

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут природокористування  
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища  
**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
кваліфікаційної роботи ступеня магістра

студентки Ткаченко Яни Сергіївни

(ПІБ)

академічної групи 183М-19-1

(шифр)

спеціальності – 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – «Технології захисту навколишнього середовища»

(офіційна назва)

на тему Обґрунтування шляхів раціонального поводження з відходами підприємств гірничо-металургійного комплексу

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
роботи	Бучавий Ю.В.		
розділів:			
Теоретичного	Бучавий Ю.В.		
Дослідницького	Бучавий Ю.В.		
Технологічного	Бучавий Ю.В.		
Охорони праці	Столбченко О.В.		
Економічного	Павличенко А.В.		
Рецензент			
Нормоконтролер	Ґрунтова В.Ю.		

Дніпро  
2020

**Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»**

ЗАТВЕРДЖЕНО:  
завідувач кафедри ЕТЗНС  
Павличенко А.В.  
(підпис) (прізвище, ініціали)  
«    » \_\_\_\_\_ 2020 року

**ЗАВДАННЯ**

**на виконання кваліфікаційної роботи магістра**

**студентці Ткаченко Я.С. академічної групи 183М-19-1**

(Прізвище, ініціали)

(група)

**спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»**

(код і назва спеціальності)

**на тему Обґрунтування шляхів раціонального поводження з відходами підприємств гірничо-металургійного комплексу**, затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 30.11.2020 № 988-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Провести аналіз характеристик техногенних мінеральних ресурсів гірничо-металургійного комплексу та небезпеки для довкілля	01.09.2020 03.11.2020
Дослідницький	Дослідити небезпеку місць видалення промислових відходів за дистанційними та розрахунковими методами	30.09.2020 24.11.2020
Технологічний	Запропонувати ефективні технологічні схеми комплексної переробки відходів підприємств гірничо-металургійної промисловості	11.10.2020 25.11.2020
Охорона праці	Запропонувати заходи з охорони праці та техніка безпеки при поводженні із відходами гірничо-металургійного комплексу	20.11.2020 05.12.2020
Економічний	Розрахувати економічний ефект від продажу вторинної мінеральної сировини	10.11.2020 11.12.2020

Завдання видано \_\_\_\_\_  
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі: \_\_\_\_\_  
Дата подання до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 100 с., 23 рис., табл., 5 додатків, 22 літ. джерел.

**Об'єкт дослідження:** технології утилізації відходів гірничо-металургійного комплексу та експертна оцінка екологічної небезпеки місць їх видалення.

**Мета роботи:** обґрунтувати схеми комплексної переробки промислових відходів із урахуванням факторів екологічної безпеки.

У теоретичному розділі проведено аналіз характеристик техногенних мінеральних ресурсів гірничо-металургійного комплексу та небезпеки для довкілля.

У дослідницькому розділі проведено оцінку екологічної небезпеки місць видалення промислових відходів за дистанційними та розрахунковими методами.

У технологічному розділі обґрунтовані ефективні технологічні схеми комплексної переробки відходів підприємств гірничо-металургійної промисловості.

У розділі «Охорона праці» запропоновані заходи з техніки безпеки при поводженні із відходами гірничо-металургійного комплексу.

В «Економічному розділі» проведено оцінку економічного ефекту від продажу вторинної мінеральної сировини.

У висновках наведені основні результати роботи та рекомендації щодо їх науково-практичного застосування.

ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНА ГАЛУЗЬ, ПРОМИСЛОВІ ВІДХОДИ,  
МІНЕРАЛЬНА СИРОВИНА, ТЕХНОГЕННІ ОДОВИЩА, СХЕМИ  
ЗБАГАЧЕННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОГЕННИХ МІНЕРАЛЬНИХ РЕСУРСІВ ГІРНИЧО- МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ТА НЕБЕЗПЕКИ ДЛЯ ДОВКІЛЛЯ МІСЦЬ ВИДАЛЕННЯ ВІДХОДІВ .....	8
1.1 Загальна інформація про запаси та відходи гірничо-металургійного комплексу промислових центрів України .....	8
1.2 Оцінка впливу об'єктів гірничо-металургійної промисловості на стан довкілля .....	12
1.3 Перелік основних категорій техногенних утворень та специфіка їх небезпеки для довкілля .....	16
1.3.1 Промислові відходи та види техногенних утворень .....	16
1.3.2 Специфіка впливу місць видалення відходів гірничодобувної промисловості на компоненти довкілля .....	17
1.3.3 Специфіка впливу місць видалення відходів металургійної галузі на стан довкілля .....	19
1.4 Перспективи використання відходів видобутку та переробки мінеральної сировини як вторинних ресурсів.....	21
РОЗДІЛ 2 МЕТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ З ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ МІСЦЬ ВИДАЛЕННЯ ВІДХОДІВ .....	23
2.1 Характеристика місць видалення промислових відходів на підприємствах гірничо-металургійного комплексу .....	23
2.2 Оцінка впливу місць видалення промислових відходів на довкілля за допомогою методів ДЗЗ та ГІС-технологій.....	28
РОЗДІЛ 3 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ГІРНИЧО- МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ .....	44
3.1 Характеристики технологій складування та захоронення промислових відходів .....	44

3.4 Технології утилізації багатотоннажних мало небезпечних промислових відходів гірничо-металургійного комплексу (ГМК) .....	49
3.5 Технології утилізація відходів металургійної промисловості .....	54
3.5 Заходи щодо зниження негативного впливу породних відвалів на навколишнє середовище .....	59
3.6 Утилізація відходів гірничо-металургійної промисловості .....	62
3.7 Основні напрямки раціонального використання породних відвалів рудних родовищ та вугільних шахт .....	65
3.8 Переробка мінеральної сировини у породних відвалах із використанням пересувних збагачувальних комплексів .....	70
<b>РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ПОВОДЖЕНІ ІЗ ВІДХОДАМИ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ .....</b>	<b>72</b>
4.2 Заходи з охорони праці при експлуатації дробарок .....	72
4.3 Вимоги до техніки безпеки при роботі на породних відвалах .....	74
4.4 Вимоги безпеки під час роботи транспортно-відвальних мостів і від валоутворювачів.....	76
4.5 Вимоги до освітлення підчас планувальних робіт на відвалах .....	77
4.6 Нормування шкідливих речовин.....	79
5.1 Розрахунок екологічного податку на розміщення відходів .....	81
5.2 Розрахунок капітальних витрат .....	83
5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат .....	84
5.4 Розрахунок економічного ефекту від запропонованого рішення .....	85
5.5 Розрахунок терміну окупності.....	85
Додаток А .....	92
Додаток Б.....	94
Додаток В .....	95
Додаток Г.....	96
Додаток Д.....	97

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Виробництво і використання будь-якої продукції, при існуючих технологіях, неминуче призводить до утворення різних видів промислових відходів, які через відсутність ефективних технологічних способів їх переробки розміщуються на різних об'єктах у вигляді відвалів, шламосховищ або неорганізованих звалищах.

Негативною стороною зростання промислового виробництва і масштабів використання природних ресурсів є високі обсяги щорічного утворення і накопичення відходів виробництва і споживання, внаслідок чого твердими відходами зайняті значні площі земель. Особливо гостра ситуація в Україні склалася в сфері утилізації промислових відходів.

У попередні роки накопилася значна кількість відходів у зв'язку з наявністю мінеральної сировини з високим вмістом корисних компонентів, а також недосконалістю технологій та існуючого на той час обладнання. В Україні на теперішній час накопичено понад 30 млрд. т твердих відходів, що утворилися внаслідок народно-господарчої діяльності людини.

Основну частину твердих відходів складають шлаки, які представлені силікатними розплавами. Найбільший обсяг нерудних відходів припадає на Криворізький регіон Дніпропетровської області. На різних родовищах вони мають різні розміри, зерновий, хімічний і мінералогічний склади. Значну частку з них складають відходи гірничо-металургійної промисловості, яких на території Дніпропетровської області знаходиться біля 400 млн. т.

Більше 70% відходів утворено в результаті функціонування підприємств гірничо-металургійного та паливно-енергетичного комплексів. Ці відходи є техногенними ресурсами, що містять корисні компоненти – рідкоземельні метали, вугілля, глинозем, будівельну сировину тощо. Причому переробляється та утилізується тільки 33% від загального річного утворення.

У зв'язку з тим що промислові відходи з одного боку уявляють небезпеку для довкілля й водночас можуть слугувати цінним джерелом вторинних ресурсів, виникає необхідність в обґрунтувати схеми комплексної переробки

відходів гірничо-металургійної галузі із урахуванням факторів екологічної безпеки.

**Об'єкт дослідження** – технології утилізації відходів гірничо-металургійного комплексу та експертна оцінка екологічної небезпеки місць їх видалення.

**Метою роботи** є обґрунтування схеми комплексної переробки промислових відходів із урахуванням факторів екологічної безпеки.

**Для цього необхідно вирішити наступні завдання:**

- провести аналіз характеристик техногенних мінеральних ресурсів гірничо-металургійного комплексу та його небезпеки для довкілля;
- дослідити небезпеку місць видалення промислових відходів методом за дистанційними та розрахунковими методами;
- обґрунтувати ефективні технологічні схеми комплексної переробки відходів підприємств гірничо-металургійної промисловості;
- запропонувати заходи з охорони праці та техніка безпеки при переробці промислових відходів;
- розрахувати економічний ефект від продажу вторинної мінеральної сировини.

**Апробація роботи** проводилась на секції 10 VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молодь: наука та інновації».

**За результатами доповіді надруковано тези:**

Ткаченко Я.С., Бучавий Ю.В. Критичний аналіз шляхів поводження із відходами металургійних підприємств. // Молодь: наука та інновації: Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (Дніпро, 27 листопада 2020 року). – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2020. Т.10 – С. 137–138.

## РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОГЕННИХ МІНЕРАЛЬНИХ РЕСУРСІВ ГІРНИЧО- МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ТА НЕБЕЗПЕКИ ДЛЯ ДОВКІЛЛЯ МІСЦЬ ВИДАЛЕННЯ ВІДХОДІВ

### 1.1 Загальна інформація про запаси та відходи гірничо-металургійного комплексу промислових центрів України

За розвіданими запасами залізних руд Україна займає 3 місце в світі. Підтвержені запаси залізних руд складають майже 26 млрд. т. Вони зосереджені в 5 залізорудних районах (52 родовищах). Промислові запаси та видобуток залізних руд в Україні [1, 9] наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Промислові запаси залізних руд України

Залізорудні райони	Кількість родовищ		Промислові запаси, тис. т.
	Всього	В експлуатації	
Криворізький	29	16	16 946 778
Кременчуцький	5	2	4 326 634
Білозерський	6	2	2 516 707
Жовторіченський	4	2	671 875
Всього:	46	23	24461994

У загальному обсязі відходів виділяють [3] п'ять основних потоків:

- 1) промислові відходи (26%);
- 2) відходи гірничодобувної промисловості (29%);
- 3) будівельні відходи (22%);
- 4) тверді побутові відходи (14%).

З цього обсягу 27 млн. т (2%) є небезпечними відходами.

Кількісне уявлення про обсяги техногенних мінеральних ресурсів у різних галузях промисловості представлено у табл. 1.2.



Таблиця 1.2 – Відходи видобутку та переробки мінеральної сировини

Галузь промисловості	Розкривні і відвальні породи на 1 т сировини, що видобувається	Вихід хвостів збагачення, %	Вихід відходів переробки
Металургія	3–8	30–80	10–20
Вугільна	1–5	10–20	5–20
Гірнична хімія	2–3	20–30	10–20
Будівельні матеріали	До 0,6	20	—

Відходи гірничодобувних підприємств умовно можна розділити на три основні групи:

- 1) великотоннажні розкривні породи;
- 2) відходи, що вміщують породи ;
- 3) відходи збагачення залізних руд;
- 4) відходи переробки сировинного концентрату в готову продукцію.

Великотонажні розкривні породи (60–90%) – нерудні відходи, що утворюються в результаті розробки родовищ корисних копалин відкритим способом і відносяться до порід осадового походження. Ці відходи укладають у штучно створені відвали. Найбільша маса попутних порід утворюється при видобуванні руд чорних і кольорових металів.

При збагачуванні руд, вугілля (відокремлення корисних копалин від пустої породи) утворюється значна кількість дрібнодисперсних відходів – хвостів, шламів, що складаються в основному з пустої породи.

У великій кількості зазначені відходи накопичені в Дніпропетровській, Полтавській, Кіровоградській та інших областях. Найбільший обсяг нерудних відходів припадає на Криворізький регіон Дніпропетровської області. На різних родовищах вони мають різні розміри, зерновий, хімічний і мінералогічний склади.

Друга група – вміщують породи, які утворюються унаслідок

неоднорідності рудного тіла. Діючими на Україні гірничо-збагачувальними підприємствами з видобутку залізних руд, щорічно попутно розробляється більше 60 млн. вмістких гірських порід, з яких значна частина придатна для отримання щебеню.

Ще одним типом є відходи збагачення залізних руд. Після процесу збагачення залізних руд на збагачувальних фабриках формується основний продукт – концентрат, а все що залишається представляється як побічний – відходи збагачення. Відходи становлять 45–50 % загального обсягу сирової руди, що переробляється і в процесі вдосконалення технології збагачення відбуватиметься зміна їх зернового складу [4].

Різноманітні відходи утворюються при переробці сировинного концентрату в готову продукцію на кожній технологічній операції в результаті фізико-хімічних процесів, що протікають при звичайних або високих температурах. На деяких підприємствах утворюється більше 200 найменувань відходів основного та допоміжного виробництва (наприклад, доменні, феросплавні і сталеплавильні шлаки, зола, паливні шлаки, фуси, кисла смолка, кислі гудрони і та ін.).

Дніпропетровська область – одна з ключових промислових регіонів України. Основні галузі виробництва Дніпропетровської області: гірничовидобувна, вугільна, металургійна, машинобудівна, у тому числі ракетокосмічна, хімічна, сільськогосподарська, будівельна та інші. На Дніпропетровщині виробляється майже п'ята частина усієї реалізованої промислової продукції України.

Виробництво і використання будь-якої продукції, при існуючих технологіях, неминуче призводить до утворення різних видів відходів, які через відсутність ефективних технологічних способів їх переробки розміщуються на різних об'єктах.

Підприємства гірничо-металургійного комплексу (ГМК), враховуючи сировинну базу залізних руд, розвинуту мережу промислових підприємств з їх видобутку та збагачення, металургійних підприємств з виробництва чавуну і

сталі, заводів по виготовленню труб та іншої металевої продукції, безумовно, є і будуть залишатися стратегічним промисловим потенціалом України, що забезпечує основну долю фінансових надходжень до бюджету країни. Базу гірничо-видобувної промисловості області складають 10 підприємств з видобутку залізних руд та руд інших кольорових металів.

Гірничо-збагачувальні комбінати Кривбасу видобувають 79,4 % руд залізних неагломерованих та виробляють 46,4 % концентрату залізородного агломерованого в Україні. Видобуток руд залізних неагломерованих у 2019 році склав 102,9 % до рівня 2018 року, а виробництво концентратів залізородних агломерованих склало – 95,6 %. На АТ “Марганецький ГЗК”, АТ “Покровський ГЗК” добувається 100,0 % марганцевої руди в Україні.

Область володіє близько 50 % загальнодержавних запасів корисних копалин, видобувається майже 80 % залізної руди. Наша промислова територія характеризується потужним виробничим потенціалом, він проявляється значним рівнем розвитку важкої індустрії. На підприємства гірничо-металургійного комплексу припадає більше 67 % всієї реалізованої продукції області.

Питома вага добувної промисловості в обсязі реалізації промислової продукції області складає 30,5 % (138,6 млрд. грн.) відповідно до даних, наведених у регіональній доповіді за 2019 рік.

Мінеральні ресурси є основою для розвитку господарства регіону, особливо виробництв чорної металургії, оскільки сировина, що необхідна як для головної продукції, так і для побічних видів, вже наявна при процесі видобутку корисних копалин. Обсяг реалізованої продукції переробної промисловості області у 2019 році склав 274,9 млрд. грн., або 60,6 % усієї реалізованої промислової продукції в області.

Беручи до уваги данні, представлені в «Регіональній доповіді про стан навколишнього середовища Дніпропетровської області за 2019 рік» на металургійну промисловість припадає лєвова частка з усіх по забруднюючим речовинам, що потрапляють до навколишнього середовища.

Головним елементом у зменшенні впливу на системи довкілля є скорочення використання та вводу в розробку нових мінеральних ресурсів. Це можливо за умови залучення до експлуатації вже накопичених техногенних ресурсів, зокрема залізовмісних відходів видобутку і збагачення залізних руд, відходів металургійних підприємств тощо.

## **1.2 Оцінка впливу об'єктів гірничо-металургійної промисловості на стан довкілля**

В процесі розробки родовищ корисних копалин відкритим способом виникають загрози для екосистем. Ключовим фактором впливу є значні площі земель, які використовуються для розробки кар'єрів та розміщення відходів виробництва.

Окрім цього, може негативно відобразитися на рівноважному стані великих порідних масивів проведення небезпечних геологічних процесів (зсуви, карсти та ін.) та зниження рівня підземних вод осушенням значних територій, що призводить до погіршення умов сільськогосподарського виробництва.

Екологічний стан значної частини території України є критичним, внаслідок розвитку підприємств гірничодобувної галузі, який супроводжується інтенсивним використанням надр з великими обсягами видобутку корисних копалин і їх наступною переробкою.

Для України характерні виснажені гірничодобувні регіони з численними екологічними проблемами та застарілим і зношеним обладнанням гірничодобувних і збагачувальних підприємств.

Будь-яке підприємство (гірничодобувне чи переробне) визначається конкретними екологічними показниками впливу його діяльності на навколишнє середовище. Основними чинниками впливу є:

1. Порушення природного масиву внаслідок ведення гірничих робіт.
2. Накопичення відходів гірничодобувного і збагачувального

комплексу.

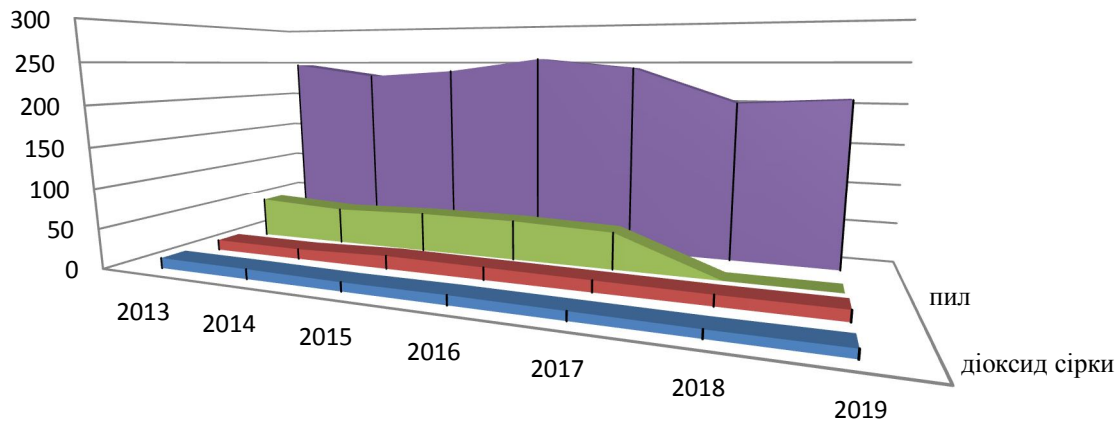
3. Вилучення земель, зокрема сільськогосподарського призначення.
4. Порушення гідрологічного режиму.
5. Забруднення ґрунтів, вод, повітря.

Дані стосовно гірничодобувних регіонів України засвідчують, що ступінь і характер впливу на навколишнє середовищем розробки родовищ окремих видів корисних копалин визначаються переважно характером геологічної структури, типом мінеральної сировини і способом її видобутку.

Порівняльна характеристика регіонального впливу на геологічне середовище різних видів мінеральної сировини у деяких гірничодобувних регіонах та районах наведена в табл. 1.

Таблиця 1.3 – Порівняльна характеристика впливу на довкілля різних видів мінеральної сировини

Регіон/ район (основний вид сировини)	Фактори впливу гірничих робіт на довкілля				
	Порушення денної поверхні , км <sup>2</sup>	Приплив в шахтних вод м <sup>3</sup> /добу	Техногенний розвиток небезпечних геологічних процесів	Обсяги накопичен их відходів, млн. м <sup>3</sup>	Забруднення ґрунтів
Дніпровський (буре вугілля)	20	0,24·10 <sup>6</sup>	Зсуви, підтоплення	Незначні	Важкі метали, нафтопродук ти
Дніпровсько- Донецька западина (нафта і газ)	Незначні і на великих площах	Відсутні	Незначні, локальні	Відсутні	Локально нафтопродук ти, місцями – уран і радій
Криворізький басейн	170	0,13·10 <sup>6</sup>	Просідання, зрушення, зсуви, підтоплення, карст	Понад 50,0	Хімічні сполуки, сірка, солі



**Рисунок 1.1 - Динаміка викидів забруднюючих речовин у м. Кривий Ріг за 2013-2019 рр.**

Примітка: дані за вмістом пилу( 2018 та 2019 рр.) в органах Держкомстату відсутні).

Оцінка якості атмосферного повітря за рівнем забруднення проводиться на стаціонарних постах у м. Кривий Ріг. Ступінь забруднення становить пилу – 5,3 ГДК, діоксиду азоту – 1,5 ГДК, фенолу – 0,7 ГДК, аміаку – 0,5 ГДК, формальдегіду – 4,0 ГДК, діоксиду сірки – 0,24 ГДК, оксиду вуглецю – 0,7 ГДК; оксиду азоту – 0,5 ГДК.

Монооксид вуглецю (CO) і діоксид вуглецю (CO<sub>2</sub>) займають лідируюче положення серед всіх викидів в атмосферу. Однак не менш небезпечним є і сірчистий ангідрид SO<sub>2</sub>, середньодобова гранично допустима концентрація якого в повітрі на висоті 1,5 м від поверхні землі не повинна перевищувати 0,05 мг/м<sup>3</sup>. Сірчистий газ виникає при горінні сірчистих палив і переробці сірчистих руд. У малих концентраціях SO<sub>2</sub> дратівливо діє на слизові оболонки і дихальні шляхи, а при концентрації 0,92 мг/м<sup>3</sup> при короткочасному впливі викликає зміни фотосинтезу.

Характеристики небезпеки для здоров'я від викидів забруднюючих речовин наведені в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Значення гранично допустимих концентрацій (ГДК) і токсичні характеристики забруднюючих речовин

Забруднююча речовина	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Небезпечність для здоров'я
Діоксид азоту	0,085	При невеликих концентраціях спостерігається порушення дихання, кашель.
Оксид вуглецю (угарний газ)	5	Не має запаху, призводить до отруєння, може мати летальний вихід
Діоксид сірки (сірчаний газ)	0,5	При вдиханні викликає задушення, отруєння, можливо набряк легень
Формальдегід	0,035	Токсичний, негативно впливає на ЦНС, репродуктивність, слизові та дихальні шляхи
Сірководень	0,008	Одноразове вдихання при високій концентрації може призвести до летального виходу
Сажа	0,15	Можливо, канцерогенна. Короткочасний вплив у високих концентраціях провокує забруднення дихання.
Пил	0,5	Містить алергени та може містити небезпечні мікроорганізми

За середніми оцінками, тільки 2–5% загального обсягу сировини, що добувається, матеріалізується у вигляді кінцевої продукції. Інші 95–98% попадають у водойми й осідають на їхнє дно, забруднюють атмосферу, розсіюючись на великих територіях або зосереджені у вигляді техногенних утворень на поверхні землі.

### 1.3 Перелік основних категорій техногенних утворень та специфіка їх безпеки для довкілля

#### 1.3.1 Промислові відходи та види техногенних утворень

*Техногенні мінеральні ресурси (ТМР)* – це сукупність техногенної мінеральної сировини, що міститься у відходах гірничо-збагачувального і металургійного (хімічного) виробництва в межах будь-якого регіону або галузі в цілому.

*Техногенне родовище (ТР)* – це техногенне утворення (об'єкт), у якому міститься мінеральна сировина за кількістю та якістю придатна для ефективного використання у сфері матеріального виробництва в даний час або у майбутньому (у міру розвитку науки і техніки).

У категорію родовища техногенне утворення (об'єкт) може бути переведено тільки у разі його позитивної техніко-економічної оцінки в результаті спеціальних геологорозвідувальних робіт.

