

СУЧАСНИЙ ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН КРИВОРІЗЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО БАСЕЙНУ

В. Г. Губіна

кандидат геолого-мінералогічних наук

С. С. Чорноног

аспірант

В. Г. Верховцев

доктор геологічних наук

С. Д. Чорноног

провідний інженер

ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України,
03380 м Київ, пр. Палладіна, 34а

В статті проаналізовано сучасний геоекологічний стан Криворізького залізорудного басейну. Показано, що багаторічний видобуток і переробка залізних руд привела до незворотних природних процесів, таких як зміна природного ландшафту, утворення нових форм рельєфу, зміна гідрогеологічного і гідрологічного режимів підземних і поверхневих вод, значним підтопленням територій, забрудненню четвертинного водоносного горизонту.

Ключові слова: Криворізький залізорудний басейн, природний ландшафт, нові форми рельєфу

CURRENT GEOECOLOGICAL STATE OF THE KRYVORYZH IRON-ORE BASIN

V. G. Gubina

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences

S. S. Chornonog

Postgraduate Student

V. G. Verkhovtsev

Doctor of Geological Sciences

S. D. Chornonog

Leading Engineer

Institute of Environmental Geochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine,
34a Palladina Ave., Kyiv, 03380

The article analyzes the current geoecological state of the Kryvyi Rih Iron-ore Basin. It is shown that many years of mining and processing of iron ores have led to irreversible natural processes, such as changes in the natural landscape, the formation of new landforms, changes in the hydrogeological and hydrological regimes of groundwater and surface waters, significant flooding of territories, and pollution of the Quaternary aquifer.

Keywords: Kryvyi Rih iron ore basin, natural landscape, new landforms

Вступ. Основою народногосподарського комплексу м. Кривий Ріг є залізорудна промисловість, яка базується на одному з найбільших в світі родовищ залізної руди. До складу комплексу міста входять гірничодобувна та переробна галузі промисловості. Розташування промислових підприємств міста пов'язано з сировинною базою і сформувалась у вигляді смуги довжиною до 100 км вздовж залізорудних родовищ із східної його сторони. Селітебна зона тривалий час формувалась безпосередньо біля шахт, рудників і заводів. Місто займає площу 40,7 тис. га, з яких 20,6 тис. га зайняті під промисловими підприємствами та виробництвами.

Ціль роботи. Проаналізувати екологічні наслідки гірничодобувної та переробної діяльності на території міста та прилеглих територій.

Аналіз досліджень та публікацій. Питаннями сучасного екологічного стану Криворізького басейну займалися багато дослідників: геологи, географи, біологи, технологи. Значна увага приділена екологічній безпеці геологічного середовища (Є. Яковлев, М. Коржнев, Г. Рудько, І. Малахов, І. Багрій), змінам природних ландшафтів (В. Казаков, С. Ярков, В. Коцюрба, Г. Денесик, М. Сметана), порушенню гідрогеологічного і гідрологічного режимів підземних і поверхневих вод регіону (Н. Шерстюк, В. Хільчевський, І. Малахов, Р. Кравчинський), умовам формування сучасних донних осадків природних поверхневих водних об'єктів (І. Малахов, А. Бобко, Т. Алехіна, В. Іванченко, М. Агаджанов), забрудненню ґрунтів району розташування підприємств (В. Савосько, М. Сметана), впливу об'єктів гірничо-добувної галузі (кар'єрів, хвостосховищ, відвалів на навколишнє середовище (П. Бересневич, Ю. Вілкул, М. Голярчук), зв'язку сучасних рухів земної кори з оповзневими явищами на території Кривбасу (Ю. Ахкозов, Ю. Мечников).

Викладення матеріалу. Розробка залізних руд в Кривбасі ведеться з 1881 р. (майже 145 років). За цей час з надр вилучено 20 млрд т гірничої маси (біля 8 млрд м³), з якої отримано 5,6 млрд т товарної залізної руди та 14,4 млрд т відходів виробництва [11].

