

ЧАСТИНА 2. ПРИРОДНОРЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТЕРИТОРІЇ ТА ЙОГО РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ

УДК 553(477) + 622.7

М.І. Просандєєв

ЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЬ ЗАПАСАМИ РУД ЧОРНИХ МЕТАЛІВ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ ТА ПРОБЛЕМИ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

*Інститут проблем природокористування та екології НАН України,
Дніпропетровськ*

Розглянуто забезпеченість запасами руд чорних металів гірничодобувних підприємств України та встановлені основні шляхи її підвищення.

Рассмотрена обеспеченность запасами руд черных металлов горнодобывающих предприятий Украины и установлены основные пути ее повышения.

Постановка проблеми. Функціонування будь-якого гірничодобувного підприємства і час його дії на оточуюче середовище, в першу чергу, визначається кількістю відробляємих запасів корисної копалини. Чим більше запаси родовища, тим довше термін його експлуатації і отже довший час дії на прилеглі території, що сприяє накопиченню на них шкідливих елементів та підвищує швидкість деградації екосистем. З іншого боку значні запаси корисної копалини дозволяють створити гірниче підприємство з великою виробничою потужністю, що поліпшує техніко-економічні показники видобутку та підвищує інтенсивність негативної дії на оточуюче середовище. Окрім того, функціонування потужних гірничо-видобувних підприємств потребує залучення значної кількості трудових ресурсів, створення розвинутої інфраструктури для забезпечення виробничої діяльності та здорових умов проживання людей. Тому з відробкою запасів і закінченням експлуатації родовища виникають проблеми по можливості продовження терміну дії вже створеної інфраструктури, працевлаштування та зайнятості людей, які стали безробітними у зв'язку з затуханням робіт на гірничому підприємстві, ліквідації наслідків негативного впливу гірничих розробок на оточуюче середовище і переведення його в екологічно прийнятний стан. Для своєчасного вирішення вказаних проблем необхідно знати перспективу зміни кількості відробляємих запасів корисної копалини у

часі, їх розміщення і гірничо-геологічні умови залягання з урахуванням якості сировини, можливості її використання з нових близько розташованих родовищ на вже існуючих переробних підприємствах. Вказане обумовлює необхідність, терміни і об'єми проведення пошукових геологорозвідувальних робіт для відкриття нових родовищ або ж залучення до розробки вже розвіданих бідних руд чи відходів збагачення на родовищах, що знаходяться в експлуатації.

Постановка завдання. Для вирішення наведених вище проблем, в першу чергу, необхідно визначити ступінь забезпеченості запасами родовищ, які знаходяться у довгостроковій експлуатації та працюючих на них гірничих підприємств, встановити терміни вибуття потужностей по розглядаємому виду сировини і, при необхідності, встановити можливі шляхи підвищення терміну діяльності гірничих підприємств, у зв'язку з їх виробничою потужністю та потребами сировини на зовнішньому та внутрішньому ринках, чому і присвячені виконані дослідження.

Аналіз досліджень з даної проблеми. Робота базується на дослідженнях і даних Державної геологічної служби України, Українського державного геологорозвідувального інституту НАН України, Державного інформаційного геологічного фонду України, а також наукових працях вчених, присвячених досліджуємому напрямку.

Основні матеріали. Гірничо-видобувна та металургійна галузі України є основою економіки країни і базуються на видобутку

та використанні руд і чорних металів: заліза та марганцю. Доля підприємств гірничо-металургійного комплексу у ВВП держави становить 27%, 16 металургійних комбінатів та заводів забезпечують 15% робочих місць в національній промисловості, є джерелом 12% податкових та до 50% валютних надходжень в бюджет країни. Тому вирішення вище названих проблем розглянуто для різних видів мінеральної сировини.

Прогнозні та виявлені запаси залізних руд більше ніж у 95 країнах світу складають 664,3 млрд. т у тому числі: Америка – 266,9; Азія – 110,2; Росія – 100,8; Океанія і Австралія – 81,2; Європа – 55,3 та Африка – 50,0. У Росії, Америці, Бразилії, Австралії, Україні, Китаю, Канаді, Казахстані, Індії та Швеції вони перевищують 10 млрд. т у кожній і становлять в цілому 555,8 млрд. т – 83,7% світових виявлених запасів. До багатих відносяться руди з вмістом заліза не менше 57%, окису кремнію SiO₂ – 8-10%, сірки і фосфору – до 0,15%. Окисні руди вміщують найбільше заліза – понад 68%, кремнезему – менше 2%, сірки та фосфору – менше 0,01%, а також інших домішок – до 3,3%. Видобуток залізних руд ведеться у 52 країнах світу з виробництвом

1065,7 млн. т товарної руди. По виробництву товарної залізної руди Україна займає сьоме місце в світі (4,9%), після Китаю, Бразилії, Австралії, Індії, Росії та США. В Україні видобуток залізних руд ведеться у Криворізькому, Кременчуцькому та Білозірському басейнах, на які припадає 90% загальних запасів. Ступінь розвіданості запасів залізних руд (співвідношення запасів категорій А+В+С₁ до загальних запасів) досить висока – 86,3%, у т.ч.: залістистих кварцитів – біля 88%, бурих залізнякаків – 78,6%, багатих залістистих руд – 77,5 % [1].

Особливу важливість набуває питання забезпеченості ресурсами діючих гірничих підприємств на родовищах заліза та марганцю. Це обумовлено тим, що на них вже створена інфраструктура для видобутку, переробки сировини та реалізації кінцевого продукту. Відпрацювання родовищ приведе до припинення роботи гірничого підприємства, безробіттю великої кількості людей та виникненню соціально небезпечної напруги в даному регіоні. Дуже актуальною ця проблема є для Криворізького залізорудного басейну, який розробляється з 19-го сторіччя і де щорічно виймається 130-160 млн. т сирової руди (таблиця 1).

Таблиця 1 – Забезпеченість України запасами руд чорних металів [3]

Корисні копалини	Басейни, регіони	Одиниця виміру	Кількість родовищ		Промислові запаси (за категоріями А+В+С ₁) на 2006 р.		Обсяги видобутку у 2005 р.	Забезпеченість активними запасами, років
			всього	що розробляються	всього	що розробляються		
Залізна руда у т.ч.: руда багата руда для збагачення	Усього	млн. т	54	23	23402,1	13743,2	160,1	83/141
		"-	20	10	1637,9	951,6	14,9	55/94
		"-	34	13	21764,2	12791,6	145,2	86/149
	у т.ч.:							
	Криворізький	"-	33	20	15496,1	11980,3	132,1	88/114
	Кременчуцький	"-	5	2	4280,2	1591,4	23,3	67/178
	Білозірський	"-	6	1	2494,4	171,5	4,0	39/300
Керченський	"-	9	0	868,7	-	-	-	
Окремі родовища	"-	1	0	262,7	-	-	-	
Марганцева руда	Усього	"-	5	2	2227,4	196,1	5,6	31/350
	в т.ч.:							
	Придніпровський	"-	4	2	2221,4	196,1	5,6	31/350

Примітки: У чисельнику наведені показники забезпеченості запасами родовищ, що розробляються на теперішній час; у знаменнику - забезпеченість усіма промисловими запасами.

З таблиці 1 видно, що загальна забезпеченість запасами залізних руд на родовищах України, що розробляються становить: для багатих – 55 років і рудами, які потребують збагачення – 86 років; для Криворізького басейну – 88 років і Кременчуцького – 67 років. При врахуванні всіх розвіданих запасів залізної руди категорій А+В+С₁, забезпеченість ними становить 94-140 років. Наведені в таблиці 1 дані справедливі для глибини розвідки до 1500 м, а згідно роботи [2], балансові запаси залізних руд України до глибини 2000 м оцінені в 32,89 млрд. т, з

котрих 67% припадає на Кривбас (таблиця 2).

В балансових запасах залізних руд 36,0% припадає на залістисті кварцити, які збагачуються за простими схемами. Частка багатих залізних руд, які не потребують збагачення, становить лише 2,0% запасів. Руди, які потребують складних методів збагачення, становлять 14,8% усіх балансових запасів. Сумарні запаси залістистих руд Кривбасу по категоріях А+В+С₁, на перше січня 2002 р. становлять близько 28,26 млрд.т (таблиця 2).

