

УДК: 504: 622.2

## КРИВБАС - ТЕРИТОРІЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

**Антонік Валерій Іванович**

к.б.н., с.н.с., провідний науковий співробітник

**Штанько Людмила Олександрівна**

к.т.н., с.н.с., заступник директора з наукової роботи

Науково - дослідний гірничорудний інститут

Криворізького національного університету

м. Кривий Ріг, Україна

**Антонік Ірина Петрівна**

к.б.н., доцент

Криворізький державний педагогічний університет

м. Кривий Ріг, Україна

**Анотація** Криворізький залізорудний басейн є одним із найпотужніших індустріальних центрів України, де на відносно невеликій території сконцентровано десятки гірничо–видобувних підприємств, металургійне виробництво повного циклу та низка обслуговуючих підприємств. Багаторічне ведення економічної діяльності за принципами фронтальної економіки техногенного типу призвело до глибоких і незворотних зрушень на різних екологічних рівнях в стані літосфери і гідросфери регіону, завдало значних змін ландшафтним утворенням, здійснює безперервний негативний вплив на стан атмосфери. Усе це визиває глибоку занепокоєність стосовно майбутнього Криворізького краю та умов проживання населення.

**Ключові слова:** залізна руда, шахти, кар'єри, видобуток, збагачення, відходи, вплив, екологія, атмосфера, літосфера, гідросфера, нормалізація.

В Україні існує п'ять залізорудних басейнів, 60 родовищ залізної руди, із яких експлуатується 25 (2018 р.). Розвідані і вивчені загальні запаси залізної руди за

офіційними даними становлять 19,71 млрд. т, до яких ще треба додати 7,45 млрд. т прогнозних та 5,09 млрд. т. потенційних (позабалансових) запасів. Найбільша частина розвіданих запасів *залізних руд* сконцентровано у 30 родовищах Кривбасу (13,19 млрд. т), з яких на цей час розробляється 18 родовищ з запасами 6,95 млрд. т [1,с.40]. За підрахунками деяких вчених запаси залізних руд у Кривбасі можуть становити до 50 млрд. т [2, с.69].

Промислова експлуатація надр Криворіжжя розпочалася відкриттям кар'єру Саксаганського рудника у 1881 році. За минулі з того часу 139 років на території міста у різні часи працювало до 70 залізрудних шахт і більше 100 кар'єрів різної потужності. На сьогодні Кривий Ріг має протяжність з півночі на південь 126 км та ширину до 20 км і займає площу понад 43 тис. га [3, с.8]. На цій території розміщено 45 шахт: 8 основних (видобувають переважно високо кондиційну залізну руду), 23 допоміжні, 14 - законсервовані) та п'ять гірничо - збагачувальних комбінатів (ГЗК), що ведуть видобуток «бідної» руди (вміст заліза менше 46%) відкритим буро - вибуховим способом у 8 залізрудних кар'єрах, площею від 600 до 1200 га.

Загальний об'єм видобутку залізних руд у Кривому Розі у 2017 р. становив 113,02 млн. т, із яких багаті гематитові руди (вміст заліза більше 46%) – 8,29 млн. т, кварцити магнетитові (бідні руди)– 102,4 млн. т та гематитові кварцити (окислені, вміст заліза 10 -36 %) - 2,51 млн. т. Для збагачення «бідної» руди діє п'ять збагачувальних комплексів, кінцевим продуктом яких є залізрудний концентрат чи «окатиші». Відходи збагачення («хвости») складаються у 15 хвостосховищах, загальною площею більше 7 тис. га, в яких на сьогодні накопичено більше 1,3 млрд. м<sup>3</sup> (4,2 млрд. тон) означених відходів [1,с.15]. Із надр Криворізьких родовищ станом на 2020 рік загалом видобуто близько 6 млрд. м<sup>3</sup> (до 21 млрд. т) залізної руди. На поверхні землі у різні періоди утворено 31 відвал порід загальною площею більше 5,7 тис. га, в яких нагромаджено більше 12 млрд. м<sup>3</sup> (38.4 млрд. т) пустих порід проходки залізрудних шахт, розкривних порід кар'єрів та некондиційних (окислених) руд. Тільки за останні 50 років промисловими підприємствами міста

