

електричної енергії в структурах систем енергопостачання гірничих підприємств. При такому варіанті виробництва електроенергії достатньо для забезпечення живлення енергоємних споживачів залізорудної шахти на протязі годин «ППК».

2. Для отримання електроенергії в режимі гідроакумуляції в шахтах необхідна установка додаткових водозбірників і реструктуризація системи електропостачання, що не може бути проблемою в досягненні поставленої мети.

Список літератури

1. **Стогній Б.С.** Основні параметри енергозабезпечення національної економіки на період до 2020 року/ Стогній Б.С., Кириленко О.В., Праховник А.В., Денисюк С.П., Негодуйко В.О., Пертко П.П., Блінов І.В. – К.: Вид. Ін-ту електродинаміки НАН України, 2011. – 275 с.
2. **Сінчук О.М.** Кривбас на межі тисячоліть: шляхи відродження. / **О.М. Сінчук, А.Г. Бажал** – К.: АДЕФ-Україна, 1997. – 31 с.
3. **Сінчук О.М.** Метод оцінювання ефективності споживання електричної енергії залізорудними підприємствами / Сінчук О.М., Сінчук І.О., Берідзе Т.М., Ялова А.М. // Електротехнічні та комп'ютерні системи. Одеський НПУ. – 2013. – С.49-57.
4. **Сінчук І.О.** Відновлювальні та альтернативні джерела енергії: Навчальний посібник/**І.О.Сінчук, С.М.Бойко, О.С.Мельник**// навчальний посібник – Кременчук:Видавництво ПП Щербатих О.В., 2015. – 270 с.
5. **Сінчук О.М.** Факторний простір і дослідження процесу споживання електричної енергії залізорудними підприємствами/ Сінчук О.М., Сінчук І.О., Ялова О.М., Вінник М.А. // Технологический аудит и резервы производства. – Харьков, 2015. - №2/1(22) – С. 48 – 55.
6. **Sinchuk I.O., Kasatkina I.V., Baranovska M.L.** Usage of hydro-accumulating installations in the power supply system of mining companies. Computer Science, Information Technology and Automation – 2017, Вип . 6. – С.1-11.
7. **Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В., Радченко Д.Н.** Проблема использования возобновляемых источников энергии в ходе разработки месторождений твёрдых полезных ископаемых, Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, 2015, №1. С. 88-96.
8. **Сінчук О.М., Філіпп Ю.Б., Сінчук І.О., Касаткіна І.В., Бобріков І.О., Краснопольський Р.І.** Створення оборотних гідроагрегатів ГАЕС в структурі систем енергопостачання залізорудних підприємств. **Международный научный журнал "ScienceRise"** Издатель: НПП ЧП «Технологический Центр» DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/2313-8416>, ISSN 2313-8416 (Online), ISSN 2313-6286 (Print), 2017, с. 29-36.
9. **Сінчук О.М., Сінчук І.О., Касаткіна І.В., Краснопольський Р.І.** Водовідливи залізорудних шахт та кар'єрів – база для створення гідроакумуляюючих електростанцій. International research and practice conference “Modern method, innovations, and experience of practical in the field of technical sciences”: Conference proceedings, December, 27-28 2017. Radom: Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 2017. с.63-66.
10. **Сокол С.І.** Створення оборотних гідроагрегатів Дністровської ГАЕС для підвищення енергоефективності об'єднаної енергетичної системи України, **С.І.Сокол, А.К.Царюк, О.Ю.Черкаський, О.О.Линник, Г.І.Іщенко, І.Г.Сирота, В.В.Галаг, О.М.Вакуленко, Т.С.Іерусалімова**/Під загальною редакцією члена-кореспондента НАН України, д.т.н., проф. Сокола Е.І. – Харків: - 2017, ФОП Панов А.М., 236 с. ISBN 978-617-7541-18-8.

Рукопис подано до редакції 08.04.2019

УДК [502.175:622.013]:622.012

М.В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц., М.П. СЕРГЄЄВА, ст. викладач
Криворізький національний університет

МОНІТОРИНГ ВТРАТ І ЗАСМІЧЕННЯ ВМІСТУ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ КОРИСНИХ КОПАЛИН НА ГІРНИЧОВИДОБУВНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Мета. У роботі розглянуто методи визначення, аналіз і оцінка точності втрат балансово-промислових запасів і засмічення вмісту якісних показників корисних копалин у надрах на родовищах залізистих кварцитів Кривбасу.

Методи дослідження. Досліджено особливості комплексності і повноти використання всіх запасів (балансових і забалансових за вмістом якісних показників корисних копалин) і всіх різновидів і типів корисних копалин. Запропоновано варіант із меншими втратами балансово-промислових запасами залізистих кварцитів, який забезпечує виробничу потужність гірничовидобувного підприємства.

