

9. Hirajima, T., Mori, M., Ichikawa, O., Sasaki, K., Miki, H., Farahat M., Sawada M. Selective flotation of chalcopryrite and molybdenite with plasma pre-treatment. *Miner. Eng.*, 66–68 (2014): 102–111.
10. Chimonyo, W., Corin, K., Wiese, J., O'Connor, C. Redox potential control during flotation of sulfide minerals. *Miner. Eng.* 110 (2017): 57–64.
11. Miki, H., Matsuoka, H., Hirajima, T., Suyantara, G.P.W., Sasaki, K. Electrolysis oxidation of chalcopryrite and molybdenite for selective flotation. *Mater. Trans.*, 58, no. 5 (2017): 761–767.
12. Panayotov, V., Habashi, F., Panayotova, M. *Chemical Technology of Ore Processing*, Sofia: Publishing House of the University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”, 2015.
13. Panayotov, V., Panayotova, M. A flotation device, Bulgarian Utility Model №1163/14.05.2009.

Рукопис подано до редакції 15.03.22

УДК 622.235

В.В. ПЕРЕГУДОВ, д-р техн. наук, проф., В.П. ПРОТАСОВ, гірничий інженер,
ДП «ДПІ «Кривбаспроект»

ОЦІНКА СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВНОГО РОЗВИТКУ ГІРНИЧОДОБУВНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

Мета. Метою роботи є встановлення основних проблем, пов'язаних з тривалою та інтенсивною експлуатацією родовищ залізорудної сировини, та визначення основних пріоритетних напрямів перспективного розвитку підприємств гірничодобувного комплексу України, реалізація яких спрямована на стабілізацію виробничої діяльності, задоволення потреб внутрішнього та зовнішнього ринків залізорудною сировиною, зниження негативного тиску виробничої діяльності гірничодобувних підприємств на довкілля:

Методи дослідження. Використано комплексний метод, який включає в себе аналіз та узагальнення негативних факторів, які стримують подальший та ефективний розвиток підприємств гірничодобувного комплексу та вплив їх діяльності на довкілля, фактичний стан гірничих робіт та виробничих комплексів, які переробляють сировину, як основи для визначення пріоритетних напрямів сталого розвитку підприємств гірничодобувного комплексу на тривалу перспективу.

Наукова новизна. За рахунок комплексного підходу до вирішення основних проблем встановлена залежність впливу специфічних особливостей на ефективність виробничої діяльності, що дозволило визначити основні пріоритетні напрями подальшого більш ефективного розвитку гірничодобувних підприємств на тривалу перспективу.

Практична значимість. Реалізація пріоритетних напрямів перспективного розвитку гірничодобувних підприємств дозволить суттєво розширити сировинну базу та створити позитивні умови подальшої підтримки виробничих потужностей з видобутку та переробки залізорудної сировини, виробництву конкурентоспроможної товарної продукції, задоволення потреб внутрішнього ринку та збереження експортного потенціалу країни.

Результати. Комплексний підхід до встановлення основних проблемних питань та їх взаємозв'язок з подальшим збільшенням глибини розробки родовищ корисних копалин в складних гірничо-геологічних умовах дозволяє оптимізувати обсяги розкриття, транспортні схеми видачі гірничої маси на поверхню з подальшим розвитком різних видів транспорту, у тому числі в комбінаціях з поглибленням конвеєрних трактів циклічно-потокових технологій.

Ключові слова. Залізорудна сировини, коефіцієнт розкриття, комплексне використання надр, глибина розробки родовищ, транспортування, конвеєрні комплекси, збагачення, конкурентоспроможність товарної продукції, негативні наслідки виробничої діяльності на довкілля.

doi:10.31721/2306-5435-2022-1-110-37-46

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Постійне зростання негативного тиску специфічних особливостей гірничорудного виробництва негативно впливає на ефективність роботи підприємств гірничодобувного комплексу і, насамперед, на конкурентоспроможність товарної продукції, яка і по теперішній час залишається дуже вразлива до будь-яких коливань на внутрішньому та зовнішньому ринках її споживання.

З інтенсивним зниженням глибини відпрацювання запасів залізорудної сировини в складних гірничо-геологічних умовах тиск цих негативних явищ тільки підсилюється. Незважаючи на те, що вирішенню проблем, які в процесі експлуатації родовищ корисних копалин накопичувалися десятиріччями, постійно приділялась особлива увага, питання щодо збереження сировинної бази, подальша підтримка діючих виробничих потужностей та підвищення ефективності роботи гірничодобувних підприємств залишаються актуальними і на теперішній час.

Значний обсяг земель, порушених гірничими роботами, надмірний обсяг щорічного утворення та накопичення в промислових регіонах різноманітних відходів виробництва ще більше усугубляє екологічну ситуацію в промислових регіонах.

