

Федорченко А. О.,
Попов С. О.

РОЗРОБКА ПАРАМЕТРІВ ЕКОНОМІЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ЗБАГАЧЕННЯ ГІРНИЧОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Досліджено проблеми економічного оцінювання комплексного використання відходів збагачення гірничорудних підприємств та віднесення їх до категорії джерела мінеральної сировини. Встановлено фактори впливу на ефективність діяльності гірничорудних підприємств за рахунок використання відходів збагачення. Визначено підвищення економічного ефекту підприємства внаслідок комплексного використання мінеральної сировини.

Ключові слова: економічне оцінювання, відходи збагачення, економічний ефект, комплексне використання, хвостосховища, ефективність.

1. Вступ

Проблеми економічного оцінювання комплексного використання мінеральної сировини гірничорудних підприємств указують на необхідність поглиблення теоретичних досліджень у вказаному напрямку. Вони обумовили актуальність теми статті. Збільшення обсягів видобутку та переробки мінеральної сировини гірничорудними підприємствами передбачає більш складні гірничо-геологічні умови її видобування, що відповідно веде до зростання собівартості кінцевої продукції та підвищення навантаження на навколишнє середовище. Недосконалість технології збагачення залізних руд веде до росту відходів збагачення, розширення території їх зберігання — хвостосховищ [1, 2].

Відсутність єдиного економічного підходу, здатного оцінити варіанти технологічного розвитку гірничорудних підприємств з врахуванням соціальних та екологічних наслідків, а також комплексного використання природної сировини як цілісного діючого механізму, обумовлює необхідність комплексного вирішення ряду завдань, які б дозволили отримати додаткове джерело ресурсів за рахунок використання відходів виробництва та, найголовніше, відвернути настання екологічної катастрофи, яка прив'язується за масштабами до ситуації на ЧАЕС [3, 4].

2. Аналіз літературних даних

Ті дослідження, які були проведені в сфері економічного оцінювання використання мінеральної сировини та можливості залучення відходів збагачення, на сьогодні можна вважати недостатньо повними та комплексними через те, що не відповідають потребам економічного росту та не є на сьогодні ефективними. Одна з причин, яка заважає гірничорудним підприємствам упевнено йти шляхом стрімкого розвитку, є дефіцит ресурсів. У той же час практика господарської діяльності свідчить, що цей дефіцит не є природним. Сьогодні не використо-

ується великий обсяг ресурсів, який іменується відходами збагачення. Витрачається багато коштів на те, щоб утримувати відходи, які зростають. При цьому ще більше коштів витрачається на видобуток цінної мінеральної сировини, обсяги якої можна скоротити, якщо використовувати відходи збагачення [1, 2].

Сучасні методи оцінювання ресурсозберігаючих технологій не враховують усього спектра факторів, що впливають на результати такого оцінювання, тому зацікавленість гірничорудних підприємств у більш повному використанні мінеральної сировини була досить низькою. Крім того, недосконалість законодавчої бази щодо користування надрами та втрати земельних ресурсів за рахунок розширення території відвалів і хвостосховищ, а також низький рівень штрафів не були стимулом для власників гірничорудних підприємств у комплексному використанні мінеральної сировини.

Питання вдосконалення економічного оцінювання процесів технологічного розвитку гірничорудних підприємств за рахунок використання відходів збагачення є порівняно нові і, у той же час, складні для їх чисельного розв'язання. З усією гостротою, яка відповідає сучасним вимогам до функціонування гірничорудних підприємств, ці питання потребують вирішень з урахуванням всіх факторів впливу та особливостей технології залучення відходів збагачення [5, 6].

Безпосередньо увага також приділялась взаємозв'язку між екологічними, технологічними та економічними проблемами [7]. Навіть досвід досліджень науковців Канади свідчить про вагомість комплексного використання мінеральної сировини для гірничозбагачувальних підприємств [8]. Великий вклад було внесено дослідниками в проблему розробки заходів щодо зниження негативного впливу на оточуюче середовище внаслідок використання відходів збагачення [9]. Проблеми даного питання досліджувалися багатьма вченими як в Україні, так і за кордоном [10, 11]. Вагомий внесок у розв'язання цього питання внесли вітчизняні та зарубіжні вчені [12, 13].

3. Об'єкт, ціль та задачі дослідження

Об'єктом дослідження є процес оцінювання економічної ефективності комплексного використання мінеральної сировини гірничорудними підприємствами.

Отже, *ціль*, яка ставиться в роботі, передбачає розроблення й дослідження нових методів економічного оцінювання та формування організаційно-економічного механізму керування комплексним використанням мінеральної сировини, які б дозволили одержати додаткове джерело мінеральної сировини та підвищити економічну ефективність основного виробництва гірничорудних підприємств.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено такі основні завдання:

- 1) узагальнити та визначити тенденції розвитку методів оцінювання використання відходів збагачення;
- 2) визначити й дослідити фактори, що впливають на результати економічної ефективності діяльності гірничо-збагачувальних підприємств;
- 3) розробити методичні підходи економічного оцінювання комплексного використання мінеральної сировини гірничорудними підприємствами;
- 4) сформувати організаційно-економічний механізм оцінювання комплексного використання мінеральної сировини гірничорудних підприємств;
- 5) розробити та побудувати модель комплексного використання мінеральної сировини при оптимізації обсягів руди й відходів збагачення, що забезпечує мінімізацію витрат на виробництво.