Наукова новизна. Визначення наслідків втрат балансово-промислових запасів і засмічення вмісту якісних показників корисних копалин у залізорудній масі, так само як і показників виділення мінливості вмісту якісних показників корисних компонентів у товарній залізорудній масі, значення має вибір методу, який найбільш повно відповідає тому або іншому виду корисних копалин. Втрати балансово-промислових запасів і засмічення вмісту якісних показників корисних компонентів у залізорудній масі враховують не тільки вміст якісних показників корисних копалин, які втрачаються і засмічуючих вміст якісних показників корисних копалин порід, але і де, на якому етапі гірничих робіт ці корисні копалини втрачаються і засмічуються.

© Шолох М.В., Сергєєва М.П., 2019

Практична значимість. Оцінка середнього значення природно-просторового розміщення мінливості вмісту якісних показників у надрах і розпушеній залізородній масі і розпушеній залізородній масі базується як на дослідженні мінливості характеристики ознак, так і на аналізі геометричних характеристик блоків дільниць рудного тіла і покладу залізородного родовища, так і параметрів розвідувальних мереж. Для регулярних мереж опробування вмісту якісних показників корисних копалин у надрах і розпушеній залізородній масі розрахунки коефіцієнтів проведені заздалегідь для типових конфігурацій взаємного розташування блоку і проб.

Результати. Точність результатів методів визначення впливу природно-просторового розміщення мінливості вмісту якісних показників у надрах і залізородній масі не суперечить теорії оптимальної статистичної оцінки. Доведено, що збиток з позицій комплексного освоєння надр і інших природних ресурсів складається із втрат балансово-промислових запасів у контурах розвіданих і забалансових за вмістом якісних показників корисних копалин запасів, що залучаються при розробці запасів основних корисних копалин.

Ключові слова: моніторинг, запаси, блоки, об'ємно-якісні показники, втрати, засмічення.

doi: 10.31721/2306-5451-2019-1-48-170-177

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Основними показниками використання балансово-промислових запасів надр є втрати балансово-промислових запасів і засмічення вмісту якісних показників корисних копалин у розпушеній залізородній масі. Показники використання балансових запасів прийняті офіційно всіма гірничовидобувними підприємствами відповідно до по визначенню, нормуванню, обліку, економічній оцінці втрат балансово-промислових запасів при видобутку, які затверджені в [1]. Нормативно-технічна документація є обов'язковими керівними матеріалами при проектуванні і експлуатації всіх гірничовидобувних підприємств.

Аналіз досліджень і публікацій. Правильне визначення економічних наслідків втрат балансово-промислових запасів і засмічення вмісту якісних показників корисних копалин у залізородній масі, як і показників вилучення мінливості вмісту якісних показників корисних компонентів у товарній залізородній масі, значення має вибір методу, який відповідає тому або іншому виду корисних копалин. Необхідні для розв'язку економічних завдань показники втрат балансово-промислових запасів і засмічення вмісту якісних показників корисних компонентів у товарній залізородній масі враховують не тільки вміст якісних показників корисних копалин, які втрачаються і засмічуючих вміст якісних показників корисних копалин порід, але і де, на якому технологічному етапі гірничих робіт ці корисні копалини втрачаються і засмічуються. Облік, оцінка і нормування економічних наслідків втрат балансово-промислових запасів і засмічення вмісту якісних показників корисних копалин у товарній залізородній масі розглядається з деталізацією особливостей розробки дільниць рудного тіла і покладу родовища з урахуванням комплексності використання надр [2].

Постановка завдання. Класифікація втрат балансово-промислових запасів табл. 1, побудована на основі поділу по технологічних процесах і місцях, де відбуваються втрати балансово-промислових запасів [3-5]. Ухваливши її за основу, розглядаються види економічних наслідків втрат балансово-промислових запасів і засмічення вмісту якісних показників корисних копалин у розпушеній залізородній масі стосовно до умов розробки дільниць рудного тіла і покладу залізородного родовища.