Масштабність специфічних особливостей та проблемних питань, вірогідність розвитку негативних явищ при подальшому відпрацюванні родовищ корисних копалин відкритим або підземним способом потребує концентрації спільних зусиль науково-технічного потенціалу та суб'єктів надрокористування на їх вирішення.

Аналіз досліджень і публікацій. Питання мінімізації негативного тиску специфічних особливостей на ефективність гірничорудного виробництва, визначення шляхів та реалізація проєктних рішень щодо поточного та перспективного розвитку підприємств були одним з пріоритетних напрямів діяльності профільного науково-технічного потенціалу галузі та надрокористувачів. У той же час, з інтенсивним збільшенням глибини розробки родовищ та погіршенням гірничо-геологічних умов, спостерігається негативна тенденція подальшого зростання витрат на підтримку виробничих потужностей, зниження ефективності впроваджених проєктних рішень.

Аналіз раніше виконаної проєктної документації, фактичного стану гірничих робіт та результатів виконаних техніко-економічних розрахунків та обґрунтувань з пошуку оптимальних варіантів подальшого розвитку гірничодобувних підприємств свідчить про подальше зростання негативних явищ. В цих умовах назріла необхідність комплексного підходу до вирішення проблемних питань з впровадженням інноваційних технологій.

Постановка задачі. Для досягнення поставленої мети необхідно спільними зусиллями забезпечити активний пошук найбільш ефективних науково-технічних рішень, реалізація яких дозволить підвищити ефективність надрокористування з одночасним зниженням негативного впливу виробничої діяльності підприємств на довкілля, покращити умови праці в одній з основних галузей промисловості України.

Викладення матеріалу та результати. Гірничо-металургійна галузь була та залишається фундаментом всієї національної економіки України, а її залізорудна сировинна база з потужним виробничим потенціалом, яка в основному зосереджена в 3-х потужних промислових регіонах (Дніпропетровська, Полтавська та Запорізька області), основу якої складає Криворізький залізорудний басейн, і на сьогодні займає провідні позиції серед світових виробників товарної залізорудної продукції (багата руда, концентрат та обкотиші).

У той же час, в умовах постійно зростаючої конкуренції на ринках споживання залізорудної сировини (ЗРС) та впливу цілого комплексу специфічних особливостей гірничорудного виробництва, втримати досягнуті позиції стає все важче.

До основних специфічних особливостей гірничорудного виробництва відносяться:

1. Низька природна якість залізорудної сировини в надрах, що потребує використання енергоємних та витратних технологій її збагачення.
2. Неминучість порушення природного стану надр та прилеглих територій при веденні гірничих робіт, як при відкритому, так і при підземному способах відпрацювання запасів залізорудної сировини.
3. Недостатня конкурентоспроможність товарної продукції серед відомих світових виробників ЗРС та низький рівень її споживання на внутрішньому ринку.
4. Значний обсяг утворення відходів виробництва, що потребує постійного відведення земель під їх розміщення та значних витрат на мінімізацію негативного тиску виробничої діяльності на довкілля.
5. Необхідність постійного відновлення виробничих потужностей діючих підприємств, які за мірою відпрацювання запасів вибувають з експлуатації.
6. Недостатній рівень наукового супроводження та інвестиційної привабливості підприємств гірничодобувного комплексу, який відноситься до галузі з тривалим інвестиційним циклом на підтримку необхідних виробничих потужностей.
7. Постійне зростання витрат на підтримку потужностей, обумовлене інтенсивним зниженням глибини розробки родовищ корисних копалин з одночасним ускладненням гірничо-геологічних умов.

Більшість наведених специфічних особливостей характерні і для інших світових виробників залізорудної продукції, за винятком тих гірничих підприємств, які відпрацьовують більш

потужні та багаті поклади мінеральної сировини з незначним коефіцієнтом їх розкриття або природно багаті руди підземним способом із закладанням виробленого простору. Але ці системи потребують суттєвих витрат, пов'язаних з підготовкою, транспортуванням та закладанням сумішей у вироблені простори. В умовах України до таких підприємств відноситься тільки ПрАТ «Запорізький ЗРК».

У той же час, перехід на системи з закладанням виробленого простору в умовах, коли фактичні глибини відпрацювання запасів залізородної сировини підземним способом по діючим шахтам досягли 1300-1450 м (за винятком ш. Орджонікідзе ПрАТ «ЦГЗК»), навіть технологічно проблематично.

Тому, сумарний рівень впливу специфічних особливостей на ефективність гірничорудного виробництва, можливість їх мінімізації за рахунок інноваційного розвитку з використанням нових сучасних технологій, й формують конкурентоспроможність товарної продукції, її рейтинг серед основних світових виробників.

Незважаючи на низку проблем, пов'язаних з тривалою і інтенсивною експлуатацією родовищ залізних руд та технологічно складних комплексів з видобутку та переробки сировини, завдяки реалізації цілого комплексу організаційних та технічних заходів, підприємствам гірничорудної галузі України вдалося зберегти сировинну базу та свої позиції як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках споживання залізородної продукції.

