з поглиблення. Існуючі підходи не передбачають застосування компаундування (операція, зворотна до дисконтування) для забезпечення співставлення теперішньої вартості проекту та очікуваної його вартості в майбутньому, що не відповідає вимогам обґрунтованості вартісного аналізу.

Новизна. Методологічне та загальнонаукове значення. Новизна даного дослідження полягає в застосуванні системно-динамічного підходу для імітаційного моделювання комплексу робіт з поглиблення ствола шахти, що дозволяє здійснити пошук оптимальних значень параметрів поглиблення ствола програмними засобами системно-динамічного моделювання при забезпеченні мінімізації інвестиційних витрат на основі генетичних алгоритмів, загальна

практика використання яких показала високий ступінь гнучкості та ефективності. При цьому, запропонована схема поступового фінансування робіт передбачає використання динамічних методів оцінки вартості проекту виходячи з припущення, що значний вплив на вибір альтернативних інвестиційних проектів здійснюють витрати певних розмірів, які можливо передбачати, відносячи їх до певних термінів.

Викладення основного матеріалу. Системно-динамічний підхід у дослідженні систем, застосований в даній роботі з метою побудови моделі оптимізації темпів поглиблення шахтних стволів з проведенням вартісного аналізу, був запропонований американським вченим Дж. Форрестером. Як один з видів імітаційного моделювання, цей підхід дозволяє проводити експериментальні дослідження над змодельованими системами-аналогами в тих випадках, коли натурні експерименти над ними є небажаними або неможливими. Як зазначено в результатах дослідження О. Яригіна [8], ця та інші визначні особливості обумовили широке застосування системно-динамічного моделювання в управлінні стратегією американських та європейських підприємств. Говорячи про перспективи застосування імітаційного моделювання, варто згадати й про його недоліки. Скористаємося для цього результатами досліджень [9-10] та узагальнимо деякі з них у вигляді переліку:

- відсутність добре структурованих принципів побудови моделей;
- складність аналізу та осмислення результатів, отриманих в результаті моделювання;
- складність визначення ступеня адекватності моделі.

Зважаючи на зміст деяких недоліків імітаційного моделювання, вважаємо за необхідне відмітити евристичний характер його результатів.

Враховуючи, що підготовка нового горизонту потребує значної кількості часу, а відпрацювання запасів на горизонті здійснюється за невеликий строк, практично, поглиблення стволів повинно здійснюватися майже постійно (з невеликими перервами).

При моделюванні приймають, що термін поглиблення ствола T_{Π} має бути меншим ніж половина терміну відпрацювання вище лежачих горизонтів T_B (1), міс.

$$T_B = 12h/v_{oc} \quad (1)$$

де h – висота поверху відпрацювання, м; v_{oc} – темп річного пониження очисних робіт, м/рік.

Директивна тривалість поглиблення ствола визначається відношенням (2), міс.

$$T_{\Pi} \leq 6h/v_{oc}. \quad (2)$$

Тривалість усього терміну поглиблення ствола T_{Π} з певним рівнем умовності можна поділити на 2 етапи: тривалість комплексу підготовчих робіт t_o і тривалість комплексу поглиблювальних робіт.

Останній етап в свою чергу ділиться на тривалість проходки поглиблюваної частини ствола t_1 , тривалість проходки прилягаючих до ствола виробок t_2 та тривалість армування ствола t_3 .

Зважаючи на існуючу практику, величину тривалості виконання комплексу підготовчих робіт (3) приймають рівною 35-50% усієї тривалості поглиблення ствола T_{Π} , міс.

$$t_o = T_{\Pi} \cdot k_o, \quad (3)$$

де k_o – коефіцієнт, що враховує частку тривалості комплексу підготовчих робіт в загальній тривалості поглиблення ствола (4)

$$k_o = 0.35 \div 0.5. \quad (4)$$

Запропонована модель здійснює пошук оптимальних значень швидкостей виконання робіт і коефіцієнта k_o виходячи з критерію мінімізації вартості проекту C при дотриманні умов (5)

$$\begin{cases} v_{1\min} \leq v_1 \leq v_{1\max} \\ v_{2\min} \leq v_2 \leq v_{2\max} \\ v_{3\min} \leq v_3 \leq v_{3\max} \\ T_{\Pi}(1 - k_o) = V_1/v_1 + V_2/v_2 + V_3/v_3, \end{cases} \quad (5)$$

де V_1 – загальний обсяг виконання робіт з проходки ствола, м; V_2 – загальний обсяг виконання робіт з проходки прилягаючих виробок, м³; V_3 – загальний обсяг виконання робіт з армування ствола, м; v_1 – технічна швидкість проходки ствола, м/міс; v_2 – технічна швидкість проходки прилягаючих до ствола виробок, м³/міс; v_3 – технічна швидкість виконання армування ствола,

м/міс; v_{1min} , v_{2min} , v_{3min} – мінімальні швидкості ведення робіт з проходки ствола, прилягаючих до ствола виробок та армування ствола відповідно; v_{1max} , v_{2max} , v_{3max} – максимальні швидкості ведення робіт з проходки ствола, прилягаючих до ствола виробок та армування ствола відповідно;

Виконаємо заміну змінних для лінеаризації обмежень.

$$V_1/v_1 = t_1, V_2/v_2 = t_2, V_3/v_3 = t_3.$$

В результаті заміни змінних система обмежень приймає вигляд (6)

$$\begin{cases} t_1 + t_2 + t_3 - T_{II}(1 - k_o) = 0 \\ t_i^{\min} \leq t_i \leq t_i^{\max}. \end{cases} \quad (6)$$

Діаграма побудованої моделі показана на рис. 1.

Сутнісний зміст елементів базової структури будь-якої системно-динамічної моделі і тлумачення графічних об'єктів діаграм подані в [11].

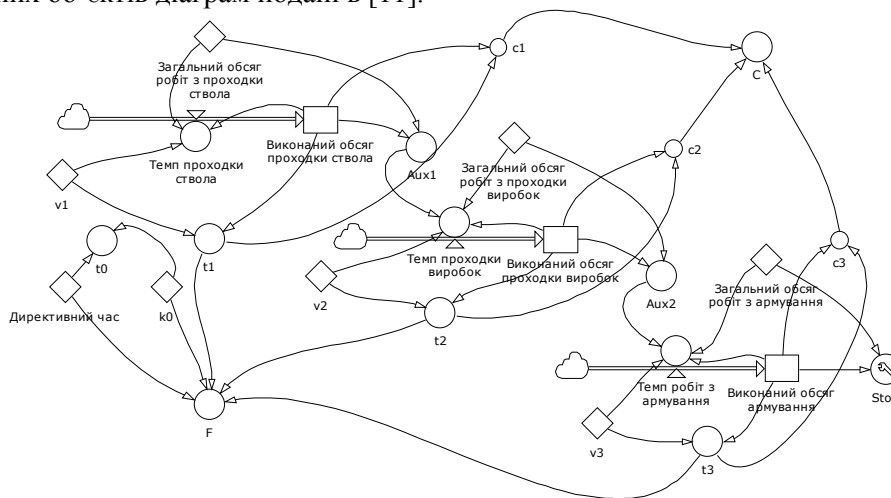


Рис. 1. Діаграма системно-динамічної моделі оптимізації темпів проведення поглиблювальних робіт з мінімізацією вартості проекту

Запишемо рівняння моделі мовою системно-динамічного імітаційного моделювання:

```

init «Виконаний обсяг проходки ствола» = 0
flow «Виконаний обсяг проходки ствола» = +dt*(«Темп проходки ствола»)
unit «Виконаний обсяг проходки ствола» = m
init «Виконаний обсяг проходки виробок» = 0
flow «Виконаний обсяг проходки виробок» = +dt*(«Темп проходки виробок»)
unit «Виконаний обсяг проходки виробок» = m^3
init «Виконаний обсяг армування» = 0
flow «Виконаний обсяг армування» = +dt*(«Темп робіт з армування»)
unit «Виконаний обсяг армування» = m
aux «Темп проходки ствола» = IF('Виконаний обсяг проходки ствола' < 'Загальний обсяг робіт з проходки ствола'; v1; 0 << m/day >>)
unit «Темп проходки ствола» = m/day
aux «Темп проходки виробок» = IF('Виконаний обсяг проходки виробок' < 'Загальний обсяг робіт з проходки виробок'; v2 * Aux1; 0 << m^3/day >>)
unit «Темп проходки виробок» = m^3/day
aux «Темп робіт з армування» = IF('Виконаний обсяг армування' < 'Загальний обсяг робіт з армування'; v3 * Aux2; 0 << m/day >>)
unit «Темп робіт з армування» = m/day
aux Aux1 = IF('Виконаний обсяг проходки ствола' >= 'Загальний обсяг робіт з проходки ствола'; 1; 0)
aux Aux2 = IF('Виконаний обсяг проходки виробок' >= 'Загальний обсяг робіт з проходки виробок'; 1; 0)
aux t1 = 'Виконаний обсяг проходки ствола' / v1

```

```

doc t1 = 'Тривалість виконання робіт з проходки ствола'
unit t1 = day
aux t0 = 'Директивний час'*k0
doc t0 = 'Тривалість виконання комплексу підготовчих робіт'
aux Stop = STOPIF('Виконаний обсяг армування'>='Загальний обсяг робіт з армування')
doc Stop = 'Елемент управління зупинкою імітації'
aux F = t1+t2+t3-'Директивний час'*(1-k0)
doc F = 'Змінна для забезпечення виконання лінійної системи обмежень' (6)
unit F = day
aux c1 = ('Виконаний обсяг проходки ствола'*106,79<<UAH/m>>)*((1+0,00049863)
doc c1 = 'Витрати на виконання робіт з проходки поглиблюваної частини ствола при річній
дисконтній ставці в 18,2% та умовній вартості проходки 1 метра ствола 106,79 грн'
unit c1 = UAH
aux C = c1+c2+c3
doc C = 'Витрати проекту при дисконтній ставці в 18,2% та умовних вартостях робіт'
unit C = UAH

```

Суть імітації полягає в тому, що на кожному кроці значення рівні збільшуються відповідно до величин темпів вхідних потоків («Темп проходки ствола», «Темп проходки виробок», «Темп робіт з армування»), які в свою чергу залежать від технічних темпів виконання робіт (v_1 , v_2 , v_3).

Рівні відображають виконані на кожному кроці імітації обсяги робіт з проходки ствола, проходки виробок та армування ствола відповідно.

Після того, як виконано весь обсяг робіт з проходки ствола, модель переходить до виконання проходки виробок, потім – до армування.

Виконання цієї послідовності забезпечуються з допомогою змінних Aux1 і Aux2, в яких реалізовані умовні оператори IF.

Після виконання усього обсягу робіт з армування модель автоматично припиняє імітацію завдяки елементу управління імітацією Stop.

Вартісний аналіз здійснюється шляхом приведення вартості виконання кожного виду робіт у відповідності з поточним кроком імітації та виконаним об'ємом робіт.

Подібна методика, що наведена в джерелах [1,12], дозволяє уникнути деяких недоліків оцінки вартості інвестиційних проектів на основі статичних методів.

Критичний аналіз статичних методів оцінки інвестиційних рішень, проведений В.К. Галіциним та ін. в [12].

Використання динамічних методів оцінки інвестиційних рішень із застосуванням системно-динамічного моделювання надає можливість отримати передбачувану вартість витрат проекту на кожен момент його проведення з відображенням у графічній формі (див. рис. 2-4).

Згідно з умовними позначеннями, змінні c_1 , c_2 , c_3 і C акумулюють передбачувану вартість виконання проходки ствола, виробок, армування та всього проекту відповідно.

Для вищої точності розрахунку тривалості виконання робіт, кроком імітації в моделі прийнято 1 день.

Після проведеної оптимізації на контрольному прикладі з умовними даними програма видає оптимальні значення, представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Оптимальні значення змінних моделі

Змінна	Мінімальна межа	Максимальна межа	Оптимальні значення
k_0	0.35	0.5	0,406
v_1	50	60	56,16
v_2	120	150	149,58
v_3	70	120	102,39

Результати прогону моделі для оптимальних значень, побудовані за допомогою інструменту «Часовий графік», містяться на рис. 2. Загальна компаундована вартість проекту станом на останній період його реалізації (466 день) складає 286890 грн.

При введенні даних, які задовольняють умовам (6), але не передбачають мінімізації вартості за генетичними алгоритмами ($k_0 = 0,41$; $v_1 = 54,69$ м/міс; $v_2 = 145,35$ м³/міс; $v_3 = 103,2$ м/міс), система показує результат, зображений на рис. 3.

Загальна вартість проекту при цьому складатиме 288343 грн (на 1453 грн більше ніж при здійсненні мінімізації вартості за генетичними алгоритмами). Орієнтована тривалість проекту, при цьому, зростає на 12 днів.

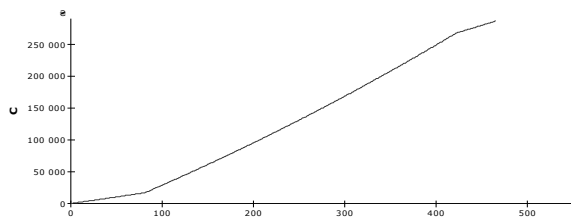


Рис. 2. Зміна вартості проекту в умовах оптимальних значень параметрів k_0 , v_1 , v_2 , v_3

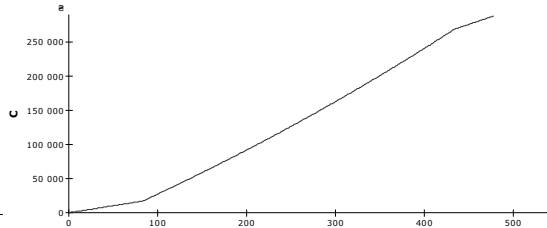


Рис. 3. Зміна вартості проекту в часі при значеннях k_0 , v_1 , v_2 , v_3 , що згенеровані при забезпеченні обмежень (6), та без мінімізації C

На рис. 4 показано результати імітації для довільних значень параметрів ($k_0 = 0,4$; $v_1 = 50$ м/міс; $v_2 = 120$ м³/міс; $v_3 = 70$ м/міс).

За таких умов значення C складає 297881 грн (що на 10991 грн перевищує результат першого прогону моделі, показаного на рис. 1).

Орієнтована тривалість реалізації проекту зросла у порівнянні з першою імітацією на 114 днів.

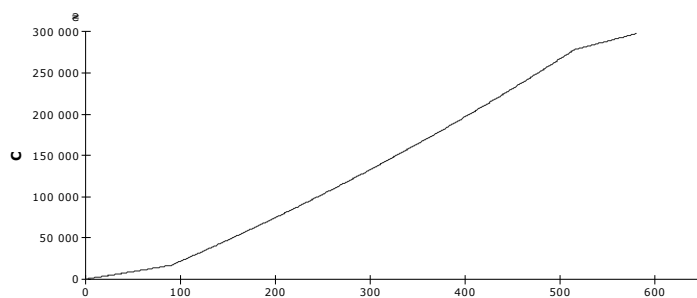


Рис. 4. Зміна вартості проекту в часі при довільних значеннях параметрів

Висновки. Отже, використання запропонованого підходу дозволяє забезпечити економію фінансових ресурсів та оптимізацію тривалості проекту, про що свідчать результати імітації роботи системи для різних

початкових умов.

Перспективи наведених результатів дослідження пов'язані з їх використанням при аналізі інвестиційних проектів поглиблення шахтних стволів рудних або вугільних шахт.

Зважаючи на зростаючий у суспільстві інтерес до проблем енергозбереження та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів, подальший аналіз практичного завдання оптимізації параметрів ведення поглиблювальних робіт може ґрунтуватись на розширенні кола оптимізаційних значень шляхом введення до моделі змінних, які позначають витрати підприємства на енергетичні ресурси, що використовуються в ході виконання всіх видів поглиблювальних робіт.

Список літератури

1. Пересада А.А. Проектне фінансування: [підручник] / Пересада А.А., Майорова Т.В., Ляхова О.О. – К.: КНЕУ, 2005. – 736 с.
2. Пасиченко К.Ю. Анализ технологических схем углубки стволов / К.Ю. Пасиченко, С.В. Борщевский, В.Ф. Формос // Наукові праці ДонНТУ. Серія «Гірничо-геологічна». – 2010. – №11. – С. 108-111.
3. Покровский Н.М. Проходка и углубка стволов шахт / Покровский Н.М. – М: Недра, 1967. – 244 с.
4. Покровский Н.М. Комплексы подземных горных выработок и сооружений: [учебн. пособие для вузов] / Покровский Н.М. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М: Недра, 1987. – 248 с.
5. Задорожний А.М. Обоснование оптимальных темпов ведения работ по углубке стволов при реконструкции шахт / А.М. Задорожний, В.В. Кононенко // Горный журнал. – 1992. – №7. – С. 45-48.
6. Задорожний А.М. Оптимизация работ по углубке вертикальных стволов по критерию «стоимость» / А.М. Задорожний, В.В. Кононенко, В.М. Серебрянников. – Кривой Рог, 1995. – 5 с. – Деп. в ГНТБ Украины 20.11.95. – № 1524-В95.
7. Веселов Ю.А. Углубка стволов шахт: [справочник] / Ю.А. Веселов, А.М. Задорожний. – М.: Недра, 1989. – 239 с.

8. Ярыгин О.Н. Изучение системной динамики как инструмент формирования компетентности менеджера и исследователя / О.Н. Ярыгин, Е.С.Роганов // Вектор науки ТГУ. Серия: Экономика и управление. – 2012. – №2. – С. 88-92.
9. Вітлінський В.В. Моделювання економіки: [навч. посібник] / Вітлінський В.В. – [2-е вид., без змін]. – К: КНЕУ, 2007. – 408 с.
10. Власов М.П. Моделирование экономических процессов: / М.П. Власов, П.Д. Шимко. – Ростов н/Д : Феникс, 2005. – 408 с.
11. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика) / Форрестер Дж. – М: «Прогресс», 1971. – 340 с.
12. Галіцин В.К. Моделі і методи оцінки інвестиційних проектів: [монографія] / Галіцин В.К., Суслів О.П., Кубрушко Ю.О. – К.: КНЕУ, 2005. – 168 с.

Рукопис подано до редакції 19.03.14

УДК 622.237:338.5

И.Е. ГРИГОРЬЕВ⁴, канд. техн. наук, доц., Криворожский национальный университет,
А.А. КИТОВ, аспирант, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЦИКЛИЧНОСТИ ЦЕН НА МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КАРЬЕРОВ

В работе исследовано влияние цикличности цен минеральных ресурсов на эффективность проектных решений при формировании рациональных вариантов ведения горных работ.

Проблема и ее связь с научными и практическими вопросами. Переход к рыночному укладу экономики, введение нового механизма хозяйствования в нашей стране, сокращение внутреннего спроса на минеральные ресурсы вследствие кризисных явлений, привели к необходимости повышения уровня конкурентоспособности украинских горнодобывающих предприятий.[1]

В рыночных условиях одним из наиболее влиятельных и неопределенных факторов для горных предприятий является цена на производимую продукцию. Именно изменение цен на минеральные ресурсы является ключевым фактором для определения наиболее рациональных вариантов развития горных работ при проектировании разработки месторождений полезных ископаемых. Этот фактор влияет не только на формирование дохода предприятия, но и обуславливает многие проектные технико-технологические решения.[2]

В связи с этим, для горнодобывающих предприятий возникает необходимость учета колебания цен на производимый минеральный ресурс. Учет колебания цен повысит эффективность проектных решений при определении рационального режима ведения горных работ.

Целью данной работы является исследование влияния изменения цены минеральных ресурсов на эффективность проектных решений при формировании рациональных вариантов ведения горных работ и повышения основных технико-экономических показателей проекта.

Анализ исследований и публикаций. Вопросам повышения эффективности работы горнодобывающих предприятий посвящено множество научных трудов, как зарубежных ученых – Ф. Котлера, Ф. А. Хайека[3], М. Портера, А. А. Томпсона[4], И. Ансоффа, Г. Асселя., так и отечественных - В. И. Герасимчука, И. Л. Решетниковой, А. Е. Воронковой, Ю. Ф. Ярошенка, Ю.Г. Вилкула, А. А. Азаряна[5], В. В. Перегудова, А. Е. Грицины, и множества других.

На основе проведенного анализа этих работ установлено, что данные исследования не учитывают влияние циклических колебаний, присущих экономике. Их существование было доказано достаточно давно. Результаты были изложены в трудах таких ученых как: Д. Китчин, С. Кузнец, К. Жугляр[6], Н.Д. Кондратьев[7], Ж.В. Форрестер, А. В. Коротаев, Л. Е. Гринин[8] и т.д.

В работах этих ученых под цикличностью понимается периодичность повторяющихся нарушений равновесия в экономической системе, ведущих к подъемам и спадам уровней экономической (деловой) активности в течение нескольких лет. Циклом называется промежуток времени между двумя одинаковыми состояниями экономической конъюнктуры.

Горнорудная промышленность также подвержена цикличности – так как цикличность в развитии экономики определяет уровень спроса и предложения на рынке, и как следствие приводит к изменению цен на производимые минеральные ресурсы.

На современном этапе развития экономики, в условиях, когда циклические колебания цен на минеральные ресурсы стали более значимы, существующие методики обоснования надежности и эффективности, принимаемых проектных решений, не учитывающие этот фактор, не дают требуемого результата. Необходима разработка новых подходов к формированию проектных решений для горных предприятий с целью повышению эффективности их работы, которые будут учитывать изменения цен на производимые минеральные ресурсы.

Изложение материала и результаты. Основной целью деятельности любого предприятия в рыночных условиях является производство продукции или предоставление услуг на условиях максимальной эффективности его работы - достижение максимально возможной прибыли.

Идеальным является такое положение, когда обеспечивается получение максимальной прибыли и более высокой рентабельности.

Расчет эффективности работы предприятия может быть представлен с помощью критерия дисконтированного потокового эффекта (NPV)

$$NPV = \sum_{i=1}^t \frac{D_i - Z_i}{(1+d)^i} - K \quad (1)$$

где D_i – доход от реализации в i -м году; Z_i – затраты в i -м году; K – капитальные инвестиции; t – количество лет дисконтирования; d – ставка дисконтирования.

В свою очередь доход от реализации в i -м году, где P_{ii} – рыночная цена на минеральный ресурс в i -м году; Q_i – объем производства минерального ресурса в i -м году.

Учитывая, что для горнодобывающего предприятия объем производства стремится к постоянному значению, основное влияние на формирование дохода оказывает цена реализации произведенных минеральных ресурсов.

В результате проведенного анализа цен на минеральные ресурсы с 1976 по 2010 год, выполненного в работе «Разработка экономико-математической модели ценообразования минерального сырья в рыночных условиях» [9] установлено, что в структуре своего формирования, они имеют устойчивый циклический характер.

Средняя продолжительность их цикла составляет 6-8 лет.

Эти циклы соответствуют среднесрочным циклам деловой активности, описанным Клементом Жюглярмом.

Так называемые циклы Жугляра имеют продолжительность от 6-и до 9-и лет, а в редких случаях они могут достигать 11 лет.

В данных циклах относительно четко выделяются два основных периода: период подъема и период спада.

Для циклов цен минеральных ресурсов такие периоды имеют следующие характеристики: период подъема длится 4-5 лет и характеризуется увеличением цены приблизительно на 115-130 % от начальной точки, период спада длится 1-3 года и характеризуется снижением цены приблизительно на 18-36% от максимальной точки.

Исходя из, проведенного выше анализа можно сделать вывод, что, принимая проектные решения в пределах цикла колебания цен на рынке минерального сырья, необходимо учитывать величину изменения цен.

Колебания цен на минеральное сырье необходимо рассматривать как независимый внешний фактор, имеющий переменный характер.

Учитывая цикличность цен на минеральные ресурсы, появляется возможность получить дополнительный доход путем рационального управления режимом горных работ.

Стоит отметить, что учет цикличности целесообразно применять для предприятий, производящих минеральные ресурсы с высокой добавленной стоимостью, имеющие высокую

амплитуду колебания цены.

Традиционный подход к расчету дисконтированного потокового эффекта предполагает для повышения эффективности - перенос затрат на более поздние периоды.

Однако, если рассматривать режим горных работ с учетом цикличности цен на минеральные ресурсы, то перенос затрат связанных со вскрышными работами не всегда является рациональным.

Предлагаемая идея в работе заключается в следующем.

Для предприятий ведущих добычу минерального сырья с высокой амплитудой колебания цен и добавленной стоимостью, затраты, связанные с извлечением вскрыши предлагается производить в периоды с минимальными рыночными ценами по ЖРС в цикле.

При этом, количество извлекаемой вскрыши больше необходимого.

В периоде с высокими ценами цикла количество добываемой руды увеличивается за счет ранее подготовленных к выемке запасов руды.

Высокие цены на руду обеспечивают получение значительного дополнительного дохода в данный период цикла.

Для этого: изменяется соотношение между добычей полезного ископаемого как формирующего доходы, и извлечением пустых пород как формирующего основную часть затрат.

При этом объем горной массы извлекаемой в год - не изменяется, не допуская снижения загрузки основных производственных фондов карьера.

В периоды спада цены - предприятию необходимо снижать производительность по полезному ископаемому, и увеличивать по извлечению вскрыши - таким образом, чтобы объем горной массы не изменялся. В период подъема цен на минеральные ресурсы, наоборот, увеличивается объем производства полезного ископаемого за счет снижения необходимости проведения вскрышных пород. Для недопущения отрицательной погодовой рентабельности предприятия – регулируемая часть производительности по руде составляет не более 15%.

Для предприятий с очень высокой амплитудой колебания рыночных цен и высокой стоимостью (золото, медь) этот показатель может быть изменен.

