

Міністерство освіти і науки України
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Медичний інститут

«Допущено до захисту»

Зав. кафедри _____ Григор'єва Л.І.

УДК 628.477:669.2/8]:502/504

**БІОЕКОЛОГІЧНА РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ШЛАМОСХОВИЩ ЧЕРВОНИХ
ШЛАМІВ**

Магістерська дипломна робота

за освітньо-професійною програмою «Екологічна стандартизація, сертифікація
та управління якістю» за спеціальності 101 «Екологія»

Виконавець:

Студентка VI курсу, 625 групи

Зборщик Т.

Науковий керівник:

д-р біол н., проф. Григор'єва Л. І.

Миколаїв – 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Медичний інститут

Освітній рівень – МАГІСТР

Галузь знань: 10 Природничі науки

Спеціальність: 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри екології
_____ Л.І. Григор'єва
« ___ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ
НА ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Студенту Зборщик Тетяні _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Біоекологічна рекультивация шламосховищ червоних шламів затверджена наказом ЧНУ імені Петра Могили від «30» листопада 2019 р. №339
2. Об'єкт дослідження: біоекологічна рекультивация хвостосховищ підприємств кольорової металургії
3. Предмет дослідження: засоби та методи біоекологічної рекультивации хвостосховищ підприємств кольорової металургії та їх ефективність
4. Завдання дослідження:
 - проаналізувати екологічні проблеми хвостосховищ підприємств кольорової промисловості з позицій теорії ризику;
 - проаналізувати відомі методи рекультивации, пілопригнічення та технології фітореємедіації на хвостосховищах;
 - дослідити впровадження технологій біоекологічної рекультивации техногенних масивів на шламосховищах Миколаївського глиноземного заводу та ефективність останніх;
 - дослідити види рослин, які можуть бути використані при біоекологічній рекультивации техногенних масивів на шламосховищах Миколаївського глиноземного заводу;

– визначити еколого-економічний ефект при біоекологічній рекультивації поверхні шламосховища.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видано (підпис, дата)	Завдання виконано (підпис, дата)
4	Григор'єва Л.І.	25.09.2019	05.02.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи (МР)	Строк виконання етапів роботи
1	Погодження керівником змісту МР	20.10.2019
2	Пошук, добір та опрацювання літературних джерел з проблематики дослідження	10.12.2019
3	Робота над підготовкою тексту МР	
3.1	Розділ 1	20.12.2019
3.2	Розділ 2	14.01.2020
3.3	Розділ 3	25.01.2020
3.4	Розділ 4	05.02.2020
4	Висновки	10.02.2020
5	Захист МР на кафедрі (попередній захист)	17.02.2020
6	Захист МР перед Екзаменаційною комісією	24.02.2020

Студент

_____ Зборщик Т.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Науковий керівник
(підпис)

_____ Григор'єва Л.І.

ЗМІСТ:

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ХВОСТОСХОВИЩ ПІДПРИЄМСТВ КОЛЬОРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ З ПОЗИЦІЇ ТЕОРІЇ РИЗИКУ	12
1.1. Теорія екологічного менеджменту та класифікація ризику.	12
1.2. Методичні підходи до оцінки ризиком та управління ризиком	15
1.3. Переробні підприємства та їх хвостосховища як об'єкти потенційного токсикологічного та екологічного ризику	18
Висновки до першого розділу	21
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЇ ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ ТА МЕТОДИ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОВЕРХОНЬ ТЕХНОГЕННИХ МАСИВІВ	24
2.1. Методи рекультивації техногенних масивів та зарубіжний досвід	24
2.2. Дослідження методів пилопригнічення на техногенних масивах.....	34
2.3. Технології фіторемедіації	39
2.4. Технологія фіторемедіації поверхоні шламосховища з використанням з'ємних біологічних засобів	40
Висновки до другого розділу	45
РОЗДІЛ 3. ФІТОРЕМЕДІАЦІЯ ПОВЕРХНІ ШЛАМОСХОВИЩА: ТЕХНОЛОГІЯ, СТІЙКІСТЬ ТА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ.....	47
3.1. Фіторемедіація поверхонь хвостосхоща червоних шламів з використанням нез'ємних (стаціонарних) біологічних засобів.....	47
3.2. Розрахунок еколого-економічного ефекту біоекологічної рекльтивації.....	52
Висновки до третього розділу	53
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	55
4.1 Охорона праці на гідротехнічних спорудах	59
4.2 Техніка безпеки при виконанні робіт на гідротехнічних спорудах.	59
Висновки до четвертого розділу	61
ВИСНОВКИ.....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	72

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ:

ГЗК	Гірничо-збагачувальний комбінат
ГТС	Гідротехнічні спорудження
ДБН	Державні будівельні норми України
ЗАК	Запорізький алюмінієвий комбінат
ІАБ	Імовірнісний аналіз безпеки
ІТП	Інженерно – технічний працівник
ЛЕП	Лінія електропередач
МГЗ	ТОВ «Миколаївський глиноземний завод»
НТР	норми технологічного режиму
ПЛА	План ліквідації аварій
ПТЕіПТБ	Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів
ПХЗ	Придніпровський хімічний завод
СУОТіПБ	Система управління охороною праці і промисловою безпекою
СЦ «Металург»	ТОВ «Сервісний центр «Металург»
СЕМ	Система екологічного менеджменту

ВСТУП

Актуальність. При сучасних інтенсивних темпах розвитку виробництва існує необхідність мінімізації суперечностей між засобами та технологічними процесами, які підтримують та захищають екологічну безпеку життя та здоров'я людини від негативного впливу і наслідків функціонування промисловості. Взаємодія промисловості з навколишнім середовищем сьогодні характеризується масштабними змінами природного стану атмосфери, ландшафтів, виробництвом нових речовин і їх викидами в навколишнє середовище, збільшенням кількості твердих, рідких і пилоутворюючих відходів. Сучасні технології призводять до забруднення ґрунтів, атмосфери та водойм, що на біоті екосистем та людині відображується негативно. Особливо це стосується великих підприємств переробної промисловості.

Потужні підприємства кольорової металургії України, в яких з видобутку та перероблювання сировини загальний об'єм відходів перевищує 25 млрд т, під їх складування відведено 160 тис. га. Це: Східний гірничо-збагачувальний комбінат (м. Жовті Води), Кам'янський хімзавод з відходами уранового виробництва, Дніпровський завод «Алюмаш» та Миколаївський глиноземний завод (МГЗ). небезпеку для навколишнього середовища становлять хвостосховища цих підприємств (складні гідротехнічні споруди, які призначені для складування основних відходів глиноземного виробництва у рідкому або сухому вигляді), і можуть нести загрозу виникнення техногенної катастрофи. Відходи від виробництв даних підприємств накопичуються і складуються в шламосховищах. На металургійному підприємстві Ajkai Timfoldgyar Zrt в Угорщині у жовтні 2010 року сталася техногенна катастрофа, коли із хвостосховища у докільля було викинуто близько 1,1 млн. м³ червоного шламу. Ця катастрофа спричинила підвищення уваги до екологічних проблем підприємств, які мають хвостосховища, щоб мінімізувати ризики виникнення екологічних та техногенних аварій.

Миколаївський глиноземний завод – це одне з найбільших підприємств в Європі з виробництва глинозему. Загальний об'єм продукції у галузі кольорової

металургії України складає зверху 20% структури промислової продукції Миколаєва на глиноземний завод доводиться майже 30%. Побудований в 1980 році МГЗ спочатку був розрахований на виробництво 1 000 000 тон глинозему в рік, проте починаючи з 2004 року поетапно виконується головне інвестиційне зобов'язання інвестора "Алюміній України" перед державою, - перехід підприємства на потужність 1,7 млн. тон глинозему в рік.

Приймаючи і складуючи червоний шлам, а також забезпечуючи основне виробництво зворотною водою у ТОВ "МГЗ" використовуються два типи шламосховища, вони різні. Перше площею 142 га – розраховано на 20 млн.м³ червоного шламу, а шламосховище №2 було введено в експлуатацію в 2004 році, і займає територію в 150 га з технологією «сухого» складування червоного шламу та потужністю 1,5 млн м³/рік. Токсичних відходів кожен рік накопичується 1,2 млн тон, які містять в собі метали: хром, свинець, кадмій, мідь, марганець (Cd, Cr, Cu, Mn, Pb), їх окиси (Al₂ O₃ , Fe₂ O₃ , CaO, MgO, SiO₂ , SO₃), а також велику кількість лугів, які обумовлюють високу лужність (pH=10-12) шламу. І все це може стати серйозною загрозою забруднення природних та штучних екосистем як південного регіону України, так і для всієї країни.

Дуже велике забруднення атмосфери територій прилеглих до хвостосховищ відбувається через вітрову ерозію (дефляцію), що призводить до перенесення токсичних екополютантів з пилоутворюючих поверхонь пляжів і відкосів (від 2 до 5т пилу за добу з 1 га). Ефект пригнічення життєдіяльності багатьох рослин і тварин південного регіону спостерігається при внесенні кількості пилу більше ніж 58 кг на місяць. Внутрішні греблі хвостосховищ постійно нарощуються, що впливає на розповсюдження пилу з їх поверхні. Це призводить до:

- міграції екополютантів за біологічними ланцюгами;
- потреби збільшення розмірів санітарно-захисної зони хвостосховища;
- виникнення екологічних небезпечних ситуацій не лише поблизу розташування хвостосховища;

- підвищення рівня вмісту важких металів в рослинах;
- погіршення стану санітарно-гігієнічної ситуації;
- пригнічення життєдіяльності більшості рослин і тварин.

