

Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Энергосберегающие технологии и оборудование. – 2012. – №58. – С. 31 – 35.

11. IEC 62196-1:2014 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles - Part 1: General requirements. 2014. 176 p. [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://webstore.iec.ch/publication/6582>.

12. Качан Ю.Г., Шрам О.А. Щодо доцільної схеми приєднання відновлюваних джерел енергії до промислових електромереж / Ю.Г. Качан, О.А. Шрам // Відновлювана енергетика. – 2023. – Вип. 2(73). – С. 11-17. DOI: [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2023.2\(73\).11-17](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2023.2(73).11-17).

13. Ramos H.M., Amaral M.P., Covas D.I.C. Pumped-Storage Solution towards Energy Efficiency and Sustainability: Portugal Contribution and Real Case Studies / H.M. Ramos, M.P. Amaral, D.I.C. Covas // Journal of Water Resource and Protection. – 2014. – Vol. 6. – P. 1099 - 1111.

14. Botterud A., Levin T., Koritarov V. Pumped Storage Hydropower: Benefits for Grid Reliability and Integration of Variable Renewable Energy, Argonne National Laboratory, 2014. – 56 p.

15. Кудря С.О., Рєпкін О.О., Яценко Л.В., Шинкаренко Л.Я., Ткаленко М.А. Концепція дорожньої карти розвитку водневої енергетики України на період до 2035 року / С.О. Кудря, О.О. Рєпкін, Л.В. Яценко, Л.Я. Шинкаренко, М.А. Ткаленко // Відновлювана енергетика. – 2019. – Вип. 4(59). – С. 22-28. [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2019.4\(59\).22-28](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2019.4(59).22-28).

16. 'Hydrogen Economy' Offers Promising Path to Decarbonization. [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://about.bnef.com/blog/hydrogen-economy-offers-promising-path-to-decarbonization/> (Дата доступу: 04.09.2023).

УДК 622.7

А.І. САМОЙЛОВ, канд. техн. наук, інженер-технолог

А.М. РЕДЬКА, гендиректор

ТОВ «Збагачувальна фабрика «Свято-Варваринська»

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ГРАВІТАЦІЙНОГО ЗБАГАЧЕННЯ ВУГІЛЛЯ

Мета. Метою даних досліджень є встановлення науково обґрунтованих умов побудови кривої елементарних зольностей та створення методики розрахунку показників для корегування режимів гравітаційного збагачення вугілля, що забезпечують максимальний вихід концентрату при потрібній якості.

Методи дослідження. Поставлене завдання вирішене з використанням аналізу літературних джерел, досліджень фракційних складів вугілля різної крупності і марок та методу апроксимації даних.

Наукова новизна. Показана некоректність існуючих методик побудови кривої зольності елементарних фракцій. Отримано рівняння, що зв'язує зольність елементарної фракції з зольністю та виходом сумарної фракції, що спливає. Розроблена методика розрахунку координат точок для побудови кривої зольності елементарних фракцій з використанням рівнянь зв'язку між фактичними сумарними параметрами фракцій. Запропоновані критерії оцінки точності побудови кривої зольності елементарних фракцій з використанням розрахунку кількості зольних одиниць фракцій при інтегруванні апроксимаційного рівняння та результатів апроксимації за даними важких фракцій, що потонули. Показано, що максимальний вихід концентрату при роздільному збагаченні вугілля можна досягти як при рівності зольностей елементарних шарів меж розділення згідно з положенням теореми Рейнгардта, так і при однако- вій густині розділення.

Практичне значення. Режим збагачення вугілля різних марок Донбасу, що забезпечують рівні зольності елементарних шарів меж розділення чи густини розділу, дозволяють підвищити вихід концентрату при гравітаційному збагаченні в середньому на 0,4 % відносно в порівнянні з випуском концентратів машинних класів однакової зольності. Використання отриманих висновків доцільне для збагачувальних фабрик з найбільш прогресивною технологією, що включає процеси розділення у важкому середовищі. У цьому випадку густини розділу і важкої суспензії мають досить стабільну різницю, що дозволяє здійснювати оперативне регулювання режимів роботи апаратів.