Таблиця 2 – Балансові запаси залізних руд Кривбасу станом на 01.01.2002 р. [2]

Типи руд	Балансові запаси по категоріям розвіданості, тис. т				
	А	В	С ₁	А+В+С ₁	С ₂
Багаті залізні руди	69584	241804	247873	<u>559261</u> 2,0	<u>62940,0</u> 1,9
Магнетитові кварцити, які збагачуються за простими схемами	76217	2466809	7625211	<u>10168257</u> 36,0	<u>1029954</u> 31,6
Залістисті кварцити	143270	3019125	10185950	<u>13348345</u> 47,2	<u>1598992</u> 49,0
Окислені кварцити, які збагачуються за складними схемами	67053	552316	3560719	<u>4180088</u> 14,8	<u>569038</u> 17,5
Усього	356124	6280054	21619753	28255951	3260924

Примітки: У знаменнику наведено відсоток від загальної величини.

Значення даних таблиці 2 для Кривбасу у 1,82 рази перевищують дані табл. 1 і підвищують забезпеченість його розвіданими запасами категорій А+В+С₁ до 200 років за рахунок зниження глибини розвідки до 2000 м. Геофізичними дослідженнями встановлена наявність багатих залізних руд до глибини 4000-4500 м, хоча можливість їх розробки на такій глибині ще не доведена.

Дані таблиць 1 та 2 показують високу загальну забезпеченість запасами залізородної галузі, але в існуючих проектних контурах багато гірничорудних підприємств підземного видобутку руди Кривбасу мають забезпеченість затвердженими запасами до 15-27 років (таблиця 3).

Мала забезпеченість запасами багатих залізних руд шахт Кривбасу становить перед їх власниками питання про доцільність їх подальшого функціонування чи закриття після відробки наявних запасів. Продовження терміну експлуатації можливе піс-

ля виконання геологорозвідувальних робіт на прилеглих територіях на наявність додаткових запасів чи поглиблення розвідки понад горизонт 1500 м. В свою чергу відробка запасів на глибині понад 1500 м може бути проблематичною у зв'язку зі складними гірничотехнічними умовами розробки руд під великим тиском налягаючих товщ порід. Тому для встановлення глибини безпечного ведення гірничих робіт на одній з шахт Кривбасу на глибинах 1600-1700 м необхідно провести експериментальні гірничі виробітки для дослідження розподілу навколо них сил напруги масиву гірничих порід, їх зміни при розробці руд.

При завершенні роботи гірничого підприємства і його ліквідації, на ньому повинні бути виконані заходи по запобіганню негативного впливу на навколишнє середовище. Для цього на державному (законодавчому) рівні на період експлуатації гірничого підприємства повинні бути пе-

редбачені відрахування коштів на спеціальні рахунки для усунення наслідків негативних дій даного підприємства на оточуюче середовище. Роботи по ліквідації не-

гативних наслідків впливу на навколишнє середовище можуть проводитись самим підприємством або спеціалізованою організацією.

Таблиця 3 – Забезпеченість запасами багатих залізних руд підприємств з підземним видобутком руд Кривбасу

Рудник	Річна продуктивність по сирій руді на 2007 р., млн. т	Запаси по категоріям A+B+C ₁ [4] на 01.01.2001 р., млн. т	Запаси по категоріям A+B+C ₁ на 01.01.2010 р., млн. т	Забезпеченість запасами на 01.01.2010 р., роки
Ім. Леніна	1,64	38,960	24,2	15,0
Гвардійський	1,73	46,454	30,884	18,0
Октябрьський	2,02	51,26	33,08	16,0
Родіна	2,58	76,627	53,407	21,0
Ювілейний	2,13	76,156	56,986	27,0
Ім. Фрунзе	1,15	31,814	21,464	19,0
Ім. Орджонікідзе	1,68	48,793	33,673	20,0
ЗЗРК	4,4	197,626	158,026	34,0

Таблиця 4 – Забезпеченість запасами залізних руд підприємств з відкритим способом розробки гірничих порід

Підприємство (кар'єр)	Річна потужність по сирій руді на 2007 р., млн. т	Запаси по категоріям A+B+C ₁ на 01.01.2001 р. [4], млн. т	Запаси по категоріям A+B+C ₁ на 01.01.2010 р., млн. т	Забезпеченість запасами на 01.01.2010 р. в контурах розробки, роки
Північний ГЗК: Первомайський Аннівський	20,7 7,5	979,842 1615,255	753,865 1471,317	26,0 196,0
Центральний ГЗК: кар'єр №1 кар'єр №3	5,8 5,7	976,433 239,769	876,021 179,045	151,0 31,0
Південний ГЗК	18,7	1496,502	1261,792	67,0
Інгулецький ГЗК	33,0	868,14	542,583	16,0
Новокриворізький ГЗК	20,5	2793,39	2478,436	120,0
Полтавський ГЗК	28,1	1748,709	1421,018	50,0
Усього	141,0	10718,04	8984,077	63,0

Оскільки у більшості випадків гірничовидобувні підприємства є містоутворюючими, то на державному рівні для таких міст повинна бути розроблена програма щодо подальшого розвитку з забезпеченням працевлаштування населення та реструктуризації галузей промисловості території.

Забезпеченість запасами корисних копалин гірничо-збагачувальних комбінатів, які виймають залізну руду відкритим способом, становить 31-196 років при мінімальній для

ІнГЗК – 16 років (таблиця 4). Крім того, значна частка розвіданих запасів знаходиться в охоронних ціликах промспоруд р. Інгулець, під забудівлями міста, відвалами та хвостосховищами, а також розміщуються на глибині 500-750 м, де їх виймка утруднена складними гірничо-геологічними умовами та низькою рентабельністю відробки. Через це забезпеченість активними запасами (до глибини 400 м і за зонами охоронних ціликів) для кар'єрів Північного, Центрального,

Південного та Інгулецького ГЗК становить 10-20 років [1], тому для цих підприємств необхідно виконати дослідження по встановленню можливих шляхів підвищення їх забезпеченості активними запасами корисних копалин.

Забезпеченість запасами гірничо-збагачувальних комбінатів Кривбасу може бути підвищена за рахунок розробки резервних родовищ його семи рудних полів.

Попельнастовське рудне поле, яке розташоване у 35 км на північно-схід від м. Жовті Води, складають наступні родовища: Желтонське, Попельнастовське, Миколаївське, Млинковське та Успенівське. Основний тип руд – магнетитові кварцити, менш розвинуті окислені руди, багаті руди представлені невеликими покладами. Загальні запаси з перспективними (P_1) становлять 1482,5 млн. т.

Жовторіченське рудне поле представлене переважно залізними рудами метасоматичної формації. Багаті руди (близько 4% багатих руд Кривбасу) амфібол-гематит-магнетитового типу належать до зон широтних розломів та ділянок прояву інтенсивних плікативних деформацій (55,569 млн. т категорій (A+B+C₁)).

Аннівське рудне поле вміщує Аннівське, Західно-Аннівське родовища та ділянку «Дальні західні полоси».

Первомайсько-Саксаганське рудне поле – головна складова частка Кривбасу. Тут локалізовані найбільші родовища багатих руд (саксаганський тип) та залізистих кварцитів (скелеватський тип), а також окислених руд, які розвинені до глибини більше 3000 м. На Первомайському родовищі розвинені також руди метасоматичної формації. Гетит-гематитові, мартит-гетит-гематитові та каолінит-гематитові руди, сформовані у корі вивітрювання залізистих і сланцевих порід, використовуються для виготовлення мінеральних фарб «сурик», «мумії» та інше.

На Південно-Криворізькому рудному полі зосереджені основні запаси залізистих кварцитів скелеватського типу, які видобуваються кар'єрами, а багаті залізні руди інгулецького типу – шахтами.

Лихманівське рудне поле залізистих кварцитів скелеватського типу базується на родовищах «Лихманівське простягання» та Шиманівському. Окислені руди представ-

лені гематит-мартит-магнетитовими та гематит-мартитовими кварцитами.

На Інгулецькому рудному полі розвинені поклади залізних руд мартит-магнетитового, хлорит-магнетитового та кварц-магнетитового мінеральних типів.

У Правобережному рудному районі в межах Червоно-Братського рудного поля локалізовані Іванівське, Зибковське, Мар'ївське, Краснофедорівське родовища залізистих кварцитів з запасами та перспективними ресурсами в 1181,9 млрд. т. В Артемівсько-Зеленоріченському рудному полі розташовані Артемівське, Західно-Желтянське та Зеленоріченське родовища залізних кварцитів. Потужність шарів силікатно-піроксен-кумінгтоніт-магнетитових кварцитів 30-120 м, рідше більше. Простягання рудних тіл – 1500-2400 м. Вміст заліза загального $Fe_{\text{заг.}} = 28-44\%$, магнетитового – 26-31% з запасами 807,8 млн. т.