Безумовно, наявність позитивних тенденцій поступового покращення ситуації в основній галузі промисловості досягнуто за рахунок тісної співпраці підприємств гірничодобувного комплексу та профільного науково-технічного потенціалу, основу якого складають: ДП «ДП «Кривбаспроект», Криворізький національний університет та його структурний підрозділ НДГРІ, Академія гірничих наук України, ІГТМ НАН України, ІППЕ НАН України, ДП «УкрНДІводоканалпроект», НВП «Кривбасакадемінвест», ТОВ «Гірничопромисловий та будівельний інжиніринг», ТОВ «НВО «Ракурс» та ін.

За останнє десятиріччя, порівняно з попередніми періодами, приділяється особлива увага щодо підтримки сировинних баз гірничодобувних підприємств, удосконаленню транспортних схем видачі сировини з глибоких горизонтів кар'єрів в комбінаціях з подальшим поглибленням конвеєрних трактів та залізничного транспорту. При цьому обов'язкове проведення геомеханічних обґрунтувань параметрів кар'єрів у складі проєктів на розробку та відпрацювання запасів забезпечило не тільки оптимальні обсяги виїмки розкривних порід, але і безпеку ведення гірничих робіт.

Для підтримки виробничих потужностей з виробництва товарної продукції, які введено в експлуатацію у 1955-1970 рр., реалізовано цілий комплекс проєктних рішень, що забезпечило підвищення її якості, покращення стану основних фондів.

Для підприємств з підземним видобутком залізних руд, більшість яких вже здійснюють відпрацювання запасів залізних руд на глибинах 1300-1450 м. проводиться постійний пошук найбільш оптимальних схем розкриття та видачі руди на поверхню, у тому числі за рахунок реконструкції підйомних установок або впровадження ступінчастих схем підйому.

За останні роки, тільки ДП «ДП «Кривбаспроект», а по окремих об'єктах з залученням інших профільних інститутів, розроблено цілу низку ТЕО та Проєктів, спрямованих на підтримку діючих виробничих потужностей та перспективний розвиток підприємств гірничорудної галузі України. До найбільш важливих відносяться:

Для підприємств з відкритим способом розробки родовищ.

Проєкт. «Розробка та розкриття глибоких горизонтів кар'єру № 3 ПрАТ «ЦГЗК». (IV-а поглиблення)», який знаходиться на стадії розробки, «ТЕО. Визначення оптимального контуру Глеюватського кар'єру ПрАТ «ЦГЗК». з урахуванням уточнених міцнісних властивостей порід», «Проєкт та робоча документація. «Капітальний ремонт секцій № 12-13 корпусу збагачення збагачувальної фабрики» ПрАТ «ЦГЗК», «Детальний план території під розширення відвалу № 6 Глеюватського кар'єру» ПрАТ «ЦГЗК», «Комплексний проєкт поетапного розвитку гірничих робіт і переробки мінеральної сировини до кінця відпрацювання Інгулецького родовища ПрАТ «ІНГЗК», «Проєкт. «Відпрацювання Інгулецького родовища кар'єром ПрАТ «ІНГЗК» у межах ліцензійної площі», «Передпроєктні роботи. «Збільшення відвальних ємностей і хвостосховища за рахунок примикання відвалу № 2 до хвостосховища 1-ї черги ПрАТ «ІНГЗК», «Проєкт. Робоча документація. «Реконструкція будівель та споруд комплексу агломашин № 1-6» ПАТ «Арсело-

рМіттал Кривий Ріг», «Проект. «Розвиток сировинної бази ВАТ «ПівнГЗК» на період до 2025 року з доведенням продуктивності з видобутку сирової руди відкритим способом 45,0 млн тонн, «Техніко-економічне обґрунтування доцільності завершення будівництва Криворізького гірничо-збагачувального комбінату окислених руд (КГЗКОР) тощо.

Для підприємств з підземним способом розробки родовищ.

«ТЕО. Проект. «Розкриття і розробка багатих руд горизонтів 1575 і 1650 м шахти Тернівська. Реконструкція з метою підтримання потужності ПАТ «Кривбасзалізрудком», «Проект. «Розкриття і розробка багатих залізних руд горизонтів 1425 м і 1500 м шахти Тернівська. Реконструкція з метою підтримання потужності ПАТ «Кривбасзалізрудком», «ТЕО, Проект. «Розкриття і розробка багатих залізних руд горизонтів 1390 і 1465 м шахти Родіна. Реконструкція з метою підтримання потужності ПАТ «Кривбасзалізрудком», «Техніко-економічне обґрунтування ОПУ будівництва і експлуатації дробильно-сортувальної фабрики глибокого збагачення некондиційних руд шахти «Ювілейна» ПрАТ «Суша Балка», «Проект. «Розкриття і розробка покладів залежи «Південна-Магнетитова в поверххах 527-447 м, 607-527 м. шахти ім. Орджонікідзе» ПрАТ «ЦГЗК», «Проект реконструкції Запорізького залізрудного комбінату. Розкриття і відпрацювання Південно-Білозерського родовища до гор. 1540 і Переверзівського родовища гор. 840 м.» ПрАТ «ЗЗРК», «ТЕО. Реконструкція вентиляційної установки Дренажного вентиляційного стволу шахти «Експлуатаційна» ПрАТ «ЗЗРК», «Проект. Робоча документація. «Будівництво Південного вентиляційного стволу № 2 у відмітках 0-355 м. ПрАТ «ЗЗРК» та ін.