Результати. На збагачувальній фабриці «Свято-Варваринська» застосування рекомендованих режимів дозволяє підтримувати середню зольність крупних відходів на рівні не нижче 86 – 87 %.

Ключові слова: вугілля, фракційний аналіз, криві збагачення, гравітаційне збагачення, режим розділення, вихід концентрату.

doi: 10.31721/2306-5451-2023-1-57-59-64

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями. При збагаченні вугілля використовуються технологічні схеми, що передбачають розділення сировини за крупністю на 3 – 4 машинних класів. Основна маса вугілля, за винятком дрібнозернистих шлаків, збагачується гравітаційними методами – за густиною компонентів. Регулювання параметрів роботи апа-

ратів дозволяє отримувати концентрати з широким діапазоном якості кожного машинного класу, але загальна зольність кінцевого товарного продукту має відповідати встановленому споживачем показнику. Для оптимізації режимів переробки вугілля гравітаційними методами з метою отримання максимального виходу концентрату при необхідній загальній зольності рекомендується керуватися положенням теореми Рейнгардта [1, 2], згідно з якою при роздільному збагаченні вугілля необхідно забезпечити рівність зольностей елементарних шарів меж розділення A_e . Методика визначення елементарної зольності та густин розділення на машинні класи передбачає використання кривих збагачуваності Анрі. Є різні суб'єктивні підходи до розміщення точок, через які проводиться крива елементарних зольностей λ і наукове обґрунтування методики побудови кривої дозволить уникнути помилок та отримати більш надійні результати для корегування режимних параметрів процесів збагачення вугілля.

Аналіз досліджень і публікацій. Згідно з прийнятою практикою криві збагачуваності Анрі будуються за даними розшарування проб вугілля у важких рідинах (табл. 1). Результати фракційного аналізу послідовно наносяться на графік у вигляді прямокутників (рис. 1). Крива зольності елементарних фракцій λ , що згладжує ламану лінію, проводиться через точки, відкладені на середині вертикальних відрізків ступінчастої лінії [2 – 4], що не має належного обґрунтування.

Отже, рекомендований стандартом порядок побудови кривої є не досить коректним, так як при зміні кількості фракцій форма кривої λ змінюється. Приклад побудови фрагментів кривої з використанням даних табл. 1 при розшаруванні вугілля на 6 фракцій і при поєднанні попарно перших, середніх і останніх фракцій, представлений на рис. 1, підтверджує розбіжність у положенні кривої. Таким чином, варіанти аналітичного уявлення кривої λ , що проходить через серединні точки [5, 6], не можуть забезпечити потрібну точність подальших висновків. Аналогічний недолік є і у методі побудови кривої λ за точками, що лежать на середині горизонтальних ділянок ступінчастої лінії [7, 8], який є розвитком методу W. MacLarren.

Таблиця 1

Результати фракційного аналізу вугілля марки «К»

Густина розшарування, кг/м ³	Результати аналізу		Сумарно для фракцій, що спливали		Сумарно для фракцій, що потонули	
	вихід $\gamma_{фр}$, %	зольність $A_{фр}$, %	вихід γ_c , %	зольність A_c , %	вихід γ_n , %	зольність A_n , %
1	2	3	4	5	6	7
< 1300	42,25	2,8	42,25	2,80	100,00	42,47
1300 – 1400	7,25	11,3	49,50	4,04	57,75	71,50
1400 – 1500	3,37	22,3	52,87	5,21	50,50	80,14
1500 – 1600	1,73	31,0	54,60	6,03	47,13	84,28
1600 – 1800	2,24	42,1	56,84	7,45	45,40	86,31
> 1800	43,16	88,6	100,00	42,47	43,16	88,60
Разом:	100,00	42,47				

