

4. Bowman C. Strategic Management. Bloomsbury Publishing, 1987. 407 p.
5. Mescon M.H., Albert M., Khedouri F. Management. New York: Harper & Row, 1988. 777 p.
6. Шершньова З.Є., Оборська С.В. Стратегічне управління: навч. посіб. К.: КНЕУ, 1999.
7. Василенко В.А., Ткаченко Т.І. Стратегічне управління: навч. посіб. К.: ЦУЛ, 2003.
8. Немцов В.Д., Довгань Л.С. Стратегічний менеджмент. К.: УУВПК, 2001.
9. Семенов Н.Г. Развитие стратегического управления в акционерных товариществах: монография. Запорожия: ЗУДМУ, 2007.
10. Кіндрацька Г.І. Стратегічний менеджмент: навч. посіб. К.: Знання, 2006.

Рукопис подано до редакції 11.03.24

УДК 658.27:331.2

О.С. МАКСИМОВА, С.В. МАКСИМОВ, кандидати економ. наук, доценти,
А.В. ВЕСНІН, канд. техн. наук, доц.
Криворізький національний університет

ОБҐРУНТУВАННЯ СТРОКІВ СЛУЖБИ КАР'ЄРНИХ АВТОСАМОСКИДІВ БЕЛАЗ-7513 У ВІДПОВІДНОСТІ ДО УМОВ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Мета. Метою даної роботи є розробка теоретичних та методичних положень визначення ресурсу роботи кар'єрних автосамоскидів, а відповідно і строку їх служби, на основі вдосконалення нормативів системи відновлення працездатності у відповідності до умов експлуатації та поточної виробничо-економічної ситуації на гірничозбагачувальних підприємствах.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених задач використано методи техніко-економічного, кореляційно-регресійного, факторного та ситуаційного аналізу (для дослідження процесів відновлення працездатності кар'єрних автосамоскидів на гірничо-видобувних підприємствах); методологію оптимального управління, що забезпечує економіко-математичної формалізацію складових моделі визначення тривалості і кількості міжремонтних циклів кар'єрних самоскидів у відповідності до умов їх експлуатації; метод порівняльного економічного аналізу (для оцінки економічної ефективності запропонованої системи відновлення працездатності кар'єрних самоскидів).

Наукова новизна. В роботі обґрунтовано, що в процесі зносу, кар'єрні автосамоскиди потребують проведення капітального ремонту, після чого працездатність транспортного засобу підтримується за допомогою поточних ремонтів. В роботі обґрунтовано та формалізовано критерій визначення тривалості та кількості міжремонтних циклів кар'єрних автосамоскидів, що дозволить підвищити надійність їх роботи та знизити витрати на ремонти до повного використання ресурсу.

Практична значимість. Обґрунтовано форми функціонального зв'язку та отримані аналітичні залежності між питомою величиною витрат на ремонт машини і часом їх проведення та тривалістю міжремонтного циклу. Це дозволяє визначити кількість і тривалість міжремонтних періодів кар'єрних автосамоскидів, які в межах нормативного терміну служби машини забезпечують мінімальну величину питомих експлуатаційних витрат на одиницю транспортної роботи.

Результати. Розраховано оптимальну тривалість міжремонтних циклів та строк служби кар'єрних автосамоскидів вантажопідйомністю 130 т на перевезення гірської маси в залізничних кар'єрах при сучасному рівні ремонтного виробництва, а також обґрунтовано доцільність проведення їх капітального ремонту.

Ключові слова: міжремонтний цикл, капітальний ремонт, нормативи ремонтних робіт, витрати на ремонт, статистичні методи контролю та управління.

doi: 10.31721/2306-5451-2024-1-58-94-104

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Тривала і надійна робота кар'єрних автосамоскидів можлива за умови систематичного та якісного проведення заходів їх технічного обслуговування, діагностування і ремонту.

Основним видом обслуговування автотранспорту кар'єрів залишається планово-попереджувальна система, яка діє на основі нормативів, викладених в «Положенні про технічне обслуговування і ремонт кар'єрних автосамоскидів «БЕЛАЗ» [1, 2]. Всі роботи з планового технічного обслуговування та ремонту машин виконуються у певній послідовності та створюють повторювані цикли. Тривалість міжремонтних циклів та їхня кількість визначають термін служби машини. Тому важливим є завдання оптимізації терміну служби машини з метою повного використання її ресурсу, яке необхідно вирішувати разом із завданням оптимізації тривалості міжремонтних циклів.

Дійсно, обумовлений термін служби машини буде оптимальним лише в тому випадку, коли буде оптимальною система ремонту. В іншому випадку можливий варіант, коли довелося б списувати машину одразу після проведення капітального ремонту або продовжувати її експлуатувати поза межами оптимального терміну служби.

У то же час, існуюча система планово-попереджувального ремонту кар'єрного автотранспорту, має потребу в подальшому вдосконалюванні, тому що ряд її параметрів визначені, виходячи з технічних параметрів, недостатньо економічно обґрунтовані та не враховують реальних умов експлуатації обладнання. Перехід народного господарства України до ринкової економіки, дає можливість підприємствам самостійно визначати політику відновлення працездатності устаткування в процесі його експлуатації керуючись особливостями поточної ситуації, яка виникла на залізничних кар'єрах. Закономірностями вартісного та фізичного спрацювання самоскидів залежать від умов їх експлуатації, інтенсивності роботи в умовах виконання планових завдань кар'єру по відвантаженню гірничої маси та станом виробничо-технічної бази ГТЦ. Важливим фактором є також забезпеченість підприємства всіма видами ресурсів (трудових, матеріальних та фінансових), необхідних для виконання всього переліку робіт з технічного обслуговування і ремонтів, рекомендованими виробником.