Для анализа влияния данного способа управления режимом горных работ на эффективность работы горнодобывающих предприятий, построена математическая модель, которая использовалась в расчете.

Рассчитаны технико-экономические показатели для условного железорудного карьера, близкого по техническим характеристикам к одному из ведущих карьеров Украины. Принятая годовая производственная мощность: по горной массе 114 млн т, из них по руде 30 млн т по вскрыше 84 млн т. Также предполагается, что 85% (25,5 млн т в год) объема добычи руды является постоянной частью, обусловленные долгосрочными контрактами на поставку.

Оставшиеся 15% руды - регулируемая часть (резерв) которым предприятие может свободно управлять.

Деятельность условного железорудного карьера рассмотрена на протяжении полного цикла колебания цен. Для расчета приняты Австралийские цены на железную руду в промежутке с 2007 по 2012 гг., приведенные в табл. 1. [10]

Таблица 1

Динамика цен на железную руду 64% Fe, долл.

Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Цена	78,68	128,60	108,92	168,53	136,46	128,87

Для расчета предложены три варианта ведения горных работ, исходя из наилучшего распределения во времени объемов извлечения пустых пород и руды с учетом цикличности колебания цен:

Вариант 1 – цикличность цен не учитываются. Годовые объемы производства не изменяются на протяжении всего периода цикла, и составляют: по руде 30 млн.т., по вскрыше 84 млн.т.

Вариант 2 – изменение объемов добычи полезного ископаемого осуществляется в процентном соотношении к колебаниям цен на рынке.

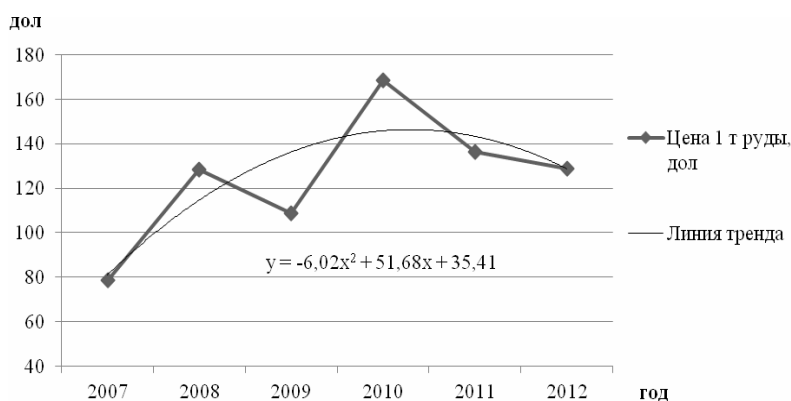


Рис 1. Динаміка цін на залізну руду 64% Fe, долл

Таблиця 2

Динаміка об'ємів виробництва по варіанту 2

Наименование показателей	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Всего
Годовая производительность по горной массе, тыс. т:	114 000				684 000		
Годовая производительность по руде, тыс. т:	25 500	30 349	28 437	34 227	31 112	30 375	180 000
постоянная часть	25 500				204 000		
регулируемая часть	0	4 849	2 937	8 727	5 612	4 875	27 000
Годовая производительность по вскрыше, тыс. т:	88 500	83 651	85 563	79 773	82 888	83 625	504 000
постоянная часть	79 773				478 638		
регулируемая часть	8 727	3 878	5 790	0	3 115	3 852	25 362

Вариант 3 – в рамках економічного циклу визначається сприятливий і несприятливий періоди.

В несприятливий період підприємство знижує обсяг виробництва руди до мінімально-можливого, в межах регульованої частини (15%).

При цьому збільшується обсяг извлечения вскрыши.

В сприятливий період – навпаки, вибираються запаси руди, не отработанные в предыдущем (несприятливий період), за счет снижения на соответствующий обсяг извлечения вскрыши (отработанной ранее).

Таблиця 3

Динаміка об'ємів виробництва по варіанту 3

Наименование показателей	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Всего
Годовая производительность по горной массе, тыс. т:	114 000						684 000
Годовая производительность по руде, тыс. т:	25 500	30 349	28 437	34 227	31 112	30 375	180 000
постоянная часть	25 500						204 000
регулируемая часть	0	0	0	9 000	9 000	9 000	27 000
Годовая производительность по вскрыше, тыс. т:	88 500	88 500	88 500	79 500	79 500	79 500	504 000
постоянная часть	79 500						477 000
регулируемая часть	9 000	9 000	9 000	0	0	0	27 000

Динаміка змінення об'ємів виробництва руди по варіантам представлена на рис. 2.

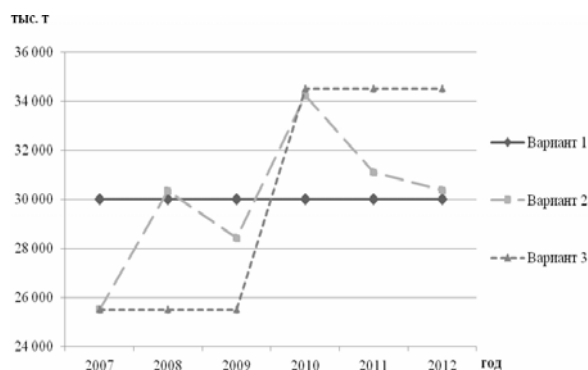


Рис. 2. Обсяги виробництва руди по варіантам

Для оцінки варіантів управління проектними ресурсами горнорудного підприємства в умовах економічних циклів розрахований показник NPV з урахуванням змін цін на кінцеву продукцію при ставці дисконта 4 і 10 %.

В розрахунок приймається, що себестоимость 1 т добычи руди и извлечения вскрыши изменяются пропорционально уровню цен на минеральный ресурс.

Сводные технико-экономические показатели по вариантам отображены в табл. 4.

Сводные основные технико-экономические показатели динамической оценки вариантов

Таблица 4

Показатели	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Суммарная производительность, тыс. т :			
по горной массе	684 000		
по руде	180 000		
по вскрыше	504 000		
Суммарные эксплуатационные затраты по добыче руды, млн долл	13 230,93	13 222,27	13 220,34
Средняя себестоимость 1 т руды с учетом вскрыши в цикле, долл/т:	73,51	73,46	73,45
Доход от реализации за цикл, млн долл	22 501,58	22 934,63	23 031,08
Валовая прибыль за цикл, млн долл	9 270,65	9 712,36	9 810,74
Рентабельность производства в цикле	70,1%	73,5%	74,2%
Дисконтированный потоковый эффект (NPV) при ставке дисконта 4%, млн долл	8 027,11	8 355,13	8 333,23
Дисконтированный потоковый эффект (NPV) при ставке дисконта 10%, млн долл	6 578,22	6 777,52	6 637,65

Варианты 2 и 3, учитывающие цикличность цен, имеют преимущество над вариантом 1, не учитывающим их цикличность. Это доказывает необходимость учета динамики колебания цены на производимую продукцию при установлении режима ведения горных работ.

Основываясь на критерии оценки NPV, наиболее высокие показатели за указанный период демонстрирует вариант 2, в котором изменение объемов добычи полезных ископаемых осуществляется в процентном соотношении к колебаниям их рыночных цен.

В табл. 5 проведено сравнение двух вариантов управления проектными ресурсами: вариант 1 - не учитывающий цикличность цен, и вариант 2 продемонстрировавший наилучшие результаты из учитывающих цикличность цен на минеральный ресурс.

Таблица 5

Отклонение экономических показателей динамической оценки между вариантами

Показатели	Вариант 1	Вариант 2	Отклонение	
			абс	%
Суммарные эксплуатационные затраты по добыче руды, млн долл	13 230,93	13 222,27	-8,66	-0,1%
Себестоимость 1 т руды с учетом вскрыши, долл/т:	73,51	73,46	-0,05	-0,1%
Доход от реализации, млн долл.	22 501,58	22 934,63	433,05	1,9%
Валовая прибыль, млн долл.	9 270,65	9 712,36	441,71	4,8%
Рентабельность производства, %	70,1%	73,5%	3,4%	
Дисконтированный потоковый эффект (NPV) при ставке дисконта 4%, млн долл.	8 027,11	8 355,13	328,02	4,1%
Дисконтированный потоковый эффект (NPV) при ставке дисконта 10%, млн долл.	6 578,22	6 777,52	199,30	3,0%

По результатам сравнения, приведенного в табл. 5 видно, что вариант 2, учитывающий цикличность цен, имеет преимущество по всем показателям над вариантом 1 (без учета цикличности цен).

В данных условиях дисконтированный потоковый эффект варианта 2 при ставке дисконта 4% выше на 4,1% (328,02 млн долл), и при ставке 10% на 3% (199,3 млн долл) за счет учета цикличности колебания цен на минеральное сырье при установлении режима ведения горных работ.

В случае увеличения регулируемой части добычи руды с 15% до 30 % – NPV в варианте 2 составит: при ставке дисконта 4% - 8 683,15 млн долл, и при ставке 10% - 6 976,82 млн долл.

Преимущество варианта 2, в сравнении с вариантом 1, обусловлено не только величиной дисконтированного потокового эффекта, но и увеличением рентабельности на 3,4%.

Выводы. На основании проведенного анализа влияния цикличности цен на минеральное сырье на эффективность проектных решений при определении рациональных вариантов ведения горных работ установлено следующее:

в рыночных условиях при планировании и проектировании ведения горных работ горнодобывающим предприятиям целесообразно учитывать цикличность цен при расчете эффективности работы на период цикла;

устанавливать режим ведения горных работ необходимо с учетом цикличности колебания цен на минеральный ресурс;

наиболее эффективным вариантом управления режимом ведения горных работ является пропорциональное изменение объемов добычи к колебаниям цены минерального ресурса на рынке.

Список литературы

1. Перегудов, В.В. Современное состояние и перспективы развития железорудной промышленности Украины / В.В. Перегудов, А.Е. Грицина, Б.Т. Драгун // Металлург. и горноруд. пром-сть – 2010. № 2. – С. 148–153.
2. Шевчук, Д.А. Ценообразование : учеб. пособие / Д.А. Шевчук. – М.: ГроссМедиа, 2008. – 240 с.
3. Хайек, Ф.А. фон, Дорога к рабству: Пер. с англ. / Предисл. Н.Я. Петракова. – М.: "Экономика", 1992. – 176 с.
4. Томпсон, А.А. Стратегический менеджмент. Искусство разработки и реализации стратегии / А.А.Томпсон, А.Дж. Стрикленд // 12-е изд., Пер. с англ. - М.: Изд. дом "Вильямс", 2006. – 928 с.
5. Вилкул, Ю. Г. Современное состояние проблемы оперативного контроля и управления качеством минерального сырья / Ю.Г. Вилкул, А.А. Азарян// Качество минерального сырья. Сб. научных трудов – Кривой Рог: Минерал, 2005. – С 11-23.
6. Des Crises commerciales et leur retour periodique en France, en Angleterre, et aux Etats-Unis. Paris: Guillaumin, 1862.
7. Кондратьев, Н. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. Избранные труды / Н. Кондратьев, Ю. Яковец, Л. Абалкин – М.: Экономика, 2002, – 768 с.
8. Гринин, Л. Е. Циклы, кризисы, ловушки современной Мир-Системы / Л.Е. Гринин, А.В. Коротаев – М.: Издательство ЛКИ, 2012. – 480 с.
9. Григорьев, И.Е. Розробка економіко-математичної моделі ціноутворення мінеральної сировини в ринкових умовах / И.Е. Григорьев, А.А. Китов // Качество минерального сырья. Сб. научных трудов – Кривой Рог: Октан-принт, 2011. – С.440-446.
10. Официальный сайт United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) [Режим доступа к статистической базе данных]: <http://unctad.org/>

Рукопись поступила в редакцию 19.03.14

УДК 658.1

В.Я. НУСИНОВ^{*}, д-р економ. наук, проф., В.О. ПОБЕРЕЖНА, магістрант,
Криворізький національний університет

ПРОБЛЕМИ КОРПОРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ В УКРАЇНІ

У статті розглянуто передумови виникнення підприємств корпоративного типу та розвиток корпорацій на території України. Визначено основні напрямки розвитку корпоративного управління в Україні. Було проаналізовано існуючі рейтинги оцінки якості корпоративного управління та проблему їх використання для аналізу стану корпоративного управління підприємств України. Головною проблемою корпоративного управління в нашій країні є

^{*} © Нусінов В.Я., Побережна В.О., 2014

нерівноправність акціонерів. Аналіз органів управління провідних підприємств ГМК Кривого Рогу показав, що на загальних зборах акціонерів порушується принцип кумулятивного голосування, що не дає практично ніяких прав дрібним акціонерам на управління підприємством. Тому необхідні рішучі дії з боку влади, а саме законодавче регулювання даної проблеми.

Ключові слова: корпоративне управління, корпоративний сектор, рейтинги, акціонери, кумулятивне голосування.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. На сучасному етапі розвитку основою економіки України є корпоративний сектор, який включає переважно акціонерні товариства та інтегровані структури. У зв'язку з цим виникла необхідність створення нової системи управління. Сьогодні, корпоративне управління є невід'ємною частиною аналізу діяльності підприємств. Оскільки, неякісне корпоративне управління є стримуючим фактором успішної роботи підприємств в ринкових умовах, незалежно від того, наскільки сильними є фінансові позиції. Тому важливим питанням є стан корпоративного управління підприємств України.

Аналіз досліджень і публікацій. На сьогодні, вже існує певний досвід аналізу діяльності підприємств корпоративного типу. У світовій та вітчизняній практиці багато уваги приділяється питанням оцінки корпоративного управління. Основними науковцями, що досліджують проблеми корпоративного управління є: К.О. Горова, І.П. Шульга, О.В. Мозгова, Ю.В. Войцеховська, Н.Г. Пігуль [1,2,6,7,9]. Однак, вчені не можуть прийти до єдиної думки.

Постановка завдання. Метою дослідження є огляд методик оцінки якості корпоративного управління та визначення головних проблем корпоративного управління в Україні.

Викладення матеріалу та результати. За сучасних умов відбулися докорінні зміни в економіці України, виникла необхідність створення нової системи управління – управління інтегрованими корпоративними структурами. Головною проблемою сучасного корпоративного менеджменту є адаптація корпоративних структур до змін в зовнішньому середовищі через впровадження нових методів управління. Корпоративне об'єднання підприємств не є новизною, оскільки в стародавні часи життя примушувало об'єднувати людей свої зусилля та капітал задля спільної мети. Можна було спостерігати за об'єднанням людей за діловими ознаками, на різних етапах розвитку суспільства.

З розвитком міжнародної торгівлі почали використовувати позикові кошти на договірних засадах. Тобто, кредитори ставали компаньйонами торговців, а якщо вони були членами певного товариства, то можна вважати, що такі відносини є прототипом сучасних транснаціональних корпорацій. Таким чином, можна зробити висновок, що корпоративні відносини зароджувалися дуже давно.

Щодо України, то великі корпоративні підприємства існували ще до початку ХХ ст., коли Україна входила до складу Російської імперії, але переважало мале підприємництво. Однак, становлення повних і командних товариств відбувалося дуже повільно. Законодавче регулювання діяльності підприємств корпоративного типу почалося формуватися лише після здобуття Україною незалежності. Після цього Україна зіткнулася з рядом проблем, у зв'язку з переходом економіки України до ринкової системи господарювання відбулася масова приватизація державного майна. Власники корпорацій зіткнулися з новими проблемами, такими як: розмежування управління та володіння, структуризацією та реструктуризацією всіх функціональних сфер діяльності [4].

Отже, в Україні нові власники державних підприємств не пройшли важкий шлях створення корпорації та залучення капіталу, не засвоїли принципів корпоративного управління, так як зарубіжні компанії. Таким чином, тільки сьогодні підприємства України починають розуміти важливість корпоративного управління та його вплив на імідж компанії.

В економічній літературі корпоративне управління розглядають, як систему взаємовідносин між менеджерами і власниками (акціонерами) компанії та іншими зацікавленими сторонами, для забезпечення ефективності діяльності компанії та захисту інтересів власників і інших зацікавлених сторін [4].

Система корпоративного управління є певним регулятором взаємовідносин між менеджерами та інвесторами підприємства, та покликана належним чином захищати і представляти права інвесторів. Тому, необхідно, щоб на підприємствах були введені відповідні форми контролю та мотивації органів управління щодо додержання стандартів корпоративного

управління, розроблена організаційна структура для ефективної роботи та забезпечення інтересів сторін.

Вчені виділяють декілька рис корпоративного управління, які викликають найбільшу зацікавленість у інвесторів:

- корпоративне підприємство є самостійною юридичною особою;
- наявність централізованої системи управління;
- отримання прибутку відповідно до вкладеного капіталу;
- обмежена відповідальність індивідуальних інвесторів;
- можливість передачі частини права власності іншим особам [5].

Таким чином, найбільшу зацікавленість у інвесторів викликає обмежена відповідальність та ймовірні втрати, які не будуть перевищувати суму його внеску. Також обмежена відповідальність передбачає те, що відповідальність яку несе корпорація не є відповідальністю інвесторів.

Як свідчить практика, у зв'язку з формуванням сучасного корпоративного сектору економіки на базі державних підприємств, виникла проблема використання методів та прийомів управління саме державними підприємствами, що звичайно призвело до негативних наслідків. На сьогодні, корпоративне управління в Україні не є досконалим, а тому науковці виділяють наступні напрямки розвитку корпоративного управління:

- удосконалення системи захисту прав акціонерів та забезпечення їх рівноправності;
- удосконалення системи розкриття інформації;
- розмежування повноважень між органами управління товариства;
- врахування законних інтересів зацікавлених осіб;
- формування та розвиток культури корпоративного управління [2].

На наш погляд, основною проблемою корпоративного управління в Україні можна назвати – нерівноправність акціонерів. Тобто, система корпоративного управління функціонує таким чином, що дрібні акціонери не беруть реальної участі в управлінні товариством. Це стосується саме основних корпоративних прав акціонерів: на управління корпорацією, на дивіденди, на частку активів при ліквідації, на доступ до інформації.

Сьогодні багато уваги приділяється розробці методик визначення якості корпоративного управління. У світовій та вітчизняній практиці поширення набули комерційні рейтинги корпоративного управління. Найвідомішими з них є рейтинги Standard & Poor's, CORE-рейтинг, «РІД-Експерт-РА», Brunswick UBS Warburg та «Кредит-Рейтинг» [9]. Більшість з цих методик ґрунтується на принципах Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), відповідно до яких система корпоративного управління повинна:

- захищати права акціонерів;
- забезпечувати однаково справедливе ставлення до акціонерів, включаючи дрібних та іноземних акціонерів. Усі акціонери повинні мати можливість вдаватися до ефективних засобів захисту в разі порушення їхніх прав;
- визнавати передбачені законом права зацікавлених осіб та заохочувати активне співробітництво між товариством та зацікавленими особами в створенні добробуту, робочих місць та забезпеченні стабільності фінансово успішних підприємств;
- забезпечувати своєчасне й точне розкриття інформації з усіх найважливіших питань, що стосуються товариства, включаючи його фінансовий стан, продуктивність, власність та управління товариством;

забезпечувати стратегічне керівництво товариством, ефективний нагляд за діяльністю правління з боку ради, а також відповідальність цієї ради перед товариством та акціонерами.

Незважаючи на те, що більшість методик ґрунтується на зазначених принципах, кожна з них має свої особливості, такі як основні критерії оцінки якості корпоративного управління та шкалу оцінювання.

Для зручності проведення аналізу різних методик оцінки корпоративного управління занесемо дані до таблиці 1 та розглянемо критерії кожного з рейтингів.

Порівняльний аналіз методик, які наведені в табл. 1 показав, що критерії оцінки розроблені не лише на основі публічної інформації, але й ґрунтуються на даних внутрішньої інформації підприємств.

Це свідчить про неможливість отримання такої інформації, оскільки вона не є загальнодоступною. Тому, більшість науковців пропонують адаптувати існуючі рейтинги до умов господарювання українських підприємств.

Таблиця 1

Критерії оцінки якості корпоративного управління за різних методик

Критерії оцінки та шкала оцінювання	Standard & Poor's, рейтинг GAMMA	CORE-рейтинг	«РІД-Експерт-РА»	Brunswick UBS Warburg	«Кредит-Рейтинг»
Структура власності	+	+		+	+
Основні права акціонерів	+	+	+	+	+
Механізми управління та контролю	+	+	+	+	+
Розкриття інформації	+	+	+	+	+
Аудит	+	+			+
Управління ризиками		+			
Реструктуризація, банкрутство				+	
Корпоративна соціальна відповідальність			+	+	
Розробка політики корпоративного управління				+	
Шкала оцінювання	10-бальна шкала	від 0 до 200	4 класи (рівні): А-висок.; В-задов.; С-низьк.; D-незад. (підклас SD – серйозні порушення)	72-бальна шкала: 72-макс. ризики, 0-мін. ризики	рівень А (вищий) - рівень Е (нищий), рейтинги рівней В, С и D можуть бути проміжні значення рівня

З наведених методик можна виділити основні напрями аналізу якості корпоративного управління, такі як:

- права акціонерів;
- механізми управління та контролю;
- розкриття інформації.

Це ще раз підтверджує важливість захисту прав акціонерів та забезпечення їх рівноправності. Оскільки, забезпечення прав всіх акціонерів впливає на ефективність діяльності підприємств, стимулює інвестиційну діяльність тощо.

Розглянемо організацію органів управління зарубіжних компаній для її порівняння з існуючою на українських підприємствах. В зарубіжній системі організації управління акціонерними товариствами Раду директорів поділяють наступним чином:

- Виконавчі директори;
- Не виконавчі директори:
- незалежні;
- інші.

В Україні така класифікація Ради директорів не застосовується, крім того введено пряму заборону на виконавчих директорів. Тому розглянемо склад органів управління українських акціонерних товариств, на прикладі таких гірничо-збагачувальних комбінатів: ПАТ «Центральний ГЗК», ПАТ «Північний ГЗК» та ПАТ «Інгулецький ГЗК».

Органи товариства, зазначених гірничо-збагачувальних комбінатів є:

- Вищий орган – Загальні збори акціонерів;
- Наглядова рада;

Виконавчий орган (одноосібний орган) – Генеральний директор;
Ревізійна комісія (у разі обрання Загальними зборами акціонерів).

До повноважень наглядової ради включається захист прав акціонерів, та в межах своєї компетенції вона контролює та регулює діяльність виконавчого органу. Виконавчий одноосібний орган (Генеральний директор) діє від імені товариства та представляє його інтереси.

При такій організації органів управління рішення повинні прийматися колегіально шляхом кумулятивного голосування на загальних зборах акціонерів. Кумулятивне голосування передбачає голосування задля обрання осіб до складу органів управління товариством, при цьому кількість голосів акціонера помножується на кількість членів органу акціонерного товариства, що обираються, а акціонер має право віддати всі підраховані таким чином голоси за одного кандидата або розподілити їх між кількома кандидатами [8].

Основним акціонером зазначених підприємств є група Метінвест Холдинг, на загальних зборах акціонерів є один представник від головного акціонеру та майже відсутні фізичні особи, винятком є ПАТ «Інгулецький ГЗК» [3]. Така організація проведення зборів акціонерів, порушуючи принцип кумулятивного голосування, практично не дає ніяких прав дрібним акціонерам.

Це підтверджує практику корпоративного управління, що склалася в Україні та показує, що власники неохоче впускають дрібних акціонерів у контролюючі органи компанії. А також, що менеджери багатьох публічних акціонерних товариств готові спілкуватися з рядовими акціонерами тільки зі схвалення самого головного акціонера. Це свідчить про недосконалість корпоративного управління та потребує рішучих дій.

Важливою подією для корпоративного управління стало прийняття Закону України «Про акціонерні товариства», але він не достатньо врахував особливості функціонування корпоративних структур України. Як вважають науковці, закон захищає акціонерів від додаткової емісії акцій з метою зменшення частки окремих акціонерів в статутному фонді. Однак, як показав аналіз організації органів управління деяких гірничо-металургійних комбінатів Кривого Рогу, то все ж таки дрібні акціонери недостатньо захищені, і практично не мають права голосу.

Також, дрібні акціонери не мають доступу до інформації, хоча законодавчо це право їм надано. Дрібні акціонери навіть, не беруться відстоювати свої права і як показує практика купують акції з метою перепродажу та отримання прибутку на різниці курсів. Оскільки, на думку науковців їм не виплачують дивіденди, так як власники крупних пакетів акцій нехтують інтересами дрібних акціонерів.

Захист прав дрібних акціонерів є однією зі складових системи корпоративного управління і впливає на ефективне функціонування акціонерних товариств. Дотримання якісних практик корпоративного управління є важливим для тих, хто бачить у цьому можливість додаткового залучення акціонерного капіталу, або дешевих кредитних коштів.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Отже, аналіз показав, що:

по-перше існуючі методики оцінки якості корпоративного управління, ще не до кінця адаптовані під особливості господарювання України;

по-друге головною проблемою корпоративного управління в Україні є і залишається нерівноправність акціонерів, оскільки дрібні акціонери не беруть реальної участі в управлінні підприємством та їх права дещо дискримінуються.

Тому для оцінки якості корпоративного управління необхідно адаптувати рейтинги під особливості господарювання нашої країни та необхідне законодавче регулювання для захисту прав дрібних акціонерів.

Список літератури

1. **Войцеховська, Ю.В.** Проблеми корпоративного управління в Україні та шляхи її вирішення / Ю. В. Войцеховська, В. В. Войцеховська // Проблеми економіки та управління №640. – Л.: Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2009. – С. 244-247.
2. **Горова, К.О.** Проблеми корпоративного управління в Україні / К.О. Горова, Г.М. Лангова // Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики: Збірник наукових праць. – 2011. – № 2.
3. Єдиний інформаційний масив даних про емітентів цінних паперів [Електронний ресурс] / режим доступу до матеріалів: <http://smida.gov.ua/db/emitent/year/xml/showform/6189/91/templ>
4. **Ігнат'єва, І.А.** Корпоративне управління [текст]: підручник. / І. А. Ігнат'єва, О. І. Гарафонов – К.: «Центр учбової літератури», 2013. – 600 с.