4. Матеріали та методи дослідження впливу оцінювання використання відходів збагачення на ефективність діяльності гірничорудних підприємств

Недалекоглядність власників та керівників сучасних підприємств, що видобувають та збагачують мінеральну сировину, призвела до того катастрофічного стану, в якому знаходиться наш регіон. Звичка приймати важливі рішення, коли ситуація вже настала, свідчить про нерозуміння того стану, в якому знаходяться більшість підприємств гірничої галузі. У той час, коли можна поліпшити основні економічні показники своєї діяльності, які, без сумніву, позитивно вплинуть не лише на саме підприємство, але й екосистему, суб'єкти господарської діяльності продовжують просто пливати за течією та демонструють небажання ускладнювати вже давно налагоджений процес виробництва основної залізвмісної продукції, незважаючи на те, що сировинна база щорічно знижується [7].

Згідно з Законом України «Про відходи» (ст. 8), відходи виробництва — це об'єкт права власності. Відповідно, необхідним є об'єктивне оцінювання їх використання. Щодо відходів збагачення це означає визначення їх ресурсної цінності як мінеральної сировини для виробництва корисної продукції. Можливі три принципові підходи до обґрунтованого встановлення ціни даного продукту, специфічного за походженням, складом та призначенням:

- за сумою понесених власником попередніх витрат на обробку, розміщення відходів, плату за оренду земельних ділянок для хвостосховища та відвалів, на обслуговування та підтримання хвостосховища,

на попередження та ліквідацію непрогнозованих ситуацій та їх наслідків — у розрахунку на одиницю продукції;

- за вартістю відходів збагачення при використанні їх у будівництві, розрахованою на підставі чинного преїскуранта (рівня базових цін) з урахуванням його якісних показників;

- за ресурсною (відновленою) вартістю відходів збагачення як сировини для одержання концентрату заданої якості за умов ефективності його виробництва.

Залежно від способу облаштування хвостосховища поділяються на гребельні (наливні), ті, що поступово зводяться та безгребельні. Залежно від виробничої потужності збагачувальної фабрики, ступеня відповідності споруд, висоти наміву, хвостосховища поділяються на 5 класів капітальності, що регламентуються відповідними вимогами, технологічними правилами й рекомендаціями.

За мірою відповідності всі хвостосховища криворізьких гірничо-збагачувальних комбінатів належать до першого класу капітальності. Обсяги хвостосховищ Північного ГЗК, Центрального ГЗК, Новокриворізького ГЗК, Південного ГЗК, Інгулецького ГЗК становлять від 140 до 530 млн. м³.

До першого класу капітальності відносять хвостосховища, місткість яких понад 100 млн. м³, добовий вихід відходів збагачення перевищує 10 тис. м³, висота огорожі дамби — понад 50 м, які мають стан відповідності споруди, аварія на яких пов'язана із катастрофічними наслідками для населених пунктів, а також отруєнням або забрудненням водою питного призначення.

Усі хвостосховища Криворіжжя обваловані по всьому периметру або частково дамбами, які утримують десятки й сотні мільйонів кубометрів відходів збагачення. Забезпечення стійкості дамб вимагає чіткого виконання технічно грамотних проектних рішень та інструкції з експлуатації хвостосховищ. Невиконання відповідних вимог може привести до руйнування дамби та аварій на хвостосховищах.

На більшості гірничорудних підприємств видобування залізної руди проводиться з послідовним її збагаченням. У процесі цього частина видобутої руди, що переробляється, йде до відходів збагачення (тобто у хвосту), які складаються у хвостосховища.

Як інженерна споруда хвостосховище являє собою місткість природного чи штучного походження, обгороджену греблею чи дамбою, що будується зі скельних і глинистих порід та шлаків. Воно призначене для організованого складування та зберігання відходів збагачення, освітлення й відводу води. Розміри сучасних хвостосховищ (рис. 1) залежать від виробничих потужностей фабрик гірничо-збагачувальних комбінатів.

Отже, з вищенаведеної діаграми видно, що найбільшим за своїм вмістом є хвостосховище ПАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат» (Україна), друге місце належить ПАТ «Інгулецький гірничо-збагачувальний комбінат», третім за своєю величиною є хвостосховище ПАТ «Центральний гірничо-збагачувальний комбінат», а далі — хвостосховище ПАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат». Найменшим за своїми розмірами є хвостосховище відходів ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

Спосіб облаштування хвостосховищ багато в чому пов'язаний з рельєфом місцевості, де вони розташовані.