Викладення матеріалу та результати. Якщо при мінливості втрат балансово-промислових запасів зберігається річне погашення балансових запасів при плановому річному видобутку балансово-промислових запасів, то економічні наслідки від втрат балансово-промислових запасів за експлуатаційними витратами (грн./т) визначаються згідно з різницею прибутку, який приходить на 1 т погашених балансових запасів при варіантах розробки, якщо забезпечується різний рівень втрат балансово-промислових запасів

$$Y_{\text{пе}} = \frac{1 - P_1}{1 - P_1} \left[y_{\text{д1}} - \left(\frac{1 - P_1}{1 - P_1} \right) (a_1 + a_2 + a_3 + a_4) + a_5 \right] - \frac{1 - P_2}{1 - P_2} \left[y_{\text{д2}} - \left(\frac{1 - P_2}{1 - P_2} \right) (a_1 + a_2 + a_3 + a_4) + a_5 \right], \quad (1)$$

або

$$c_{\text{д1}} = \frac{1 - P_1}{1 - P_1} (a_1 + a_2 + a_3 + a_4) + a_5; \quad c_{\text{д2}} = \frac{1 - P_2}{1 - P_2} (a_1 + a_2 + a_3 + a_4) + a_5; \quad (2)$$

де $c_{д1} = \frac{1 - P_1}{1 - P_1} (a_1 + a_2 + a_3 + a_4) + a_5$; $c_{д2} = \frac{1 - P_1}{1 - P_1} (a_1 + a_2 + a_3^1 + a_4^1) + a_5$; P_1, P_1, P_2, P_2 – втрати

балансово-промислових запасів і засмічення вмісту якісних показників корисних копалин при варіантах відповідно з меншими і більшими втратами балансово-промислових запасів, частки одиниць; $u_{д1}$ і $u_{д2}$ – цінність, яка вилучається, з корисних копалин, які видобуті при першому і другому варіантах розробки, грн./т; a_1, a_2, a_3, a_4 – витрати відповідно на погашення геологорозвідувальних робіт; амортизацію основних засобів; підготовчо-нарізні роботи; відбійку, кріплення та погашення виробленого простору при варіанті з меншими втратами балансово-промислових запасів, грн./т; a_5 – витрати на наступні технологічні процеси: випуск, навантаження, доставка, підйом, сортування, усереднення вмісту якісних показників корисних копалин, транспортування до гірничо-збагачувальної фабрики, вилучення вмісту якісних показників корисного компонента, пов'язаного з магнетитом на гірничо-збагачувальній фабриці або металургійному заводі, грн./т; a_3 і a_4 – витрати на гірничопідготовчі і нарізні роботи, відбійку і кріплення при варіанті з більшими втратами балансово-промислових запасів, грн./т.

Таблиця 1

Основні експлуатаційні втрати балансово-промислових запасів і засмічення вмісту якісних показників корисних копалин стосовно до умов розробки дільниць рудного тіла і покладу залізорудного родовища

Група	Підгрупа	Вид
I. Втрати балансово-промислових запасів невідокремлених від масиву корисних копалин	I.1. У запобіжних ціликах	I.1.1. Між виймальними ділянками (міжблокові, міжпанельні, бар'єрні, міжкамерні, міжповерхові цілики), у бортах кар'єру
		I.1.2. У середині виймальної ділянки, блоку, камери, панелі, стовпа, кар'єрного поля масиву твердих корисних копалин
		I.1.3. Близько пожежних, затоплених або завалених ділянках, геологічних порушень і виробленого простору
	I.2. У масиві від неповноти вилучення	I.2.1. У лежачому, висячому боці, покрівлі, підшві, у боках камер
		I.2.2. Між виймальними прошарками, у прироблених ділянках
		I.2.3. Виробки, що обрушилися, завалених, пожежних, затоплених ділянках
		I.2.4. Близько внутрішньо контурних породах, що залишаються, включень
II. Втрати балансово-промислових запасів відділених від масиву корисних копалин	II.1. У виробленому просторі	II.1.1. На підшві відкритих камер, від неповноти випуску і навантаження, на уступах кар'єру
		II.1.2. На днищі блоку і на лежачому боці при системах з обваленням і магазинуванням корисних копалин
		II.1.3. На днищі камер (підшві), лежачому боці від змішування при випуску із заваленими породами
		II.1.4. У закладці
		II.2.1. У завалах від обвалень покрівлі камер і бортів кар'єрів
		II.2.2. У виробленому просторі від руйнування днища блоку
		II.2.3. У заваленому блоці і магазині, на дні кар'єру
	II.2. У місцях обвалень, у завалах, у пожежних, затоплених і прироблених ділянках	II.2.4. У прироблених ділянках
		II.3.1. Від змішування з породами при спільному видобутку
		II.3.2. Те ж при роздільному видобутку корисних копалин і порід
	II.3. В очисних і прохідницьких забоях	II.4.1. У підземних виробках
		II.4.2. На поверхневих складках усереднення вмісту якісних показників корисних копалин, у бункерах
	II.4. У місцях розвантаження і перевантаження	II.4.3. У місцях сортування і попередньої концентрації корисних копалин
		II.4.4. У відвалах пустих порід і забалансових за вмістом якісних показників корисних копалин, у відсортованих породах
		II.5.1. У підземних виробках, у середині кар'єру
II.5. На транспортних шляхах гірничого підприємства	II.5.2. На поверхні	