Для зниження техногенного навантаження від впливу токсикантів хвостосховищ на прилеглі екосистеми промислових відходів є управління станом цих шламосховищ. Тобто приділення відповідної уваги шламосховищам в системі екологічного керування переробних підприємств дозволить оптимізувати відношення елементів системи «відходи – навколишнє середовище». Тому, виробництво будь-якої продукції за міжнародними стандартами ISO, повинно супроводжуватися мінімальним впливом на природне навколишнє середовище. Відповідно до стандартів ISO серії 14000, підприємствам кольорової металургії необхідно запроваджувати системи екологічного менеджменту, з виробництва цієї продукції.

Ефективні методи зниження ризику дефляції та пошук підвищення рівня утримання екополютантів хвостосховищ переробних підприємств, сприяє зниженню ризику екологічних та техногенних катастроф, які пов'язані з експлуатацією підприємств кольорової металургії.

Пилопригніченням поверхні хвостосховищ займалось багато науковців такі як Монаков А.С., Моторна Л. В., Мочалов В.І., Нохріна О. І., Штис С., Knabe W., Ушаков В.В., [48, 49, 50, 56, 62]. Результатами використання цих методів пилопригнічення, як озеленення неробочих площ, закріплення бітумною емульсією, зрошення поверхні шламосховищ водою з додаванням активних хімічних речовин, латексом, гідропосів. Однак ці методи пилопригнічення не завжди характеризуються великою стійкістю до агресивних умов середовища хвостосховищ та до метеорологічних умов. У результаті повної біоекологічної рекультивації також унеможлиблюється повторне розкриття поверхні хвостосховищ, що є необхідним для шламосховищ які накопичують червоні шлами. Так, вони являють собою велике джерело таких цінних елементів: алюміній до 16 %, залізо до 40 %, а також галій, золото, кальцій, кремній, титан і цирконій. Для цього необхідно

використовувати, такі покриття поверхонь шламосховищ, щоб у надалі у використанні можливо було розкрити їх поверхню для відбору шламу із відновленням покриття. А висока лужність червоних шламів (рН = 10–12) шламосховищ глиноземних заводів накладає додаткові вимоги на закріплення і покриття поверхні хвостосховища: вони повинні витримувати агресивне середовище та бути стійкими.

Всупереч досягнутим успіхам і великому обсягу досліджень, актуальним і перспективним на сьогодні рішенням проблеми зниження пилоутворення на хвостосховищах переробних підприємств. Для зниження ризику виникнення екологічно-небезпечних явищ – є розробка нових методів закріплення пилових поверхонь шламосховищ, які засновані на використанні екологічних та безпечних засобів покриття, стійких до агресивних і метеорологічних умов середовища хвостосховищ, використання та обґрунтування цих методів в екологічному менеджменті підприємств.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – дослідження ефективності використання засобів фітореMediaції для пилопригнічення на хвостосховищах підприємств кольорової промисловості та еколого-економічної ефективності методів біоекологічної рекультивації цих хвостосховищ.

Для досягнення поставленої мети передбачалося вирішити наступні завдання:

- проаналізувати екологічні проблеми хвостосховищ підприємств кольорової промисловості з позицій теорії ризику;
- проаналізувати відомі методи рекультивації, пилопригнічення та технології фітореMediaції на хвостосховищах;
- дослідити впровадження технологій біоекологічної рекультивації техногенних масивів на шламосховищах Миколаївського глиноземного заводу та ефективність останніх;
- дослідити види рослин, які можуть бути використані при біоекологічній рекультивації техногенних масивів на шламосховищах Миколаївського глиноземного заводу;

– визначити еколого-економічний ефект при Біоекологічній рекультивації поверхні шламосховища.

Об'єкт дослідження :біоекологічна рекультивація хвостосховищ підприємств кольорової металургії.

Предмет дослідження: засоби та методи біоекологічної рекультивації хвостосховищ підприємств кольорової металургії.

Матеріали дослідження: наукові публікації, монографії українських і зарубіжних вчених; результати багаторічних досліджень груп вчених, які виконували науково-дослідні роботи з ТОВ «МГЗ», міжнародні та національні нормативно - технічні документи з екологічного управління та якості; результати досліджень вчених Наукового інституту радіаційної і техногенно-екологічної безпеки ЧНУ імені Петра Могили, матеріали досліджень вчених, які займаються проблемами вивчення ризику виникнення дефляції на поверхні хвостосховищ переробних підприємств і проблемами біорекультивації; матеріали ДП "Миколаївстандартметрологія"; технічна і виробнича література, використовувана безпосередньо на виробництві. Використано також матеріали досліджень за науковим напрямком кафедри екології ЧНУ імені Петра Могили.

Методи дослідження: автором застосовувалися порівняльний та системний методи, теоретичний аналіз наукових літературних джерел, їх синтез та узагальнення інформації. Для аналізу зібраних матеріалів та інформації використовувалися як кількісні так і якісні методи оцінки. Використані популярні практичні методи дослідження екологічних проблем техногенних масивів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в розширенні знань щодо використання біологічних способів рекультивації поверхні техногенних масивів і способу оцінки еколого-економічного ефекту через визначення співвідношення «користь-шкода» від задіяного заходу.

Практичне значення одержаних результатів полягає в представленні принципів технології вирощування дернини на хвостосховищі зі спеціально підібраних рослин, які задовольняють встановлені вимоги до біопокриття

(непримхливість при зростанні, стійкість до агресивних умов, до змінних кліматично-метеорологічних умов; ущільнене покриття поверхні) та в оцінці еколого-економічного ефекту при фіторе mediaції поверхні шламосховища №1 Миколаївського глиноземного заводу.

Результати досліджень можуть бути використані у навчальному процесі при викладанні дисциплін «Екологічна токсикологія», «Екологічне управління» у ЧНУ імені Петра Могили.

Апробація результатів дисертації. Матеріали роботи доповідалися та обговорювалися на наступних основних вітчизняних конференціях та наукових семінарах: XIV Міжнародна наукова конференція "Радіаційна і техногенно - екологічна безпека людини та довкілля: стан, шляхи і заходи покращення", 02-06.08.2018; XXII Всеукраїнська науково-методична конференція «МОГИЛЯНСЬКІ ЧИТАННЯ – 2019: Досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти».

Публікації. Матеріали магістерської роботи представлені у 4 публікаціях: одна стаття у науково практичному журналі [34] та 3 публікації у матеріалах науково-практичної конференції та всеукраїнських науково-практичних конференціях [33].

РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ХВОСТОСХОВИЩ ПІДПРИЄМСТВ КОЛЬОРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ З ПОЗИЦІЇ ТЕОРІЇ РИЗИКУ

1.1. Теорія екологічного менеджменту та класифікація ризику.

Екологічний менеджмент – це система управління діяльністю організації, підприємства в тих чи інших її напрямках, формах, сторонах, які безпосередньо стосуються взаємовідносин підприємства з навколишнім природним середовищем.

Розглянемо, що є предметом екологічного менеджменту:

- по-перше екологічні (природоохоронні, ресурсозберігаючі тощо);
- по-друге аспекти діяльності підприємства (організації);
- по-третє продукція, що виробляється, та послуги.

Метою екологічного менеджменту є мінімізація негативних впливів процесів бізнес-діяльності на навколишнє природне середовище, досягнення високого рівня екологічної безпеки процесів виробництва та споживання продукції, що виробляється на підприємстві, і виконуваних послуг.

Завдання підприємства із досягнення пріоритетних цілей має узгоджуватись і включати забезпечення довгострокової й поточної конкурентоспроможності. Стандарти серії ISO 14000 розроблені технічним комітетом з екологічного менеджменту, вони мають забезпечувати зменшення несприятливих впливів на оточуюче середовище.

ISO 14001 - міжнародний стандарт, що містить вимоги до системи екологічного менеджменту (*environmental management system*), по яких проходить сертифікація.

Стандарт призначений для того, щоб допомогти підприємствам створити системи екологічного менеджменту і забезпечити єдині (для всіх країн ISO 14001, що прийняли, в якості національного стандарту) критерії оцінки ефективності систем екологічного менеджменту.

Частиною загальної системи менеджменту підприємства є – система екологічного менеджменту, під якою розуміється структура організації,

планування діяльності, розподіл відповідальності, практична робота, а також процеси, процедури і ресурси для управління екологічними аспектами діяльності підприємства, вироблюваної продукції, або послуг.

ISO 14001 відкриває серію 14000 стандартів ISO. Сертифікація систем екологічного менеджменту (далі скорочено СЕМ), здійснюється саме за вимогами ISO 14001. Інші стандарти серії ISO 14000 виконують супутні функції, а також розширюють і доповнюють вимоги ISO 14001.

Використовуватися стандарт ISO 14001 може в компаніях і підприємствах різних галузей промисловості, а також може бути адаптований до місцевих вимог і умов [60].

Підприємство, яке впроваджує принципи екологічного управління повинно визначити свої екологічні аспекти, показники екологічної ефективності – якісні чи кількісні та методи за якими будуть проводити оцінку власних досягнень.