Таким чином, тільки за рахунок залучення до розробки резервних родовищ навіть трьох рудних полів Кривбасу – Попельнастовського, Жовторіченського та Інгулецького, збільшує прогнозні запаси залізних руд на 3,0 млрд. т і відповідно терміни забезпеченості ними на 20 років.

Криворізька серія родовищ загальною потужністю до 4700 м поділяється на світи: новокриворізьку (до 1300 м), скелеватську (до 300 м), саксаганську (до 1500 м) і гданцевську (до 1600 м). Раніше до цієї серії відносили глесватську свиту (850-3500 м) [1].

Територіально найбільш розповсюджена продуктивна саксаганська (середня) свита, яка має потужні промислові поклади залізистих кварцитів та багатих залізних руд. Складається вона з семи горизонтів залізних кварцитів і сланців, які послідовно чергуються по розрізу і загальна потужність яких досягає 1500 м. Тіла залізистих кварцитів та багатих руд переважно шароподібні, рідше стовпоподібні, гніздові, штокоподібні потужністю від декількох метрів до 100 м. Місцями залізкокварцитові горизонти об'єднуються між собою або виклинюються. Так, у ядрі Первомайсько-Саксаганської синкліналі частина рудних тіл об'єднується на глибині в єдиний рудний поклад шарнірного типу потужністю

до 260 м, який занурюється на північ і належить до загального ядра Саксаганської синклінали. Рудні тіла простягаються на 110 км і розвинуті на глибину до 2250 м. Глибина розвитку залізних руд Кривбасу у відповідності з зануренням Саксаганської синклінали перевищує 3,5 км [1].

Основними типами залізних руд Кривбасу є:

1. Залізні кварцити (роговики, джеспіліти) неокислені, переважно магнетитові з гематитом, мартитом та інші. Це звичайні руди з середнім вмістом заліза $Fe = 33,3-34,2\%$ з коливанням вмісту $Fe = 30-45\%$, які піддаються збагаченню. Їх запаси $(A+B+C_1+C_2) = 13404,6$ млн. т (до глибини 500-800 м), де в значній мірі переважають легкозбагачуємі магнетитові кварцити скелеватського типу. Приріст запасів цих кварцитів можливий за рахунок дорозвідки флангових горизонтів експлуатуємих, резервних родовищ і розвідки нових покладів. Поклади неокислених кварцитів локалізовані, головним чином, в зонах складчастих структур з горизонтальною потужністю продуктивних товщ 400-1000 м (Інгулецьке, Скелеватсько-Магнетитове, Новокириворізьке та інші родовища), в зонах поперекових деформацій товщ шириною до 1600 м (Первомайське та інші родовища), у крилах складчастих структур, де потужність залізистих кварцитів варіює в межах 30-400 м (Валявкінське, Аннівське, Велика Глеєватка та інші родовища).

Залізисті кварцити являють собою вихідні хемогенно-опадаючі утворення, перебуваючи під дією регіонального метаморфізму в умовах від зелено-сланцевої до амфіболітової фацій. Деякі ділянки метаморфізованих залізистих кварцитів потім були піддані лужному метасоматозу з привнесенням U, Sc, V, Zr, TR, P та інших елементів. За мінералогічним складом залізисті кварцити поділяються на: магнетитові, мартитові, гематит-мартитові, гематит-магнетитові, залізослюдково-магнетитові, силікат-магнетитові, кумінгтоніт-магнетитові та інші. Переважають магнетитові, кумінгтоніт-магнетитові, мартитові і гематит-мартитові.

2. Багаті залізні руди з вмістом $Fe = 46-67\%$ (середнє 56,7-58,1%), $P_2O_5 = 0,02\%$, $S = 0,16\%$ мають запаси по категоріям $A+B+C_1 = 971,8$ млн. т, $C_2 = 350,7$ млн. т (до глибини 1500 м) і представлені саксаганським типом

(85% від усіх типів багатих руд Кривбасу) [1]. Багаті залізні руди розвиваються переважно серед залізистих кварцитів саксаганської свити. Рудні поклади представлені різними формами (шароподібні, лінзові, стовпоподібні та інші) потужністю 10-100 м. Усього виявлено більше 300 промислових покладів багаті руди, які переважно розташовані на 25 родовищах і за мінеральним складом представлені магнетитовими, гематит-магнетитовими, мартитовими, гематит-мартитовими («синька»), гетит-залізослюдковими (дисперсно-гематитовими) – мартитовими («краско-синька»), гетит-залізослюдковими (дисперсно-гематитовими) («краска») різницями (таблиця 5). Переважають мартитові та гематит-мартитові різниці багатих руд з гіпергенно-метаморфогенним генезисом, які зазвичай йдуть в металургійну переробку без збагачення (таблиця 6).

3. Окислені залізисті кварцити важкозбагачуємі за рахунок присутності в них значної кількості слабомагнітних мілкозернистих та тонкозернистих оксидів і гідрооксидів заліза (мартиту, гематиту, гетиту та ін.). Вони сформувалися за рахунок окислення у зонах гіпергенезу вихідних магнетитових та інших кварцитів. Серед них виділяються різниці: гетит-дисперсно-гематит (залізослюдкові) – гематит-мартитові, гетит-дисперсно-гематитові (залізослюдкові) та ін. Запаси окислених кварцитів по категоріям $A+B+C_1 = 3665,8$ млн. т, $C_2 = 576,1$ млн. т.

4. Бурі залізняка (буро-залізнякові, залізо-гідрооксидні руди) сформувалися по залізистим кварцитам, багатим рудам і високо-залізистим, вміщуючим породам при розвитку фанерозойської кори вивітрювання (площинних – глибиною до 100 м та лінійних – глибиною більше 2500 м) з запасами по категоріям $A+B+C_1 = 10,0$ млн. т, $C_2 = 1,3$ млн. т [1].

Приймаючи до уваги велику схожість геологічної будови та речовинного складу руд Кривбасу та Кременчуцького залізорудного району, інформація про їх мінералогію наводиться разом.

Хімічний склад залізних руд має істотні варіації та характеризується вмістом конкретних мінералів та їх кількісним співвідношенням. Промислові типи руд мають наступний вміст (%) головних хімічних ком-

понентів: $\text{SiO}_2 = 32-50$; $\text{TiO}_2 = 0,03-0,1$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,1-1,2$; $\text{MgO} = 0,1-6$; $\text{Na}_2\text{O} = 0,2-1,2$; $\text{K}_2\text{O} = 0,3-1,7$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 3,9-55$; $\text{FeO} = 0,5-30$; $\text{Fe}_{\text{заг.}} = 0,1-1,2$; $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} = 0,1-2,4$; $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,09-22-41$; $\text{Fe}_{\text{маг.}} = 0,8-36$; $\text{MnO} = 0,04-0,6$; $\text{CaO} = 0,4$; $\text{S} = 0,01-0,3$; $\text{CO}_2 = 0,1-16$ [3].

Таблиця 5 – Мінеральний склад метаморфічних, окислених і гіпергенних залізних руд Кривбасу (%) (Лазаренко та ін., 1977, Пирогов та ін., 1989) [1]

Тип руди	Fe, %	Магнетит	Гематит	Мартит	Лимоніт, гетит	Ільменіт	Піріт	Кварц	Кумінгтоніт	Біогіт, хлорит	Каолініт	Карбонати	Апатит	Алуїт
Магнетитовий	53,4	68,1	-	4,9	-	0,7	0,1	4,9	21,1	-	-	-	0,2	-
Магнетитовий з карбонатами	55,1	59,0	13,2	-	-	0,7	0,1	4,0	-	13,6	-	9,3	0,1	-
Магнетит-гематитовий	55,8	47,8	26,4	-	-	0,7	0,1	3,0	21,8	-	-	-	0,2	-
Гематитовий з магнетитом	63,1	13,0	66,3	-	-	0,6	0,1	1,0	-	19,9	-	-	0,1	-
Гематитовий з магнетитом та силікатами	63,4	1,7	76,9	-	-	0,7	0,1	4,7	-	15,1	-	-	0,8	-
Гематитовий	66,5	0,4	94,4	-	-	0,6	0,1	2,9	-	-	0,3	1,1	0,2	-
Мартизовий (синька)	64,4	1,6	-	89,1	1,0	0,8	-	5,6	-	-	1,2	0,2	0,1	0,4
Мартит-гематит-гематитовий (краско-синька)	62,7	4,9	-	52,3	8,0	0,6	-	6,0	-	-	2,8	0,5	0,3	0,4
Гетит-гематитовий (краска)	56,2	3,4	-	29,2	20,0	0,6	-	2,1	-	-	17,5	0,7	0,2	0,4
Лимоніт-мартизовий	59,5	1,7	-	73,3	11,2	0,5	-	11,0	-	-	0,4	1,0	0,3	0,6
Лимонітовий щільний	56,1	1,7	-	18,3	68,4	0,6	-	1,3	-	-	7,5	0,3	1,2	1,2
Лимонітовий валунний	50,4	0,3	-	11,5	68,5	0,9	-	5,8	-	-	10,4	0,6	0,4	1,5

Примітки: Вміст Fe, % – загальне, середнє; магнетитові (1) і магнетит-гематитові руди (3) завжди вміщують невелику кількість силіманіту (до 0,1%); в магнетит-гематитових (3), гематитових з магнетитом (4), гематитових з магнетитом та силікатами (5), гематитових (6) – гематит більшою часткою представлений залізною слюдкою; дисперсний гематит в середньому вміщується в мартит-гетит-гематитових (8) – 24,2%, гетит-гематитових (краска) рудах – 25,9%; гідроаргіліт (гіббсіт) відмічається (0,1%) в лимонітових валунних рудах.