5. **Мальська, М.П.** Корпоративне управління: теорія та практика. Підручник. / М.П. Мальська, Н.Л. Мандюк, Ю.С. Занько – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 360 с.
6. **Мозгова, Л.О.** Методичні підходи до оцінки якості корпоративного управління підприємством [Електронний ресурс] / Л.О. Мозгова: режим доступу до матеріалів: http://www.rusnauka.com/9_DN_2010/Economics/61880.doc.htm.
7. **Пігуль, Н.Г.** Актуальні питання розвитку корпоративного управління в Україні / Н.Г. Пігуль // Проблеми і перспективи розвитку банківської системи України. Вип. 34 [Текст] : збірник наукових праць / Державний вищий навчальний заклад «Українська академія банківської справи Національного банку України». – Суми : ДВНЗ «УАБС НБУ», 2012. – С.238-242
8. Про акціонерні товариства: Закон України від 17.09.2008.– № 514-IV.
9. **Шульга, І.П.** Рейтинг корпоративного управління акціонерних товариств: порівняння світового та вітчизняного досвіду [Електронний ресурс] / І.П. Шульга: режим доступу до матеріалів: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=401>

Рукопис подано до редакції 19.03.14

УДК 657.421

Я.О. ІЗМАЙЛОВ, канд. екон. наук, доц., КЕІ Криворізький національний університет

ВДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ НАДХОДЖЕННЯ НЕМАТЕРІАЛЬНИХ АКТИВІВ НА ПІДПРИЄМСТВО-СУБ'ЄКТ ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Розглянуто методологію й організацію обліку надходження нематеріальних активів за Міжнародними стандартами фінансової звітності та відповідно до національної практики. Запропоновано методику обліку курсових різниць при імпорті нематеріальних активів.

Ключові слова: облік, нематеріальні активи, імпорт, оцінка, фінансова звітність.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. З розвитком євроінтеграційних процесів в Україні та переходом на використання міжнародних стандартів фінансової звітності (МСФЗ) набуває актуальності розв'язання методологічних та організаційних питань обліку і формування звітності про нематеріальні активи. Щоб дотримуватись концептуальної основи МСФЗ, яка передбачає забезпечення чотирьох основних якісних характеристик фінансової інформації, таких як зрозумілість, доречність, достовірність та зіставність, слід розробити чітку та прозору методику обліку та оцінки нематеріальних активів, особливо при операціях з їх імпорту. Збільшення вартості нематеріальних активів підприємства-суб'єкта міжнародного бізнесу впливає на амортизацію, яка в свою чергу формує ресурси для їх оновлення. Разом з тим відсутність правильної, обґрунтованої оцінки нематеріальних активів та їх недосконалий облік можуть призвести до відображення заниженої чи завищеної вартості цих об'єктів, що у свою чергу впливає на фінансові результати та розміри податків, що сплачує суб'єкт зовнішньоекономічної діяльності. Недостатня методологічна розробленість і дискусійність багатьох складових обліку нематеріальних активів зумовлюють необхідність вдосконалення порядку обліку та оцінки при імпорті цих активів.

Аналіз досліджень та публікацій. Методологія обліку, оцінки та подання фінансової звітності про нематеріальні активи та міжнародні операції активно досліджується багатьма українськими і зарубіжними вченими. Найбільш докладну інформацію містять наукові розробки вітчизняних науковців І.А.Бланка, Л.В.Бражної, М.М.Бразилія, Ф.Ф.Бутинця, Т.Войтенко, С.Ф.Голова, З.В.Задорожного, В.М.Костюченко, Я.Д.Крупки, В.М.Пархоменко, І.М.Павлюка, А.А.Пересади, Х.Скоп, В.В.Сопка, Н.М.Ткаченка, В.Г.Федоренка, М.Г.Чумаченка, а також закордонних авторів Х.Андерсона, Г.Александера, С.Барнеса, Дж.Бейлі, Г.Бірмана, Р.П.Булиги, Г.Велша, Б.Нідлза, П.І.Камишанова, Д.Колдуелла, І.І.Просвіріної, Р.Холта, У.Шарпа, С.Шмідта, Д.Шорта та ін.

Зокрема, І.І.Просвіріна [1] та Р.П.Булига [2] пропонують в своїх дослідженнях новий погляд на нематеріальні активи через інтелектуальний капітал. М.М.Бразилій [3] і Л.В.Бражна [4] у своїх працях зосереджують увагу на порядку відображення в обліку створення нематеріальних активів. Х.Скоп [5] розглянуто особливості бухгалтерського визнання та оцінки нематеріальних активів, які окремо придбані чи отримані та власно створені підприємством. Проте досі

не вдалось побудувати систематизовану методику обліку та оцінки надходження нематеріальних активів, в т.ч. імпортованих.

Постановка завдання. Метою статті є формування з використанням МСФЗ систематизованого методичного та організаційного забезпечення обліку та оцінки надходження нематеріальних активів, у т.ч. за імпортом, для його практичного застосування на підприємствах-суб'єктах зовнішньоекономічної діяльності.

Викладення матеріалу та результати. Відповідно до МСБО 38 «Нематеріальні активи» [6], нематеріальний актив - це немонетарний актив, який не має фізичної субстанції та може бути ідентифікований. Актив відповідає ритерію можливості ідентифікації у визначенні нематеріального активу, якщо він: а) відокремлений, тобто є можливість його відокремлення або відділення суб'єкта господарювання і продажу, передачі, ліцензування, здачі в оренду або обміну окремо або разом з відповідним контрактом, активом чи зобов'язанням; б) виникає в результаті контрактних або інших юридичних прав, незалежно від того, чи можуть вони бути передані або відокремлені від суб'єкта господарювання або ж від інших прав та зобов'язань.

Облік та оцінка надходження нематеріальних активів за МСФЗ наведені на рис. 1.

СПОСІБ НАДХОДЖЕННЯ	ПЕРВІСНА ОЦІНКА		
Придбання (створення) нематеріальних активів	За собівартістю. Включає: - купівельну ціну (у т.ч. ввізне мито та безповоротні податки на придбання) за вирахуванням торговельних знижок; - Оцінка нематеріальних активів при створенні власними силами проводиться в два етапи: дослідження (витрати не включаються до собівартості) та розробки (включаються); - витрати, що безпосередньо пов'язані з приведенням об'єкта у місце та стан, необхідні для його використання у спосіб, визначений керівництвом (виплати працівникам, доставка та розвантаження, установка та налагодження, гонорари фахівцям, перевірка, чи є актив придатний для функціонування); - первісно оцінені витрати на розробку і демонтаж об'єкта та відновлення майданчика, на якому він розташований, зобов'язання щодо яких виникли під час придбання об'єкта або внаслідок використання об'єкта упродовж певного періоду для цілей інших, ніж виробництво запасів протягом цього періоду. Для обліку та оцінки таких витрат застосовують МСБО 2 «Запаси»		
	Придбання: Д-т «Розрахунки за ПДВ», «Нематеріальні активи» К-т «Грошові кошти», «Розрахунки з кредиторами»	Створення:	
		Власними силами: Д-т «Нематеріальні активи в процесі розробки» К-т «Виробництво», «Готова продукція», «Незавершене будівництво»,	Підприємним способом: Д-т «Розрахунки за ПДВ», «Нематеріальні активи» К-т «Розрахунки з кредиторами»
Безоплатно отримані	Справедлива вартість або номінальна вартість плюс усі витрати прямо пов'язані із приведенням активу в робочий стан Д-т «Нематеріальні активи» К-т «Субсидії і дотації»		
Обмін на подібний об'єкт	Якщо в операції відсутня комерційна сутність, то балансова вартість переданого необоротного активу. Якщо залишкова вартість переданого об'єкта перевищує його справедливую вартість, то вона дорівнюватиме справедливій вартості із включенням різниці до фінансових результатів (витрат) звітного періоду. Д-т «Нематеріальні активи» (отримані) Д-т «Накопичена амортизація» К-т «Основні засоби», «Нематеріальні активи» (передані)		
Обмін на неподібний об'єкт	Якщо в операції присутня комерційна сутність, то справедлива вартість необоротного активу збільшена (зменшена) на суму грошових коштів чи їх еквівалентів, що була передана (отримана) під час обміну		
	Результатом є збиток: Д-т «Продаж НА» К-т «Товари»(передані) Д-т «Нематеріальні активи» (отримані), «Грошові кошти», «Прибутки та збитки» К-т «Продаж НА»		Результатом є прибуток: Д-т «Продаж НА» К-т «Нематеріальні активи» (передані), «Грошові кошти», «Прибутки та збитки» Д-т «Накопичена амортизація», «Нематеріальні активи» (отримані) К-т «Продаж НА»
Отримані внаслідок об'єднання підприємств	Згідно з МСФЗ «Об'єднання бізнесу» собівартістю необоротних активів є їх справедлива вартість на дату придбання Д-т, «Нематеріальні активи», «Гудвіл» К-т «Грошові кошти»		
Поліпшення об'єкта	Повинна існувати вірогідність, що витрати на поліпшення активу дозволять створювати майбутні економічні вигоди більші за первісно очікувані та можуть бути надійно оцінені і віднесені на актив. Тобто ці витрати включаються до балансової вартості необоротних активів Д-т «Накопичена амортизація», «Нематеріальні активи» К-т «Грошові кошти»		

Рис. 1. Облік та оцінка надходження нематеріальних активів за МСФЗ [6]

Документальне оформлення обліку надходження нематеріальних активів залежить від того, чи створені вони силами підприємства, чи придбані у інших осіб. Аналітичний облік організується за видами нематеріальних активів та інвентарними об'єктами, на кожний з яких відкривається картка обліку нематеріальних активів.

Для обліку витрат підприємства на придбання (створення) нематеріальних активів використовується рахунок 154 «Придбання (створення) нематеріальних активів».

При придбанні нематеріального активу в обмін на подібні об'єкти первісна вартість такого активу дорівнює залишковій вартості переданого нематеріального активу. Якщо залишкова вартість переданого об'єкта перевищує його справедливую вартість, то у цьому випадку первісна вартість придбаного нематеріального активу дорівнює справедливій вартості переданого активу. Різницю між справедливою і залишковою вартістю нематеріального активу буде включено до витрат звітного періоду.

Облік операцій зі створення нематеріальних активів на ПАТ «Південний ГЗК» наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Облік операцій зі створення корисної моделі на ПАТ «Південний ГЗК»

Зміст операції	Дебет	Кредит	Сума, грн.	Документи
Використані власні матеріали на наукові розробки	15400000 «Придбання (створення) нематеріальних активів»	20400000 «Тара і тарні матеріали»	512,0	Вимога, лімітно-забірна картка
Сплачено збір за дії, пов'язані з охороною прав на об'єкт промислової власності	37700000 «Розрахунки з іншими дебіторами»	31100000 «Поточні рахунки в національній валюті»	157,2	Виписка банку
Зарахована сума збору до капітальних інвестицій	15400000 «Придбання (створення) нематеріальних активів»	37700000 «Розрахунки з іншими дебіторами»	157,2	Бухгалтерська довідка
Нарахована винагорода автору	15400000 «Придбання (створення) нематеріальних активів»	66100000 «Розрахунки за заробітною платою»	1000,0	Акт виконаних робіт
Нарахування у фонд соціального страхування та пенсійний фонд на виплачену винагороду	15400000 «Придбання (створення) нематеріальних активів»	65000000 «Розрахунки за страхування»	363,0	Бухгалтерська довідка
Вводиться в експлуатацію корисна модель	12400000 «Права на об'єкти промислової власності»	15400000 «Придбання (створення) нематеріальних активів»	2032,2	НА-1 «Акт введення в господарський оборот»

При внесенні нематеріальних активів до статутного капіталу підприємства-суб'єкта зовнішньоекономічної діяльності первісною вартістю таких нематеріальних активів визнається узгоджена його засновниками (учасниками) справедлива вартість.

Порядок оцінки внесків учасників до статутного капіталу товариства визначається в засновницьких документах товариства, описується в протоколі зборів учасників (акціонерів) з визначенням узгодженої ціни та форм внесення нематеріальних активів.

Відображення в обліку операцій з оприбуткування нематеріального активу (наприкладі отримання прав на оренду приміщення) як компенсація заборгованості учасника за внесками до зареєстрованого (пайового) капіталу наведено у табл. 2.

Крім того, вартість нематеріального активу повинна бути оцінена власниками і оформлена актом форми НА - 1.

Акт заповнюється в одному примірнику на основі технічної, науково-технічної та іншої документації (ліцензійний договір, авторський договір, патент тощо), підписується головою та членами комісії, особою, відповідальною за прийняття для використання об'єкта права інтелектуальної власності.

Таблиця 2

Облік операцій з внесення прав на оренду приміщення до зареєстрованого (пайового) капіталу
ПАТ «Південний ГЗК»

Зміст операції	Дебет	Кредит	Сума, грн.	Документ
Відображено заборгованість учасника по внесках до статутного капіталу	46000000 «Неоплачений капітал»	40000000 «Зареєстрований (пайовий) капітал»	15000	Бухгалтерська довідка (на підставі Статуту)
Оприбутковано право на оренду приміщення по договору та акту	15400000 «Придбання (створення) нематеріальних активів»	46000000 «Неоплачений капітал»	15000	Прибутковий ордер, акт приймання-передачі
Вводиться в експлуатацію нематеріальних активів	12400000 «Права на об'єкти промислової власності»	15400000 «Придбання (створення) нематеріальних активів»	15000	НА-1 «Акт введення в господарський оборот»

При придбанні об'єкта нематеріальних активів в обмін (або частковий обмін) на неподібний актив первісна вартість такого об'єкта дорівнює справедливій вартості переданого немонетарного активу, збільшеній (зменшеній) на суму грошових коштів чи їх еквівалентів, що була передана (отримана) під час обміну.

При безоплатному надходженні нематеріальних активів (у т.ч. оприбуткування надлишків, виявлених при інвентаризації) їх оцінка проводиться комісією з урахуванням методів описаних вище. Облік операцій з безоплатного надходження та обміну нематеріальних активів на інші активи (запаси) підприємства-суб'єкта зовнішньоекономічної діяльності на ПАТ «Південний ГЗК» відображено у табл. 3.

Таблиця 3

Облік операцій з обміну та безоплатного надходження нематеріальних активів на ПАТ «Південний ГЗК»

Зміст операції	Дебет	Кредит	Сума, грн.	Документ
Надійшли нематеріальні активи в обмін на інші активи	15400000 «Придбання (створення) нематеріальних активів»	37700000 «Розрахунки з іншими дебіторами»	2500	Прибуткова накладна
Списана балансова вартість активів, переданих в обмін на нематеріальні активи	37700000 «Розрахунки з іншими дебіторами»	20700000 «Запасні частини»	2000	Акт приймання-передачі
Нарахована сума доходу на різницю у вартості активів	37700000 «Розрахунки з іншими дебіторами»	74500000 «Дохід від безоплатно одержаних активів»	500	Відомість нарахованої амортизації
Оприбуткована вартість безоплатно одержаних нематеріальних активів	15400000 «Придбання (створення) нематеріальних активів»	42400000 «Безоплатно отримані необоротні активи»	1000	Прибутковий ордер, акт приймання-передачі
Вводяться до експлуатації нематеріальні активи	12400000 «Права на об'єкти промислової власності»	15400000 «Придбання (створення) нематеріальних активів»	3500	НА-1 «Акт введення в господарський оборот»

Надходження нематеріальних активів в обмін на інші активи (у нашому випадку в обмін на активи меншої вартості) приводить до формування доходу на різницю вартості.

Процес придбання нематеріальних активів за грошові кошти у національних постачальників і відображення їх в бухгалтерському обліку представлено в табл. 4.

Як видно з даних табл. 4, вартість нематеріального активу збільшується на суми додаткових витрат, що пов'язані з оформленням права на авторський винахід.

Сума податкового кредиту не включається до вартості нематеріального активу, як і при оприбуткуванні матеріальних цінностей.

Операції з придбання авторського винаходу на ПАТ «Південний ГЗК»

Зміст операції	Дебет	Кредит	Сума, грн.	Документи
Здійснено оплату за авторський винахід	37700000 «Розрахунки з іншими дебіторами»	31100000 «Поточні рахунки в національній валюті»	36000	Виписка банку
Оприбутковано право на авторський винахід	15400000 «Придбання (створення) нематеріальних активів»	37700000 «Розрахунки з іншими дебіторами»	30000	Бухгалтерська довідка
Нарахована сума податкового кредиту	64100000 «Розрахунки за податками»	37700000 «Розрахунки з іншими дебіторами» ²	6000	Податкова накладна
Сплачено за юридичні послуги по оформленню права на авторський винахід	63100000 «Розрахунки з вітчизняними постачальниками і підрядниками»	31100000 «Поточні рахунки в національній валюті»	1200	Виписка банку
Нарахована сума податкового кредиту	64100000 «Розрахунки за податками»	63100000 «Розрахунки з вітчизняними постачальниками і підрядниками»	200	Податкова накладна
Оприбуткована вартість юридичних послуг	15400000 «Придбання (створення) нематеріальних активів»	63100000 «Розрахунки з вітчизняними постачальниками і підрядниками»	1000	Акт приймання передачі
Вводиться в експлуатацію НА	12500000 «Авторські і суміжні з ними права»	15400000 «Придбання (створення) нематеріальних активів»	31000	НА-1 «Акт введення в господарський оборот»

Через відсутність чіткого порядку обліку придбання нематеріальних активів у нерезидентів потрібно керуватися Законом України «Про зовнішньоекономічну діяльність» [12] та ПСБО 21 «Вплив змін валютних курсів» [13].

Відповідно до Закону України «Про зовнішньоекономічну діяльність» імпорт – це купівля (у т.ч. з оплатою в негрошовій формі) українськими суб'єктами зовнішньоекономічної діяльності в іноземних суб'єктів господарської діяльності товарів з ввезенням або без ввезення цих товарів на територію України, включаючи купівлю товарів, призначених для власного споживання установами та організаціями України, розташованими за її межами [12].

Для розрахунку з іноземними постачальниками за придбані нематеріальні активи використовується пасивний рахунок 632 «Розрахунки з іноземними постачальниками». Облік за цим рахунком необхідно вести паралельно в національній та іноземній валютах.

В обліку необхідно чітко відстежувати суми іноземної валюти, що перераховані у вигляді авансів, і відокремлювати їх від проведення наступної оплати.

Для цього використовується субрахунок 371 «Розрахунки за виданими авансами».

Аналітичний облік імпорتنих операцій організується за трьома напрямками: кожним продавцем; кожним платежем; кожному виду валют.

Важливою особливістю операцій з імпорту є те, що витрати визнаються у іноземній валюті шляхом перерахунку в гривні із застосуванням валютного курсу, що діє на дату здійснення операцій і перераховується надалі у зв'язку зі зміною валютного курсу.

Залежно від строків оплати товарів (робіт, послуг) розрізняють імпорт на умовах передоплати та імпорт на умовах відстрочення оплати.

Бухгалтерський облік операцій в іноземній валюті здійснюється відповідно до П(С)БО 21 «Вплив змін валютних курсів», за яким курсова різниця – це різниця між оцінками однакової кількості одиниць іноземної валюти при різних валютних курсах [13].

При цьому порядок формування первісної вартості товарів, а також включення до складу витрат вартості імпорتنих нематеріальних активів у бухгалтерському обліку залежить від того, яка подія при імпорті була першою – отримання або оплата їх вартості.

Порядок відображення в обліку курсових різниць у імпортерів нематеріальних активів подано на рис. 2.

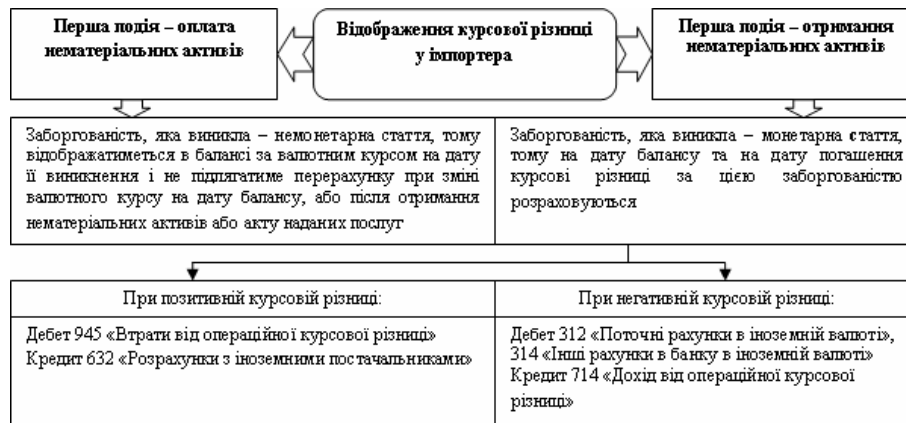


Рис. 2. Порядок відображення в обліку курсових різниць у імпортера нематеріальних активів

Використання запропонованої методики відображення курсових різниць, що збільшують або зменшують витрати підприємства-суб'єкта зовнішньоекономічної діяльності, дозволить підвищити достовірність відображення операцій з імпорту нематеріальних активів в обліковій практиці та прозорість економічної взаємодії між суб'єктами зовнішньоекономічної діяльності.

В табл. 5 наведено порядок обліку придбання нематеріальних активів у нерезидента (перша подія - отримання нематеріального активу).

Таблиця 5

Облік придбання нематеріальних активів у нерезидента (перша подія – отримання нематеріального активу)

Зміст	Дебет	Кредит	Сума, \$/грн.
10.12.2012 :			
Перераховано митниці мито (1 000 дол. США $\times$ 8,13 $\times$ 10 % : 100) = 813 грн. та імпортерний ПДВ (8 130 + 813) $\times$ 20 % = 1 788,60 грн.	37700000 «Розрахунки з іншими дебіторами»	31100000 «Поточні рахунки в національній валюті»	2601,6
Оприбутковано імпортерний товар: 1 000 дол. США $\times$ 8,13	15400000 «Придбання (створення) нематеріальних активів»	63200000 «Розрахунки з іноземними постачальниками і підрядниками»	\$1000 8130
Включено мито у первісну вартість нематеріального активу	15400000 «Придбання (створення) нематеріальних активів»	37700000 «Розрахунки з іншими дебіторами»	813
Включено у склад податкового кредиту суму ПДВ на підставі ввізної ВМД: (1 000 дол. США $\times$ 8,13 + 813) $\times$ 20 % = 1 788,6 грн.	64100000 «Розрахунки за податками»	37700000 «Розрахунки з іншими дебіторами»	1788,6
31.12.2012 :			
Відображена курсова різниця по кредиторській заборгованості в іноземній валюті: (1000 дол. США $\times$ (8,16 – 8,13) = 30 грн.	94500000 «Втрати від операційної курсової різниці»	63200000 «Розрахунки з іноземними постачальниками і підрядниками»	30
Списано курсову різницю на фінансовий результат	79000000 «Фінансові результати»	94500000 «Втрати від операційної курсової різниці»	30
14.01.2013 :			
Перерахована плата нерезиденту: 1 000 дол. США $\times$ 8,17 = 8 170 грн.	63200000 «Розрахунки з іноземними постачальниками і підрядниками»	31200000 «Поточні рахунки в іноземній валюті»	\$1000 7170
Відображена курсова різниця по заборгованості на дату погашення (1 000 дол. США $\times$ (8,17 – 8,16) = 10 грн.	94500000 «Втрати від операційної курсової різниці»	63200000 «Розрахунки з іноземними постач. і підрядниками»	10
Списано курсову різницю на фінансовий результат	79000000 «Фінансові результати»	94500000 «Втрати від операційної курсової різниці»	10
Вводиться в експлуатацію нематеріальний актив	12000000 «Нематеріальні активи»	15400000 «Придбання (створення) нематеріальних активів»	8943

Висновки та напрямки подальших досліджень. Система обліку нематеріальних активів в Україні повинна відповідати новим ринковим умовам та системі ведення обліку та подання звітності за МСФЗ.

Головною умовою залучення інвестицій у нематеріальні активи для українських підприємств-суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності повинна стати стабільна нормативна база національного обліку, що узгоджена з міжнародною обліково-звітною системою.

Для правильного відображення надходження, в т.ч. імпорту, нематеріальних активів та отримання достовірної інформації про них запропоновано використовувати вдосконалену методику їх бухгалтерського обліку, яку розглянуто на матеріалах ПАТ «Південний ГЗК», що є суб'єктом міжнародного бізнесу.

Застосований методологічний підхід, а також розроблене методичне та організаційне забезпечення сприятимуть достовірному та повному відображенню в обліку відповідних господарських операцій та дієвому контролю за надходженням, в т.ч. імпортом, нематеріальних активів та формуванням об'єктивної звітної інформації.

Використання запропонованої методики відображення курсових різниць, що збільшують або зменшують витрати підприємства-суб'єкта зовнішньоекономічної діяльності, дозволить підвищити прозорість економічної взаємодії між суб'єктами зовнішньоекономічної діяльності.

Розглянутий порядок обліку надходження, у т.ч. імпорту, нематеріальних активів створює базу для продовження досліджень в напрямку створення єдиної узгодженої системи обліку, аналізу і контролю операцій з нематеріальними активами на підприємствах, що є суб'єктами зовнішньоекономічної діяльності.