Аналіз досліджень і публікацій. Аналіз показує, що кар'єрний автосамоскид БЕЛАЗ-7513, при мінімальному заявленому ресурсі експлуатації до списання 800 000 км, на сьогоднішній день на залізничних кар'єрах Кривого Рогу досягає виробітку більше 1 000 000 км і здатний перевищити пробіг із вантажем більше 380 000 км, що забезпечує більше 50 млн. т-км транспортної роботи за життєвий цикл автосамоскида. Інтенсивність зношування в момент виходу машини «за межу свого середнього віку» стає настільки значною, що проведення поточних ремонтів стає недоцільним. Ця недоцільність виникає, насамперед, з економічних міркувань. І дійсно, який сенс продовжувати експлуатувати машину, якщо кожний день її експлуатації приносить додаткові збитки як у вигляді втрат продуктивності при простоях на ремонті, так і у вигляді додаткових (і причому, явно вище середніх) витрат на ремонт.

Таким чином, засоби праці не можуть функціонувати тривалий проміжок часу тільки за допомогою поточних ремонтів. Накопичення зносу вимагає ремонтів великого об'єму, роль яких зводиться вже не до підтримки машини в працездатному стані, а до її відновлення на рівні, близькому її первісному стану.

Ефективність часткового відновлення основних засобів шляхом проведення капітальних ремонтів обумовлюється тим, що капітальний ремонт сприяє повному використанню споживчих вартостей, акумульованих в елементах машини, які ще не зношені. Після проведення капітального ремонту, нормальне функціонування машини в наступному міжремонтному циклі підтримується за допомогою поточних ремонтів. В силу неповного відновлення первісних споживчих властивостей виробу (останні є наслідком існування перехідного зносу, що не може бути усунутий капітальним ремонтом), початковий рівень і швидкість збільшення витрат на поточні ремонти та їх зміст, будуть у кожному міжремонтному циклі вище, ніж у попередньому. В результаті цього витрати праці на підтримку машини в працездатному стані із циклу в цикл збільшуються.

Проведення капітального ремонту дозволяє: по-перше, зменшити середньорічну величину витрат на виробництво одиниці продукції протягом усього економічно доцільного терміну служби машини, по-друге, збільшити економічно-доцільний термін служби самого устаткування.

Під оптимальною системою ремонту машини розуміється така система, впровадження якої забезпечує для підприємства певні техніко-економічні вигоди. Це може бути зменшення простоїв на ремонтах та ймовірності аварійних відмов обладнання, підвищення надійності його роботи та можливості виконання виробничих завдань, зменшення витрат на експлуатацію обладнання, а відповідно, і збільшення прибутку підприємства.

Аналіз існуючих підходів до оптимізації системи ремонту машин показав, що до рішення поставленого завдання автори підходять подвійно. Одні автори, як вихідну інформацію, беруть функції доходу і витрати по всій машині в цілому протягом міжремонтного періоду, циклу та всього терміну служби. Інші - будують оптимальні системи ремонту машин на основі інформації про довговічність її елементів.

На наш погляд, при побудові оптимальної системи ремонту машин доцільно використовувати обидва методи. Причому метод оптимізації, на основі функцій зміни експлуатаційних витрат, використовувати при визначенні оптимальної тривалості міжремонтних циклів, а метод оптимізації, на основі довговічності елементів - при встановленні раціональної структури міжремонтного циклу (тривалості міжремонтних періодів).

Постановка завдання. На підставі досліджень, проведених на ряді залізрудних кар'єрів Кривого Рогу, а також з урахуванням переваг і недоліків існуючих підходів було встановлено, що оцінку раціональних строків експлуатації кар'єрних автосамоскидів необхідно проводити з урахуванням наступних моментів:

фактичної й прогнозованої продуктивності конкретної машини в конкретних умовах експлуатації, що визначається на основі обліку повного розподілу календарного часу;

економічної доцільності подальшої експлуатації, обумовленої співвідношенням фактичної й припустимої собівартості транспортування гірничої маси конкретним автосамоскидом і (або) різницею доходів і витрат від виконання транспортної роботи;

фактичного технічного стану автосамоскида, що оцінюється за допомогою діагностичних методів.

Функціональним критерієм ефективності використання кар'єрних автосамоскидів є продуктивність (Q), на яку безпосередньо впливають технічний стан машин, організаційні фактори, природно-кліматичні та гірничотехнічні умови експлуатації.

Дослідження умов експлуатації автосамоскидів на залізрудному кар'єрі ПРАТ «ІНГЗК» показали зменшення їх продуктивності від строку експлуатації (рис.1).

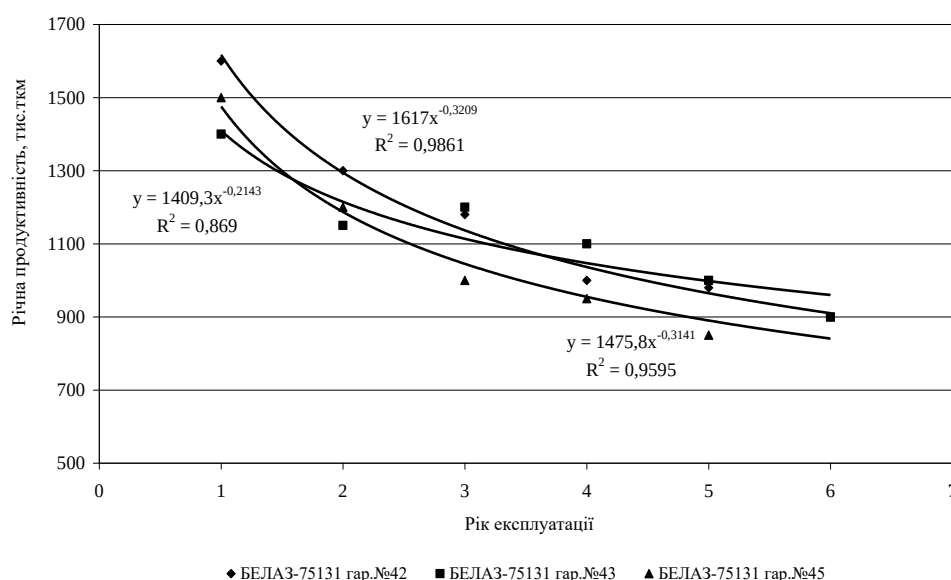


Рис.1. Зміна продуктивності кар'єрного автосамоскида в залежності від терміна його експлуатації на кар'єрі ПРАТ «ІНГЗК»