Залізні руди Кременчуцьких родовищ складають такі головні (рудоформуючі) мінерали: магнетит, гематит, мартит, залізна слюдка, дисперсний гематит, гетит, гідрооксиди заліза, кварц та інші. Мінерали другого ступеню представлені альбітом, амфіболітами, апатитом, ільменітом, силіманітом та ін.

Руди різних типів різняться мінеральним складом та текстурно-структурними особ-

ливостями, що обумовлює необхідність застосування різних методів та технологій їх збагачення. У зв'язку з цим глибина збагачення та технологічні показники при переробці руди кожного конкретного типу визначаються її речовинним складом, характером вкрапленості компонентів, контрастністю їх властивостей та ефективністю застосуємих розділюючих процесів.

Збагачення магнетитових кварцитів виконується магнітним методом у слабому магнітному полі у 2-5 стадій з застосуванням барабанних магнітних сепараторів різних типів, а в ряді розподілів – промивкою, відсадкою та флотацією. Дуже ефективною є суха магнітна сепарація велико-кускуватого матеріалу (6-10 мм). При вміщенні у вихідній руді близько 35% заліза, збагаченням отримують концентрат та хвости, які вміщують, відповідно, 65-68 та менше 12% заліза. Вилучення заліза у концентрат становить більше 81%. Відходи збагачення можуть бути використані для отримання щебеню, піску, а також, у ряді випадків, для вилучення кольорових та рідких металів.

Збагачення гематит-магнетитових, гематитових, бурозалізнякових та сидеритових руд виконується по комбінованим магнітно-гравітаційним, магнітно-флотаційно-гравітаційним схемам.

Про значний вплив збагачення на забезпеченість запасами гірничих підприємств, які експлуатують родовища корисних копалин, свідчать розрахунки, які показують, що при підвищенні виходу концентрату з сирової залізної руди з 40 до 44% (на 10%) маємо економію в використанні сирової руди на 0,23 т на 1 т виробленого з неї концентрату, а на 20% (до 48%) – на 0,42 т сирової руди на 1 т концентрату, що на відповідні відсотки підвищує кількість запасів руд.

Таблиця 6 – Мінеральний склад багатих залізних руд Кривбасу (%) (Лазаренко та ін., 1977) [1]

Тип руди	Магнетит	Мартит	Залізна слюдка	Лимоніт	Ільменіт	Кварц	Каолініт	Карбонати	Апатит	Алуніт
Магнетитовий	47,8 – 67,1	0,0 – 4,9	0,0 – 6,9	–	0,2 – 0,7	2,5 – 14,9	–	0,0 – 1,0	0,2 – 0,3	–
Мартитовий	1,0 – 3,1	76,0 – 98,1	0,0 – 11,1	0,0 – 2,2	0,4 – 0,8	1,0 – 17,6	0,5 – 4,1	0,0 – 0,3	0,0 – 0,1	0,4 – 2,0
Краско-мартитовий	1,7 – 2,5	74,3 – 85,6	0,0 – 5,5	0,0 – 3,9	0,4 – 0,8	2,6 – 15,9	8,1 – 12,8	0,2 – 0,6	0,1 – 0,4	0,0 – 0,3
Красковий	2,3 – 3,4	36,3 – 57,4	–	0,0 – 5,0	0,5 – 0,7	1,2 – 9,6	10,1 – -29,0	0,4 – 0,7	0,2 – 0,5	0,0 – 0,4
Лимоніт-мартитовий	1,7 – 7,5	17,1 – 64,6	0,0 – 7,5	21,8 – -66,3	0,5 – 0,7	0,2 – 13,6	0,4 – 15,2	0,2 – 1,1	0,2 – 0,5	0,0 – 1,2
Лимонітовий	0,3 – 0,5	8,2 – 17,5	0,0 – 1,0	58,1 – -70,2	0,5 – 0,9	3,1 – 15,1	5,5 – 19,8	0,0 – 0,6	0,2 – 0,6	0,1 – 1,5

Примітка: Fe – 46-70%; в краско-мартитових (3) і краскових (4) рудах вміщується тонкодисперсного гематиту відповідно 6,5-11,3% і 19,8-27,7%; пірит відмічено в магнетитових (1) – 0-0,5% і мартитових (2) – 0-0,1% рудах; залістисті силікати вміщуються (15-22%) в магнетитових рудах (1); гідро аргіліт присутній (0,1-0,2%) в лимонітових рудах (6).

Залізні руди Криворізько-Кременчуцької зони характеризуються відносно малим до незначного вмістом рідких елементів. Виключенням є германій, середній вміст якого у неокислених залістистих кварцитах різних родовищ Кривбасу становить 6-8 г/т. Головним носієм германію є магнетит (2-62 г/т), в якому міститься біля 50% всього германію, зосередженого в залістистих кварцитах. Середній вміст германію (г/т) у ряді типів залізних руд такий: магнетитові – 7,5; гетит-гематит-мартитові – 7,0; гетит-

гематитові – 6,5; мартитові – 5,5; бурозалізнякові – 3,7. Середнє утримання германію (г/т) в багатих залістистих кварцитах по підприємствах Кривбасу має наступний розподіл: Північний ГЗК – 5,7; Новокриворізький ГЗК – 5,2; Центральний ГЗК – 5,1; Інгулецький ГЗК – 5,0; Південний ГЗК – 4,5; рудник ім. Р.Люксембург – 6,2; рудник ім. Фрунзе – 6,7; рудник ім. Комінтерну – 4,6; рудник ім. К.Лібкнехта – 8,5; рудник ім. Кірова – 5,2; рудник ім. Дзержинського – 7,1.

Таким чином, в залізних рудах Кривбасу зосереджені великі запаси германію, однак технологія його вилучення з залізорудної сировини ще не відпрацьована через його низький вміст у вихідному компоненті, а також через задовільнення потреб України за рахунок вилучення германію з добуваного кам'яного вугілля. Однак, при розробці економічних схем вилучення германію з залізорудної сировини, він може стати додатковою високоякісним товарним продуктом.

Значним резервом підвищення запасів залізних руд є використання окислених кварцитів Кривбасу, прогнозні запаси яких становлять близько 5,0 млрд. т і частина яких вже накопичилась у обособлених відвалах на: ЦГЗК – 54,134 млн. т, ІнГЗК – 4,34 млн. т, Південному ГЗК – 427,648 млн. т, НКГЗК – 150,428 млн. т та Північному ГЗК – 101,532 млн. т, що разом становить 738,083 млн. т і в Державному балансі запасів залізних руд вони віднесені до категорії А+В+С₁ [4]. Для компенсації вибуваючих промислових потужностей з виробництва залізорудної сировини, у 1979 р. було запроєктовано будівництво комбінату по переробці слабомагнітних окислених залізних руд – КГЗКОР, яке почалось у 1986 р. Будівництво велось на кредитно-компенсаційній основі зусиллям СРСР та країн Східної Європи – Румунії, Чехословаччини, Східної Германії та Болгарії. Після розпаду СРСР і соціалістичного табору будівництво комбінату продовжили Україна, Румунія і Словаччина. Витрати на будівництво у об'ємі 2.4 млрд. дол. США припускалось компенсувати учасникам проекту поставками продукції КГЗКОР – залізорудними окатишами. У зв'язку з відсутністю фінансування на 90% готового об'єкту, будівництво КГЗКОР було призупинено у 1997 р. і не відновлюється до теперішнього часу.