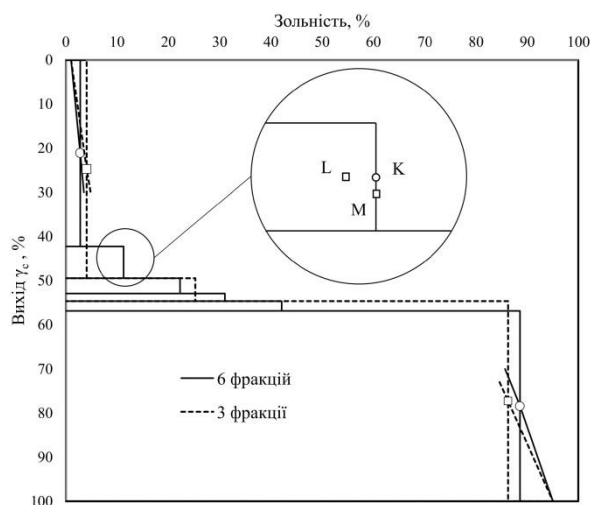


Рис. 1. Приклад графічного зображення результатів фракційного аналізу вугілля

Спроба вирішити проблему визначення умов отримання максимального виходу концентрату за рахунок відмови від побудови кривої λ і встановлення залежності зольності елементарних шарів від їх густини [9] хоча і спростила процедуру розрахунків, але також не виключила помилок описаних вище методів. Це пов'язано з припущенням про рівність густини фракцій $\rho_{фр}$ середньоарифметичній величині граничних густин рідини при розшаруванні, що можливо тільки у разі рівномірного розподілу зерен за густиною в межах фракцій. У реальних умовах залежність густини

зерен елементарного шару від виходу фракцій, що спливали, практично повторює форму кривої

λ і не є лінійною, а густина фракції відрізняється від середньоарифметичної величини меж розшарування. Ймовірно, що найбільше відхилення між показниками буде для фракцій, у межах яких радіус кривизни λ буде мінімальним у зв'язку з різкою зміною зольності зерен.

Постановка задачі. Підвищення точності визначення оптимальних режимів збагачення машинних класів вугілля потребує науково обґрунтованої методики визначення координат точок для побудови кривих зольності елементарних фракцій без використання суб'єктивних рішень.

Викладення матеріалу та результати. На відміну від кривої λ при побудові кривої зольності фракцій, що спливли (β), використовуються фактичні дані, наведені в стовпцях 4 і 5 табл. 1. Для будь-якої точки кривої можна записати рівняння

$$\gamma_c \cdot A_c + \Delta\gamma_c \cdot A_{ec} = (\gamma_c + \Delta\gamma_c) \cdot (A_c + \Delta A_c) \quad (1)$$

де γ_c і A_c – вихід і зольність легкої фракції, що спливла, в довільній точці кривої β ; A_{ec} – зольність елементарного шару при розрахунку за даними фракцій, що спливли; $\Delta\gamma_c$ і ΔA_c – збільшення виходу і зольності легкої фракції, що спливла.

При малих величинах $\Delta\gamma_c$ і ΔA_c з рівняння (1) може бути отримана формула для обчислення зольності елементарного шару в залежності від виходу і зольності фракції, що спливла

$$A_{ec} = A_c + \gamma_c \cdot dA_c/d\gamma_c. \quad (2)$$

Таким чином, при знаходженні залежності між параметрами A_c і γ_c (дані стовпців 4 і 5 табл. 1) можна отримати рівняння кривої λ . Апроксимація кривої β на думку авторів [6] не викликає особливих труднощів. Слід зазначити, що необхідні точки для побудови кривої можуть бути отримані і з використанням виходу γ_n та зольності A_n потонулих фракцій табл. 1. У цьому випадку зольність елементарного шару A_{en} може бути визначена за формулою, отриманою аналогічно виразу (2)

$$A_{en} = A_n - \gamma_n \cdot dA_n/d\gamma_n. \quad (3)$$

В ідеальному випадку значення A_{ec} та A_{en} збігаються, а результати розрахунків можуть використовуватися як критерій точності апроксимації.