Необхідно відзначити, що по підприємствах з підземним видобутком залізних руд і, насамперед, по шахтах Кривбасу, спостерігається відставання проектних робіт, спрямованих на пошук оптимальних варіантів на розкриття та розробку родовищ надглибоких горизонтів і, як наслідок, на їх будівництво.

Для забезпечення надійної та безпечної експлуатації промислових об'єктів протягом 2015-2020 років на гірничодобувних підприємствах галузі спостерігалась позитивна тенденція збільшення обсягів робіт з обстеження та паспортизації промислових будівель та споруд з подальшим проведенням їх капітальних ремонтів. Найбільші об'єми виконані по промислових об'єктах ПрАТ «ЦГЗК», ПрАТ «ПівнГЗК» та ПрАТ «ІнГЗК».

Навіть часткова реалізація наведених проектних рішень дозволила гірничодобувним підприємствам, при постійному зростанні тиску специфічних особливостей на ефективність надкористування, забезпечити стабілізацію виробничої діяльності та створити умови для перспективного розвитку галузі.

Аналіз динаміки фактичних обсягів виїмки розкривних порід та коефіцієнту розкриття за період 2015-2020 рр. свідчить про покращення стану сировинної бази і, як наслідок, підготовки сировини до видобутку (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка обсягів видобутку руди, виїмки розкривних порід та коефіцієнту розкриття по підприємствах з відкритим способом розробки родовищ за період 2015-2020 рр.

Підприємства	Роки						±2020 до 2015
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Видобуток сирової руди, млн т							
Україна всього,	144,2	139,4	137,3	130,0	131,1	141,9	- 2,3
у т.ч. Кривбас	119,2	111,1	110,3	109,1	114,5	124,7	5,5
Виїмка розкривних порід, млн м ³							
Україна всього,	78,9	72,4	91,9	100,3	101,7	109,7	30,8
у т.ч. Кривбас	64,6	57,6	73,6	77,4	78,4	87,9	23,3
Коефіцієнт розкриття, м ³ /т							
Україна всього,	0,548	0,520	0,669	0,772	0,775	0,773	0,225
у т.ч. Кривбас	0,542	0,519	0,667	0,709	0,685	0,705	0,163

У 2020 р. загальний обсяг виїмки розкривних порід по кар'єрах ГЗК України доведено до 109,7 млн м³, що на 30,8 млн м³ більш ніж у 2015 р., у тому числі по підприємствах Кривбасу до 87,9 млн м³ (+23,3 млн м³). При цьому, коефіцієнт розкриття збільшено до 0,773 м³/т сирової руди (+0,225 м³/т), у тому числі по кар'єрах Кривбасу до 0,705 м³/т (0,163 м³/т). По окремих кар'єрах фактичний коефіцієнт розкриття коливався від 1,2 до 1,8 м³/т.

Аналіз виконаних передпроектних проробок, ТЕО та Проектів на розкриття та відпрацювання залізорудної сировини на горизонтах, що залягають нижче, свідчать про необхідність, по окремих кар'єрах подальшого збільшення коефіцієнту розкриття, що негативно вплине на собівартість видобутку сировини і, як наслідок, на конкурентоспроможність товарної продукції. Тому, для ГЗК питання більш активного пошуку нових схем розкриття запасів сировини та удосконалення транспортних схем і на теперішній час залишається найбільш актуальними.

За період 2015-2020 рр. загальний обсяг виробництва ЗРС в цілому по гірничодобувному комплексу України (багата руда, концентрат) коливався від 73,1 млн тонн до 80,3 млн тонн, у тому числі по підприємствах Кривбасу від 55,8 млн тонн до 61,5 млн тонн (табл. 2).

Слід зазначити, що технічні можливості виробничих потужностей більшості діючих гірничорудних підприємств значно вищі фактичних обсягів товарної ЗРС, виробництво якої залежить від активності на ринках її споживання.

Таблиця 2
Динаміка виробництва залізорудної сировини (концентрату та багатой руди) за період 2015-2020 рр.