Різні об'єкти складування відходів визначаються таким чином:

*Об'єкт для розміщення відходів* – полігони зі знешкодження та захоронення промислових і побутових відходів, шламонакопичувачі, хвостосховища та інші споруди, облаштовані і експлуатовані відповідно до проектів; санкціоновані звалища, тобто дозволені органами виконавчої влади території (існуючі майданчики) для розміщення промислових відходів, але не облаштовані у відповідності зі СаніП.

*Полігони зі знешкодження та захоронення промислових і побутових відходів* – споруди для розміщення промислових і побутових відходів, облаштовані і експлуатовані відповідно до проектів.

*Шламонакопичувачі, хвостосховища, золошлакосховища* – споруди для розміщення хвостів збагачення корисних копалин, осадів стічних вод, шламів, шлаків, зол, мулів і т.д. рідких, пастоподібних або твердих відходів, облаштовані відповідно до проектів.



*Відвали, терикони* – штучний насип з відвальних ґрунтів корисних копалин, промислових, побутових відходів.

1.3.2 Специфіка впливу місць видалення відходів гірничодобувної промисловості на компоненти довкілля

Головними факторами впливу на екологічний стан територій гірничодобувних регіонів можна представити такі, як: 1) глобальні порушення ландшафту внаслідок ведення процесу гірничодобувних робіт; 2) накопичення та складання відходів гірничодобувного та переробного комплексів; 3) негативний вплив на гідрогеологічний режим території. Від цих основних факторів йде розгалуження на менш глобальні, але суттєві екологічні наслідки.

Вплив на атмосферу. В даний час одним з основних джерел забруднення повітряного басейну у металургійній галузі є породні відвали. На їх частку припадає близько 51% всіх викидів в атмосферу. Різні прояви дискомфорту в зв'язку з забрудненням повітря (неприємні запахи, зниження освітленості і т.д.) психологічно негативно впливають на людей, погіршують загальний стан: з'являються головні болі, нудота, відчуття слабкості, зниження або втрата працездатності, падіння опірності організму інфекціям. Вітровій ерозії піддаються більшість відвалів, розташованих на території Кривбасу, що збільшує запиленість і загазованість атмосфери регіону. Хвостосховища займають величезні площі, підтоплюють прилеглі території, забруднюють підземні води. Надводні пляжі, що підсихають, створюють інтенсивне пиління.

Вплив на гідросферу. Забруднення атмосфери і ґрунтів позначається на стані водного середовища. Крім того, підземні і поверхневі води мають гідравлічну взаємозв'язок, в результаті чого забруднення поверхневих вод токсичними і шкідливими хімічними речовинами тягне за собою забруднення підземних вод і навпаки. На сьогоднішній день водогосподарська діяльність гірничорудних підприємств Кривбасу характеризується надлишком зворотних

вод. Видобуток і переробка залізної руди пов'язані з великою кількістю відкачки шахтної і кар'єрної води для забезпечення безпечних умов відпрацювання рудних покладів. З метою забезпечення необхідних ємностей для подальшої акумуляції надлишків зворотних вод на протязі вегетаційного періоду 2017 року, а також для безпечного існування Криворізького гірничодобувного регіону та прилеглих територій в цілому, згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів України від 07 грудня 2016 року проводиться скидання із ставка-накопичувача балки Свистунова надлишків зворотних вод у річку Інгулець.

Вплив на земельні ресурси. Розрізняють прямий (безпосередній) і непрямий (опосередкований) вплив гірничих робіт на землю (ландшафт). До першої групи належать впливи, пов'язані з виникненням деформацій земної поверхні в зоні гірських виробок при підземному способі розробки родовищ, зведенням відвалів порожніх порід, спорудою хвостосховищ, будівництвом промислових будівель. Прямий вплив призводить до порушення ґрунтового покриву, зміни режиму ґрунтових і підземних вод, зміни вигляду території, скорочення площ сільськогосподарських і лісових угідь, тобто до утворення нового техногенного ландшафту в зоні гірничого виробництва. До другої групи належать впливи, пов'язані зі зміною стану і режиму ґрунтових вод, що виникають внаслідок прямого впливу гірського виробництва. Непрямий вплив призводить до погіршення якості ґрунту, зниження продуктивності земель, умов зростання рослин і проживання тварин, тобто до деградації природних територій. У загальному випадку, наслідком прямого і непрямого впливу на землі є виникнення несприятливих екологічних факторів: скорочення площ ландшафтів, водна та вітрова ерозія, руйнування ґрунтової структури, мінералізація (засолення). В ході перенесення промислових викидів техногенним потоком має місце трансформація матеріалів-забруднювачів. Речовини забруднювачі, створюючи техногенні потоки, можуть поширюватися на значні відстані від джерела (до 40 км), утворюючи при взаємодії з опадами кислотні дощі «Кислотні» дощі, які утворюються при надлишку в атмосфері

сполук сірки, азоту та вуглецю, вступаючи в ґрунт регіону, сприяють вимиванню катіонів кальцію і появі поглиненого водню, що призводить, перш за все, до погіршення фізичних властивостей цих і без того бідних кальцієм ґрунтів.

В результаті впливу на поверхню відвалів температури, опадів, вітру, внутрішнього тепла великі шматки породи розсипаються до розмірів пилу, яку і суху погоду здуває вітер і забирає на значні відстані, забруднюючи атмосферу. Має місце вітрова ерозія. У 150 м від відвалу концентрація пилу при швидкості вітру 3,5 м /с і вологості повітря 90% може досягати 10-15 мг/м<sup>3</sup>. Ерозійним процесам сприяють зсуви відвалів, що виникають внаслідок їх горіння, перезволоження порід опадами, перевантаження підстав. Забруднення ґрунту викидами в атмосферу відбувається також у зв'язку з осіданням твердих частинок викидів (зола, пил, сажа), поглинанням газів ґрунтом захопленням забруднень хмарами з подальшим вимиванням опадами і залежить: від особливостей джерел забруднення, метеорологічних особливостей регіону, геохімічних факторів ландшафтної обстановки в цілому.

### 1.3.3 Специфіка впливу місць видалення відходів металургійної галузі на стан довкілля

Металургійна галузь є однією з передових сфер промислової діяльності по забрудненню навколишнього природного середовища. Вплив відбувається на всі системи довкілля.

Обсяги виробництва в ГМК країни за видами продукції в січні-липні 2019 р ( за даними сайту GMK Center):

- залізна руда неагломерована – 93,9 млн т (-1,3%);
- залізородні концентрати неагломеровані – 37 млн. т (+4,4%);
- залізородні концентрати агломеровані – 31,3 млн. т (+1,7%);
- вапняк, флюс вапняковий та інший вапняковий камінь для виготовлення вапна та цементу – 3,8 млн. т (+17,4%);

- переробний та дзеркальний чавун – 11,9 млн. т (-0,1%);
- напівфабрикати з плоскою нелегованої сталі – 5,56 млн. т (+0,8%);
- зливки та первинні форми, напівфабрикати для виробництва безшовних труб з нелегованої сталі – 4,1 млн. т (+5,6%);
- обсадні, насосно-компресорні та бурильні труби для буріння нафтових і газових свердловин, безшовні – 118 тис. т (-11,6%);
- труби і трубки круглого перерізу, безшовні – 255 тис. т (+13,4%).

Промислові відходи складаються на великих площах, які займають тисячі гектарів корисних земель. У них накопичено ~ 500 млн. т шлаків і щорічно додається приблизно 80 млн. т.

Шлаковідвали є об'єктами значного негативного впливу на навколишнє середовище. Тверді відходи утворюються практично на всіх стадіях металургійного виробництва. За орієнтовними підрахунками, на отримання 1 т сталі використовується 4,7 т сировини, з яких в тверді відходи йде 0,406 т. На металургійних підприємствах утворюється близько 3 млн. т відходів, з них утилізується лише 34%.

Загальну масу металургійних шлаків складають доменні шлаки (при отриманні 1 т чавуну утворюється 0,4–0,65 т шлаку). У сталеплавильному виробництві шлаків утворюється в 2 рази менше. Всі металургійні шлаки містять, крім заліза, значні кількості сполук фосфору і CaO, а також інші елементи, що використовуються в сільському господарстві в якості добрив. До 1975 р основна маса шлаків ( $\approx 87,6\%$ ) прямувала до відвалів.

Одним із небезпечних викидів підприємств ГМК є парникові гази. Аналіз підсумкових розрахунків викидів парникових газів показав, що їх частка від згоряння палива складає 93,8%, в тому числі частка коксу – 35,2%; технологічних викидів – 6,2%.

При виробництві чавуну утворюється понад 50% загального обсягу технологічних викидів. Питомі викиди парникових газів складають 3,21 т/т сталі, в тому числі на інтегрованих металургійних підприємствах – 2,7 т/т сталі.

## 1.4 Перспективи використання відходів видобутку та переробки мінеральної сировини як вторинних ресурсів

Однією з основних проблем підприємств гірничої і переробної галузі є накопичення великої кількості відходів, які представлені відвальними породами видобутку, збагачення і переробки руд чорних і кольорових металів, нерудної сировини, шлаками та золами ТЕС, породами вуглевидобутку та вуглезбагачення тощо, які займають площу 160 тис. га і одночасно негативно діють на стан геолого-екологічного середовища.

В той же час техногенні відходи вміщують велику кількість цінних компонентів, які можуть бути потенційними джерелами мінеральної сировини. Таблиця 1.5 – Основні джерела кольорових та рідкісних металів у відходах України

Назва відходів	Метали
Шлами при переробці цирконієвої та титанової сировини	Zr, Ni, Sr
Відходи твердосплавного виробництва	W, Co, Mo, Ta, Nb, Ti
Відходи виробництва феросплавів	W, Co, Mo, Nb
Відходи переробки ільменіту	V, Zr, Nb, Ta,
Відходи переробки піритних концентратів	Se, Te, Au
Золи і шлаки ТЕЦ	Se, Y, Ni, V, Zn, Ge, Ga, Al, Ag
Червоні шлами глиноземного виробництва	V, Ga, Zr, Sc, Y, Au, Pt
Хлоридні відходи виробництва титану	Sc, V, Y, Ta, Nb, Cu
Промпродукти переробки цинкового концентрату	In, Ge, Cd, Cu, Pb
Шлаки виробництва нікелю	Cr, Zr
Шлами і пил металургійних підприємств	Zn, Pb, ,Cu, Sn
Шлами збагачення залізних руд	Zn, Pb, Ag, Au, Cu

Система моніторингу відходів сировини гірничо-металургійного комплексу у плановій економіці враховувала наявність запасів різних видів корисних копалин, об'єми відходів утворених в результаті розробки місць виробництва.

Відсутність важливих економічних та екологічних оцінок у такій системі, непрозорість та заплутаність у наявній інформації є значним погіршувачем розвитку всього комплексу в цілому і окремих галузей зокрема. Диверсифікація існуючих відходів неможлива без урахування всього комплексу геолого-екологічної інформації, чіткого уявлення про стан та мінеральний об'ємний склад місць видалення, а також оцінки інформаційного забезпечення цього процесу.

Незважаючи на труднощі і ризики, перспективність використання сировини гірничих відвалів очевидна, тому їх утилізація дозволяє вирішувати одночасно цілий ряд економічних, соціальних та екологічних проблем.

Таким чином, промислові відходи підприємств України є не тільки джерелом забруднення навколишнього середовища, але й разом з тим додатковим джерелом для отримання цінних металів та нерудної мінеральної сировини.

### **1.5 Висновки до розділу**

Сьогодні на території багатьох індустріально розвинутих регіонів України знаходяться величезні обсяги промислових відходів, причому спостерігається тенденція щодо збільшення цих обсягів навіть попри спад виробництва продукції гірничо-металургійних підприємств.

Промислові відходи в місцях їх видалення мають комплексний вплив на усі компоненти навколишнього середовища та уявляють небезпеку для здоров'я населення для мешканців прилеглої території.

Водночас техногенні відходи вміщують велику кількість цінних компонентів, які можуть бути потенційними джерелами мінеральної сировини.

## РОЗДІЛ 2 МЕТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ З ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ МІСЦЬ ВИДАЛЕННЯ ВІДХОДІВ

### 2.1 Характеристика місць видалення промислових відходів на підприємствах гірничо-металургійного комплексу

Основними забруднюючими підприємствами Дніпропетровської області залишаються представники гірничо-металургійної промисловості. Основні запаси багаті залізної руди видобуваються на трьох головних підприємствах Кривбасу:

1. ВАТ «Криворізький залізорудний комбінат» (КЗРК), який нині розробляє 4 родовища: ш. ім. Леніна, ш. «Гвардійська», ш. «Октябрьська», ш. «Батьківщина»;
2. ВАТ «Суха балка» (ш. ім. Фрунзе, ш. «Ювілейна»);
3. ВАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» (колишнє РУ ім. Кірова);
4. Запорізьким залізорудним комбінатом (ЗЗРК), який розробляє Білозерське родовище.

На території Криворізького басейну діє, в цілому, п'ять гірничо-збагачувальних комбінатів, які за період свого функціонування складували відходи збагачення залізистих кварцитів в шести хвостосховища.

У даній роботі *об'єктами дослідження* є місця утворення та характеристики промислових відходів підприємств ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» та «Північний гірничо-збагачувальний комбінат».

Характерними об'єктами видалення відходів металургійного виробництва є породні відвали та шламосховища. Загальні відомості про виробничу діяльність, технологічні процеси та промислові відходи цих підприємства наведено нижче.

**ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»** представляє собою металургійне підприємство повного циклу. Діяльність комбінату охоплює весь виробничий ланцюжок від видобутку залізної руди і виробництва коксу до виготовлення готової металопродукції. Підприємство виробляє напівфабрикати, а також сортовий і фасонний прокат. Основна продукція - квадратна заготовка (поставляється переважно в Туреччину і країни Північної Африки), арматура та катанка (1/3 продукції продається на внутрішньому ринку, решта експортується в країни Європи, Азії, Африки).

Видобуток і збагачення залізної руди здійснюється:

– закритим способом – шахтоуправління (2 шахти, гірський цех, дробильно-сортувальна фабрика), 1600 тис. т агломераційного залізняка;

– відкритим способом – гірничозбагачувальне виробництво (рудоуправління, дробильні фабрики, гірничо-транспортного цеху, рудозбагачувальних фабрики, цех шламового господарства), 9800 тис. т залізорудного концентрату.

Загалом на ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» основними видами є відходи видобутку і збагачення руди залізної, а саме: розкривні та пусті породи, хвости збагачення, відходи металургійного виробництва – шлаки доменні, сталеплавильні, шлами, окалина тощо.

До місць видалення відходів ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» відносяться: відвал «Степовий» відходів розробки кар'єрів руди залізної; відвал «Дальній» відходів розробки кар'єрів руди залізної; хвостосховище «Об'єднане. Четверта карта»; хвостосховище «Миролюбівське» [3].

Місця виділення відходів підприємства у вигляді породних відвалів:

«Дальні» – на відстані 2,4-3,0 км на південь від території основного проммайданчика металургійного виробництва;

Відвали 2–3 і «Степовий» – на відстані 9–11 км на захід від основного проммайданчика.



На рис. 2.1 представлено основні об'єкти технологічного процесу використання надр та території для видобутку, переробки та подальшого видалення вже відпрацьованих порід.



**Рисунок 2.1 – Аерофотознімок території розташування ПАТ «Арселор-Міттал Кривий Ріг»**

У південно-західному напрямку, на відстані 1,6 км від південної межі кар'єра №3 ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» знаходиться відвал «Степовий». Вздовж східної межі відвала розміщується селище Рудничне. Вздовж західної межі відвалу розміщується селище Степове. На південний захід від відвалу «Степовий» знаходяться землі Відвалів 2 та 3.

Північніше основного промайданчика гірничо-збагачувального виробництва «АрселорМіттал Кривий Ріг» знаходяться відвали «Дальні», які на північному заході межують з Миролубівським хвостосховищем, на півдні – з хвостосховищем «Об'єднане». Загальна площа відвалів пустих порід – 1156,0 га, шламосховища – 863,0 га.

**Місце виділення відходів на ПрАТ «Північний ГЗК»** представляє собою шламосховище, загальною площею –1750 га, рівень води (абс. відм.) – 137,9 м. Об'єм шламів – 394,0 млн. м<sup>3</sup>. Мінеральний склад шламів (%): магнетит – 11,7; гематит – 4,32; кварц – 47,34; карбонати –3,70; слюди і хлорит – 6,52; амфібол і піроксен – 18,96; інші – 3,88. Вміст пиловидних глинистих часток – 3,08 %.

До хвостосховища, крім надходження шламової пульпи, здійснюється скид кар'єрних вод (2,5 млн. м<sup>3</sup>/рік), мінералізованих шахтних вод (5,5 млн. м<sup>3</sup>/рік), господарчо-побутових умовно очищених стоків (13,0 млн. м<sup>3</sup>/рік), стоків очисних споруд ПівнГЗК (36,15 тис. м<sup>3</sup>/добу). Також до шламосховища потрапляють атмосферні опади і поверхневі фільтраційні води із побудованих навколо дренажних споруд.

Ситуаційний план території місця виділення відходів ПрАТ «Північний ГЗК» наведено на рис. 2.2.



**Рисунок 2.2 – Аерофотознімок об'єктів підприємства «Північного ГЗК»**

До місць видалення відходів «Північного ГЗК» відносяться: балка «Петрова» з обсягом 375 млн. м<sup>3</sup>; «Войково» –106 млн. м<sup>3</sup>; «Об'єднане» (разом з НКГЗК) – 250 млн. м<sup>3</sup>; балка «Грушевата» – 19 млн. м<sup>3</sup>.

Обсяги валових викидів від досліджуваних підприємств наведені в табл. 2.1 [5]

Табл. 2.1 – Характеристика досліджуваних підприємств

Підприємство-забруднювач	Валовий викид, тис. т.		Зменш. /- Збільш. / + (%)	Причина зменшення/ збільшення
	2018р.	2019р.		
ПрАТ «Арселор-Міттал Кривий Ріг»	208,2	230,8	+10,85	Збільшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на 10,9 % пов'язано зі збільшенням об'ємів виробництва основних видів продукції: агломерату на 14,3 %, чавуну на 14,9 %, твердої сталі на 11,7 %, коксу на 3 %. При цьому експлуатація основних технологічних агрегатів і ГОУ зв'язаних з ними, на яких проведена реконструкція (агломашина №№ 4,5 АЦ № 2, хвостові частини а/м 3-6, КБ-5 КХВ) дозволила знизити викиди на 2,7 %.
ПрАТ «Північний ГЗК»	6,798	9,099	- 25,29	Зниження обсягів виробництва обкотишів

У процесі видобутку бідних залізних руд до збагачувальних фабрик потрапляють залісті кварцити з масовою часткою заліза приблизно 35–37%. Кварцити з масовою часткою заліза 10-14% вважаються придатними до збагачення і переходять на наступні етапи виробництва, а магнетитові кварцити

з масовою часткою заліза <10% вважаються за не кондицію та відправляються до відвалів ГЗК. [1,8]

Аналізуючи наявні літературні матеріали можна зробити висновок, що вміст заліза в хвостах збагачення при мінімальних умовах становить приблизно 14-16%

## **2.2 Оцінка впливу місць видалення промислових відходів на довкілля за допомогою методів ДЗЗ та ГІС-технологій**

Геоінформаційні системи і технології вміщують значну кількість прийомів аналізу просторових об'єктів, за допомогою яких досліджують структуру та морфологію явищ з їх кількісною оцінкою. Застосування цих технологій в управлінні та моніторингу гірничопромислових територій та об'єктів, дослідженні джерел забруднення природного середовища дає змогу накопичувати та аналізувати геопросторову інформацію, суттєво збільшити оперативність й якість роботи у порівнянні з традиційними методами.

Першим етапом моделювання із використанням ГІС є вибір власне геоінформаційного середовища, збір та систематизація геоданих та забезпечення можливості їх опрацювання та аналізу. Цей етап реалізують за допомогою приведення всієї інформації до єдиного формату – створення цифрової моделі (банку геоданих), що описує стан ландшафтно-техногенної системи. У широкому розумінні слова “банк даних” є сукупністю відомостей про об'єкти реального світу у певній предметній області. В нашому випадку це інформаційна система, що забезпечує процес управління геопросторовими даними досліджуваних об'єктів.

Геоінформаційні системи володіють потужним інструментом побудови просторових моделей, а також інструментом просторового та непросторового аналізу даних, за допомогою яких виявляються закономірності, властиві об'єкту моніторингу, на підставі виявлених закономірностей визначаються

показники, що характеризують динаміку змін процесу або явища в часі та просторі.

Геоінформаційні технології надають можливість провести моніторинг за станом місць видалення відходів, визначити ступені раціонального використання виявленої території, визначити вплив досліджуваних територій на навколишнє середовище і за результатами моніторингу внести пропозиції щодо змін існуючої системи зберігання і, при необхідності, диверсифікації відходів гірничо-видобувного комплексу.

Для оцінки впливу небезпечних об'єктів на навколишнє середовище застосовують зазвичай як *прямі методи*: фізико-хімічні, методи біоіндикації, так і *непрямі* до яких відносять дистанційні та розрахункові. Останні методи застосовуються якщо необхідно оперативно отримати інформацію про екологічні показники на значній за площею території і при цьому відсутня можливість або необхідність у безпосередній взаємодії з об'єктом дослідження.

У табл. 2.2 представлено перелік показників, за якими можна охарактеризувати вплив техногенного родовища (шламонакопичувача) на екологічний стан прилеглої території, що визначались на основі розрахункових та дистанційних методів.

Таблиця 2.2 – Показники, для визначення впливу місць видалення відходів на екологічний стан прилеглої території за непрямими методами

№	Показник, одиниця виміру	Опис, методика визначення (методи оцінки)
1	Ступінь озеленення території відвалів та його санітарно-захисних зон, %	Визначається за результатами аналізу мультиспектральних аерофотознімків території відвалів за нормованим вегетативним індексом (NDVI)
2	Ступінь зневодненої поверхні шламосховищ, %	Визначається за допомогою мультиспектральних аерофотознімків за NDVI або водним індексом (NDWI2)
3	Кількість пилу, що	Розраховується згідно вказівок: «Методика

№	Показник, одиниця виміру	Опис, методика визначення (методи оцінки)
	здувається з поверхні відвалів, т/рік	расчета вредных выбросов (сбросов) для комплекса оборудования открытых горных работ (на основе удельных показателей)», Люберцы 1999.
4	Перевищення граничнодопустимих концентрацій (ГДК) за межами СЗЗ від пилу що дме з поверхні відвалу	Розраховується згідно вказівок «Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий». ОНД-86. Госкомгидромет. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 94 с.
5	Об'єм відвалів, м <sup>3</sup> та оцінка динаміки накопичення відходів	Визначається за цифровою моделлю висот (DEM), побудованої за даними радарної зйомки від супутника із синтезованою апертурою Sentinel-1 та групою інструментів 3D-Analyze програмного комплексу ESRI ArcGIS 10

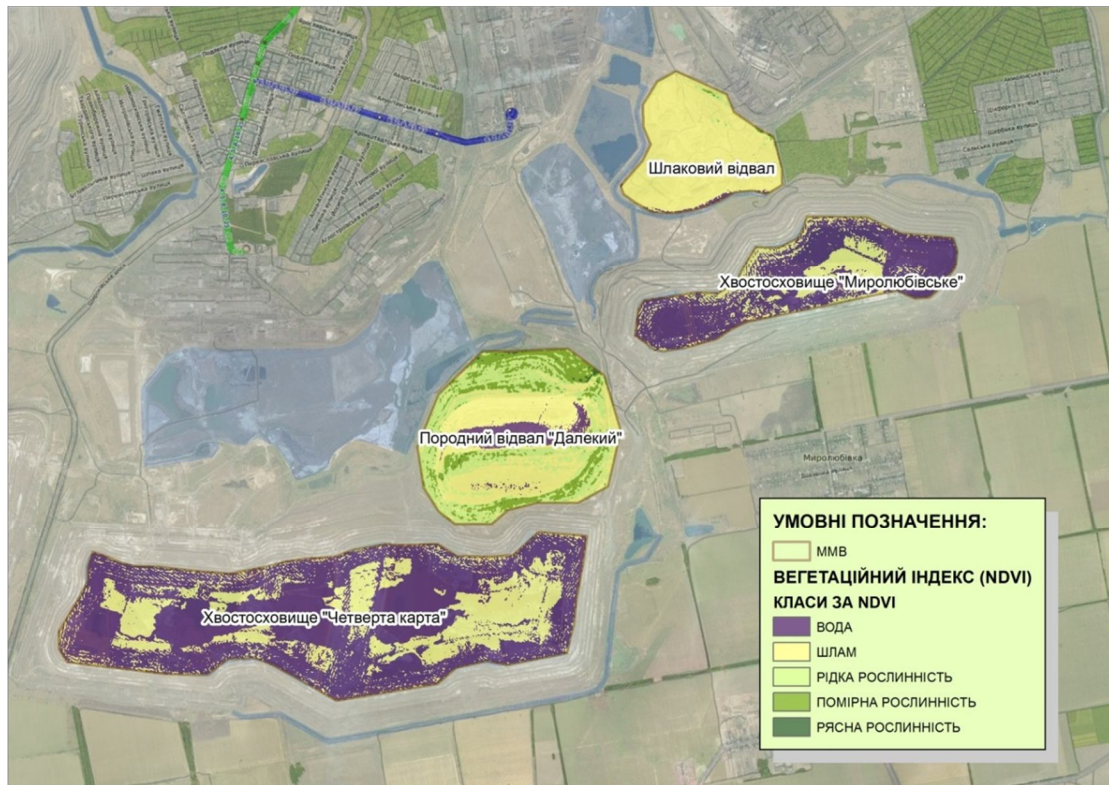
Для оцінки ступеня озеленення породних відвалів використовувався вегетаційний індекс – NDVI, котрий обчислюється за формулою:

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (2.1)$$

де, NIR – відображення у ближній інфрачервоній області спектра;

RED – відображення у червоній області спектра.