Сировинною базою КГЗКОР були запроєктовані окислені руди Скелеватського (Південний ГЗК) та Валявкінського (НКГЗК) родовищ, які приурочені до IV, V, VI залізистих горизонтів середньої світи Криворізької серії. Середній вміст загального заліза в затверджених та розвіданих запасах становить 37,5%. Проектна річна промислова потужність комбінату становить: I черги – 26,6 млн. т по сирій руді і для повного розвитку – 33,7 млн.т. Збагачення намічалось проводити по магнітній схемі з параметрами: вміст Fe у концентраті – 61%, вилучення Fe у концентраті – 64,0%, вихід концентрату – 37,8%, вміст заліза у хвостах – 20,8%.

Виходячи з якості концентрату, вміст заліза в окатишах був прийнятий 58,73% з основністю – 0,35. Однак, виробництво КГЗКОР концентрату та окатишів з такими показниками робило їх нерентабельним та не конкурентоздатним з продукцією, виготовляємою з магнетитової сировини.

Тому науковцями та виробничниками Кривбасу [6] була розроблена та запроєктована для використання магнітно-флотаційна технологія збагачення окислених кварцитів з додрібненням магнітного продукту другої стадії збагачення та наступною його доводкою засобами зворотної катіонної флотації. Використанні для окомкування одержаного флотоконцентрату з вмістом заліза 66,5% і діоксиду кремнію 3,2% дозволяє знизити витрати вапняку до 22 кг на 1 т окатишів, а вміст заліза в окатишах підвищити до 65,8%. Зростання якості концентрату веде до підвищення продуктивності машин випалення на 7% і зниження витрат природного газу з 29,9 м³ до 22,0 м³ на 1 т окатишів. Впровадження вказаної технології збагачення окислених руд значно підвищує рентабельність роботи комбінату, що відразу викликало зацікавленість в його придбанні закордонними та вітчизняними інвесторами.

Питання власності КГЗКОР є одним з головних, оскільки власник комбінату, через використання дешевої залізорудної сировини, може мати значний вплив на внутрішній залізорудний ринок країни і формувати його цінову політику, а через неї впливати на економіку країни, оскільки гірничо-металургійна галузь є основою формування бюджету. Вказані причини обумовлюють необхідність залишити комбінат під контролем держави. Оскільки КГЗКОР потребує добудови з фінансуванням робіт у об'ємі 1,2 млрд. дол. США і відсутності на даний час у держави необхідної кількості коштів, то для вирішення цих питань можливе залучення інвесторів з збереженням контрольного пакету акцій у державній власності. На державному рівні треба вирішити також питання по власності майна комбінату і її компенсації закордонним учасникам будівництва – Румунії і Словаччини.

Якщо КГЗКОР перейде у приватну власність, то держава остаточно втратить можливість впливу на розвиток гірничо-

металургійного комплексу в своїх економічно збалансованих інтересах, а володарі підприємств ГМК будуть і надалі забезпечувати його розвиток на користь особистих корпоративних інтересів. Результатом такої помилкової політики в державі стало катастрофічне погіршення конкурентоспроможності підприємств ГМК України на світовому ринку і поглибилось з початком світової економічної кризи, що автоматично відбилось на погіршенні фінансової стабільності країни.

Окрім окислених кварцитів значним резервом забезпечення запасами залізних руд та інших цінних компонентів є шламосховища (хвостосховища) гірничозбагачувальних комбінатів Кривбасу, де накопичено біля 4-6 млрд. т шламів. Для умов Кривбасу, в залежності від мінерального складу залізорудної сировини, спостерігається чітка регіональна мінералогічна зональність шламів. Так, в напрямку з півночі (Північний ГЗК) і півдня (Інгулецький ГЗК) до центральної частини басейну (Центральний ГЗК) вміст залізорудних мінералів зменшується: магнетиту з 7,91% до 6,03% і гематиту – з 7,15% до 5,72%. В кордонах кожного окремого шламосховища спостерігається вертикальна та горизонтальна мінералогічна зональність. Перша – пов'язана зі зміною у процесі експлуатації родовища мінерального складу видобуваємих залізних руд. Друга – обумовлена динамікою осідання мінеральних частинок у водному середовищі. Через це у придамбових зонах шламосховищ, у місцях випуску шламів, спостерігається підвищена концентрація рудних мінералів: магнетиту – до 12-15%, гематиту – до 15-20% від загального обсягу шламів.

У 1981-1984 роках на шламосховищі ВАТ ЦГЗК, розташованому у балках Велика і Мала Лозоватка, були проведені геологорозвідувальні та науково-дослідні роботи за якими затверджені запаси шламів по умовним категоріям В+С₁ в кількості 45,923 млн. т з масовими долями заліза загального 26,4% і магнетитового – 12% та С₂ – 14,205 млн. т з масовими долями заліза загального – 24,9%, магнетитового – 8,4%, загальний обсяг – 59,5 млн.т. У шламосховище шлами скидаються з 1961 року і доставляються до нього по напірним пульпопроводам та лотках. При випуску пульпи з напірних пульпопроводів через гравітаційну диференціацію по величині та щільності

шламів, відбувається їх природне фракціонування і на окремих ділянках концентруються піски з вмістом загального заліза до 25% і магнетитового – до 13%. Особливо це проявляється при наливі шламосховищ балочного типу напірними пульпопроводами з зосередженим випуском на похилу поверхню, забезпечуючу вільний винос бідних фракцій. Через це у шламосховищі утворилася збагачена залізом ділянка довжиною по його вісі близько 2,6 км та шириною 0,7-1,6 км з потужністю збагачених залізом шламів від 2,0 до 20,0 м.

У 1984 р. інститутами «Кривбаспроект», «Механобрчормет» і «Укрводоканалпроект» були виконані дослідження «Матеріали обґрунтування доцільності до збагачення залізозміщуючих пісків хвостосховища ЦГЗКа». Відробку залізозміщуючих пісків дослідно-промислової ділянки у кількості 47,192 млн. т з площі 28,0 га намічено виконувати у два етапи: I етап – ділянка площею 135 га та ресурсами 20,899 млн. т відробляється за 4,35 роки при продуктивності 4,8 млн. т/рік; II етап – за вказаною продуктивністю ділянка площею 145 га з ресурсами 26,293 млн. т відробляється за 5,47 років. Виїмку залишку ресурсів у кількості 11,194 млн. т, законсервованих під технологічною дамбою, намічено виконувати по окремо розробленому проекту.

Технологічна схема розробки шламів зі сховища має наступний вигляд: розкрив ділянки залізозміщуючих пісків виконувався драглайном ЕШ-4,5/70, який також веде зачистку кривлі забою від некондиційних пісків, засмічених рослинністю та її корінням на глибину до 1,5 м; скреперами ДЗ-13 з ємністю ковша 15 м³ виконується зняття, транспортування та складування некондиційних пісків у тимчасові склади, прилеглі до дамби шламосховища та відсікаючої дамби. Розробка верхнього шару кондиційних залізозміщуючих пісків на глибину 2,5 м виконується драглайном ЕШ-4,5/70 з подачею розпушеної маси пісків у зумпф землесосної установки 12ГРТ-8 і гідромонітору ГДУ-250М. Виїмка нижнього шару кондиційних залізозміщуючих пісків на глибину 9-10,5 м здійснюється двома землесосними земснарядами БК-200/50 (МІТРА) та 350-50Л (СУГМ) двома підступами. Доставка пульпи на збагачувальну фабрику здійснюється по пульпопроводам.

По вказаній технології вже відроблено близько 30 млн.т шламів з коефіцієнтом вилучення заліза в концентрат 8,2%, що відповідає отриманню 0,082 т концентрату з 0,62-0,74 т сирової руди. Таким чином, використання всіх обсягів накопичених шламів Кривбасу підвищує забезпеченість запасами залізних руд на 0,8-1,2 млрд. т, що при нинішньому річному загальному обсязі видобутку залізної руди дає підвищення продовження роботи гірничих підприємств на 5-8 років. Окрім того, використання окислених руд і шламів, як сировини для виробництва концентрату, дозволить поліпшити екологічні умови Кривбасу за рахунок зменшення на 4,5 тис. га поверхонь відвалів та шламосховищ, з 1 га яких відповідно викидалось 0,39 т/рік та 3,0 т/рік дрібнодисперсного пилу. Вивільнені з під розміщення відвалів та шламосховищ близько 3,0 тис. га земельних площ, будуть потребувати дослідження стану та якості ґрунтів, а також визначення шляхів відновлення їх родючості і повернення для використання у народному господарстві.