Спосіб наміву пульпи (вода + відходи збагачення) може бути надводним чи підводним. В основному, на практиці використовується надводний намів. Однак у холодну пору року використовується підводний (підльодовий) намів. Транспортування відходів збагачення (пульпи) здійснюється за допомогою роздільного пульпопроводу у вигляді труб діаметра (800–1200 мм) чи спеціальних бетонних лотоків.

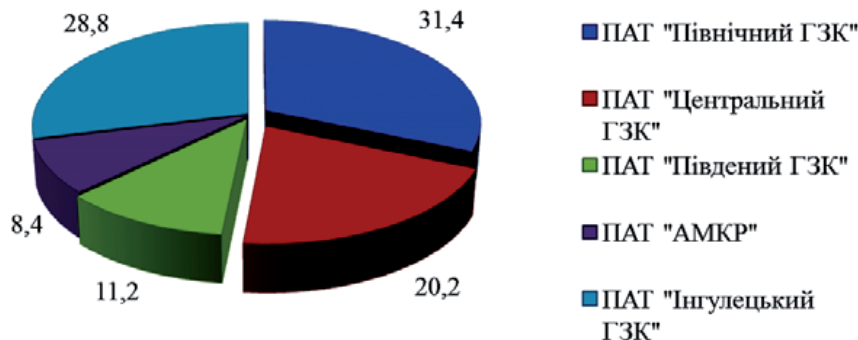


Рис. 1. Загальний об'єм хвостосховищ гірничо-збагачувальних комбінатів Криворіжжя, %

На рис. 2 подано загальний вигляд одного з найбільших хвостосховищ Криворіжжя — хвостосховища ПАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат».



Рис. 2. Загальний вигляд хвостосховища ПАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат»

Намів деяких діючих хвостосховищ уже наблизився до проектних відміток і досягає висоти понад 100 м. Це сприяє збільшенню вітрової ерозії їх поверхні, обводненню прилеглих територій, засоленню ґрунтів та потребою є відведення додаткових площ [8, 9].

Як уже зазначалося в даному дослідженні, видобуток залізної руди відкритим способом та її переробка до товарної продукції здійснюється п'ятьма гірничо-збагачувальними комбінатами. У той же час на кожному з них технологія (або окремі її елементи) видобутку руди та її переробка в концентрат відрізняються як за економічними показниками, так і за шкідливим впливом на навколишнє середовище.

Як показали проведені дослідження, вміст мінералів у відходах збагачення хвостосховища різноманітний (табл. 1).

Ефективність роботи гірничо-збагачувальних комбінатів можлива лише при надійному та безаварійному

функціонуванні всіх технологічних процесів. У цьому випадку дуже важливим є питання забезпечення безаварійної роботи хвостосховищ, зі збільшенням розмірів яких зростає навантаження на дамби, разом з тим зростає й імовірність їх значних пошкоджень, що може привести до катастрофічних наслідків. Руйнування дамб хвостосховищ може нанести не лише матеріальний збиток, а й привести до численних людських жертв. Під впливом статичних або динамічних сил, викликаних тиском на дамбу льоду, хвиль, сейсмічним впливом землетрусів, вибухів, роботи механізмів і руху транспорту на дамбі, у ній відбувається перерозподіл навантаження та виникає деформація від зсувів і просадок. Ці деформації призводять до виникнення тріщин у дамбі та заповнення їх водою, і навіть до зсувів. Унаслідок цього, відбувається розмив дамби, через який відбувається бурхливий рух соляного потоку [10–12].

На рис. 3 подано схему прикладу використання відходів збагачення, яка у свою чергу передбачає проходження необхідних стадій обробки сировини та відсутність первинних стадій обробки.

Таблиця 1

Вміст мінералів у хвостах криворізьких ГЗК, %

Підприємство	Мінерал			
	Кварц	Карбонат	Магнетит	Амфіболіт
ГЗК ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»	61,4	25,1	13,5	Окремі зерна
ПАТ «Південний ГЗК»	65,3	25,5	9,2	—
ПАТ «Центральний ГЗК»	78,3	14,0	7,7	—
ПАТ «Інгулецький ГЗК»	70	20	8	2

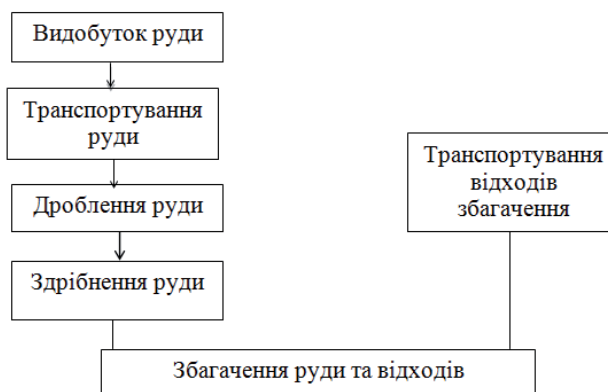


Рис. 3. Порівняльна схема процесу виробництва концентрату з руди та відходів збагачення

Виходячи з вище наведеної інформації, такі фактори, як: зменшення площ, відведених для утримання відходів, та витрат, пов'язаних із обслуговуванням (нарощування та укріплення дамби); зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище й витрат на відшкодування збитків за його забруднення — є досить

важливими при економічному оцінюванні процесів використання відходів збагачення.