При постійній виробничій потужності гірничовидобувного підприємства і незмінному річному погашенні балансово-промислових запасів величина a_4 практично однакова при обох варіантах незалежно від втрат балансово-промислових запасів. У цьому випадку витрати на погашення геологорозвідувальних робіт приймаються однаковими для обох варіантів, а також витрати на амортизацію основних засобів (якщо варіанти не відрізняються за величиною капі-

тальних витрат), тобто $a_1=a_2$. Якщо засмічення за вмістом якісних показників корисних копалин у залізорудній масі однакове при обох варіантах, а різні цінності, які вилучаються ($a_3 \neq a'_3$; $a_4 \neq a'_4$). Вираз (1) приймає вид

$$Y_{BE} = \frac{\Pi_2 - \Pi_1}{1 - P_1} u_{D1} + \left[(a_1 + a_2 + a_3 + a_4) + \frac{1 - \Pi_1}{1 - P_1} a_5 \right] - \left[(a_1 + a_2 + a_3^1 + a_4^1) + \left(\frac{1 - \Pi_2}{1 - P_1} \right) a_5 \right] = \quad (3)$$

$$= \frac{(\Pi_2 - \Pi_1)}{1 - P_1} (u_{D1} - a_4) + (a_3 - a_3^1) + (a_4 - a_4^1).$$

За формулами (1)–(3) визначається збиток підприємству від втрат балансово-промислових запасів тільки за експлуатаційними витратами. При зниженні втрат балансово-промислових запасів будуть більше експлуатуватися розкриті та підготовлені запаси. Відповідно зниженню втрат балансово-промислових запасів зменшуються питомі капітальні витрати на проходку розкритих і підготовчих виробок. Пізніше виникає необхідність нових капіталовкладень на розкриття та підготовку нових горизонтів до експлуатації. Якщо питомі капітальні витрати на розкриття і підготовку нових горизонтів

$$K_{num} = \frac{K_2}{A}, \quad (4)$$

де K_2 – річна сума капітальних витрат на розкриття і підготовку нових горизонтів до експлуатації; A – річна виробнича потужність за вмістом якісних показників корисних копалин у залізорудній масі, яка видобувається.

Розрахунок на 1 т балансово-промислових запасів становить

$$K_{num} = \left(\frac{1 - P}{1 - \Pi} \right) \frac{K_2}{A}. \quad (5)$$

Без врахування засмічення вмісту якісних показників корисних копалин різниця при двох варіантах, які відрізняються втратами балансово-промислових запасів, складають збиток від втрат балансово-промислових запасів для гірничовидобувного підприємства за капітальними витратами

$$Y_{nk} = K_{num} = \left(\frac{1}{1 - \Pi_2} - \frac{1}{1 - \Pi_1} \right). \quad (6)$$

При рівному засміченні вмісту якісних показників корисних копалин у залізорудній масі

$$Y_{nk} = K_{num} = \frac{(\Pi_2 - \Pi_1)(1 - P_1)K_{num}}{(1 - \Pi_1)(1 - \Pi_2)}. \quad (7)$$

Якщо при зниженні втрат балансово-промислових запасів зменшується або збільшується виробнича потужність гірничовидобувного підприємства по видобутку балансово-промислових запасів і вилученні вмісту якісних показників корисного компоненту, пов'язаного з магнетитом у товарній залізорудній масі, то збиток від втрат балансово-промислових запасів визначається

$$Y_{PE} = \frac{A_1(u_{D1} - c_{D1})}{A_2(u_{D2} - c_{D2})}. \quad (8)$$

$$\text{При } P_1=P_2; \quad u_{D1}=u_{D2}; \quad Y_{PE} = c_{D2} - c_{D1} \frac{A_1}{A_2}. \quad (9)$$

де A_1 і A_2 – виробнича потужність гірничовидобувного підприємства за видобутком балансово-промислових запасів і вилученням вмісту якісних показників корисного компоненту, пов'язаного з магнетитом у товарній залізорудній масі відповідно при варіантах розробки.