Відповідно до формули 2.1, щільність рослинності (NDVI) у певній точці зображення дорівнює різниці відображеного світла в червоному і інфрачервоному діапазоні, поділений на суму їх різниць (рис. 2. ).

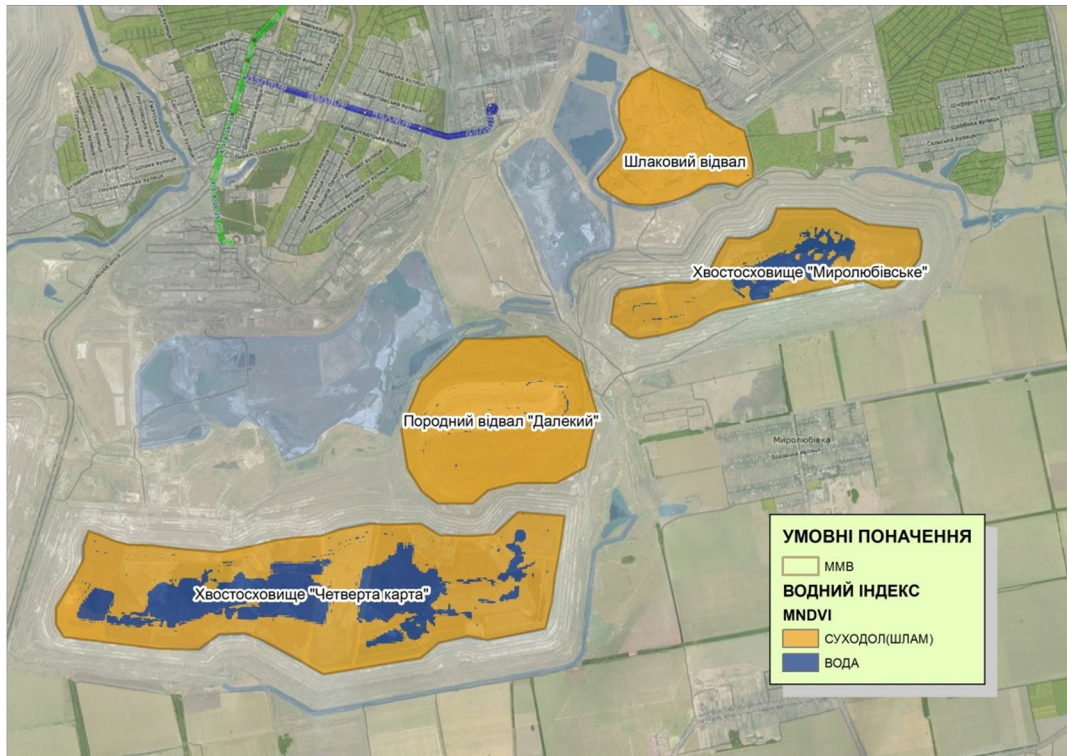


**Рисунок 2.3 – Оцінку ступеню озеленення місць видалення відходів за допомогою вегетаційних індексів (NDVI)**

Детальний аналіз класифікації досліджених площ виконувався за допомогою інструментів зональної статистики у програмі ArcGIS 10 (табл.2. ). Таблиця 2. – Аналіз класифікації площ (га), місць видалення відходів за вегетаційним індексом NDVI.

Об'єкт (ММВ)	Вода	Шлами	Розряджена рослинність	Помірна, рослинність	Рясна, рослинність
Шлаковий відвал	224	11249	192	63	9
Породний відвал "Далекий"	2220	9112	6837	3750	122
Хвостосховище "Войково"	11131	6452	0	0	0
Хвостосховище "Четверта карта"	32488	15082	0	0	0
Хвостосховище "Миролюбівське"	11559	4767	0	0	0
Породний відвал "Лівобережний"	11612	54374	7143	389	4

Для визначення обводнених ділянок шламосфховищ використовувався водний індекс MNDWI (рис.2.4 ).



**Рисунок 2.4 – Визначення обводнених площ хвостосховищ за допомогою водного індексу (NDWI)**

Результати зонально-статистичного аналізу обводнення територій наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Аналіз класифікації площ місць видалення відходів, га

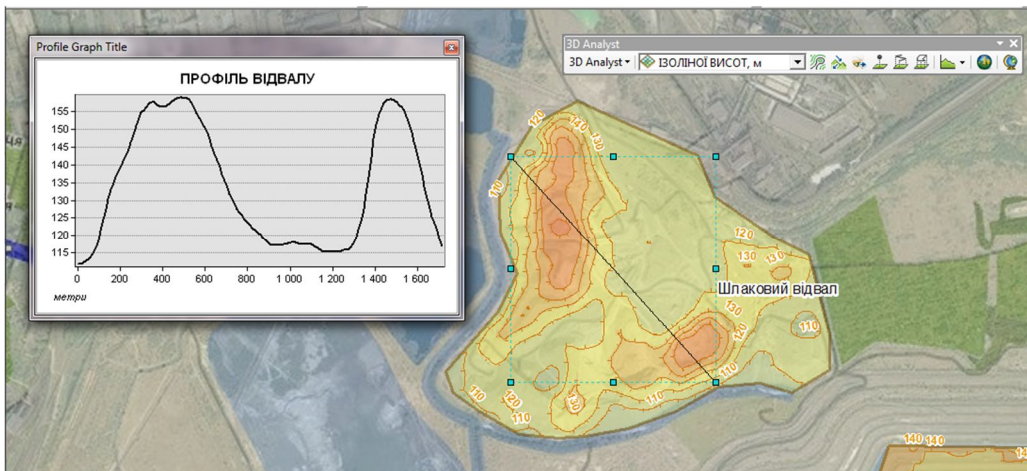
Об'єкт (ММВ)	Суходол (шлами)		Вода	
	га	%	га	%
Шлаковий відвал	11725	99,90	12	0,10
Породний відвал "Далекий"	21854	99,15	188	0,85
Хвостосховище "Войково"	11733	66,73	5850	33,27
Хвостосховище "Четверта карта»	34073	71,63	13497	28,37
Хвостосховище "Миролубівське"	13282	81,35	3044	18,65
Породний відвал "Лівобережний»	73509	99,98	12	0,02



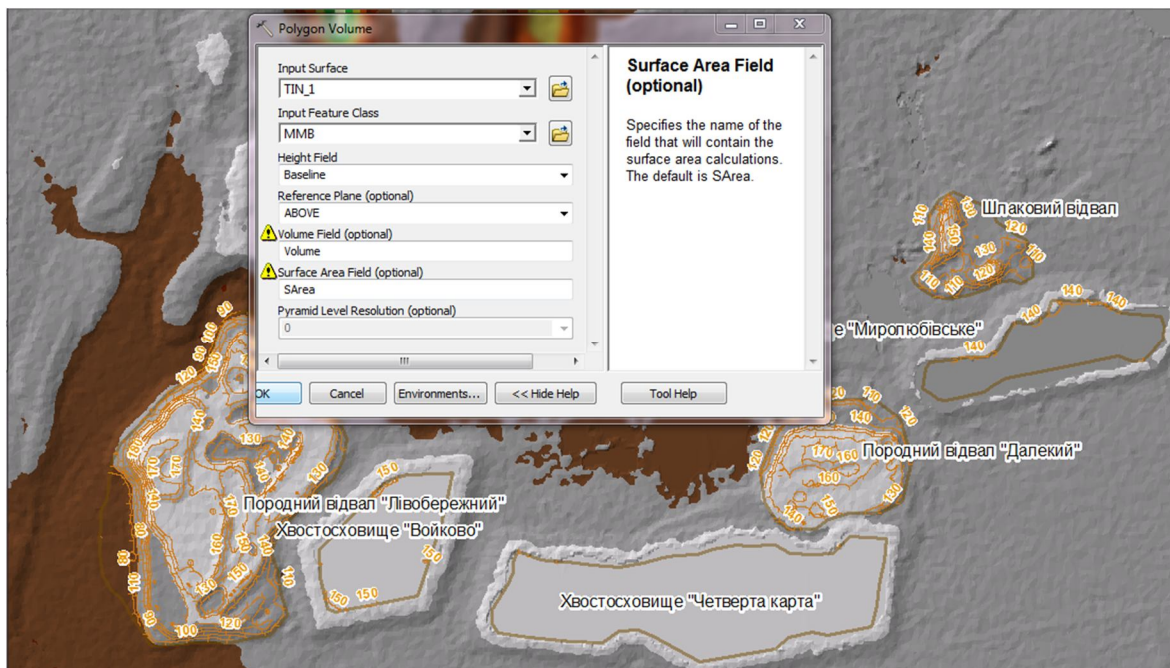
Для визначення геометричних характеристик місць видалення відходів, а також оцінки об'ємів відходів була побудована його 3D-модель за допомогою аерофотознімків, отриманих з радарного супутника SENTINEL-1.

Побудова ізоліній висот та картографування території за ними виконувалася у програмі *Arcmap* із використанням інструментів *3D Analyst Tools*.

План одного із відвалів та його профіль наведено на рис. 2.5, а 3D-модель представлено на рис. 2.6.



**Рисунок 2.5. – Побудова ізоліній висот та профілю шлакового відвалу**



**Рисунок 2.6. – Побудова TIN моделі для визначення об'ємів відходів**

На основі TIN моделі об'єктів та інструменту 3D-аналізу було визначено об'єми певного місця видалення відходів та проведено рангування за цим показником. Результати оцінки зведені до табл. 2.5

Таблиця 2.5 – Рангування місць видалення відходів за об'ємом

Об'єкт (ММВ)	Висота основи (над рівнем моря)	Об'єм, м. куб станом на 23.11.2020	РАНГ за обсягом
Шлаковий відвал	100	3372000	3
Породний відвал "Далекий"	100	13237300	2
Хвостосховище "Войково"	150	6400	4
Хвостосховище "Четверта карта"	150	300	5
Хвостосховище "Миролюбівське"	140	10500	6
Породний відвал "Лівобережний"	70	60624600	1

За результатами досліджень Породний відвал "Лівобережний" посідає перше місце, друге місце посідає породний відвал "Далекий". Натомість шламосховища мають відносно низькі показники обсягів відходів.

Слід зауважити, що запропонований метод визначення об'ємів із використанням обробки даних від радарних супутників дозволяє ефективно аналізувати динаміку обсягів накопичення відходів, оскільки радарні фотознімки оновлюються щотижня.

Ці дані є корисними, оскільки дозволяють визначити пріоритетні для експлуатації місця виділення відходів, проте необхідно урахувати також екологічну небезпеку для довкілля від такої розробки.

## 2.3 Методика експертної оцінки впливу місць видалення відходів на довкілля та технологій щодо їх утилізації

Вплив будь-якого техногенного об'єкту на довкілля в цілому може бути оцінений як прийнятний або неприйнятний. У випадку якщо кількісні зміни (порушення, забруднення) в природному середовищі в зоні впливу об'єкту не перевищують гранично допустимих значень, такий вплив визначається прийнятним. Якщо відповідні зміни їх перевищують, то має місце неприйнятний вплив.

Можна окреслити деякі похідні поняття впливу техногенного об'єкту на навколишнє середовище [5-7]: - інтенсивність впливу – характеристика кількісних змін складових природного середовища за одиницю часу (г/с, т/рік, га/рік, тощо); - ступінь впливу – характеристика відносної величини надходження забруднюючих агентів (речовин), від загальної кількості викидів і скидів, а також оцінка порушеності компоненту від загальної його площі чи кількості, визначається у %; - небезпека впливу – характеристика співвідношення між фактичною та нормативною величиною впливу (ГДК, ГДВ тощо), визначається у відносних величинах; якщо таке співвідношення більше 1, то небезпека існує.

Джерела впливу на довкілля в процесі розробки родовищ та після виведення їх з експлуатації можна групувати за розміщенням (стаціонарні, пересувні), характером впливу (прямі, опосередковані, просторові, енергетичні, хімічні, фізичні тощо), часом дії (етапи будівництва, експлуатації та після закриття), постійністю дії (постійні, періодичні, епізодичні), нормативністю умов (нормативні чи аварійні).

Перспективним методом аналізу впливів техногенних об'єктів на навколишнє середовище є застосування матричного аналізу. При цьому використовують різні типи матриць, такі як контрольні списки типів впливу, контрольні списки об'єктів, що зазнають впливу, прості причинно-наслідкові

матриці, складні матриці екологічних наслідків господарської діяльності і зворотних реакцій..

Прикладом такого підходу служить матриця Л. Леопольда, призначена для оцінки впливу нововведень, яка дає наочне уявлення про структуру взаємодій. В одному з прикладів застосування матриці Леопольда у рядках запропоновано 88 компонентів природного середовища, а у шпальтах наведено 100 типів впливу, тобто число можливих взаємодій налічує 8800 [9]. Якщо процес діяльності нововведень викликає зміну того чи іншого компонента середовища, то відповідна клітинка у матриці певним чином зазначається, фіксуючи взаємодію.

У більш складних матрицях проводиться ранжирування інтенсивності впливу та значимості змін в соціоекосистемах. Агреговані показники розраховуються при перемножуванні ваги впливу і значимості змін в екосистемах, потім ці значення підсумовуються по горизонталі і по вертикалі матриці, таким чином визначаються найбільш інтенсивні дії і виявляються найбільш чутливі або найбільш змінюються об'єкти, які відчувають вплив [10].

Вирішення проблеми поводження з техногенними відходами потребує створення наукових засад підвищення екологічної безпеки територій їх розміщення, прогнозування змін у навколишньому середовищі та створенні комплексних рішень з подальшого використання корисних компонентів відходів гірничо-металургійного та паливноенергетичного комплексів.

Головними джерелами екологічної небезпеки очевидно виступає забруднення повітря, води й ґрунту підприємствами промислової галузі: металургії, енергетики, хімічної промисловості, а також виробництва будівельних матеріалів, які широко представлені в багатьох містах України. Внесок у забруднення повітря вносять викиди автотранспорту, а також викиди численних теплових та інших джерел, зокрема, в атмосферу потрапляють речовини, що випаровуються із поверхні води й ґрунту. Внесок у забруднення води вносять оборотні води, водний транспорт, зарегулювання стоку а також біота (забруднення у вигляді екскрементів), а також процеси взаємодії з

повітрям (опади) і ґрунтом (десорбція). Забруднення ґрунту відбувається в результаті водної ерозії, внесення агрохімікатів і пестицидів, меліорації, а також через адсорбцію речовин з водних об'єктів.

Критеріями впливовості того чи іншого чинника на якісний стан перелічених компонентів довкілля можуть виступати інтенсивність, періодичність та наслідки впливу виробничих, та інших техногенних процесів, що їх супроводжують. Рівень впливовості варто оцінювати у балах за результатами аналізу наукових (літературних) джерел щодо стану об'єктів довкілля, візуальних спостережень за ними, вимірів показників, що характеризують їх стан (за допомогою приладів і лабораторних аналізів), досліджень об'єктів на моделях тощо.

Такий методологічний підхід фактично базується на експертному оцінюванні впливу певних промислових об'єктів на рівні екологічної небезпеки цих об'єктів, як на окремі компоненти навколишнього середовища, так і для довкілля в цілому. Для його реалізації в було запропоновано уніфіковану методику комплексного оцінювання екологічної небезпеки техногенного впливу на довкілля. Оцінювання впливу певних чинників, з метою апробації методики, проводилось на територіях вугледобувних регіонів за шкалою з 4-х балів (0, 1, 2, 3), а потім комплексне – за підсумковою 15-бальною шкалою, рівномірно поділеною на три рівня, що дозволило оцінити та порівняти за впливом на довкілля як способи ліквідації шахт, так і ефективність реалізації природоохоронних рішень та заходів, тобто технологій, спрямованих на поліпшення якості довкілля вугледобувних регіонів.

**Етап 1.** Проводиться обстеження певного промислового регіону, виконується ідентифікація видів і джерел екологічної небезпеки, визначаються пріоритетні чинники певного виробництва чи технології, які визначають стан компонентів довкілля регіону, за впливом яких у подальшому визначатиметься комплексний рівень їх екологічної небезпеки.

Пріоритетні чинники доцільно обирати за інтенсивністю впливу на довкілля на основі наявних або апріорних даних, тобто на основі аналізу даних

відповідного напрямку про характер і наслідки забруднення об'єктів довкілля в результаті функціонування певних промислових об'єктів або запровадження технологій. Також можливе використання даних статистичних звітів про обсяги викидів та скидів забруднюючих речовин, обсяги утворення та утилізації відходів, інформації про рекультивацію порушених земель та про ефективність застосовуваних природоохоронних заходів.

Обрані пріоритетні чинники, загальна кількість яких може дорівнювати  $n$ , заносять в табл. 2.6 (стовбець 2), подану у вигляді типової форми, подальше заповнення якої проводиться згідно з наступними етапами.

Таблиця 2.6 – Комплексна оцінка рівня екологічної небезпеки породних відвалів для основних компоненти довкілля.

№	Техногенні наслідки функціонування промислового об'єкта чи технології, як чинники негативного впливу на довкілля	Оцінка екологічного впливу чинників на основні компоненти довкілля, в балах – $A_{ni}$					Сумарні оцінки за окремими чинниками впливу
		Атмосфера	Гідросфера	Літосфера	Ґрунти	Біота	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Назва чинника 1,	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$	$A_{14}$	$A_{15}$	$\sum_1^5 A_{1i}$
2	Назва чинника 2,	$A_{21}$	$A_{22}$	$A_{23}$	$A_{24}$	$A_{25}$	$\sum_1^5 A_{2i}$
...	...	...	...	...	...	...	...
$n$	Назва чинника $n$	$A_{n1}$	$A_{n2}$	$A_{n3}$	$A_{n4}$	$A_{n5}$	$\sum_1^5 A_{ni}$
I	Сумарні бали за всіма чинниками впливу (суми значень стовбців 3-8)	$\sum_1^n A_{n1}$	$\sum_1^n A_{n2}$	$\sum_1^n A_{n3}$	$\sum_1^n A_{n4}$	$\sum_1^n A_{n5}$	$\sum_1^n \sum_1^5 A_{ni}$
II	Середні бали (середні значення стовбців 3-8)	$\bar{A}_{n1}$	$\bar{A}_{n2}$	$\bar{A}_{n3}$	$\bar{A}_{n4}$	$\bar{A}_{n5}$	КРЕН
III	Загальний стан компонентів довкілля в регіоні (евристичні або експертні оцінки) *	$A_{e1}$	$A_{e2}$	$A_{e3}$	$A_{e4}$	$A_{e5}$	$\sum_1^5 A_{ei}$

**Примітка.** \*Загальний стан компонентів довкілля в регіоні  $A_{ei}$ , отриманий на основі евристичного або експертного оцінювання, що наводиться в рядку III, слугує орієнтиром, їх

сума  $\sum_1^5 A_{ei}$  – певною мірою достовірності розрахункової величини КРЕН.

Зауважимо, що у рамках курсової роботи техногенними наслідками функціонування промислового об'єкта можуть виступати окремі чинники негативного впливу, що по різному впливають на окремі компоненти навколишнього середовища, наприклад: викиди двооксидів сірки та азоту; викиди оксиду вуглецю; викиди суспендованих частинок у вигляді пилу (інертні частинки, частинки свинцю, цинку, кадмію тощо); скиди забрудненої води (з низьким рівнем кисню, з високим рівнем БСК, з підвищеним рівнем важких металів і т.д); складування відходів (відвали гірської породи, металургійного шлаку, накопичення шламів тощо).

**Етап 2.** Проводиться оцінювання екологічного впливу кожного  $n$ -го чинника на кожний  $i$ -ий компонент довкілля ( $i=5$ ) в балах –  $A_{ni}$  за 4-бальною шкалою, враховуючи інтенсивність та характер викидів чи скидів підприємства у часі та взаємний зв'язок забруднювачів, відповідно до схеми (рис. 2.7):

0 – вплив відсутній, тобто суб'єктивно не відчутний і відповідає існуючим нормам, встановленим для певного з компонентів довкілля;

1 – мінімальний або опосередкований вплив, рівень якого наближений до граничних нормативних значень, але їх не перевищує (опосередкований вплив проявляються не прямо, а через інші показники);

2 – періодичний безпосередній або опосередкований вплив, тобто прямі і не прямі показники перевищують встановлені норми у певному відсотку випадків;

3 – безперервний безпосередній вплив, тобто спостерігається постійне перевищення нормативних показників.

Значення  $A_{ni}$  заносять у відповідні клітини таблиці, що розташовані на перехрестях рядків від 1 до  $n$ -го та стовпців 3-7).

Оцінки, що перевищують 0 балів свідчать про впливовість того чи іншого обраного для аналізу чинника, тобто дозволяють залишити певний чинник для подальшого комплексного оцінювання рівня екологічної небезпеки досліджуваного промислового об'єкта. Якщо для певного  $n$ -го чинника буде виставлено п'ять нулів, то очевидно чинник виключають, як не впливовий.

**Етап 3.** Виконується аналітична обробка виставлених оцінок  $A_{ni}$  шляхом обчислення сум відповідних стовпчиків, позначених у рядку I та середніх балів  $\bar{A}_{ni}$  у рядку II:  $\bar{A}_{n1} = \frac{1}{n} \sum_1^n A_{n1}$ ;  $\bar{A}_{n2} = \frac{1}{n} \sum_1^n A_{n2}$ ;  $\bar{A}_{n3} = \frac{1}{n} \sum_1^n A_{n3}$ ;  $\bar{A}_{n4} = \frac{1}{n} \sum_1^n A_{n4}$ ;  $\bar{A}_{n5} = \frac{1}{n} \sum_1^n A_{n5}$ , що фактично визначають вплив всіх обраних пріоритетних чинників на частинний рівень екологічної небезпеки (ЧРЕН), тобто відповідно на атмосферу, гідросферу, літосферу, ґрунти і біоту за шкалою 0–3.

Остання середня: КРЕН =  $\frac{1}{n} \sum_1^n \sum_1^5 A_{ni}$  – характеризує комплексний рівень екологічної небезпеки певного виробництва чи технології на довкілля за кумулятивною шкалою 0 – 15, що визначається сумациєю частинних рівнів екологічної небезпеки, тобто сумациєю  $\bar{A}_{ni}$  (значень ЧРЕН). Зауважимо, що величина КРЕН визначається як сумою рядка II, так і стовпчика 8, збіг значень яких підтверджує правильність виконання розрахунків.