У даному дослідженні автори статті вперше довели ефективність та результативність удосконаленого економічного оцінювання комплексного використання відходів збагачення гірничорудних підприємств. На якій би стадії не знаходилась економіка, чи то на стадії кризи або її рецесії, проблема комплексного використання відходів збагачення завжди залишатиметься важливою, так як вона забезпечує значущу економію мінеральної сировини та підвищення економічної ефективності діяльності гірничорудних підприємств.

Тому економічне оцінювання комплексного використання відходів збагачення, яке пропонують автори статті, не просто відрізняється від уже наявних методів оцінювання, але є новим з урахуванням усіх факторів впливу на економічну ефективність комплексного використання відходів збагачення.

Мінеральна сировина, яка досить інтенсивно використовується, незважаючи на деякі спади виробництва в гірничорудній галузі, пов'язані зі зміною стану економіки держави та світу в цілому, вистачить не надовго. Для підприємства, яке бажає стабільно існувати не лише сьогодні, але й у недалекому майбутньому, необхідно задуматися над комплексним використанням відходів збагачення. При цьому вдосконалення технології гірничорудних підприємств за рахунок комплексного використання відходів збагачення буде сприяти розширенню сировинної бази та забезпечуватиме відтворення ресурсного потенціалу.

Економічна ефективність комплексного використання відходів збагачення гірничорудних підприємств визначається розрахунком економічної ефективності.

Для вибору оптимального варіанта комплексного використання мінеральної сировини визначаються витрати, які необхідно здійснити для одержання ефекту або досягнення мети. Найбільш ефективним вважається той варіант (технологія, проект), в якому витрати на 1 т концентрату є мінімальними.

Економічне обґрунтування процесів технологічного прогресу відбувається шляхом співставлення економічних результатів з витратами, необхідними для їх здійснення. Співставлення здійснюється окремо за видами результатів, при цьому використовуються показники абсолютної (загальної) економічної та порівняльної ефективності.

Показники абсолютної економічної ефективності є узагальнюючими й характеризують величину результату на одиницю витрат та використовуються для оцінювання показників порівняльної економічної ефективності, що застосовується дослідниками для обґрунтування вибору варіантів технічних рішень.

Величина, обернена показнику абсолютної ефективності, являє собою показник терміну окупності витрат на здійснення процесів комплексного використання відходів збагачення гірничорудних підприємств.

На підставі аналізу наявних методів економічного оцінювання комплексного використання відходів збагачення виявлено їх певні недоліки, тому виникає необхідність удосконалення економічного оцінювання процесів комплексного використання відходів збагачення з урахуванням виявлених факторів впливу, а саме: використання відходів збагачення як додаткового джерела мінеральної сировини; можливість одержання додат-

кового обсягу основної продукції; можливість одержання додаткового обсягу супутньої продукції; зменшення витрат на відшкодування збитків за користування земельними угіддями; економія витрат на транспортування сировини; зменшення площ, відведених для утримання відходів, та витрат, пов'язаних з ними (нарощування та укріплення дамби).

Результати геологічних, мінералогічних досліджень і технологічних випробувань показали, що відходи гірничозбагачувальних комбінатів з використанням сучасних технологій можуть бути використані з високим економічним ефектом як високоякісна техногенна залізородна сировина. Характер співвідношення рудної й нерудної складових у хвостах дозволяє одержати з них високоякісний концентрат (65–66 % заліза).

Тому виникає необхідність розробки методу економічного оцінювання загального показника, який би не просто враховував вищенаведені фактори впливу на економічну ефективність комплексного використання відходів збагачення, але й при цьому враховував як прямі фактори, так і опосередковані. Запропонований метод зацікавив би власників суб'єктів господарської діяльності, які займаються видобутком та переробкою мінеральної сировини, а також майбутніх інвесторів вкладати кошти в технологічний прогрес.

Для оцінювання розрахунку ефекту (Е) від впливу прямих факторів після впровадження технології комплексного використання відходів збагачення гірничорудних підприємств пропонується формула (1).

$$E = P_1 + P_2 + \sum V_3 + \sum V_{\text{шл}} - E_n \cdot \sum V_m, \quad (1)$$

де P_1 — прибуток від реалізації додаткового обсягу основної продукції, грн; P_2 — прибуток від реалізації продукції, що виробляється попутно, грн; $\sum V_3$ — сума зекономлених коштів від зменшення виплат за забруднення навколишнього середовища, грн; $\sum V_{\text{шл}}$ — сума зекономлених коштів від зменшення витрат на утримання відходів (хвостосховищ), грн; $\sum V_m$ — сума витрат, пов'язаних із запуском модуля по переробці відходів, грн; E_n — нормативний коефіцієнт ефективності (0,15).