Якщо варіант із меншими втратами балансово-промислових запасів, забезпечує зменшену виробничу потужність гірничовидобувного підприємства за видобутком балансово-промислових запасів, то це впливає на розмір не тільки прямих витрат, але й постійних, що приходяться на одиницю видобутку. Збільшення витрат при зниженні виробничої потужності гірничовидобувного підприємства може бути значним. Так, наприклад, на залізорудних шахтах і кар'єрах, згідно з нормами технологічного проектування [1], ухвалюється, виробнича потужність гірничовидобувного підприємства за гірничими можливостями знижується на 25–35 %. Відповідно до норм технологічного проектування гірничовидобувного підприємства [1] річне зниження гірничих робіт приймається на 15–25 % менше. При цьому буде менше і обумовлена

по гірничим можливостям виробнича потужність гірничовидобувного підприємства. Враховуючи, що залежно від річного видобутку балансово-промислових запасів умовно-постійні витрати становлять у собівартості видобутку від 40 до 80 %, а з урахуванням гірничозбагачувального виробництва ще більше, то можна стверджувати, що за рахунок зменшення масштабів видобутку балансово-промислових запасів собівартість видобутих корисних копалин збільшується в середньому на 10–20 %. Визначення збитку від втрат балансово-промислових запасів, що не враховують цього фактору, приводить до значного завищення результату. Економічні наслідки від втрат балансово-промислових запасів за експлуатаційними витратами (у грн./т) визначаються з виразу

$$Y_{\text{пв}} = \frac{A_1}{A_2} \left[u_{\text{д1}} - c_{\text{д1}} \left(1 + \varphi \frac{A_2 - A_1}{A_2} \right) \right] - (u_{\text{д2}} - c_{\text{д2}}). \quad (10)$$

У виразі (10) $\varphi(A_2 - A_1)/A_2$ означає збільшення умовно-постійних витрат при зниженні виробничої потужності на $(A_2 - A_1)$, т/рік. Капітальні витрати на розкриття і підготовку нових горизонтів можливі значно більші збитки, ніж при постійній виробничій потужності і економія. За капітальними витратами наслідки в цьому випадку визначаються (у грн./т) з виразу

$$Y_{\text{нк}} = A_2 K_{\text{нум}} \frac{1}{(1 - \Pi_2)} - A_1 K_{\text{нум}} \frac{1}{(1 - \Pi_1)} = \frac{K_{\text{нум}}}{A_2} \left(\frac{A_2}{(1 - \Pi_2)} - \frac{A_1}{(1 - \Pi_1)} \right). \quad (11)$$

У *третьому випадку*, коли зниження втрат балансово-промислових запасів залізистих кварцитів дозволить збільшити виробничу потужність підприємства за видобутком і переробкою, при переході на польову підготовку горизонтів і блоків замість залізородної при розробці малопотужних ділень родовища, відмові від залишення горизонтальних залізородних прошарків покрівлі як захисту від обвалень нестійких вмшуючих порід (заміни їх тими або іншими видами кріплення або зміцнення порід), збиток від втрат балансово-промислових запасів залізистих кварцитів для гірничовидобувного підприємства за експлуатаційними витратами визначається за формулою

$$Y_{\text{пв}} = \frac{A_1}{A_2} \left[u_{\text{д1}} - c_{\text{д1}} \left(1 + \varphi \frac{A_2 - A_1}{A_2} \right) \right] - (u_{\text{д2}} - c_{\text{д2}}). \quad (12)$$

У формулі (12) величина $\varphi(A_2 - A_1)/A_2$ характеризується зниженням умовно-постійних витрат при збільшенні виробничої потужності гірничовидобувного підприємства на $(A_1 - A_2)$, т/рік. Стосовно капітальних витрат на розкриття і підготовку нових горизонтів, то від втрат балансово-промислових запасів за капітальними витратами збитку може не бути (вони дорівнюють нулю, коли виробнича потужність збільшується на частку зниження втрат балансово-промислових запасів) і тоді $A_2/(1 - \Pi_2) = A_1/(1 - \Pi_1)$. Якщо виробнича потужність гірничовидобувного підприємства збільшиться меншою мірою, ніж знизяться втрати балансово-промислових запасів, то збиток за капітальними витратами обчислюється з виразу

$$Y_{\text{нк}} = \frac{K_{\text{нум}}}{A_2} \left(\frac{A_2}{(1 - \Pi_2)} - \frac{A_1}{(1 - \Pi_1)} \right). \quad (13)$$

Госпрозрахункові наслідки втрат балансово-промислових запасів для підприємства визначаються зменшенням прибутку в результаті мінливості рівня втрат балансово-промислових запасів і засмічення вмісту якісних показників корисних копалин у товарній залізородній масі на гірничовидобувному підприємстві. Як галузеві, так і госпрозрахункові наслідки втрат балансово-промислових запасів, згідно [6-8], визначаються розраховуючи на одиницю балансово-промислових запасів, які погашаються. Перелік вихідних показників для розрахунків економічних наслідків втрат балансово-промислових запасів, їх умовне позначення і формули для визначення наведені в табл. 2.