Науковці у літературі дають досить різне трактування терміну «ризик». Однак у трактуваннях є багато спільного, що ризик висловлює ймовірність небажаної події або несприятливого стану. Сучасні погляди на ризик зазвичай інтерпретується як ймовірнісна міра виникнення техногенних або природних явищ; ризик супроводжується дією виникнення та формуванням небезпек, а також нанесеного соціального, економічного, екологічного та інших видів шкоди. Таким чином, під ризиком розуміють:

- очікувану частоту або ймовірність виникнення небезпек визначеного за класом;
- вартість та величину можливої шкоди або втрати від небажаної події;
- різноманітні комбінації величин.

Використання поняття ризику, можливо переводити небезпеку у розряд вимірюваних категорій. Фактично ризик можемо назвати мірою небезпеки. Термін «ступінь ризику» (*Level of risk*) використовують дуже часто, і воно від поняття ризик по суті, не відрізняється, тільки підкреслює, що мова йде про вимірювану величину.

Усі ці визначення поняття «ризик» використовуються сьогодні при управлінні і аналізі небезпек в тому числі, екологічним ризиком (екологічною небезпекою) у цілому, а також безпекою існування техногенних екосистем. Відповідно виникнення екологічних небезпек можна розрізняти: екотоксикологічний ризик, екологічний ризик та радіоекологічний ризик.

Екологічний ризик виражає можливість катастрофи, екологічного лиха, небезпеки, стихійного лиха, порушення подальшого нормального функціонування і існування об'єктів та екологічних систем в результаті антропогенного втручання на природне середовище.

Позитивні значення рівнів екологічності дозволяють поділяти території за рівнем екологічного благополуччя і, навпаки, негативні значення рівнів – за рівнем екологічного лиха. За динамікою рівня екологічності території є можливість оцінити зміни екологічних ситуацій за останні, довготривалі проміжки часу та визначити територіальні зони екологічного лиха, демографічної кризи або благополуччя населення.

Фактори і джерела екологічного ризику наведені в таблиці 1.1.1.

Таблиця 1.1.1.

Фактори і джерела екологічного ризику

Джерела екологічного ризику	Найбільш розповсюджений чинник екологічного ризику
Антропогенне втручання у природне середовище	Винищення лісових масивів; руйнування ландшафтів при видобутку корисних копалин; інтенсивна меліорація; утворення штучних водойм.
Техногенний вплив на природне оточуюче середовище	Забруднення атмосферного повітря, водойм, шкідливими речовинами; відходами виробництва –грунту; енергетичне забруднення біосфери; зміна газового складу повітря.

Природні явища	Виверження вулканів, засуха, землетрус, ландшафтна пожежа, паводки, ураган.
----------------	---

Забруднення шкідливими речовинами – відходами виробництва водоєм, ґрунту, атмосферного повітря – усе це створює загрозу токсичного отруєння об'єктів довкілля за рахунок екополютантів, які викидаються/скидаються під час діяльності підприємств. Тому окремо виділяють токсикологічний ризик. А радіоекологічний ризик формується у випадку викидів/скидів підприємствами у довкілля радіоактивних речовин.

1.2. Методичні підходи до оцінки ризиком та управління ризиком

Оцінка ризику тісно пов'язаний процес з аналізом ризику. Оцінка ризику – процес, який використовується для визначення міри і величини ризику аналізованої небезпеки здоров'я людини, навколишнього природного середовища, матеріальних цінностей та ситуацій, які пов'язані з реалізацією небезпек. Обов'язкова частина аналізу – це оцінка ризику. Вона включає в себе аналіз наслідків і їх поєднань та аналіз частоти. Терміни «*risk estimation*», «*risk assessment*», «*risk evaluation*» в англomовній літературі мають різні значення, але дають визначення як оцінка ризику.

Етап оцінки ризику на якому ідентифіковані небезпеки повинні оцінюватись на основі критеріїв прийнятного ризику, щоб виділити небезпеки з неприйнятним рівнем ризику, і це може стати основою для розробки заходів і рекомендацій щодо зменшення небезпек.

Водночас результати оцінки ризику і критерії прийнятного ризику можуть виражатись як кількісно, так і якісно.

Термін і визначення, оцінка ризику включає в себе аналіз наслідків і аналіз частоти. Але іноді, коли частота вкрай мала і наслідки незначні, достатньо оцінити один параметр.

Виходячи з вищезазначеного виділяють декілька різних підходів до оцінки ризику.

Інженерний, який спирається на статистику аварій і поломок, на імовірнісний аналіз безпеки (ІАБ): процес заснований на орієнтованих графах – розрахунок та побудова дерев відмов і дерев подій. За їх допомогою прогнозують, до чого може привести та чи інша відмова техніки, а навпаки допомагають простежити всі причини, дерева відмов, які здатні викликати якесь небажане явище. Розрахувати імовірність реалізації кожного з сценаріїв (кожної гілки) можливо за умов коли дерева побудовані, а потім – узагальнити ймовірність аварії на об'єкті.

Другий, модельний підхід, – побудова математичних моделей, шкідливі чинники яких впливають на людину і навколишнє середовище. Вони можуть описувати як збиток від аварій при використанні шкідливих хімічних сполук так і наслідки звичайної роботи підприємств.

На розрахунках засновані перші два підходи, проте, для цих витрат далеко не завжди вистачає надійних вихідних даних. Для цього і є прийнятним експертний підхід: можливість різних небажаних подій, зв'язок між ними і наслідки аварій визначають опитуваннями досвідчених експертів, а не обчисленнями.

В рамках четвертого підходу – соціологічного – проводяться дослідження відношення населення за допомогою соціологічних опитувань до різних видів ризику.

Під час досліджень з проблеми ризику виникає інший напрям робіт під назвою «Управління ризиком». Частиною системного підходу до прийняття рішень, процедур і практичних заходів у вирішенні завдань зменшення або попередження небезпеки аварій, а також попередження або зменшення небезпеки різного роду погіршення ситуації для здоров'я людини або його життя, захворювань, травм, шкоди матеріальним цінностям і навколишньому середовищу, називають – управління ризиком (*risk management*).

В нашій країні та за її межами, для процесу управління ризиком існує кілька назв – управління безпекою та управління небезпеками процесу («*safety management*», «*management of process hazards*»). Ці терміни дають розуміння

сукупності заходів, спрямованих на зниження рівня екологічного, технічного ризику, зменшення потенційних негативних наслідків аварій або інших ситуацій, матеріальних втрат та інших, що призводять до зменшення або запобігання небезпеки аварій, та зменшення або запобігання небезпеки погіршення різного роду ситуації для здоров'я людини або його життя, травм або захворювань, шкоди довкіллю і матеріальним цінностям.

Існують такі аспекти управління ризиком – біологічні, медичні, технічні, соціально-економічні, організаційно-управлінські, та вони мають бути комплексними.

У керуванні та оцінці ризиком загальним є те, що вони мають дві стадії єдиного процесу прийняття рішення, засновані на характеристиці ризику. Така спільність обумовлена їх цільовою головною функцією для визначення пріоритетів дій, які спрямовані зведення ризику до мінімуму, для чого необхідно знати фактори, джерела (аналіз ризику) та й найефективніші шляхи його зменшення (управління ризиком).

Справу з аналізом альтернатив з мінімізації ризику має управління ризиком, тобто окремим випадком класу багатокритеріальних задач в умовах невизначеності приймати рішення.

Основою для вироблення і дослідження шляхів управління ризиком відповідно до алгоритму дій є оцінка ризику. Першою ланкою процедури управління ризиком є заключна фаза оцінки та характеристики ризику.

Оцінка ризику може забезпечувати:

- вплив наслідків на досягнення встановлених цілей організації і розуміння потенційних небезпек;
- прийняття рішень щодо отриманої інформації;
- джерела та розуміння їх небезпеки;
- ідентифікацію основних чинників, які формують ризик, уразливих місць організації і її систем;
- порівняння ризику з альтернативними ризиками методів, процесів і технологій;

- обмін інформацією про невизначеності і ризик;
- Інформацію, необхідну для ранжирування ризику;
- способи обробки ризику та їх вибір;
- відповідність обов'язковим і правовим вимогам;
- отримання необхідної інформації відповідно до встановлених критеріїв для обґрунтованого рішення про прийняття ризику;
- на всіх стадіях життєвого циклу продукції проводити оцінку ризику.

За наявності необхідних вихідних даних і методик – управління ризиком стає виправданим, що дозволяє здійснювати моніторинг показників ризику у відповідній системі для прийняття рішень.

1.3. Переробні підприємства та їх хвостосховища, як об'єкти потенційного токсикологічного та екологічного ризику

Інтенсивність процесів добування та переробки мінеральної сировини характеризує сучасний розвиток гірських, переробних та металургійних підприємств, що пов'язане зі значними забрудненнями навколишнього середовища, зокрема, атмосферного повітря пилом. Найбільший вклад в забруднення атмосфери викидами пилу вносять хвостосховища, які є неорганізованими відкритими джерелами пилоутворення. Дуже швидке накопичення та вплив шкідливих речовин на стан навколишнього середовища в Україні перевищують в десятки разів тих, що існують в різних Європейських країнах.

Світове споживання мінеральної сировини за оцінками спеціалістів досягло 12 млрд. тон на рік, а здобуток металів та корисних копалин щорічно складає 100 млрд. тон. На багатьох підприємствах України, в яких відходи з переробки та видобутку сировини становлять 1 млрд. т/рік, в якості вторинних ресурсів використовується лише 10 - 15 %. Під складування і розміщення відходів відведено 160 тис. га, із перевищенням загального об'єму 25 млрд тон. Тому і виникають хвостосховища у вигляді шлаків, попелу і шламів.