	Роки						±2020 до 2015
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
1. Україна всього, млн т	80,3	74,7	73,3	73,1	75,6	79,1	-1,2
- концентрат	66,8	62,6	60,5	60,3	63,1	67,6	0,8
- багата руда	13,5	12,1	12,8	12,8	12,5	11,5	-2,0
2. Кривбас всього, млн т	61,5	56,4	56,0	55,8	57,9	60,5	-1,0
- концентрат	52,4	48,6	47,7	47,6	49,9	53,6	1,2
- багата руда	9,1	7,8	8,3	8,2	8,0	6,9	-2,2
3. Доля Кривбасу, %	76,6	75,5	76,4	76,3	76,6	76,5	-0,1
- концентрат	78,4	77,6	78,8	78,9	79,1	79,3	0,9
- багата руда	67,4	64,5	64,8	64,1	64,0	60,0	-7,4

Доля підприємств Кривбасу в загальному обсязі виробництва в цілому по Україні коливалась від 75,5% до 76,6%, що підтверджує його значення, як для Криворізького регіону, так і для України в цілому.

У той же час, протягом 2015-2020 рр. спостерігалася негативна тенденція зниження загального обсягу виробництва багатих руд (-2,0 млн т) і, насамперед, за рахунок їх зменшення по підприємствах Кривбасу (-2,2 млн т). У той же час, виробництво концентрату збільшено до 67,6 млн т (+0,8 млн т), у тому числі по Кривбасу до 53,6 млн т (+1,2 млн т).

Не зважаючи на негативні прогнози та постійно зростаючу конкуренцію, у 2020 році вдалося утримати досягнуті позиції України серед споживачів товарної залізорудної сировини, у тому числі на зовнішньому ринку (рис. 1).

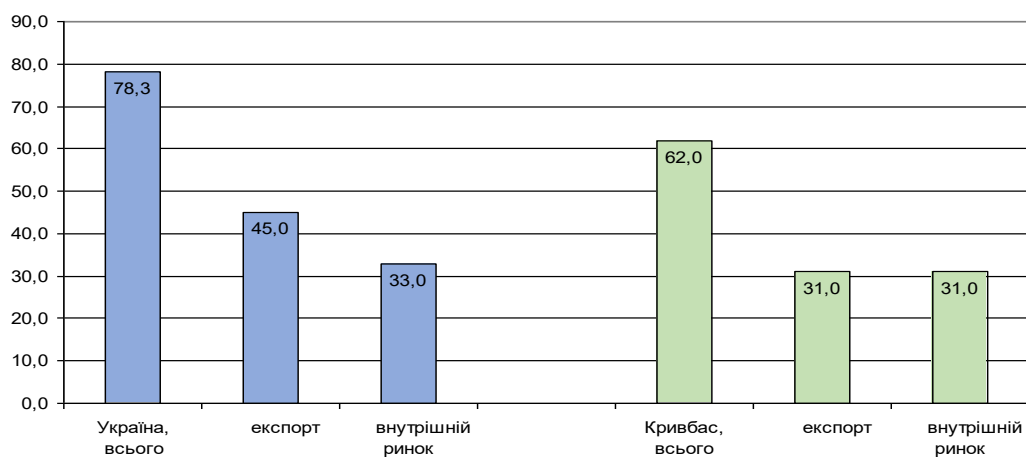


Рис. 1. Постачання товарної залізорудної продукції по Україні та Кривбасу за 2020 рік

За 2020 р. загальний обсяг поставок товарної продукції підприємствами України, порівняно з 2019 роком, збільшено до 78,3 млн т (+6,1 млн т), у тому числі на експорт до 45,0 млн т (+4,5 млн т), на внутрішній ринок до 33,3 млн т (+1,6 млн т). При цьому питома вага підприємств Кривбасу в

загальному обсязі поставок склала 79,2%, у тому числі на внутрішньому ринку - 93,9%, на зовнішньому - 68,9%.

Збільшення поставок товарної ЗРС на експорт досягнуто лише за рахунок Китаю, обсяг якої доведено до 26,5 млн т, що на 9,9 млн т більше ніж у 2019 р., питома вага якого в загальному обсязі експорту склала 58,9%.

Реалізація проектних рішень, спрямованих на удосконалення технологій, реконструкцію, капітальний ремонт з одночасним технічним переоснащення збагачувальних комплексів дозволили підприємствам гірничодобувного комплексу зберегти позитивну тенденцію подальшого підвищення вмісту заліза в товарній залізородній продукції.

Так, у 2020 р. по окремих гірничо-збагачувальних комбінатах Кривбасу вміст заліза в концентратах доведено до 65,6-69,1%, в руді підземного видобутку до 59,0-59,4%.

Магнітно-флотаційні технології (для дозбагачення первинних концентратів), які використовуються на ПрАТ «ІНГЗК» та ПрАТ «ПолтГЗК» дозволяють отримувати концентрат з вмістом заліза до 69%. На ПрАТ «ЦГЗК» з використанням сучасної технології (ММС) організовано виробництво концентрату з вмістом заліза більш 69%. Суттєве підвищення вмісту заліза в концентратах дозволило ПрАТ «ЦГЗК» та ПрАТ «ПолтГЗК» налагодити виробництво високоякісних обкотишів з вмістом заліза, відповідно 66,8% та 65,1%.