У даній методиці є деякі допущення, зокрема, собівартість видобутку балансово-промислових запасів, їх транспортування і переробка 1 т залізородної маси і собівартість у розрахунку на 1 т корисних копалин погашених балансово-промислових запасів. З обліком цього прийнято, що собівартість видобутку балансово-промислових запасів прямо пропорційна тільки коефіцієнту мінливості вмісту якісних показників корисних копалин. В той же час відомо, що більша частина витрат на погашення геологорозвідувальних робіт, амортизацію і гірничопідготовчі роботи залежить від величини втрат балансово-промислових запасів, а інша частина витрат на

виконання технологічних процесів, починаючи з видобутку балансово-промислових запасів із блоку і закінчуючи магнітною сепарацією, практично зовсім не залежить від засмічення вмісту якісних показників корисних копалин у товарній залізородній масі. Друга неточність полягає у тому, що є витрати на 1 т видобутку балансово-промислових запасів, а не на 1 т балансових запасів у надрах. На тому ж допущенні заснована і формула для визначення цінності втрат балансово-промислових запасів. З позиції економічних інтересів окремого гірничовидобувного підприємства оцінка втрат балансово-промислових запасів може бути різною в залежності від того, які можливості для мінливості виробничої потужності по видобутку балансово-промислових запасів є на підприємстві при мінливості втрат балансово-промислових запасів. У різних випадках збиток від втрат балансово-промислових запасів визначається за різними методиками, що враховують відмінності економічних і гірничотехнічних умов.

Таблиця 2

Вихідні показники для розрахунків економічних наслідків втрат балансово-промислових запасів

Вихідні дані	Джерела або формули для отримання вихідних показників
Балансово-промислові запаси, B , т	За даними оцінки балансово-промислових запасів і оконтуренням дільниць рудного тіла і покладу родовища твердих корисних копалин
Вміст якісних показників корисного компоненту, пов'язаного з магнетитом у балансово-промислових запасах, c , %	За даними оцінки балансово-промислових запасів і оконтуренням дільниць рудного тіла і покладу родовища твердих корисних копалин
Видобуток балансово-промислових запасів, D , т	За даними обліку або за проектом
Вміст якісних показників корисного компоненту, пов'язаного з магнетитом у видобутих балансово-промислових запасах, a , %	За даними обліку або за проектом
Коефіцієнт мінливості вмісту якісних показників корисних копалин, K_k , частки одиниць	$K_k = \frac{a}{c}$; $K_k = \frac{Ц_T}{Ц_o}$; $K_k = 1 - P$
Коефіцієнт вилучення вмісту якісних показників корисних копалин з надр, K_u , частки одиниць	$K_u = \frac{Da}{Bc}$; $K_u = \frac{ДЦ_T}{ВЦ_o}$; $K_u = 1 - P$
Валова цінність балансово-промислових запасів, u_o , грн./т	$u_{D2} = 0,01 c u_o$; $u_o = \sum_1^n c_i u_{oi}$
Коефіцієнт вилучення вмісту якісних показників корисних копалин у залізородній масі при магнітній сепарації і металургійній переробці, E_{cm} , частки одиниць	За відпускнуою ціною, замикаючими витратами і за фактичними або проектними даними
Собівартість видобутих балансово-промислових запасів, c_o , грн./т	За відпускнуою ціною, замикаючими витратами і за фактичними або проектними даними
Собівартість транспортування видобутих балансово-промислових запасів, c_{mp} , грн./т	За фактичними або проектними даними
Собівартість переробки видобутих балансово-промислових запасів, $c_{пер}$, грн./т	За фактичними або проектними даними
Повна собівартість видобутку балансово-промислових запасів, транспортування і вилучення вмісту якісних показників корисних копалин у залізородній масі, c_m , грн./т	За фактичними або проектними даними
Витрати на розвідку балансово-промислових запасів, z_p , грн./т	$z_p = P_{op}$ - частка витрат на геологорозвідувальні роботи в оптовій ціні
Питомі капіталовкладення (сумарні на гірничовидобувних та переробних підприємствах), K_y , грн./т	За фактичними або проектними даними

Сьогодні передбачається визначити збиток від втрат балансово-промислових запасів в основному у розрахунку на 1 т погашених балансово-промислових запасів. Такий розрахунок правомірний лише в окремих випадках, коли при різних варіантах видобутку балансово-промислових запасів забезпечується однакове річне зниження робіт і погашення балансово-промислових запасів. При цьому випадку умови порівняння варіантів дотримуються недостатньо. Якщо при двох варіантах забезпечується однакове річне погашення балансово-промислових запасів, а при різних втратах балансово-промислових запасів будуть різними і виробнича потужність гірничовидобувного підприємства, і витрати від виробничої потужності гірничовидобувного підприємства і гірничо-збагачувальної фабрики, то буде відрізнятися тер-

мін відпрацювання Криворізького залізрудного родовища. Порядок розрахунків економічних наслідків втрат балансово-промислових запасів наведений у табл. 3.