Хвостосховище – це гідротехнічна споруда, комплекс обладнання та спеціальних споруд, які призначені для захоронення або складування

токсичних, радіоактивних та інших відвальних відходів. Із видобутої руди на гірничо-збагачувальних комбінатах (ГЗК) отримують концентрат, а у хвостосховища переміщують відходи переробки. Хвости надходять у вигляді пульпи (вода, пісок).

Відгороджується найчастіше хвостосховище дамбою, яка наливається із хвостів і додатково зміцнюється. У хвостосховищі проходить процес поступового осідання твердої фази хвостів, іноді за додають спеціальний реагенті-коагулянт та флокулянт. Вода відстоюється піддається очищенню і повертається на збагачувальну фабрику для технологічних потреб, або скидається у локальні водойми.

В Україні на сьогодні хвостосховища та шламосховища мають усі потужні підприємства металургії з переробки та видобутку сировини. Це: Дніпровський алюмінієвий завод (Алюмаш), Миколаївський глиноземний завод (МГЗ), Східний гірничо-збагачувальний комбінат (м. Жовті Води) та інші.

Під хвостосховища відводяться території, які мають великі площі (декілька сотень гектарів землі), вони перевищують територію самих підприємств, тому навколо них формується велика кількість забрудненого повітря, ґрунту і води. Завдяки дослідженням спостерігається ефект пригнічення життєдіяльності багатьох рослин і тварин цього району встановлено при винесенні кількості пилу більше 58 кг в місяць на 1 га [13, 16].

Таким чином, висока інтенсивність процесів видобутку та переробки мінеральної сировини, яка характерна для сучасного розвитку металургійних, гірських та перероблюючих підприємств, потребує вдосконалення існуючих та розробки нових заходів і способів зменшення впливу на довкілля і людину екополютантами, пов'язана з ймовірністю значного забруднення навколишнього середовища хвостосховищами цих підприємств.

МГЗ щорічно реалізує до 200 тис. тон червоного шламу для застосування його в якості добавки, що коригує, при виробництві цементу. Отриманий із застосуванням червоного шламу цемент має прискорений набір міцності в початкові терміни тверднення і підвищеним гідравлічною активністю. Крім

того, МГЗ, спільно з ученими Миколаївського і Херсонського сільськогосподарських інститутів, НІ органічної хімії НАН України, НВФ "Екобіоагросервіс", АТ "Украгробізнес" проведені дослідження з впливу червоного шламу на ґрунт та рослини". Завдяки цим результатам шлам можна застосовувати для підгодівлі сільськогосподарських культур. Внесений в ґрунт червоний шлам впливає на стабілізацію її родючості, що проявляється в підвищенні врожайності сільськогосподарських культур, їх стійкості до шкідників і хвороб, прискоренні процесу руйнування пестицидів. Багато фахівців сьогодні не вважають червоний шлам відходом, незважаючи на сталий стереотип, оскільки він може служити сировиною для отримання різних продуктів, а також містить значну кількість заліза і алюмінію.

Різноманітні науково-дослідні випробування показали, що червоний шлам містить практично усі елементи таблиці Менделєєва. Потенційними споживачами червоного шламу є підприємства хімічної, чорної і кольорової металургії, цементної промисловості, підприємства з переробки і витягання рідкоземельних металів, а також сільське господарство (як добриво).

Нормативними документами будівництва та введення в експлуатацію хвостосховищ є державні будівельні норми України ДБН В.2.4-2011 Хвостосховища і шламонакопичувачі [24]. Ці норми сприяють забезпеченню технологічної та екологічної безпеки хвостосховищ, які експлуатуються підприємствами. Однак, як свідчить практика, екологічні проблеми, пов'язані з хвостосховищами, можуть виникати як під час експлуатації підприємств, так і після виведення цих об'єктів з експлуатації.

Особливості будови шламосховища впливають на його характеристики, як джерела надходження екополютантів та пилу у довкілля. Джерелами пилового і аерозольного забруднення атмосферного повітря є зовнішні відкоси дамб і висохлі поверхні шламосховища які є пиловими поверхнями, вони сприяють потраплянню небезпечних полютантів інгаляційним і травним шляхами до людини. Тому пилоутворення і перенесення полютантів з вітром є однією з екологічних проблем шламосховища червоних шламів Миколаївського

глиноземного заводу. До того ж загрозу для навколишнього середовища і людини являє червоний шлам, з якого вилучений окис алюмінію забруднений лугом.

Отже, вітрова діяльність та вторинне підіймання пилу з відкосів і пляжів—це основний механізм забруднення території навколо хвостосховищ. Від хвостосховища ширина зони вторинного забруднення може досягати 700–900 м і більше [58]. Хвостосховища промислових об'єктів здійснюють найбільший внесок (80 %) у забруднення довкілля викидами пилу та токсичними екополлютантами [3, 5, 30]. Через те, що хвостосховища характеризуються великими площами, на них виникають процеси пилоутворення під дією метеорологічних умов (від 2 до 5 тон пилу за добу з 1 га), ці екополлютанти розповсюджуються на великі території у вигляді пилу і аерозолів.

Під час експлуатації у внутрішніх дамбах збільшується кількість відходів, що спричиняє дальність розповсюдження з поверхні шламосховищ пилу. Тому існує необхідність збільшення розмірів санітарних зон хвостосховищ. Безпосереднє існування вірогідності погіршення санітарно-гігієнічної обстановки та небажані екологічні наслідки можуть виникати не лише в місцях розташування шламосховища. Це може бути однією з причин підвищеного вмісту токсичних екополлютантів в рослинності, що і сприятиме їхній міграції за біологічними ланцюгами.

Висновки до першого розділу

Теорія ризику і екологічного ризику дозволяє переводити небезпеку у розряд вимірюваних категорій і, таким чином, здійснювати кількісну оцінку екологічних небезпек і загроз.

Факторами екологічного ризику виступають:

- руйнування ландшафтів при видобутку корисних копалин;
- утворення штучних водойм; інтенсивна меліорація; винищення лісових масивів;
- забруднення атмосферного повітря і водойм шкідливими речовинами;
- відходами виробництва—грунту;

- зміна газового складу повітря;
- енергетичне забруднення біосфери;
- виверження вулканів, ландшафтна пожежа, землетрус, паводки, ураган, засуха.

В Україні з розвитком сучасної металургійної промисловості відбувається значне забруднення атмосфери викидами пилу. Тому одним з об'єктів екологічного та токсикологічного ризику є хвостосховища переробних підприємств з видобутку та переробки сировини, підприємств кольорової промисловості. Це: Дніпровський алюмінієвий завод «Алюмаш», Східний гірничо-збагачувальний комбінат (м. Жовті Води), Миколаївський глиноземний завод та ін. Нормативними документами для будівництва і введення в експлуатацію хвостосховищ є державні будівельні норми України ДБН В.2.4-2011 Хвостосховища і шламонакопичувачі [24]. Ці норми сприяють забезпеченню технологічної та екологічної безпеки хвостосховищ, які експлуатуються підприємствами. Однак, як під час експлуатації підприємств так і після виведення останніх з експлуатації, як свідчить практика, виникають екологічні проблеми, пов'язані з хвостосховищами:

- забруднення токсикантами поверхневих та підземних вод, ґрунтів і повітря міст та районів;
- аварійний стан хвостосховищ призводить до постійної міграції токсикантів в алювіальний водоносний обрій і накопичується в донних відкладеннях;
- червоний шлам – це відходи від виробництва глинозему з бокситів лужним способом Байєра, який накопичується у шламосховищах, а з нього пил та екополютанти надходять у довкілля та до людини інгаляційним і травними шляхами;
- в результаті навколо них формується велика кількість забрудненого ґрунту тому, що території хвостосховищ мають великі площі.

Так, задля зменшення екотоксикологічного ризику, який створюють дефляційні явища поверхні хвостосховищ видобутків переробних підприємств,

система екологічного менеджменту таких підприємств має передбачати заходи, що дозволяють рекультивувати і пригнічувати рухливість екополютантів цих хвостосховищ.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ ПОВЕРХОНЬТЕХНОГЕННИХ МАСИВІВ

2.1. Методи рекультивації техногенних масивів та зарубіжний досвід

У багатьох країнах, Україна не є винятком, значні площі зайняті відходами від промисловості кольорової металургії: кар'єрами, відвалами, шламосховищами та териконами. Тверді наноси і токсичні сполуки забруднюють водотоки і цим додатково негативно впливають на довкілля [2, 10]. У США площа порушена розробками складає більш 1,3 млн га, в Англії – більш 60 тис. га, у Німеччині – більш 30 тис. га [62].

Задля збереження земельних ресурсів, виключення шкідливої дії забруднених земель на навколишнє природне середовище, необхідно проводити рекультивацію територій, які зазнали антропогенного впливу.

Відповідно до літературних джерел, термін «рекультивація» одержав розповсюдження з розвитком відкритого способу видобування корисних копалин, зокрема видобування кам'яного вугілля відкритим способом в провінції Рейнладс (Німеччина). За визначенням W. Knabe (1959 р.) рекультивація – це сукупність людської діяльності, спрямованої на відновлення культурного ландшафту. У 1962 році термін рекультивація вперше зустрічається в російській літературі у праці І.В. Лазаревої і розглядається як «спеціальний захід з підготовки ґрунту для сільськогосподарського або рільничого використання» [11, 30].