Критерієм економічної доцільності подальшої експлуатації або списання кар'єрних автосамоскидів є собівартість транспортування гірничої маси. У загальному випадку, витрати на експлуатацію автосамоскида розподіляються на витрати володіння та експлуатаційні витрати. До витрат володіння відносяться наступні статті витрат: амортизація, відсоткові ставки (податки, страхівка та ін.), непрямі витрати (одержання дозволів, ліцензій, вартість ведення обліку та ін.). Експлуатаційні витрати включають витрати на паливо, мастильні й експлуатаційні матеріали, технічне обслуговування і ремонт, заміну або ремонт шин, заробітну плату водіїв і ремонтного персоналу та інші витрати (накладні витрати тощо). При визначенні раціонального терміну служби автосамоскида необхідно враховувати повні витрати на його експлуатацію.

Припустима собівартість продукції визначається різницею її ринкової ціни й прибутку, який планує одержати виробник, грн

$$П = Д - С \rightarrow \max, \quad (1)$$

де Π - прибуток, від виконаних робіт конкретного автосамоскида, грн.; D - дохід, отриманий від виконання робіт конкретного автосамоскида, грн.; C - витрати на експлуатацію конкретного автосамоскида (собівартість транспортування), грн.

Для кожного конкретного автосамоскида, основною продукцією є транспортна робота з перевезення гірничої маси. Тому дохід, одержаний від його експлуатації, може бути визначений як середній розмір тарифу по парку на 1 т-км вантажообігу або як частка витрат в ціні кінцевої продукції підприємства (концентрату) на перевезення гірничої маси автотранспортом, грн

$$D = Q_{mp} \cdot T_{mp} = Q_{mp} \cdot C_K \cdot \gamma_{mp}, \quad (2)$$

де Q_{mp} - вантажообіг автосамоскида за одиницю часу, т-км; T_{mp} - тариф на оплату транспортної роботи автосамоскида, грн./ т-км, C_K - середня ринкова ціна залізородного концентрату, грн./т, γ_{mp} - питома вага витрат на перевезення гірничої маси у загальній сумі собівартості концентрату.

Фактична собівартість може перебувати у будь-яких межах при визначенні зв'язку умов експлуатації та збільшенням тривалості робіт обладнання. Її величина буде однозначно підвищуватися із розширенням зони розкиду значень. Період ухвалення рішення про списання автосамоскида настає (рис.2), коли питомі експлуатаційні витрати на транспортування гірничої маси наближаються або починають перевищувати нижню межу припустимої собівартості продукції.

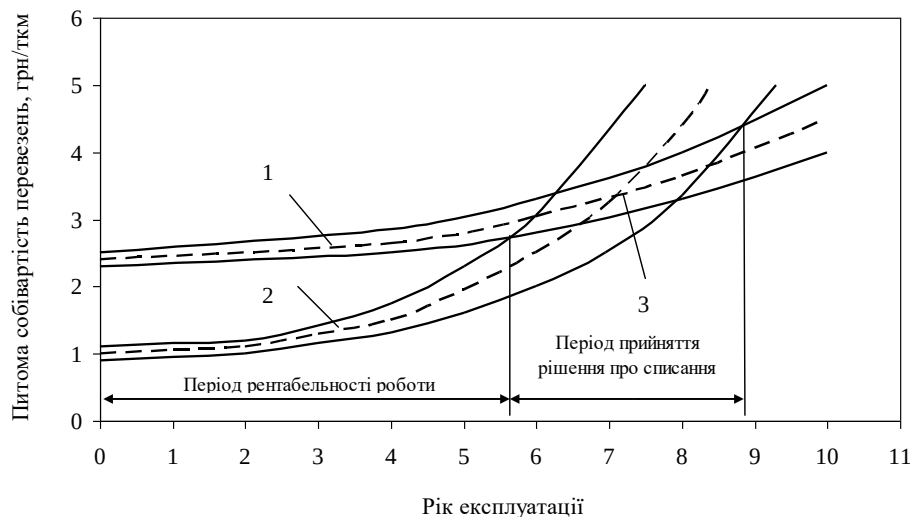


Рис.2. Схема визначення строку списання автосамоскида, де: 1 – зона зміни допустимої собівартості транспортування гірничої маси; 2 – зона зміни фактичної собівартості транспортування у різні роки експлуатації; 3 – зона списання автосамоскида

При дослідженні отриманої схеми нами було визначено, що:

при фактичній собівартості нижче рівня припустимої собівартості транспортування гірничої маси можна продовжувати експлуатацію автосамоскида, якщо його технічний стан задовольняє вимогам безпеки;

при перевищенні рівня фактичної собівартості над рівнем припустимої собівартості автосамоскид необхідно списувати у зв'язку зі збитковістю його експлуатації або проводити капітальний ремонт за умови його доцільності.

Критерієм оптимальності при вирішенні задачі встановлення строку служби машин, зазвичай приймається мінімум питомих приведених витрат (ΠB), грн

$$\Pi B = C + E_n \cdot K, \quad (3)$$

де C - собівартість одиниці роботи, виробленої даною машиною, грн; E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень; K - питома величина виробничих засобів, необхідна для експлуатації даної машини, грн.

Витрати в собівартості продукції диференційовані по наступних складових: амортизаційні відрахування на відновлення, витрати на капітальний ремонт, поточні ремонти і обслуговуван-

ня, енергетичні витрати, заробітна плата основних робітників та загальновиробничі витрати. Таке групування трохи відрізняється від загальноприйнятого, однак його використання більш зручне при проведенні досліджень.

При обраному критерії оптимальності, подальша побудова економіко-математичної моделі для визначення цілей оптимізації полягає у тому, що питома величина собівартості та капітальних вкладень, необхідно виразити як функцію тривалості терміну служби машини.