накопичено близько 9,8 млрд. т промислових відходів, 96,8% з яких займають відходи гірничо-металургійної промисловості [4,с.15]. В межах міста та у приміській зоні діє також 55 кар'єрів різного літологічного напрямку (гранітних, мармурових, піщаних, глинистих, вапнякових тощо), що мають своїх 58 відвалів розкривних порід.

Крім гірничо-видобувної промисловості на теренах Криворіжжя діє Криворізький металургійний комбінат повного циклу ПАТ «АрселорМіттал - Кривий Ріг» (до 1999р.- металургійний комбінат «Криворіжсталь» ім.В. Леніна), що об'єднує: гірничий департамент (виробляє до 24,2 млн. т руди і 9.8 млн. т агломерату доменного за рік), доменне, сталеплавильне прокатне та коксохімічне виробництво з річним об'ємом чавуну - 5,6 млн. т, сталі - 6,35 млн. т і прокату - 5,1 млн. т. [4,с.37].

Виготовлення запасних частин, деталей, вузлів і машин для підприємств гірничо-металургійного комплексу здійснює ЗАТ «Криворізький завод гірничого обладнання» (ЗАТ «КЗГО»), в межах якого на площі до 100 га діє ливарне, металообробне та машинобудівне виробництво.

Потужним підприємством з переробки відходів (шлаків) металургійного заводу є комбінат з виробництва шлакових видів цементу (більше 1 млн. т продукції за рік). До складу комбінату входить цементний завод, бетонно-змішувальні вузли, кар'єри з видобутку щебеню, вапняку і глини.

На протязі всієї історії Кривбасу переважав і на сьогодні зберігається природоємкий та природо - руйнуючий техногенний тип економічного розвитку, який характеризується швидким і виснажливим використанням невідновлюваних видів природних ресурсів (корисних копалин) і надмірною експлуатацією відновлювальних ресурсів (ґрунтів, водойм тощо). Екстенсивні методи споживання залізорудної сировини генерують потужні потоки виробничих відходів (при виробництві 1 т. залізорудного концентрату утворюється 4,5 т. відходів), що додатково навантажує природні комплекси.

До середини 70-х років минулого століття техногенний тип розвитку Криворізької індустрії мав всі ознаки моделі фронтальної економіки, згідно

якої усі території і природні ресурси визнавались необмеженими й невичерпними. На практиці основою економічного росту вважались лише праця й капітал, без будь-якої ролі природних ресурсів і обсягів їх споживання. Наслідками цього етапу економічного розвитку для екології Криворіжжя стало вилучення сотень гектарів земель сільськогосподарського призначення під техногенні об'єкти, безсистемне утворення десятків дрібних кар'єрів і шахт (рудників) з видобутку багатих залізних руд та нагромадження відвалів розкривних порід і шахтної проходки, значне руйнування рельєфу земної поверхні, не контрольоване забруднення гідросфери та атмосфери.

Зростаючі потреби економіки призвели до того, що у 60 – 70 -х роках на Криворіжжі будуються величезні Південний (1955 р.), Новокриворізький (1959 р.), Центральний (1961 р.), Північний (1963 р.) та Інгулецький (1965 р.) гірничо – збагачувальні комбінати (ГЗК), орієнтовані на видобуток «бідної» залізної руди та її збагачення до рівня товарної. Створення ГЗК багатократно примножило руйнівний вплив гірництва на стан екології регіону, порушення якої стали незворотними: гігантські кар'єри та відвали, полігони відходів збагачення (хвостосховища), а також пило – газові викиди збагачувальних комплексів і гірничої техніки перетворили сотні гектарів території розробки родовищ в мертві зони та потужні джерела забруднень навколишнього середовища. Споживацьке відношення до природи на цьому етапі економічного розвитку Криворіжжя не передбачало проведення будь яких природоохоронних та відновлювальних робіт на гірничо – рудних об'єктах, бо ставилася лише одна задача – збільшувати випуск продукції. На сам кінець це призвело до розширення техногенно- зруйнованих площ ландшафту і до значного ушкодження біогеоценозу.