Чеський вчений С. Штис (1962 р.) підкреслював, що рекультивацію не можна розуміти лише як дію, суто спрямовану на відновлення ґрунтового фонду, а треба розглядати у більш широкому розумінні, зокрема як процес поліпшення ландшафту, який включає відновлення всіх його абіотичних і біотичних компонентів, порушених промисловими роботами.

Для поняття рекультивації, у науковій літературі США і Канади прийнято три терміни: відновлення (*restoration*), рекультивація (*reclamation*), реабілітація (*rehabilitation*):

- відновлення (*restoration*) – повне відновлення, порушена поверхня землі відновлюється до такого стану, який вона мала до початку розкриття родовища;
- рекультивация (*reclamation*) – біологічне відновлення, земна поверхня відновлюється через створення умов, сприятливих для існування організмів, які жили на цій території до початку робіт, або організмів близького видового складу;
- реабілітація (*rehabilitation*) – відновлення порушених земель і наступне використання їх у господарстві із дотриманням екологічної рівноваги, із збереженням місцевих естетичних цінностей та забезпеченням нешкідливості для навколишнього середовища.

Отже, до рекультивациі належать комплекс гірничих, меліоративних, сільськогосподарських і гідротехнічних робіт з відновлення народногосподарської цінності порушених земель певної цільової спрямованості, а також спрямованих на покращення навколишнього середовища. Основне завдання рекультивациі полягає в тому, щоб виконати комплекс заходів і спеціальних робіт, довести порушені землі до стану, придатного для їх подальшого використання [62]. Проведення рекультивациі регламентується такими нормативними документами, як Закон України «Про охорону земель» [28] та міждержавні стандарти:

- ГОСТ 17.5.3.04–83 «Загальні вимоги до рекультивациі земель»;
- ГОСТ 17.5.1.02–85 «Класифікація порушених земель для рекультивациі»;
- ГОСТ 17.4.3.02–85 «Вимоги до охорони родючого шару ґрунту при проведенні земельних робіт»;
- ГОСТ 17.5.3.06–85 «Вимоги до визначення норм зняття родючого шару ґрунту при проведенні земельних робіт»;
- ГОСТ 17.5.3.03–80 «Загальні вимоги до гідролісомеліорациі».

Розрізняють такі види рекультиваций: рекультивация земель постійна, рекультивация тимчасова, рекультивация ландшафтів. Постійна рекультивация здійснюється на землях, де не передбачена зміна попереднього (до розробки

родовища) використання земель. Тимчасова рекультивация здійснюється на тих землях, де у перспективі планується зміна їх використання: повторна переробка корисних копалин, будівництво та ін. Ця рекультивация, як правило, зводиться до озеленення і закріплення поверхні від ерозії, дотримання санітарно-гігієнічних норм. Рекультивация ландшафтів – це рекультивация земель, яка передбачає комплексне покрокове перетворення порушених земель у загальній системі заходів щодо оптимізації техногенних ландшафтів і не обмежується лише локальними заходами стосовно «приведення до ладу» окремих порушених ділянок.

Існує три етапи процесів рекультивации порушених земель шламосховищ: підготовчий, технічний і біоекологічний.

Підготовчий етап включає: обстеження і типізацію порушених земель і земель, які підлягають порушенню; вивчення властивостей розкривних порід і класифікацію щодо їх придатності для біоекологічної рекультивации; визначення напрямів і методів рекультивации.

Технічний етап, його ще називають технічною рекультивациєю, передбачає виконання робіт щодо підготовки земель, що звільнилися після промислових розробок родовищ до подальшого цільового використання. Він включає: селективне зняття, складування і збереження придатних для біоекологічної рекультивации розкривних порід, у тому числі родючий шар ґрунту; селективне формування відвалів розкривних порід; за потреби планування і покриття спланованої поверхні шаром родючого ґрунту; засипання і планування деформованих поверхонь (провали, карстові лійки та ін.); меліоративні та протиерозійні заходи.

Біоекологічний етап рекультивации або просто біоекологічна рекультивация, виконується після технічної і включає заходи щодо відновлення родючості порушених земель (агротехнічні, Фітомеліоративні та ін.), спрямовані на відтворення флори і фауни.

У процесі вибору напрямку рекультивации земель необхідно прийняти до уваги, що рекультивовані землі і території, що їх оточують – після закінчення

робіт, являють собою екологічно збалансовану та оптимально сформовану ландшафтну ділянку.

Найчастіше поширені такі напрями рекультивації порушених земель: лісогосподарський, сільськогосподарський, водогосподарський, рекреаційний, будівельний, санітарно-гігієнічний. Сільськогосподарський напрям рекультивації має перевагу поширення у сільськогосподарських районах із сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами в густо населених районах і з наявністю родючих ґрунтів. Використовуються невисокі відвали розкривних порід, на яких без значних витрат можна провести технічну рекультивацію, котра передбачала б нанесення на поверхню відвалів шару родючого ґрунту. Такий напрям рекультивації, як лісогосподарський має перевагу розповсюдження в лісовій зоні з метою збільшення лісового фонду або в умовах складного технологічного рельєфу, де неможлива сільськогосподарська рекультивація. Водогосподарському напрям притаманно використання кар'єрних виїмок та інших техногенних знижень для різноманітних водоймищ, у тому числі рибацьких, а також для плавальних басейнів та ін. Рекреаційний тип доцільно використовувати поблизу великих населених пунктів у поєднанні з водогосподарською рекультивацією. Внутрішні та зовнішні відвали розкривних порід малопридатні для сільськогосподарської рекультивації. Санітарно-гігієнічний тип – можливий в усіх зонах поблизу населених пунктів і промислових підприємств у разі необхідності біологічної або технічної консервації порушених земель, які негативно впливають на навколишнє природне середовище або рекультивація яких з подальшим використанням рекультивованих земель неефективна. Будівельний напрям рекультивації передбачає приведення забруднених земель до стану, придатного для промислового і цивільного будівництва. Його можна використати близько населених пунктів будь-якої зони на породах, які за своїми фізико-механічними властивостями відповідають будівельним нормам і правилам. Значною мірою ефективність рекультивації залежить від строків і якості її проведення.

У Німеччині широко практикується хімічна меліорація відвалів із внесенням та використанням: вапна і мінеральних добрив з наступним вирощуванням багаторічних трав, побутових відходів, внесення буровугільної золи і мінеральних добрив, стічних промислових вод, що містять велику кількість поживних речовин.

Останнім часом використовується ще такий метод рекультивації – виступи на кар'єрах, які створюють у вигляді терас висотою 12–16 м і кутом відхилення 45°. На терасах електростанцій із розрахунку 250 т/га вкладають золу. Цей метод дає можливість в 1,5 рази зменшити площу відвалів і знизити витрати на рекультивацію. Відновлені землі, при цьому, переважно засівають травами, пшеницею, житом [57, 65].

У Чехії в процесі відновлення займаних порушених земель перевага віддається створенню лісових насаджень цільового призначення: парків, лісопарків, вітрозахисних лісів та ін. Для лісогосподарського використання відводяться переважно ділянки неправильної форми із сильно пересіченим рельєфом, відкоси шахтних териконів і кар'єрних відвалів. На низькородючих землях широко вирощуються трав'янисті та деревночагарникові рослини.

У Ірландії одним з найперспективнішим методів утилізації червоних шламів і рекультивації земель, займаних шламосховищ, є методика з попереднім промиванням шламів і відновленням рослинного покриву. На шламосховищі глиноземного заводу «Aughinish Alumina Limited» в даний час проводяться подібні дослідно - промислові роботи. В рамках співпраці між двома глиноземними підприємствами колеги з Ірландії поділилися своїм досвідом, зокрема директор з виробництва заводу «Aughinish Alumina Limited» А. О'Connell.

Aughinish Alumina (AAL) розташований на острові Aughinish на гирлі річки Шенон поблизу Foynes в Со. Limerick (рис. 2.1.1). Завод AAL почав свою діяльність в 1983 році і є найбільшим в Європі і найбільш сучасним глиноземний завод. Завдяки своїй організаційній, трудової та енергоефективності, він вважається базовим глиноземним заводом світового

масштабу. Витрати на будівництво заводу склали 1 млрд. Доларів США, і 733 млн. Доларів США - на наступні його поліпшення, включаючи придбання установки комбінованого тепло- і електропостачання (ТЕЦ) потужністю 160 МВт в 2005 році. У 2014 році на заміну вихідних котлів з густим мазутом, були побудовані два нових котла з газовим паливом потужністю 150 т / год. В основному, глинозем поставляється в Європу і Росію.

Боксит зазвичай надходить з родовищ Гвінеї і Бразилії. Нещодавно також було додано боксит родовища UC Rusal Dian-Dian. AAL використовує філософію постійної модернізації, щоб забезпечити для заводу рівень світового класу. Акредитовані системи використовуються для систем безпеки, навколишнього середовища, якості та систем енергоменеджменту.

Залишки бокситів, що з'являються в процесі Байера, осідають в інженерну споруду, яка називається зоною утилізації бокситних залишків (шламосховища). Процес складування і утилізації червоного шламу є одним з ключових факторів, що сприяють виконанню технологічного процесу в цілому. Часткова нейтралізація шламу шляхом атмосферної карбонізації, за допомогою обробки землі від шламу виробляє шлам з рН <11,5, який підходить для відновлення і рекультивації рослинного покриву.

Перероблені залишки бокситів – це термінологія, що застосовується підприємством для опису бокситних відходів, які зазнали впливу процесу часткової нейтралізації. В глиноземній промисловості, відходи бокситу називають – к червоний шлам.