Список літератури

1. **Просвірина І.І.** Интеллектуальный капитал: новый взгляд на нематериальные активы /И.И. Просвірина// Финансовый менеджмент. – 2004. - №4 [електронний ресурс].– Режим доступу : <http://dis.ru/>.
2. **Булыга Р.П.** Методологические проблемы учета, анализа и аудита интеллектуального капитала: Дис. на соискание степени к.э.н. 08.00.12: захищена 28.06.2005 / **Булыга Роман Петрович.** – М., 2005. – 354 с.
3. **Бразилій М.М.** Облік створення нематеріальних активів /М.М.Бразилій// Проблеми і перспективи банківської системи України: Зб. наук. праць. – Київ: УАБС НБУ. – 2009. – 457с.
4. **Бражна Л.В.** Порядок відображення в обліку створення нематеріальних активів /Л.В.Бражна// Облік і фінанси. - 2010. - №4. – 236 с.
5. **Скоп Х.** Бухгалтерський облік нематеріальних активів: визнання та оцінка /Х.Скоп// Бухгалтерський облік і аудит. – 2013. - №8. – С. 10-19.
6. **Міжнародні стандарти фінансової звітності** / [електронний ресурс].– Режим доступу : <http://minfin.gov.ua/>.
7. **Шульга С.В.** Облік і аудит нематеріальних активів: теорія, організація, методика: дис. ... канд. екон. наук : 08.06.04 / **Шульга Світлана Володимирівна.** – К., 2006. - 208 с.
8. **Ловінська Л.Г.** Бухгалтерський облік: [навч.-метод. посіб.] / **Л.Г.Ловінська, Л.В.Жилкіна, О.М.Голенко та ін.** – К. : КНЕУ, 2002. – 370 с.
9. **Голов С.Ф.** Бухгалтерський облік та фінансова звітність за міжнародними стандартами: [практ. посіб.] / **С.Ф. Голов, В. М. Костюченко.** — К. : Лібра, 2004. — 880 с.
10. **Голов С.** Справедлива вартість та її місце в системі оцінок бухгалтерського обліку /С.Голов // Бухгалтерський облік і аудит. – 2007.- №4.- С.3-18.
11. **Інструкція** про застосування Плану рахунків бухгалтерського обліку активів, капіталу, зобов'язань і господарських операцій підприємств і організацій затверджена Наказом Міністерства фінансів України від 30.11.1999р. №291, із змінами і доповненнями / [електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/>.
12. **Закон України** «Про зовнішньоекономічну діяльність» від 16.04.1991 р. № 959-ХІІ із змінами та доповненнями [Електронний ресурс] / Режим доступу : <http://www.zakon.rada.gov.ua/>.
13. **Положення** (стандарт) бухгалтерського обліку 21 «Вплив змін валютних курсів», затверджено наказом Міністерства фінансів України від 10.08.2000р. № 93 із змінами та доповненнями [Текст] / Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/>.

Рукопис подано до редакції 19.03.14

УДК 330.341.1

А.М. ТУРИЛО, д-р економ. наук, проф., Р.В. САЗОНОВ, аспірант
Криворізький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ СУТНОСТІ КАТЕГОРІЙ «ІННОВАЦІЙНА АКТИВНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВА»

Розглянуто погляди науковців на визначення сутності категорій «інноваційна діяльність підприємства», «активізація інноваційної діяльності підприємства», «інноваційна активність підприємства». Визначено зв'язок між категорією «інноваційна активність підприємства» і категоріями «активізація інноваційної діяльності підприємства», «стабілізація інноваційної діяльності підприємства», «деактивізація інноваційної діяльності підприємства» та уточнено їх термінологічний зміст.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Сучасний стан ринкової економіки України обумовлений досить жорсткими вимогами до всіх суб'єктів господарської діяльності. Боротьба за ринки збуту, обмеженість ресурсів, дефіцит грошових коштів, зростання цін на енергоносії, паливо ставлять майже всі підприємства у важкі умови функціонування. Однією з основних умов виживання на сьогодні є досягнення конкурентних переваг, які виступають запорукою стабільності та розвитку діяльності підприємства. Отримання таких переваг не можливе без здійснення інноваційної діяльності, яка повинна стати важливою й невід'ємною складовою виробничо-господарської діяльності будь-якого підприємства.

У науковій літературі й на практиці при розгляді питань пов'язаних з інноваційною діяльністю підприємства, зі зміною її стану, досить часто використовують такі категорії, як «інноваційна активність підприємства» та «активізація інноваційної діяльності підприємства», які зазвичай отожднюють і розглядають як однакові.

На даний момент часу відсутні достатньо обґрунтовані трактування зазначених економічних категорій, що вимагає своєчасного і глибокого дослідження їх сутності і потребує системного підходу до їх розкриття.

Аналіз досліджень і публікацій. Дослідженнями сутності, змісту та проблематики розвитку інноваційної діяльності займалися такі відомі іноземні та вітчизняні вчені, як Й. Шумпетер, Б.Твісс, Е.Роджерс, Б.Санто, О.Пригожин, Ю. Бажал, В. Гейц, О.Лапко, Л.Федулова, В.О.Василенко, В.Г. Шматько, І.І.Цигилик, С.О.Кропельницька, М.А.Йохна, В.В.Стадник, І.В.Драган, В.Ф. Гринев, Р.А.Фатхутдінов, І.А.Жукович, Ю.О.Рижкова, В.Л.Рихтюк та інші. Разом з тим дуже мало приділялось уваги дослідженню змісту категорії «інноваційна активність підприємства», а спроби розмежувати сутність понять «інноваційна активність підприємства» і «активізація інноваційної діяльності підприємства» взагалі не було.

Постановка завдання. Дослідити сутність та показати відмінність між категоріями «інноваційна активність підприємства» і «активізація інноваційної діяльності підприємства».

Викладення матеріалу та результати. В економічній літературі сутність категорії «інноваційна діяльність» досліджувалась достатньо широко. Багато науковців висловлювали своє бачення на її зміст, але на нашу думку більш точним і зрозумілим є законодавче трактування даного терміну.

Згідно ЗУ "Про інноваційну діяльність": "Інноваційна діяльність - це діяльність, спрямована на використання і комерціалізацію результатів наукових досліджень та розробок, випуск на ринок нових конкурентоспроможних товарів і послуг"[1].

В ЗУ "Про інвестиційну діяльність" інноваційна діяльність охарактеризована більш ширше і визначається як одна із форм інвестиційної діяльності, що здійснюється з метою впровадження досягнень науково-технічного прогресу у виробництво і соціальну сферу, що включає: випуск і розповсюдження принципово нових видів техніки і технологій; прогресивні міжгалузеві структурні зрушення; реалізацію довгострокових науково-технічних програм; фінансування фундаментальних досліджень для здійснення якісних змін у стані продуктивних сил; розробку і впровадження нової, ресурсозберігаючої технології, призначеної для поліпшення соціального і екологічного становища [2].

На наш погляд, інноваційна діяльність підприємства – це діяльність, яка охоплює всі інноваційні процеси що відбуваються на підприємстві в певному проміжку часу і направлена на досягнення запланованих результатів. Інноваційна діяльність включає в себе сукупність будь-

яких інноваційних перетворень що відбуваються на підприємстві в певному проміжку часу, повинна бути чітко організована, скоординована і має забезпечити отримання необхідних результатів.

Щодо категорій «інноваційна активність підприємства» і «активізація інноваційної діяльності підприємства», то існують небагато спроб їх трактування.

Так Р.А.Фатхутдінов який досить широко досліджував інноваційну активність фірми, не надає чіткого визначення цього терміну. Він стверджує що «інноваційна активність», як самостійна категорія дає можливість оцінити характер інноваційної діяльності. А різні інноваційні результати при однакових початкових даних пояснює різницею в інноваційній активності фірми [3].

В.Л. Рихтюк визначає інноваційну активність, як цілеспрямовану діяльність суб'єктів підприємницької діяльності, щодо конструювання, створення освоєння й виробництва якісно нових видів техніки, предметів праці, об'єктів інтелектуальної власності, технологій, а також впровадження досконаліших форм організації праці й управління виробництвом [4].

І.А. Жукович і Ю.О. Рижкова також розуміють під інноваційною активністю підприємства цілеспрямовану діяльність по створенню, освоєнню просуванню на ринок продуктових, технологічних і організаційно-управлінських нововведень, яка характеризує стратегічну поведінку організацій і підприємств у ринковому середовищі, їх ставлення до інноваційного ризику і витрат, що спрямовані на науково-технічний розвиток [5].

І.В. Драган під активізацією інноваційної діяльності підприємства пропонує розуміти процес прискореного розвитку інновацій, перехід до більш активних дій усіх суб'єктів інноваційного процесу. Або процес зміни зв'язків і відносин між учасниками інноваційної діяльності [6].

Майже всі інші автори не розрізняють за змістом ці терміни взагалі.

Спробуємо сформулювати визначення даних економічних категорій і довести їх відмінність між собою. Погодимося з Р.Фатхутдіновим що інноваційна активність підприємства дає можливість оцінити характер інноваційної діяльності підприємства, а краще сказати, стан або рівень інноваційної діяльності підприємства. Але така оцінка обов'язково повинна здійснюватися в часі, тобто відображати порівняння рівня інноваційної діяльності підприємства в різні періоди часу. Зміна отримана в результаті такого порівняння буде характеризувати інноваційну активність підприємства.

Отже, під інноваційною активністю підприємства пропонуємо розуміти проведення інтенсивних, посиленних дій, які призводять до змін в інноваційній діяльності підприємства, утворюючи новий рівень інноваційної діяльності.

«Інноваційна активність підприємства», як економічна категорія, відображає динамічність інноваційної діяльності підприємства в певному часовому періоді та для певних масштабів виробництва і забезпечує зміну інноваційного рівня підприємства

Інноваційний рівень підприємства розуміється нами, як рівень інноваційної діяльності підприємства на певний момент часу.

Якщо мова йде про *активізацію інноваційної діяльності підприємства*, то у широкому розумінні її необхідно розглядати, як процес прискореного руху до нових форм існування. На відміну від трактування І.В.Драгана активізація дій надасть підприємству можливість покращити стан інноваційної діяльності в порівнянні з попереднім періодом

Тому, під *активізацією інноваційної діяльності підприємства* нами пропонується розуміти процес цілеспрямованих, посиленних дій усіх її учасників, направлених на досягнення більш високого, прогресивного рівня інноваційної діяльності.

Якщо «інноваційна активність підприємства» може відображати три різні результати змін в інноваційній діяльності підприємства (зростання, стабільність, зменшення), то «активізація інноваційної діяльності підприємства» характеризує лише один результат, який обов'язково свідчить про підвищення рівня інноваційної діяльності підприємства.

Для більш кращого розуміння відмінності досліджуваних економічних категорій побудуємо схематично їх взаємозв'язок (рис. 1).



Рис. 1. Зв'язок категорій «активізація інноваційної діяльності підприємства» та «інноваційна активність підприємства»

Як зазначалося раніше, інноваційна активність підприємства обов'язково визначається в динаміці, тобто при порівнянні рівня інноваційної діяльності підприємства в різних періодах часу та при певних масштабах виробництва. А отже, якщо рівень інноваційної діяльності підприємства в (t) -му періоді часу більший за рівень інноваційної діяльності підприємства в $(t-1)$ -му періоді часу, то має місце зростання інноваційної активності

підприємства.

Якщо рівень інноваційної діяльності підприємства в (t) -му і в $(t-1)$ -му періоді часу не змінився, то має місце стабільність інноваційної активності підприємства.

Якщо ж рівень інноваційної діяльності підприємства в (t) -му періоді часу зменшився в порівнянні з $(t-1)$ -м періодом, то відбулося зменшення інноваційної активності підприємства.

Згідно рис.1 можна визначити відповідність рівня інноваційної діяльності підприємства кожній з трьох тенденцій змін інноваційної активності підприємства:

зростання інноваційної активності підприємства характеризує активізацію інноваційної діяльності підприємства;

стабільність інноваційної активності підприємства характеризує стабілізацією інноваційної діяльності підприємства;

зменшення інноваційної активності підприємства характеризує деактивізацією інноваційної діяльності підприємства.

Виходячи з цього маємо нові терміни, які відображають наступний зміст:

«Стабілізація інноваційної діяльності підприємства» - це сукупність дій направлених на координацію та доведення усіх розпочатих в попередні періоди часу інноваційних процесів, завершення яких настане в наступних за аналізуємий час періодах.

Тобто, стабілізація інноваційної діяльності підприємства свідчить про незмінність інноваційної активності підприємствах та гальмування інноваційних перетворень на підприємстві з різних на то причин.

«Деактивізація інноваційної діяльності підприємства» - це зменшення інноваційної активності підприємства, яке відбулося в результаті впливу певних чинників. До таких чинників можна віднести:

- вибір неефективної стратегії інноваційного розвитку підприємства;
- відмова керівництва від проведення інноваційних перетворень;
- пасивність працівників до інноваційної діяльності;
- відсутність фінансування інноваційних проектів та програм;
- невідповідність персоналу необхідному рівню кваліфікації тощо.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Отже, на сьогодні інноваційна діяльність на підприємстві виходить на більш високу й важливу сходинку. Від її результатів залежать подальші перспективи розвитку підприємства та визначаються можливості надалі конкурувати на ринку. Тому проведене дослідження економічних категорій пов'язаних з інноваційною діяльністю підприємства надасть можливість вірно розуміти й використовувати наведену термінологію як на практиці, так і в подальших наукових дослідженнях у напрямку оцінки інноваційної активності підприємства та активізації інноваційної діяльності підприємства.

Список літератури

1. Закон України «Про інноваційну діяльність», стаття 1 (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2002, N36, ст.266).
2. Закон України «Про інвестиційну діяльність», стаття 3 (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1991, N47, ст.646, частина перша статті 3 в редакції Закону N 4218-VI (4218-17) від 22.12.2011).
3. **Фатхутдинов Р.А.** Инновационный менеджмент: Учебник для вузов. – СПб. - Питер, 2006. - с.600.

4. Рихтюк В.Л. Інноваційне підприємництво як складова сталого економічного зростання // Актуальні проблеми економіки. – 2004. - №10 (40). – с.135-142.

5. Жукович І.А., Рижкова Ю.О. Інноваційна діяльність в українській економіці. Сучасний стан та проблеми // Статистика України. – 2005. - №1. – с.25-28.

6. Драган І.В. Сутність і функції інновацій в агропромисловому виробництві // Збірник наукових праць Донецького державного університету управління «Маркетингу і логістична технологія управління», т. VI, вип. 54, серія «Економіка». – Донецьк, ДонДУУ, 2005. – с.73–82.

Рукопис подано до редакції 19.03.14

УДК 338.48 (4/8)

Є.А. ФАЛЬКО, аспірантка, Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЛОБАЛІЗАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В ТУРИСТИЧНОМУ БІЗНЕСІ

Досліджено та проаналізовано теоретико-методологічні аспекти глобалізаційних процесів, які відбуваються в сфері туристичного бізнесу. Запропоновано розглядати процес глобалізації туристичного бізнесу як закономірний етап еволюції світового господарства в цілому. Встановлено необхідність реалізації інституційної політики і вживання регуляторних заходів з метою подолання окремих негативних глобалізаційних проявів.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Серед сучасних тенденцій розвитку світового ринку взагалі та туристичного зокрема особливої уваги заслуговують процеси глобалізації. Глобалізація має не тільки економічні, а й світоглядно-методологічні наслідки: вона змінює ідеологію, ціннісні та цільові орієнтири, спосіб життя населення. Фактично відбувається формування нової системи детермінантів суспільного розвитку. У зв'язку з цим актуалізуються питання вивчення впливу факторів глобалізації на розвиток світового господарства в цілому та окремих його галузей зокрема, у тому числі й світового туризму та туристичного бізнесу.

Аналіз досліджень та публікацій. Основні теоретико-методологічні засади глобалізації світової економіки сформульовано у працях зарубіжних вчених, зокрема, У. Бека, І. Валлерстайна, Е. Гідденса, Дж.Гелбрейта, М. Джонса, Е. Кофмана, Е.Макгрю, Д. Модельські, П.Муллера, Дж.Перратона, Дж. Раггі, Дж. Розенау, Дж. Сакса, Дж. Томпсона, М. Уотерса, Х. Фрідмана, Ф. Фукуями, Д.Хелда, П. Херста та ін. Зокрема, в результаті їх досліджень сформульовано концепції глобального капіталізму, глобалізму, впливу глобальних процесів на суспільний розвиток, глокалізації. Важливе наукове значення мають концепції постіндустріального, інформаційного суспільства, що формується в умовах глобалізації. Їх наукові засади містяться у працях Д. Белла, О. Тофлера, М. Кастельса та ін. Значну увагу проблемам глобалізації приділено у працях українських вчених економістів-міжнародників О.Г. Білоруса, С.Я. Боринця, І.В. Бураковського, А.С. Гальчинського, І.І. Лукінова, Д.Г. Лук'яненка, В.Є. Новицького, Ю.М. Пахомова, О.В. Плотнікова, А.М. Поручника, О.І. Рогача, А.П. Румянцева, В.Р. Сіденка, О.К. Скаленка, А.С. Філіпенка та ін.

Постановка завдання. Прояви глобалізаційних процесів в сфері туристичного бізнесу є недостатньо дослідженим і концептуалізованим, що викликає необхідність поглиблення наукового пошуку. Тому метою статті є дослідження та аналіз теоретико-методологічних аспектів глобалізаційних процесів, які відбуваються в сфері туристичного бізнесу.

Викладення матеріалу та результати. У фаховій літературі глобалізація розглядається як складний, багатоаспектний, багаторівневий процес, що має різні наслідки та породжує низку проблем.

На думку американського соціолога М. Кастельса, глобалізація є „новою капіталістичною економікою”, що ґрунтується на інформації, знаннях та інформаційних технологіях [9]. Тому причинами розвитку глобалізаційних процесів можна вважати, з одного боку, науково-технічний прогрес, який проявляється у різних аспектах функціонування світової економіки, охоплюючи технічні засоби, технології виробництва, інформаційно-комунікаційні технології тощо. А з іншого боку, до глобалізації призводить процес трансформації величезного капіталу окремих корпорацій у транснаціональний, який подекуди домінує над економіками цілих країн,

визначає навіть їх політичну орієнтацію.

Глобалізація за своїм змістом є процесом, що визначає зростання взаємозалежності національних економік, взаємовпливовості соціально-економічних явищ, які відбуваються у різних регіонах світу. Глобалізація - це „економічне, інформаційне, технологічне об'єднання світу” [2, с. 11]; це „процес інтеграції людства у всіх сферах життя на основі інформаційних технологій, транснаціональних фінансових і економічних інститутів, синкретизму соціокультурних нововведень” [1, с. 12]; це „перетворення людства на єдину структурно-функціональну систему, організовану за універсальними принципами” [3, с. 261].

Глобалізація - це „історично об'єктивний процес інтернаціоналізації виробництва, обміну і споживання, ринків капіталу і праці, науково-технічного прогресу, процес інтеграції в єдину систему політичних і соціокультурних, державних та етнорегіональних суб'єктів світового співтовариства. На віддалену перспективу процес глобалізації спрямований на формування загальнопланетарної цивілізації” [12, с. 56].

Як зазначає М. Згуровський, процеси глобалізації завжди мають економічну основу [8]. Проте наслідки їх виходять за межі лише економічного впливу. Одночасно відбуваються процеси „звуження” світового географічного простору та „розширення” світового соціального простору. За рахунок сучасних інформаційно-технологічних комунікацій, розвитку електронної торгівлі значна частина трансакцій здійснюється в режимі он-лайн і фактично зближує територіально віддалені країни. У процесі споживання подібних товарів і послуг, застосування подібних технологій формуються подібні інтереси, погляди людей, уніфікуються економічні та соціокультурні процеси. Проте відбувається поглиблення поляризації світової економіки щодо розподілу прибутків, доступу до сучасних інформаційно-технологічних засобів. Цілі країни та регіони опиняються поза потоками глобальних мереж. Посилюється нерівномірність соціально-економічного розвитку країн, відбуваються деформації в їх спеціалізації у міжнародному поділі праці [11, с. 15].

Глобалізаційні процеси та їх наслідки повною мірою притаманні для всіх сфер світової економіки, і туристична сфера не є виключенням. Глобалізація стала одним із основних трендів у міжнародному туризмі, які супроводжуються концентрацією частки ринку і впливу в руках великих компаній. Процеси глобалізації на туристичному ринку характеризуються зміною технологій, модернізацією транспортної інфраструктури, інтернаціоналізацією ділової активності, створенням механізму регулювання міжнародним туризмом.



Рис. 1. Тенденції розвитку туристичного бізнесу в умовах глобалізації*

*складено автором за даними [13]

З урахуванням наявного досвіду можна виділити такі основні глобальні тенденції розвитку міжнародного туризму (рис. 1):

формування глобального ринку туристичних послуг, загострення конкуренції та інтенсифікація процесів транснаціоналізації, створення стратегічних альянсів і глобальних союзів;

лібералізація національних туристичних ринків, розширення доступу країн, що розвиваються, до міжнародних туристичних відносин;

інформатизація, інноватизація та диверсифікація надання міжнародних туристичних по-

слуг;

загострення регіональних соціокультурних та екологічних загроз безпеці міжнародного туризму, актуалізація впровадження моделі його сталого розвитку [11, с. 18].

Найбільшого прояву у сфері міжнародного туризму віднайшла тенденція до формування глобального ринку туристичних послуг, на якому інтенсифікуються процеси горизонтальної та вертикальної транснаціоналізації, створення стратегічних альянсів та глобальних союзів через загострення конкурентної боротьби між провідними агентами.

Формування глобального ринку відбувається за рахунок транснаціоналізації та зростання рівня взаємозалежності країн. Подібні процеси характерні й для туристичного сектору світового господарства, про що свідчить формування глобального ринку туристичних послуг, „розмивання” національно-державних економічних кордонів, транснаціоналізація міжнародних туристичних відносин, формування яскраво виражених регіональних полюсів впливу на фінансові потоки у даній галузі.

Термін „глобальний ринок” означає, що національні кордони та специфіка національного туристичного продукту не є визначальними у діяльності провідних транснаціональних корпорацій. Практично всі складові глобального туристичного ринку мають подібні риси, а туристичні продукти виробляються, просуваються та реалізуються на них за єдиними правилами і принципами.

Фактично відбувається поступова конвергенція національних ринків туристичних послуг.

У результаті використання переваг світового маркетингу, інтернаціоналізації ринків майже в кожній країні працюють одні й ті самі компанії-конкуренти [6, с. 109].

Крім того, важливою рисою глобалізації є інтернаціоналізація ділової активності.

Причиною інтернаціоналізації туристичного бізнесу є своєрідність турпродукту.

Турпродукт, як відомо, представляє собою комплекс послуг, що надаються туристу, і часто споживається за кордоном.

Виробник для досягнення максимуму прибутку прагне поширити свій вплив на інші сфери туризму.

Так, авіакомпанії можуть об'єднуватись з туроператорами і готельним сектором. Ініціатива часто виходить від фірм, які базуються в країнах-постачальниках туристів, які отримують конкурентні переваги завдяки вивченню туристського попиту і тенденцій розвитку на туристському ринку.

У глобальних інтеграційних процесах активну роль відіграють ТНК.

До їх утворення призводять процеси концентрації виробництва і централізації капіталу. Фірма вважається транснаціональною,

якщо вона має безліч зарубіжних філій і дочірніх підприємств;

якщо її діяльність поширюється на велику кількість країн по всьому світу;

якщо частка доходів та прибутку від зарубіжної діяльності відносно загальних доходів і прибутку є дуже високою.

Яскравим прикладом створення ТНК в туристичному бізнесі є інтегровані готельні мережі. Більшість найкрупніших готельних мереж мають штаб-квартири в США, хоча рік від року зростає роль й інших країн в управлінні готельним бізнесом.

Так, наприклад, спостерігається вихід на ринок готельних мереж з нових індустриальних країн. Збільшуються масштаби господарської діяльності готельні мережі із Сянгану („Shangry-La”, „Regal Hotels”, „Mandarin Oriental”), Сингапуру, Мексики, Бразилії. За оцінками фахівців, до 2020 року до 50% найбільших у світі готельних мереж матимуть азійське походження.

Однак процеси інтернаціоналізації ділової активності проявляються не тільки в сфері готельного бізнесу, але й в ресторанному бізнесі (компанії McDonalds, Pizza Hart), в туроператорському секторі (наприклад, німецька збутова мережа ТУІ), у сфері повітряних перевезень (створення світових альянсів, наприклад «Стар Альянс», який об'єднує німецькі, шведські, канадські, бразильські та ін. авіалінії).

Тенденція лібералізації національних туристичних ринків, розширення доступу країн, що розвиваються, до міжнародних туристичних відносин проявляється в тому, що для туристичних підприємств країн, що розвиваються, поступово з'являється можливість виходу на європейський, японський, північноамериканський ринки, які раніше внаслідок високого рівня протекціонізму були для них фактично закритими.

Крім того, ефективна туристична політика багатьох країн, що розвиваються, дозволила їм вийти на світовий туристичний ринок із конкурентоспроможними продуктами.

Так, наприклад, у Гондурасі уряд залучав інвестиції у розвиток міжнародного туризму шляхом дозволу іноземним землевласникам на доступ до прибережних районів.

Спонтанний на перший погляд розвиток глобалізаційних процесів викликає необхідність реалізації регуляторної політики державними та міжнародними інституціями.

Діяльність Всесвітньої Туристичної Організації (ЮНВТО) має чітке спрямування на забезпечення лібералізації національних ринків туристичних послуг.

Так, в „Осакській декларації тисячоліття” зазначається, що існує необхідність подальшого спрощення міжнародних туристичних потоків, запобігання непотрібних адміністративних або податкових обмежень [5, с. 235].