Для встановлення кількісних характеристик залежностей складових собівартості від тривалості міжремонтного циклу, розглянемо характер зміни кожної з них.

Амортизаційні відрахування на відновлення визначаються первісною вартістю машини і строком її служби. Тому зі збільшенням строку служби експлуатації машини величини, величина питомих амортизаційних відрахувань зменшується. Аналогічно змінюються і витрати на капітальний ремонт, які за походженням збільшують первісну вартість машини.

Зовсім інший характер має зміна витрат на поточний ремонт і обслуговування. Зі збільшенням строку служби машини зростає число відмов системи. Це приводить до збільшення обсягів всіх видів (планових і аварійних) ремонтних робіт і обслуговування, в результаті чого виникає зростання величини відповідних витрат. Крім того, збільшення числа відмов системи призводить до зростання збитку, обумовленого простоями обладнання в ремонті. Природно, що внаслідок прогресуючого зносу виробничого обладнання, витрати на поточні ремонти і обслуговування будуть різними для різних строків служби.

Як показав аналіз ряду наукових праць та проведені дослідження авторів, витрати по інших статтях собівартості (зарплата, енергія, загальновиробничі витрати) практично залишаються незмінними за весь строк служби машини.

Таким чином, питома величина собівартості продукції (C), як функція тривалості строку служби автосамоскиду, виглядає наступним чином, грн

$$C = \frac{S + \sum_{i=1}^n [R_{i-1} + r_i(T) + V_i(T) + H_i \cdot T_i]}{\sum_{i=1}^n P_i(T)}, \quad (4)$$

де S – балансова вартість машини без врахування її ліквідаційної вартості, грн; R_{i-1} – вартість капітального ремонту, який відноситься на i -ий міжремонтний цикл, грн; $r_i(T)$ – сумарна величина витрат на поточний ремонт і обслуговування машини протягом i -го міжремонтного циклу, грн; $V_i(T)$ – сумарна величина збитку, викликаного простоями обладнання в ремонті в i -ому міжремонтному циклі; H_i – річна величина витрат за статтями собівартості, яка не змінюється на потязі міжремонтного циклу, грн; n – кількість міжремонтних циклів, од; T_i – тривалість i -го міжремонтного циклу, од. часу; $P_i(T)$ – сумарна тривалість робіт, виконаних устаткуванням протягом i -го міжремонтного циклу, од. часу.

Від вибору системи ремонту машини, залежить і величина капітальних вкладень у виробничі ЗАСОБИ, яка потрібна для експлуатації даної машини. Ці виробничі засоби можна розподілити на постійну частину, яка не залежить від обраної системи ремонту та змінну – яка змінюється в залежності від зміни параметрів системи ремонту.

До постійної частини виробничих засобів відноситься балансова вартість машини, до змінного – обладнання для ремонту і обслуговування виробничого устаткування, допоміжні матеріали, запасні частини тощо.

В залежності від тривалості та кількості міжремонтних циклів, змінну частину вартості виробничих засобів (K) можна визначити як величину, пропорційну обсягу ремонтних робіт за весь термін служби машини [7], грн

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n T_i S + \gamma'' \sum_{i=1}^n R_{i-1} + \gamma' \sum_{i=1}^n r_i(T)}{\sum_{i=1}^n P_i(T)}, \quad (5)$$

де γ'' , γ' – коефіцієнт фондомісткості ремонтної продукції відповідно спеціалізованого заводу й механічних майстерні підприємства.

Підставляючи значення собівартості продукції (C) та змінної частини вартості виробничих засобів (K) з формул (4) і (5) у формулу (3), отримаємо значення мінімальної величини питомих приведених витрат ($ПВ$), грн

$$ПВ = \frac{S + \sum_{i=1}^n [R_{i-1} + r_i(T) + V_i(T) + H_i \cdot T_i]}{\sum_{i=1}^n P_i(T)} + \frac{E_H \cdot [\sum_{i=1}^n T_i S + \gamma'' \sum_{i=1}^n R_{i-1} + \gamma' \sum_{i=1}^n r_i(T)]}{\sum_{i=1}^n P_i(T)} \rightarrow \min. \quad (6)$$

Завдання визначення оптимальної тривалості міжремонтних циклів, зводиться до отримання таких величин n та T_i , які б при підстановці до формули (4) надавали б їй мінімальне значення.

Тривалість міжремонтних циклів та їх кількість дозволяють визначити термін служби машини. Нами було визначено, що оптимальним термін служби машини буде лише в тому випадку, коли оптимальною буде система ремонту. У іншому випадку можливий варіант, коли доведеться списувати машину одразу після проведення капітального ремонту або продовжити її експлуатацію за межами оптимального терміну служби.

Викладення матеріалу та результати. Рішення завдання оптимізації строку служби машини передбачає встановлення складових моделі приведених витрат: $r_i(T)$, $V_i(T)$, $P_i(T)$.

Сумарне значення витрат на ремонт машини протягом строку її служби ($r_i(T)$), що включають декілька міжремонтних циклів, грн

$$r(T) = \int r_i(t) dt, \quad (7)$$

де $r_i(t)$ – функція, яка характеризує залежність витрат поточного ремонту від тривалості i -го міжремонтного циклу.

При вирішенні завдання оптимізації системи ремонту кар'єрних самоскидів, великого значення набуває вибір форми функціонального зв'язку між питомою величиною витрат на ремонт машини і строком її служби. У більшості випадків, дане завдання вирішується на основі аналізу статистичної сукупності, що характеризує дану залежність з наступним встановленням кількісних характеристик функції методом кореляційного аналізу.

Вивчення характеру зміни математичного очікування числа відмов системи на одиницю часу (функції чисельності стану) дозволяє припустити, що функція, яка характеризує залежність витрат на поточний ремонт кар'єрних самоскидів від тривалості їхньої експлуатації, є монотонно зростаючою функцією з асимптотичним наближенням до деякого рівня. У цьому рівнянні, зазначена залежність описується логістичної кривої виду

$$r(t) = \frac{K}{1 + ae^{-eT}}, \quad (8)$$

де K , a , e – параметри кривої; e – основа натурального логарифма; T – тривалість міжремонтного циклу, років.