Ці перероблені бокситові залишки не представляють ніякої небезпеки. Сукупність кодів про подання на небезпеку для кожного з'єднання, що міститься в обробленому бокситному залишку, який не показує перевищень порогового значення для абиякої з небезпечних властивостей (НВ).

Код безпечних відходів «01 03 09 червоний шлам з глиноземного виробництва відмінний від відходів, згаданих у кодах 01 03 10», присвоюється обробленим залишкам бокситу AAL відповідно до оновленим 2014/955 / EU списком відходів.

Після завершення циклу роботи шламосховища переважний варіант землекористування, заснований на сучасних знаннях хімії і біології посівного пасовищного покриву і розвивається в галузі охорони навколишнього природного середовища. Aughinish Alumina (AAL) розташований на острові Aughinish на гирлі річки Шенон в Середньо-Західному регіоні Ірландії. Поточна виробнича потужність становить 1,9 млн. тон на рік.

Досягнення відновлення і рекультивації шламосховища - це багатоступенева довгострокова операція, якою повинні керувати відповідним чином. Основними моментами, досягнутими після багатьох років роботи і пробних кроків, в тому числі пробних ділянок рекультивації, є:

- Добре промиті залишки бокситу;
- Фільтрування;
- Низький вміст соди;
- Впорядковане осадження в глибинах $<0,5$ м;
- Шламований шар стиснутий, відсортований і після оброблений;
- Змінений верхній шар;
- Виростання, рекультивація.

Шламосховище, відповідно до Директиви про видобувні відходи (2006/21 / ЕС), - це спорудження Категорії А через його масштабу та місця розташування, прилеглого до спеціальної області для збереження. Ця класифікація гарантує, що проектування і робота шламосховища повинна забезпечувати найвищий рівень захисту навколишнього середовища[67].

По суті, бокситовий залишок осідає в сухому вигляді. Застосовуваний метод осадження являє собою сухе укладання промитого відфільтрованого шламу, який викачується насосами з примусовим витісненням в шламосховище при 58% твердих речовин. Майданчик шламосховища було розроблено для забезпечення довгострокової стійкості залишків. Шламосховище формується шляхом будівництва дамб по периметру: внутрішня і зовнішня дамби з перехресним каналом периметра між ними (рис. 2.1.1). Залишки бокситів утримуються стіною по периметру, побудованої з кам'яної насипу, яка

послідовно височіє на двометрових вертикальних щаблях (підйом вгору по дамбі). Існує також приливно-відливний укріплований уступ (Нагорний канал) між шламосховищем і береговою лінією гирла річки Шенон, який захищає гідротехнічні споруди шламосховища від хвильової і приливної ерозії.

Шламосховище було спроектовано і експлуатується для забезпечення того, щоб вся стічна вода з споруди була зібрана і оброблена перед зливом, а також для запобігання витoku будь-якого підповерхневого шару з-під споруди. Система управління водою передбачає збір і обробку поверхневих стічних вод і звалищного фільтрату зі шламосховища. Ця система очищення води вважається найкращою доступною технологією в Європі.



Рис. 2.1.1. Шламосховища з побудованими дамбами нарощування

Директива про промислові викиди підприємства націлена на досягнення високого рівня захисту здоров'я людини і навколишнього середовища в цілому за рахунок скорочення шкідливих промислових викидів в ЄС, зокрема через більш ефективного використання технології складування шламів.

Червоний шлам перед подачею на шламосховищі промивають і якомога ретельніше зневоднюють (висушують) спочатку на вакуумних фільтрах, потім на згущення, так що обложений шлам містить максимально низький рівень загальної лугу.

Відновлення рослинності і рекультивация. В рамках Ліцензії підприємства P0035-06 є умова, яке свідчить: «Кінцевий люмен всіх незахищених червоних

шламів, накопичених в шламосховищ, повинен входити до складу «зміненого шламу». Цей «змінений» шар повинен включати перевірену суміш з нейтралізованих технологічних залишків, піску, гіпсу та органічного матеріалу. Змінений шар повинен бути покритий шаром капілярного розриву технологічних пісків або їх еквівалентом. AAL продовжить експлуатувати спеціалізовану дослідницьку зону для досліджень завершення / відновлення рослинності. Щорічні звіти про хід роботи і результати досліджень та похідних від них експлуатаційних рішень будуть повідомлятися в рамках «Щорічного екологічного звіту».

AAL сконструювали демонстраційний осередок. Він покаже використання капілярного розриву і зміненого шару. Випробовуються два різних типи капілярних розривів - один з подрібненим вапняком і один з нейтралізованим технологічним піском.

Відновлення рослинності та рекультивація шламосховищ є основними факторами і процесами при виведенні шламосховища з експлуатації та управління ризиками для збереження навколишньої природи в довгостроковій перспективі. У разі, якщо підшлямові води будуть продовжувати утримувати $pH > 9$, то можливо стверджувати, що через кілька років створені водно-болотні угіддя будуть справлятися з високою лужністю, перш ніж вони стануть підходящими для прямого зливу. Найбільш перспективним для AAL на подальше майбутнє даний напрямок роботи.

Пробний проект по водно-болотним угіддям був співфінансувати Aughinish і Міжнародним Інститутом Алюмінію, щоб продемонструвати, що фільтрат з бокситових залишків, який міг бути зменшений до $pH. 9$, підходить для прямого зливу[68].

Методи біологічної рекультивації – фітомеліорація. Одним з методів біоекологічної рекультивації порушених земель є фітомеліорація. Фітомеліорація – це комплексні заходи для покращення умов навколишнього середовища за допомогою культивування або підтримки природних об'єктів. Розрізняють гуманітарну, інтер'єрну, біопродуктивну та інженерну

фітомеліорацію [6]. У результаті широкомасштабної селекції: видової та внутрішньо видової знайдено близько 15 перспективних видів і екотипів, рослин біомеліорантів, для використання на засолених ґрунтах, умовах зрошення солоною водою та інших екстремальних умовах [14].

Заходи фітомеліорації дозволяють управляти інтенсивністю процесу ерозії, який досягає мінімуму при обробці просапних і посіяних багаторічних диких трав. Фітомеліорантами є рослини сидерати (гірчиця, рапс, кормове просо, віковівсянова суміш) сидеральних і так званих комбінованих парів, вони можуть бути рослинами вологонакопичувачами, так і збагачувати ґрунт органічними речовинами, різко знижати загрозу ерозії та дефляції ґрунту. Фітомеліоративний ефект залежить від тривалості життя і продуктивності рослин, відношення надземної і підземної частин біомаси, характеру розподілу кореневої системи та інші.

Багаторічні та однорічні трави (зокрема –бобові, які збагачують ґрунт азотом) завдяки добре розвиненій кореневій системі, а також завдяки її більш тривалій діяльності сприяють утворенню гумусу і мають потужний фітомеліоративний ефект. Ці рослини розглядають як ґрунтоутворюючі культури тому, що вони мають високе проективне покриття багаторічних трав і потужну кореневу систему з сильно розгалуженою мережею дрібних корінців, які утримують частинки ґрунту від вимивання і вітрової ерозії. [44].

Коренева система однорічних трав залишається живою і діяльною після скошення надземної частини, тому вони займають особливе місце (віка, жито, суданська трава та ін.). Завдяки ним в ґрунті спостерігається значне підвищення вмісту органічних речовин. Відомо, що коренева система рослин пронизуючи ґрунт густою сіткою мілких коренів виступає в ролі міцного агента структуроутворення.

Різноманітні фізичні властивості ґрунтів, як міцність, пористість, структурний склад відновлюються найбільш швидко. Але потрібен і більш довготривалий фітомеліоративний ефект для відновлення водоміцності

агрегатів. Ефективність фітомеліоративного покращення ґрунту пов'язана з біологічною продукцією рослин [6, 7-12].

Швидким «експрес» методом покращення фізичного комплексу ґрунтів є включення до складу сівозмін посівів багаторічних трав на 2–3 роки, але більш ефективні травосуміші, замість чистих посівів злакових або бобових трав. Для покращення деградованих ґрунтів найбільше використовують прийоми відновлення при тривалому використанні багаторічних трав з виведенням їх посівів з сівозмін, коли під пологом трав починається відновлювальна сукцесія за рахунок виникнення видів природних степових угруповань.

2.2. Дослідження методів пилопригнічення на техногенних масивах

Пилопригнічення – це комплекс заходів і способів попередження забруднення оточуючого навколишнього середовища пилом, який виникає внаслідок роботи глиноземних заводів, видобутку корисних копалин. Пилопригнічення – це зв'язування та приборкання пилу, що утворюється або вже утворився, і осідання завислого повітряного пилу за допомогою різноманітних способів і технічних засобів.

Залежно від місця розташування, джерела пилу поділяються на зовнішні та внутрішні. Пил за допомогою вітру від зовнішніх джерел потрапляє в атмосферу та пригнічує її стан. До них відносять підприємства кольорової металургії, шлакові відвали, збагачувальні та агломераційні фабрики, автомобільні дороги поряд з видобувними підприємствами.

Внутрішні джерела (бурові станки, вибухові роботи та ін.) викликають як загальне, так і місцеве забруднення атмосфери. За характером дії внутрішні джерела класифікують як об'ємні, точкові, лінійні та розподільні. Джерела пилу іноді виступають безперервно діючими і періодичними. Відповідно до розміщення – стаціонарними і не стаціонарними, по інтенсивності потрапляння в навколишнє середовище – стабільними і нестабільними [48, 50].