Процес глобалізації світової економіки сприяє розвитку інформатизації, поширенню інформаційних технологій та розширенню доступу до них все більшої кількості туристичних підприємств та туристів у різних країнах світу. Це відкриває додаткові можливості для малих і середніх туристичних підприємств позиціонувати себе у світовій інформаційній мережі, пропонуючи унікальні або індивідуально орієнтовані туристичні продукти.

Як наслідок, „інформаційні технології привносять у туризм різкі зміни, особливо в області просування, маркетингу, диференціації і спеціалізації турпродуктів” [5, с. 233].

Зміна технологій і передача інформації зробили багато видів послуг здатними до торгівлі. Один із останніх напрямків розвитку електронної торгівлі через Інтернет свідчить про реальне функціонування глобальної економіки.

Лідерами у використанні нових комунікацій є США, Японія і деякі країни Західної Європи (Італія, Великобританія, Німеччина). Електронна комерція відіграє велику роль у глобальній економіці.

Електронна торгівля в турбізнесі може радикально змінити структуру виробництва і розповсюдження турпродукту, усунувши потребу в таких допоміжних структурах, як розподільчі мережі, туроператори-оптовики і турагенти.

Телекомунікаційні та інформаційні технології дозволяють отримати інформацію з будь-якої відстані і в будь-якому режимі часу, в тому числі on-line.

Глобалізацію не можна зводити лише до економічних процесів, що ґрунтуються на глобальній конкуренції та транснаціоналізації економіки.

Чим більшого розвитку набуває науково-технічний прогрес, тим загрозливішою стає проблема взаємовідносин суспільства і природи, зростає рівень забруднення довкілля.

З іншого боку, перехід до інформаційного суспільства відкриває нові можливості міжнародного економічного обміну, стирає державні кордони. Проте глобалізований світ, „світ без кордонів” не стає безпечнішим.

Навпаки, зростають загрози насильства, розвитку локальних та регіональних кризових ситуацій, конфліктів та воєн, що порушують сталість розвитку туризму в різних країнах світу [11, с. 26].

Глобалізація міжнародного туризму має і негативні прояви серед яких спалахи захворювань та епідемій у різних регіонах світу, екологічні катастрофи та загрози терористичних актів.

І хоча більшість із цих проблем має регіональний характер, глобалізація вимагає реагування на них всієї світової туристичної галузі.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Отже, глобалізацію в туризмі можна визначити як процес різкого посилення туристичних потоків, а також потоків послуг, капіталу, інформації і технологій, які зазвичай не потрапляють під регулювання національних урядів.

Глобалізація має довготривалий характер, а її рушійною силою є, насамперед, революція у сфері інформаційно-комунікаційних технологій, лібералізація ринків і загострення міжнародної конкуренції.

Таким чином, процес глобалізації туристичного бізнесу є закономірним етапом еволюції світового господарства в цілому. І потребує реалізації інституційної політики та вживання регуляторних заходів з метою подолання окремих негативних проявів.

Список літератури

1. **Баранов Н. А.** Дилеммы глобальной демократизации / **Н. А. Баранов** // Вызовы глобализации в начале XXI века. – М., 2006. – С. 12.
2. **Волконский В. А.** Драма духовной истории : внешнеэкономические основания экономического кризиса / **Виктор Александрович Волконский**. – М. : Наука, 2002. – 262 с. – (Серия "Экономическая наука современной России").
3. **Воронкова В. Г.** Управління людськими ресурсами: філософські засади : [навч. посіб.] / **В. Г. Воронкова, А. Г. Беліченко, О. М. Попов, Н. О. Резанова** ; под ред. **В. Г. Воронкової**. – К. : Професіонал, 2006. – 567 с.
4. **Дядечко Л.П.** Економіка туристичного бізнесу : [навч. посіб.] / **Л.П. Дядечко**. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 224 с.
5. **Жарков Г. Н.** Правовое обеспечение международного туризма : [учебно-практ. пособ.] / **Герман Николаевич Жарков**. – К. : Кондор, 2004. – 486 с. – (Юридическая книга).
6. **Жолдак В. И.** Менеджмент спорта и туризма / **В. И. Жолдак, В. А. Квартальнов**. – М. : Советский спорт, 2001. – 416 с. – (Российская международная академия туризма).
7. **Зайцева В.М.** Міжнародний туризм та глобалізація в сучасному світі / **В.М. Зайцева, О.М. Корнієнко** // Вісник Запорізького національного університету. – 2012. - № 2(8). – С. 55-65.
8. **Згуровський М.** У вирі глобалізації : виклики і можливості / **М. Згуровський** // Дзеркало тижня. – 2001. – № 45 (369). – С. 3-4.
9. **Кастельс М.** Информационная эпоха. Экономика, общество и культура / **Мануэль Кастельс** ; пер. Б. Э. Верпаховский. – М. : ГУВШЭ, 2000. – 607 с. – (Государственный университет ; Высшая школа экономики).
10. **Мельниченко С.В.** Інформаційні технології в туризмі: теоретичні та практичні аспекти / **С.В. Мельниченко** // Вісник Запорізького національного університету. – 2010. - № 2(6). – С. 129-138.
11. **Побоченко Л.М.** Міжнародний туризм у системі імперативів сталого розвитку: Дис. на здобуття наук. ступ. к.е.н. / **Л.М. Побоченко**. – Київ, 2008. – 255 с.
12. **Пронин С.Г.** Рекламная иллюстрация : сила взгляда, креативное восприятие / **Сергей Геннадьевич Пронин**. – Саранск : Изд-во Мордовского ун-та, 2001. – 109 с.
13. **Ястремська О.О.** Сучасні світові тенденції розвитку туризму / **О.О. Ястремська** // Проблеми економіки. – 2013. - № 1. – С. 22-27.

Рукопис подано до редакції 19.03.14

АНОТАЦІЇ

УДК 622.235

Кравець В.С., Дворніков В.А., Єременко Г.І., Чирва А.І. Визначення стійких параметрів бортів кар'єрів у зонах підземних рудників Кривбасу

Проведені лабораторні дослідження по визначенню стійкості целиків при обробці магнетитових кварцитів камерними системами розробки, встановлено час існування целиків і обнажень при підземній розробці.

Кравець В.С., Дворніков В.А., Єременко Г.І., Чирва А.І. Определение устойчивых параметров бортов карьеров в зонах подземных рудников кривбасса

Приведены результаты расчетов устойчивости бортов карьеров в различных по степени нарушенности областей сдвижения горных пород Кривбасса. Установлены устойчивые параметры бортов карьеров, позволяющие осуществлять безопасную и эффективную разработку потерянных запасов железной руды и окисленных кварцитов открытым способом.

Kravets V.S., Dvornikov V.A., Eremenko G.I., Chirva A.I. Determination of parameters of stable pit in areas of underground mines of Kryvbass

Results of calculations of the stability of pit walls in different areas according to the degree of disturbance of strata movement Kryvbass. Established stable parameters pit, allowing implementation lyat safe and effective development of lost reserves of iron ore and oxidized quartzites open way.

УДК 622.272: 624.191.5

Харин С.А. Разработка математической модели и программного обеспечения для исследования технологических параметров при подземном строительстве

Эффективность работы шахт в немалой степени зависит от своевременности строительства на них новых горизонтов. Такое условие может быть обеспечено при оптимальном сочетании ряда важных технологических параметров сооружения горных выработок, в частности, скорости их проходки, глубины шпуров, продолжительности проходческого цикла и отдельных его операций, производительности горно-проходческого оборудования.

С учетом того, что глубина шпуров является одним из основных параметров, от которого зависят эффективность буровзрывных работ, продолжительность проходческого цикла, что в конечном итоге определяет технико-экономические показатели проведения выработок, этот параметр весьма актуален для исследования. Указано, что глубина шпуров является функцией многих факторов и определение ее оптимальной величины является достаточно сложной задачей. В статье сформулирована математическая модель, отражающую зависимость продолжительности проходческого цикла от технологических показателей при бурении шпуров в забое буровыми установками. Для решения модели разработана программа на языке C++, которая является инструментом для исследований вопросов организации проходки протяженных выработок глубоких шахт с помощью буровзрывной технологии под влиянием изменения параметров оборудования и горно-геологических условий.

Харин С.А. Розробка математичної моделі і програмного забезпечення для дослідження технологічних параметрів при підземному будівництві

Ефективність роботи шахт неабиякою мірою залежить від своєчасності будівництва на них нових горизонтів. Така умова може бути забезпечена при оптимальному поєднанні ряду важливих технологічних параметрів спорудження гірських вироблень, зокрема, швидкості їх проходки, глибини шпурів, тривалості прохідницького циклу і окремих його операцій, продуктивності гірничо-прохідницького устаткування.

З урахуванням того, що глибина шпурів є одним з основних параметрів, від якого залежать ефективність буропідривних робіт, тривалість прохідницького циклу, що зрештою визначає техніко-економічні показники проведення вироблень, цей параметр дуже актуальний для дослідження. Вказано, що глибина шпурів є функцією багатьох чинників і визначення її оптимальної величини є досить складним завданням. У статті сформульована математична модель, відбиваючу залежність тривалості прохідницького циклу від технологічних показників при бурінні шпурів в забої буровими установками. Для вирішення моделі розроблена програма на мові C++, яка є інструментом для досліджень питань організації проходки протяжних вироблень глибоких шахт за допомогою буропідривної технології під впливом зміни параметрів устаткування і горно-геологічних умов.

Kharin S.A. Development of mathematical model and programm providing for research of technological parameters at underground building

Efficiency of mines to a large extent depends on the timeliness of construction on their new horizons, which should replace the current. This condition can be achieved at the optimum combination of several important technological parameters of mining facilities, in particular, their rate of penetration depth of holes, length of the tunnel loop and some of its operations, performance, mining and tunneling equipment. Given the fact that the depth of the drill holes is one of the main parameters that determine the effectiveness of drilling and blasting operations, the duration of the tunnel loop that ultimately determines the technical and economic indicators of the workings, this option is highly relevant for the study. Indicated that the depth of the drill holes is a function of many factors and the determination of its optimal value is challenging enough. There are optimum values of depth of holes in the concrete conditions that ensure the highest efficiency of blasting. The article stated mathematical model that reflects the dependence of the duration of the tunnel loop of technological parameters for drilling holes in the mine rigs. To solve the model developed a computer program in Borland C++, which is a tool for the research questions of the organization of penetration extended workings in deep mines using drilling and blasting technology due to the change of equipment parameters and geological conditions.

УДК 622.274.3

Письменный С.В. Исследования устойчивости целиков от формы очистной камеры при отработке магнетитовых кварцитов в полях действующих шахт подземным способом

Проведены лабораторные исследования по определению устойчивости целиков при отработке магнетитовых кварцитов камерными системами разработки, установлено время существования целиков и обнажений при подземной разработке.

Письменный С.В. Дослідження стійкості ціликів від форми очисної камери при відпрацюванні магнетитових кварцитів у полях діючих шахт підземним способом

Проведено лабораторні дослідження з визначення стійкості ціликів при відпрацюванні магнетитових кварцитів камерними системами розробки та встановлено час існування ціликів і оголень при підземній розробці.

Pysmenny S.V.

Researches of stability of spurns from the form of cleansing chamber at working off magnetite quartzites in the fields of operating mines by an underground method

The laboratory studies to determine the stability of the pillars when mining magnetite quartzite chamber systems development, established the existence of pillars and exposures in underground mining.

УДК 622.271.3

Григор'єв Ю.І. Визначення основних критеріїв оцінки головних параметрів кар'єру при комплексному освоєнні техногенних і геогенних родовищ

Розглянуто стан комплексного освоєння родовищ Криворізького залізрудного басейну. Виділено можливі джерела формування техногенних родовищ залізо-переробної гірничо-металургійної галузі та основні напрями комплексного освоєння родовищ. Досліджено застосування основних критеріїв оцінки проектних рішень для умов сумісної розробки техногенних і природних родовищ, зокрема мінімальний промисловий вміст корисного компоненту, коефіцієнт кондиційності, коефіцієнт витратності, коефіцієнт розкриття, коефіцієнт гірничої маси, виявлено їх аналітичний взаємозв'язок.

Григорьев Ю.И. Определение основных критериев оценки главных параметров карьера при комплексном освоении техногенных и геогенных месторождений

Рассмотрено состояние комплексного освоения месторождений Криворожского железорудного бассейна. Выделены возможные источники формирования техногенных месторождений железо-перерабатывающей горно-металлургической отрасли и основные направления комплексного освоения месторождений. Исследованы применения основных критериев оценки проектных решений для условий совместной разработки техногенных и природных месторождений, в частности минимальный промышленный содержание полезного компонента, коэффициент кондиционности, коэффициент затратности, коэффициент вскрыши, коэффициент горной массы, выявлена их аналитическая взаимосвязь.

Grigoriev Y.I. Determining the criteria of the main parameters in complex career development and man-made deposits Geogenic

The state of integrated field development Krivoy Rog iron ore basin. Highlight the possible sources of the formation of man-made deposits of iron- ore mining and processing iron and steel industry and the main directions of development of complex fields. Investigated the application of criteria of design solutions to the conditions of the development of man-made and natural deposits, including minimum industrial content of useful components, factor coefficient, overburden ratio, coefficient of rock mass, found their analytical interaction.

УДК 622.272

Чухарев С.М. Тенденции развития подземного железорудного Кривбасса

Рассмотрены проблемы работы горнодобывающих предприятий Кривбасса, обусловленные понижением уровня горных работ. Предложены пути финансирования технического перевооружения горных предприятий.

Чухарьов С.М. Тенденції розвитку підземного залізрудного Кривбасу

Розглянуто проблеми роботи гірничодобувних підприємств Кривбасу, обумовлені зниженням рівня гірничих робіт. Запропоновано шляхи фінансування технічного переоснащення гірничих підприємств.

Chuharev S.M. Trends in the development of iron ore underground Kryvbass

The problems of mining Kryvbass due to lowering of the mining operations. The ways of funding for technical re-equipment of mining enterprises.

УДК 622.72: 622.341

Азарян В.А. Модель динамической стабилизации колебаний качества в рудопотоке

Рассмотрены математическая модель динамической стабилизации колебаний качества обоснование в рудопотоке карьера, графики ежемесячных усредненных показателей значений содержания железа магнитного на входе обога- тельной фабрики и прогнозируемые на основании модели значения. Анализ приведенных графиков показывает достаточно хорошую сходимость реальных и моделируемых величин содержания железа в руде на входе ОФ.

Азарян В.А. Модель динамічної стабілізації коливань якості в рудопотоке

Розглянуто математичну модель динамічної стабілізації коливань якості обгрунтування в рудопотоке кар'єра, графіки щомісячних усереднених показників значень вмісту заліза магнітного на вході обога- тельної фабрики і прогнозовані на підставі моделі значення. Аналіз наведених графіків показує досить гарну збіжність реальних і модельованих величин вмісту заліза в руді на вході ОФ.

Azaryan V.A. Model of dynamic stabilization quality fluctuations in production intensity

A mathematical model of the dynamic stabilization of the oscillations as a justification in production intensity career, graphics monthly averages values of the magnetic iron inlet enrichment plant vegetation and projected on the basis of the model

values. Analysis of the graphs shows a good enough convergence of real and simulated values of iron ore in the input PF.

УДК 528.8.042:622.2

Сидоренко В.Д., Шолох М.В., Топчий О.Л., Сергеева М.П., Ковтун В.Я., Серебряный Ю.Л., Волчко Є.П.

Комплексні програми камеральної обробки даних лазерного 3d-сканування

Розглянуто особливості камеральної обробки наземного лазерного 3D-сканування, які базуються на створенні комплексних програмних продуктів, що дозволяють одночасно вирішувати завдання управління лазерним сканером та обробкою отриманих результатів в системі автоматизованого проектування.

Сидоренко В.Д., Шолох М.В., Топчий О.Л., Сергеева М.П., Ковтун В.Я., Серебряный Ю.Л., Волчко Є.П.

Комплексные программы камеральной обработки данных лазерного 3d-сканирования

Рассмотрены особенности камеральной обработки наземного лазерного 3D-сканирования, основанные на создании ком-комплексных программных продуктов, позволяющих одновременно решать задачи управления лазерным сканером и обработкой полученных результатов в системе автоматизированного проектирования.

Сидоренко В.Д., Шолох М.В., Топчий О.Л., Сергеева М.П., Ковтун В.Я., Серебряный Ю.Л., Волчко Є.П.

Complete program office processing data scanning laser 3d

The features of terrestrial laser office processing 3D-scanning based on the creation of a complex software products that enable you to meet the challenges of managing the laser scanner and the processing of the results of computer-aided design.

УДК 624.046.5: 622.012

Хворост В.В. Дослідження міцності і надійності конструктивних елементів об'єктів, розташованих на поверхні гірничопромислових підприємств

Виконано аналіз оцінки ризику стану будівельних об'єктів поверхні гірничопромислового комплексу за критерієм зниження їх несучої здатності функціонально пов'язаного з імовірністю ризику обвалення будівель і споруд.

Хворост В.В. Исследование прочности и надежности конструктивных элементов объектов, расположенных на поверхности горнопромышленных предприятий

Выполнен анализ оценки риска состояния строительных объектов поверхности горнопромышленного комплекса по критерию снижения их несущей способности функционально связанного с вероятностью риска обрушения зданий и сооружений.

Hvorost V.V. Research durability and reliability of structural elements objects located on the surface of the mining companies

The analysis of the risk assessment of building object surface mining complex on the criterion of reducing their carrying capacity is functionally related to the probability of the risk of collapse of buildings.

УДК 622.062: 622.281

Бровко Д.В. Исследования надежности промышленных объектов поверхности горных предприятий

Рассмотрены критерии надежности невозобновляемых элементов промышленных объектов поверхности горных предприятий. Выведены выражения для оценки количественных характеристик надежности элементов до первого отказа.

Бровко Д.В. Дослідження надійності промислових об'єктів поверхні гірничих підприємств

Розглянуто критерії надійності невідновлювальних елементів промислових об'єктів поверхні гірничих підприємств. Виведено вирази для оцінки кількісних характеристик надійності елементів до першої відмови.

Brovko D.V. Reliability study of industrial objects surface mining enterprises

Reliability criteria considered nonrenewable elements of industrial objects surface mining enterprises. We derive expressions for estimating the reliability of the quantitative characteristics of the elements to the first failure.

УДК 658.011.56

Кондратец В.О., Мацуї А.М. Технічне забезпечення допустимої похибки ідентифікації розрідження пульпи при подрібненні пісків двоспірального класифікатора

Розглянута технічна реалізація засобу ідентифікації співвідношення тверде/рідке у кульовому млині, що подрібнює піски двоспірального класифікатора, приведені результати його експериментального дослідження.

Кондратец В.А., Мацуї А.Н. Техническое обеспечение допустимой погрешности идентификации разжижения пульпы при измельчении песков двуспирального классификатора

Рассмотрена техническая реализация средства идентификации соотношения твердое/жидкое в шаровой мельнице, которая измельчает пески двуспирального классификатора, приведены результаты его экспериментального исследования.

Kondratets V., Matsuy A. Technical support of the margin of error identification dilution pulp by grinding sand classifier, double-stranded

Examined a means of identifying the technical realization ratio solid / liquid in a ball mill, which grinds sands double stranded classifier, the results of an experimental study.

УДК 330.1

Жуков С.О., Хорольський В.П., Хорольський К.Д., Хорольська Т.В. Реінжиніринг бізнес-процесів управління на підприємствах гірничої та будівельної галузей

Розроблено теорію та практика використання технологій реінжинірингу бізнес - процесів на підприємствах будівельної галузі . Розглянуті концепції підвищеної ефективності бізнес - процесів на основі оцінки ефективності управління підприємством.

Жуков С.О., Хорольский В.П., Хорольский К.Д., Хорольская Т.В. Реинжиниринг бизнес-процессов управления на предприятиях горной и строительной отраслей

Разработана теория и практика использования технологий реинжиниринга бизнес - процессов на предприятиях строительной отрасли. Рассмотрены концепции повышенной эффективности бизнес - процессов на основе оценки эффективности управления предприятием.

Жуков С.О., Хорольский В.П., Хорольский К.Д., Хорольская Т.В. Business process reengineering management in the mining and construction industries

The theory and practice of technology reengineering of business - processes in enterprises of the construction industry. Considered the concept of increased efficiency of business - processes based on evaluating the effectiveness of management.

УДК 239.42:622.35

Жуков С.О., Кляцкий В.И., Кальчук С.В. Математичне моделювання спрямованого руйнування природного каменю в субдинамічному режимі

Розглянуто математичний апарат створення моделі субдинамічного руйнування кристалічних середовищ та порід на основі структурних і безструктурних моделей, а також з застосуванням статистичного розподілу Вейбулла. Запропоновано комплексний підхід до побудови моделей процесу пластичної деформації, мікро- та макроруйнування кристалічних порід.

Жуков С.О., Кляцкий В.И., Кальчук С.В. Математическое моделирование направленного разрушения природного камня в субдинамическом режиме

Рассмотрены математический аппарат создания модели субдинамического разрушения кристаллических сред и пород на основе структурных и бесструктурных моделей, а также с применением статистического распределения Вейбулла. Предложено комплексный подход к построению моделей процесса пластической деформации, микро-и макро-разрушения кристаллических пород.

Zhukov S.O., Klyackiy V.I., Kalchuk S.V. Mathematical modeling of directional fracture natural stone subdynamic mode

The mathematical apparatus of creating a model subdynamic destruction of crystalline environments and species on the basis of structural and unstructured models, and using Weibull statistical distribution. Been offered, proposed a comprehensive approach to building models of the process of plastic deformation, micro-and makroruynuvannya crystalline rocks.

УДК 658.38: 622.8

Гненна О.В. Аналіз методів удосконалення системи управління охороною праці стосовно умов праці і травматизму на гірничодобувних підприємствах

У статті розглянуто основні питання, які необхідні при обробці та узагальненні інформації стосовно травматизму. Виділено головні функції та заходи боротьби з травматизмом на виробництві. Зосереджено увагу на шкідливих і небезпечних факторах, вплив їх на працівників. Розглянуті динаміку та причини виникнення травматизму.

Гненна Е.В. Анализ методов совершенствования системы управления охраной труда по условиям труда и травматизма на горнодобывающих предприятиях

В статье рассмотрены основные вопросы, необходимые при обработке и обобщении информации о травматизма. Выделены основные функции и меры борьбы с травматизмом на производстве. Сосредоточено на вредных и опасных факторах, влияние их на работников. Рассмотрены динамику и причины возникновения травматизма.

Нпенна Е.В. Analysis methods for improving safety management regarding working conditions and injuries in mining

This paper examines the main issues that need the processing and synthesis of information on injuries. Highlight the main features and measures to combat injuries in the workplace. Focuses on the harmful and dangerous factors of influence on people. Examined the dynamics and causes of injuries.

УДК 621.81.24: 539.4

Рудь Ю.С., Белоножко В.Ю. Применение методов теории вероятностей в расчетах механических характеристик деталей машин

Исследованы области применения методов расчета механических характеристик деталей машин, основанных на принципах детерминизма. Показано, что они не обеспечивают требуемой точности и надежности расчетов. Перспективными являются вероятностные методы расчета, в качестве которого рекомендуется метод статистических проверок статистических гипотез.

Рудь Ю.С., Белоножко В.Ю. Застосування методів теорії ймовірностей у розрахунках механічних характеристик деталей машин

Досліджено області застосування методів розрахунку механічних характеристик деталей машин, заснованих на принципах детермінізму. Показано, що вони не забезпечують необхідної точності і надійності розрахунків. Перспективними є ймовірнісні методи розрахунку, в якості якого рекомендується метод статистичних перевірок статистичних гіпотез.

Rud Y.S., Belonozhko V.Y. Application methods in probability theory calculation Mechanical characteristics of machine parts

Investigated the application of methods for calculating the mechanical characteristics of machine parts based on the principles of determinism. It has been shown that they do not provide the desired accuracy and reliability of calculation. Promising are the probabilistic methods of calculation, which is recommended as a method of statistical tests of statistical hypotheses.

УДК 574.4 (477.6)

Кірієнко С.М. Дослідження впливу екскреторної та риючої діяльності ссавців на виділення ґрунтом CO_2 на території відвалу фрунзе цгзк

Досліджувався вплив екскреторної риучої діяльності макромамалій на біологічну активність ґрунтів порушених видобутком та переробкою залізної руди на Криворіжжі. Середовищетвірна діяльність ссавців має довготривалу позитивну дію на такий показник біологічної активності ґрунту, як величина виділення ґрунтом CO_2 .

Кириєнко С.М. Исследование влияния экскреторной и роющей деятельности млекопитающих на выделение почвой CO_2 на территории отвала фрунзе ЦГОК

Исследовалось влияние экскреторной роющей деятельности макромамалій на биологическую активность почв нарушенных добычей и переработкой железной руды на Криворожье. Середовищетвірна діяльність млекопитающих имеет долговременное положительное воздействие на такой показатель биологической активности почвы, как величина выделения почвой CO_2 .

Kirienko S.M. Investigation of the influence of excretory activity and burrowing mammals on soil CO_2 allocation in the heap Frunze CGOK

The effect of excretoranyi burrowing activity makromamaliy the biological activity of soils breach the production and processing of iron ore in Kryvorizhzhya. Seredovyschetvirna activity mammals have long-term positive effect on an indicator of the biological activity of the soil, as the size of the allocation of soil CO_2 .