Як правило, докладний фракційний аналіз виконується для безпородної частини вугілля і в більшості випадків концентрати виділяються при густині розділення менше 1800 кг/м³, у зв'язку з чим доцільно розглянути варіант визначення A_{ec} в цьому діапазоні. Проведені розрахунки для великої кількості даних фракційних аналізів вугілля різних марок та крупності показали, що залежності $A_c = f(\gamma_c)$ та $A_n = f(\gamma_c)$ добре описуються поліномами третього ступеня (рис. 2). Для інтервалу густини, що розглядається, величина достовірності апроксимації $R^2 > 0,9997$. Очевидно, що залежність між параметрами можна отримати в іншому вигляді і в ширшому інтервалі густини, але для застосування теореми Рейнгардта в практичних умовах запропонований варіант є достатнім.

Рис. 2. Лінії тренда та коефіцієнти кореляційних рівнянь

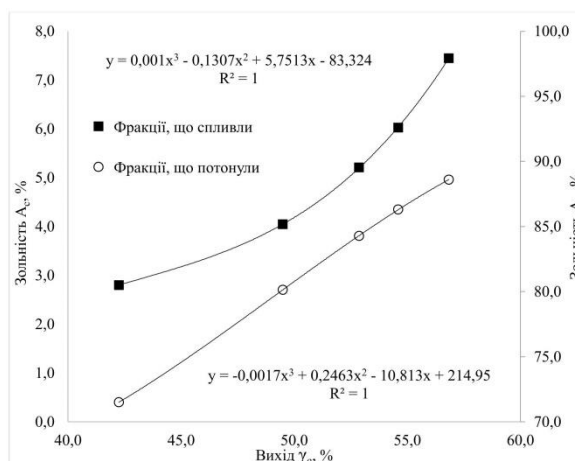
Використовуючи поліном третього ступеня та результат його диференціювання, рівняння (2) можна перетворити на вигляд

$$A_{ec} = 4a\gamma_c^3 + 3b\gamma_c^2 + 2c\gamma_c + d, \quad (4)$$

де a, b, c та d – коефіцієнти поліному $A_c = f(\gamma_c)$.

Розрахунок засобами Excel за даними табл.

1 виходів γ_c , при яких для прикладу, що розглядається, крива λ перетинає вертикальні відрізки ступінчастої кривої показав, що точки перетину не відповідають серединам інтервалів $\gamma_{сер}$ (табл. 2). Для фракції з межами густини розшарування 1300 – 1400 кг/м³ точка перетину кривою вертикального відрізка (точка M на рис. 1) лежить нижче його середини (точка K). Розрахункові зольності A_{ec} для середин інтервалів виходу (точка L рис. 1) також відрізняються від зольності фракції A_{fp} , прийнятою згідно зі стандартом [4] за координату опорної точки. Це підтверджує зазначену вище некоректність використання середин відрізків для побудови кривої λ .



Результати розрахунків

Густина розшарування, кг/м ³	Відхилення параметрів		Кількість зольних одиниць, %%		Густина фракції $\rho_{фр}$, кг/м ³
	$\gamma_c - \gamma_{сер}, \%$	$A_{ес} - A_{фр}, \%$	факт	розрахунок	
1300 – 1400	0,58	-0,70	81,93	82,09	1346
1400 – 1500	0,14	-0,45	75,15	74,38	1446
1500 – 1600	-0,15	0,66	53,63	54,88	1538
1600 – 1800	0,09	-0,48	94,30	93,50	1692

Умовою побудови кривої λ є рівність площ прямокутників для кожної фракції та криволінійних трапецій, одна зі сторін якої обмежується кривою λ . У цьому випадку площі під ступінчастою кривою та отриманою після згладжування повинні бути однаковими і дорівнюватись кількості зольних одиниць ($\gamma_{фр} \cdot A_{фр}$). Розрахунок із використанням рівняння (рис. 2) показав, що результати інтегрування досить близькі до фактичної кількості зольних одиниць (табл. 2). Коефіцієнт кореляції між значеннями високий і становить $r = 0,99944$. Загальна фактична кількість зольних одиниць безпородної частини вугілля та його розрахункове значення дорівнює 423,31 та 423,14 відповідно, що говорить про задовільну точність апроксимації. Результати інтегрування рівняння (4) у відповідних інтервалах виходу фракцій можна використовувати як ще один критерій точності апроксимації. Таким чином, запропонований метод розрахунку зольності елементарних фракцій може бути застосований для оптимізації режимів гравітаційного збагачення вугілля.