У той же час, з причин відсутності ефективних технологій та обладнання, стає все важче забезпечувати подальше підвищення якості та стримувати постійне зростання витрат практично за всіма технологічними процесами.

Оцінюючі загальний сучасний стан гірничодобувної галузі, виробничі показники та досягнення, необхідно окремо зупинитися на не менш актуальних питаннях, сукупність яких в основному характеризує вплив наслідків діяльності підприємств галузі на довкілля, а саме:

порушення природного стану гірського масиву та прилеглих до промислових підприємств територій;

утворення значного обсягу відходів виробництва (розкриті породи, відходи збагачення, некондиційні руди підземного видобутку);

високо-мінералізовані шахтні води.

Промислові регіони України, де зосереджені гірничодобувні підприємства, у тому числі у Кривбасі - це регіони з комплексом екологічних характерних проблем, пов'язаних зі специфічними та технологічними особливостями видобутку та переробки мінеральної сировини. При цьому, чим вище інтенсивність відпрацювання запасів сировини, тим більше рівень негативно навантаження на навколишнє природне середовище.

Найбільше загострення екологічних проблем спостерігається в Криворізькому залізородному басейні, де зосереджено до 80% балансових запасів та виробничих потужностей, більшість яких введено в експлуатацію без урахування сумарних екологічних наслідків на весь період їх існування і експлуатуються вже понад 60-70 років.

Загальне земельне відведення лише по гірничо-збагачувальних комбінатах складає понад 25 тис. га.

Порушені землі практично безперервною стрічкою тягнуться вздовж західного кордону міста з півночі на південь впродовж 70 км. Вилучення з надр мільярдів тонн гірничої маси призвело до значних техногенних порушень.

Тільки за період 2015-2020 рр. обсяг виїмки сирової руди з кар'єрів склав 823,9 млн т пустих порід - 554,9 млн м³, у тому числі з кар'єрів Кривбасу відповідно 688,9 млн т та 439,5 млн м³ (див. табл. 1).

Загальний обсяг відходів, утворених при збагаченні магнетитових кварцитів, за цей період склав 443,0 млн т. При цьому, сумарний обсяг утворення відходів значно більший обсягу виробництва концентрату.

Практично кожний технологічний процес (буро-підривні та навантажувально-розвантажувальні роботи, подрібнення, транспортування гірничої маси і складування відходів виробництва, супроводжується утворенням пилу, що негативно впливає на навколишнє природне середовище.

Не менш складна ситуація на підприємствах Кривбасу з підземним видобутком залізних руд, на яких підтримка необхідного вмісту заліза в товарній продукції здійснюється за рахунок скидання некондиційних руд на ДСФ шахт ПАТ «Кривбасзалізрудком» та ПрАТ «Суша Балка», які з причин відсутності ефективних технологій накопичуються або зберігаються на складах.

Лише за період 2015-2020 рр. сумарний обсяг скиду залізородної сировини на ДСФ шахт з вмістом заліза <45-46% склав 9,27 млн т (табл. 3), а середній вихід товарної продукції не перевищує. 83%/

У той же час, розглянуто варіанти використання магнітної та магнітно-гравітаційної схем збагачення сировини (2,3 млн т/рік) у складі «Техніко-економічне обґрунтування ОПУ будівництва і експлуатації дробильно-сортувальної фабрики глибокого збагачення некондиційних руд шахти «Ювілейна» ПрАТ «Суша Балка», дозволяють отримання концентрату з вмістом заліза відповідно 64,4% та 67,8%. На жаль, рішення стосовно подальшого продовження робіт, не прийнято.

Таблиця 3

Динаміка видобутку сирової руди та скиду некондиційних руд по підземних підприємствах за період 2015-2020 рр.

	Роки						2020-2015
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
ПАТ «Кривбасзалізрудком»							
Сира руда, млн т	6,46	6,16	6,10	5,82	5,49	4,53	34,56
Товарна руда, млн т.	5,46	5,00	5,07	4,58	4,40	3,78	28,29
Скид н/к руди, млн т	1,00	1,16	1,03	1,24	1,09	0,75	6,27
ПрАТ «Суша Балка»							
Сира руда, млн т	3,41	2,37	3,17	3,13	3,24	2,95	18,27
Товарна руда, млн т.	2,81	1,95	2,51	2,72	2,73	2,55	15,27
Скид н/к руди, млн т	0,60	0,42	0,65	0,41	0,51	0,40	3,00

Більшість систем розробки та їх варіантів, які застосовуються при підземній розробці залізних руд у Кривбасі, неминуче приводять до порушення природного стану земної поверхні у вигляді зсувів, воронок, обвалень.

Загальна площа зсувів унаслідок підземних робіт складає 3,6 тис. га, зон воронок и провалів - понад 1 тис. га.