УДК 622.732: 621.926

Малиновский Ю.А., Малиновская С.И., Бондарец А.А., Малиновская А.Ю. К вопросу об интенсификации процесса дробления материала в конусной дробилке

Для повышения производительности и уменьшения крупности готового продукта для конусных дробилок мелкого и среднего дробления предложено интенсифицировать рабочий процесс за счет применения дополнительных вибраторов. Процесс выпуска готового материала из дробилки представлен как процесс вибрационного перемещения. Приведены расчетные зависимости для определения усилия дробления и скорости перемещения готового продукта в модифицированной дробилке.

Малиновський Ю.А., Малиновська С.І., Бондарец А.А., Малиновська А.Ю. До питання про інтенсифікацію процесу дроблення матеріалу в конусній дробарці

Для підвищення продуктивності і зменшення крупності готового продукту для конусних дробарок дрібного і середнього дроблення запропоновано інтенсифікувати робочий процес за рахунок застосування додаткових вібраторів. Процес випуску готового матеріалу з дробарки представлений як процес вібраційного переміщення. Наведено розрахункові залежності для визначення зусилля дроблення і швидкості переміщення готового продукту в модифікованій дробарці.

Malinovskiy Y.A., Malinovskaya S.I., Bondarets A.A., Malinovskaya A.Y. On the intensification of the process of crushing material in a gyratory crusher

To improve performance and reduce the size of the finished product for cone crushers fine and medium crushing proposed to intensify the workflow through the use of additional vibrators. The process of manufacture of the finished material from the crusher is presented as a process of vibrational motion. The calculation to determine the dependence of the crushing force and speed of the finished product in a modified grinder.

УДК 621.314+ 621.3.026.5

Синолиций А.П., Кольсун В.А., Козлов В.С. Эффективность использования активного фильтра струму з точки зору класичної системи енергообліку

Проведено оцінку ефективності використання силового активного фільтра струму при його застосуванні на промислових об'єктах з класичною системою комерційного енергетичного обліку. Метою роботи є доведення наступної думки: у деяких випадках найпростіший силовий активний фільтр струму, що видаляє лише вищі гармоніки мережі, є досить ефективним рішенням щодо компенсації реактивної потужності. Зменшення показань лічильників реактивної енергії при видаленні вищих гармонік струму відбувається за рахунок невідповідності визначення самого терміну «реактивна потужність» виробниками лічильників.

Наведено математичні викладки для обрахунку реактивної потужності, які покладено в основу сучасних лічильників електричної енергії. В ході аналізу вищеназваних математичних викладок показано, що деякі з них враховують рівень викривлення кривої струму (рівень потужності спотворення). Також наведено приклад роботи активного фільтра струму в мережі з нелінійним навантаженням, яке додатково є джерелом реактивної енергії.

Синолиций А.П., Кольсун В.А., Козлов В.С. Эффективность использования активного фильтра тока с точки зрения классической системы энергоучета

Проведена оцінка ефективності використання силового активного фільтра тока при его применении на промышленных объектах с классической системой коммерческого энергетического учета. Целью работы является доведение следующего мнения: в некоторых случаях самый силовой активный фильтр тока удаляет только высшие гармоники сети, является весьма эффективным решением по компенсации реактивной мощности. Уменьшение показаний счетчиков реактивной энергии при удалении высших гармоник тока происходит за счет несоответствия определения самого термина «реактивная мощность» производителями счетчиков.

Приведены математические выкладки для расчета реактивной мощности, которые положены в основу современных счетчиков электрической энергии. В ходе анализа вышеназванных математических выкладок показано, что некоторые из них учитывают уровень искажения кривой тока (уровень мощности искажения). Также приведен пример работы активного фильтра тока в сети с нелинейной нагрузкой, которое дополнительно является источником реактивной энергии.

Sinolitsiy A.P., Kolsun V.A., Kozlov V.S. The efficiency of the active filter current in terms of the classical system of energy

Evaluation of effectiveness of the use of the power active filter current with its application to industrial - lovyyh objects from a classical system of commercial energy accounting. The aim is to prove the following opinion: in some cases a simple power

active filter current harmonics removes only network is a highly effective solution for compensation of reactive power. Reduced reactive power meter readings when you remove the higher harmonics of the current is due to non-compliance with the definition of the term " reactive power " producers meters.

The mathematical calculations to calculate the reactive power , which is the basis of modern electricity meters. In the analysis of the above mathematical calculations showed that some of them take into account the level curve curvature current (power level of distortion). Also an example of active filter current online with the nonlinear load, which is a source of additional reactive power.

УДК 622.625.28

Процив В.В., Таран І.А., Новицький А.В. Исследование влияния стыковых неровностей на показатели эффективности магниторельсовых систем шахтных локомотивов

Предложена методика определения коэффициента использования силы магнитного притяжения на основе результатов вычислительного эксперимента в программе трехмерного моделирования КОМПАС. Получена зависимость критической высоты неровности рельсового пути от угла наклона тяг системы подвешивания.

Процив В.В., Таран І.А., Новицький А.В. Дослідження впливу стикових нерівностей на показники ефективності магниторельсових систем шахтних локомотивів

Запропоновано методику визначення коефіцієнта використання сили магнітного притягання на основі результатів обчислювального експерименту в програмі тривимірному моделювання КОМПАС. Одержано залежність критичеської висоти нерівності рейкового шляху від кута нахилу тяг системи підвішування.

Prociw V.V., Taran I.A., Novitskiy A.V. Investigation of the influence of butt roughness on performance of systems magnetorelsovyh mine locomotives

A method for determining the coefficient of the use of force of the magnetic attraction on the basis of the results of computer simulations in three-dimensional modeling program COMPASS. The dependence of the critical height of the irregularities of the track on the angle of the suspension rods.

УДК 622.271.333:621.86.06

Николашин Ю.М., Ковалев К.В., Корчагин Н.В. Устойчивость откосов земляного полотна из отходов сухой магнитной сепарации железистых кварцитов

Выполнена оценка условий устойчивости насыпи высотой более 30 м из отходов переработки сырой руды для внутренних железнодорожных путей внешних отвалов ПАО «ИнГЭК» в сложных инженерно-геологических условиях.

Ніколашин Ю.М., Ковальов К.В., Корчагін Н.В. Стійкість укосів земляного полотна з відходів сухої магнітної сепарації залізистих кварцитів

Виконана оцінка умов стійкості насипу висотою понад 30 м з відходів переробки сирої руди для внутрішніх залізничних шляхів зовнішніх відвалів ПАТ «ІнГЗК» в складних інженерно-геологічних умовах.

Nikolashyn Y.M., Kovalev K.V., Korchagin N.V. Subgrade slope stability of the waste dry magnetic separation of ferruginous quartzites

The evaluation of the stability conditions mound height of more than 30 m of waste reprocessing of raw ore to of internal railways external dumps PJSC "InGOK" in difficult geological conditions.

УДК 671.34

Николашин Ю.М., Плотников А.В. Условия устойчивости борта глубокого карьера в зоне динамического влияния крупного тектонического разлома Горিশне-Плавнинского железорудного месторождения

Изучены инженерно-геологические условия формирования борта карьера в зоне крупного тектонического нарушения и предложены меры обеспечения устойчивости откосов.

Ніколашин Ю.М., Плотніков А.В. Умови стійкості борта глибокого кар'єру в зоні динамічного впливу великого тектонічного розлому Горішне Плавнінського залізорудного родовища

Вивчено інженерно-геологічні умови формування борту кар'єру в зоні великого тектонічного порушення та запропоновано заходи забезпечення стійкості укосів.

Nikolashyn Y.M., Plotnikov A.V. Stability conditions bead deep quarry in the area of dynamic influence of large tectonic fault-GorishnePplavninskogo iron ore deposit

Studied engineering and geological conditions of formation of the pit in the area of major tectonic disturbance and proposed measures to ensure the stability of slopes.

УДК 622.271

Пшеничный В.Г., Пыжик Н.Н. Технология внутреннего отвалообразования с формированием временного внутреннего отвала

Предложена новая технология внутреннего отвалообразования с формированием временного внутреннего отвала до достижения карьером конечной глубины при разработке крутопадающих месторождений. Перемещение временного внутреннего отвала предусматривается по бестранспортной или комбинированной схемам. Определена область применения предложенной технологии.

Пшеничний В.Г., Пижик Н.Н. Технологія внутрішнього отвалообразования з формуванням тимчасового внутрішнього відвалу

Запропоновано нову технологію внутрішнього отвалообразования з формуванням тимчасового внутрішнього відвалу до досягнення кар'єром кінцевої глибини при розробці крутопадаючих родовищ. Переміщення тимчасового внутрішнього відвалу передбачається по бестранспортній або комбінованій схемами. Визначена область при-трансформаційних змін запропонованої технології.

Pshenichniy V.G., Pizhyk N.N. Internal stacking technology with the formation of a temporary internal dump

The new technology of internal stacking to form a temporary internal dump until the final pit depth in the development of steep deposits. Moving temporary internal dump provided by bestransportnoj or combination regimens. The region with the changes proposed technology.

УДК 622.271.333

Швец Д.В. Оптимизация транспортных схем и порядок отработки крутопадающих железорудных месторождений в условиях постановки бортов карьера в конечное проектное положение

Проанализировано фактическое положение горных работ в карьере ОАО «Лебединский ГОК». Определены основные направления развития ведения открытых горных работ, с учетом выполненного горно-геометрического анализа геологического строения Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений. Представлена сравнительная характеристика циклических видов транспортирования горной массы, применяемые при вскрытии и разработке глубоких горизонтов карьера ОАО «Лебединский ГОК», и обосновано применение поточно-циклической технологии для решения проблемы пропускной и провозной способности железнодорожного транспорта до конца отработки месторождения.

Швец Д.В. Оптимізація транспортних схем і порядок відпрацювання крутопадаючих залізрудних родовищ в умовах постановки бортів кар'єру в кінцеве проектне положення

Проаналізовано фактичний стан гірничих робіт у кар'єрі ВАТ «Лебединський ГЗК». Визначено основні напрямки розвитку ведення відкритих гірничих робіт, з урахуванням виконаного гірничо-геометричного аналізу геологічної будови Лебединського та Стойло - Лебединського родовищ. Представлена порівняльна характеристика циклічних видів транспортування гірничої маси, що застосовуються при розтині та розробці глибоких горизонтів кар'єру ВАТ «Лебединський ГЗК», і обґрунтовано застосування поточно-циклової технології для вирішення проблеми пропускної і провізної спроможності залізничного транспорту до кінця відпрацювання родовища.

Shvets D.V. Optimization of transport schemes and order mining steep iron ore deposits in setting conditions to the final pit design position

Analyzed the actual situation of mining in the career of "Lebedinsky GOK". The main directions of development of opencast mining, given the performance of mountain - geometric analysis of the geological structure and stall - Lebedinsk Lebedinsk fields. The comparative characteristics of cyclic species rock mass transportation used at the opening and development of the deep horizons of career "Lebedinsky GOK", and justified the use of thread- cyclical technology to solve capacity and carrying capacity of rail transport to the end of life of mine.

УДК 622.1:622.831.3

Долгих О.В. Використання нечіткої логіки та нейронних мереж при розрахунках можливості утворення провалів від дії підземних гірничих робіт

Розглянуто використання теорії нечіткої логіки та нейронних мереж при прогнозуванні виходу провалів на денну поверхню від впливу підземних гірничих робіт. Для підвищення якості прогнозування провалів, при розрахунках та аналізі всіх факторів впливу на стан поверхні, пропонується використання сучасних статистичних методів.

Долгих О.В. Использование нечеткой логики и нейронных сетей при расчетах возможности образования провалов от воздействия подземных горных работ

Рассмотрено использование теории нечеткой логики и нейронных сетей при прогнозировании выхода провалов на дневную поверхность от влияния подземных горных работ. Для повышения качества прогнозирования провалов, при расчетах и анализе всех факторов влияния на состояние поверхности, предлагается использование современных статистических методов.

Dolgh O.V. The use of fuzzy logic and neural networks in the calculation of the possibility of formation of failure from the effects of underground mining

We consider the use of fuzzy logic and neural networks in forecasting output dips to the surface from the effects of underground mining. To improve the quality of forecasting failures in the calculation and analysis of all factors influencing the state of the surface, it is proposed the use of modern statistical methods.

УДК 622.271

Шолох Н.В., Сергеева М.П. Направления развития системы обработки маркшейдерско-геологической информации

Приводится эффективность внедрения и направления развития системы обработки автоматизированной маркшейдерско-геологической информации на различных горнодобывающих предприятиях на основе компьютерных технологий.

Шолох Н.В., Сергеева М.П. Напрями розвитку системи обробки маркшейдерсько-геологічної інформації

Наводиться ефективність впровадження та напрямки розвитку системи обробки автоматизованої маркшейдерсько-геологічної інформації на різних гірничодобувних підприємствах на основі комп'ютерних технологій.

Sholoh N.V., Sergeeva M.P. System development processing surveying and geological information

Provides efficiency of the implementation and direction of automated processing systems and mine-geological information on various mining enterprises on the basis of computer technology.

УДК 622.504

Тищук В.Ю. Закріплення пильних поверхонь на гірничих підприємствах з використанням біотехнологій

Наведено результати аналітичних і експериментальних досліджень по використанню біотехнологій для закріплення пильних поверхонь відвалів і шламосховищ на гірничих підприємствах. Доведено доцільність використання для закріплення пильних поверхонь залишків активного мулу, що утворюється при очищенні стічних вод та відходів молокопереробних підприємств. Результати фізико-хімічних досліджень свідчать про високу ефективність цих засобів біотехнології для закріплення пильних поверхонь на гірничих підприємствах.

Тищук В.Ю. Закрепление бдительных поверхностей на горных предприятиях с использованием биотехнологий

Приведены результаты аналитических и экспериментальных исследований по использованию биотехнологий для закрепления пильных поверхностей отвалов и шламоохранилищ на горных предприятиях. Доказана целесообразность использования

для закрепления пыльных поверхностей остатков активного ила, образующегося при очистке сточных вод и отходов молоко-перерабатывающих предприятий. Результаты физико-химических исследований свидетельствуют о высокой эффективности этих средств биотехнологии для закрепления пыльных поверхностей на горных предприятиях.

Тищук В.Ю. Fixing dusty surfaces in mines using biotechnology

The results of analytical and experimental studies on the use of biotechnology to secure the dusty surface dumps and slime storages in mines. The expediency of the use to secure the dusty surface residual sludge generated during wastewater treatment and waste milk processing plants. The results of physico-chemical studies indicate a high efficiency of these tools of biotechnology to consolidate dusty surfaces in mines.

УДК.621.182.44

Гирич В.П., Ферликовская О.В. Повышение эффективности работы теплообменного оборудования путем электростабилизации обработки воды

Рассмотрен вопрос предотвращения отложения накипи на теплообменном оборудовании.

Гирич В.П., Ферликовская О.В. Підвищення ефективності роботи теплообмінного обладнання шляхом електростабілізаційної обробки води

Розглянуто питання запобігання відкладення накипу на теплообмінному обладнанні.

Girich V.P., Ferlikovskaya O.V. Підвищення ефективності роботи теплообмінного обладнання шляхом електро стабілізаційної обробки води

Розглянуто питання запобігання відкладення накипу на теплообмінному обладнанні.

УДК 621.73

Домнічев М.В., Нестеренко О.В. До питання використання засобів індивідуального захисту цивільним населенням при надзвичайних ситуаціях мирного часу

Показано значущість використання засобів індивідуального захисту під час надзвичайних соціально-політичних ситуацій мирного часу цивільним населенням. Запропоновано основні засоби захисту, враховуючи такі показники як ефективність, вартість, зручність, доступність і необхідність. Визначено переваги і недоліки конкретних засобів захисту та розглянуто можливість і необхідність їх використання.

Домничев М.В., Нестеренко О.В. К вопросу использования средств индивидуальной защиты гражданским населением при чрезвычайных ситуациях мирного времени

Показано значение использования средств индивидуальной защиты при чрезвычайных социально-политических ситуаций мирного времени гражданским населением. Предложены основные средства защиты, учитывая такие показатели как эффективность, стоимость, удобство, доступность и необходимость. Определены преимущества и недостатки конкретных средств защиты и рассмотрена возможность и необходимость их использования.

Domnichen M.V., Nesterenko O.V. By the use of personal protective civilians during peacetime emergencies

Shown the importance of the use of personal protective equipment during extreme social and political situations in peacetime civilian population. The basic protection, including such factors as efficiency, cost, convenience, affordability and necessity. Advantages and disadvantages of specific remedies and to consider the need to use them.

УДК. 622.272.016.6.023: 681.62.068.8

Комісаренко Т.А. Аналіз способів визначення виробленого простору при розробці залізрудних родовищ

У роботі проводився аналіз способів визначення виробленого простору при розробці залізрудних родовищ Кривбасу,

У результаті проведеного аналізу запропоновано використання безпілотних літальних апаратів, які завдяки своїм розмірам та високій маневреності пристрій здатний проникати у гірничі виробки та камери, зависати в необхідній точці, вільно переміщуватись у камерах, у т.ч. у «мертвих зонах», що в свою чергу дозволяє отримати більш точні результати в порівнянні зі стаціонарними вимірювальними приладами, а також отримувати зображення необхідних частин виробки, доступ у які фізично неможливий з використанням традиційних засобів.

Комисаренко Т.А. Анализ способов определения выработанного пространства при разработке железорудных месторождений

В работе проводился анализ способов определения выработанного пространства при разработке железорудных месторождений Кривбасса,

В результате проведенного анализа предложено использование беспилотных летательных аппаратов, которые благодаря своим размерам и высокой маневренности устройство способно проникать в горные выработки и камеры, зависать в требуемой точке, свободно перемещаться в камерах, в т.ч. в «мертвых зонах», что в свою очередь позволяет получить более точные результаты по сравнению со стационарными измерительными приборами, а также получать изображения необходимых частей выработки, доступ в которые физически невозможно с использованием традиционных средств.

Komisarenko T.A. Analysis methods of determining gob in the development of iron ore deposits

In this paper, an analysis of ways determine gob in the development of iron ore deposits Krivbas, The analysis suggested the use of unmanned aerial vehicles, which due to its size and high maneuverability of the device is able to penetrate into the mine workings and the camera in the desired freeze point move freely in the cells, including in "dead zones", which in turn allows you to get more accurate results compared to stationary instrumentation, and get the necessary image parts making, access to which is physically impossible using traditional means.

УДК 331.464.36

Прокопенко Ю.А. Блокировка и маркировка источников опасных энергий на предприятиях горно-металлургического комплекса Украины для снижения уровня производственного травматизма на рабочих местах

Как показывает статистика несчастных случаев по предприятиям горно-металлургического комплекса Украины, весомую долю занимают организационные причины. На многих предприятиях горно-металлургического комплекса Украины недоста-

точно внимания уделяется блокировке и маркировке источников опасных энергий, особенно важен данный момент для ремонтных бригад, которые выполняют ремонтные работы, где необходима остановка или отключение оборудования на период проведения ремонта, а также если ремонтные работы выполняет несколько разных бригад.

Прокопенко Ю.А. Блокування та маркування джерел небезпечних енергій на підприємствах гірничо-металургійного комплексу України для зниження рівня виробничого травматизму на робочих місцях

Як показує статистика нещасних випадків по підприємствах гірничо-металургійного комплексу України, вагому частку займають організаційні причини. На багатьох підприємствах гірничо-металургійного комплексу України недостатньо уваги приділяється блокуванню і маркуванню джерел небезпечних енергій, особливо важливий даний момент для ремонтних бригад, які виконують ремонтні роботи, де необхідна зупинка або відключення обладнання на період проведення ремонту, а також якщо ремонтні роботи виконує кілька різних бригад.

Prokopenko Y.A. Lock and labeling of hazardous energy sources in mining and metallurgical complex of Ukraine to reduce occupational injuries in the workplace

As the statistics of accidents on the enterprises of mining and metallurgical complex of Ukraine, weighty share of organizational reasons. In many enterprises of mining and metallurgical complex of Ukraine, insufficient attention to blocking and labeling of hazardous energy sources, especially important moment for maintenance crews who perform repairs where necessary stop or disable the equipment at the time of repair, or if repair work is carried out several times -tion teams.

УДК 621.771.25

Самборский Ю.Г., Файнштейн В.Г. Математическое описание непрерывного стана горячей прокатки как объекта системы автоматического управления

Разработанная математическая модель непрерывного многоклетьевого стана горячей прокатки как объекта системы управления в режиме свободной прокатки. Предложенная модель учитывает, как динамические свойства электропривода так и технологические параметры стана, в частности учтена как упругая деформация, так и пластическая деформация горячего металла. Получены уравнения математического описания технологического процесса горячей прокатки в комплекте с известными уравнениями переходных процессов в электроприводе.

Самборський Ю.Г., Файнштейн В.Г. Математичний опис безперервного стану гарячої прокатки як об'єкта системи автоматичного управління

Розроблена математична модель безперервного багатоклітєвого стану гарячої прокатки як об'єкта системи управління в режимі вільної прокатки. Запропонована модель враховує, як динамічні властивості електропривода так і технологічні параметри стану, зокрема врахована як пружна деформація, так і пластична деформація гарячого металу. Отримані рівняння математичного опису технологічного процесу гарячої прокатки в комплекті з відомими рівняннями перехідних процесів в електроприводі.

Samborskiy Y.G., Fineshtein V.G. Developed mathematical model of continuous multi-stand hot rolling mill as an object of control system in free-rolling mode. Proposed model is considering dynamic properties of electric drive as well as mill technological parameters, specifically both elastic and plastic strains of hot metal. Equations of rolling technological process mathematical description completed with known transient equations in electric drive were found.

УДК 669.1

Савельев С.Д., Новохатько Я.А. Математическое моделирование процесса перемещения зоны горения при спекании аглошихты

Проанализировано состояние моделирования агломерационного процесса железорудных материалов. Показано, что известные модели не позволяют определить скорость спекания без проведения предварительных опытов. На основе известной зависимости вертикальной скорости спекания от выхода агломерационного газа разработана оригинальная модель процесса движения зоны горения топлива в спекаемом слое, отличающаяся наличием ряда впервые установленных функциональных связей между параметрами шихты и агломерационного процесса. С помощью полученной модели выполнено исследование влияния состава и характеристик шихты на вертикальную скорость спекания.

Савельев С.Д., Новохатько Я.А. Математичне моделювання процесу переміщення зони горіння при спіканні аглошихти

Проаналізовано стан моделювання агломераційного процесу залізорудних матеріалів. Показано, що відомі моделі не дозволяють визначити швидкість спікання без проведення попередніх дослідів. На основі відомої залежності вертикальної швидкості спікання від виходу агломераційного газу розроблена оригінальна модель процесу руху зони горіння палива в спекаємому шарі, що відрізняється наявністю ряду вперше встановлених функціональних зв'язків між параметрами шихти і агломераційного процесу. За допомогою отриманої моделі виконано дослідження впливу складу і характеристик шихти на вертикальну швидкість спікання.

Savelev S.D., Novohatko Ya.A. Mathematical modeling of the movement of the combustion zone during sintering agloshity

The state of the simulation of the sintering process of iron materials. It is shown that the known models do not allow to determine the speed sintering without preliminary experiments. On the basis of the known dependence of vertical shrinkage rate from the output of the sintering gas developed an original model of the movement of fuel in the combustion zone sintered layer, characterized by the presence of a number of the first set of functional relationships between the parameters of the charge and the sintering process. With the resulting model to study the effect of the charge composition and characteristics of the vertical sintering rate.

УДК 622.647.2+622.69390

Александрова Т.В. Процессы взаимодействия кусковой руды с лентой наклонного конвейера при её поперечном порыве

В статье рассмотрены процессы динамического взаимодействия крупных кусков со слоем руды и с лентой наклонного конвейера при её скоростном сходе вниз в случае поперечного порыва, а так же рассмотрены причины и процесс сброса этих кусков с конвейера.

Александрова Т.В. Процеси взаємодії кусковий руди зі стрічкою похилого конвеєра при її поперечному пориві

У статті розглянуто процеси динамічної взаємодії великих шматків з шаром руди і з стрічкою похилого конвеєра при її швидкісному сходженні вниз в разі поперечного пориву, а так само розглянуті причини та процес скидання цих шматків з конвеєра.

Alexandrova T.V. Interaction processes lumps with an inclined conveyor belt at her cross rush

The article examines the processes of dynamic interaction with a layer of large pieces of ore and inclined conveyor belt when it is gathering speed down in the case of cross-rush, as well as examines the causes and the process of resetting of these pieces from the conveyor.

УДК 622.233.004.5

Назаренко Н.В., Назаренко М.В., Хоменко С.А. K-MINE – базовый инструмент повышения эффективности буровзрывных работ

В статье рассматриваются вопросы использования программных решений на базе геоинформационной системы K-MINE при проектировании и ведении буровзрывных работ для предприятий с открытым способом добычи полезных ископаемых с целью повышения качества подготовки горной массы и оптимизации технологических процессов бурения и взрывания.

Назаренко Н.В., Назаренко М.В., Хоменко С.А. K-MINE – базовий інструмент підвищення ефективності буропідричних робіт

У статті розглядаються питання використання програмних рішень на базі геоінформаційної системи K-MINE при проектуванні та веденні буровибухових робіт для підприємств з відкритим способом видобутку корисних копалин з метою підвищення якості підготовки гірської маси і оптимізації технологічних процесів буріння та підривання.

Назаренко Н.В., Назаренко М.В., Хоменко С.А. K-MINE – basic tool to increase efficiency of blasting

The article examines the use of software solutions based on geographic information system K-MINE in the design and management of drilling and blasting operations for companies with open-pit mining in order to improve the quality of the rock mass and process optimization of drilling and blasting.

УДК 621.771

Микитин О.В., Черенюк М.С. Обзор та аналіз малогабаритної мікроконтролерної техніки з великими можливостями

У статті наведено короткий огляд найбільш поширених до цього часу мікроконтролерів, їх характеристики, основні переваги й недоліки.