Для виконання умов теореми Рейнгардта доцільно розрахувати загальну зольність концентратів вугілля, що збагачується гравітаційними методами A_c і забезпечує отримання товарної продукції необхідної якості з урахуванням можливої кількості та зольності концентрату флотації шламу. Визначивши коефіцієнти полінома $A_c = f(\gamma_c)$ для сумарного фракційного складу вугілля гравітаційної крупності, можна знайти вихід продукту, що спливе при необхідній зольності A_c , а за рівнянням (4) розрахувати зольність елементарного шару на лінії розділення продуктів $A_{ес}$. З використанням отриманого показника та коефіцієнтів поліномів зв'язку даних розшарування окремих класів можуть бути знайдені виходи концентратів усіх класів крупності та їх зольність. Для виконання розрахунків не потрібна розробка спеціальних програм, так як вони можуть бути отримані засобами Excel із застосуванням процедури пошуку рішення.

Застосування отриманих результатів у промислових умовах при стабільних характеристиках рядового вугілля за крупністю та збагачуваністю можливе у разі визначення рівня зольностей концентратів окремих класів. Режим збагачення для отримання розрахованої різниці у показниках якості можуть бути встановлені в процесі переробки з урахуванням рівня засмічень суміжними фракціями. У реальних умовах змінюється частка та зольність концентратів флотації, що потребує оперативного коригування величини A_c за рахунок регулювання параметрів роботи обладнання. У зв'язку з цим, для отримання максимального виходу концентрату доцільно визначити рівень густин розділення машинних класів.

Відмінність густини фракції $\rho_{фр}$ від середньоарифметичної величини граничних густин при розшаруванні не дозволяє знайти коректну залежність $\rho_{фр} = f(A_{фр})$. Необхідні показники для вугілля гравітаційної крупності та окремих класів можуть бути отримані за значеннями зольності фракцій, що спливали, і відповідними густинами розшарування. Розрахунки показують, що для безпородних фракцій залежності густини розділення ρ_p від зольності A_c добре описуються поліномами третього ступеня. Розрахунки за даними табл. 1 показують, що густина фракцій відрізняється від середньоарифметичних значень на 4 – 12 кг/м³ (табл. 2), як це і було зазначено вище.

З використанням отриманих рівнянь $A_c = f(\gamma_c)$ та $\rho_p = f(A_c)$ проаналізовано варіанти режимів гравітаційного збагачення із забезпеченням рівної зольності елементарних шарів меж розділення (варіант 1), рівної густини розділення (варіант 2) та однакової зольності концентратів (варіант 3).

Проведено розрахунки щодо визначення теоретичного балансу продуктів збагачення вугілля крупністю понад 13 мм і 1 – 13 мм з використанням фракційних аналізів близько тридцяти джерел сировини: вугілля марок Г, Ж, К (чотирьох шахт Донбасу різних періодів видобутку з широким інтервалом збагачуваності), ПС та П. Отримані дані свідчать про те, що сумарний

вихід концентратів класів крупності за варіантами 1 і 2 при однаковій загальній зольності A_z практично збігається. Певна розбіжність (менше 0,01 % відносних) може бути пов'язана з неточністю апроксимацій або прийнятою точністю обчислень процедури пошуку рішення.

Близькі результати розрахунків при рівній зольності елементарних шарів границь розділення та їх густини можна пояснити однакою мінеральним складом вузьких фракцій у зоні розділення, у результаті чого густини частинок елементарних шарів практично збігаються. Слід зазначити, що отримання максимального виходу концентрату забезпечується за рівності густин розділення класів і густини для сумарного фракційного складу, що відповідає необхідній зольності концентратів гравітаційних методів збагачення A_z . Таким чином, прийнятий у світовій практиці принцип збагачення вугілля суміжних класів крупності за рівної густини розділення [10] виправданий і відповідає положенню теореми Рейнгардта.