Усвідомлення необхідності врахування законів природи при рішенні економічних задач привело людство, в тому числі і українську спільноту, до концепції охорони навколишнього середовища, а згодом і до концепції сталого соціально-економічного розвитку які стали вимагати від суб'єктів економічної діяльності враховувати екологічні наслідки виробництва. В 1991 р. в Україні був прийнятий Закон «Про охорону навколишнього природного

середовища», згодом приймається низка інших законодавчих актів стосовно захисту земель, водних ресурсів, атмосферного повітря, встановлюється норма оцінки впливу на довкілля для будь яких новостворюваних об'єктів.

Однак нажалі і до цього часу видобувна промисловість Кривбасу залишається на рейках техногенного типу розвитку, застосовує переважно екстенсивні методи виробництва. Дуже повільно зменшуються викиди шкідливих речовин в атмосферу та водойми, інтенсивно вилучаються додаткові площі під розміщення відходів виробництва.

Територіальна структура Кривбасу на сьогодні виглядає наступним чином: більше 6 тис. га займають майданчики промислових об'єктів, 13,5 тис. га – місця накопичення промислових відходів, до 15,5 тис. га території зайняті об'єктами міської інфраструктури, житловими комплексами, решта (до 8 тис.га) ланами та зеленими насадженнями тощо. В загалі нараховується близько 34 тис. га міських та приміських ділянок техногенно - порушених земель, що потребують відновлення, але фактичні темпи їх рекультивації вкрай низькі (до 1,7 % площ у рік). В той же час щорічно відвали та хвостосховища продовжують поповнюватися на 80-95 млн. м<sup>3</sup> відходів, що додатково залучає десятки гектарів земель.

Видобуток і збагачення руди, робота об'єктів металургійного комплексу супроводжується викидами в повітря сотень тисяч тон шкідливих речовин на рік: у 2017 р. - валові пило - газові викиди в атмосферу по місту склали 323,9 тис. т, із яких 99,6% становлять викиди підприємств гірничо-металургійного комплексу (ГМК). Щільність таких викидів на 1 км<sup>2</sup> площі міста становить приблизно 803,5 тони, а обсяги викидів у розрахунку на одну особу жителів міста - 506,9 кг/рік. Левову долю усіх викидів (до 83%) створюють об'єкти металургійного комбінату: агломераційне, доменне і мартенівське виробництво (269,5 тис.т/рік). Пило – газові викиди цих об'єктів містять до 64% пилу (переважно механічні частки кварцу і окислів заліза) в суміші з газоподібними агрегатами *формальдегіду, двооксиду азоту, оксиду вуглецю, фенолу, аміаку, двооксиду сірки, сірководня, оксиду азоту*, тощо. Хімічний вміст пилу з

виробничих об'єктів ГЗК визначається складом гірської маси розкривних порід і сирої руди, що видобуваються у кар'єрах, а також складом відходів збагачення. Найпотужніші викиди пилу в атмосферу при відкритій розробці родовищ відбуваються при масових технологічних вибухах у кар'єрах, яких проводиться понад 200 разів за рік. [4,с.29-31]. Від дії пило – газових викидів найбільш страждають території, що межують з джерелами викидів. Наприклад, в поселенні Південного ГЗК концентрація пилу постійно перевищує допустимі рівні у 6-15 разів, сірчаного газу - у 3-6 разів, оксиду вуглецю - у 6-8 разів, оксиду азоту - у 3 рази. небезпечний вплив шкідливих твердих та газоподібних викидів ГЗК на стан екосистем та якість життя населення відбувається у радіусі 2-3 км, а за факелом вітру – до 5 км.