Вибір саме цієї залежності пояснюється універсальністю її характеру. Це значить, що в межах розглянутого відрізка часу, логістична крива може приймати вид параболи, експоненти, прямої лінії й бути обмеженої зверху (рис.3).

Параметри кривої $r_i(t)$ для розглянутого виду обладнання (кар'єрних автосамоскидів вантажопідйомністю 130 т), визначалися методом найменших квадратів. Лінеаризація логістичної функції здійснювалася на основі методу вирахувань кінцевих відмінностей [8]. Результати розрахунків наведені в табл.1.

Таблиця 1

Параметри залежності витрат на поточний ремонт кар'єрних автосамоскидів від календарної тривалості міжремонтних циклів

Номер циклу	Параметри кривої $r = K(1 - ae^{-eT})^{-1}$		
	K	a	e
перший	382,3	3,65	0,35
другий	382,3	2,71	0,51

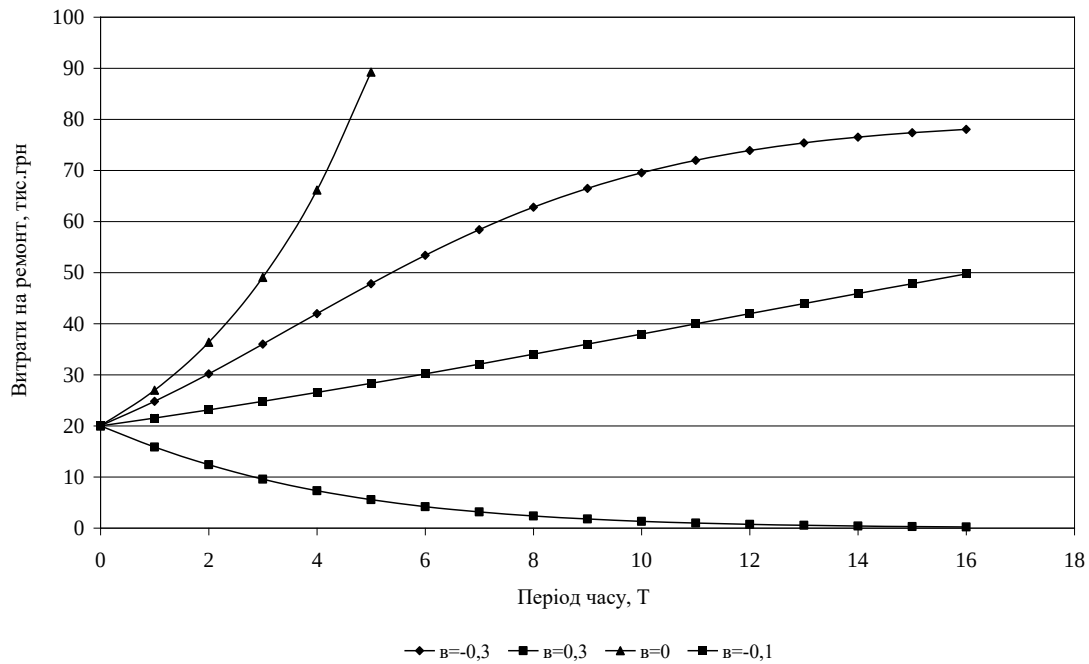


Рис.3. Графік логістичної функції виду $Y = \frac{K}{1 + ae^{-\alpha T}}$ при різних значеннях параметрів K, a, α

Характер зміни витрат на проведення ремонтів кар'єрних автосамоскидів великої вантажопідйомності на кар'єрі ПРАТ «ІнГЗК» представлений на рис.4. Він добре узгоджується з реальним станом речей. При річних витратах на проведення ремонтних робіт 59 автосамоскидів середнім віком 5,76 років у сумі 19957,0 тис.грн., витрати на один самоскид складають 338,2 тис.грн. Відповідно до теоретичної залежності вони дорівнюють 342,9 тис.грн, а помилка апроксимації становить 1,4%.

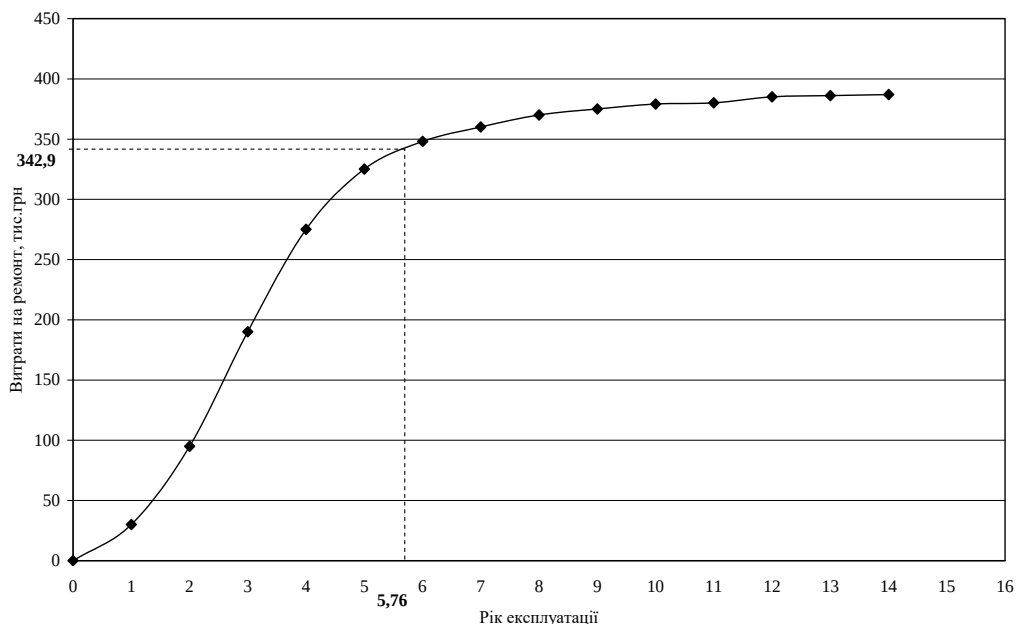


Рис.4. Теоретична крива залежності витрат на ремонти кар'єрних автосамоскидів вантажопідйомністю 130т від часу їх експлуатації