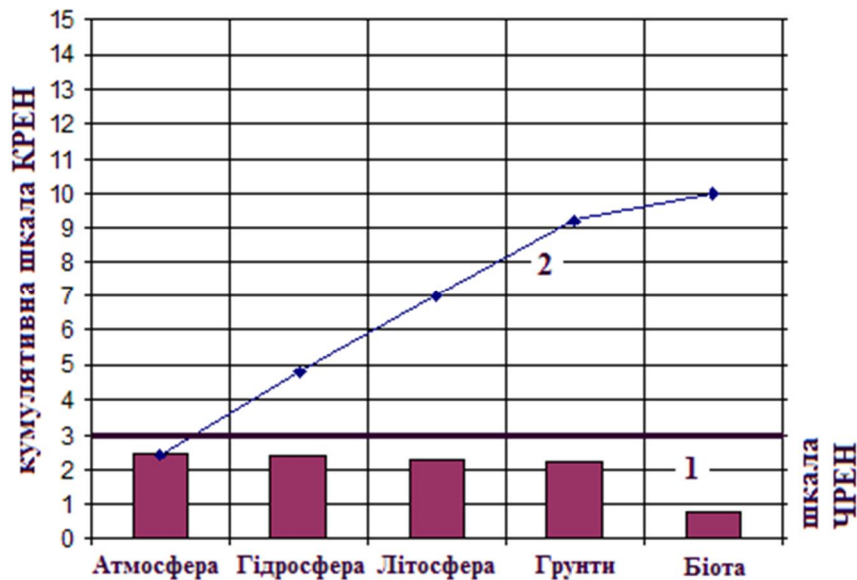
**Етап 4.** За визначеним на етапі 3 кількісним рівнем екологічної небезпеки, тобто за значенням КРЕН, визначають якісний рівень екологічної небезпеки, залежно від цього величини, як показано в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Кількісно-якісна шкала комплексної оцінки рівня екологічної небезпеки – КРЕН експлуатації та ліквідації вугільних шахт

Діапазон комплексних оцінок (КРЕН)	Рівень небезпеки
0–5	низький
5–10	помірний
10–15	високий

**Етап 4.** Для графічного відображення результатів запропонованого оцінювання екологічного впливу техногенних чинників промислових об’єктів чи технологій на компоненти довкілля будують діаграму Парето: <https://www.sixsigma.com> яку наведено на рис. 2.7. Користуючись засобами Excel слід обрати тип діаграми – нестандартна, а далі графік/гістограма 2 вісі.





*Рис. 2.7. – Зразок діаграми екологічного впливу техногенних чинників промислових об'єктів чи технологій на компоненти довкілля: 1 – стовпчаста діаграма значень частинних рівнів екологічної небезпеки (ЧРЕН) з максимально можливим значенням 3; 2 – діаграма (графік) значень КРЕН, отриманих почерговою сумацією стовпчиків діаграми 1, з максимально можливим значенням 15, відповідно до кумулятивної шкали*

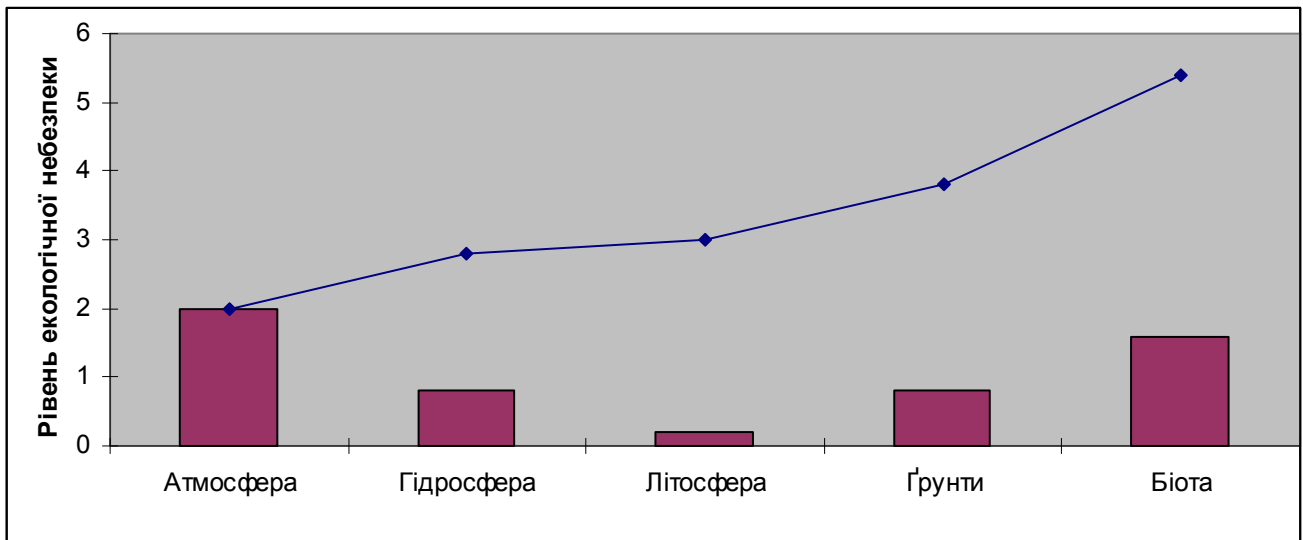
Важливо, що остання точка діаграми 2 на рис. 2.7 і визначає комплексний рівень екологічної небезпеки (КРЕН) промислових об'єктів чи технологій для довкілля. Саме за цим рівнем є можливість оцінювати і порівнювати екологічну небезпеку промислового виробництва і різних технологій. При цьому нанесення на діаграму одразу декількох результатів оцінювання екологічного впливу техногенних чинників промислових об'єктів чи технологій на компоненти довкілля дозволяє наглядно порівнювати екологічний вплив в цілому на довкілля, як різних промислових виробництв або технологій, так і екологічну ефективність технологій, спрямованих на покращення екологічного стану територій та регіону в цілому.

Прикладом слугуватиме визначення екологічної небезпеки, обумовленої впливом техногенних чинників на довкілля при експлуатації або ліквідації

вугільних шахт. Так, в результаті обстеження територій вугледобувних регіонів та аналізу процесів вуглевидобутку підземним способом за їх можливим екологічним впливом було виокремлено 16 пріоритетних техногенних чинників, що є техногенними наслідками експлуатації або ліквідації вугільних шахт, рівень впливу яких на 5 основних компонентів та в цілому на довкілля визначався за уніфікованою методикою. Результати оцінки рівня екологічної небезпеки наведені в табл.2.8 та рис. 2.8 у вигляді діаграми Парето.

Таблиця 2.8 – Комплексна оцінка рівня екологічної небезпеки експлуатації типового шламосховища для основних об'єктів довкілля

№	Техногенні наслідки експлуатації шахти, як чинники негативного впливу на довкілля	Евристична оцінка екологічного впливу чинників на об'єкти довкілля, в балах					Сумарні оцінки за окремими чинниками впливу
		Атмосфера	Гідросфера	Літосфера	Ґрунти	Біота	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Викиди від основних технологічних процесів	3	1	0	1	2	7
2	Шумове забруднення	2	0	0	0	1	3
3	Міграція забруднюючих речовин (викиди, скиди, відходи тощо)	2	2	0	2	2	8
4	Деформації і руйнування будівель та об'єктів інфраструктури	1	1	1	1	1	4
5	Утворення вибухонебезпечних повітряних сумішей	2	0	0	0	2	4
I	<b>Сумарні бали за всіма чинниками впливу</b>	10	4	1	4	8	27
II	<b>Середні бали</b>	2	0,8	0,2	0,8	1,6	5,4
III	<b>Загальний стан компонентів довкілля в регіоні (евристичні або експертні оцінки)</b>	2	1	0	1	2	5



**Рис. 2.8 – Результати комплексної оцінки рівня екологічної небезпеки впливу шламосховища**

Таким чином, комплексну кількісно-якісну оцінку рівня екологічної небезпеки на дослідженій території запропоновано визначати за підсумковою 15-бальною шкалою, рівномірно поділеною на три рівня небезпеки: «низький» (0–5 балів), «помірний» (5–10 балів), «високий» (10–15 балів), що дозволяє кількісно і якісно оцінити та порівняти за рівнем екологічної небезпеки від впливу шламосховища.

Як бачимо, діаграма у межах загальної шкали 0–6 наочно характеризує рівні екологічної небезпеки функціонування шламосховища з 5-ти компонентів довкілля (стовбчасті гістограми за шкалою 0–3 бали, побудовані за середніми балами, та в цілому для стану довкілля навколо шламосховища. За результатами комплексної оцінки екологічної небезпеки території прилеглої до шламосховища встановлено, що найбільший негативний вплив зазнає атмосфера та біота, натомість вплив на літосферу – мінімальний. Комплексний рівень екологічної небезпеки складає 5,5 балів, що згідно з оціночною шкалою характеризується як помірний.

## РОЗДІЛ 3 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ

### 3.1 Характеристики технологій складування та захоронення промислових відходів

На території України знаходяться тисячі відвалів (терриконники, шламонакопичувачів, хвостосховищ, звалищ побутових відходів і Терриконники і хвостосховища є джерелами пилу: з 1 м<sup>2</sup> терриконників здувається до 50 мг/добу пилу; з поверхні хвостосховища Північного ГЗК (площа 2000 га) при швидкості вітру більше 5 м/с здувається 80 кг/с пилу (в основному, фракції менше 0,1 мм), тобто до 1 млн. тонн/рік. Багато терриконників і шламонакопичувачів (якщо в породі або шламі міститься «органіка» або сірка) мають місця горіння (тління): при цьому виділяються CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S. Так, концентрація SO<sub>2</sub> в 500 м від палаючого терриконника становить 0,6 мг/м<sup>3</sup>. При виробництві NaCl, NaOH, KCl утворюються так звані «солевідвали». Один гектар такого солевідвалу «виробляє» за рік близько 5000–6000 м<sup>3</sup>, який на багато кілометрів навколо забруднює ґрунт і гідросферу.

З існуючих методів складування і захоронення промислових відходів, які знайшли практичне застосування на підприємствах всього світу, можна перерахувати наступні: відвали, шламосховища, полігони, могильники, санітарну земляну засипку (захоронення), закачування в глибокі підземні свердловини. У відвалах лежать – гірська порода, металургійні шлаки, зтяг теплоелектростанцій. У шламосховищах (шламонакопичувачах) найчастіше складуються фосфогіпс і хлорид-сульфатні шлами, відходи виробництва соди «білі моря», шлами глиноземних заводів ( «червоні моря»), вугільні шлами, зтягу. Основними видами відходів на полігонах (звалищах) представляються побутові; в могильниках – високотоксичні і радіаційні відходи.

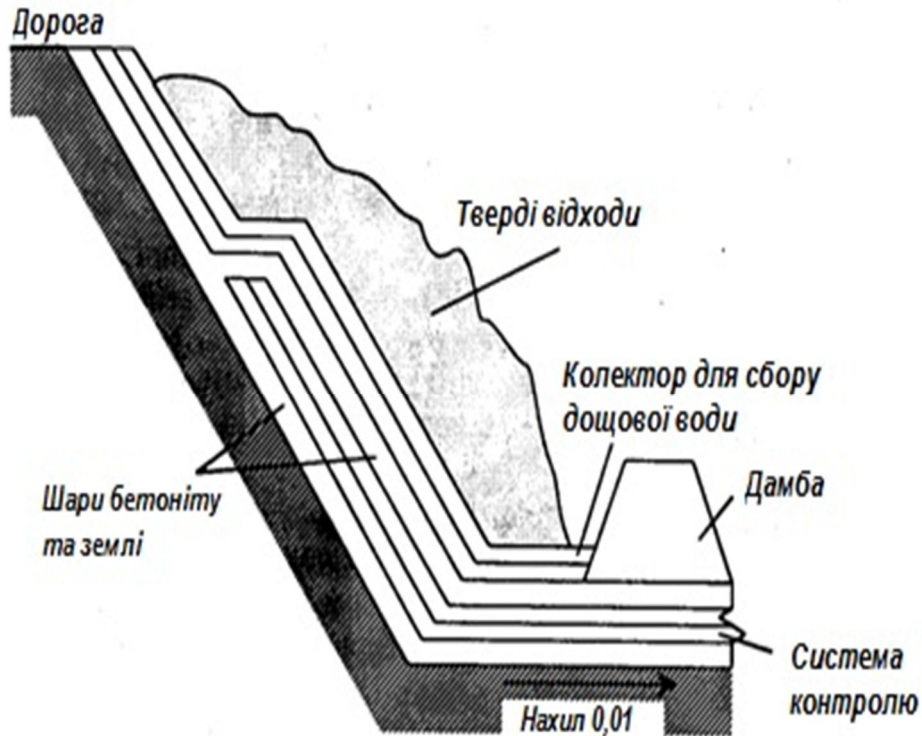
Як видно з рис . 3.1, відносні переваги будь-якого з наведених способів захоронення відходів ніяк не видаються перед їх величезними недоліками.

Таблиця 3.1 – Характеристика методів захоронення промислових відходів

Метод	Переваги	Недоліки
Санітарне захоронення	Можливість використання землі при дотриманні заходів обережності. Немає ризику забруднення поверхневих і ґрунтових вод.	Потрібні незайняті земельні площі. Застосування дорогих і не завжди доступних ізоляційних матеріалів. У разі руйнування ізолюючого шару – небезпека забруднення вод.
Шламосховища, відвали	Відносно недорогий метод.	Необхідна наявність великих земельних ділянок. Земля не може бути використана. Потенційне джерело забруднення вод і повітря. Застосування дорогих і не завжди доступних матеріалів.
Підземне захоронення	Не потребує використання поверхні землі.	Потребує специфічних геологічних умов. Може бути джерелом неконтрольованого забруднення підземних вод в майбутньому.
Спуск у водойму, захоронення в океани	Відносно недорогий. Не потребує використання додаткової землі.	Потенційне джерело забруднення водойм. Призводить до деградації океанів і прибережних зон.

На рис. 3.1 демонструється ефективна схема безпечного захоронення промислових відходів. За умови створення якісного бар'єрного шару та

виконання всіх технологічних умов утворюється умовно безпечне місце складування відходів. Такі об'єкти також можуть бути техногенними джерелами додаткових видів корисних копалин, а саме, за умови наявності органіки, утворення біогазу.

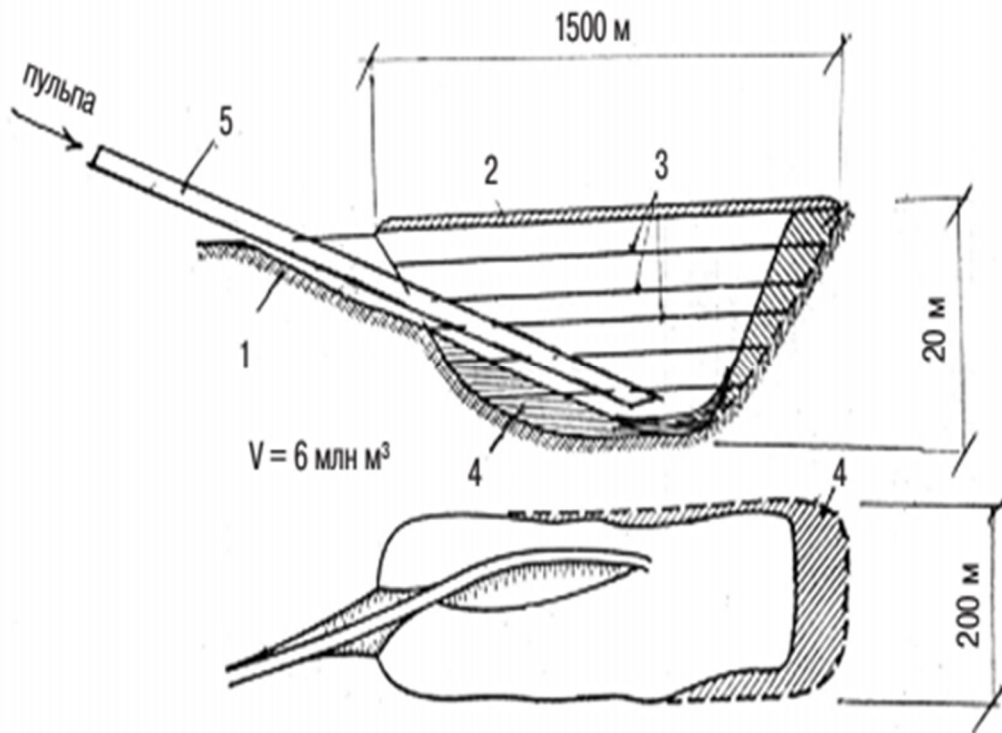


**Рисунок 3.1 – Схема безпечного захоронення (складування) промислових відходів**

На рис. 3.2 представлена схема сховища на ділянці виробленого кар'єру або яру. Такі вироблені кар'єри або яри можуть служити для складування побутових відходів (тоді кожен ущільнений двометровий шар відходів «прокладається» шаром інертного засипки); але часто використовуються вугільними і іншими гірничодобувними підприємствами, металургійними заводами для складування шламів.

Якщо ці шлами інертні, то інший інертний прошарок не потребується, а так як вони мають відносно високу щільність (кілька тонн на м<sup>3</sup>), тобто мають властивості самостійного ущільнення. У випадку, якщо шлами знаходяться у вигляді суспензії (наприклад, шлами збагачувальних фабрик), то до яру

прокладається труба (іноді кілька км) і по ній подають шламову суспензію (пульпу). Границя ділянки складування повинна бути розміщена від бровки котловану (яру) не менше, ніж на 50 м.



1 – траса з'їзду або пандуса, 2 – верхній ізолюючий шар, 3 – робочі шари висотою 2,25 м, 4 – інертний шар, 5 – труба для зливу пульпи.

**Рисунок 3.2 – Схема сховища на ділянці виробленого кар'єру або яру**

### **3.2 Технології поводження з твердими промисловими відходами зі скельних гірських порід**

Переваги скельних порід полягають в їх міцності, що гарантує цілісність виконаних стовбурів, штреків, штолень і т. п., і в можливості при необхідності зворотного вилучення похованих відходів.

До недоліків цих формацій у порівнянні з соляними і глинистими слід віднести їх нездатність до «само зтягування» утворилися тріщин. За сучасними уявленнями рекомендоване сховище повинне розташовуватися в гранітних породах або в гнейсах. Ці тверді породи зазвичай закристалізовані на значній глибині в земній корі при підвищених температурі і тиску і відноситься до широкого класу кристалічних силікатних порід.

Граніти і гнейси – найбільш поширені типи порід у 10-кілометровому шарі континентальної земної кори – зустрічаються на поверхні у вигляді плоскогір'їв, гірських хребтів, регіональних височин, а також є підкладкою молодших осадових порід. Вони мають високу механічною міцністю, хорошою структурною і хімічною стабільністю.

За останні десятиліття накопичено значний досвід з підземного зберігання нафти та інших продуктів, а також розміщення інших установок в таких породах.

Немає принципових труднощів при проектуванні будівництві та експлуатації підземних споруд в граніті і гнейсах. Для таких сховищ, однак, особливо важливими є гідрогеологічні аспекти, оскільки наявність розломів може призвести до вимивання похованих радіонуклідів. Міграція і розсіювання радіонуклідів в гірських породах в значній мірі визначаються геохімічними умовами. Для більшості елементів, що містяться у відходах, що вміщає гірська порода буде діяти як геохімічний бар'єр.

Таким чином, ці радіонукліди вступають в реакцію з мінералами або ґрунтовими водами і розпадуться до потрапляння в біосферу. При похованні в скельних породах необхідно знати наступні параметри району підземного могильника: механічні і теплові напруги, рівні випромінювання, тиску (виходячи з того, що на глибині 1 км воно дорівнює 300 Мпа/см<sup>2</sup>), рН підземних вод, концентрацію іонів в них.



### 3.4 Технології утилізації багатотоннажних мало небезпечних промислових відходів гірничо-металургійного комплексу (ГМК)

У табл. 3.2 представлений загальний перелік методів переробки твердих відходів подібного типу. Найбільші проблеми представляють багатоповерхові низьколіквідні відходи, такі як металургійні шлаки, золошлаки ТЕС, породні відвали (терриконники) і ін.

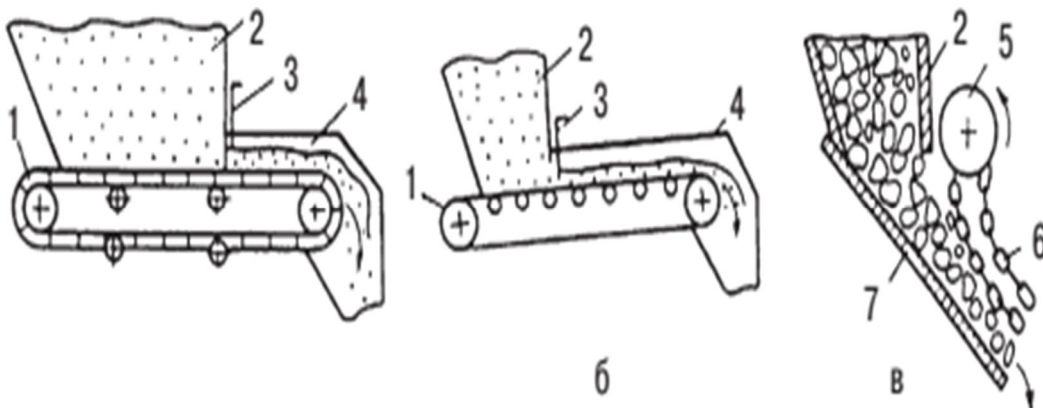
Таблиця 3.2 – Методи підготовки та переробки твердих промислових відходів

Класифікація, сортування	Зменшення розмірів	Укрупнення розмірів частинок	Збагачення
Грохотіння	Дроблення	Гранулювання	Відсадження
Гідравлічна класифікація	Помел	Таблетування	В важкій середі
Повітряна сепарація		Брикетування	Смолами
		Високотемпературна агломерація	На шлюзах
			Магнітна сепарація
			Електрична сепарація

Перша операція при утилізації відходів – це, як правило, їх транспортування по «технологічному ланцюжку». Однією з найпоширеніших транспортують машин є стрічковий конвеєр. Швидкість руху стрічки конвеєра становить зазвичай 0,75–1,25 м/с (При ширині 0,5–0,6 м.), кут нахилу конвеєра – не більше 20. конвеєра відходи (найчастіше сипучі) подаються на завантажувальний вузол основного технологічного устаткування.

Як правило, конструкція завантажувального пристрою включає в себе жолоб (течку або воронку), направляючі борти і живильник, роль якого полягає в подачі відходів на конвеєрну стрічку з накопичувального бункера, що стоїть за дробаркою, гуркотом або іншим обладнанням або зі складу.

Схеми роботи найбільш поширених типів живильників показані на рис. 3.3 і 3.4.



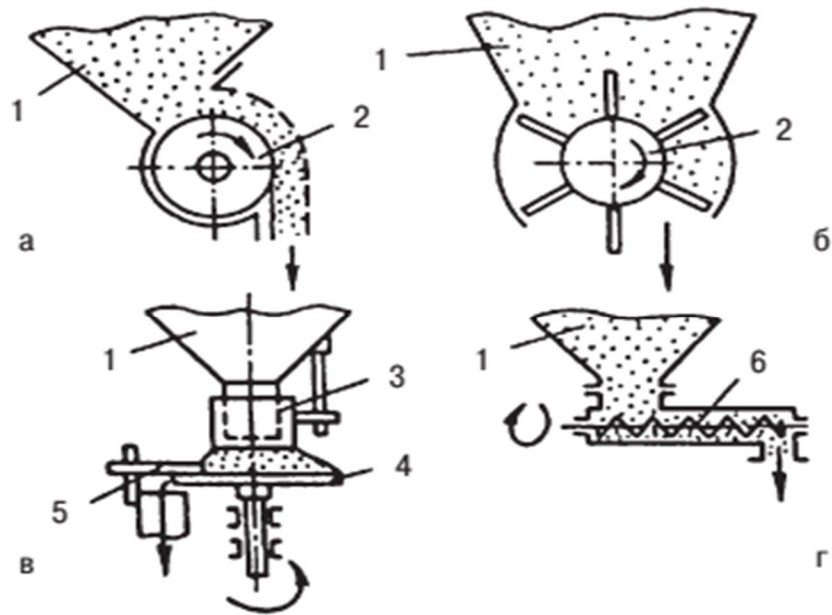
а) пластинчатий, б) стрічковий, в) ланцюгової; 1 - пластинчаста (а), або конвеєрного (б) стрічка; 2 - бункер, 3 - регулювальна шиберна заслінка; 4 - направляючі борти, 5 - приводний блок, 6 - ланцюг, 7 - лоток

**Рисунок 3.3 – Живильники з нескінченно замкнутим тяговим органом**

Для подрібнення відходів використовують роздавлювання, розламування, різання, розпилювання, стирання і різні комбінації цих способів. В основі класифікації обладнання для дроблення твердих відходів лежить спосіб подрібнення.