Микитин О.В., Черенюк М.С. Обзор и анализ малогабаритной микроконтроллерной техники с большими возможностями

В статье приведен краткий обзор наиболее распространенных до сих пор микроконтроллеров, их характеристики, основные преимущества и недостатки.

Mikitin O.V., Cherenyuk M.S. Review and analysis of compact microcontroller technology with great potential

This article provides a brief overview of the most common so far microcontrollers, their characteristics, the main advantages and disadvantages.

УДК 004.942

Шумова Л.А., Скарга-Бандурова И.С. Метод раннего обнаружения опасной тенденции технологических параметров

Рассмотрена задача разработки формальных методов для раннего обнаружения предаварийных ситуаций в химической промышленности. Представлен метод прогнозирования аварийной ситуации в технологическом процессе на основе анализа временных рядов значений технологических параметров. Сформулирован критерий для раннего обнаружения опасной тенденции.

Шумова Л.А., Скарга-Бандурова И.С. Метод раннього виявлення небезпечної тенденції технологічних параметрів
Розглянуто задачу розробки формальних методів для раннього виявлення предаварійних ситуацій в хімічній промисловості. Представлено метод прогнозування аварійної ситуації в технологічному процесі на основі аналізу часових рядів значень технологічних параметрів. Сформульовано критерій для раннього виявлення небезпечної тенденції.

Шумова Л.А., Скарга-Бандурова И.С. Method of early detection of a dangerous trend of technological parameters

The problem of the development of formal methods for early detection of pre-emergency situations in the chemical industry. Presented a method to predict the emergency in the process based on the analysis of time series values of technological parameters. The criterion for the early detection of a dangerous trend.

УДК 622.74

Мироненко А.И., Самохина С.А., Старых С.С., Шаповалова Г.М. Актуализация проблемы складирования хвостов обогащения полезных ископаемых

Рассмотрены проблемы транспортирования и складирования хвостов обогащения на горнорудных предприятиях. Обобщен опыт зарубежных и отечественных предприятий по подготовке и складированию отходов переработки полезных ископаемых. Обоснована необходимость выполнения технико-экономической оценки мероприятий по подготовке и складированию хвостов при выполнении проектирования нового строительства и реконструкций. Представлены рекомендации по уменьшению объемов образования хвостов и сокращению затрат на их транспорти-

ровку, уменьшению отчуждения новых участков сельскохозяйственных угодий для складирования хвостов.

Міроненко А.И., Самохіна С.А., Старих С.С., Шаповалова Г.М. Актуалізація проблеми складування хвостів збагачення корисних копалин

Розглянуто проблеми транспортування і складування хвостів збагачення на гірничорудних підприємствах. Узагальнено досвід зарубіжних і вітчизняних підприємств з підготовки та складування відходів переробки корисних копалин. Обґрунтовано необхідність виконання техніко-економічної оцінки заходів з підготовки та складування хвостів при виконанні проектування нового будівництва і реконструкцій. Представлені рекомендації щодо зменшення обсягів утворення хвостів і скороченню витрат на їх транспортування, зменшення відчуження нових ділянок сільськогосподарських угідь для складування хвостів.

Mironenko A.I., Samohina S.A., Saryh S.S., Shapovalova G.M. Mainstreaming tailings mineral processing

The problems of transportation and storage of tailings in mining companies. Summed up the experience of foreign and domestic companies to prepare and storage of waste processing of minerals. The necessity of performing feasibility study for the preparation and storage of tailings in the performance design of new construction and renovations. Presented recommendations to reduce the volume of tailings education and reducing the cost of transporting -focusing, reduce alienation new plots of farmland for tailings disposal.

УДК 553.3:622.271:622.272

Плотников В.Ф., Николенко Е.М. Краткий обзор технологии горных работ и перспективные направления развития Bama mining company (Иран)

Произведен обзор разработки месторождений полиметаллических руд открытым и подземным способами. Указаны основные недостатки ведения горных работ подземным способом. Изложена перспектива развития горнодобывающего комплекса компании.

Плотніков В.Ф., Ніколенко Е.М. Короткий огляд технології гірничих робіт та перспективні напрямки розвитку Bama mining company (Иран)

Зроблено огляд розробки родовищ поліметалічних руд відкритим і підземним способами. Вказані основні недоліки ведення гірничих робіт підземним способом. Викладена перспектива розвитку гірничодобувного комплексу компанії.

Plotnikov V.F., Nikolenko E.M. A brief overview of the mining technology and promising areas of Bama mining company (Iran)

By reviewing the development of polymetallic ores open pit and underground methods. Identifies the main shortcomings of mining by underground methods. Set out the prospect of the development of the mining sector.

УДК [666.712+666.74]:"18/19"(477)

Аблец В.В., Березовский А.А., Аблец Н.С. Кирпич и черепица дореволюционного криворожья. II Верхнеднепровский уезд Екатеринославской губернии

На основе собранного фактического материала, картографических и исторических документов проведен анализ развития производства кирпича и черепицы в Верхнеднепровском уезде Екатеринославской губернии в конце XIX – начале XX века. Выполнена идентификация производителей кирпича и черепицы.

Аблец В.В., Березовський А.А., Аблец Н.С. Цегла та черепиця дореволюційного Криворіжжя. II Верхньодніпровський повіт Катеринославської губернії

На основі зібраного фактичного матеріалу, картографічних та історичних документів проведено аналіз розвитку виробництва цегли і черепиці у Верхньодніпровському повіті Катеринославської губернії наприкінці XIX - початку XX століття. Виконана ідентифікація виробників цегли і черепиці.

Ablets V.V., Berezovskiy A.A., Ablets N.S. Brick and tile prerevolutionary Kryvorizhzhya. II Verhnedniprovsk Ekaterinoslavskaya province

On the basis of factual material collected, cartographic and historical documents, analysis of development brick and tile production in Verhnedniprovsk Ekaterinoslavskaya province in the late XIX - early XX century. Identification is made of brick and tile manufacturers.

УДК 624.04

Тимченко Р.А., Кришко Д.А. Особенности совместного расчета системы «основание – фундамент – верхнее строение» высотных зданий

Рассмотрены особенности совместного расчета системы «основание – фундамент – верхнее строение», проанализированы основные подходы, а также сложности, возникающие в процессе проектирования и эксплуатации.

Тимченко Р.А., Кришко Д.А. Особливості спільного розрахунку системи «основа - фундамент - верхню будову» висотних будівель

Розглянуто особливості спільного розрахунку системи «основа - фундамент - верхню будову», проаналізовано основні підходи, а також складнощі, що виникають у процесі проектування і експлуатації.

Tymchenko R.A., Krishko D.A. Features of the joint calculation of the "foundation - a foundation - superstructure" of tall buildings

The features of the joint calculation of the "foundation - a foundation - superstructure", analyzes the main approaches and difficulties encountered in the process of design and operation.

УДК 62-503

Жосан А.А., Ліпанчиков С.І. Чисельне моделювання роботи непараметричного дуального регулятора на прикладі об'єкта першого порядку

В цій статті наведено опис та результати випробувань одного з підходів до складання непараметричних систем керування технологічним процесом, який, за думкою авторів, є перспективним. Було проведено випробування такої сис-

теми при відпрацюванні завдань у вигляді поліноміальних, експоненціальних та кусково-лінійних функцій. На відміну від широко розповсюджених ПІ- та ПІД-регуляторів, похибка регулювання в такій системі не перевищувала 4.5% без зміни структури та параметрів регулятора.

Жосан А.А., Липанчиков С.И. Численное моделирование работы непараметрического дуального регулятора на примере объекта первого порядка

В настоящей статье приведено описание и результаты испытаний одного из подходов к разработке непараметрических систем управления. Было проведено испытание такой системы при отработке заданий в виде полиномиальных, экспоненциальных и кусочно-линейных функций. В отличие от широко распространенных ПИ- и ПИД-регуляторов, ошибка регулирования в такой системе не превышала 3% без изменения структуры и параметров регулятора.

Josan A.A., Lipanchikov S.I. Numerical simulation of non-parametric dual controller object in case the first order

In this article the description and test results of one of the approaches to non-parametric industrial control systems are given. The testing of such system was held when keeping the set point as polinomial, exponential and piecewise-linear functions. Unlike widely spread PI- and PID-regulators, the regulation error in such system was under 4.5 per cent without re-adjusting regulator parameters and changing the structure of the system.

УДК 681.5

Жосан А.А., Кирсань Е.С. Управление зоной печи с распределенными параметрами с помощью регулятора, основанного на концепции дуального управления

В статье рассматривается метод получения адекватного состояния объекта с распределенными в пространстве параметрами. Параметры объекта изменяются и не являются стационарными. Приведен пример управления объектом с распределенными параметрами при изменении параметров входа и получение управляющих данных.

Жосан А.А., Кирсань Е.С. Управління зоною печі з розподіленими параметрами за допомогою регулятора, заснованого на концепції дуального управління

У статті розглядається метод одержання адекватного стану об'єкта з розподіленими в просторі параметрами. Параметри об'єкта змінюються й не є стаціонарними. Наведено приклад керування об'єктом з розподіленими параметрами при зміні параметрів входу й одержання керуючих даних.

Josan A.A., Kirsan E.S. Management of the kiln with distributed parameters using the controller based on the concept of dual control

This article discusses a method for obtaining an adequate state of an object in space with distributed parameters. Object parameters vary and are not stationary. An example of the control object with distributed parameters when changing the input and receiving of control data.

УДК 621.313

Каневський В.В., Ткачук О.Р. Експериментальне дослідження частотно – регульованого електропривода зі зворотнім зв'язком за оцінкою динамічного моменту

Розглянуто актуальну тему синтезу і дослідження системи асинхронного ЕП зі скалярним частотним управлінням і зворотним зв'язком за оцінкою динамічного моменту, аналіз характеристик синтезованої САК методом математичного моделювання.

Каневський В.В., Ткачук О.Р. Экспериментальное исследование частотно - регулируемого электропривода с обратной связью по оценке динамического момента

Рассмотрена актуальная тема синтеза и исследование системы асинхронного ЭП со скалярным частотным управлением и обратной связью по оценке динамического момента, анализ характеристик синтезированной САУ методом математического моделирования.

Kanevskiy V.V., Tkachuk O.R. Experimental study of frequency - controlled electric with feedback according nomic dynamics since

Consider current issues and research synthesis of asynchronous EP with scalar frequency control and feedback to assess the dynamic moment analysis of the characteristics of the synthesized SAN by mathematical modeling.

УДК 621.331 (477)

Хромей О.В. До проблеми необхідності та напрямків розвитку тягового електроприводу

Розглянуто найгостріші проблеми тягового електроприводу. Проаналізовано існуючі підходи до вирішення цих проблем на прикладі декількох типів локомотивів. Окреслено шляхи виходу з кризового становища електрорушійного складу з урахуванням державних програм та концепцій.

Хромей О.В. К проблеме необходимости и направлений развития тягового электропривода

Рассмотрены острые проблемы тягового электропривода. Проанализированы существующие подходы к решению этих проблем на примере нескольких типов локомотивов. Намечены пути выхода из кризисного положения электродвижущей состава с учетом государственных программ и концепций.

Hromei O.V. On the problem of the need and direction of the electric traction

Considered the most acute problems of electric traction. Existing approaches to these problems on the example of several types of locomotives. The ways out of the crisis situation electromotive composition based on state programs and concepts.

УДК 621.316.7

Сінолиций А.П., Кольсун В.А., Удовенко О.О., Козлов В.С., Риженков Д.В., Макодзьоб В.М. Лабораторний комплекс дослідження енергопотоків мережі живлення з різноманітними режимами навантаження

Створено лабораторний комплекс фізичного моделювання енергетичних потоків мережі живлення, основною складовою якого є пристрій активної корекції коефіцієнту потужності. Комплекс фізичного моделювання дозволяє створити широкий спектр різноманітних енергетичних станів мережі живлення, впливаючи як на струм, так і на напругу. До тестової мережі живлення лабораторного комплексу може бути підключено будь-яке навантаження, що є складовою стенду: лінійне, нелінійне, незбалансоване тощо. Також може бути створено режим викривлення ЕРС мережі, який майже не зустрічається на практиці, але може бути необхідним при тестуванні активних фільтрів із новими

універсальними алгоритмами керування.

Для перевірки працездатності лабораторного комплексу проведено дослід із компенсації активним фільтром вищих гармонік струму. Умови дослід: до мережі живлення підключено нелінійне та активне трифазне навантаження. Задача активного фільтру струму полягає в усуненні вищих гармонік струму. В результаті дослідів встановлено, що трифазний активний фільтр вдало виконав задачу, однак коефіцієнт спотворення напруги мережі після включення фільтру перевищує норми за ДСТУ 13109. Цей факт можна частково пояснити відсутністю пасивного фільтру на вході активного коректору енергопотоків.

Синолиций А.П., Кольсун В.А., Удовенко О.О., Козлов В.С., Риженков Д.В., Макодзєб В.М. Лабораторный комплекс исследования энергопотоков сети питания с различными режимами нагрузки

Создан лабораторный комплекс физического моделирования энергетических потоков сети, основной составляющей которого есть устройства активной коррекции коэффициента мощности. Комплекс физического моделирования позволяет создать широкий спектр разнообразных энергетических состояний сети, воздействуя как на ток, так и на напряжение. К тестовой сети питания лабораторного комплекса может быть подключено любое нагрузки, является составной стенда: линейное, нелинейное, несбалансированное т.п. Также может быть создан режим искажения ЭДС сети, почти не встречается на практике, но может потребоваться при тестировании активных фильтров с новыми универсальными алгоритмами управления.

Для проверки работоспособности лабораторного комплекса проведен опыт по компенсации активным фильтром высших гармоник тока. Условия опыта: к сети подключено нелинейное и активное трехфазное нагрузки. Задача активного фильтра тока заключается в устранении высших гармоник тока. В результате опыта установлено, что трехфазный активный фильтр удачно выполнил задачу, однако коэффициент искажения напряжения сети после включения фильтра превышает нормы по ГОСТ 13109. Этот факт можно отчасти объяснить отсутствием пассивного фильтра на входе активного корректора энергопотоков.

Sinolitsiy A.P., Kolsun V.A., Udovenko O.O., Kozlov V.S., Ryzhenkov D.V., Makodzeb V.M. Laboratory studies of energy complex supply chains with different modes of loading

A laboratory complex physical modeling energy flows mains, the main glass argue that the pre-devices which are active power factor correction. The complex physical modeling allows creation dig a wide variety of energy states of the power supply, affecting both the current and the voltage. To test the power supply laboratory complex can be connected to any load that is part of the stand: linear, nonlinear, and so unbalanced. You may also be created EMF distortion mode network, which almost never occurs in practice, but may be necessary when testing active filter with the new universal control algorithm.

To test the performance of complex laboratory experiment conducted with the active filter compensation higher harmonics current. Conditions of the experiment: to the power supply is connected and active three-phase non-linear loads. Problem of current active filter is to eliminate higher harmonics current. The result of the experiment found that the three-phase active filter successfully completed the task, but the distortion factor voltage after switching the filter exceeds the standards for ISO 13109. This can be partly explained by the lack of passive filter at the input of the active corrector of energy.

УДК 378.147

Герасименко Н.О. Консультування як важливий елемент системи самостійної роботи студентів вищих навчальних закладів

У статті окреслено основні підходи до трактування терміну «консультування». Розглянуто основні види консультування й відповідні їм консультації.

Герасименко Н.О. Консультирование как важный элемент системы самостоятельной работы студентов высших учебных заведений

В статье очерчено основные подходы к трактовке термина «консультирование». Рассмотрены основные виды консультирования и соответствующие им консультации.

Gerasimenko N.O. Advising as important element of the system of independent work of students of higher educational establishments

The basic approaches to the interpretation of the term «consultation» have been outlined in the article. The basic types of consultation and corresponded consultations have been also treated in the article.

УДК 37.02

Квітка Т.В. Самоосвітня діяльність як засіб особистісного розвитку студентів вищих технічних навчальних закладів
Висвітлені дидактичні особливості самоосвітньої діяльності, як засобу розвитку особистості студентів вищих технічних навчальних закладів. Виявлені компоненти готовності студентів для здійснення самоосвітньої діяльності.

Квитка Т.В. Самообразовательная деятельность как средство личностного развития студентов высших технических учебных заведений

Рассмотрены дидактические особенности самообразовательной деятельности, как средства развития личности студентов высших технических учебных заведений. Определены компоненты готовности студентов для совершения самообразовательной деятельности.

Kvitka T.V. Self-education activities as a means of personal development of students of technical schools

Highlights didactic features self education as a means of personal development of students in higher technical education. Identified components of students' readiness for the implementation of self education.

УДК 528.067

Куліковська О.С., Атаманенко Ю.Ю. Аналіз новітніх технологій у фіксуванні дорожньо-транспортних пригод у Криворізькому регіоні

В статті розглянуто особливості, стан і кількісні показники дорожньо-транспортних пригод у Криворізькому регіоні за 2008 – 2013 роки, розкриті проблеми їх виникнення. Подано аналіз новітніх геодезичних технологій у фіксуванні та оформленню документації дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Розглянуті дані ДАІ Криворізького регіону за

останні шість років дозволили встановити зростання кількості порушень правил дорожнього руху та ДТП. Від загальної кількості ДТП у Дніпропетровській області показник пригод по місту Кривому Розі становить 18%. Описано традиційні методи фіксування ДТП: за допомогою рулетки та стереофотограмметричної зйомки однією або двома камерами. Показано переваги новітнього методу – наземного лазерного сканування, який надає можливість за лічені хвилини зафіксувати обстановку при скоєнні дорожньо-транспортної пригоди, зібрати дані, які мають до неї відношення, а також відобразити прилеглу територію. Технологія в декілька разів збільшує інформативність і достовірність даних, зібраних на місці ДТП, пропонує наочну і зручну візуалізацію в трьохвимірному вигляді. Вказано на значну ціну лазерного сканера, що унеможливило повсюдне використання його співробітниками структури ДАІ у зв'язку з економічними труднощами країни. Пропонується зосередити зусилля на розробці нових пристроїв, які забезпечували б необхідну точність фіксації ДТП, але мали економічно вигідну вартість.

Куліковська О.Є., Атаманенко Ю.Ю. Анализ новейших технологий в фиксировании ДТП в Криворожском регионе

В статье рассмотрены особенности, состояние и количественные показатели ДТП в Криворожском регионе за 2008 - 2013 годы, раскрыты проблемы их возникновения. Дан анализ новейших геодезических технологий в фиксировании и оформлении документации дорожно - транспортных происшествий (ДТП). Рассмотренные данные ГАИ Криворожского региона за последние шесть лет позволили установить рост количества нарушений правил дорожного движения и ДТП. От общего - ной количества ДТП в Днепропетровской области показатель приключений по городу Кривому Рогу составляет 18 %. Описаны традиционные методы фиксирования ДТП: с помощью рулетки и стереофотограмметрических съемки одной или двумя камерами. Показаны преимущества новейшего метода - наземного лазерного сканирования, позволяет за считанные минуты зафиксировать обстановку при совершении дорожно - транспортного происшествия, собрать данные, которые имеют к ней отношения, а также отразить прилегающую территорию. Технология в несколько раз увеличивает информативность и достоверность данных, собранных на месте ДТП, предлагает наглядную и удобную визуализацию в трехмерном виде. Указано на значительную цену лазерного сканера, что делает невозможным повсеместное использование его сотрудниками структуры ГАИ в связи с экономическими трудностями страны. Предлагается сосредоточить усилия на разработке новых устройств, обеспечивающих необходимую точность фиксации ДТП, но имели экономически выгодную стоимость.

Куліковська О.Є., Атаманенко Ю.Ю. Analysis of the latest technologies in the fixing of road accidents in the Krivoy Rog area

The paper considers the features, status and quantitative indicators of road accidents in the Krivoy Rog region for 2008 - 2013 years revealed problems incurred. The analysis of the latest surveying technologies in recording and documentation of traffic accidents (RTA). Examined data SAI Krivorozhskogo region over the past six years, revealed the growing number of traffic violations and accidents. Since generally flax number of accidents in the Dnipropetrovsk region indicator adventures in the city Krivoy Rog is 18 %. Describes the traditional methods of recording accidents: with tape and stereofotogrammetrichnoyi shooting one or two cameras. The advantages of modern methods - ground-based laser scanning, which allows you within minutes to fix the situation by committing a traffic accident, to collect data that are her ratio along with a surrounding area. The technology is several times increased information content and reliability of the data collected at the accident, offers a clear and easy visualization of three-dimensional form. Specified in considerable cost laser scanner that prevents the widespread use of its staff structure of the traffic police in connection with the economic difficulties of the country. It is proposed to focus on the development of new devices that would provide the required accuracy fixing an accident, but had a cost-effective price.

УДК 622.27+622.341

Кивгила Е.В., Пивнев С.И., Романов А.Ю., Терешонков А.Н. Обоснование эффективной технологии совместной отработки магнетитовых кварцитов Первомайского карьера и шахты «Первомайская» Северного ГОКа открыто-подземным способом

В статье поднят актуальный вопрос, касающийся совместной отработки подземным и открытым способом Криворожских железорудных месторождений. В частности рассмотрена возможность применения комбинации этих способов в условиях отработки магнетитовых кварцитов Первомайского карьера и шахты "Первомайская". Для этого проведен анализ и сравнительная оценка нескольких вариантов разработки с целью выделения наиболее эффективного из них. На основании анализа выделены 9 вариантов, которые отличаются транспортными коммуникациями, системой подземной отработки, схемой вывоза пустых пород, а также очередностью отработки в пространстве. Для 4 вариантов актуальных для дальнейшей сравнительной оценки создана технико-экономическая модель. Она включает такие показатели как: годовые эксплуатационные затраты, капитальные инвестиции, средневзвешенная себестоимость добычи 1 т руды и суммарные дисконтированные затраты. После сопоставления показателей обоснована эффективность каждого из вариантов.

Ківгіла Є.В., Півньов С.І., Романов А.Ю., Терешонков А.Н. Обґрунтування ефективної технології спільного відробітку магнетитових кварцитів Першотравневого кар'єру і шахти "Першотравнева" Північного ГЗКа відкрито-підземним способом

У статті піднято актуальне питання, що стосується спільного відробітку підземним і відкритим способом Криворізьких залізрудних родовищ. Зокрема розглянута можливість застосування комбінації цих способів в умовах відробітку магнетитових кварцитів Першотравневого кар'єру і шахти "Першотравнева". Для цього проведений аналіз і порівняльна оцінка декількох варіантів розробки з метою виділення найбільш ефективного з них. На підставі аналізу виділено 9 варіантів, які відрізняються транспортними комунікаціями, системою підземного відробітку, схемою вивезення порожніх порід, а також черговістю відробітку в просторі. Для 4 варіантів актуальних для подальшої порівняльної оцінки створена техніко-економічна модель. Вона включає такі показники як: річні експлуатаційні витрати, капітальні інвестиції, середневзвешенна собівартість здобичі 1 т руди і сумарні дисконтовані витрати. Після зіставлення показників обґрунтована ефективність кожного з варіантів.

Kivgila E.V., Pivnev S.I., Romanov A.Ju., Tereshonkov A.N. Ground of effective technology of the joint working off the magnetitovых quartzites of the May day quarry and mine "May day" North Гока by an openly-underground method
The article raised significant issues relating to joint mining underground and open pit Krivoy Rog iron ore deposits. In particular, consider the possibility of using a combination of these methods in mining conditions Pershamajski magnetite quartzite quarry. For this analysis and comparative evaluation of several options to develop in order to isolate the most effective of them. Based on the analysis highlighted 9 variants, which differ in transport communication system underground mining scheme, waste rock, as well as mining precedence in space. 4 options for further relevant comparative evaluation created techno-economic model. It includes such factors as: annual operating costs, capital investment, the weighted average cost of production of 1 ton of ore and total discounted costs.

УДК 622.23(28)

Настобурко Л.Г., Кривенко Ю.Ю. Рациональное применения этажно-камерной и подэтажно-камерной систем разработки с твердеющей закладкой при отработке мощных крутопадающих рудных месторождений

Выполнен анализ опыта отработки рудных месторождений при различных горно-геологических условиях. Установлено, что оптимизация отработки залежей системами с открытым очистным пространством может быть достигнута за счет применения твердеющей закладкой с использованием погрузочно-доставочных машин на подэтажном горизонте на выпуске и доставке руды к рудоспускам, соединенным с основным откаточным горизонтом. Определена область применения погрузочно-доставочных машин в одной выемочной единице одновременно на разных горизонтах для увеличения производительности очистных камер. Установлено, что при проектировании разработки мощных крутопадающих рудных месторождений камерными системами разработки с твердеющей закладкой, целесообразно, перед принятием проектных решений, учитывать рациональные области применения этажно-камерной и подэтажно-камерной систем разработки с учетом горно-геологических и горнотехнических условий.

Настобурко Л.Г., Кривенко Ю.Ю. Рациональне застосування поверхово-камерної і підповерхово-камерної систем розробки з тверднучою закладкою при відробітку потужних крутопадаючих рудних родовищ

Виконано аналіз досвіду відпрацювання рудних родовищ при різних гірничо-геологічних умовах. Встановлено, що оптимізація відпрацювання покладів системами з відкритим очисним простором може бути досягнута за рахунок застосування закладки, що твердіє, з використанням погрузочно-доставочні машин на підповерховому горизонті на випуску й доставці руди до рудоспусків, з'єднаних з основним відкаточним горизонтом. Визначено область застосування погрузочний-доставочні машин в одній виймальній одиниці одночасно на різних горизонтах для збільшення продуктивності очисних камер. Встановлено, що при проектуванні розробки потужних крутоспадних рудних родовищ камерними системами розробки із закладкою, що твердіє, доцільно, перед прийняттям проектних рішень, урахувати раціональні області застосування поверхово-камерної й підповерхово-камерної систем розробки з урахуванням гірничо-геологічних і гірнотехнічних умов.