Параметри залежності витрат на поточний ремонт кар'єрних автосамоскидів від календарної тривалості міжремонтних циклів, що наведені в табл.1, розраховані для значень коефіцієнта їхнього використання в часі α рівному 1. При будь-яких інших значеннях α вираз (6) приймає вид

$$r_i(t) = \frac{K}{1 + a_i e^{-\theta_i \alpha T}} \quad (9)$$

Для встановлення залежності збитку через простой кар'єрних автосамоскидів у ремонті від тривалості міжремонтних циклів $U_i(T)$, необхідно по-перше, визначити залежність витрат часу на їхній ремонт від тривалості міжремонтного циклу, а по-друге - величину годинного збитку, обумовленого простоями машини у ремонті.

Витрати часу на ремонт, як функція часу експлуатації кар'єрних самоскидів, визначаються за допомогою статистичної сукупності, яка характеризує їх використання на кар'єрі ПрАТ «ІНГЗК».

Для опису залежності $Tr(T)$, використана логістична, параметри якої визначаються методом найменших квадратів, а після лінеаризації функції - методом вирахувань кінцевих відмінностей (табл.2, рис.5).

Таблиця 2

Витрати часу на ремонт як функція часу експлуатації кар'єрних самоскидів

Номер циклу	Параметри кривої $t_{pr} = N / (1 - Ce^{-\delta T})^{-1}$		
	N	C	δ
перший	1158	4,09	0,29
другий	1158	3,50	0,31

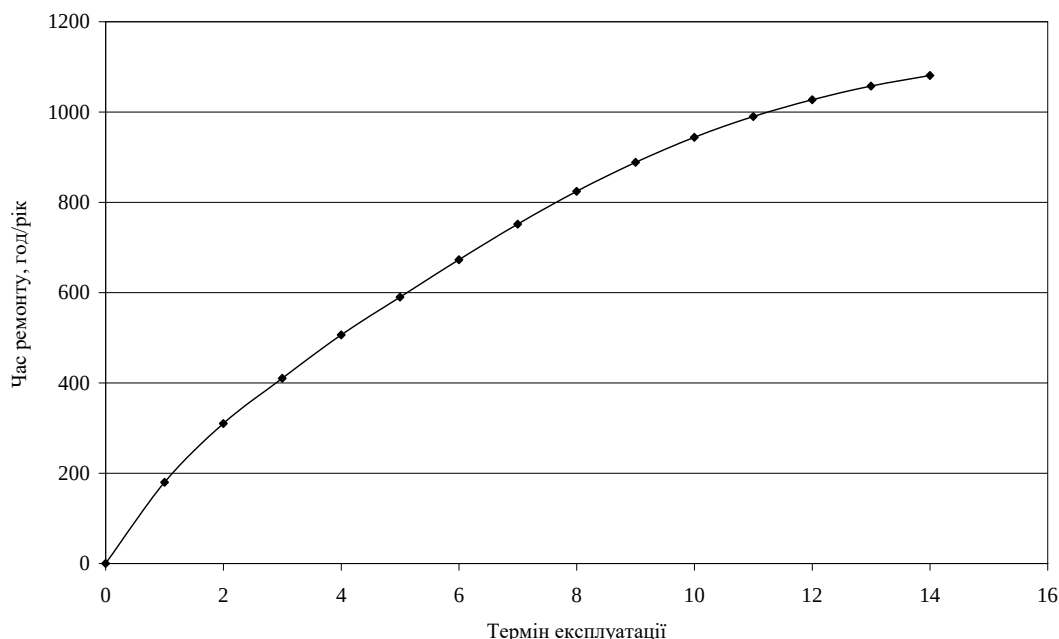


Рис.5. Теоретична крива залежності часу на ремонт кар'єрних автосамоскидів від тривалості їхньої експлуатації

Величина збитку через простой обладнання протягом години визначалася за методикою, розробленою авторами в рамках оптимізації структури ремонтних циклів [6]. Відповідно до цієї методики, збиток через простой обладнання визначається за формулою, грн./год.

$$Y_3 = \frac{q_n \cdot \beta \cdot \gamma_{cm} \cdot V_T}{(l_{ig} + V_T \cdot \beta \cdot t_{n-p}) \cdot \gamma_k} \cdot R_k + (3BB + AB_{PC}) \cdot \frac{1}{t_\phi} \quad (10)$$

Розрахунки показали, що на величину збитку через простой обладнання впливає коефіцієнт використання цього обладнання в часі. Для того, щоб урахувати цей вплив, введемо поняття умовної величини збитку, що визначається з наведеного вище виразу з урахуванням, однак, того, що коефіцієнт α дорівнює 1. У цьому випадку, величина збитку як функція коефіцієнта використання обладнання в часі приймає вид,

$$z = \frac{z_{ym}}{\alpha} \quad (11)$$

де $z_{ум}$ - умовна величина збитку через простої обладнання протягом години, грн.

Якщо відмова елемента аварійна, то крім вищезгаданих витрат, підприємство несе збиток пов'язаний із простоями і перебудовою наступних ланок, викликаних відмовами технологічного ланцюга. Наприклад, при відмові самоскида, який працює в комплексі з екскаватором, витрачається додатковий час на перерозподіл автосамоскидів між працюючими екскаваторами. Розмір додаткового збитку визначається аналогічно раніше наведеному розрахунку. Крім того, до нього може включатися збиток, викликаний нераціональним використанням паливно-мастильних матеріалів та іншими факторами.