Значну небезпеку становлять території раніше ліквідованих шахт, особливо тих, які припинили свою діяльність у довоєнний та післявоєнний періоди.

Проведений ДП «ДП «Кривбаспроект» моніторинг стану порушених територій діючими кар'єрами та підземними роботами, особливо раніш ліквідованими шахтами, свідчить про подальше ускладнення ситуації.

У той же час, темпи рекультивациі порушених гірничими роботами земель, з ряду об'єктивних та суб'єктивних причин, недостатні.

Прикладом масштабного підходу до вирішення цього гострого питання може стати реалізація пілотних проектів за об'єктами, які виконуються на замовлення Виконкому Криворізької міської ради, а саме:

проведення рекультивациі земель комунальної власності (територія об'єктів колишньої шахти ГПУ загальною площиною 9,6 га);

проект «Будівництво комплексу з переробки, знешкодження та складування твердих побутових відходів у Металургійному районі м. Кривий Ріг». Технічний компост, як продукт від переробки побутових відходів, передбачається використовувати при рекультивациі порушених земель та пилопридушення на територіях промислових підприємств м. Кривий Ріг.

Незважаючи на багаторічні зусилля фахових спеціалістів, до теперішнього часу проблемними залишаються питання, пов'язані із подальшим поводженням з високо-мінералізованими шахтними водами, мінералізація яких по окремих шахтах коливається від 5 до 96 г/л (середня по Кривбасу - 30 г/л. В основному, це води з високим вмістом хлорид-, сульфат-, натрій-, калій-, магній- та кальцій-іонів, що перевищують гранично допустимі концентрації для поверхневих водних об'єктів.

Враховуючи результати загальної оцінки сучасного стану однієї з основних галузей промисловості, подальше підвищення ефективності підприємств гірничодобувного комплексу України та збереження рейтингу країни серед основних світових конкурентів можливо досягти лише за рахунок прискореної концентрації спільних зусиль на виконання комплексу наукових досліджень та проект-

них рішень, спрямованих насамперед на реалізацію найбільш важливих завдань та напрямів подальшого розвитку. Основні з них:

1. Підтримка сировинних баз та виробничих потужностей гірничодобувних підприємств за рахунок:

- Своєчасного проектного забезпечення та будівництва нових горизонтів, замість тих, які вибувають з експлуатації внаслідок відпрацювання запасів.
- Визначення в найближчій перспективі граничних глибин ефективного відпрацювання запасів залізородної сировини відкритим та підземним способами з використанням традиційних схем та технологій, економічної доцільності поетапного переходу на комбіновані схеми.
- Залучення до видобутку та переробки всіх видів залізородної сировини, у тому числі позаконтурних запасів та окислених кварцитів на відкритих гірничих роботах, магнетитових кварцитів, які залягають в межах полів діючих шахт та бідних некондиційних руд підземного видобутку, які тимчасово складуються у відвалах.
- Проведення комплексу геолого-мінералогічних досліджень відходів збагачення, заскладованих у шламосховищах, з метою визначення економічної доцільності їх залучення до повторної переробки з отриманням додаткового обсягу товарної продукції (на прикладі позитивного результату ПрАТ «Центральний ГЗК»).
- Визначення технологічної послідовності відпрацювання запасів залізородної сировини, які залягають в межах гірничих відводів з іншими суб'єктами надрокористування.
- Удосконалення діючих систем розробки родовищ, спрямованих на зниження втрат при відпрацюванні запасів залізородної сировини.
- Прискорення прийняття остаточного рішення стосовно добудування КГЗКОРа, або організації переробки окислених кварцитів на потужностях збагачувальних фабрик діючих ГЗК.

2. Підвищення конкурентоспроможності залізородної продукції за рахунок підвищення якості та оптимізації витрат на її виробництво:

- Подальше удосконалення діючих технологічних схем збагачення залізородної сировини із забезпеченням підвищення вмісту заліза у товарній продукції до рівня світових виробників з одночасним збільшенням вилучення заліза при збагаченні сировини.
- Освоєння виробництва нових, більш підготовлених для металургійного процесу видів залізородної продукції, у тому числі за рахунок реалізації спільних з металургійними підприємствами інвестиційних проектів.
- Впровадження технології глибокого збагачення некондиційних руд підземного видобутку на ДСФ шахт з використанням магнітної та магнітно-гравітаційної схем, які дозволяють отримання концентрату з вмістом заліза відповідно 64,4% та 67,8%, економічна доцільність яких обґрунтована при виконанні відповідного ТЕО для умов шахти «Ювілейна» ПрАТ «Суша Балка».
- Більш широке впровадження технології попереднього збагачення сирової руди за рахунок сухої магнітної сепарації, що суттєво знижує витрати на виробництво кінцевого продукту.
- Подальше удосконалення та оптимізація транспортних схем видачі сирової руди з глибоких горизонтів кар'єрів у комбінаціях з конвеєрними комплексами (у тому числі з круто-похилими), автомобільним та залізничним транспортом.
- Більш широке впровадження технології відпрацювання запасів залізних руд з використанням технології внутрішнього відвалоутворення.
- Оптимізація обсягів розкриття, у тому числі за рахунок геомеханічного обґрунтування параметрів кар'єрів.
- Прискорення робіт з технічного переоснащення та оновлення активної частини основних виробничих фондів і, насамперед, за рахунок високопродуктивного зарубіжного обладнання та технологій, підвищення рівня освоєння виробничих потужностей діючих гірничодобувних підприємств, у тому числі за рахунок залучення у відпрацювання та переробку всіх видів залізородної сировини.