Nastoburko L.G., Kryvenko Ju.Ju. Rational applications floor - vestibule and under floor vestibule systems of development with a hardening book - mark at working off powerful high - dipping ore deposits

The analysis of the experience of mining ore deposits in different geological conditions.

Found that the optimization of mining deposits of sewage treatment systems with an open space can be achieved by applying a settable tab using Scooptrams sublevel on the horizon in the production and delivery of ore to ore passes, connected with the main haulage horizon. Defined scope Scooptrams in one of the recessed unit simultaneously at different levels to increase productivity treatment chambers. Found that the design development of powerful steep ore deposits chamber systems development with hardening bookmark advisable before making design decisions, consider the application of rational - storey building, chamber and chamber - sublevel development systems based on geological and mining conditions.

УДК 621.315.052.7:62.395.14

Касаткіна І. В., Гнүтов І. В. Поліпшення енергоефективності системи електропривода конвеєра

Для поліпшення енергоефективності системи електропривода конвеєра було опрацьовано та вирішено наступні завдання: проведено аналіз існуючих технічних рішень управління електроприводом конвеєрної лінії, розроблено структурну і функціональну схеми модернізації системи управління електроприводу конвеєра на базі АВК, виконано обґрунтований розрахунок основних вузлів і агрегатів системи управління конвеєрної лінії, по отриманих теоретичних результатах та розрахунках.

Ключові слова: енергоефективність, електропривод, конвеєрна лінія.

Касаткина И. В., Гнүтов И. В. Улучшение энергоэффективности системы электропривода конвейера

Для улучшения энергоэффективности системы электропривода конвейера были обработаны и решены следующие задачи: проведен анализ существующих технических решений управления электроприводом конвейерной линии, разработана структурная и функциональная схемы модернизации системы управления электропривода конвейера на базе АВК, выполнено обоснованный расчет основных узлов и агрегатов системы управления конвейерной линии, по полученным теоретическим результатам и расчетам.

Ключевые слова: энергоэффективность, электропривод, конвейерная линия.

Kasatkina I. V., Gnutow I. V. Improving energy systems motors for conveyors

To improve the efficiency of the conveyor drive system has been processed and solved the following problems: an analysis of existing technical solutions control the drive of a conveyor line, developed structural and functional scheme of modernization of the electric conveyor control system based on AVC holds reasonable calculation of basic components and assemblies control the conveyor line at the theoretical results and calculations.

Key words: energy efficiency, electric drive, conveyor line.

УДК 622.684:629.353

Почужевський О.Д. Специфіка умов експлуатації самохідних колісних машин на відкритих розробках

На основі аналізу парку самохідних колісних машин гірничих підприємств встановлено, що основним видом даної техніки при видобутку корисних копалин відкритим способом є кар'єрні самоскиди вантажопідйомність 30...55 т оснащені гідромеханічною трансмісією. Враховуючи що якість роботи самохідних колісних машин, окрім їх технічних характеристик, визначається безпосередньо гірничотехнічними умовами експлуатації, проведено дослідження їх специфіки на експлуатуючих підприємствах. Згідно проведеного аналізу роботи кар'єрних самоскидів на промислових підприємствах України, сформовано основну класифікацію умов їх використання: основний технологічний транспорт, допоміжний технологічний транспорт або використовуються за замовленням. При цьому встановлено, що на кожному підприємстві існують власні (специфічні, притаманні конкретному підприємству) умови транспортування гірничої маси. Тобто з точки зору підвищення ефективності експлуатації транспортних машин, кожне підприємство потребує індивідуального підходу до формування парку та параметрів кар'єрних самоскидів.

Ключові слова: самохідні колісні машини, кар'єрні самоскиди, гідромеханічна трансмісія, умови експлуатації, ефективність експлуатації, гірничотехнічні умови.

Почужевский О.Д. Специфика условий эксплуатации самоходных колесных машин на открытых разработках

На основе анализа парка самоходных колесных машин горных предприятий установлено, что основным видом данной техники при добыче полезных ископаемых открытым способом являются карьерные самосвалы грузоподъемность 30...55 т оснащенные гидромеханической трансмиссией. Учитывая что качество работы самоходных колесных машин, кроме их технических характеристик, определяется непосредственно горнотехническими условиями эксплуатации, проведено исследование их специфики на эксплуатирующих предприятиях. Согласно проведенного анализа работы карьерных самосвалов на промышленных предприятиях Украины, сформирована основная классификация условий их использования: основной технологический транспорт, вспомогательный технологический транспорт или же используются по заказу. При этом установлено, что на каждом предприятии существуют собственные (специфические, присущие конкретному предприятию) условия транспортирования горной массы. То есть с точки зрения повышения эффективности эксплуатации транспортных машин, каждое предприятие требует индивидуального подхода к формированию парка и параметров карьерных самосвалов.

Ключевые слова: самоходные колесные машины, карьерные самосвалы, гидромеханическая трансмиссия, условия эксплуатации, эффективность эксплуатации, горнотехнические условия.

Pochuzhevs'kyi, O.D. Specifics of duty self wheeled vehicles at open

Clear method development as the most economical and efficient extraction of mineral resources, developing around the world quite rapidly. The main type of self-propelled wheeled vehicles in mining is open pit mining trucks, they used to carry about 80 % of the rock mass. In Ukraine, almost all of the techniques presented park cars of JSC «BelAZ», of which about 97% are carrying 30...55 tons and equipped with hydromechanical transmission. Given that the quality of the self-propelled wheeled vehicles, in addition to the specifications, determined by direct mining operating conditions, a study of their specificity for the operating mining companies. The results of the analysis of mining truck at industrial enterprises of Ukraine formed the basic classification of the conditions of their use: the basic technology vehicles, trucks or assistive technology used by request. The main result of the research is that each company has its own (specific inherent to a particular company) provided the transportation of the rock mass. That is, in terms of improving the efficiency of operation of transport vehicles, every company needs an individual approach to the formation of the park and the parameters of mining truck.

Keywords: self-propelled wheeled vehicles, dump trucks, hydromechanical transmission, operating conditions, operating efficiency, mining conditions.

УДК 658:27.622

Калиніченко О.В. Дослідження економічної доцільності заходів щодо боротьби з пилом на відкритих рудних складах

Запропонована робота присвячена дослідженню економічної доцільності технічних та природоохоронних заходів, присвячених боротьбі з пилом на промислових площадках та відкритих рудних складах гірничовидобувних підприємств.

З метою зменшення шкідливого впливу на довкілля від видування пилу на відкритих рудних складах в умовах шахти «Родіна» ПАТ «КЗРК» запропоновані комплексні техніко-економічні заходи. Удосконалено теоретичні та методичні положення щодо визначення економічної доцільності заходів щодо боротьби з пилом на відкритих складах гірничовидобувних підприємств.

Доведено, що провідним принципом природокористування в наш час є еколого-економічний, за якого критерій ефективності господарювання в гірничовидобувній галузі формулюється так: одержання максимального прибутку з мінімальними затратами й мінімальними порушеннями природного середовища та екологічного стану басейну.

Калиниченко Е.В. Исследование экономической целесообразности мероприятий по борьбе с пылью на открытых рудных складах

Предлагаемая работа посвящена исследованию экономической целесообразности технических и природоохранных мероприятий, посвященных борьбе с пылью на промышленных площадках и открытых рудных складах горнодобывающих предприятий.

С целью уменьшения вредного влияния на окружающую среду от выдувания пыли на открытых рудных складах в условиях шахты «Родина» ОАО «КЗРК» предложены комплексные технико - экономические мероприятия. Усовершенствованы теоретические и методические положения по визначення економічної целесообразности мероприятий по борьбе с пылью на открытых складах горнодобывающих предприятий.

Доказано, что ведущим принципом природопользования в наше время является эколого-экономический, при котором критерий эффективности хозяйствования в горнодобывающей отрасли формулируется так: получение максимальной прибыли с минимальными затратами и минимальными нарушениями природной среды и экологического состояния бассейна.

Kalinichenko O.V. Study feasibility of measures for dust control in open syllables ore

The present work is devoted to the study of the technical feasibility and environmental measures aimed at combating the dust at

industrial sites and warehouses open ore mining companies.

In order to reduce the harmful effects on the environment by removing dust in open warehouses ore in the mine "RODINA" of "KZRK" proposed comprehensive technical - economic activities. Improved theoretical and methodological provisions viznachennyya feasibility measures against dust on the open storage of mining enterprises.

It is proved that the guiding principle of nature in our time is the ecological and economic, in which the criterion of economic efficiency in the mining industry is formulated as follows: maximize profits with minimal cost and minimal disruption to the natural environment and ecological condition of the pool.

УДК 65.01:657.222

Мишук Є.В., Клименко А.Д. Роль облікової політики в управлінні підприємством

У статті показано, що облікова політика є одним із дієвих інструментів управління підприємством. Розглянуто й узагальнено теоретичні розробки вітчизняних і зарубіжних науковців щодо сутності облікової політики та її значення. Визначено основні проблеми формування облікової політики підприємства. Обґрунтовано, що зниження ролі облікової політики в управлінні підприємством пов'язане з недостатністю відпрацювання теоретичних положень щодо визначення і трактування її сутності, інструментів та структурних елементів. Виявлено ряд факторів, які впливають на розробку облікової політики, до яких віднесено: форму власності та організаційно-правовий статус підприємства; технічне оснащення управління; кваліфікацію кадрів підприємства; ефективність системи інформаційного забезпечення підприємства; питання фінансово-господарського розвитку; розміри діяльності підприємства. Запропоновано розглядати облікову політику як складний динамічний процес.

Мишук Е.В., Клименко А.Д. Роль учетной политики в управлении предприятием

В статье показано, что учетная политика является одним из действенных инструментов управления предприятием. Рассмотрены и обобщены теоретические разработки отечественных и зарубежных ученых о сущности учетной политики и ее значение. Определены основные проблемы формирования учетной политики предприятия. Обосновано, что занижение роли учетной политики в управлении предприятием связано с недостаточностью отработки теоретических положений относительно определения и трактовки ее сущности, инструментов и структурных элементов. Выявлен ряд факторов, которые влияют на разработку учетной политики, к которым отнесены: форму собственности и организационно - правовой статус предприятия; техническое оснащение управления; квалификацию кадров предприятия; эффективность системы информационного обеспечения предприятия, вопрос финансово - хозяйственного развития, размеры деятельности предприятия. Предложено рассматривать учетную политику как сложный динамический процесс.

Mishuk E.V., Klimenko A.D. The role of accounting policies in enterprise management

The article shows that the accounting policy is one of the most effective tools of management. Reviewed and summarized the theoretical development of domestic and foreign scholars about the nature of the accounting policy and its value. The main problems of the formation of accounting policy. It is proved that an understatement role in accounting policies due to the operation of business failure mining theoretical propositions concerning the definition and interpretation of its essence, tools and structural elements. Identified a number of factors that influence the development of accounting policies, which include: ownership and organizational - legal status of the company; technical equipment management, personnel qualifications enterprise, the effectiveness of the enterprise information management system for the issue of financial - economic development, the size of the enterprise. Proposed to consider the accounting policies as a complex dynamic process.

УДК 622.271

Кадол Л.В., Сердюк С.Д. Аналіз використання рекультивованих земель як рекреаційного потенціалу міста

Розглянуто питання використання відпрацьованих кар'єрів, шахт та інших гірських виробок в руслі збереження геологічних пам'яток природи. Наведені різні види рекультивації відпрацьованих кар'єрів із збереженням фрагментів первинного залягання порід.

Кадол Л. В., Сердюк С.Д. Анализ использования рекультивированных земель как рекреационного потенциала города

Рассмотрены вопросы использования отработанных карьеров, шахт и других горных выработок в русле сохранения геологических памятников природы. Приведены различные виды рекультивации отработанных карьеров с сохранением фрагментов первичного залегания пород.

Kadol L. V., Serdjuk S.D. Analysis of the use of reкультивированных earths as рекреационного potential of city

Use of exhausted open pits, underground mines and other mining workings was investigated with focus on geological natural monuments preservation. Different methods of exhausted mines recultivation with primary rock bedding fragments preservation are submitted.

УДК 658.14: 338.24

Шахно А.Ю., Мигуцька І.М. Оптимізація структури капіталу підприємств гірничо-металургійного комплексу України

Представлено результати дослідження оптимальної структури капіталу на прикладі ПАТ «Північний гірничозбагачувальний комбінат». Обґрунтовано необхідність визначення оптимальної структури капіталу за критеріями співвідношення: власного та запозиченого капіталу, різних джерел фінансування діяльності підприємства. Запропонована модель оптимальної структури

капіталу та підвищення ринкової вартості підприємства. Визначено шляхи збільшення вартості капіталу підприємства.

Шахно А.Ю., Мигуцкая И.М. Оптимизация структуры капитала предприятий горно-металлургического комплекса Украины

Представлены результаты исследования оптимальной структуры капитала на примере ОАО «Северный горнообогатительный комбинат». Обоснована необходимость определения оптимальной структуры капитала по критериям соотношения: собственного и заемного капитала, различных источников финансирования деятельности предприятия. Предложена модель оптимальной структуры капитала и повышение рыночной стоимости предприятия. Определены пути увеличения стоимости капитала предприятия.

Shahno A.Y., Migucka I.M. Optimize capital structure mining and metallurgical complex of Ukraine

The results of the study of optimal capital structure as an example JSC "North-binding himychozbahachu Works". The necessity of determining the optimal capital structure by value criteria: equity and borrowed capital, different sources of financing of the company. Proposed-ordinated model of optimal capital structure and increase the market value of the company. Ways of increasing the cost of capital of the company.

УДК 622.272 : 622.013

Грицина О.Є., Драгун Б.Т., Гук А.Ю., Нестерук Н.І., Ланцетова Т.В., Єгорова І.Г. Особливості системи економічних показників у нормах технологічного проектування гірничодобувних підприємств з підземним способом видобутку залізних руд

При розробці проекту норм технологічного проектування гірничодобувних підприємств з підземним способом видобутку залізних руд визначена система техніко-економічних показників проектів, яка забезпечує об'єктивне порівняння варіантів проекту та вибір найбільш економічного варіанту розвитку виробництва. В систему критеріїв динамічної оцінки варіантів проектів введений показник сумарних витрат.

Ключові слова: норми проектування, гірничодобувні підприємства, шахта, капітальні інвестиції, експлуатаційні витрати, приведені та сумарні витрати

Gritcina A., Dragun B., Gook A., Nesteruk N., Lantsetova T., Yegorova I. Features of the system of economic indexes in the norms of technological designing of mining enterprises with the deep-mined output of iron ore.

At development of the project of norms of technological designing of mining enterprises with the deep-mined output of iron ore certain system of technic and economic indexes of projects is defined, which provides objective comparison of alternate designs and choice of the most economic variant of development of production. Index of total costs is introduced to the system of criteria of dynamic estimation of variants of projects.

Keywords: norms of the planning, mining enterprises, mine, capital investment, operation costs, reduced and total costs.

Грицина О. Є., Драгун Б.Т., Гук А.Ю., Нестерук Н.І., Ланцетная Т.В., Єгорова І.Г. Особенности системы экономических показателей в нормах технологического проектирования горнодобывающих предприятий с подземным способом добычи железных руд

При разработке проекта норм технологического проектирования горнодобывающих предприятий с подземным способом добычи железных руд определенная система технико-экономических показателей проектов, которая обеспечивает объективное сравнение вариантов проекта и выбор наиболее экономического варианта развития производства. В систему критериев динамической оценки вариантов проектов введенный показатель суммарных расходов.

Ключевые слова: нормы проектирования, горнодобывающие предприятия, шахта, капитальные инвестиции, эксплуатационные расходы, приведенные и суммарные расходы

УДК 519.876.5

Кононенко В.В., Решотка Р.О., Кононенко А.В. Системно-динамічна модель оцінки та мінімізації витрат інвестиційного проекту поглиблення шахтних стволів

Авторами запропонована системно-динамічна модель оптимізації параметрів проведення поглиблювальних робіт на рудних та вугільних шахтах. Застосований динамічний метод оцінки інвестиційних рішень у сфері поглиблення стволів шахт на основі компаундування вартості витрат на проект з поглиблення. Обґрунтовано доцільність застосування побудованої моделі для оптимізації темпів проведення поглиблювальних робіт з метою мінімізації передбачуваної вартості витрат інвестиційного проекту.

Ключові слова: поглиблення шахтного ствола, системно-динамічна модель, інвестиційний проект поглиблення ствола

Кононенко В.В., Решотка Р.А., Кононенко А.В. Системно-динамическая модель оценки и минимизации затрат инвестиционного проекта углубки шахтных стволов

Авторами предложена системно-динамическая модель оптимизации параметров проведения углубочных работ на рудных и угольных шахтах. Применен динамический метод оценки инвестиционных решений в сфере углубки стволов шахт на основе компаундирования стоимости затрат на проект по углубке. Обосновано целесообразность применения построенной модели для оптимизации темпов проведения углубочных работ с целью минимизации ожидаемой величины затрат инвестиционного проекта.

Ключевые слова: углубка шахтного ствола, системно-динамическая модель, инвестиционный проект по углубке

шахтного ствола.

Kononenko V.V., Reshotka R.O., Kononenko A.V. System-dynamic model of investment decision assessment in shaft deepening

Authors offer the system-dynamic model of optimization of parameters of shaft deepening at the ore or coal mine. Dynamic method of investment decision assessment in shaft deepening grounded on compounding of deepening project costs is used. It is analyzed the model validity when it is used in order to optimize rates of shaft deepening with the object of minimization of predicted investment project costs. It is shown that the use of built model allows to economize project costs and optimize project realization duration.

Key words: shaft deepening, system-dynamic model, investment decision assessment.

УДК 658.1

Нусинов В.Я., В.О. Побережна В.О. Проблеми корпоративного управління в Україні

Розглянуто передумови виникнення підприємств корпоративного типу та розвиток корпорацій на території України. Визначено основні напрямки розвитку корпоративного управління в Україні

Було проаналізовано існуючі рейтинги оцінки якості корпоративного управління та проблему їх використання для аналізу стану корпоративного управління підприємств України. Головною проблемою корпоративного управління в нашій країні є нерівноправність акціонерів. Аналіз органів управління провідних підприємств ГМК Кривого Рогу показав, що на загальних зборах акціонерів порушується принцип кумулятивного голосування, що не дає практично ніяких прав дрібним акціонерам на управління підприємством. Тому необхідні рішучі дії з боку влади, а саме законодавче регулювання даної проблеми.

Ключові слова: корпоративне управління, корпоративний сектор, рейтинги, акціонери, кумулятивне голосування.

Нусинов В.Я., В.О. Побережна В.О. Рассмотрены предпосылки возникновения предприятий корпоративного типа и развитие корпораций на территории Украины

Определены основные направления развития корпоративного управления в Украине. Были проанализированы существующие рейтинги оценки качества корпоративного управления и проблема их использования для анализа состояния корпоративного управления предприятий Украины. Главной проблемой корпоративного управления в нашей стране является неравноправие акционеров. Анализ органов управления ведущих предприятий ГМК Кривого Рога показал, что на общем собрании акционеров нарушается принцип кумулятивного голосования, что не дает практически никаких прав мелким акционерам на управление предприятием. Поэтому необходимы решительные действия со стороны власти, а именно законодательное регулирование данной проблемы.

Ключевые слова: корпоративное управление, корпоративный сектор, рейтинги, акционеры, кумулятивное голосование

Nusinov V.Ja., Poberezna V.O. The article describes the background of companies and corporate type development corporations in Ukraine. The basic directions of development of corporate governance in Ukraine. Ratings were analyzed existing quality assessment of corporate governance and the problem of their use for the analysis of corporate governance of enterprises in Ukraine. The main problem of corporate governance in our country is unequal shareholders. Analysis of controls leading mining companies Krivoy Rog showed that at a general meeting of shareholders violates the principle of cumulative voting, which makes it virtually no minority shareholders on enterprise management. Therefore decisive action is needed by the government, namely the legislative regulation of this problem.

Key words: corporate governance, corporate sector, ratings, shareholders cumulative voting

УДК 657.421

Измайлов Я.О. Вдосконалення обліку надходження нематеріальних активів на підприємстві-суб'єкті зовнішньоекономічної діяльності

Розглянуто методологію й організацію обліку надходження нематеріальних активів за Міжнародними стандартами фінансової звітності та відповідно до національної практики. Запропоновано методику обліку курсових різниць при імпорті нематеріальних активів.

Измайлов Я.А. Совершенствование учёта поступления нематериальных активов на предприятие-субъект внешнеэкономической деятельности

Рассмотрена методология и организация учёта нематериальных активов по Международным стандартам финансовой отчётности и в соответствии с национальной практикой. Предложена методика учёта курсовых разниц при импорте нематериальных активов.

Izmailov Y.A. Perfection of account of receipt of intangible assets on enterprise-subject of foreign economic activity

Methodology and organization of account of intangible assets is considered on the International standards of the financial reporting and in accordance with national practice. The methods of account of exchange rate differences are offered at the import of intangible assets.

УДК 330.341.1

Турило А.М., Сазонов Р.В. Дослідження сутності категорії «інноваційна активність підприємства»

Розглянуто погляди науковців на визначення сутності категорій «інноваційна діяльність підприємства», «активізація інноваційної діяльності підприємства», «інноваційна активність підприємства». Визначено зв'язок між категорією «інноваційна активність підприємства» і категоріями «активізація інноваційної діяльності підприємства», «стабілізація інноваційної діяльності підприємства», «деактивізація інноваційної діяльності підприємства» та уточнено їх термінологічний зміст.

Ключові слова: «інноваційна діяльність підприємства», «інноваційна активність підприємства», «активізація інноваційної діяльності підприємства», «стабілізація інноваційної діяльності підприємства», «деактивізація інноваційної діяльності підприємства».

Турило А.М., Сазонов Р.В. Исследование сущности категории «инновационная активность предприятия»

Рассмотрено взгляды ученых на определение сущности категорий «инновационная деятельность предприятий», «активизация инновационной деятельности предприятия», «инновационная активность предприятия». Определена связь между категорией «инновационная активность предприятия» и категориями «активизация инновационной деятельности предприятия», «стабилизация инновационной деятельности предприятия», «деактивизация инновационной деятельности предприятия» и уточнено их терминологическое содержание.

Ключевые слова: «инновационная деятельность предприятий», «инновационная активность предприятия», «активизация инновационной деятельности предприятия», «стабилизация инновационной деятельности предприятия», «деактивизация инновационной деятельности предприятия»

Turilo A.M., Sazonov R.V. To explore the category's essence «enterprise's innovative activity»

The scientific sights of scientists are considered to determination of categories «innovative activity of enterprises», «activation of enterprise's innovative activity», «enterprise's innovative activity». Connection is certain between categories «enterprise's innovative activity» and « activation of enterprise's innovative activity», «stabilizing of enterprise's innovative activity», «deactivation of enterprise's innovative activity» and their terminology maintenance is specified.

Key words: «innovative activity of enterprises», «enterprise's innovative activity», «activation of enterprise's innovative activity», «stabilizing of enterprise's innovative activity», «deactivation of enterprise's innovative activity»

УДК 338.48 (4/8)

Фалько Є.А. Теоретико-методологічні аспекти дослідження глобалізаційних процесів в туристичному бізнесі

Досліджено та проаналізовано теоретико-методологічні аспекти глобалізаційних процесів, які відбуваються в сфері туристичного бізнесу. Запропоновано розглядати процес глобалізації туристичного бізнесу як закономірний етап еволюції світового господарства в цілому. Встановлено необхідність реалізації інституційної політики і вживання регуляторних заходів з метою подолання окремих негативних глобалізаційних проявів.

Фалько Е.А. Теоретико-методологические аспекты исследования глобализационных процессов в туристическом бизнесе

Исследованы и проанализированы теоретико-методологические аспекты глобализационных процессов, которые происходят в сфере туристического бизнеса. Предложено рассматривать процесс глобализации туристического бизнеса как закономерный этап эволюции мирового хозяйства в целом. Установлена необходимость реализации институциональной политики и принятия регуляторных мер с целью преодоления отдельных негативных глобализационных проявлений.

Falko Y.A. Theoretical and methodological aspects of the study of globalization processes in the tourism business

Investigated and analyzed the theoretical and methodological aspects of globalization processes that occur in the tourism business. Proposed to consider the process of globalization of tourism business as a logical step in the evolution of the world economy as a whole. Determined the necessity of the implementation of institutional policies and the adoption of regulatory measures in order to overcome some negative manifestations of globalization.

Збірник наукових праць

В і с н и к
Криворізького національного університету

Випуск 37

Редактор, коректор
Комп'ютерний набір, верстка

Кривенко Т.А., Тумасова О.Г.
Самойлюк О.Г.

Здано в набір 23.01.14. Підписано до друку 27.05.14 за рекомендацією Вченої Ради
ДВНЗ «Криворізький національний університет», протокол № 9.
Формат 60×84/8. Ум. друк. арк. 40,1 Тираж 120 прим.
Замовл. № 4. Укр., рос.

Надруковано:
ФОП Бурова Оксана Анатоліївна
Свідоцтво ДП № 159-р від 26.03.13.
50084 м. Кривий Ріг, мкр. Ювілейний, 10/104
Тел. 401-04-29

Адреса видавництва:
50027, Кривий Ріг, вул. XXII партз'їзду, 11

ДВНЗ «Криворізький національний університет»
2014. Вип. 37., С. 3-331.