Таким чином, величина збитку, викликаного аварійною відмовою обладнання, визначається наступним чином, грн

$$z_o = \frac{z_{ум}}{\alpha} + z_{ав}, \quad (12)$$

де $z_{ав}$ - величина збитку, обумовленого простоями наступних ланок технологічного процесу, грн.

Значення величин $z_{ум}$ та z_o для різних коефіцієнтів використання обладнання наступні, табл.3.

Таблиця 3

Розрахунок збитку кар'єрних автосамоскидів за годину

α	1,0	0,9	0,8	0,7
$z_{ум}$, тис.грн	42,1	46,7	52,3	60,4
z_o , тис.грн	48,3	53,0	58,5	66,6

Залежність сумарного обсягу продукції, виробленої протягом міжремонтного циклу від тривалості останнього визначається за формулою, т/рік

$$P_i(T) = Q_{\Gamma} \cdot T_i \left(1 - \frac{t_{опз}}{t_K} - \frac{t_T}{t_K} \right), \quad (13)$$

де Q_{Γ} – годинна продуктивність кар'єрного автосамоскида, т/год; T_i – тривалість міжремонтного циклу, днів; $t_{опз}$ – витрати часу на усунення простоїв з організаційних причин, год/рік; t_T – витрати часу на ремонт машини, год/рік; t – календарний річний фонд часу роботи обладнання, год.

Годинна продуктивність кар'єрного автосамоскида визначається по формулі, т/год

$$Q_{\Gamma} = \frac{q_n \cdot \beta \cdot \gamma_{ст} \cdot V_T}{(l_{із} + V_T \cdot \beta \cdot t_{н-р})}, \quad (14)$$

де q_n – нормативна вантажопідйомність кар'єрного автосамоскида, т; β – коефіцієнт використання пробігу; $\gamma_{ст}$ – статичний коефіцієнт використання вантажопідйомності; V_T – середньотехнічна швидкість кар'єрного автотранспорту, км/год.; $l_{із}$ – довжина однієї їздки з вантажем, км; $t_{н-р}$ – час простоїв під навантаженням-розвантаженням на одну їздку, год.

Для умов кар'єру ПРАТ «ІНГЗК» нами було отримано годинну продуктивність, т/год

$$Q_{\Gamma} = \frac{130 \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 15}{(3,5 + 15 \cdot 0,5 \cdot 0,2)} = 195,0$$

Збільшення ступеня фізичного зносу через збільшення тривалості міжремонтного циклу знижує працездатність обладнання. Це проявляється збільшенням часу на технічне обслуговування та усунення дрібних несправностей, а також у зниженні його потужності. Однак дія цього фактору компенсується збільшенням годинної експлуатаційної продуктивності за рахунок поліпшення якості вибуху, удосконалювання транспортних схем, удосконалювання режимів буріння тощо. Тому можна стверджувати, що експлуатаційна годинна продуктивність кар'єрного обладнання залишається величиною практично постійної на період експлуатації самоскида. Це

співпадає зі статистичними даними, які характеризують використання кар'єрних автосамоскидів на гірничо-видобувних підприємствах Кривбаса [7].

Оптимізація моделі приведених витрат (мінімізація виразу 6) представляє собою задачу про знаходження екстремуму функції. Дана задача може бути вирішена декількома способами, найпростішими з яких є метод перебору і метод статистичних випробувань (метод Монте Карло).

Перебір можливих варіантів експлуатації кар'єрних автосамоскидів здійснювався не тільки для різної кількості та тривалості міжремонтних циклів, але й для різної якості й вартості їх капітального ремонту. Для цього в моделі приведених витрат параметру R , надавалися різні значення (500, 600, 700 і т.ін. тис. грн.), а значення витрат на ремонт $ri(T)i$ збитку через простої обладнання на ремонті $y_i(T)$ у другому та наступних міжремонтних циклах визначалися через коефіцієнт якості капітального ремонту. Наприклад, витрати на ремонт машини в другому міжремонтному циклі тривалістю $T_2(T_2 = T_1)$ дорівнюють, грн

$$r_2(T) = \frac{r_1(T)}{K_p} \cdot \frac{P_2(T)}{P_1(T)} \quad (15)$$

а збиток через простої машини в ремонті, грн

$$y_2(T) = \frac{z_0 \cdot t_{p1}(T)}{K_p} \cdot \frac{P_2(T)}{P_1(T)}, \quad (16)$$

де K_p - якість i -го капітального ремонту.

Розрахунки показали, що при перевезення гірничої маси кар'єрними автосамоскидами вантажопідйомністю 130 т при сучасному рівні ремонтного виробництва (7,544 грн./т-км), мінімальне значення приведені витрати набувають в умовах, які не передбачають проведення капітального ремонту, а строк служби самоскидів дорівнює 8,5 років ($\alpha = 0,7$).

Також нами було визначено, що найбільш ефективне використання кар'єрного обладнання (глобальний оптимум) досягається при його експлуатації протягом двох міжремонтних циклів за умови, що капітальний ремонт доцільний, тобто його проведення забезпечує відновлення первісних властивостей машини на 67%, а вартість капітального ремонту знизиться з 1200 тис.грн (фактичні данні) до 1000 тис. грн. Розрахована при цьому оптимальна тривалість міжремонтних циклів представлена в табл. 4.

Таблиця 4

Отримані результати оптимізації тривалості міжремонтних циклів кар'єрних автосамоскидів вантажопідйомністю 130 т за умови проведення капітального ремонту

Коефіцієнт використання встановлення в часі	Перший міжремонтний цикл, років	Другий міжремонтний цикл, років
0,6	8,4	7,3
0,7	7,0	5,8
0,8	5,9	4,2

Висновки та напрямок подальших досліджень. Таким чином, у роботі вирішена актуальна науково-практична задача визначення ресурсу роботи кар'єрних автосамоскидів гірничо-видобувних підприємств на основі обґрунтування кількості та тривалості міжремонтних циклів при відновленні працездатності кар'єрних автосамоскидів БелАЗ 7513. Дана методика, на відміну від існуючих забезпечує досягнення раціонального компромісу між мінімумом витрат на ремонт та максимумом надійності роботи машин шляхом урахування індивідуальних умов їх експлуатації та поточних виробничо-економічних можливостей підприємства. Дана методика спрямована на підвищення ефективності функціонування автотранспортних підприємств та гірничотранспортних цехів залізничних кар'єрів шляхом повного використання виробничого ресурсу, закладеного при проектуванні кар'єрних автосамоскидів великої вантажопідйомності.