Кременчуцький залізорудний район, який залягає на північ від м. Кривий Ріг на відстані 120-160 м, має схожі за будовою та якістю до криворізьких залізні руди і складається з Горишнеплавнінського та Галищенського рудних полів. Горишнеплавнінське рудне поле експлуатується Полтавським гірничозбагачувальним комбінатом і складається з Горишнеплавнінського, Лавриковського, Ерастівського (822,163 млн.т категорій А+В+С₁) та Біланівського (1626,815 млн.т категорій А+В+С₁) родовищ з середнім вмістом заліза Fe = 32%. Перші два родовища знаходяться у розробці, два останні – у резерві. Везувієвих рудах Кременчуцького району вміщується також германій (звичайно 5-6 г/т, а в окремих горизонтах до 40 г/т).

Галещинське рудне поле вміщує Кременчуцьке (Галещинське) родовище з гематит-мартитовими багатими рудами з середнім вмістом заліза Fe = 58,2% та окисленими залізистими кварцитами з середнім вмістом заліза Fe = 36,4%. Тут попередньо розвідані Васильєвське, Харченковське і Мануйлівське родовища бідних залізистих кварцитів. Прогнозні ресурси залізних руд Кременчуцького району до глибини 1500 м оцінюються у 35,0 млрд. т, з яких багаті руди станов-

лять близько 400 млн. т. Забезпеченість Полтавського гірничозбагачувального комбінату сировиною 67-178 років.

Запорізьким залізорудним комбінатом експлуатується Білозірське залізорудне поле, яке складається з наступних родовищ: Північно-Білозірського – 32,0 млн. т, Південно-Білозірського та Переверзівського – 294,752 млн. т. Пласти залізистих кварцитів простягаються на декілька кілометрів з потужністю 60-250 м та зарудненням до глибини понад 1500 м. На згаданих родовищах широко розвинені руди скелеватського и валявкінського типів з складними умовами залягання під потужним сильно обводненим пластом м'яких порід, що буде значно обмежувати можливості їх розробки.

За мінеральним складом кварцити близькі до кварцитів Кривбасу. Серед залізистих кварцитів розташовані пластообразні тіла багатих залізних руд потужністю до 100 м, які тяжіють до вузлів контакту субмеридіональних та субширотних розломів. Середній вміст заліза в багатій руді 55,7-62,8%. Прогнозні ресурси залізних руд Білозерського району близько 6,0 млрд. т, що дає дуже високу забезпеченість запасами залізних руд підприємств, якими експлуатуються згадані вище родовища.

Аналіз виконаних досліджень показав велику забезпеченість країни загальними запасами залізних руд категорій А+В+С₁, але для окремих підприємств Кривбасу (особливо з підземним способом розробки) забезпеченість багатими рудами становить до 20 років, що потребує проведення розвідувальних робіт для підвищення запасів даного різновиду на більшій глибині розробки понад 1500 м або переходу на розширення використання окислених кварцитів, яке стримується відсутністю економічних схем їх збагачення, хоча як показують виконані дослідження у даному напрямку це питання може бути вирішене у найближчий час.

Другими за значущістю та обсягами видобутку руд чорних металів в Україні є марганцеві руди. Ресурси марганцевих руд виявлені у 56 країнах світу і оцінюються у 21,27 млрд. т з загальними запасами 10,46 млрд. т, з яких підтверджено 5,18 млрд. т. Вони мають наступний розподіл по континентам: 67,4% – знаходяться в Африці (14330 млн. т), 16,2% – у Європі (3440 млн. т), 7,8% – в Азії (1650 млн. т), 5,6% – в Аме-

риці (1200 млн. т) та 3% – в Австралії і Океанії (650 млн. т). Найбільші ресурси марганцевої сировини мають: ЮАР – 13600 млн. т (63,9% світових), Україна – 2500 млн. т (11,8% світових), Австралія – 630 млн. т (3%), Габон – 500 млн. т (2,4%), Казахстан – 500 млн.т (2,4%) та Бразилія – 420 млн. т (2,0%) [1]. За підтвердженими запасами марганцевих руд Україна займає перше місце в світі, з яких близько 80% представлено карбонатними рудами, які мало використовуються у вітчизняній промисловості, в той час як у зарубіжних країнах (ЮАР, Австралія, Габон, Бразилія) вони є високоцінною сировиною виробки концентрату.

Усі промислові запаси марганцевих руд України зосереджені в Південноукраїнській марганцеворудній провінції вміщуючій Марганецьке, Зеленодольське, Орджонікідзівське і Токмаківське родовища Нікопольського марганцевого басейну. Ці спадні родовища локалізовані в олігоценових товщах південного схилу Українського щита, являють собою піщано-глинисті утворення, які вміщують у собі марганцеворудний пласт. Підстилаючий рудний пласт породи представлені кварцево-глауконітовими та кварцевими пісками і зрідка піщаними глинами.

Відносно витриманий по простяганню рудний пласт залягає майже горизонтально, іноді з схилом на південь у $5-7^\circ$ з потужністю 1,5-2,5 м при середній величині 2,0 м. Рудний пласт розташований на глибині 10-80 м, місцями до 110-130 м і являє собою піщано-глинисті породи з включеннями марганцевих руд. Співвідношення рудних і нерудних компонентів у пласті змінюється у широких межах, як по горизонталі, так і по вертикалі і становить 40-50% при середньому 15-20% [1].

У Нікопольському басейні розвинуті три типи марганцевих руд: оксидні, оксидно-карбонатні та карбонатні, які мають конкретну територіальну, геотектонічну та палеогеографічну локалізацію. З півночі на південь і південно-захід в напрямку падіння марганцеворудної товщі проходить послідовна зміна оксидних руд на оксидно-карбонатні і карбонатні. Також зміна руд спостерігається по простяганню рудної смуги з заходу на схід, через що оксидні руди переважають на західній частині Нікопольського басейну, оксидно-карбонатні

– в центральній частині, а карбонатні – на сході в Токмаківському родовищі.

Оксидні руди переважно розвинуті в північній частині Нікопольського басейну і локалізовані на Інгулецькій рудоносній площі. Рудні утворення складають псиломелан, піролюзіт, криптомелан та інші гідрооксиди марганцю. Оксидні руди вміщують марганцю Mn – 31,4-59,2% при середньому 47,3%; заліза Fe – 0,36-1,95% при середньому 0,92%; окислів фосфору P_2O_5 до 0,04% при середньому 0,016%. Серед фосфатних покладів оксидних руд Нікопольського басейну є ділянки дуже складної конфігурації якісних монофосфорисних руд. Вони розташовані в східній частині басейну на Грушівсько-Басанській ділянці (30,3 млн. т) і в західній частині басейну на Північно-Західній, Чкалівській і Чортомлинсько-Олексіївській ділянках (52,0 млн. т).

Промислові легкозбагачуємі оксидні руди з середнім вмістом марганцю 28,6% складають 15,2% від балансових запасів руд України.

Оксидно-карбонатні руди розташовані на відносно вузькій (400-1800 м) субширотній зоні центральної частини Нікопольського басейну, вміщують в середньому 25,0% марганцю і становлять 7,5% запасів України.

Карбонатні руди мають вміст марганцю Mn = 15,8-31,3% при середньому 21,9%, Fe = 0,48-5,10% при середньому 1,31%, P_2O_5 = 0,008-0,63% при середньому 0,09%, мають включення сірки та кремнію і складають 77,3% балансових запасів.

Усі три типи марганцевих руд характеризуються як фосфористі. На 01.01.2001 р. затверджені запаси Нікопольського басейну категорій A+B+C₁+C₂ складають 2426,1 млн. т, а A+B+C₁ = 2259,9 млн. т при середньому вмісті марганцю в руді 23,9%, у т.ч. запаси оксидних руд категорій A+B+C₁ становлять 332,0 млн. т і складають 14,6% від загальних запасів при середньому вмісті марганцю Mn = 28,6%; запаси оксидно-карбонатних руд дорівнюють 167,7 млн. т при 7,4% від загальних запасів і середньому вмісті марганцю Mn = 25,0% та запаси карбонатних руд сягають 1760,2 млн. т, що становить 77,9% від загальних запасів при середньому вмісті марганцю Mn = 20,7%. Враховуючи достатньо широку вивченість

Нікопольського басейну приріст його запасів, особливо оксидних руд, досить обмежений. До перспективних об'єктів розробки відноситься Федорівська та Покровська ділянки Зеленодольського родовища, де розвинуті переважно оксидні руди з запасами близько 60 млн. т.

У межиріччі Інгулець-Базавлук виявлені прогностні запаси марганцевих руд у кількості 120-229 млн. т [1].