Водночас, спостерігається отримання меншого загального виходу концентрату, якщо режим збагачення машинних класів забезпечує однакову зольність їх концентратів (варіант 3). Аналіз показав, що відхилення у виході за 1 і 3 варіантах прямо пропорційна різниці зольностей фракцій машинних класів. Зниження виходу загального концентрату менш ніж на 0,01 % варіанта 3 має місце, коли відхилення в зольності фракцій густиною до 1500 кг/м^3 становить не більше 0,3 %. При реалізації варіанта 3 у більшості випадків необхідна густина розділення класів відрізняється на $200 - 300 \text{ кг/м}^3$, що передбачає залучення в концентрат високозольних фракцій одного класу та втрати відносно малозольних фракцій з породою суміжного класу, що призводить до зниження загального виходу. За отриманими даними обчислення фракційних складів вугілля різних марок Донбасу режими збагачення, що забезпечують рівні зольності елементарних шарів меж розділення чи густини розділення (варіанти 1 та 2), можуть підвищити вихід концентрату при гравітаційному збагаченні в середньому на 0,4 % відносних у порівнянні з випуском концентратів машинних класів однакової зольності.

Слід зазначити, що практичне застосування розрахунку умов, що забезпечують максимальний вихід концентрату при гравітаційному збагаченні, вимагає встановлення їх зв'язку з параметрами роботи відповідних апаратів. У разі розділення у водному середовищі (відсаджувальні машини, гвинтові сепаратори, гідрокласифікатори тощо) регульованих параметрів досить багато, що ускладнює вибір їхнього рівня для забезпечення необхідної густини розділення. Для збагачувальних фабрик з найпрогресивнішою технологією, де використовується переробка вугілля крупністю більше 0,5 (1) мм у важких суспензіях (сепаратори, гідроциклони) дана проблема істотно спрощується, так як досить легко визначається залежність густини розділення від параметрів суспензії. Слід зазначити, що різниця між густиною розділення та суспензії є залежною від типу апарату та умов його роботи.

Технологічна схема збагачувальної фабрики «Свято-Варваринська» понад 60 % вугілля переробляє у важкосередовищних сепараторах фірми Daniels та гідроциклонах фірми Multotec. Дослідження протягом тривалого часу показали, що густина розділення та суспензії для цих апаратів відрізняється приблизно на $140 - 145 \text{ кг/м}^3$. При роботі сепараторів, у яких відсутні гребкові механізми на відміну від вітчизняних апаратів, це є наслідком високої вертикальної швидкості суспензії, що обумовлена необхідністю самопливного розвантаження концентрату через поріг апарата. Для гідроциклонів різниця у густинах є результатом дії відцентрових сил. У зв'язку з цим було прийняте рішення підтримувати густину суспензії обох технологічних комплексів на однаковому рівні, щоб забезпечити максимальний вихід концентрату. Висока ефективність важкосередовищного збагачення та застосовані режими дозволяють знизити втрати корисного компонента з відвальною породою та стабільно підтримувати середню зольність крупних відходів на рівні не нижче 86 – 87 %.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Проведений аналіз показав некоректність методик побудови кривої зольності елементарних фракцій λ , що знижує точність висновків при використанні положень теореми Рейнгардта. Знайдено рішення для отримання опорних точок проведення цієї кривої на основі фактичних даних фракційного аналізу вугілля та отримані критерії оцінки точності апроксимації. Показано, що максимальний вихід концентрату при роздільному збагаченні вугілля можна досягти як при рівності зольностей елементарних шарів меж розділення згідно з положенням теореми максимального виходу, так і при однаковій густині розділення. Використання отриманих висновків на збагачувальній фабриці «Свято-Варваринська» дозволяє підтримувати середню зольність крупних відходів на високому рівні.

Подальші дослідження заплановано у напрямку виявлення залежності густини розподілу від параметрів роботи гідрокласифікаторів CrossFlow, де збагачується вугілля крупністю 0,2 – 1 мм, з метою застосування отриманих результатів для збільшення виходу товарної продукції.