Загальні обсяги земної кори, які втягнуті до в техногенні геотехнічні процеси складають 20 млрд м³ або 50 млрд т. Утворились кар'єрні та шахтні ємності, які витягнуті в меридіональному напрямку з депресійною воронкою довжиною 80 км, шириною 3-6 км при глибині 400-1300 м. Площа одного кар'єру, в середньому, складає 2-8 км². Проектна глибина криворізьких – 500-700 м. Між кар'єрами –гігантами розташовані відпрацьовані кар'єри, де раніше видобували багату залізну руду. Площа таких кар'єрів, зазвичай знаходиться в межах 0,1-0,6 км², глибина до 100 м. Іноді вони заповнені водою, а частина їх у межах міста засипана [7].

Поруч з кар'єрами розташовані відвали розкривних порід, які займають площу понад 36 тис. га, що займає третину земельного відводу, порушеного гірничими роботами. Висота відвалів – до 90 м, довжина – понад 3 км. У відвалах закладовані кристалічні породи протерозою, що залягають вище продуктивних горизонтів (сланці, залізисті кварцити, метапісковіки, , «вуглисті

сланці» та карбонатні породи, а також пухкі породи кайнозою – піски, монтморилонітові глини, алевроліти, вапняки, мергелі тощо [6].

В процесі збагачення залізистих кварцитів утворюються відходи збагачення (хвости), які являють собою суміш, що складається з рідини та твердих часток у відношенні 90 – 95 % рідини на 5-10 % твердих часток, серед яких 75-97 % мають розмір часток менше 0,005 мм. Вони спрямовуються у спеціальні гідротехнічні споруди – хвостосховища, які на території міста займають площу близько 8 тис. га, що складає 40 % площі гірничих відводів підприємств. Хвостосховища розташовані у природних балках, не мають екрануючого ложа, тому технічна вода потрапляє у водоносні горизонти та забруднює їх.

На сьогодні на території міста розташовано 6 хвостосховищ, які експлуатуються понад 50-60 років кожне. За даними [10] в діючих хвостосховищах на території міста розміщено понад 4 млрд т відходів збагачення. Висота греблі більшості з них перевищує 100 м.

Крім відходів збагачення у хвостосховища скидають шахтні води з середньої солоністю 50 г/л та побутові стоки. З шахт, в процесі видобутку багатой залізної руди відкачується щорічно, в середньому, 10 млн м³ шахтної води, 3-4 млн з якої щорічно скидається у рр. Інгулець і Саксагань - притоки Дніпра. А на початку 2000-х років промисловими підприємствами міста скидалось понад 100 млн м³ високомінералізованих шахтних вод 9 млн м³ з яких – шахтні води. На 1 т сирової руди на шахтах Кривбасу відкачується 0,3-11,0 м³ солоних вод.

Мінералізація підземних шахтних вод з поглибленням шахт збільшується майже в лінійній залежності, наприклад, з глибини 400 м до 1000 м вона зростає з 1-2 г/дм³ до розсолів з загальним вмістом солей 125 г/дм³. Але в процесі техногенезу це явище ускладнюється. В процесі проходки і осушування нового горизонту аналізи фіксують зменшення мінералізації у порівнянні з попереднім [2]. З глибиною змінюється і склад вод. Чим на більшій глибині ведеться розробка, тим більше вода містить сульфатів, хлоридів і нітратів.

Спочатку шахтна вода накопичується у підземних колекторах, а потім подається на поверхню і в теперішній час скидається у два об'єкта: спеціально відведена для цього балка Свистунова, яка розташована в південній частині міста і хвостосховище Північного ГЗК.

В результаті, загальна мінералізація ставків-освітлювачів хвостосховищ ГЗК варіює від 2526 мг/л у хвостосховищі Інгулецького ГЗК до 20842 мг/л у хвостосховищі «Об'єднане», яке заповнюється сумісно ГЗК АрселорМіттал Кривий Ріг і Південним ГЗК.