На даний час значна частина запасів оксидних руд вже відроблена (понад 80%), оксидно-карбонатні руди мають малі запаси, тому найбільш перспективними для розробки і використання є великі запаси карбонатних руд, для яких вже зараз необхідно розробляти та удосконалювати схеми їх ефективного збагачення.

Окрім карбонатних руд суттєвий потенціал марганцю зосереджений також у техногенних родовищах, де через втрати при збагаченні оксидних марганцевих руд, в шламосховищах Марганецького та Орджонікідзевського ГЗК накопичилось 200 млн.т шламу з вмістом марганцю Mn = 8,0-18% (в середньому 12-13%). Істотним доповненням техногенних запасів є також відвали шлаків феросплавного виробництва

(близько 20 млн.т) з вмістом марганцю Mn = 12-19%. Тому, за досвідом ЦГЗК, на шламосховищах Марганецького та Орджонікідзевського ГЗК треба провести дослідження по оцінці запасів в них марганцю, його якості та можливості переведення в техногенні родовища з наступною розробкою для них ефективних схем видобутку та збагачення.

Як вказувалось раніше, забезпеченість запасами суттєвим чином залежить від промислової потужності гірничовидобувних підприємств, якими розробляється сировина. Так, у період 1985-1990 років середньорічний видобуток сирової марганцевої руди шахтами Марганецького гірничозбагачувального комбінату, становив 4200-4500 тис. т, а кар'єрами – 2100-2700 тис. т, разом – 6300-7200 тис. т. У теперішній час річна загальна потужність шахт становить 13-14%, а кар'єрів – 21-27% від існуючої раніше (таблиця 7) і разом дорівнює 1135,6 тис. т, і таким чином впала у 5,5-6,3 рази. Значне падіння потужності видобувних підприємств підняло їх забезпеченість запасами: на підземних роботах – до 17-36 років, а відкритих – до 30-45 років.

Таблиця 7 – Забезпеченість запасами підприємств Марганецького гірничозбагачувального комбінату

Підприємство	Річна потужність у 2009 р., тис. т	Тип руд	Запаси категорій А+В на 01.01.2010 р., тис. т	Втрати при видобутку, %	Забезпеченість запасами, роки
Шахта 2	89,948	окисні	589,0	14,48	5,6
Шахта 3/5	184,89	окисні	4347,0	28,97	16,7
Шахта 8	69,45	окисні	1886,0	11,99	23,9
Шахта 9/10	131,074	окисні	6174,0	22,51	36,5
Шахта 14/15	100,731	окисні	7382,0	20,31	58,4
Басанський кар'єр	166,283	окисні	5294,0	4,2	30,5
Грушевський кар'єр	393,25	оксидно-карбонатні + карбонатні	18390,0	4,2	44,8
Усього	1135,626	окисні	25672,0		

Мала забезпеченість запасами шахти 2 обумовлена довгим строком її експлуатації (з 1960 р.) і погашенням значної частини відроблених запасів. В той же час велика забезпеченість запасами шахти 14/15 пояснюється малим строком її роботи – з 2002 р. Грушевський кар'єр забезпечений за-

сами оксидно-карбонатних руд лише на 10 років.

У дев'яностих роках двадцятого сторіччя найбільш перспективним для розробки вважалось Токмаківське родовище, яке містить 71,2% загальних запасів марганцевих руд України – затверджених 1578,2 млн. т, з

яких на оксидні руди припадає 109,5 млн. т (6,94%) з середнім вмістом марганцю $Mn = 31,0\%$, оксидно-карбонатні – 69,3 млн. т (4,4%) з середнім вмістом марганцю $Mn = 27,2$; та основні карбонатні руди – 1399,4 млн. т (88,7%) з середнім вмістом марганцю – 23,4%.

За хімічним складом (у %) руди Токмаківського родовища мають наступний вид: оксидні – $MnO_2 = 15,46-49,6$ з середнім 36,08; $MnO = 2,09-15,0$ з середнім – 8,4; $SiO_2 = 13,52-58,1$ з середнім 23,6; $Al_2O_3 = 2,4-5,27$ з середнім 3,99; $Fe_2O_3 = 5,08-12,06$ з середнім 7,65; $FeO = 0,31-0,6$ з середнім 0,31; $CaO = 1,01-12,39$ з середнім 4,76; $CO_2 = 0,22-8,22$ з середнім 2,17 та $P_2O_5 = 0,38-1,24$ з середнім 0,665; оксидно-карбонатні руди – $MnO_2 = 1,2-37,19$ з середнім 15,84; $MnO = 10,6-31,85$ з середнім 22,76; $SiO_2 = 11,3-31,6$ з середнім 19,83; $Al_2O_3 = 2,4-9,8$ з середнім 3,53; $Fe_2O_3 = 3,38-8,8$ з середнім 5,93; $FeO = 0,13-0,19$ з середнім 0,15; $CaO = 4,3-12,2$ з середнім 7,46; $CO_2 = 10,0-24,1$ з середнім 15,37; $P_2O_5 = 0,39-0,73$ з середнім 0,53; карбонатні руди: $MnO_2 = 0-3,6$; $MnO = 9,87-33,68$ з середнім 28,7; $SiO_2 = 4,08-43,98$ з середнім 18,72; $Al_2O_3 = 1,68-8,66$ з середнім 3,62; $Fe_2O_3 = 3,07-10,93$ з середнім 4,33; $FeO = 0,13-3,23$ з середнім 1,3; $CaO = 4,2-13,65$ з середнім 9,93; $CO_2 = 18,12-31,12$ з середнім 25,6; $P_2O_5 = 0,211-0,653$ з середнім 0,412. Вміст марганцю (MnO_2+MnO) в напрямку оксидні – оксидно-карбонатні і карбонатні руди знижується [1].

Зважаючи на великі запаси марганцевих руд на Північній ділянці Токмаківського родовища, було запроєктовано будівництво Таврійського гірничо-збагачувального комбінату з промисловою потужністю 9,0 млн. т/рік. На першому етапі освоєння родовища було побудовано шахту з промисловою потужністю по сирій руді – 2,0 млн.т/рік. Але в зв'язку з складними умовами залягання руд, у 1990 р. Мінметалургії СРСР прийняв рішення по переводу Таврійського ГЗК в статус дослідно-промислового виробництва. Основною задачею комбінату було разом з науково-дослідними інститутами провести роботи по розробці технологій проведення підземних виробок та видобутку марганцевих руд у складних гірничо-геологічних умовах, встановити та випробувати нетрадиційні методи збагачення карбонатних руд. У 1990 р. було видобуто 66

тис. т сирої руди з втратами 27 тис. т – 41%. У травні 1995 р. через низьку виробничу потужність, велику собівартість видобутку та втрати корисної копалини, спаду економіки України, комбінат був закритий та законсервований і поставлені перед ним питання так і не були вирішені, хоча до теперішнього часу вони є вельми актуальними.

Таким чином, виконаний аналіз показав, що для гірничо-видобувних підприємств, розробляючих Нікопольський марганцевий басейн, забезпеченість запасами легкозбагачуємих багатих оксидних руд мала і становить до 20 років. На перспективу можливий видобуток тільки оксидно-карбонатних та, в основному, карбонатних руд, тому вже у теперішній час необхідно розробити високоефективні на економічні способи їх збагачення, розглянути можливості розко-нсервації Таврійського ГЗК для вирішення поставлених перед ним завдань.

Як витікає з наведеного вище матеріалу, забезпеченість запасами мінеральної сировини гірничих підприємств, якими виконується видобуток руд, в значній мірі обумовлена їх річною потужністю. В свою чергу запроєктована (максимальна) потужність гірничого підприємства обумовлена геологічними умовами залягання родовища, його запасами, техніко-економічними показниками, потребами на зовнішньому і внутрішньому ринках, а також визначає інтенсивність впливу на навколишнє середовище.

У першому наближенні виробничу потужність гірничого підприємства повинна відповідати терміну амортизації основних будівель і споруд, а також застосовуємого устаткування за період розробки запасів родовища. При порівняно невеликих запасах корисної копалини і обмежених розмірах родовища недоцільна велика продуктивність гірничого підприємства із застосуванням потужного устаткування і потокових технологій. В цьому випадку родовище буде відпрацьовано у короткі терміни і з'явиться проблема подальшого використання наявного устаткування і вже створеної інфраструктури гірничого виробництва. Крім того, капітальні витрати на будівництво гірничого підприємства майже повністю погашаються на вилучені запаси. Тому при обмежених запасах, чим більша виробничу потужність підприємства, тим більший розмір амортизації капітальних витрат,

що веде до значного підвищення собівартості видобутку. Питомі капітальні витрати на будівництво і собівартість виїмки 1 т гірської маси із збільшенням виробничої потужності шахти або кар'єру в більшості випадків

знижуються, що обумовлює застосування високопродуктивного устаткування і поточкових технологій при розробці родовищ з великими запасами і розмірами кар'єрних полів.