Викиди пилу в атмосферу мають характер як регіональний так і глобальний з негативним впливом на біосферу. Регіональне запилення характерне для промислових міст, де середнє число пилових частинок на 1 м³ атмосферного

повітря складає до 10000 одиниць. Загальна кількість викидів пилу від джерел може досягати десятки тисяч тон на рік, а дефляція розповсюджується до 10 км від джерела.

Існують такі світові методи стабілізації та покращення стану оточуючого середовища в районі хвостосховищ:

- Біологічна рекультивація;
- Фізико-хімічна стабілізація;
- Створення вітрозахисних насаджень, лісопарків;
- Вилуговання небезпечних інгредієнтів;
- Технологічні методи;
- Хімічна меліорація відвалів;
- Штучна грануляція хвостових відкладень;
- Підтримування постійного рівня води на поверхні накопичувачів.

На сьогодні в закордонній практиці і в Україні для зниження інтенсивності пилоутворення з відкритих поверхонь забруднювачів для пилопригнічення застосовують такі основні способи: закріплення поверхонь, що пиляться, латексом; зрошення водою з добавками хімічно активних речовин, що забезпечують закріплення поверхні; закріплення бітумною емульсією; озеленення неробочих площ; гідропосів.

До технологічних способів запобігання утворення пилу відносять: комплексне використання сировини; створення безвідходних технологій; застосуванням відходів промислових підприємствах гірничодобувної та гірничо-переробної промисловості, для виробництва будівельних матеріалів, та для будівництва доріг.

Заради закріплення поверхні, що виділяє пил, рекомендується постійно зволожувати поверхні водою, створювати фізико-хімічну стабілізацію за допомогою в'язучих речовин, підтримувати постійний рівень води на поверхні накопичувача, періодично зволожувати структуроутворюючі речовини, проводити засипку поверхні матеріалом, який не пилить, створювати на поверхні рослинний покривта інші методи.

Створення штучного покриття на поверхні є одним із шляхів вирішення проблеми винесення пилу з поверхонь хвостосховищ і відвалів, і містить більше 50 % часток розміром більше, ніж ерозійно небезпечні. Досягти цього можна шляхом штучної грануляції хвостових відкладень. Гранулювання відбувається шляхом укрупнення сипучих матеріалів, тобто надання речовині форми зерен (гранул). Фізико-хімічний спосіб включає гідрознепилення та стабілізацію поверхні техногенних масивів в'язкими речовинами. Саме цей спосіб полягає в інтервальному періодичному зволоженні поверхонь техногенних масивів, які розповсюджують пил. Вода використовується у більшості випадків для локального пилопригнічення. За допомогою води вдається знизити надходження пилу в атмосферу на 50–60 %.

Найбільш перспективним способом боротьби з пилом є фізико-хімічний, його суть полягає в закріпленні поверхні, що пилиться, за допомогою використання в'язких або структуроутворюючих речовин: неорганічних, органічних, природних, синтетичних і комбінованих полімерів. Завдяки нанесенню таких речовин на поверхні утворюється тонка плівка або кірка, яка перешкоджає здуванню пилу. Дослідження показали, що неорганічні в'язучі речовини для стабілізації поверхні шламосховищ (глінізація, вапнування і цементация) неефективні, оскільки мають малу водоерозійну стійкість і міцність закріпленої поверхні. Закріплення хвостосховищ органічними матеріалами (емульсіями нафтопродуктів, продуктів переробки горючих сланців, нафтою, відходами целюлозно-паперової, деревообробної промисловості) для утворення водостійкої та вітростійкої кірки, що має необхідні пружно-пластичнов'язкі властивості. Найпопулярнішим способом який використовується для закріплення поверхонь відвалів та хвостосховищ є закріплення бітумними емульсіями [45, 48].

Полімери займають особливе місце серед нових структуроутворюючих речовин. Мінеральний та хімічний склад шламосховищ сприятливий для закріплення їх полімерами (акриловий полімер). У достатній кількості вміщує рухомі іони заліза, кальцію, магнію, марганцю, алюмінію та сприяє

встановленню міцних зв'язків з функціональними групами полімерів. Вони (полімери) вкривають поверхні хвостосховищ і відвалів плівкою, що складається з полімолекулярних шарів. На ряду з полімерами використовують закріплення поверхонь латексом. Під час взаємодії між його функціональними групами та пиловими частинками виникають водневі зв'язки, за рахунок яких пилові частинки поєднуються у більші агрегати. Водневі зв'язки надають їм стійкість до вітрової та водної ерозії. Витрачання латексу для обробки поверхонь при концентрації 4 % становлять 1 л/м². Латекс, рівномірно нанесений на поверхню, через 10–15 діб утворює щільний еластичний шар і при цьому має механічну міцність 1,2–1,4 МПа [50]. Перспективним напрямком пилопригнічення техногенних масивів є біоекологічний спосіб. Особливістю хвостів і хвостосховищ є те, що вони негативно впливають на розвиток рослин. Хвости також характеризуються несприятливими агрохімічними властивостями які мають низьку вологоємкість. У них відсутні елементи мінерального живлення рослин: азот, калій, фосфор. Так, біоекологічне закріплення виконується посівами жита. Жито на шламосховищі виростає слабким, але його добре розвинена коренева система перешкоджає пилоутворенню.

Для найкращого ефективного та довготривалого закріплення поверхні хвостосховищ, їх покривають шаром чорнозему товщиною 25–30 см з наступним посівом багаторічних трав, тобто застосовують біоекологічну рекультивацію. Деревні рослини в умовах хвостосховищ ростуть і розвиваються повільно. Для цих рослин відзначається зсув фенологічних фаз порівняно з тими ж видами, які зростають на інших зональних ґрунтах.

Звичайне заростання хвостосховищ рослинністю відбувається надзвичайно повільно. Біологічне закріплення шламосховищ залежить від складу та фізико-хімічних властивостей порід, що складають хвости. Дуже важливою особливістю хвостів, виходячи з можливості вирощування на них рослин, є відсутність у них гумусових речовин та зв'язаного азоту, без яких ріст і розвиток рослин неможливий. Саме тому для створення рослинного покриву

на техногенних масивах необхідно їх поверхні покривати хоча б невеликим шаром чорнозему (3–5 см). Це сприяє пилопригніченню хвостів та відвалів і забезпечує створення приблизно десь 1–2 роки на насипному ґрунті стійкого трав'яного покриву з щільною дерниною, здатною протистояти дії вітрової дефляції.

Також закріплення техногенних масивів можливо шляхом керованого вилуговування небезпечних інгредієнтів з мінеральних відходів. Дуже часто в якості реагенту застосовується 3 % водний розчин сірчаної кислоти. За даними праць В. К. Бубнова, поверхня хвостів з використанням вилуговування набуває міцності 0,5–1,0 МПа.

Відходи, які зберігаються та складаються на хвостосховищі – це велике джерело багатьох цінних компонентів, і мають у своєму складі залізо – до 40 %, алюмінію до 16 %, а також кальцій, кремній, титан, цирконій, галій і навіть золото. Особливий інтерес представляють скандій та ітрій – рідкоземельні елементи. Вміст скандію в червоному шламі складає 80 – 120 г/т, ітрію до 300 – 400 г/т [39]. Через те існує потреба у вторинному використанні червоних шламів у багатьох галузях промисловості. Одним із способів переробки являється відновлювальна плавка вапна і шламу, для отримання чавуну. Іншим напрямом використання червоних шламів є безпосереднє їх застосування в якості добавки для отримання різних продуктів. Пропонують використовувати шлам у виготовленні цегли, кераміки, фарби, бетону, скловолокна, при виготовленні коагулянту для очищення стічних вод [16, 25].

2.3. Технології фітореємедіації

Використання рослин для контролю забруднення пилоутворювальними субстратами, для відновлення та їх стабілізації називають фітотехнологіями. Складовою фітотехнологій є фітореємедіація, яка спрямована на розкладання чи видалення поллютантів. Для відродження ґрунтів, які забруднені важкими металами та органічними сполуками, використовують вивчення природних та фізіологічних властивостей диких рослин. Щодо фіксації та пилопригнічення забруднювачів – це економічно вигідні технології. Серед світових практик з

охорони навколишнього середовища постійно розвиваються екологічні, економічні та ефективні технології з очищення ґрунтів, які на основі здатності фізіологічних властивостей рослин знижують вміст ксенобіотиків завдяки їх накопиченню - технології фіторемедіації.

За визначенням агентства США, фіторемедіація – це набір технологій, що мають підстави ґрунтуватися на фізіологічних та природних властивостях диких рослин деконтамінувати ґрунти, які забруднені металами та органічними сполуками. В університеті Індії, вчений Маджеті Нарасімха Вара Прасад (M.N.V. Prasad) – підрахував, що вартість для очищення ґрунту за допомогою диких рослин, які використовують лише енергію сонця, становить лише 5 % від витрат на ці способи відновлення. Тому фіторемедіація є найбільш екологічно-економічним, доцільним і дешевим методом відновлення ґрунтів в порівнянні з технічними та фізико-хімічними способами, навіть з урахуванням обмеженості часових ресурсів для досягнення поставленої мети. Відповідні процеси фіторемедіації ґрунтуються на здатності рослин стабілізувати, акумулювати, деградувати, трансформувати і випаровувати забруднювачі з великої кількості природних площ, зокрема, води та ґрунту.