3. Зниження негативного тиску виробничої діяльності гірничодобувних підприємств на довкілля:

- Обстеження та складання загально-регіонального кадастру земель, порушених гірничими роботами та, на його основі, розробка та реалізація комплексу заходів, спрямованих на поетапну

ліквідацію негативних наслідків виробничої діяльності гірничодобувних підприємств на довкілля (рекультивация відпрацьованих ємностей кар'єрів, шламосховищ, зон зсувів, воронок та провалів).

- Пошук та впровадження ефективних технологій із згущення відходів збагачення з подальшим їх складуванням спільно з розкривними породами у відпрацьованих ємностях кар'єрів, відвалах, підземних виробках.

- продовження робіт з пошуку ефективних та екологічнобезпечних технологій відносно утилізації високо-мінералізованих шахтних вод.

- Пошук ефективних технологічних рішень щодо дозбагачення природно-багатих залізних руд в підземних умовах та складування відходів у відпрацьованих виробках або камерах (порожниах).

- Реконструкція аспіраційних установок, використання сучасних технологій та заходів, спрямованих на пило-придушення.

Безумовно, реалізація визначених напрямів та заходів повністю не вирішить проблеми, які накопичувалися протягом тривалої та інтенсивної експлуатації родовищ залізних руд, але створить платформу та сприятливі умови для подальшого ефективного розвитку підприємств гірничодобувного комплексу України, покращення екологічної ситуації в промислових регіонах.

Висновки та напрями подальших досліджень. У даній статті визначені основні напрями та заходи перспективного розвитку підприємств гірничодобувного комплексу України з видобутку та переробки залізорудної сировини, зниження негативного впливу їх виробничої діяльності на довкілля. Реалізація визначених напрямів, з урахуванням фактичного стану гірничих робіт та наявності визначених видів сировини, можлива практично на всіх залізрудних підприємствах.

Список літератури

1. Обоснование оптимальных параметров открытых горных выработок на Криворожских карьерах / **Перебудов В.В., Федин К.А., Несмашный Е.А., Колесников Д.В., Удод Е.Г., Короленко М.К.** - Кривой Рог: Дионис, 2012. – 409 с.
2. Отработка магнетитовых кварцитов с использованием технологии внутреннего отвалообразования / **Романенко А.В., Колесников Д.В., Грицина А.Е., Удод Е.Г., Протасов В.П.** - Кривой Рог: Дионис, 2012. – 358 с.
3. Совершенствование транспортных схем выдачи руды для условий ОАО «Южный ГОК» / **Короленко М.К., Перебудов В.В., Федин К.А., Романенко А.В., Протасов В.П.** - Кривой Рог: Дионис, 2012. – 344 с.
4. Циклично-поточная технология на глубоких карьерах. Перспективы развития / **Четверик М.С., Перебудов В.В., Романенко А.В., Левицкий А.П., Удод Е.Г., Федин К.А.** - Кривой Рог: Дионис, 2012. - 356 с.
5. Современное состояние, проблемы и направления развития железорудной отрасли Украины / **В.В. Перебудов, А.Е. Грицина, В.П. Протасов** / Відомості Академії гірничих наук України. - 2016 - №7. - С.28-32.
6. Состояние горных работ и перспектива поддержания производственной мощности подземного Кривбасса / **Перебудов В.В., Романенко А.В., Протасов В.П.** / Форум гірників-2014: матеріали міжнародної конференції, 1-4 жовтня 2014, Дніпропетровськ. –т.1. – С.49-56
7. Технологические и экологические аспекты устойчивого развития предприятий горнодобывающего комплекса / **В.В. Перебудов, В.П. Протасов** / Современные технологии разработки рудных месторождений. Эколого-экономические проблемы Кривбасса: Материалы III Международной научно-технической конференции, 19 июня 2015 г. Кривой Рог / ДП «Науково-дослідний гірничорудний інститут». - Кривий Ріг, 2015. – С.24-28.
8. Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин (СОУ-Н МПП 73.020-078-2 2008).
9. Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств з підземним видобутком залізних руд (погоджено Державною службою гірничого нагляду та промислової безпеки України, лист від 06.11.2014 р. та введено в дію наказами підприємств 03.08.2015 р.).

Рукопис подано до редакції 12.05.22