Багаторічне ведення підземних та кар'єрних видобувних робіт привело до повної руйнації природної гідрологічної системи регіону: змінені потоки, рівні та напрямки підземних течій усіх водних горизонтів, створено непоборні передумови постійного забруднення поверхневих та підземних водних об'єктів. У штучний колообіг щорічно залучається більше 2,8 млрд. м<sup>3</sup> води при об'ємах водопостачання 126,8 млн.м<sup>3</sup>; у замкнених виробничих циклах -2, 5 млрд. м<sup>3</sup> і водовідведення 165,3 млн.м<sup>3</sup> [4,с.44].

Найбільшу шкоду гідросфері регіону завдає безперервне відкачування високомінералізованих шахтних (середня мінералізація до 38,9 г/дм<sup>3</sup>) та кар'єрних (мінералізація до 25 г/дм<sup>3</sup>) вод (до 35,3 млн.м<sup>3</sup>/рік). Частина цієї води (до 18 млн.м<sup>3</sup>/рік) подається в оборотні цикли рудозбагачувальних комплексів ГЗК, після проходження яких ця вода у складі відходів (хвостів) збагачення у формі водно-шламової пульпи подається на карти намиву хвостосховищ. Вміст твердої фракції у складі пульпи становить 4-6% ; переважають частки розміром від 0,001 до 3-5 мм. Кожний кілограм «хвостів» вміщує 112 г заліза загального (Fe<sub>заг.</sub>); 15г магнетитового кварциту (Fe<sub>маг.</sub>); 56г оксиду заліза (II) (FeO); 81 г оксиду заліза (III) (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); 614 г діоксиду кремнію (SiO<sub>2</sub>); 9,3 г оксиду алюмінію (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); 12 ,8 г оксиду кальцію (CaO); 39,8 г оксиду магнію (MgO); 1,2 г оксиду марганцю (MnO); 53,4 г суміші оксиду натрію та оксиду калію

( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ); 1,02 г сірки (S); 1,71г оксиду фосфору ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ); 2,77 г мікрокомпонентів, що містять *важкі метали* (залізо, нікель, мідь, цинк, свинець, марганець, кобальт, кадмій тощо) та *легкі метали*: алюміній, літій, магній, титан та інші. Вода у складі пульпи сульфатно-хлоридно натрієва, мінералізація до 15 г/л [5,с.75, 164]. Після освітлення (за рахунок осідання механічних домішок) вода із складу пульпи знову подається до збагачувальних комплексів ГЗК. Таким чином, хвостосховища представляють собою складні гідротехнічні споруди, які разом із шламами наче губки насичені високо мінералізованою водою (в їх товщі сумарно акумульовано понад 0,5 млрд. м<sup>3</sup> води). Від усіх хвостосховищ що року (не зважаючи на перехоплюючи дренажні системи) інфільтрується у підземні водні горизонти до 28,5 млн.м<sup>3</sup> забрудненої води. З 1976 р. решта річного об'єму шахтної води (12 -13 млн.м<sup>3</sup>/рік) у вегетаційний період року перекачується до спеціального ставка – накопичувача, а в період міжсезоння скидається (за спеціальним регламентом) у річку Інгулець з одночасною промивкою русла прісною водою. Щорічні фільтраційні втрати високомінералізованої води із ставка – накопичувача становлять до 4 млн.м<sup>3</sup> [5,с.163]. Таким чином, кожного року у підземні водні горизонти Криворіжжя не санкціоновано потрапляє більше 32 млн.м<sup>3</sup> шахтних сульфатно - хлоридно - натрієвих вод, що мають домішки азотистих та фосфорних сполук, нітратів, нітритів, окислів заліза та важких металів. Розвантаження забруднених підземних вод відбувається витоками у міські річки Інгулець та Саксагань, в порожнину відпрацьованих кар'єрів і шахт. Скиди у поверхневі водойми Криворіжжя на цей час здійснюють 13 об'єктів, які у 2017 році загалом скинули 67,72 млн.м<sup>3</sup> забруднених стічних вод. Загальні скиди забруднюючих речовин підприємствами міста у поверхневі водойми тільки за 2010-2017 роки склали 218, 9 тис. тон [4, с 44-45].