Напрямок подальших досліджень буде спрямовано на визначення стратегії щодо порівняння прогностичних значень ресурсу кар'єрного самоскида та його технічним станом з метою ухвалення рішення про списання або подальшу експлуатацію.

Список літератури

1. Положення про технічне обслуговування, діагностування і ремонт кар'єрних автосамоскидів «БЕЛАЗ» / під

- редакцією генерального конструктора – начальника НТЦ **А.Н.Єгорова** // Жодіно, ВАТ «БЕЛАЗ», 2004. - 44 с.
2. Положення про технічне обслуговування, діагностування і ремонт кар'єрних автосамоскидів «БЕЛАЗ» / під редакцією генерального конструктора – начальника НТЦ **А.Н.Єгорова** // Жодіно, ВАТ «БЕЛАЗ», 2013. - 31 с.
3. **Максимов С.В.** Економічна ефективність транспортної системи та її оцінка / С.В.Максимов, О.Ю. Монастирська // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: [науковий журнал] – Луганськ, 2011. – Вип. 121. – С. 127-130.
4. **Максимов С.В.** Застосування динамічного підходу до використання критерію економічної ефективності автотранспортної системи кар'єру / С.В.Максимов, О.Ю.Монастирська // Вісник. Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: [науковий журнал] /– Луганськ, 2012. – №6(177). – С. 26-30.
5. **Максимов С.В.** Урахування впливу зміни показників конкурентного середовища на ефективність автотранспортної системи ГЗК / С.В.Максимов, О.Ю. Монастирська //Теоретичні та прикладні аспекти становлення та розвитку конкурентоспроможної економіки: матеріали Міжвузівської науково-практичної конференції, 25 листопада 2011 р. –Кривий Ріг, 2011.
6. **Максимов С.В.** Оптимізація структури ремонтних циклів кар'єрних самоскидів на основі дослідження надійності їх роботи / С.В.Максимов, О.С.Максимова // Вісник Криворізького національного університету. – 2018. №47.- с.122-128.
7. **Монастырский Ю.А.** Статистический анализ показателей работы карьерных автосамосвалов, как ресурс повышения эффективности их эксплуатации / Ю.А.Монастырский, А.В.Веснин, И.А.Таран // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2010. – № 11–12. – С. 66–70.
8. **Новиков Е.Е.** Надежность горных и транспортных машин: Сб. науч. трудов / **Е.Е.Новиков, В.И.Потураев, С.А.Полуянский** и др. – К.: Наукова думка, 1985. – 156с.
9. **Поліщук І.Г.** Методологія адаптивного проектування ремонтів і обслуговування технологічного обладнання гірничо-видобувних підприємств / Збірник наукових трудів НГУ України № 15, Том 1. – Дніпропетровськ, 2002. – С.142-146
10. **Темченко А.Г.** Спосіб прогнозування динаміки техніко-економічних показників відновлення працездатності гірничого устаткування. / А.Г.Темченко, І.Г.Поліщук // Економіка: проблеми теорії та практики. – Випуск 185: В 4 т. – Том III. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2003. – С.579-584.
11. **Шаповал М.І.** Менеджмент якості: підручник. – 3-тє вид., випр. і доп. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2007. – 471 с.
12. **Захожай В.Б.** Статистичне забезпечення управління якістю: навч. посіб. / **В.Б.Захожай, А.Ю.Чорний** – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 340 с.
13. **Мазур И.И.** Управление проектами: Учеб. пособие для вузов / **И.И.Мазур, В.Д.Шапиро, Н.Г.Ольдерогге** – М.: ЗАО Издательство "Экономика", 2001. – 574с.

Рукопис подано до редакції 26.03.24

УДК 332.3:528:502.4

К. А. МАМОНОВ, д-р екон.наук, проф., Р. С. ВЯТКІН, канд.техн.наук, асист.,
Е. С. ШТЕРНДОК, канд.техн.наук, ст.викл., Т. А. НАЛИВАЙКО, канд.техн.наук, доц.
Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова

МОНІТОРИНГ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ РЕГІОНІВ: ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

Метою дослідження є визначення та розробка моніторингу використання земель, враховуючи вплив екологічних чинників.

Для досягнення поставленої мети вирішуються наступні завдання: узагальнення теоретичні положень щодо визначення моніторингу використання земель, враховуючи вплив екологічних чинників; запропонувати визначення моніторингу використання земель, фокусуючи увагу на екологічних аспектах; побудувати кількісну основу моніторингу використання земель, враховуючи вплив екологічних чинників; розробити моніторингову геопросторову карти використання земель, враховуючи вплив екологічних факторів.

Методи дослідження. У статті застосовуються загальнонаукові методи систематизації та узагальнення для формування та використання моніторингу використання земель регіонів, враховуючи екологічні аспекти. Для створення кількісної основи прийняття рішень щодо моніторингу використання земель застосовуються спеціальні методи: експерти, метод аналізу ієрархій, математичного моделювання, геоінформаційного аналізу.

Наукова новизна. Елементами наукової новизни є процеси формування багаторівневої системи показників оцінки рівня формування та використання моніторингу; удосконалено метод інтегральної оцінки для визначення рівня використання земель регіонів, враховуючи екологічні особливості; дістали подальшого розвитку геоінформаційне моделювання чинників, що впливають на формування та застосування моніторингу використання земель регіонів.

Практична значимість полягає у визначенні можливостей застосування моніторингу використання земель регіонів, базуючись на результатах геоінформаційного та математичного моделювання й враховуючи напрями реалізації та особливості екологічного забезпечення.