Показник (Е), який свідчить про економічну привабливість запропонованих технологій комплексного використання відходів збагачення, має прямувати в бік збільшення (2).

$$E \rightarrow \max. \quad (2)$$

Розрахунок рентабельності технології комплексного використання відходів збагачення (3).

$$P = \Delta\Pi / \sum V_m. \quad (3)$$

Нижче подано перелік факторів, які опосередковано впливають на ефективність упровадження. Вони дозволяють визначити найбільш точно та обґрунтовано ефективний варіант переробки мінеральної сировини традиційною технологією й технологією з комплексним використанням відходів збагачення, які являють собою основу для прийняття рішення власників підприємств чи майбутніх інвесторів.

Зупинимося для більш детального розгляду вищезначених ДП показників, що дозволяють удосконалити сучасні методи економічного оцінювання комплексного використання відходів збагачення гірничорудних підприємств. У процесі видобутку залізної руди та її збагачення майже всі вітчизняні суб'єкти господарської діяльності не беруть до уваги той факт, що є можливість менше використовувати природної сировини, натомість залучати до виробничого процесу відходи, які зберігаються у хвостосховищах. Тому показник економії мінеральної сировини показує відношення обсягів залучення техногенних ресурсів та видобутку в разі використання відходів збагачення. Відповідно, чим більше залучається відходів збагачення у виробництво, тим менша необхідність у пошуку (розвідці) та видобутку мінеральних ресурсів.

Повний цикл видобутку та переробки залізвмісної руди передбачає її транспортування з кар'єру до дробильної фабрики. Доставка відбувається за допомогою відповідного транспорту, витрати на забезпечення даного процесу є значно вищими за витрати на доставку відходів збагачення пульпопроводом. Показник економії витрат на транспортування сировини на виробництво 1 т концентрату показує відношення названих витрат та допомагає порівняти варіанти технологій і виявити необхідність удосконалення процесу. Отже, витрати на доставку відходів збагачення мають бути меншими від витрат на транспортування видобутої руди, тоді даний показник вплине на прийняття управлінського рішення з удосконалення технології та комплексне використання відходів збагачення.

Зберігання зростаючого в арифметичній прогресії обсягу відходів збагачення передбачає зростання витрат на їх утримання. Тому є сенс здійснити капітовкладення на запуск модуля з переробки відходів збагачення, щоб зменшити витрати на укріплення, нарощування дамби та, насамперед, знизити ймовірність її розмиву в разі непередбачуваних природних явищ і тим самим зменшити негативне навантаження на навколишнє середовище. Показник економії від зниження витрат за користування земельними угіддями дозволяє прийняти рішення щодо вкладання інвестицій у повторне вилучення корисного компонента з відходів збагачення.

Негативний вплив на навколишнє середовище передбачає сплату відповідних штрафів за здійснення такого впливу, у той час, як ці кошти можна вкласти в удосконалення технології. Необхідно також відзначити, що гірничо-збагачувальним комбінатам на сьогодні краще виплатити штрафи, аніж витратити набагато більші кошти, пов'язані з природоохоронними заходами. У будь-якому випадку ефективно інвестувати проект з комплексного використання відходів збагачення, після чого порівняти, на скільки зменшилися виплати в бюджет за забруднення навколишнього середовища.

Унаслідок залучення відходів збагачення на повторне вилучення корисного компонента, відсутня необхідність у повторному проходженні обов'язкових стадій обробки, що веде до зменшення відповідних витрат. Показник економії витрат на переробку мінеральної сировини в переділах першочергових стадій обробки сировини показує, на скільки вплине використання відходів збагачення на економію коштів, пов'язаних з повним циклом обробки.

На підставі топомінералогічних досліджень комплексного використання відходів збагачення передбачає виробництво додаткового обсягу основної продукції (концентрату) й супутньої продукції (пісок, жорства), тобто маємо диверсифіковане виробництво. Розширення номенклатури виробництва свідчить про додаткові джерела доходу. Показник економії витрат на оренду земель під відвали показує економію коштів на оренді земель за рахунок комплексного використання відходів збагачення та зниження обсягів видобутку залізної руди.

Розглянемо блок факторів, в якому представлено економічне оцінювання процесів комплексного використання відходів збагачення гірничорудних підприємств. Показники враховують результати експертного аналізу та фактори впливу на вдосконалення економічного оцінювання технології комплексного використання відходів збагачення. За допомогою експертного та кореляційно-регресійного аналізу можна зробити висновок або прийняти рішення з урахуванням усіх економічних переваг і недоліків.

Показник економії мінеральної сировини ($K_{п.с.}$), за рахунок комплексного використання відходів збагачення, має такий вигляд (4).

$$K_{п.с.} = Q_{т.с.}/Q_{п.с.}, \quad (4)$$

де $Q_{т.с.}$ — обсяг концентрату з відходів збагачення, що переробляється, т; $Q_{п.с.}$ — обсяг концентрату всього, т.