Список літератури

1. Смирнов В.О., Білецький В.С. Гравітаційні процеси збагачення корисних копалин. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2005. – 300 с.
2. Мала гірнича енциклопедія / [за ред. В. С. Білецького]. – Донецьк : Східний видавничий дім, 2013. – Т. 3. – 644 с.
3. Моделювання процесів збагачення корисних копалин. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 184 «Гірництво» / В. Г. Кравець, В. С. Білецький, В. О. Смирнов, П. В. Сергєєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 437 с.
4. ДСТУ 3550-97 (ГОСТ 4790-93) (ИСО 7936-1992) Паливо тверде. Визначення та наведення показників фракційного аналізу. Загальні вимоги до апаратури та методики.
5. Геращенко К.Д. Исследование и разработка методов оценки донецких углей как объектов обогащения: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук: 05.15.08, “Збагачення корисних копалин” / Донецьк, 1983. – 24 с.
6. Кандинская И.В., Удовицкий В.И. Аналитическое представление кривых обогатимости углей. – Вестник КузГТУ. – 2004. – №4. – С. 48 – 54.
7. Arinenkov Y. Universal model for research both optimization of technological processes and circuits of coal preparation factories on the COMPUTER / 2nd Regional APCOM'97 Symposium. Published by: The Moscow State Mining University Publishing Center. Moscow, 1997. – P. 209 – 214.
8. Ариенков Ю.Д. Начальные условия в сепарбельном описании характеристик сыпучих материалов // Вісті Донецького гірничого інституту. – № 1, 2003. – С. 41 – 46.
9. Пилов П.И., Святошенко В.А. Определение режима обогащения каменных углей для обеспечения максимального выхода концентрата // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2011. – Вип. 44 (85). – С. 96 – 102.
10. Carter J. D. Implementing a Strong Maintenance Program // CPSA Journal. – 2014. – Vol. 13. No. 1. – P. 32 – 37.

УДК 681.03

І.Н. ВДОВИЧЕНКО, канд. техн. наук, доц.
Криворізький національний університет

АЛГОРИТМ АНАЛІЗУ РЕЗУЛЬТАТІВ АНКЕТУВАННЯ СТУДЕНТІВ З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Метою даної статті є проведення аналізу питань застосування багатокритеріальних експертних оцінок у системі освіти. Розгляд досвіду робіт науковців, який свідчить про наявність потреби доопрацювання питань аналізу результатів соціальних опитувань, використання експертних методів та їх запровадження в освітню галузь.

Методи дослідження. Перед усім застосовано теоретичний метод дослідження. Для вирішення задач використовуються методи які активно застосовуються на практиці: метод статистичної обробки результатів, метод порівняльного аналізу, експертні методи, метод візуалізації.

Наукова новизна. Тема актуальна, так як дає можливість підвищити якість вищої освіти. Вивчення літературних джерел показало, що цьому питанню приділено недостатньо уваги. У статті представлено математичну модель обробки експертних оцінок, запропоновано критерії оцінки альтернатив та оціночні шкали, що враховують специфіку системи освіти. Результатом теми роботи є обґрунтування доцільності застосування певних експертних та статистичних методів для одержання об'єктивних даних.

Практична значимість. У роботі розроблено схему експертних методів, яка демонструє різноманіття вибору шляхів вирішення проблеми. Запропоновано алгоритм обробки та аналізу результатів анкетування студентів. При побудові алгоритму ставилося завдання: після обробки результатів анкетування отримати найбільш об'єктивні оцінки оцінюваних альтернатив. Для цього запропоновано враховувати: ваги студентів, запропоновано різноманіття критеріїв, вагу оціночних критеріїв, шкали. Запроваджено використання нових інструментів контролю якості освіти. При використанні викладеного в статті підходу, можна очікувати на об'єктивне підвищення якості підбору викладачів, якості проведення занять і як результат, підвищення якості освіти.

Результати. Запропоновано один із підходів підвищення якості вищої освіти. Автор наголошує на необхідності формування кластерів експертів для врахування результатів анкетування за окремими кластерами. Вказані та проаналізовані підходи, при використанні в освіті нададуть об'єктивну основу для прийняття управлінських рішень. Важливим результатом є те, що визначено та заплановано перспективні напрями подальших досліджень цієї теми для підвищення ефективності обробки та об'єктивності результатів анкетування студентів.

Ключові слова: алгоритм, експертні оцінки, анкетування, критерії, альтернативи.