Значний вплив на гідрогеологічний стан території створюють відвали розкривних порід і некондиційних руд, більшість з яких займають площі від 170 до 820 га, мають багатоярусну будову і нависають над оточуючим простором на 120-180 і більше метрів. Розміщення на земній поверхні таких

величезних техногенних споруд не тільки спотворює ландшафт і займає сотні гектарів родючих земель, а і створює локальні геологічні руйнування (зсуви, тріщини, розломи), впливає на стан підземних вод, акумулює опади і створює витіки з під відвалів забрудненої високомінералізованої (10-18 г/л) води, що приводить до підтоплення, заболочування та засолення прилеглих до відвалів земель в радіусі 1,5 і більше кілометрів.

Значний вклад у руйнацію геотектонічної структури і ландшафту міста додають підроблені підземними виробками території (у полях шахт мають місце 26 провальних зон та воронок, зареєстровано 27 спелеологічних об'єктів: розкриті стволи покинутих шахт, старі штольні, штреки тощо [3,с.24].

Відходи, що розміщуються у відвалах та хвостосховищах, містять значний відсоток дрібної фракції, яка потенційно стає джерелом утворення пилу. На лежалих поверхнях відвалів та хвостосховищ під впливом екзогенних чинників формуються кори вивітрювання, в межах яких породи руйнуються з утворенням дрібних часток, що стають додатковим джерелом пилу. Під дією вітру пилові частки переносяться (у вигляді пилових хмар) на відстані до 3-5 км та накопичуються на поверхні рельєфу.

Встановлено, що у тілі відвалів та багатоярусних хвостосховищ під впливом атмосферних опадів, сезонних перепадів температури, потоків мінералізованої води, зміни лужності тощо) відбуваються фізико-хімічні процеси, в результаті яких утворюються легкорозчинні солі: сульфати і хлориди K, Na, Ca, Mg, карбонати лужних і лужноземельних металів. Найменш розчинними є з'єднання Fe, Mn, P та важких металів (Cr, Ni, Co, Zn, Pb і Ni), винесення яких з витіками води ускладнено, але у складі пилу вони можуть мігрувати на далеку відстань. Осідаючи на поверхню ґрунту, складові компоненти пилу, в тому числі важкі метали, здатні накопичуватися і завдяки ефекту сумації створювати значні концентрації окремих елементів і, навіть, формувати просторові геохімічні вузли.

Об'ємні пило – газові викиди та забруднені підземні води на сам кінець локалізуються на поверхні і в товщі ґрунтів, обумовлюючи їх значну



техногенну руйнацію. Агро-хімічний аналіз проб ґрунту з ділянок, які 50-60 р. піддавались забрудненню пилом від хвостосховищ та відвалів показав, що у поверхневому шарі ґрунтів (до 30 см) в межах 3 км від джерел забруднення відбувається накопичення та акумуляція речовин із складу аерогенних забруднювачів, в тому числі високі (понад ГДК) концентрації рухомих та валових форм заліза, цинку, свинцю, кадмію і марганцю, після чого (за Земельним законодавством України) такі забруднені землі стають непридатними для виробництва сільгосппродукції. Підтоплені високомінералізованими водами ділянки земель згодом стають засоленими чи заболоченими і також потребують переведення у розряд техногенних.