Фільтрація техногенних вод з хвостосховищ у р. Саксагань та Інгулець та на території поруч хвостосховищ складає 15 млн м³ на рік.

Фільтраційні процеси техногенних вод з хвостосховищ привели до забруднення підземних та поверхневих вод, а також до підтоплення та заболочування прилеглих територій в радіусі до 10 км. Фільтраційні втрати більшості ГЗК Кривбасу складають 500-2500 м³ на рік.

Для попередження переповнення хвостосховищ, щорічно в межвегетаційний період рідина з хвостосховищ скидається в річки Інгулець та Саксагань - притоки Дніпра і промивається водою, що беруть з Карачуновського водосховища у кількості 60-70 млн м³. Рівень мінералізації у р. Інгулець найменше значення має під час літньо-осінньої межені - 3062,7 мг/дм³, підвищується під час зимової межені – 3991,3 мг /дм³, і досягає максимального значення під час весняного водопілля – 4126,1 мг/дм³ [5]. Для порівняння, мінералізація в р. Дніпро до інтенсивної промислової діяльності і будівництва каскаду водосховищ складала 287,1 [3].

На багатьох хвостосховищах прийнята схема їх заповнення в окремі так звані карти. З карт, які не заповнюються відходами окремих проміжків часу рідина випаровується і вони починають запилювати навколишню територію. Разом з кар'єрами з хвостосховищ викидається у повітря до 1 млн т забруднюючих речовин. Так, при швидкості вітру від 4 до 9 м/с на дамбі обвалування концентрація пилу коливається від 32 до 600 мг/м³. Іноді концентрація пилу перевищувала ГДК в 5 разів на відстані 3-3,5 км від хвостосховища. Загальна кількість пилу, яка піднімається з хвостосховищ складає 33 тис. т на рік.

Одним з джерел інтенсивного пиловиділення є масові вибухи на кар'єрах. При масових вибухах на кар'єрах в Кривбасі концентрація пилу в повітрі на відстані 1-1,5 км протягом години складає 6-10 мг/м³, що в 15-20 разів перевищує ГДК для населених пунктів. Підраховано, що при масових вибухах із пилогазової хмари на протязі 1-4 годин в радіусі 2-4 км розсіюється від 200 до 500 т пилу, який вміщує 93,6-99,6 % часток розміром менше 5 мкм [8].

Таким чином техногенний вплив гірничо-переробних підприємств на навколишнє середовище дуже значний. Щорічне техногенне навантаження на місто від викидів, скидів та утворених на промислових підприємствах відходів наведено в таблиці 6. (за даними Криворізького міськвиконкому і Регіональних доповідей про стан природнього навколишнього середовища в Дніпропетровській області).

Таблиця 1.

Кількість промислових викидів, скидів та утворених відходів підприємствами Кривого Рогу

Рік	Викиди у повітря, тис. т	Скиди у водойми, тис. м ³	Утворення промислових відходів, млн т
2019	342,9	7937,1	208,4
2020	215,3	3531,7	309,4
2021	211,2	4656,7	...
2022	56,3	8103,2	190,9
2023	66,7	4358,7	116,0
2024	70,2	5633,6	140,7

Дані таблиці засвідчують, що під час військового стану кількість викидів у повітря і утворення промислових відходів скоротилась, а динаміка обсягів води, що відкачується з шахт і кар'єрів не змінюється, що і зрозуміло.

До негативних явищ внаслідок гірничо-видобувної і переробної діяльності в Кривбасі стало масштабне порушення земної кори і розвиток техногенних екзогенних процесів, таких як зсуви, провали, утворення брекчій обрушення просідання ґрунтів, порушення фундаментів будівель, а також неотектоничні процеси – рух блоків земної кори у горизонтальному напрямку 3-10 мм/рік, які зафіксовані, у вертикальному напрямку – 2-5 мм/рік. Декілька разів спостерігались землетруси техногенного характеру до 4 балів [1, 2, 7, 9].