При виборі технології виробництва необхідно дотримуватися критерію (5).

$$0 < K_{п.с.} < 1. \quad (5)$$

Показник економії витрат на транспортування мінеральної сировини на виробництво 1 т концентрату ($K_{тр.}$) дорівнює (6).

$$K_{тр.} = V_{тр.в.}/V_{тр.п.с.}, \quad (6)$$

де $V_{тр.в.}$ — витрати на доставку відходів збагачення, грн/т; $V_{тр.п.с.}$ — витрати на доставку сировини на виробництво концентрату всього, грн/т.

Критерієм прийняття рішення буде (7).

$$0 < K_{тр.} < 1. \quad (7)$$

Показник економії від зниження витрат на утримання відходів збагачення (8).

$$K_{вос.} = \Delta V_{м.}/V_{утр.}, \quad (8)$$

де $\Delta V_{м.}$ — зниження витрат за користування земельними угіддями після впровадження технології комплексного використання відходів збагачення, грн; $V_{утр.}$ — витрати за користування земельними угіддями до впровадження, грн.

Критерієм вибору технології є (9).

$$0 < K_{вос.} < 1. \quad (9)$$

Показник економії витрат на переробку мінеральної сировини в переділах першочергових стадій обробки (10).

$$K_{\text{перш}} = V_{\text{необх}} / V_{\text{всі}}, \quad (10)$$

де $V_{\text{необх}}$ — витрати на необхідні стадії збагачення відходів, грн; $V_{\text{всі}}$ — витрати на всі стадії збагачення мінеральної сировини, включаючи видобуток до впровадження грн. Звідси випливає критерій:

$$0 < K_{\text{перш}} < 1. \quad (11)$$

Показник економії витрат на оренду земель під відвали (12).

$$K_{\text{орен}} = (V_{\text{до}} - V_{\text{після}}) / V_{\text{до}}, \quad (12)$$

де $V_{\text{до}}$ — витрати на оренду земель під відвали до використання відходів збагачення, грн; $V_{\text{після}}$ — витрати на оренду земель під відвали після використання відходів збагачення, грн.

Критерієм буде (13).

$$0 < K_{\text{орен}} < 1. \quad (13)$$

Інтегральний показник ефекту від упровадження комплексного використання відходів збагачення розраховується (14).

$$K_{\text{інт}} = \frac{K_{\text{п.с.}} \cdot Y_{\text{зі}} + K_{\text{тр.}} \cdot Y_{\text{зі}} + K_{\text{перш.}} \cdot Y_{\text{зі}} + K_{\text{вос.}} \cdot Y_{\text{зі}} + K_{\text{орен.}} \cdot Y_{\text{зі}}}{K_{\text{п.с.}} + K_{\text{тр.}} + K_{\text{перш.}} + K_{\text{вос.}} + K_{\text{орен.}}}, \quad (14)$$

де $Y_{\text{зі}}$ — урахування значущості фактора, яка надається при проведенні експертного оцінювання.

Економічний ефект (Е) при впровадженні комплексного використання відходів збагачення дає економію природної сировини, економію витрат на транспортування сировини для подальшої обробки, економію витрат від сплати штрафів за забруднення навколишнього середовища, а також збільшення обсягу виробництва основної продукції є адекватним показником.

Розроблений метод економічного оцінювання враховує зміни економічних результатів як від прямих факторів, так і від опосередкованих. При оцінюванні ефективності комплексного використання відходів збагачення необхідно скоригувати значення показника загального економічного ефекту на інтегральний показник (15).

$$E_{\text{заг}} = E \times (1 + K_{\text{інт}}). \quad (15)$$

Отже, розроблений метод економічного оцінювання комплексного використання відходів збагачення адаптований до сучасних умов гірничорудних підприємств, які здійснюють діяльність з видобутку та переробки мінеральної сировини [3–6].

5. Результати досліджень економічного оцінювання використання відходів збагачення гірничорудних підприємств

Нижче в табл. 2 подано вихідні дані економічної діяльності гірничо-збагачувального комбінату, необхідні для розрахунку за допомогою запропонованого організаційно-економічного механізму оцінювання ефективності комплексного використання відходів збагачення гірничорудних підприємств.