За існуючими критеріями територія Криворіжжя на сьогодні справедливо визнана зоною екологічного лиха і потрібні чи малі зусилля для виправлення ситуації. Подвійна задача полягає як у ліквідації накопичених у попередні часи елементів техногенної екосистеми, так і в недопущенні нарощування нових руйнацій в сучасних умовах. Заради сучасних і майбутніх поколінь потрібні рішучі заходи до зміни пріоритетів економічного розвитку регіону. Треба визнати, що на сьогодні для цього є достатня законодавча база, складаються міські та обласні Програми покращення екологічної ситуації, підприємства і місцева влада вкладають певні кошти на охоронні заходи, але кінцевий результат потребує кращого.

**Вирішення екологічних проблем сучасного Криворіжжя потребує сумісної активізації міських органів влади, вчених та патріотично налаштованої громадськості на рішення наступних завдань:**

***1. На державно – законодавчому рівні:***

- потрібно значне підвищення матеріальної відповідальності господарюючих суб'єктів, за порушення вимог природоохоронного законодавства України і рекомендацій міжнародних екологічних Програм;

- потрібно введення у державні будівельні норми (ДБН) України вимоги обов'язкової розробки розділу з ландшафтного планування для всіх проектів на будівництво та реконструкцію об'єктів гірничо-видобувної промисловості;

- потрібно прийняти за обов'язок закладати у кошторисах проектів на будь які об'єкти гірничо-видобувної промисловості не менше 10% щорічного прибутку на заходи з рекультивації земель та оптимізацію ландшафтів;

- у податковому кодексі України потрібно відмінити пільгове оподаткування за розміщення на території відходів гірничої промисловості та підняти ставку податку до об'єктивного рівня III класу небезпеки, що обумовлене вмістом у складі цих відходів високотоксичних важких металів.

## **2. На рівні місцевих органів влади потрібно:**

- провести інвентаризацію території міста на предмет виявлення усіх ділянок техногенно-зруйнованих ландшафтних утворень;

- сумісно з проектними організаціями та підприємствами міста розробити стратегічний план заходів з оптимізації ландшафтної структури міста;

- обов'язково включати до складу Комплексних екологічних програм конкретні роботи з поетапної реалізації стратегічного плану покращення ландшафтної структури і екології міста з щорічним виділенням на ці цілі не менше 15% коштів міського екологічного фонду ;

## **3. На рівні гірничо-рудних підприємств, перш за все ГЗК:**

- треба значно активізувати інвестування в розробку заходів з інтенсифікації виробництва залізородного концентрату, а саме у технології вторинної переробки «хвостів» збагачення, переробки окислених руд, створення внутрішніх відвалів у відпрацьованих зонах кар'єрів тощо.

- значно розширити фінансування робіт з рекультивації порушених земель.

## **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1 Мінеральні ресурси України : Щорічник / С.І. Примушко , В.С. Лабузна , В.Ф. Величко. -ДНВП «Геоінформ України».- Київ, 2018.-270 с.

2. Беспояско Е.О., Євтехов В.Д., Євтехов Є.В. Мінерально-сировинна база гірничо-збагачувальних підприємств Криворізького басейну. ISSN 0204-3548. // Mineral. Journ. (Ukraine). 2013. 35, № 4.- Р.66-72.

3.Екологічний паспорт міста Кривого Рогу.- Кривий Ріг. 2017.- 56с.

4. Живолуп І.В. Про стратегічну екологічну оцінку стану Кривого Рогу // Звіт ТОВ науково-дослідне підприємство «Екоексперт».- Кривий Ріг,2019.- 81с.
5. Перкова Т.И., Рудаков Д.В. Разработка и идентификация модели подземной миграции минерализованных шахтных вод в зоне расположения водоотстойников центрального Кривбасса. // Геолого- мінералогічний вісник № 1 (27) -2012 .- С. 71-78.
6. Антонік В.І., Антонік І.П. Вплив відвалів та хвостосховищ збагачувальних комбінатів Криворіжжя на стан екології прилеглих територій. // Вісник Криворізького національного університету. – Вип. 44.- Кривий Ріг: ДВНЗ КНУ, 2017.- С. 161 – 166.