Розрізняють наступні види обладнання для подрібнення:

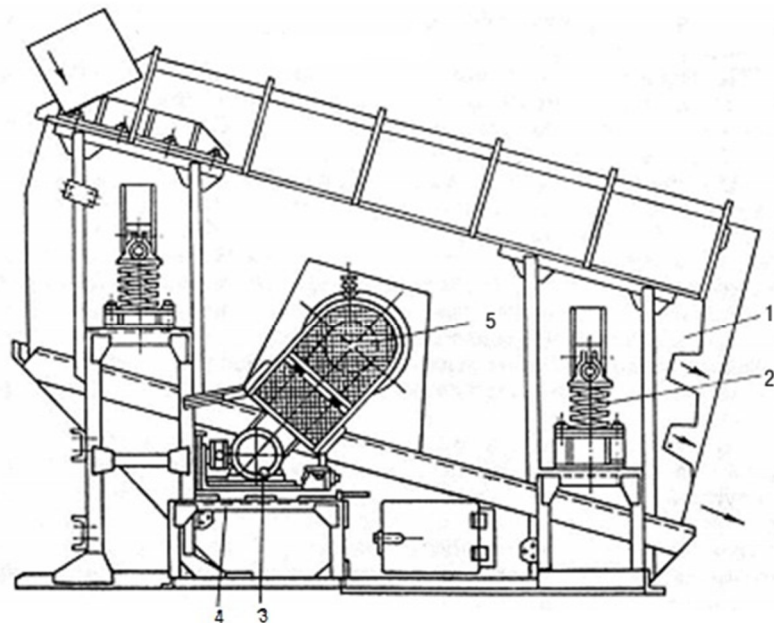
- подрібнювачі розколюючої і розламуючої дії – деків, конусні, зубовалкові і ін.;
- подрібнювачі розчавлюючої дії – гладковалкові дробарки, роликотіцеві, вертикальні, горизонтальні та інші млини;
- подрібнювачі розтираюче-розчавлюючі дії – бігуни, катково-тарілчасті, кульові, бісерні і ін. млини;
- подрібнювачі ударної дії – молоткові подрібнювачі, бильні, шахтні млини, дезінтегратори, відцентрові, барабанні, газоструйні млини;
- ударно-стираючі і колючі подрібнювачі – вібраційні, планетарні, віброкавітаційні та інші млини.



а) барабанный, б) секторний, в) тарілчастий, г) гвинтовий; 1 – бункер,  
2 – барабан гладкий (а) і секторний (б), 3 – регулювальна манжета,  
4 – обертовий стіл, 5 – скидуючий плуг, 6 – гвинт

**Рисунок 3.5 – Живильники з обертовими робочими органами**

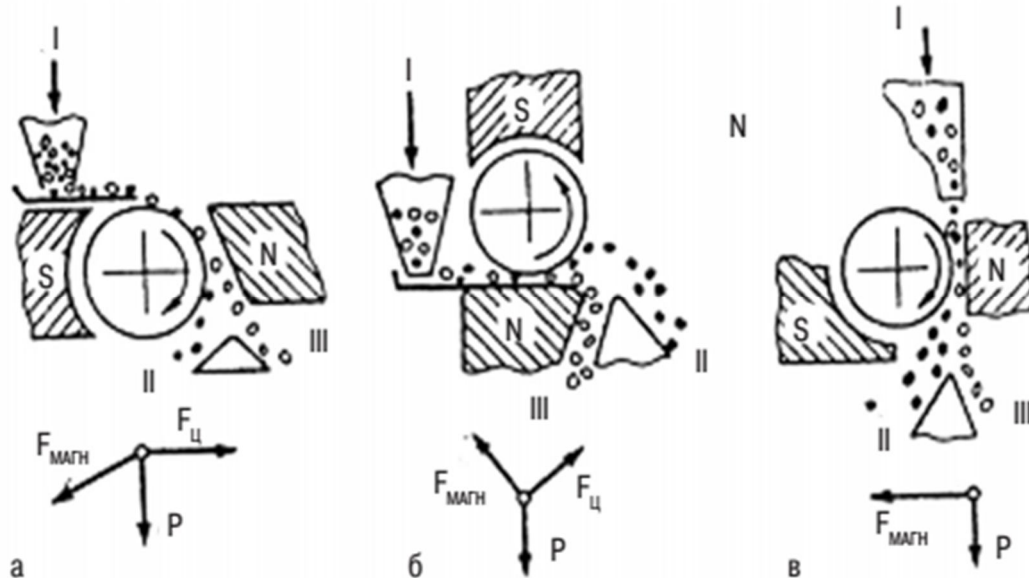
Для розсіювання різних сипучих матеріалів, в т. ч. і відходів, найбільш широко використовуються вібраційні грохоти (рис.3.6).



1 – короб; 2 – пружинні амортизатори; 3 – електродвигун; 4 – рама;  
5 – інерційний збудник

**Рисунок 3.6 – Схема вібраційного легкого інерційного грохоту ГЛ43**

Магнітні методи використовують для відділення парамагнітних (слабомагнітних) і феромагнітних (сильномагнітних) компонентів сумішей твердих матеріалів від їх діамагнітних (немагнітних) складових. Принцип роботи магнітного сепаратора схематично показаний на рис. 3.7.



а – верхня зона; б – вертикальна зона; 1 – вихідна сировина;  
2 – магнітний продукт; 3 – немагнітний продукт

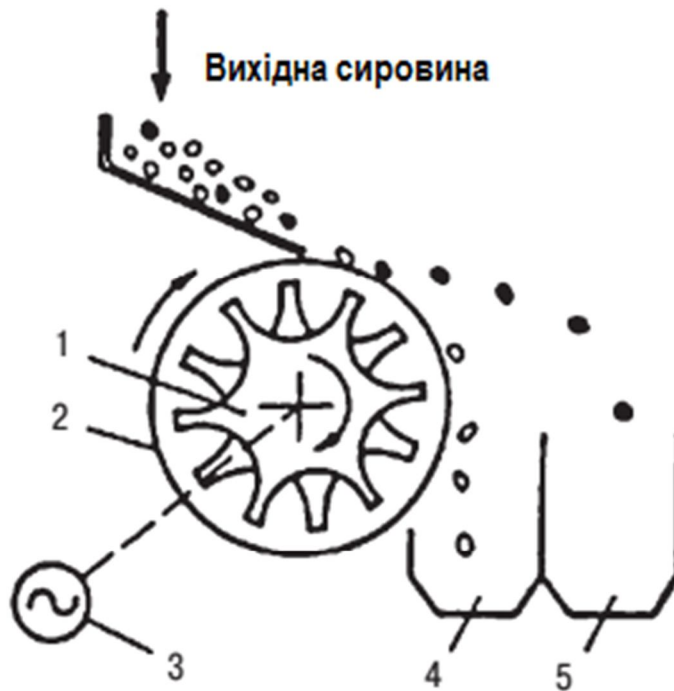
### Рисунок 3.7 – Принцип роботи магнітного сепаратора

Крім магнітної сили, на частку, що знаходиться в робочій зоні сепаратора, діє сила тяжіння  $P$ , тертя  $F_t$ , відцентрова сила  $F_{\text{ц}}$ , опору середовища  $F_c$ .

Для успішного поділу магнітних і немагнітних частинок в магнітному полі сепаратора магнітна сила, що діє на магнітні частинки, повинна перевищувати рівнодіюча всіх механічних сил.

Взаємодія між силами залежить від способу подачі сировини в робочу зону сепаратора, конструктивних особливостей апарату, режиму його роботи. Електродинамічна сепарація.

Метод електродинамічної сепарації ґрунтується на силовому взаємодії змінного електромагнітного поля з твердими електропривідними тілами, що мають різну електропровідність (Рис. 3.8).

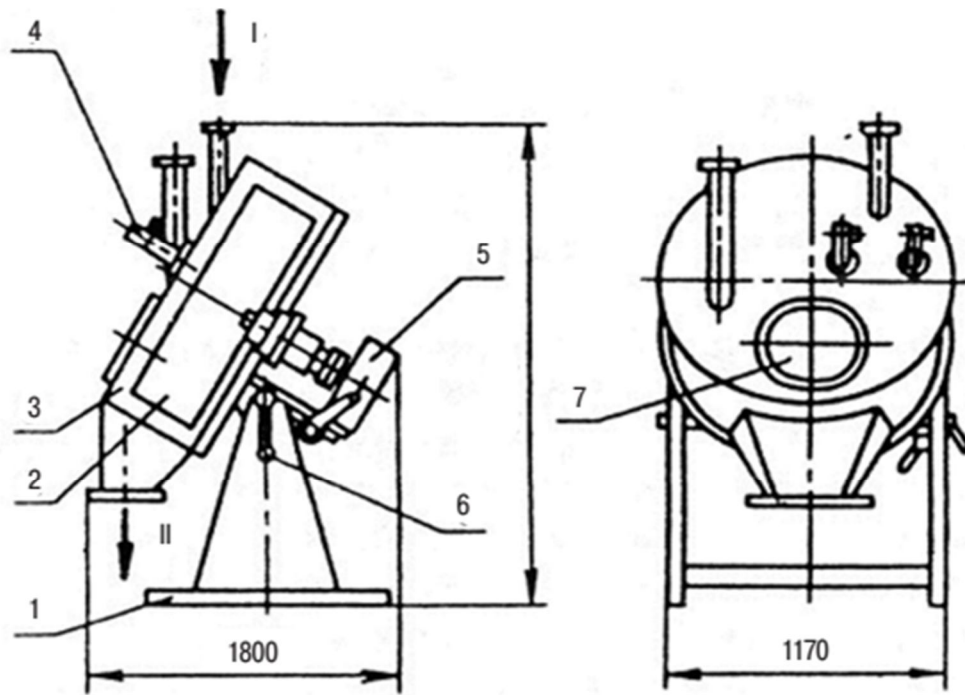


1 – багатополосний ротор; 2 – барабан; 3 – електропривод; 4 – приймач неелектропровідних матеріалу; 5 – приймач електропровідного матеріалу

**Рисунок 3.8 – Електродинамічний сепаратор однороторний**

Гранулювання порошкоподібних матеріалів обливання найбільш часто проводять в ротаційних (барабанних, тарілчастих, відцентрових, лопатевих) і віброгрануляторах різних конструкцій.

Продуктивність цих апаратів і характеристики одержуваних гранул залежать від властивостей вихідних матеріалів, а також від технологічних параметрів (витрати порошків і сполучних, співвідношення затравки і порошку, температурного режиму, частоти обертання, коефіцієнта заповнення апарату) і конструктивних факторів (геометричних розмірів апарату, кута нахилу і ін.). Гранулювання порошків відбувається наступним чином (Рис. 3.9).



1 - станина; 2 - таріль; 3 - кожух; 4 - форсунка; 5 - електропривод; 6 - механізм повороту; 7 - оглядовий люк; I - вхід порошку; II - вихід гранул

**Рисунок 3.9 – Гранулятор обкатування тарілчастий**

Матеріал надходить на похилу обертову таріль 2, зволожується сполучною рідиною, яка подається через форсунку 4, і обливає до гранул заданої величини. Кут нахилу тарелі регулюється за допомогою механізму 6.

### **3.5 Технології утилізація відходів металургійної промисловості**

До більшої частки утворюваних відходів відносяться розкривні і породи видобутку руд, відходи їхнього збагачення та металургійні шлаки. У чорній і кольоровій металургії утворюється величезна кількість пилу і шлаків, значна кількість їх накопичується також у шламонакопичувачах і відвалах.

Ці відходи містять у своєму складі сполуки заліза, магнію, марганцю, кальцію, цинку, свинцю, сірки й інших елементів.

**Відходи видобутку залізної руди.** Найбільш розповсюдженим методом видобутку залізної руди на території України, та Кривбасу в тому числі, є відкритий спосіб розробки кар'єрів глибиною до 300 м. Поряд з розробкою

залізної руди вилучають і складують у відвали величезні маси розкривних і вміщуючих порід, обсяги яких складають 30–70 % від розроблювальної рудної маси. Найбільша кількість порід, що попутно добуваються – це кристалічні сланці, кварцити, роговики й інші близькі до них скельні породи. Серед розкривних порід є і нескельні, що представляються частіше за все групою осадових – глини, піски, суглинки, вапняки й ін.

Головним чином утилізація розкриття порід різних типів представляє собою використання їх для утворення дамб обвалування, гребель, насипів, основ доріг, для планувальних робіт, а також для виробництва будівельних матеріалів. Скельні породи широко використовуються для виробництва щебеню, що застосовують як великий заповнювач у важких і особливо важких бетонах. На багатьох гірничо-збагачувальних комбінатах України побудовані щебеневі комплекси. Обсяги утворення цих відходів перевищують масштаби можливої переробки, і основним напрямком їхнього використання є зворотне засипання і рекультивация кар'єрів.

***Відходи збагачення залізної руди.*** Хвости утворюються при одержанні залізного концентрату методами електромагнітної чи магнітної сепарації. Для розкриття і подальшого вилучення рудних мінералів руду подрібнюють. Тонкість подрібнювання залежить від технології збагачення, характеру і ступеня орудення сировини. Обсяги відходів складають 40–60 % від обсягу збагачуваного матеріалу. Хвостове господарство є одним із найдорожчих етапів гірничо-збагачувального комплексу. Хвости представляють суміш пустих порід з присутніми елементами залізовмісних мінералів розміром 0,07–0,005 мм., а що може складати до 15–20 %.

Видаляють хвости у хвостосховища гідравлічним способом у вигляді пульпи. Загалом хвостосховища представляються техногенними родовищами корисних копалин, вилучення яких буде проводитися за допомогою більш прогресивних технологій.

Основним напрямком утилізації хвостів збагачення є використання їх як вторинну сировину для виробництва будівельних матеріалів. Піски з відходів

збагачення можуть використовуватися в розчинах для кладки та штукатурення, для готування бетонів, одержання силікатної цегли, улаштування штучних основ під дороги, будинки, споруди, для зворотних засипань, а також як сировину для одержання безклінкерного шлакоцементу (спільний помел піску з доменними шлаками).

**Металургійні шлаки.** Утворюються в результаті виплавки металів і представляють продукт високотемпературної взаємодії руди, порожньої породи, флюсів та палива.

Склад металургійних шлаків варіюється від вихідних компонентів, типу виплавленого металу, а також особливостей металургійного процесу. Металургійні шлаки в свою чергу діляться на дві групи: шлаки чорної і кольорової металургії. У залежності від характеру процесу і типу печей шлаки чорної металургії поділяють на доменні, сталеплавильні (мартенівські, конверторні, електроплавильні), феросплавні, ваграночні. Вихід доменних шлаків на 1 т чавуну складає 0,6–0,7 т; при виплавці 1 т сталі вихід шлаків складає 0,1–0,3 т.

У кольоровій металургії вихід шлаків залежить від вмісту металу, що вилучається, у вихідній шихті, і може досягати 100–200 т на 1 т металу. Хімічний склад доменних шлаків: CaO 29–30 %, MgO 0–18 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5–23 % і SiO<sub>2</sub> 30–40 %. У невеликій кількості в них містяться оксиди заліза 0,2–0,6 % і марганцю 0,3–1 %, а також сірка 0,5–3,1 %. Сталеплавильні шлаки характеризуються більш високим вмістом оксидів заліза (до 20%) і марганцю (до 10%). Так само, як і паливні шлаки, металургійні поділяють на кислі й основні в залежності від модуля основності. Оксиди, що входять у шлаки, утворюють різноманітні мінерали, такі як силікати, алюмосилікати, ферити й ін.

Найбільш розповсюдженим способом переробки шлаків є грануляція – різке охолодження водою, парою чи повітрям. Грануляції піддають, в основному, доменні шлаки. Утилізація доменних шлаків складає близько 60 %, сталеплавильних – близько 30 %.



Металургійні шлаки використовують для виробництва жужільної вати, шлакоситалових виробів. Основним споживачем доменних гранульованих шлаків є цементна промисловість. У цементній промисловості також можливе використання повільно охолоджених сталеплавильних шлаків, шлаків феросплавів і шлаків кольорової металургії.

Гранульовані доменні шлаки використовують як добавки до сировини (до 20 %) при виробництві портландцементу замість глини чи як активні добавки до портландцементного клінкера.

Шлаколужні цементи – це гідралічні в'язучі, що одержуються спільним помолом доменних гранульованих шлаків і лужних компонентів – кальцинованої чи каустичної соди, рідкого скла. Шлаколужні цементи використовують у будівництві, а також для знешкодження радіоактивних і токсичних відходів, що містять важкі метали (шлами гальванічного виробництва, шлами водоочищення, золошлакові відходи термічного знешкодження). З металургійних шлаків одержують жужільний щебінь шляхом дроблення відвальних металургійних шлаків чи за спеціальною технологією виготовляють литий щебінь.

Необхідною умовою одержання щебеню з металургійних шлаків є стійкість їх до розпаду. Шлаки, що пролежали 3...5 місяців у відвалах, як правило, мають стабільний склад. Шлакоситали характеризуються високими фізико-механічними властивостями, вони широко застосовуються в будівництві. Плитами з листового шлакоситалу облицьовують цоколі і фасади будинків, обробляють внутрішні стіни і перегородки, виконують з них огороження балконів, покрівлі, сходові марші, підвіконня, підлоги промислових будинків, виготовляють труби, високовольтні ізолятори й інші вироби. При виробництві феросплавів утворюються шлаки, що містять до 15–20 % металевих включень. Феросплавні шлаки переробляють на щебінь, пісок, використовують при виплавці сталі, феросплавів, у цементній промисловості, у виробництві жужільного лиття, шлакоситалів і інших будівельних матеріалів.

*Шлаки кольорової металургії* відрізняються великою розмаїтністю. Вихід шлаків кольорової металургії на одиницю виплавленого металу значно більший, ніж шлаків чорної металургії. Так, на 1 т нікелю утворюється до 150 т шлаку, на 1 т міді – 10–30 т. У шлаках міститься до 60 % оксидів заліза, оксиду кремнію, алюмінію, кальцію, магнію, а також значна кількість таких кошовних компонентів, як мідь, кобальт, цинк, свинець, кадмій, рідкі метали.

Перспективним напрямком їхнього використання є комплексна переробка, що включає попереднє вилучення кольорових і рідких металів, заліза з наступним використанням силікатного залишку для виробництва будівельних матеріалів аналогічно шлакам чорної металургії. [10].

Таблиця 3.3 – Продукти переробки відходів сталеплавильного та доменних шлаків

Металургійні шлаки	Продукт переробки	Область використання
Доменні	Щебінь з коржевих залишків	Конструкційний бетон
	Пемза	Легкий конструкційний бетон (високоміцний теплоізоляційний бетон); бітумошлакові суміші для ізоляції трубопроводів; жароміцний шлакопемзобетон; конструкційно-теплоізоляційний бетон (шлакопемзоперлітобетон); бітумно-мінеральні суміші для доріг.
	Гранульований шлак	
	Литий щебінь	Конструкційний полегшений бетон; гідротехнічний, жароміцний бетон; для дорожнього будівництва.

Металургійні шлаки	Продукт переробки	Область використання
Сталеплавильні	Шлаковий щебінь для дорожнього будівництва	Активна тонкомелена добавка( шлаколужні в'язучі)
	Різкоохолоджений (гранульований) щебінь	Активна тонкомелена добавка (конвертерно - шлаколужні в'язучі)

Окрім шлаків, на гірничо-металургійних виробництвах утворюються тверді відходи у вигляді пилу: рідкі відходи( стічні води), тверді частинки, масляні емульсії; газоподібні відходи, що складаються із сполук сірки, вуглецю, азоту, складні сполуки вуглецю та водню. Утворені відходи знаходять застосування як на самих виробництвах, так і на інших суміжних галузях виробництв [6].

### **3.5 Заходи щодо зниження негативного впливу породних відвалів на навколишнє середовище**

Ресурсозбереження необхідно розглядати як умову, процес, результат та показник покращення використання ресурсів на всіх етапах виробничо-промислової діяльності підприємств, а також економічного та соціального рівню. Ресурсозбереження сприяє не тільки підвищенню ефективності загального виробництва але й запобіганню забруднення навколишнього середовища.

На підставі вище викладеного необхідно вирішувати питання про поліпшення екологічної обстановки, тобто зниженні шкідливого впливу породних відвалів на навколишнє природне середовище. Дуже актуальним є питання правильного вибору технологій поводження з породними відвалами. Можна виділити чотири головні напрямки використання породного відвалу після завершення його експлуатації та гасіння вогнищ загоряння:

1. Повна ліквідація відвалу (або перепрофілювання конічного відвалу в плоский) шляхом засипання відвальної породи в техногенні провали, яри, або закладки її в вироблений простір шахти .

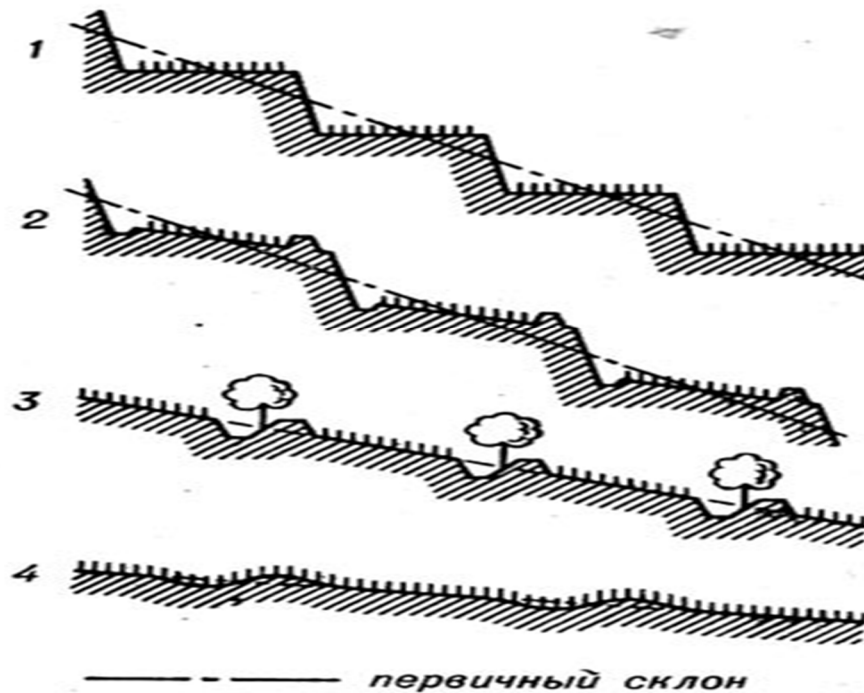
2. Біологічна рекультивація відвалів, його землювання та озеленення з відновленням біогеоценологічного покриву, що відкриває перспективи створення на відвалах сільськогосподарських угідь для вирощування, наприклад технічних культур, і рекреаційних зон, а також включення самостійного заростання або рекультивованих відвалів в екологічну мережу природних територій.

3. Розробка відвалів як техногенних родовищ корисних копалин.

4. Консервація відвалу в його сучасному стані (в разі природного самостійного заростання рослинністю) до появи технічних і фінансових можливостей його подальшої розробки.

Перший етап консервації полягає в перетворенні мікрорельєфу схилів відвалу. На рис. 3.10 представлені різні форми таких перетворень. Форма схилу залежить від параметрів самого відвалу: його висоти, крутості схилів і т.д. Для формування може використовуватися вже існуюча стандартна техніка (грейдери, екскаватори, трактори різних модифікацій та навісне обладнання до них). Особливістю формування таких «ступенів» є формування спеціального буртика на його краю, для запобігання розмиву схилу і порушення його структури.

На етапі вже сформованого відвалу необхідне формування штучного водоймища на вершині відвалу, який згодом буде використовуватися для поливу рослин, що висаджуються на його схилі.



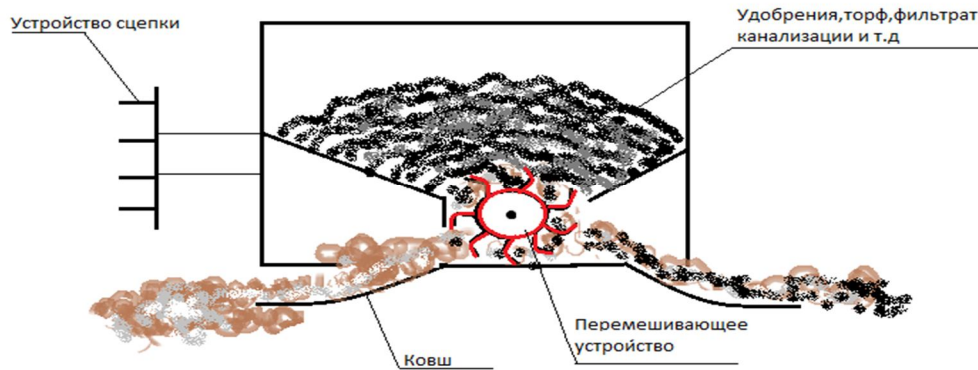
1 - горизонтальні тераси; 2- нахилені тераси з валиками китайського типу; 3 – валування крутонахиленими валами; 4 – валування пологими валами

**Рисунок 3.10 – Форми видозмінення мікрорельєфу схилів відвалу**

На другому етапі відбувається підготовка ґрунту на «щаблях» для посадки на них різних лісонасаджень. Буде потрібно підбір підвидів, особливо деревних порід, які здатні виживати в умовах сховищ промислових відходів.