Таблиця 2

Вихідні дані економічної діяльності гірничо-збагачувального комбінату

Показник	Значення
1. Прибуток від реалізації додаткового обсягу основної продукції (концентрату з відходів збагачення), млн. грн (Π_1)	20,7
2. Прибуток від реалізації продукції, що виробляється попутно з відходів (будівельні матеріали, пісок, жорства), млн. грн (Π_2)	6
3. Сума зекономлених коштів від зменшення виплат за забруднення навколишнього середовища, млн. грн (ΣB_3)	7
4. Сума зекономлених коштів від зменшення витрат на утримання відходів (внаслідок вивільнення території або її зменшення — знижуються витрати на укріплення дамби, її нарощення), млн. грн ($\Sigma B_{\text{шт}}$)	25,88
5. Сума витрат, пов'язаних із запуском модуля (фабрики) по переробці лежалих хвостів, млн. грн (ΣB_M)	52
6. Обсяг відходів збагачення, що переробляється, тис. т ($Q_{\text{т.с.}}$)	6000,0
7. Обсяг видобутку та переробки природної сировини (руди), тис. т ($Q_{\text{п.с.}}$)	16030,0
8. Витрати на доставку відходів збагачення, грн/добу ($B_{\text{тр.в}}$)	780
9. Витрати на доставку сировини на виробництво концентрату всього, грн/добу ($B_{\text{тр.п.с.}}$)	8808
10. Зниження витрат за користування земельними угіддями після впровадження технології комплексного використання відходів збагачення, тис. грн (ΔB_M)	52
11. Витрати за користування земельними угіддями до впровадження, тис. грн ($B_{\text{утр}}$)	400
12. Витрати на необхідні стадії збагачення відходів, тис. грн ($B_{\text{необх}}$)	326,5
13. Витрати на всі стадії збагачення мінеральної сировини, включаючи видобуток, тис. грн ($B_{\text{всі}}$)	2177,088
14. Витрати на оренду земель під відвали до використання відходів збагачення, тис. грн ($B_{\text{до}}$)	47,025
15. Витрати на оренду земель під відвали після використання відходів збагачення, тис. грн ($B_{\text{після}}$)	41,382

На підставі розрахункових даних табл. 2 економічної діяльності гірничо-збагачувального комбінату та алгоритму розрахунку економічного оцінювання комплексного використання відходів збагачення гірничорудних підприємств здійснюємо розрахунок економічного ефекту комплексного використання відходів збагачення гірничорудних підприємств. Крок за кроком розраховуємо показники економічного оцінювання, результати яких представлено в табл. 3.

Таблиця 3

Економічна ефективність комплексного використання відходів збагачення

Показник	Значення
1. Ефект від упровадження технології комплексного використання відходів збагачення, млн. грн (Е)	51,78
2. Рентабельність технології комплексного використання відходів збагачення (Р)	0,28
3. Показник економії мінеральної сировини ($K_{п.с.}$)	0,14
4. Показник економії витрат на транспортування мінеральної сировини на виробництво 1 т концентрату ($K_{тр}$)	0,09
5. Показник економії від зниження витрат на утримання відходів збагачення ($K_{вот}$)	0,13
6. Показник економії витрат на переробку мінеральної сировини в переділах першочергових стадій обробки ($K_{перш}$)	0,15
7. Показник економії витрат на оренду земель під відвали ($K_{орен}$)	0,12
8. Загальний економічний ефект, млн. грн ($E_{заг}$)	62,24

Аналіз результатів табл. 3 економічного ефекту комплексного використання відходів на збагачувальній фабриці, розрахованих за розробленим організаційно-економічним механізмом керування комплексним використанням відходів збагачення, вказує на той факт, що запропонована технологія є економічно ефективною й корисною за всіма аспектами. Економічний ефект у результаті впровадження комплексного використання мінеральної сировини склав 51,78 млн. грн [5, 6].

6. Обговорення результатів досліджень економічного оцінювання використання відходів збагачення гірничорудних підприємств

За допомогою розробленого методичного підходу економічного оцінювання комплексного використання відходів збагачення гірничорудних підприємств удосконалено сучасні методи оцінювання. За рахунок використання відходів розширюється сировинна база, можливість одержання додаткового обсягу основної та супутньої продукції, зменшення відповідних витрат, пов'язаних як з природоохоронною діяльністю, так і з утриманням хвостосховищ та зниженням негативного впливу на навколишнє середовище тощо.

Запропонований метод дав змогу знайти той оптимальний перелік витрат при комплексному використанні відходів збагачення гірничорудних підприємств та оцінку загальної економічної ефективності від впливу як прямих, так і опосередкованих факторів.

Головною перевагою дослідження авторів статті є те, що теоретично та практично, на основі проведених розрахунків та врахованих комплексно факторів визначена беззаперечна ефективність використання відходів збагачення та позитивний вплив на оточуюче середовище, у разі зменшення площі, яку вони займають. Недоліком даного дослідження є складність збору інформації, внаслідок небажання власниками гірничорудних підприємств висвітлювати всю інформацію, щодо дійсного стану зберігання відходів збагачення.

Результати дослідження мають прикладне значення та можуть бути використані не лише в межах окремого підприємства, але й у масштабах гірничорудної галузі, так як усі вітчизняні та закордонні підприємства, що займаються видобутком корисних копалин, знаходяться в одних і тих же умовах.

Раніше дослідники приділяли багато уваги питанням використання відходів гірничорудних підприємств, проте проблеми в основному розглядалися досить вузько та не враховували всього комплексу факторів впливу, тому дослідження авторів статті є більш детальним та глибоким. При цьому автори звертають увагу не лише на технологічні проблеми зберігання відходів збагачення, але й економічні та екологічні.

7. Висновки

У результаті проведених досліджень:

- вирішена актуальна проблема економічного оцінювання використання відходів збагачення за рахунок їх подальшого залучення до технологічного процесу;
- досліджено фактори впливу на ефективність діяльності гірничорудних підприємств, які тісно пов'язані із комплексним використанням відходів збагачення та особливостями технології їх використання;
- представлено власний підхід щодо методу економічного оцінювання використання відходів збагачення з урахуванням всіх факторів впливу;
- визначено оптимальні співвідношення виробництва продукції з відходів збагачення та мінеральної сировини, що забезпечує мінімізацію витрат на виробництво.