Таблиця 3

Порядок розрахунків економічних наслідків втрат балансово-промислових запасів

Показник	Формули для визначення розрахункових показників
Недовидобуток балансово-промислових запасів, т.	$B_n = B(\kappa_{n1} - \kappa_{n2})$
Повна собівартість видобутку, транспортування та переробки у розрахунку на 1 т погашених балансово-промислових запасів, грн.	$c_{\delta} = c_{тов} - \frac{1}{\kappa_k}$
Цінність 1 т втрачених балансово-промислових запасів, грн.	$\varphi_{n1} = \varphi_{\delta} \varepsilon_1 - c_{\delta 1}$
Відшкодування за втрати балансово-промислових запасів на зниження собівартості видобутку, транспортування і вилучення вмісту якісних показників корисного компоненту, пов'язаного з магнетитом, грн.	$B_{ДПП} = c_{тов 1} \frac{1}{\kappa_{k1}} - c_{тов 2} \frac{1}{\kappa_{k2}}$
Відшкодування за зниження втрат балансово-промислових запасів при вилученні вмісту якісних показників корисного компоненту, пов'язаного з магнетитом, грн.	$B_u = B_n = B(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)$
Сумарне відшкодування за втрати балансово-промислових запасів, грн.	$B_n = B_{ДПП} + B_u$
Економічні наслідки від втрат балансово-промислових запасів у розрахунку на 1 т погашених балансово-промислових запасів, грн.	$\Delta\Pi_p = \varphi_{П1}(\kappa_{n1} - \kappa_{n2})B_{П} + B_n\kappa_{n2}$
Різниця у питомих капітальних затратах по гірничовидобувним і переробним підприємствам, грн.	$\Delta\kappa_v E_n = (\kappa_{v1} - \kappa_{v2})E_n$
Економічні наслідки втрат балансово-промислових запасів з врахуванням різниці у капіталовкладеннях, грн.	
$\Delta\Pi_{pk} = \Delta\Pi_p + E_n(\kappa_{v1} - \kappa_{v2}) = \varphi_{П1}(\kappa_{n1} - \kappa_{n2}) - B_n\kappa_{n2} + E_n(\kappa_{v1} - \kappa_{v2})$	

Висновки та напрям подальших досліджень. Освоєння надр вимагає застосування відповідних методів визначення і оцінки втрат балансово-промислових запасів і засмічення вмісту якісних показників корисних копалин у товарній залізрудній масі, які враховують особливості комплексності і повноти використання всіх запасів (балансових і забалансових) і всіх корисних копалин, а також усіх інших можливостей одержання того або іншого ефекту від видобутку з балансово-промислових запасів супутніх корисних компонентів. Збиток з позицій комплексного освоєння надр і інших природних ресурсів складається із втрат балансово-промислових запасів у контурах розвіданих балансових запасів, забалансових за вмістом якісних показників корисних копалин запасів, що залучаються при розробці балансово-промислових запасів основних корисних копалин, попутних корисних копалин, що залучаються при розробці запасів, виробленого простору, придатного для корисного використання, хвостів, відходів, придатних для використання сьогодні або в майбутньому, родючості зайнятих гірничим відводом і його господарством земель і від зниження родючості навколишніх оточуючих гірничий відвід земель, водних ресурсів і тваринного світу.

Список літератури

1. Временная методика определения экономической эффективности затрат и мероприятия по охране окружающей среды. (1987). – В кн.: Методы и практика определения эффективности капиталовложений и новой техники. М., Наука. – С. 108–114.
2. Шолох М. В. (2018). Ефективність методів прогнозування об'ємно-якісних показників корисних копалин у надрах. / 36. наукових праць ДВНЗ «КНУ» «Гірничий вісник» Науково-технічний збірник: Кривий Ріг, 2018. – Вип. 103. – С. 119–125. ISSN 2306-5435.
3. Шолох М. В. (2018). Маркшейдерське забезпечення прогнозування і управління якісними показниками при розробці залізрудних родовищ. – С. 160–168. / Форум гірників – 2018: матеріали міжнар. конф., 10–13 жовтня 2018 р. – Дніпро: Середняк Т. К. – 2018. – 307 с. ISBN 978-617-7696-55-0.
4. Шолох М. В. (2018). Моделі і критерії оптимізації якісних показників видобутку магнетитових роговиків. – С. 65–78. / The 6th International conference - Science and society – (August 3, 2018) Accent Graphics Communications & Publishing, Hamilton, Canada. 2018. 250 p. ISBN 978-1-77192-360-6.
5. Шолох М. В. (2018). Моделювання прогнозної оцінки мінливості вмісту якісних показників корисних копалин. 274–287. / The 3rd International youth conference – Perspectives of science and education – (July 6, 2018) SLOVO\WORD, New York, USA. 2018. 524 p. ISBN 978-1-77192-403-0.