За великим рахунком вихідним матеріалом можуть стати місцеві підвиди тополь і верб. Тополі з одного боку відрізняються екологічною пластичністю і крайньої невибагливістю, а з іншого мають тривалу історію пристосування до екологічної обстановки як Західного Донбасу в цілому, так і до території прилеглої до місць складування промислових відходів.

Для формування ґрунту можна використовувати причіп, схематично представленого на рис. 3.11.



**Рисунок 3.11 – Нанесення ґрунтового шару на відвал**

За допомогою ковша зрізується частина земельного пласта, який надходить всередину, в перемішуючий пристрій, де змішується з торфом, добривами та / або фільтратом каналізації. На виході отримується удобрений ґрунт, в який можна висаджувати лісонасадження. На третьому етапі відбувається висадка дерев. Висадка відбувається за допомогою спец. машин. Коли висаджені рослини досягнуть промислової зрілості, вони зрізуються, тим самим даючи можливість садити нові рослини. Для зрізання рослин слід використовувати валочні головки різного розміру і призначення (в залежності від розміру рослини). Рослини, що досягли «промислової» зрілості можуть бути використані для виготовлення пеллет і брикетів з подальшим спалюванням в цілях отримання теплової та електричної енергії.

### **3.6 Утилізація відходів гірничо-металургійної промисловості**

В даний час особливо актуальною стає задача утилізації відходів гірничо-металургійної промисловості, ступінь використання яких до сих пір залишається вкрай недостатньою. Вітчизняна і зарубіжна практика показує, що більшість цих відходів може бути ефективно використано в металургії, виробництві будівельних матеріалів та ін. Шлаки чавуноливарного і

сталеплавильного виробництва давно використовуються для отримання ефективних будівельних матеріалів. Це характеризується тим, що на відміну від природних силікатів шлакові розплави мають відносно постійний хімічний склад. Є технології виробництва зі шлаків чорної металургії широкого асортименту будівельних матеріалів, виробів та конструкцій. Виробництво цементу. Цементна промисловість використовує шлак як активну мінеральну добавку при виробництві шлакопортландцементу - в'язкої речовини, що твердіє в воді і на повітрі. Шлакопортландцемент отримують шляхом подрібнення клінкеру (обпаленої до спікання суміші вапняку і глини), доменного гранульованого шлаку і гіпсу ( $\text{CaSO}_4 - 2\text{H}_2\text{O}$ ). Активні речовини, що містяться в шлаку, покращують технічні властивості цементу, підвищують його якість і міцність виготовлених з нього будівельних конструкцій. Це дозволяє скоротити витрату шлакопортландцементу на 5% в порівнянні з портландцементом при виробництві бетону класу В25, з якого робиться до 80% всіх збірних залізобетонних конструкцій.

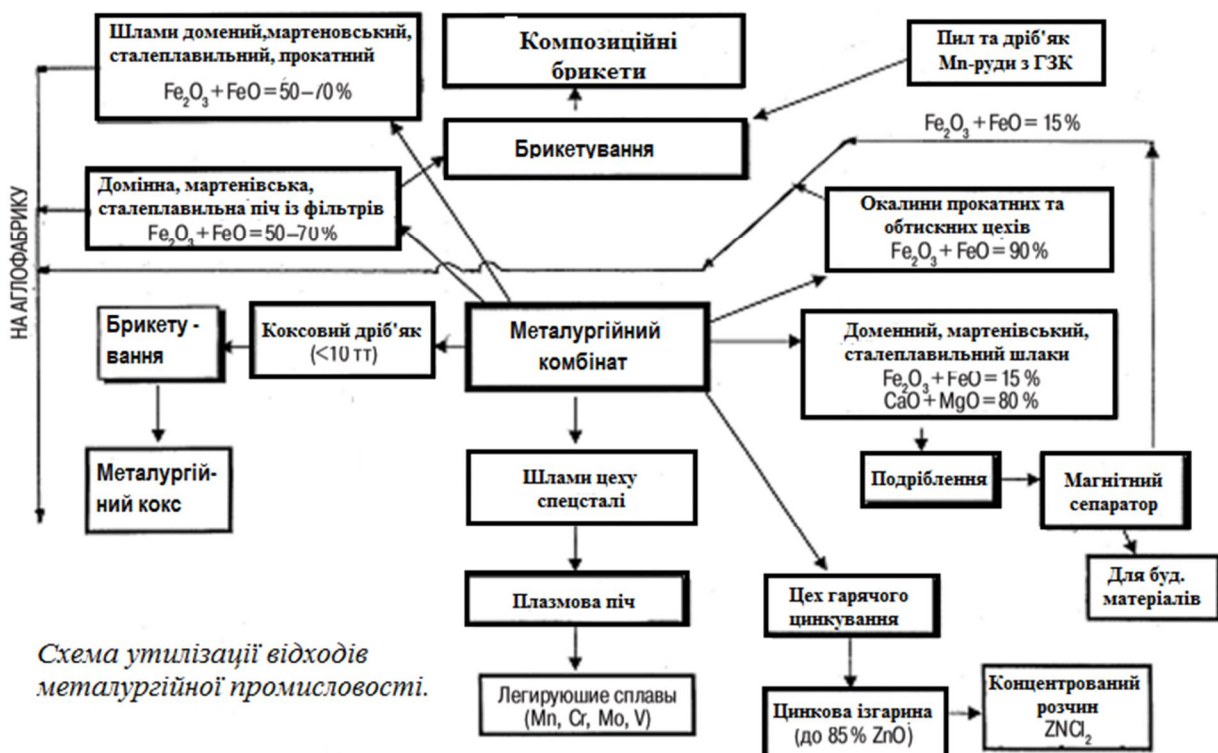


Рисунок 3.12 – Схема утилізації відходів металургійної промисловості

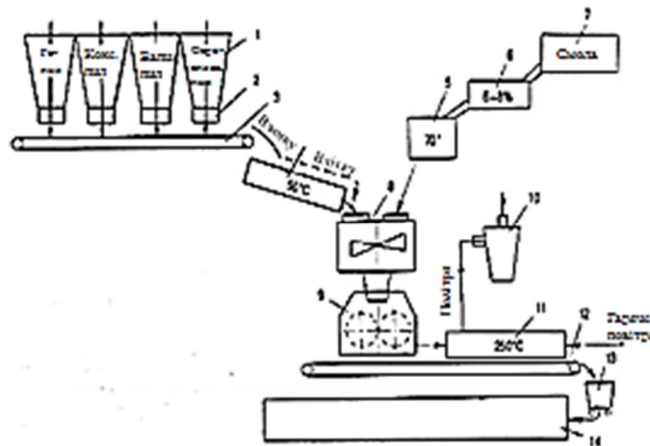
З вогнерідких шлакових розплавів доменного виробництва виробляються гранульований щебінь, наповнювач для асфальтобетону, шлаковата, литі вироби (тротуарна плитка, бордюрний камінь), шлакосілікати і інші матеріали. З цих «первинних» шлакових матеріалів шляхом їх подальшої переробки виготовляються різні будівельні матеріали, вироби і конструкції. Гранульований шлак використовується як заповнювач в конструктивних бетонах, в дорожньому і інших видах будівництва. Литий шлаковий щебінь використовується у виробництві високоміцних бетонів. Сталеплавильні шлаки використовуються для додаткового вилучення металу, виробництва фосфатшлаков і вапнякового борошна, в дорожньому будівництві, а також в якості флюсів в доменному і ливарному виробництвах. З феросплавних шлаків виробляють гранульований шлак, самотвердіючі суміші та в'язувачі, а крім того, борошно для потреб сільськогосподарського виробництва.

Відходи металургійної промисловості умовно можна поділити на залізомісткі відходи, де вміст оксидів заліза перевищує 30% і відходи, що не містять заліза, в яких окислів заліза менше 20%. До ЗМВ відносять пил і шлами газоочищення всіх цехів основного металургійного циклу, окалина обтискних та ін. цехів, шлами прокатних цехів. Ці ЗМВ нині активно використовуються (в умовах дефіциту залізорудної сировини і металобрухту) аглофабриками тих самих металургійних заводів для приготування шихти.

Існуючий залізовмісний пил з фільтрів (якщо не віддавати його на аглофабрику) можливо укрупнити за рахунок огрудкування (рис. 3.11), а також допускається брикетування спільно з коксовим, доломитний і Mn-містким пилом – при цьому виходять композиційні брикети ( $65 \times 55 \times 36$  мм), за складом аналогічні доменної шихті (рис.3.13).

Найбільшу екологічну проблему представляють, зрозуміло, металургійні шлаки, яких навколо будь-якого металургійного заводу скупчилося багато мільйонів тонн. Хоча з таких шлаків можна робити багато якісних будматеріалів, сьогодні, в умовах дорожчаючої електроенергії і зниженні попиту на ці будматеріали - це виробництво низькорентабельно.





1 – приймальні бункери, для брикетування відходів; 2 – дозатори; 3 – транспортер; 4 – розморозжувач; 5 – підігрівач в'язучої добавки; 6 – дозатори в'язучої добавки; 7 – ємкість; 8 – змішувач; 9 - валковий брикетувальний прес; 10 – циклон; 11 – сушильна піч для брикетів; 12 – транспортер готової продукції; 13 – вагонетка; 14 – склад

**Рисунок 3.13 – Технологічна схема брикетування дрібних фракцій**

Слід зауважити, що в ході роботи запропонованої установки буде виділятися пил, та виникати шуми й вібрації, у зв'язку з чим виникає необхідність у вживанні відповідних засобів для довкілля.

### **3.7 Основні напрямки раціонального використання породних відвалів рудних родовищ та вугільних шахт**

Найсерйознішою у сучасних умовах стала проблема комплексного використання відходів гірничого виробництва, які включають розкривні породи при відкритому способі розробленні корисних копалин і відвали порід при освоєнні родовищ підземним способом, збалансовані і важкозбагачувальні руди: хвости збагачення, шлаки, шлами, золи тощо. На жаль, у господарстві використовують до 2–4 % гірничопромислових відходів, хоча їх значна частина придатна для виробництва різноманітних будівельних матеріалів. На гірничорудних і гірничо-хімічних підприємствах України накопичено значну кількість відходів виробництва.

Накопичення значних обсягів гірничопромислових відходів в Україні є наслідком нераціонального використання окремих корисних компонентів. За умови комплексного використання мінерально-сировинних ресурсів кількість накопичених відходів зменшиться практично у два рази. Таке використання мінеральних ресурсів дає змогу збільшити кількість отриманої промислової сировини, що має велике економічне значення.

Водночас при величезних обсягах видобування корисних копалин в надрах утворились великі пустоти (вироблені гірничі простори), правильне використання яких стає важливим господарським питанням [3].

Згідно з прогнозними оцінками, розроблення техногенних родовищ в Україні дало б змогу на 15–20 % розширити сировинну базу металургійної, вугільної і гірничо-хімічної галузей промисловості. Для виробництва різних будівельних матеріалів можлива утилізація до 30 % вилучених з надр розкривних і вміщуючих порід, а також відходів їх збагачення. Проте фактичне їх використання не перевищує 4 %.

Відходи вуглевидобування використовують як низькосортне паливо та для закладання відпрацьованих гірничих виробіток та для виробництва будівельної сировини. В свою чергу, відходи вуглезбагачення застосовують як енергетичну сировину шляхом його спалювання чи газифікації, направляють на додаткове збагачення, одержують сірку, будівельні матеріали, при влаштуванні насипів, закладанні підземних виробок, рекультивації земель.

Хвости збагачення залізної руди вживають також як вторинну сировину для виробництва будівельних матеріалів. В Україні практично не розробляють родовища кольорових металів, насамперед міді та алюмінію – сировини для сучасного машино- і приладобудування.

Збагачення породи відвалів відбувається в середньотяжкому циклоні з суспензією, в якій обважненням слугує порода з відвалу. У сільському господарстві сланцеві породи відвалів можуть використовуватися як добрива. Дослідження хімічного складу глинистих сланців показали, що в них міститься достатня кількість мікроелементів необхідних для життєдіяльності рослин.

Існують технології, які дозволяють отримувати біоорганомінеральний добрива, які підвищують урожайність сільськогосподарських угідь.

Таким чином, в гірській промисловості необхідно: впроваджувати розроблені технології по повній утилізації відходів; ширше застосовувати геотехнологічні методи розробки родовищ корисних копалин, прагнучи при цьому до вилучення на земну поверхню тільки цільових компонентів; використовувати безвідходні методи збагачення і переробки природної сировини на місці його видобутку [11].

Окрім центробіжних методів обезцинковування доменних шламів, відомі також термічні та гідрометалургійні способи розділення.

Таким чином, із шлакових розплавів можливо отримати і «традиційну» будівельну сировину (шебінь, клінкер, граншлак) та литті вироби, що характеризуються високою кислотійкістю та міцністю проти абразивних впливів та мінераловатні вироби – ефективний теплоізоляційний матеріал.

Одним із перспективних термічних методів обробки доменних шламів, де міститься цинк, свинець та лужні метали, являється їх електротермічною переробкою. Шлам попередньо грудкують у чашковому грануляторі з використанням 20% розчину рідкого скла, яке представляє собою ефективною і відносно недорогою сполучною речовиною. Отримані гранули, розмір яких коливається в межах 2–4 мм, сушать потім обпалюють. Цей процес необхідний для забезпечення повного відновлення вуглеводнем оксидів цинку та заліза, що знаходяться в шламі.

Випалення гранульованого шламу відбувається в печі киплячого шару при температурі 850–900<sup>0</sup>С, що дозволяє використовувати випалений вуглеводень в якості добавки до палива [7].

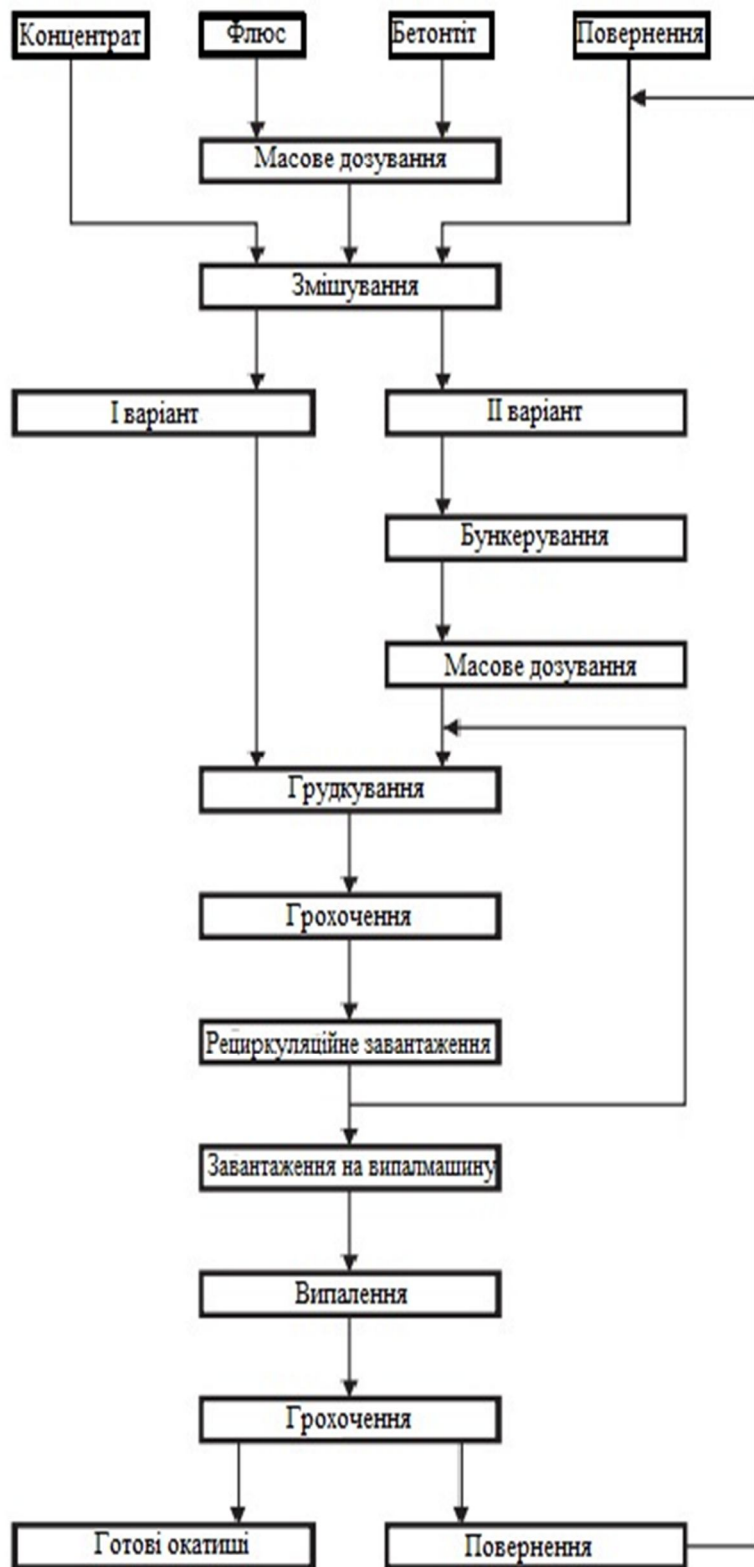


Схема укрупнення дрібних фракцій шляхом обдівання

Рисунок 3.14 – Технологічна схема укрупнення дрібних фракцій

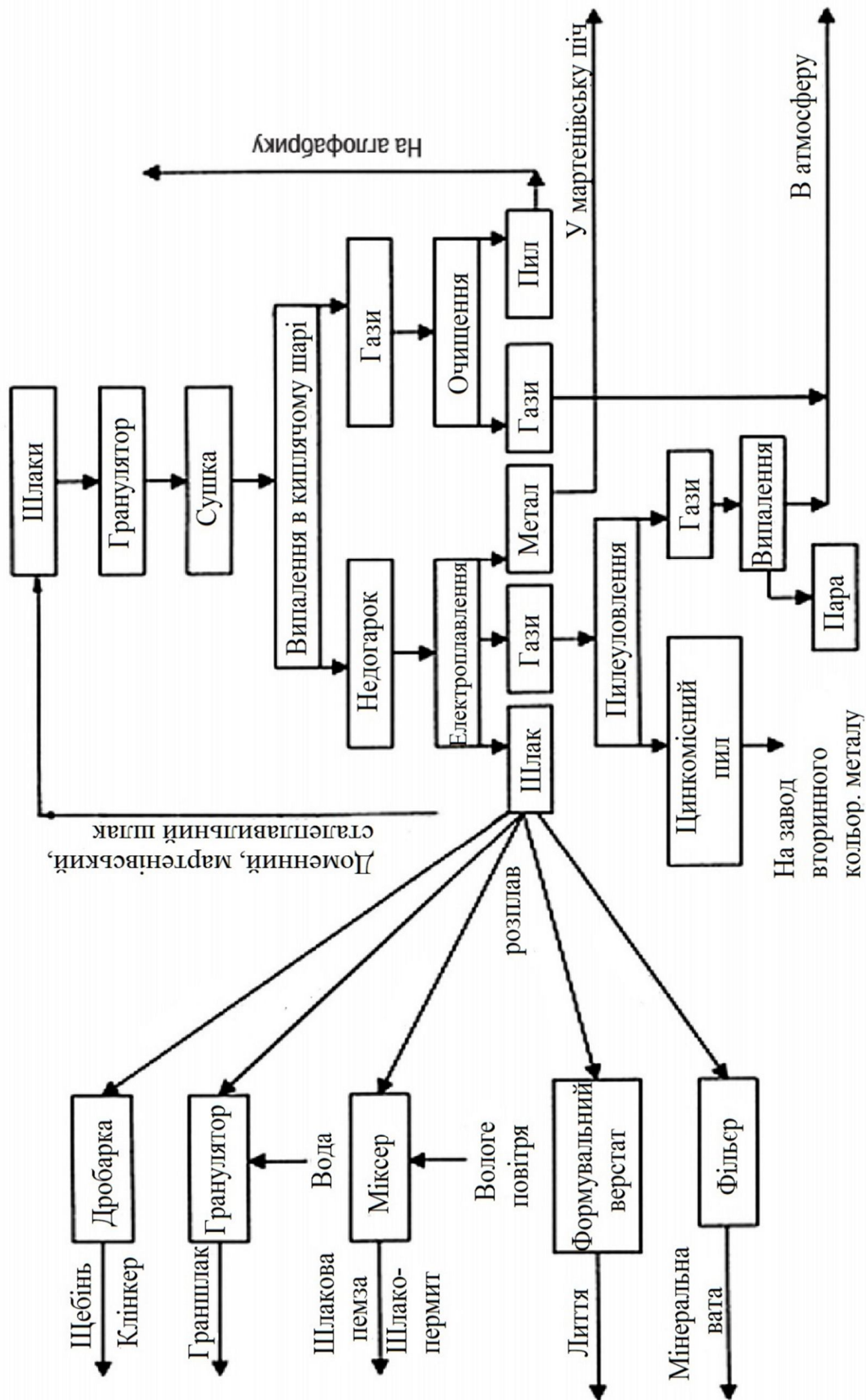


Рисунок 3.15 – Технологічна схема утилізації шлаків

### **3.8 Переробка мінеральної сировини у породних відвалах із використанням пересувних збагачувальних комплексів**

Спосіб переробки залізистих кварцитів визначений відповідно до мінерального складу руд, їхніх текстурно-структурних особливостей, а також стандарту підприємства. Навантаження розпушеної гірничої маси в мобільну щекову дробарку, яка в технологічному ланцюгу із мобільною конусною дробаркою та мобільним магнітним сепаратором забезпечує випуск товарної продукції – залізистих кварцитів подрібненої фракції 0–10мм в кількості 50,0 тис. т/місяць.

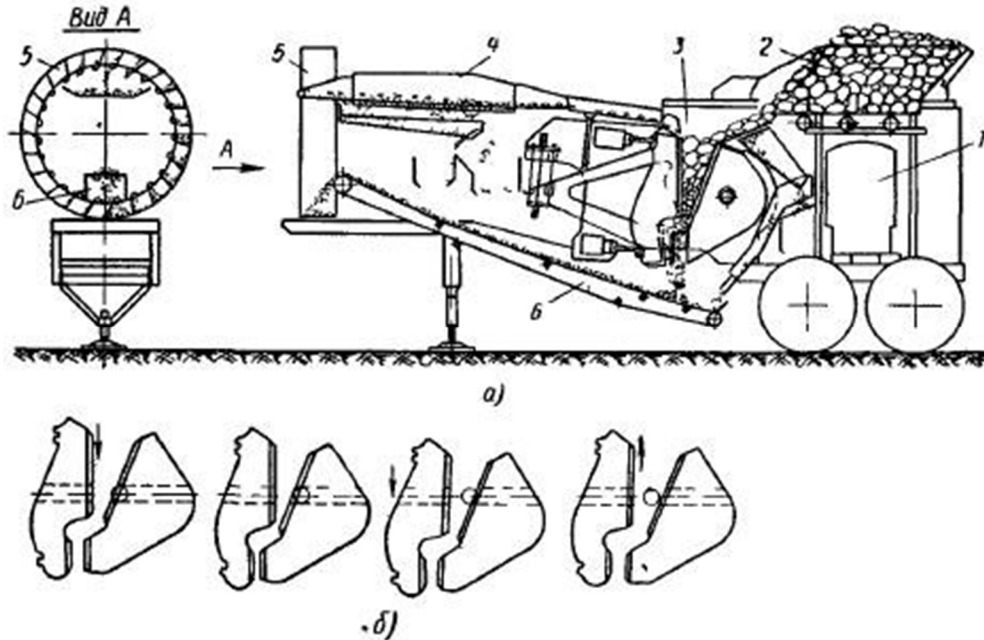
Вилучення пустої породи і уламків із некондиційним вмістом заліза здійснюється після стадії подрібнення, а використання хвостів сепарації у вигляді щебеню та гравію сприяє додатковому економічному ефекту.