Література

1. Мирзаев, Г. Г. Экология горного производства [Текст]: учебник / Г. Г. Мирзаев, Б. А. Иванов, В. М. Щербаков, Н. М. Проскураков. — М.: Недра, 2010. — 320 с.
2. Братчиков, В. Г. Создание программы утилизации отходов производства и обезвреживания не утилизируемых в черной металлургии [Текст] / В. Г. Братчиков // Экотехнологии и ресурсосбережение. — 2006. — № 3. — С. 56–60.
3. Федорченко, А. О. Економічні результати природоохоронної діяльності у гірничорудній промисловості від використання відходів [Електронний ресурс] / А. О. Федорченко // Ефективна економіка. — 2010. — № 2. — Режим доступу: \www/URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=132>
4. Федорченко, А. О. Удосконалення методу еколого-економічної оцінки процесів технологічного розвитку гірничорудних підприємств [Текст] / А. О. Федорченко // Вісник Криворізького технічного університету. — 2011. — № 28. — С. 297–300.
5. Федорченко, А. О. Економіко-математичне моделювання показників оцінки процесів технологічного розвитку гірничорудних підприємств [Текст] / А. О. Федорченко // Вісник Криворізького технічного університету. — 2012. — № 31. — С. 358–362.
6. Fedorchenko, A. Methods of ecological-economic estimation of using concentration wastes of ore-mining enterprises [Text] / A. Fedorchenko // Economics of development. — 2013. — № 4. — P. 85–89.
7. Spash, C. L. Influencing the perception of what and who is important in ecological economics [Text] / C. L. Spash // Ecological Economics. — 2013. — № 89. — P. 204–209. doi:10.1016/j.ecolecon.2013.01.028
8. Plante, B. Static tests response on 5 Canadian hard rock mine tailings with low net acid-generating potentials [Text] / B. Plante, B. Bussiere, M. Benzaazoua // Journal of Geochemical Exploration. — 2012. — № 114. — P. 57–69. doi:10.1016/j.gexplo.2011.12.003

9. Benzaazoua, M. Environmental desulphurization of four Canadian mine tailings using froth flotation [Text] / M. Benzaazoua, B. Bussiere, M. Kongolo, J. McLaughlin, P. Marion // International Journal of Mineral Processing. — 2006. — Vol. 60, № 1. — P. 57–74. doi:10.1016/s0301-7516(00)00006-5
10. Cisternas, L. A. Effect of the objective function in the design of concentration plants [Text] / L. A. Cisternas, F. Lucay, E. D. Gálvez // Minerals Engineering. — 2014. — № 63. — P. 16–24. doi:10.1016/j.mineng.2013.10.007
11. Mirmohammadi, M. Designing of an environmental assessment algorithm for surface mining projects [Text] / M. Mirmohammadi, J. Gholamnejad, V. Fattahpour, P. Seyedsadri, Y. Ghorbani // Journal of Environmental Management. — 2009. — Vol. 90, № 8. — P. 2422–2435. doi:10.1016/j.jenvman.2008.12.007
12. Szczepańska, J. Mining waste [Text] / J. Szczepańska, I. Twardowska // Waste Management Series. — 2006. — Vol. 4. — P. 319–385. doi:10.1016/s0713-2743(04)80015-1
13. Twardowska, I. High-volume mining waste disposal [Text] / I. Twardowska, S. Stefaniak, J. Szczepańska // Waste Management Series. — 2006. — Vol. 4. — P. 865–909. doi:10.1016/s0713-2743(04)80036-9

РАЗРАБОТКА ПАРАМЕТРОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОЦЕНИВАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ГОРНОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Исследованы проблемы экономической оценки комплексного использования отходов обогащения горнорудных предприятий и присоединения их к категории источника минерального

сырья. Установлены факторы влияния на эффективность деятельности горнорудных предприятий за счет использования отходов обогащения. Определено повышение экономического эффекта предприятия вследствие комплексного использования минерального сырья.

Ключевые слова: экономическая оценка, отходы обогащения, экономический эффект, комплексное использование, шламохранилища, эффективность.

Федорченко Анастасія Олександрівна, асистент, кафедра економіки, організації та управління підприємствами, Криворізький національний університет, Україна,
e-mail: anastasiya_210484@mail.ru.

Попов Станіслав Олегович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри економічної кібернетики і управління проектами, Криворізький національний університет, Україна.

Федорченко Анастасія Александровна, асистент, кафедра економіки, організації і управління підприємствами, Криворізький національний університет, Україна.

Попов Станіслав Олегович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри економічної кібернетики і управління проектами, Криворізький національний університет, Україна.

Fedorchenko Anastasiya, Kryvyi Rih National University, Ukraine,
e-mail: anastasiya_210484@mail.ru.

Popov Stanislav, Kryvyi Rih National University, Ukraine