Таблиця 8 – Термін існування кар'єру в залежності від його продуктивності

Річна продуктивність, млн. т	До 5,0	5,0-10,0	10,0-15,0	15,0-20,0	Більше 20,0
Термін існування, років	15-20	20-25	30-35	40	50

Згідно норм технологічного проектування підприємств з відкритим способом розробки [5], залежно від продуктивності робіт, залізорудні кар'єри мають наступні мінімальні терміни існування (таблиця 8).

Для кар'єрів, що розробляють титано-ільменитові і марганцеві руди, флюс і вогнестійку сировину рекомендується такий час існування (таблиця 9).

Знаючи припускну продуктивність кар'єру, а також нормативні строки його експлуатації з урахуванням втрат при видобутку руд, можна встановити необхідну для розробки кількість запасів корисної копалини, або ж навпаки по запасам та терміну дії можливо визначити необхідну продуктивність гірничого підприємства.

Таблиця 9 – Термін існування кар'єрів по видобутку кольорових руд та будівельних матеріалів

Річна продуктивність, млн. т	Час існування, років
Вогнетривкі глини і формувальні піски	
0,1-1,5	7-30
Доломіти, вапняки доломітизовані	
2,0-7,0	20-25
Титано-ільменитова, марганцева руди	
0,5	5-10
1,0	20
1,5	25
3,0	30

Мінімальна продуктивність гірничовидобувного підприємства визначається потребами у видобуваємії сировині, а також у металевій продукції внутрішнього та зовнішнього ринків, оскільки стан та перспективи розвитку гірничих підприємств залежить від продуктивної праці металургійної промисловості. Так, починаючи з 2001 р. і до кінця 2007 р. у світі спостерігався ріст потреби у металі будівництва та машинобудування, що призвело до зростання потреби у залізорудній сировині і підвищенню її видобутку: у Китаї – в 2,45 рази, Індії – в 2,0 рази, Азії і Австралії – на 55-65% і в Україні на 41,7%. Але економічна криза, яка виникла у 2008 році, призвела до різкого спаду попиту на мінеральну сировину (на 30-40%), а також на металеву продукцію. Це підвищило конкуренцію на світовому ринку і викликало зростання вимог до якості

мінеральної сировини та зниженню ціни на метал (на 20-30%). У зв'язку з застарілими технологіями виплавки металу (мартенівськими), великими енергозатратами на вироблення металевого прокату, продукція металургійної промисловості України в останні роки стала конкурентно неспроможною у порівнянні з аналогічною продукцією Китаю і Росії і вже не кажучи про індустріально розвинуті країни Західної Європи, Америки та Канади. Вказане призвело до спаду виробництва у металургійній галузі, оскільки споживання її продукції було переважно зорієнтовано на зовнішній ринок – 80% від загального обсягу. Це відповідно викликало зниження видобутку мінеральної сировини, погіршення показників роботи всього гірничо-металургійного комплексу країни і розбалансування її економіки.

Для збалансованого розвитку економіки країни, можливості управління нею, необхідно розробити програму розвитку чорної металургії на найближчі 20-25 років (до 2030-2035 рр.) з вирішенням питань по необхідній кількості видобуваної мінеральної сировини з закриттям неефективних і еколого небезпечних підприємств та створенню умов на переорієнтацію ринку мінеральної сировини та металопродукції на внутрішні потреби у співвідношенні з зовнішніми 50:50%. На законодавчому рівні треба закріпити положення про узгодження з відповідними державними та природоохоронними органами експлуатації та перспектив розвитку гірничовидобувного підприємства, незалежно від форм власності, з урахуванням розробки запасів не тільки багатих, а і бідних руд, впливу на навколишнє середовище та шляхи поліпшення його стану, а також вирішення питань соціального характеру.

Висновки

1. Розвіданість запасів руд чорних металів в країні досить висока і становить 88-98%. Забезпеченість загальними запасами країни даною мінеральною сировиною становить понад 100 років, але забезпеченість запасами багатих залізних руд діючих гірничовидобувних підприємств становить 10-20 років, а легкозбагачуємими оксидними марганцевими рудами – 15-30 років. Тому на найближчу перспективу нагальним стає питання використання основних запасів окислених залізистих кварцитів (понад 60%) та карбонатних марганцевих руд (понад 70%), для яких треба розробити високоефективні схеми збагачення.

2. Терміни дії гірничовидобувного підприємства обумовлений кількістю запасів відпрацьованого родовища, тому з їх відробкою більшість гірничих підприємств закривається. При їх ліквідації на підприємствах повинні бути виконані заходи по запобіганню подальшого негативного впливу на оточуюче середовище. На державному (законодавчому) рівні в період експлуатації гірничого підприємства повинно передбачатися відрахування коштів на усунення наслідків його негативної дії на навколишнє середовище.

3. Оскільки, у більшості випадків, гірничовидобувні підприємства є головним містоутворюючим чинником, то на державному рівні для таких міст треба розробити програму по напрямкам подальшого їх розвитку з реструктуризацією галузей промисловості і працевлаштування населення.

4. Гірничо-металургійний комплекс України є основою її економіки, тому для збалансованого розвитку і можливості управління нею, необхідно розробити програму розвитку чорної металургії країни на найближчі 20-25 років з вирішенням питань необхідної кількості видобуваної сировини з закриттям неефективних і еколого-небезпечних підприємств та створенню умов переорієнтації ринку мінеральної сировини та металопродукції на внутрішні потреби у співвідношенні з зовнішніми 50:50%.

5. Незалежно від форм власності гірничовидобувного підприємства на законодавчому рівні треба розробити положення про узгодження з відповідними державними і природоохоронними органами умов його функціонування та перспектив розвитку з урахуванням розробки запасів не тільки багатих, а й бідних руд, впливу на навколишнє середовище та шляхи поліпшення його стану, а також вирішення питань соціального характеру.

6. Особливо гостро наведені проблеми постають для Дніпропетровської області, де видобувається більше 80% залізистих та 100% - марганцевих руд. Значний обсяг вже виконаних та здійснюваних у теперішній час гірничих робіт призвів до критичного екологічного стану навколишнього середовища області, прискоренню деградації її екосистем та малої можливості їх самовідновлення, до загрози безпеки життєдіяльності людини, що становить вирішення екологічних питань на рівень першочергових.

7. На найближчий час треба розробити кадастр родовищ корисних копалин чорних металів з відображенням гірничо-геологічних умов їх залягання, які визначають можливі способи та технології розробки мінеральної сировини з урахуванням впливу на навколишнє середовище для встановлення перспектив черовості їх експлуатації.

Перелік посилань

1. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Ред. Щербак Н.П., Бобров А.Б. – Киев-Львов: Изд-во «Центр Европы», 2005. - Том 1. Металлические полезные ископаемые. - 785 с.

2. Фрощій Н.В. Еколого-технічні аспекти в оцінках геологічних ресурсів Кривбасу / Фрощій Н.В. – М.: ГІАБ, 2003. - № 10. – С. 65-69.
3. Міщенко В.С. Економічні пріоритети розвитку й освоєння мінерально-сировинної бази України / Міщенко В.С. – К.: Наукова Думка, 2007. – 360 с.
4. Державний баланс запасів корисних копалин на 01.01.2001 р. Руди заліза. – К.: Геоінформ, 2001. – 81 с.
5. Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств з відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. [в 3 т]. – Київ, 2007. – Гірничі роботи. Ліквідація гірничодобувних підприємств. Техніко-економічна оцінка та показники. Т. 1. МППУ. – 2007, - 279 с.
6. Технологічні рішення по організації ефективного виробництва високоякісного залізничного сировини на Криворізькому гірничодобувному комбінаті окислених руд / [Прилиненко В.Д., Авраменко А.А., Петров А.В. и др.]. Кривий Ріг: КТУ, 2006. - 230 с.

N.I. Prosandeev **MAINTENANCE WITH STOCKS OF ORES
OF FERROUS METALS OF THE MOUNTAIN
ENTERPRISES OF UKRAINE AND PROBLEM
OF THEIR OPERATION**

*Institute for Nature Management Problems & Ecology,
National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipropetrovs'k*

Security is considered by stocks of ores of ferrous metals of the mining enterprises of Ukraine and the basic ways of its increase are established.

*Надійшла до редколегії 12 травня 2010 р.
Рекомендовано членом редколегії канд. техн. наук М.А. Ємцем*