Проблемою є те, що всі гірничо-переробні підприємства розташовані в межах міста, де побудовані житлові масиви, дороги, лікарні, зони відпочинку (парки, сквери тощо). Багато з цих об'єктів зазнали техногенного впливу (підтоплення підвалів будинків, тріщини на стінах домів внаслідок просідання ґрунту тощо), не говорячи про повітря, яке постійно забруднюється викидами промислових підприємств і питну воду яка постачається з водосховищ, розташованих в Криворізькому районі.

Таким чином, техногенне навантаження на земну поверхню, повітря, поверхневі та підземні води у Криворізькому басейні зазнало критичних позначень. Але місто залишається однією з основних баз гірничо-металургійної галузі і постачальником товарної залізорудної продукції України на світовий ринок. Тому треба вжити невідкладні заходи щодо стабілізації техногенного навантаження на навколишнє середовище та раціонального використання природних ресурсів в регіоні.

Висновки.

Сучасна екологічна криза у Криворізькому промисловому регіоні характеризується наступними техногенними навантаженнями на навколишнє середовище:

- утворення техногенних форм рельєфу у вигляді циркообразних западин (кар'єри) глибиною 200-400 м та платообразних форм (вфдвали) висотою 50-100 м;
- утворення штучних водоймищ у вигляді хвостосховищ загальною площею близько 8 тис. га;
- забруднення четвертинного водоносного горизонту внаслідок щорічного відкачування на поверхню високомінералізованих шахтних вод з наступним їх скиданням у межвегетаційний період в річки Інгулець і Саксагань з послідуною промивкою русел питною водою з Карачунівського водосховища в обсязі 60-70 млн м³;
- забруднення рік Інгулець і Саксагань промисловими стічними водами, фільтраційними водами з хвостосховищ, дощовими стоками;
- накопичення шкідливих хімічних елементів на дні річок і водойм;
- підтоплення міської території;
- забруднення ґрунтів викидами в атмосферу підприємств міста;
- збіднення видового складу флори.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ахкозов Ю.Л., Мечніков Ю.П., Кузьменко А.П. Про зв'язок сучасних рухів земної кори з зсувними явищами біля Кривбаса. *Металургійна і гірничорудна промисловість*. 2001. № 6. С. 78-81.
2. Бересневич П.В., Вілкул Ю.Г., Голишев О.М. та ін. *Екологія гірничого виробництва*. Кривий Ріг: Мінерал. 1998. 109 с.
4. Голярчук Н.Г., Колосов В.А. Концепція раціонального природокористування у Криворізькому басейні. *Якість мінеральної сировини*. Кривий Ріг: Друкарня ТОВ «Тріонік». 2008. С. 26-39.
5. Горєв Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. *Гідрохімія України*. К. Вища школа. 1995. 307 с.
6. Євтехов В.Д., Паранько І.М., Євтехов Є.В. *Альтернативна мінерально-сировинна база Криворізького залізорудного басейну*. Кривий Ріг: Вид-во Криворізького технічного університету. 70 с.
7. Малахов І.М. *Техногенез у геологічному середовищі*. Кривий Ріг. 2003 р. 100 с.
8. Рудько Г.І. *Ресурси геологічного середовища та екологічна безпека техноприродних геосистем*. Київ. 2006. С. 325.
9. Покалюк В., Верховцев В., Губіна В., Яценко В., Заборовська Л., Лавриненко О., Майборода Є. Брекчії обрушення – «новий» тип техногенних геологічних утворень тіл / родовищ Криворізького залізорудного басейну. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2023. Т. 4 (103). С.90-97.
10. Реєстр місць видалення відходів у Дніпропетровській області. URL: <https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/EKOLOGIA/MVV-REESTR-20-08-2021.pdf>. Дата звернення 1.10. 2025 р.
11. Stupnik Mykola, Shatokha Volodymyr *History and Current State of Mining in the Kryvyi Rih Iron Ore Deposit* URL: www.researchgate.net/publication/349251231_History_and_Current_State_of_Mining_in_the_Kryvyi_Rih_Iron_Ore_Deposit Дата звернення 10.11.2025 р.