Для кварцитів в контурі підрахунку запасів із середнім вмістом заліза від 40,66% до 46,9 % застосована схема переробки, яка включає подрібнення, розмелювання й магнітну сепарацію в сильному полі, яка принципово забезпечує отримання подрібнених залізистих кварцитів, придатних у якості коригуючої добавки до цементу.

При цьому, з досвіду застосування в кар'єрі мобільного магнітного сепаратору, отримується вихід сирої подрібненої гематитової та магнетитової продукції - 80,0 %. Крім того під час отримання сировини, придатної у якості добавки для цементу для коригування значень кремнеземного та глиноземного модулів, утворюється і 20 % відсіву, який використовуватиметься для відсіпки кар'єрних та під'їзних доріг, формування промислових площадок для розташування гірничого обладнання та інше. Видобутий вапняк піддається фракціонуванню на мобільному віброгрохоті з отриманням згідно ДСТУ Б В.2.7-109-2001 щебінь з карбонатних порід фракції 0–80 мм і камінь з карбонатних порід фракції більше 80 мм – 180 мм.

На рис. 3.14 показана пересувна одноагрегатна дробільно-сортувальна установка з шоковою дробаркою, у складі комбіновани шок, що виробляють

первинне і вторинне дроблення. Зручність такої дробарки полягає в тому, що не потрібує подрібненню другого ступеня ; це робить пересувну установку більш компактною і мобільною, що видається дуже важливим при її роботі в притрасовому кар'єрі.



а- схема пристрою, б- положення щік в процесі роботи, 1- двигун, 2- бункер з живильником, 3 – комбінована щоква каменедробарка, 4 – грохот, 5 – роторний елеватор, 6- транспортер

**Рисунок 3.14 – Пересувна одно агрегатна дробарно-сортувальна установка з комбінованими щокми для двохступеневого дроблення**

Таку установку можна легко переміщати слідом за екскаватором, а під час вибухових робіт легко відводити в безпечне місце. Двоступенева щокві дробарка має дві хитні щокми: верхня частина щік призначена для первинного дроблення, нижня – для вторинного. Одна щока приводиться в рух від ексцентрикового вала, друга щока пов'язана з першою спеціальним механізмом і приводиться в рух від нього. Обидві щокми, зближуючись або віддаляючись під час дроблення, не мають вертикального переміщення одна відносно іншої, що дає можливість отримувати щєбінь кубічної форми при відносно невеликому зносі щік.

## **РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ПОВОДЖЕНІ ІЗ ВІДХОДАМИ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ**

### **4.1 Нормативно-правова база**

Сьогодні основними документами що регулюють питання охорони праці та техніки безпеки при поводженні із відходами гірничо-металургійних підприємств є:

1. Наказ № 289 від 22.12.2008 «Про затвердження Правил охорони праці в металургійній промисловості»
2. Наказ № 2009 від 21.12.2017 «Про затвердження Правил охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом»
3. Державний нормативний акт про охорону праці НПАОП 27.0-1.01-08
4. «ДСТУ 2195-99 (ГОСТ 17.9.0.2-99) Охорони природи. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходу. Склад, вміст, виклад і правила внесення змін» від 08.09.1999 р. (введений в дію з 01.01.2-001 р. на зміну ДСТУ 2195-93 (ГОСТ 17.0.0.05-93).

### **4.2 Заходи з охорони праці при експлуатації дробарок**

Для подальшого використання промислових відходів у якості будівельних матеріалів або вилучення з них корисних компонентів, зазвичай здійснюється подрібнення за допомогою дробильно-сортувального комплексу. Таким чином, виникає необхідність в дотриманні певних вимог із техніки безпеки при експлуатації дробарок, а саме:

1. Дробарки повинні бути обладнані механізмом для підйому щік, плит та виконання ремонтів.
2. Завантажувальні пристрої дробарок повторної та подальшої стадій дроблення повинні мати пристосування для вловлювання металевих предметів.



3. Витягувати негабаритний камінь у разі його зависання в зіві дробарки дозволяється спеціальними кліщами, гаками за допомогою вантажопідіймального крана, тельфера, талі і тільки після зупинки дробарки. Звільняти розвантажувальну щілину від застряглого в ній матеріалу необхідно тільки зверху.

4. Завантажувальні отвори конусних дробарок повинні бути закриті глухими знімними огороженнями, щекових дробарок - бічними глухими огорожами заввишки не менше 1 м.

5. Дробарки і пов'язані з ними пристрої повинні бути ретельно герметизовані і приєднані до аспіраційних систем. Влітку повинна бути включена система гідрознепилювання.

6. Регулювати розвантажувальну щілину дробарки дозволяється тільки при зупиненій машині і знятої з електродвигуна напрузі.

7. Спускатися працівникам у робочий простір дробарки для виконання ремонту дозволяється тільки після спорудження тимчасових настилів над завантажувальними отворами дробарок та знеструмлення електродвигуна. Працівники повинні користуватися запобіжними поясами. Роботи повинні виконуватися в присутності керівника робіт. 8. Під час тривалої зупинки дробарки весь матеріал з живильника необхідно видалити.

9. Завантаження дробарок повинно бути механізовано.

10. Очищати колосники молоткової і роторної дробарок дозволяється при зупиненій дробарці і знятої з електродвигуна напрузі і тільки за допомогою спеціальних пристосувань через оглядові люки.

11. Перед пуском молоткової і роторної дробарок необхідно перевіряти правильність балансування ротора. У разі несправності дробарки (сильна вібрація, поломка молотка, розрив болтів, перегрів підшипника тощо) її слід негайно зупинити.

### 4.3 Вимоги до техніки безпеки при роботі на породних відвалах

Техніка безпеки при випробуваннях відвалу при польових роботах є важливою складовою якісної роботи. При пошуко-знімальних роботах, застосовуючи канави і дрібні шурфи, а також різноманітні обчислювальні прилади для випробування відвалів, необхідно слідувати правилам техніки безпеки.

Основними заходами при роботах є використання сходів, помостів та інших допоміжних елементів при випробуваннях на відвалах висотою від 5 м. За умови, якщо відвал насичений водою, то випробування відбуваються тільки після зневоднення необхідної випробувальної ділянки.

1. Порядок утворення та експлуатації відвалів, розташованих над діючими підземними виробками, а також засипки провалів і відпрацьованих ділянок кар'єру повинен передбачати заходи, що забезпечують безпечні умови праці.

2. У разі розміщення відвалів на косогорах необхідно передбачити спеціальні заходи, які перешкоджають їх сповзанню.

3. Під час спільного складування порід в один відвал на гірничих підприємствах, які працюють за транспортними схемами в районах з великою кількістю опадів у вигляді снігу, повинні бути розроблені додаткові засоби безпеки від можливих зсувів відвалів улітку.

У разі спільного складування скельних порід і розсипчастих морених відкладень висота відвалів повинна бути визначена проектом з урахуванням фізико-механічних властивостей порід, що складуються.

4. У разі появи ознак зсуву роботи з відвалоутворення необхідно припинити до розробки та затвердження спеціальних заходів безпеки.

5. Можливість відсипки відвалів на заболочених територіях і територіях без дренажу повинні бути визначені спеціальним проектом, яким передбачаються необхідні заходи безпеки відвальних робіт.

6. Висота породних відвалів, кути укосів та призми обвалення, швидкість посування фронту відвальних робіт повинні бути визначені залежно від фізико-механічних властивостей порід відвалу та його основи, способу відвалоутворення та рельєфу місцевості.

7. Проїжджі шляхи повинні бути розташовані за межами скочування шматків породи з відвалів. На відвалах необхідно вивішувати попереджувальні надписи про небезпеку перебування працівників на укосах відвалів, поблизу їх основи та в місцях розвантаження транспортних засобів.

8. Автомобілі та інші транспортні засоби необхідно розвантажувати на відвалі в місцях, передбачених паспортом, відповідно до призми обвалення (сповзання) порід. Розміри цієї призми встановлюються маркшейдерською службою гірничого підприємства та регулярно доводяться до відома працюючих на відвалі.

9. Під час планування відвалу бульдозером під'їзд до бровки укосу дозволяється тільки ножем уперед. Подавати бульдозери заднім ходом до бровки відвалу не дозволяється.

Дозволяється робота бульдозера поза призмою обвалення з переміщенням його вздовж захисного валу.

10. Не дозволяється здійснювати скид (стік) кар'єрної та поверхневої води у відвали.

11. На гідровідвалах на випадок прориву пульпи необхідно мати аварійний запас матеріалів та інструменту для його ліквідації та повинно бути визначено їх місце розташування, найменування і кількість. Відвали свіженалитих відкладень необхідно огорожувати знаками, що не дозволяють ходити по відвалах.

Слід також зауважити, що розвантажувальні майданчики бульдозерних відвалів необхідно влаштовувати вздовж усього фронту розвантаження з поперечним ухилом не менше ніж  $3^\circ$ , спрямованим від бровки укосу в глибину відвалу. Для обмеження руху машин заднім ходом та огороження призми можливого обвалення розвантажувальні майданчики повинні бути облаштовані

надійною запобіжною стінкою (валом) висотою не менше ніж 0,5 діаметра колеса автосамоскида найбільшої вантажопідйомності, що застосовується для перевезення гірничої маси.

Запобіжна стінка (вал) повинна використовуватись водієм як орієнтир. Якщо запобіжної стінки немає, не дозволяється під'їжджати до бровки розвантажувального майданчика ближче ніж на 3 м машинам вантажопідйомністю до 10 т і ближче ніж 5 м - вантажопідйомністю вище 10 т.

#### **4.4 Вимоги безпеки під час роботи транспортно-відвальних мостів і від валоутворювачів**

Експлуатація промислових відходів в місцях їх видалення пов'язана із переміщенням значних обсягів породи за допомогою від валоутворювачів. При цьому виникає необхідність у дотриманні певних правил безпеки для запобігання негативних наслідків. Основними вимогами є наступні:

1. Транспортно-відвальні мости та консольні відвалоутворювачі повинні бути обладнані справно діючими приладами для безперервного автоматичного вимірювання зміни швидкості та напрямку вітру, заблокованими з аварійним сигналом і системою керування ходовими механізмами відвалоутворювачів, а також засобами вимірювальної техніки, кінцевими вимикачами, сигнальними та переговорними пристроями. Крім автоматично діючих гальмівних пристроїв, ходові візки мосту повинні бути обладнані справними ручними гальмами.

2. Під час ремонту транспортно-відвального мосту не дозволяється одночасне розбирання ручних і автоматичних гальмівних пристроїв.

3. Усі контрвантажі, розташовані поблизу шляхів і проходів, необхідно огороджувати для унеможливлення проходження працівників в зони їх дії.

4. Усі конвеєрні лінії транспортно-відвальних мостів і відвалоутворювачів повинні бути обладнані з двох боків огороженими майданчиками для обслуговування конвеєрів. Ширина проходів вздовж конвеєрів повинна бути не менше ніж 700 мм.

5. Під час грози, туману, заметілі, при видимості до 25 м, а також під час зливи, вологого та сильного снігопаду переміщення і робота транспортно-відвального мосту не дозволяється.

6. Не дозволяється наближення транспортно-відвального мосту до будівель або гірничотранспортного устаткування, в тому числі і під час розминовок, на відстань менше ніж 1 м. Не дозволяється робота транспортно-відвального мосту над гірничотранспортним обладнанням, що працює.

7. Не дозволяється експлуатація мостових колій на обводнених уступах кар'єру.

8. Під час переміщення відвалоутворювачів з крокуючим і крокуючо-рейковим ходом проїзд транспорту, машин і механізмів, а також прохід працівників під консоллю не дозволяється.

9. Відстань між кінцем відвальної консолі транспортно-відвального мосту та гребенем відвалу повинна бути не менше ніж 3 м. У консольних стрічкових відвалоутворювачів з періодичним переміщенням ця величина повинна бути не менше ніж 1,5 м.

10. У разі появи ознак зсуву відвалів транспортно-відвальної міст необхідно вивести з небезпечної зони.

11. Перехід відвальної опори транспортно-відвального мосту через дренажні вироби необхідно здійснювати згідно з розробленим на підприємстві паспортом.

#### **4.5 Вимоги до освітлення під час планувальних робіт на відвалах**

Під час польових досліджень та планувальних роботах на породних відвалах та шламонакопичувачах в темний період часу необхідно забезпечити належний рівень освітлення території.

Це можна реалізувати як за допомогою централізованого освітлення території місць видалення промислових відходів, так і встановленню

індивідуальних систем освітлення на машини та інші технічні засоби, що застосовуються. Основними вимогами щодо освітлення території є:

1. Для мереж освітлення, а також світильників на пересувних машинах, механізмах і агрегатах необхідно застосовувати електричну систему з ізольованою нейтраллю та лінійною напругою не вище ніж 220 В.

У разі застосування спеціальних видів освітлення допускається напруга вище ніж 220 В. Для живлення ручних переносних ламп необхідно застосовувати лінійну напругу не вище ніж 36 В змінного струму і 48 В постійного струму. Під час застосування тепловозної тяги допускається використання для цього постійного струму напругою до 75 В.

2. Усі місця проведення робіт у кар'єрах необхідно освітлювати відповідно до норм їх освітленості згідно з додатком 3.

3. Для освітлення відвалів і автошляхів поза межами кар'єру у разі живлення від окремих трансформаторних підстанцій дозволяється користуватися мережею із заземленою нейтраллю на напругу 380/220 В.

4. На стаціонарних і пересувних опорах контактної мережі постійного струму напругою до 1650 В включно можна виконувати підвіску проводів електричного освітлення та світильників вище контактного проводу на протилежному від нього боці опори. Ізолятори освітлювальної мережі повинні бути на напругу 1650 В.

5. Відстань від контактного проводу до проводів освітлення по вертикалі повинна бути не менше ніж 1,5 м. Відстань від контактного проводу до опори при боковій підвісці повинна бути не менше ніж 1 м.

6. Заміну ламп і світильників, розташованих на дерев'яних опорах нижче освітлювальних проводів, необхідно проводити при знятій з контактного проводу напрузі. Ремонт освітлювальної мережі (заміну крюків, штирів та ізоляторів, перетяжку проводів) необхідно проводити при знятій напрузі як з контактної, так і з освітлювальної мережі.

7. Працівники, яких направляють на роботу в умовах недостатнього освітлення і в нічний час, повинні мати індивідуальні переносні світильники.

## 4.6 Нормування шкідливих речовин

При розвантаженні промислових відходів на породних відвалах та шламосховищах виникає небезпека через забруднення атмосферного повітря пилом, різної фракції та за фізико-хімічними властивостями.

Шкідливі речовини, що потрапили в організм людини спричинюють порушення здоров'я лише в тому випадку, коли їхня кількість у повітрі перевищує граничну для кожної речовини величину.

Під *гранично допустимою концентрацією (ГДК)* шкідливої речовини у повітрі робочої зони розуміють таку максимальну концентрацію даної речовини в повітрі робочої зони, яка при щоденній (крім вихідних днів) роботі протягом 8 годин чи іншої тривалості (але не більше 40 годин на тиждень) не призводить до зниження працездатності і захворювання в період трудової діяльності та у наступний період життя, а також не справляє несприятливого впливу на здоров'я нащадків.

ГДК шкідливої речовини у повітрі робочої зони встановлюється для речовин, що здатні чинити шкідливий вплив на організм працюючих при інгаляційному надходженні.

За величиною ГДК у повітрі робочої зони шкідливі речовини поділяються на чотири класи небезпеки (ГОСТ 12.1.007–76):

- 1-й — речовини надзвичайно небезпечні, ГДК менше  $0,1 \text{ мг/м}^3$  (свинець, ртуть, озон та ін.).
- 2-й — речовини високонебезпечні, ГДК  $0,1—1,0 \text{ мг/м}^3$  (кислоти сірчана та соляна, хлор, фенол, їдкі луги та ін.).
- 3-й — речовини помірно небезпечні, ГДК  $1,1—10,0 \text{ мг/м}^3$  (вінілацетат, толуол, ксилол, спирт метиловий та ін.).
- 4-й — речовини малонебезпечні, ГДК більше  $10,0 \text{ мг/м}^3$  (аміак, бензин, ацетон, гас та ін.).

При вмісті в повітрі робочої зони кількох речовин односпрямованої дії необхідно дотримуватись наступної умови:

$$C_1 / ГДК_1 + C_2 / ГДК_2 + \dots + C_n / ГДК_n = 1, \quad (4.1)$$

де  $C_1, C_2, C_3 \dots C_n$  – фактичні концентрації шкідливих речовин у повітрі,  $мг/м^3$ ;  $ГДК_1, ГДК_2 \dots ГДК_n$  – гранично допустимі концентрації відповідних шкідливих речовин,  $мг/м^3$ .

Для зниження рівня небезпеки від забруднення атмосферного повітря підчас переміщення гірської маси на породних відвалах та шламосховищах необхідно забезпечити працівників засобами індивідуального захисту, такими як аспіратори, маски та захисні окуляри.

Таким чином, запропоновані в даному розділі заходи сприятимуть забезпеченню охорони праці робітників при поводженні із відходами гірничо-металургійних підприємств.



## РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ПРОДАЖУ ЗАЛІЗИСТОГО КВАРЦИТУ

У розділі наведено розрахунок економічного ефекту від продажу залізного кварциту у якості коригуючої добавки до цементу, експлуатаційні витрати, а також розрахунки еколого-економічного ефекту за зниження суми податків за розміщення відходів збагачення залізистих руд.

### 5.1 Розрахунок екологічного податку на розміщення відходів

Відповідно до Податкового кодексу [21] розраховуємо розмір екологічного податку за розміщення відходів ПрАТ «ПІВНІЗК».

Сума екологічного податку, що стягується за розміщення відходів у навколишньому природному середовищі нараховуються платниками самостійно, щоквартально виходячи з фактичних об'ємів скидів, ставок податку та корегуючих коефіцієнтів. Розмір платежу за розміщення відходів визначається за формулою:

$$\Pi_{ps}^{oo} = \sum_{i=1}^n (H_{ni} \cdot M_{li}^{oo} \cdot K_m \cdot K_o) \quad (5.1)$$

де  $H_{ni}$  – ставки податку в поточному році за розміщення однієї тонни  $i$ -того виду відходів у гривнях з копійками,  $H_{ni} = 0,49$  ;

$M_{li}^{oo}$  – обсяг розміщених відходів *шлахосховища* до впровадження обраних природоохоронних заходів в тоннах,  $M_{відход} = 394$  млн м<sup>3</sup>;

$K_m$  – коригуючий коефіцієнт, який враховує розташування місця розміщення відходів (табл. 5.2)  $K_m = 1$ ;

$K_o$  – коригуючий коефіцієнт, що дорівнює 3 і застосовується у разі розміщення відходів на звалищах, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів,  $K_o = 3$  .

$$M_{li}^{загал} = \Sigma M_{li}^i = 1322,1 \text{ млн тонн} \quad (5.2)$$

$$M_{li}^1 = M_{магнетит} \cdot \rho_{магнетит} = 46,1 \text{ млн м}^3 \cdot 5 = 230,5 \text{ млн тонн}$$

$$M_{li}^2 = M_{гематит} \cdot \rho_{гематит} = 17,1 \text{ млн м}^3 \cdot 5 = 85,5 \text{ млн тонн};$$

$$M_{лі}^3 = M_{кварц} \cdot \rho_{кварц} = 186,5 \text{ млн м}^3 \cdot 2,6 = 484,9 \text{ млн тонн};$$

$$M_{лі}^4 = M_{інше} \cdot \rho_{інше} = 130,3 \text{ млн м}^3 \cdot 4 = 521,2 \text{ млн тонн};$$

Отже, до введення запропонованого заходу плата за розміщення відходів збагачення залізистих руд ПрАТ «ПівнігЗК» за рік за формулою складає:

$$P_{рв}^{до} = 0,49 \cdot 13221000 \cdot 1,0 \cdot 3,0 = 19\,434\,870 \text{ грн/рік} \quad (5.3)$$

Після впровадження додаткової технології утилізації відходів їх кількість зменшиться, а плата за розміщення відходів у довкіллі буде дорівнювати:

$$P_{рв}^{після} = \sum_{i=1}^n (H_{ni} \cdot M_{лі}^{після} \cdot K_m \cdot K_o), \quad (5.4)$$

де  $H_{ni}$  – ставки податку в поточному році за розміщення однієї тонни  $i$ -того виду відходів у гривнях з копійками (табл. 5.1);

$M_{лі}^{після}$  – обсяг розміщених відходів  $i$ -того виду після впровадження обраних природоохоронних заходів в тоннах (т),

Таблиця 5.1 – Ставки податку за розміщення відходів, які встановлюються залежно від класу небезпеки та рівня небезпечності відходів [21]:

Клас небезпеки відходів	Рівень небезпечності відходів	Ставка податку ( $H_{ni}$ ), гривень за 1 тонну
I	надзвичайно небезпечні	1405,65
II	високонебезпечні	51,2
III	помірно небезпечні	12,84
IV	малонебезпечні	5
	малонебезпечні нетоксичні відходи гірничої промисловості	0,49

Таблиця 5.2 – Коефіцієнт до ставок податку, який встановлюється залежно від місця (зони) розміщення відходів у навколишньому природному середовищі:

Місце (зона) розміщення відходів	Коефіцієнт $K_m$
В межах населеного пункту або на відстані менш як 3 км від таких меж	3
На відстані від 3 км і більше від меж населеного пункту	1

Вилучення залізного кварциту – 123 тис. т /год.,

$$M_{лі}^{після} = 1322100 - 123\,000 = 12878 \text{ тис. т.};$$

$K_m$  – коригуючий коефіцієнт, який враховує розташування місця розміщення відходів (табл. 5.2),  $K_m = 1$ ;

$K_o$  – коригуючий коефіцієнт, що дорівнює 3 і застосовується у разі розміщення відходів на звалищах, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів,  $K_o = 3$ .

Отже, після впровадження запропонованого заходу плата за розміщення відходів збагачення залізистих кварцитів за рік за формулою 5.4 складатиме:

$$P_{pv}^{нісля} = 0,49 \cdot 12878000 \cdot 1,0 \cdot 3,0 = 18\,930\,660 \text{ грн./рік.}$$

Економія екологічного податку за розміщення відходів розраховується за формулою:

$$\Delta P = P_{pv}^{до} - P_{pv}^{нісля}, \quad (5.5)$$

де  $P_{pv}^{до}$  – плата за розміщення відходів до впровадження заходу, грн./рік;

$P_{pv}^{нісля}$  – плата за розміщення відходів після впровадження заходу, грн./рік.

Отже, економія екологічного податку за розміщення відходів становить:

$$\Delta P = 19\,434\,870 - 18\,930\,660 = 504\,210 \text{ грн./рік.}$$

## 5.2 Розрахунок капітальних витрат

Капітальні витрати на впровадження технології вилучення залізистого кварциту із відходів збагачення визначається за формулою:

$$K = C_{уст.} + Z_m, \text{ тис. грн.}, \quad (5.6)$$

де  $C_{уст.}$  – ціна запропонованої установки, тис. грн.,

$Z_m$  – витрати на монтаж, тис. грн.

Барабанний сепаратор серії ЕРМ,  $C_{уст.} = 58$  тис. грн.

Встановлення запропонованої установки складає 10 % від вартості обладнання:  $Z_m = 58000 \cdot 0,1 = 5,8$  тис. грн.

Капітальні витрати на впровадження запропонованого устаткування становлять:

$$K = 58000 + 5800 = 63,8 \text{ тис. грн.}$$

### 5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати враховують в себе витрати на електроенергію, заробітну плату працівникам, обслуговуючим обладнання, єдиний соціальний внесок, та амортизаційні відрахування.

Експлуатаційні витрати розраховуються за формулою:

$$Z_{\text{експл.}} = Z_{\text{o.n.}} + Z_{\text{н.}} + Z_{\text{a.}} + Z_{\text{e.}}, \text{ тис. грн./рік,} \quad (5.7)$$

де  $Z_{\text{o.n.}}$  – витрати на оплату праці, тис. грн./рік

$Z_{\text{н.}}$  – єдиний соціальний внесок, тис. грн./рік.

$Z_{\text{a.}}$  – амортизаційні відрахування, тис. грн./рік.

$Z_{\text{e.}}$  – витрати на електроенергію, тис. грн./рік.