6. Шолох М. В., Сергеева М. П. (2017). Економічна оцінка втрат балансово-промислових запасів і засмічення вмісту якісних показників корисних копалин у залізородній масі. / Зб. наукових праць «Вісник КНУ». – Кривий Ріг, – Вип. 102. – С. 51–56.

7. Sholokh M. V. (2018). Determination and research of norms of the ferrous quartzites prepared to booty. 25–52. / Development of scientific foundations of resource-saving technologies of mineral mining and processing. Multi-authored monograph. – Sofia: Publishing House «St. Ivan Rilski», 2018. – 264 p. ISBN 978-954-353-355-8.

8. Sholokh M. V., Sholokh S. M., Sergieieva M. P. (2018). An analysis of surveyor control of losses of balance-industrial supplies is at mastering of bowels of the Earth. 415–438. / Innovative development of resource-saving technologies for mining. Multi-authored monograph. – Sofia: Publishing House «St. Ivan Rilski», 2018. – 439 p. ISBN 978-954-353-351-0

Рукопис подано до редакції 10.04.2019

УДК 621.926.23.001.2

В.И. КЛЯЦКИЙ, канд.техн.наук, доц., А.В. ЛОПУШАН, студентка
Криворожский национальный университет

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИХ КОНСТРУКЦИИ

Цель работы. Разработка конструкции футеровочных броней, образующие оптимальный профиль камеры дробления, обеспечивающий повышение эффективности работы конусных дробилок.

Методы. В работе применены теоретические, статистические и экспериментальные методы исследований. Теоретические исследования выполнены с использованием аналитического метода с применением математического анализа ЭВМ. При построении математической модели расчета параметров профиля камеры дробления использованы методы теории вероятностей и математической статистики.

Научная новизна. Установлено, что в процессе эксплуатации профиль камеры дробления конусной дробилки мелкого дробления претерпевает существенные изменения вследствие неравномерного износа футеровок рабочих органов, закономерности которых необходимо учитывать при ее профилировании. Профиль камеры дробления оптимизирован решением изопериметрической вариационной задачи, с учетом износа броней, что обеспечивает ее неизменяемость в процессе эксплуатации дробилки. Получены аналитические выражения, описывающие профили конуса и чаши, в виде цепной линии – катеноиды, позволяющие выполнить конструирование футеровочных броней дробилок мелкого дробления. Установлены закономерности изменения формы и размеров камеры дробления конусных дробилок мелкого дробления, заключающиеся в уменьшении размеров приемного отверстия для КМДТ-2200 в 1,3...1,6 раза. Установлено влияние состояния профиля рабочей камеры на качество продукта дробления дробилки КМДТ-2200 (класс +20 при $T=0$ – 18,5%; при $T=0,5T_{пр}$ – 15%; при $T = T_{пр}$ – 22,5%; где $T_{пр}$ – предельный срок службы комплекта броней. Разработан метод профилирования камеры дробления по критериям износа футеровочных броней.

Практическая значимость. Значение работы заключается в установлении закономерностей изменения формы и геометрических размеров рабочей камеры и разработке на этой основе расчетного метода ее оптимального профилирования, обеспечивающего повышения эффективности работы конусных дробилок, что является вкладом в теорию управления качеством горных машин в процессе эксплуатации. Предложены конструктивные параметры профиля камеры дробления конусной дробилки мелкого дробления, обеспечивающие увеличение производительности на 15...20%, стабильное качество продукта дробления в процессе эксплуатации дробилки, равномерный износ броней вдоль образующих, неизменяемую геометрию на протяжении всего срока службы комплекта броней, увеличение износостойкости броней на 25...40%.

Результаты. Разработана методика расчета оптимальных конструктивных параметров профиля камеры дробления конусной дробилки мелкого дробления может быть принята при проектировании нового дробильного оборудования. Разработана новая конструкция футеровочных броней.

Ключевые слова. Конусная дробилка, брони, износ, камера дробления, профиль.

doi: 10.31721/2306-5451-2019-1-48-177-184

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. В настоящее время закономерности процесса дробления в конусных дробилках изучены недостаточно. Это объясняется разнообразием режимов работы дробилок в практике их эксплуатации и широким диапазоном физико-механических свойств дробимого материала. Из закономерностей процесса дробления в дробилках мелкого дробления значительный интерес представляют зависимости между гранулометрическим составом дробленого продукта и параметрами профиля дробящего пространства. При дроблении горной массы конусными дробилками происходит интенсивное изнашива-