Витрати на оплату праці:

$$Z_{\text{o.n.}} = N_{\text{з.}} \cdot K_{\text{o.n.}} \cdot CT_{\text{з.н.}}, \text{ тис. грн./рік,} \quad (5.8)$$

де  $K_{\text{o.n.}}$  – кількість працівників,

$CT_{\text{з.н.}}$  – ставка заробітної плати, грн./міс.

$N_{\text{з.}}$  – кількість місяців.

Для постійного обслуговування запропонованого устаткування необхідно 2 працівника.

$$Z_{\text{o.n.}} = 12 \cdot 2 \cdot 6\,000 = 144 \text{ тис. грн./рік.}$$

Єдиний соціальний внесок:

$$Z_{\text{н.}} = Z_{\text{он.}} \cdot St_{\text{н.}}, \text{ тис. грн./рік,} \quad (5.9)$$

де  $St_{\text{н.}}$  – ставка нарахувань на заробітну плату = 22%.

$$Z_{\text{н.}} = 144\,000 \cdot 0,22 = 31,68 \text{ тис. грн./рік.}$$

Амортизаційні відрахування становлять:

$$Z_{\text{a.}} = K \cdot A_{\text{р.}}, \text{ тис. грн./рік,} \quad (5.10)$$

де  $A_{\text{р.}}$  – річні амортизаційні відрахування, для класу «Мийні машини, прес-фільтри, класифікатори, отсадочні машини, сепаратори, обладнання для збагачення у важких суспензіях»  $A_{\text{р.}} = 8,3\%$ .

$$Z_{\text{a.}} = 31\,680 \cdot 0,083 = 2\,629,5 \text{ грн./рік.}$$

Витрати на електроенергію:

$$Z_e = P_{об.} \cdot N_1 \cdot N_2 \cdot N_3 \cdot N_4 \cdot C_e \cdot K_v, \text{ тис. грн./рік,} \quad (5.11)$$

де  $P_{об.}$  – потужність обладнання, кВт/годин,  $P_{об.} = 5,5$  кВт/годин;

$N_1$  – тривалість робочої зміни,  $N_1 = 8$  годин;

$N_2$  – кількість змін на добу,  $N_2 = 3$  зміни;

$N_3$  – число робочих днів на місяць, в середньому  $N_3 = 20$ ;

$N_4$  – число місяців на рік,  $N_4 = 12$ ;

$C_e$  – ціна електроенергії, грн./кВт;

Ціна електроенергії на грудень 2020 року становить 1,9 грн./кВт;

$K_v$  – коефіцієнт використання робочого часу,  $K_v = 0,75$ .

$$Z_e = 5,5 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 20 \cdot 12 \cdot 1,9 \cdot 0,75 = 45,144 \text{ тис. грн./рік.}$$

Таким чином, загальна сума експлуатаційних витрат на утримання обраного устаткування становить:

$$Z_{експл.} = 144\,000 + 31\,680 + 2\,629,5 + 45\,144 = 223\,453,5 \text{ грн./рік.}$$

#### 5.4 Розрахунок економічного ефекту від запропонованого рішення

Економічний ефект від запропонованого рішення виникне в тому випадку, якщо щорічна сума економії екологічного податку за скидання стічних вод, викиди забруднюючих речовин або розміщення відходів буде більшою, ніж щорічні витрати на реалізацію проекту.

Отже, очікуваний економічний ефект від запропонованого рішення розраховується за формулою:

$$E = \Delta\Pi - Z_{експл.}, \quad (5.12)$$

де  $\Delta\Pi$  – економія екологічного податку за скиди у водні об'єкти (викиди в атмосферне повітря, розміщення відходів), грн./рік;

$Z_{експл.}$  – сума експлуатаційних витрат на утримання обраного устаткування, грн./рік.

$$E = 504\,210 - 223\,453,5 = 280\,756,5 \text{ грн./рік.}$$

#### 5.5 Розрахунок терміну окупності

Термін окупності проекту визначається за формулою:

$$T = \frac{K}{E}, \text{ роки,} \quad (5.13)$$

де  $K$  – капітальні витрати, грн.;

$E$  – очікуваний економічний ефект від запропонованого рішення, грн./рік.

$$T = \frac{31\,680}{280756,5} = 1 \text{ рік.}$$

Проаналізувавши отримані результати можна зробити висновок, що впровадження технології збагачення марганцевого шламу за допомогою магнітного сепаратора є економічно доцільною. Термін окупності технологічної схеми становить 1 рік.

Крім того, впровадження запропонованого рішення дозволить зменшити обсяги утворення відходів та покращити умови проживання населення у гірничодобувних регіонах.

Таблиця 5. - Розрахунок вартості готової продукції

№		Річна продуктивність тис т,	Вартість один продукції грн	Загальна вартість тис грн.
1	Подрібнені кварцити	1 1000.00	53	53000
2	Вапняковий щебінь (0-150мм)	188.19	30	5645.7
	Всього	1000		58645.7

## ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі вирішена задача з безпеку місць видалення промислових відходів та обґрунтування ефективних технологічних схем комплексної переробки відходів підприємств гірничо-металургійної промисловості. В результаті виконання роботи було визначено наступне:

На території багатьох індустріально розвинутих регіонів України знаходяться величезні обсяги промислових відходів, причому спостерігається тенденція щодо збільшення цих обсягів навіть попри спад виробництва.

Промислові відходи в місцях їх видалення мають комплексний вплив на усі компоненти навколишнього середовища та уявляють небезпеку для здоров'я населення для мешканців прилеглої території. Водночас техногенні відходи вміщують велику кількість цінних компонентів, які можуть бути потенційними джерелами мінеральної сировини.

Визначено що у шламах збагачення залізних руд, відходів з виробництва феросплавів та золі ТЕЦ містяться кольорові та рідкісні метали, такі як селен, галій, титан, індій, германій, срібло, золото та інші цінні компоненти, які у перспективі можуть бути вилучені за допомогою новітніх технологій збагачення корисних копалин.

Залізовмісні відходи за обсягом, концентрацією та станом технологічних розробок щодо їх застосування як вторинної сировини є стратегічним ресурсом ГМК України першочергового значення. Для розробки техногенних родовищ із незначною кількістю відходів доцільне використання мобільних дробарно-сортувальних комплексів та портативних електродинамічних сепараторів.

Вилучення корисних компонентів із відходів за допомогою магнітного сепаратора на постійних магнітах дозволить зменшити обсяги накопичення відходів, а тому зменшиться сума екологічного податку за розміщення відходів. Також запропонована технологія принесе додатковий прибуток за виробництво супутньої продукції.

Будучи важливим резервом отримання додаткових обсягів мінеральної сировини, техногенні родовища, які включають усі види промислових відвалів, шламо- і хвостосховища, місця разового складування відходів, останнім часом привертають до себе все більше уваги не тільки через свою ресурсну цінність, але також через необхідність їх ліквідації, як потужне джерело забруднення навколишнього середовища у районі свого розташування.

Відпрацювання техногенних родовищ часто не відрізняється високою рентабельністю, але забезпечує значне поліпшення стану навколишнього середовища при залученні в переробку основної маси відходів. Тому при прийнятті рішення про освоєння цих об'єктів пріоритет повинен віддаватися варіанту, що забезпечує найбільш повне використання відходів

Найбільш перспективними для подальшого освоєння є відвали пустих порід підземного та відкритого видобутку мінеральної сировини, хвостосховища, шламонакопичувачі, золошлакосховища, відвали металургійних шлаків тощо.

Породні відвали які не містять рідкісних кошовних металів або цінних компонентів свою чергу можуть бути застосовані у якості дорожньо-будівельних матеріалів, цегляної та цементної сировини. Глини та лісові суглинки з відвалів вскришних порід доцільно використовувати в ході рекультивації порушених земель. Проте слід зауважити що будь які технологічні процеси при поводженні з промисловими об'єктами можуть бути також небезпечними для довкілля.

Впровадження запропонованих рішень дозволить зменшити обсяги утворення відходів, знизити їх пиління та можливий ризик появи захворювань системи органів дихання, що в свою чергу покращить умови проживання населення у гірничодобувних регіонах. Крім того, використання відходів в якості вторинної сировини дозволить зменшити площі земель, які відводяться під їх складування та отримати додатковий прибуток за виробництво супутньої продукції.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. «Реструктуризація мінерально-сировинної бази України та її інформаційне забезпечення». – К.: Наукова думка, 2007.
2. Звіт з оцінки впливу на довкілля ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».
3. Зигун А.Ю. Використання світового досвіду системи управління відходами / А. Ю. Зигун // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2011. – № 697 : Теорія і практика будівництва
4. Евтехов В. Д., Техногенные месторождения: от использования имеющихся – к созданию более совершенных //, Геолого-мінералогічний вісник Криворізького технічного університету. – 2001.
5. «Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища Дніпропетровської області за 2019 рік» - Департамент екології та природних ресурсів Дніпропетровської облдержадміністрації.
6. Большинова О.П. « Экология металлургического производства» - Курс лекцій / Національний дослідницький технічний університет «МИСиС» – 2012.
7. Краснянський М.Є. «Утилізація та рекуперизація відходів» //Донецький Національний технічний університет , Навчальний посібник 2-е видання. – Харків – 2007.
8. Губіна В.Г., Горлицький Б.О. «Проблема залізовмісних відходів гірничо-металургійного комплексу України — системний підхід» / *Інститут геохімії навколишнього середовища*
9. Данилишин Б.М., Дорогунцов С.І., Міщенко В.С. та ін. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України // — К.: РВПС України, 1999
10. Горбунов О. Д. «Сучасні маловідходні технології» - Конспект лекцій/ Дніпровський державний технічний університет – 2016.
11. Зеркалов Д.В. «Екологічна безпека та охорона довкілля» //- К:2012.

12. Іванов Є.А., Біланюк В.І. «Ефективність використання мінеральної сировини і гірничопромислових відходів в Україні» / *Львівський національний університет ім. І. Франка* – 2015.

13. Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації хвостових і шламових господарств гірничорудних і нерудних підприємств : Наказ міністерства енергетики та вугільної промисловості України №20. – 2015. - №127/26572. – 2с.

14. Наказ № 289 від 22.12.2008 «Про затвердження Правил охорони праці в металургійній промисловості»

15. Наказ № 2009 від 21.12.2017 «Про затвердження Правил охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом»

16. Державний нормативний акт про охорону праці НПАОП 27.0-1.01-08

17. «ДСТУ 2195-99 (ГОСТ 17.9.0.2-99) Охорони природи. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходу. Склад, вміст, виклад і правила внесення змін» від 08.09.1999 р. (введений в дію з 01.01.2001 р. на зміну ДСТУ 2195-93 (ГОСТ 17.0.0.05-93))

18. Кроик, А.А. «Оценка загрязнения подземных вод, почвогрунтов в зоне складирования промтоваров» // Науковий вісник Державної гірничої академії України. – Дніпропетровськ, 2001.

19. Гурін А.О. Аерологія гірничих підприємств [Текст] / А.О. Гурін, П.В. Бересневич, А.А. Немченко, І.Б. Ошмянський. – Кривий Ріг : Видавничий центр КТУ, 2007

20. Багрій І.Д., Блінов П.В., Білокопитова Н.А. та ін. Геоecологічні проблеми криворізького басейну в умовах реструктуризації гірничодобувної галузі . – К.: Фенікс, 2002.

21. Податковий кодекс України / Розділ VIII Екологічний податок.

22. Ткаченко Я.С., Бучавий Ю.В. Критичний аналіз шляхів поводження із відходами металургійних підприємств. // Молодь: наука та інновації: Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (Дніпро, 27 листопада 2020 року). – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2020. Т.10 – С. 137–138.

ТОМ 10 – ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ РЕГІОНУ (25 листопада – 27 листопада 2020 року)

УДК 502.35: 504.052

**Ткаченко Я.С., магістр гр. 183м-19-1**

**Науковий керівник: к. б. н., доц. Бучавий Ю.В.**

Національний ГУ "Дніпровська політехніка", м. Дніпро, Україна

### **КРИТИЧНИЙ АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПОВОДЖЕННЯ ІЗ ВІДХОДАМИ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Некероване утворення відходів і поведження з ними тягне за собою не тільки екологічні, але й економічні наслідки, що виявляються в значній ресурсоемності виробництва, збільшенні частки матеріальних витрат в собівартості продукції у наслідок підвищеної витрати матеріально-сировинних ресурсів. Процес виплавки чавуну і сталі супроводжується утворенням відходів у вигляді скрапу, шламу, шлаку, залишків вогнетривкої цегли, сміття та пилю. Основну частину твердих відходів складають шлаки, які представлені силікатними розплавами [1]. Отже виникає необхідність в утилізації цих відходів або технологій щодо зниження обсягів їх утворення.

Основним споживачем доменних гранульованих шлаків є цементна промисловість, в якій також можливе використання поволі охолоджених сталеплавильних шлаків, шлаків феросплавів і шлаків кольорової металургії. Шлакові в'язучі підрозділяють на: безклінкерні (сульфатношлакові і вапняно-шлакові), шлаколузні і шлакопортландцемент.

Шлаколузний цемент використовують у будівництві, а також для знешкодження радіоактивних і токсичних відходів, що містять важкі метали (шлами гальванічного виробництва, шлами водоочистки, золошлакові відходи термічного знешкодження).

З металургійних шлаків отримують шлаковий щебінь шляхом дроблення відвальних металургійних шлаків або за спеціальною технологією виготовляють литий щебінь. При виробництві цього матеріалу вогняно-рідкий шлаковий розплав з шлаковозних ковшів зливають шарами товщиною 250–500 мм на спеціальні ливарні майданчики або траншеї. Через 2–3 години він кристалізується на відкритому повітрі, потім його охолоджують водою, що призводить до розвитку тріщин. Шлакові масиви розробляють екскаваторами з подальшим дробленням і грохотуванням [2].

Необхідною умовою отримання щебеню з відвальних металургійних шлаків є стійкість їх до розпаду. Шлаки, що пролежали 3–5 місяців у відвалах, як правило, мають стабільний склад. Литий шлаковий щебінь характерний високою морозо- і жаростійкістю, опором до стирання.

Металургійні шлаки використовують для виробництва шлакової вати і шлакової пемзи, які отримують спучуванням шлакового розплаву при швидкому охолодженні водою, повітрям, а також при дії мінеральних газоутворювачів. Застосовують ці матеріали як ізоляційні. Із шлакової пемзи виробляють також легкий фракційний щебінь шляхом дроблення і грохотування.

У будівництві застосовують різні типи бетонів з в'язучими і заповнювачами на основі металургійних шлаків.

Для особливо важких і важких бетонів (густиною 2600–1800 кг/м<sup>3</sup>) як крупні заповнювачі використовують литий або відвальний щебінь, як дрібний заповнювач — гранульований доменний шлак. При виробництві легких шлакових бетонів як крупний заповнювач використовують щебінь на основі шлакової пемзи. Шлаковий щебінь застосовують також у дорожньому будівництві для спорудження основ доріг і асфальтобетонних покриттів.

З розплавлених металургійних шлаків відливають камені для мощення доріг і підлог промислових будівель, бордюрний камінь, протикорозійні плитки, труби й інші вироби. Щодо зносо- та жаростійкості, ряду інших властивостей шлакове лиття перевищує

10-137

залізобетон і сталь [3].

Металургійні шлаки використовують для виробництва шлакоситалів. Виробництво їх полягає у варінні шлакового скла, формуванні і подальшій кристалізації виробів. Шихта для отримання ситалів складається з шлаку, піску, лужновмісних й інших домішок. Шлакоситали характеризуються високими фізико-механічними властивостями, оскільки вони такі ж міцні, як, наприклад, чавун або сталь, але шлакоситали в три рази легші. Їх легко обробляти, шліфувати, різати, свердлити. Шлакоситали широко застосовують у будівництві. Плитами з листового шлакоситалу облицьовують цоколи й фасади будівель, обробляють внутрішні стіни і перегородки, виконують з них огорожі балконів, сходові марші, підвіконня, підлоги промислових будівель, виготовляють труби, високовольні ізолятори й інші вироби.

Найбільшим споживачем шлаків є промислова гідротехніка, де шлаки можна використовувати для спорудження дамб шламонакопичувачів, закріплення укосів дамб, каналів, спорудження морських причалів, протифільтраційних заходів тощо.

При виробництві феросплавів утворюються шлаки, що містять до 15-20 % металу. Феросплави – це сплави заліза з кремнієм, марганцем, хромом й іншими металами. Їх використовують при виплавлянні сталі для розкислювання і легування рідинного металу (придання сталі особливих властивостей), зв'язування шкідливих домішок. Феросплавні шлаки використовують для вилучення цінних металів, як добавки при виплавлянні сталі, феросплавів, в цементній промисловості, у виробництві шлакового литва, шлакоситалів, а також у виробництві будівельних матеріалів аналогічно доменним сталеплавильним шлакам.

Шлаки кольорової металургії відрізняються великою різноманітністю. Вихід шлаків кольорової металургії на одиницю виплавленого металу значно більший, ніж шлаків чорної металургії. Так, на 1 т нікелю утворюється до 150 т шлаку, на 1 т міді — 10–30 т. У шлаках міститься до 60 % оксидів заліза, оксиди кремнію, алюмінію, кальцію, магнію, а також значна кількість таких цінних компонентів, як мідь, кобальт, цинк, свинець, кадмій, рідкісні метали. Перспективним напрямом їх використання є комплексна переробка, що включає попереднє вилучення кольорових і рідкісних металів, заліза з подальшим використанням силікатного залишку для виробництва будівельних матеріалів аналогічно шлакам чорної металургії.

Пил і шлами металургії У чорній і кольоровій металургії утворюється величезна кількість пилу і шламів, значна кількість їх нагромадилася в шламонакопичувачах і відвалах. Ці відходи містять у своєму складі сполучення заліза, магнію, марганцю, кальцію, цинку, свинцю, сірки й інших елементів.

У зв'язку з тим, що кожен із зазначених методів поводження з відходами має свої обмеження та специфічні особливості застосування для ефективного їх використання виникає необхідність у розробці системи комплексного управління відходами як на певному промисловому підприємстві так і для усєї гірничо-металургійної галузі. Це потребує перш за все формування інформаційної бази про обсяги накопичених відходів, дані матеріально-технічне устаткування підприємств та логістичні схеми шляхів транспортування відходів до інших територій та підприємств.

#### **Перелік посилань:**

1. Бригінець К. Д. Утилізація промислових відходів. Основи утилізації відходів: конспект лекцій (для студентів 3 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.040106 „Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”) / К. Д. Бригінець, К. О. Абашина; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2012 – 58 с.
2. Дворкин Л. И., Пашков И. А. и др. Строительные материалы из отходов промышленности. Учебное пособие – К.: Вища школа, 1989. – 208 с.
3. Касимов А. М., Семенов А. М. и др.. Промышленные отходы. Проблемы и решения. Технологии и оборудование. Учебное пособие. Под редакцией . А. М. Касимова – Х.: ХНАМГ, 2007. –411 с.

**Відгук**

на кваліфікаційну роботу магістра гр. 183М-19-1 Ткачено Яни Сергіївни на тему: Обґрунтування шляхів раціонального поводження з відходами підприємств гірничо-металургійного комплексу

Дипломна робота виконана відповідно до завдання, відповідає темі, містить \_\_\_ листів в графічному матеріалі і 100 сторінок в пояснювальній записці

1. Актуальність теми, наявність замовлення роботи підприємством

Актуальність теми пов'язана з тим, що на території індустріально розвинутих областей України знаходяться величезні обсяги промислових відходів гірничо-металургійного комплексу, які уявляють небезпеку для довкілля й водночас можуть бути джерелами вторинної мінеральної сировини.

2. Достатність вихідних даних на дипломну роботу, наявність обґрунтування вироблених рекомендацій В роботі зібрана необхідна й достатня кількість вихідних даних для оцінки рівня екологічної небезпеки від місць видалення промислових відходів та обґрунтування ефективних технологій щодо їх подальшого використання

3. Наявність багатоваріантного аналізу технічних рішень в основному розділі, спрямованого на пошук оптимального рішення з урахуванням останніх досліджень науки і техніки Проведено порівняльних аналіз екологічно безпечних технологій раціонального використання відходів підприємств гірничо-металургійної галузі

4. Глибина обґрунтування прийнятих рішень, ступінь врахування факторів безпеки

Запропоновані технології використання промислових відходів враховують фактори безпеки для довкілля та охорони праці для робітників

5. Рівень опрацювання основного рішення для використання на практиці

Запропонований у роботі підхід можна використовувати як інформаційне-довідкове джерело для обґрунтування вибору найбільш доцільних шляхів використання відходів

6. Застосування ЕОМ для вирішення задач основної частини роботи (оптимізація, моделювання, ГІС, САПР, технічні розробки складних систем та ін.), аналіз результатів роботи В роботі використовується спеціалізоване програмне забезпечення SNAP 8 та ESRI ArcGIS 10

7. Стиль написання пояснювальної записки (обґрунтований чи описовий)

Стиль написання пояснювальної записки в цілому відповідає вимогам з НДР.

8. Повнота відображення графічних матеріалів основного змісту роботи

Графічні матеріали в достатньому обсязі і повністю відбивають основний зміст роботи, відповідають їх конкретному об'єкту дослідження, вимогам чинних стандартів

9. Практична цінність роботи, можливість її реалізації Практична цінність результатів роботи полягає в їх застосуванні для прийняття рішень при виборі оптимального шляху подальшого використання промислових відходів.

10. У дипломній роботі можна відзначити такі недоліки: В роботі бажано б було надати дані лабораторних досліджень із визначення фізико-хімічних властивостей промислових відходів з певних місць їх видалення. Однак це не знижує науково-практичної цінності виконаної роботи

Робота виконана на достатньому кваліфікаційному рівні магістра зі спеціальності «Технології захисту навколишнього середовища» і заслуговує оцінку «відмінно».

Керівник дипломної роботи,  
доцент кафедри екології та ТЗНС  
НТУ "Дніпровська політехніка"

Ю.В. Бучавий

**РЕЦЕНЗІЯ****на кваліфікаційну роботу магістра за темою:  
«Обґрунтування шляхів раціонального поводження з відходами  
підприємств гірничо-металургійного комплексу»  
студентки Національного ТУ «Дніпровська політехніка»  
Ткаченко Яни Сергіївни**

Кваліфікаційна робота Ткаченко Я. С. присвячена обґрунтуванню екологічно безпечних технологій використання відходів підприємств гірничо-металургійної галузі.

Тема роботи є актуальною, оскільки на території індустріально розвинутих областей України сьогодні розміщуються величезні обсяги промислових відходів гірничо-металургійного комплексу, які уявляють небезпеку для довкілля й водночас можуть бути джерелами вторинної мінеральної сировини.

В теоретичному розділі проведено аналіз даних про запаси та відходи гірничо-металургійного комплексу промислових центрів та специфіку впливу місць видалення відходів на компоненти довкілля за допомогою методу експертної оцінки, а також методів ДЗЗ та ГІС-технологій.

В практичному розділі наведено схеми комплексної переробки промислових відходів та проведено порівняльний аналіз екологічно безпечних технологій раціонального використання відходів підприємств гірничо-металургійної галузі. Це дозволяє обирати оптимальні шляхи подальшого використання промислових відходів із урахування факторів небезпечного впливу на компоненти довкілля.

В загалі кваліфікаційна робота Ткаченко Я.С. виконана старанно, на високому науково-методичному рівні із використанням сучасних літературних джерел та професійних програмних засобів, добре ілюстрована мапами та технологічними схемами та оформлена відповідно діючим вимогам.

У зв'язку з цим, вважаю, що дана робота заслуговує оцінки «відмінно», а її автор присвоєння освітнього рівня магістра за спеціальністю «технології захисту навколишнього середовища».

**Старший науковий співробітник**

.....

**Черняєв**

## Додаток Г



## ДОВІДКА

про результати перевірки тексту кваліфікаційної роботи магістра  
на присутність запозичень (плагіату)

Автока роботи	Ткаченко Яни Сергіївни
ЗВО	Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
Інститут, факультет, кафедра, група	Інститут природокористування, кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища, 183м-19-1
Тема кваліфікаційної роботи	Обґрунтування шляхів раціонального поводження з відходами підприємств гірничо-металургійного комплексу
Результати перевірки	
Запозичення (плагіат), %	17,4
Оригінальність, %	82,6
Модуль пошуку	etxtAntiPlagiat

Роботу перевірів:  
доцент кафедри  
екології та технологій захисту  
навколишнього середовища

Ю.В. Бучавий