Для підбору методів і засобів з визначення пілозахисної здатності до пилопригнічення, необхідно орієнтуватися на:

- безпечність екологічного застосування та відсутність токсичної і екотоксичної дії;
- відносна дешевизна і простота впровадження;
- при необхідності вторинне використання після розкриття.

2.4. Технологія фіторемедіації поверхні шламосховища з використанням з'ємних біологічних засобів

Вибір рослинної сировини ґрунтується на принципах, яким повинні задовольняти з'ємні засоби фіторемедіації поверхонь хвостосховищ [22]:

- екологічна безпечність та відсутність токсичної і екотоксичної дії;

- стійкість до специфічних метеорологічних умов (чимала швидкість вітрів, сильно виражена дефляція, обледеніння) і агресивних умов середовища шламосховищ (рН=10÷12);

- відносна дешевизна і простота впровадження;

- вторинне використання після розкриття.

Нами для проаналізовано результати експерименту з використання дернини та очерету для пилопригнічення на шламосховищі №1 МГЗ. Обґрунтування вибору цієї рослинної біосировини наведено у таблиці 2.4.1, фото – на рис. 2.4.1.

Таблиця 2.4.1. Обґрунтування вибору біоекологічної сировини для пилопригнічення на шламосховищі №1 МГЗ

Назва біоекологічної рослинної сировини	Біологічні властивості рослинної сировини
Очерет (<i>Phragmites australis</i> L., від грец. слова « <i>Phragma</i> » - тин, паркан) – багаторічна трав'яниста рослина родини злакових	- стеблі відрізняються пористою будовою, має малу об'ємну вагу; - вологостійкість; - стійкість до різних екстремальних метеорологічних умов, сильних заморозків та різких перепадів температур, вони міцні та довговічні (до 50 років).
Дернина – це гумусово-акумулятивна органічно-мінеральна поверхня ґрунтів, формується під трав'яною і переважно луговою рослинністю.	– захищають ґрунт від ущільнення, розмиву та у будівництві; – задерновування укосів доріг, залізниць, каналів та водосховищ; – використовували при дезактивації в зоні ЧАЕС для пилопригнічення шкідливих поллютантів.



Рис. 2.4.1. Фото рослинної сировини для біорекультивациі поверхні шламосховища та її застосування

Нами проведено експеримент з оцінки з'ємних засобів фітореMediaції поверхонь хвостосховищ який був виконаний у лабораторних і польових умовах. Дослідження проводились протягом від 1 до 12 місяців. Періодично очеретяні мати та дернину зрошували підкисленою водою для забезпечення повноцінного зростання поверхні трав'яного покриву і змиття червоних шламів.

За цим експериментом було представлено методику з визначення пилопригнічувальної здатності та стійкості цих рослинних засобів, яка полягає у обчисленні трьох коефіцієнтів:

- коефіцієнт пилопригнічення – К;
- показник пилопригнічення – Р;
- коефіцієнт стійкості – С;

Наводимо формули для розрахунку цих коефіцієнтів:

$$K=1-\frac{M_n^d}{M_n^k} \quad (2.3.1);$$

$$P=\frac{M_n^k}{M_n^d} \quad (2.3.2);$$

де M_n^k – маса пилу в контрольному варіанті, г;

M_n^d - маса пилу в з покриттям, г.

Стійкість дернини та матів до агресивного середовища шламосховища та специфічних метеорологічних умов визначали за коефіцієнтом стійкості C покриття d :

$$C = \frac{S(t)}{S(0)} \quad (2.3.3)$$

де $S(0)$ – площа ділянки (кювети, дм^2), d – вкрите покриттям до початку експозиції, м^2 ;

$S(t)$ – площа ділянки (кювети, дм^2), d – вкрите покриттям після закінчення часу експозиції t ($t = 1-12$ місяців), м^2 .

Детальні результати за місячний термін експерименту наведено у таблиці 2.4.2, а зведені за 6 та 12 місяців – на рис. 2.4.2.

Таблиця 2.4.2. Коефіцієнти пилопригнічення та стійкості

Коефіцієнти	Тривалість експериментів, t		
	$t=1$ тижні	$t=2$ тижні	$t=4$ тижні
<i>Експеримент з дерниною ($d=d_{\text{дерн}}$)</i>			
Показник пилопригнічення, $P^{d_{\text{дерн}}}$	24±3	80±7	127±14
Коефіцієнт пилопригнічення, $K^{d_{\text{дерн}}}$	0,96±0,09	0,98±0,04	0,99±0,05
Коефіцієнт стійкості, $C^{d_{\text{дерн}}}$	0,94±0,10	0,98±0,04	0,99±0,04
<i>Експеримент з очеретяними матами ($d=d_{\text{оч}}$)</i>			
Показник пилопригнічення, $P^{d_{\text{оч}}}$	15±2	40±5	74±8
Коефіцієнт пило пригнічення, $K^{d_{\text{оч}}}$	0,93±0,10	0,98±0,09	0,99±0,09
Коефіцієнт стійкості, $C^{d_{\text{оч}}}$	0,99±0,03	0,97±0,09	0,94±0,10

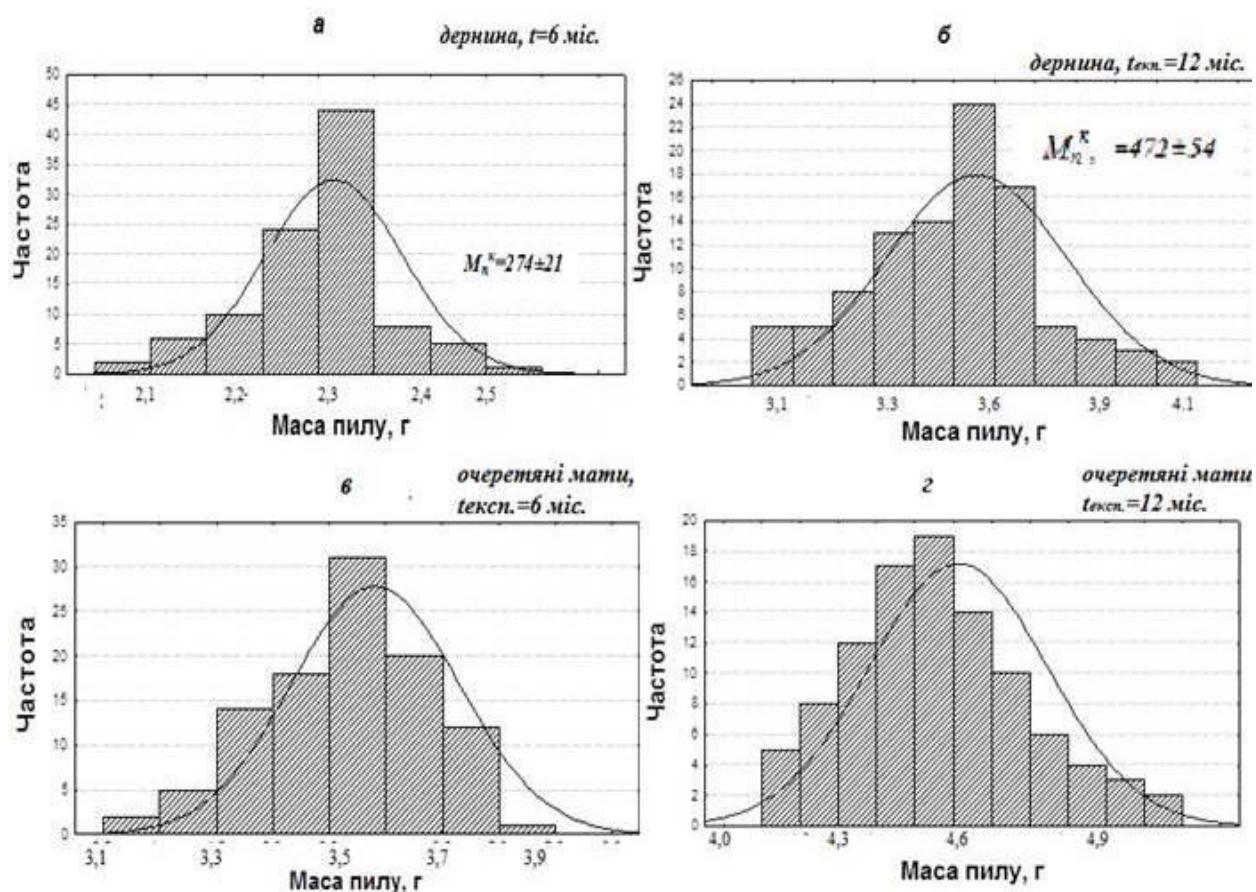


Рис. 2.4.2. Результати експерименту з використанням біоекологічного покриття (дернина, очеретяні мати)

Обчислені за цією методикою коефіцієнти пилопригнічення і коефіцієнти стійкості для дернини і для очеретяних матів склали високі величини та наблизились до 1 (0,94 - 0,99).

В результаті цього методу фіторемедіації було визначено, що у цьому покритті зберігаються морфологічні та фізіологічні властивості рослинних засобів і можливість комплексного використання цієї біоекологічної рослинності. Розглянемо приклад розташування покриття рослинної біосировини на території шламосховища №1 МГЗ: 136 га – дернина, 6 га – очеретяні мати (рис. 2.4.3)



Рис. 2.4.3. Схематичний приклад застосування на шламосховищі №1 МГЗ

Виходячи з отриманих показників пилопригнічувальної здатності та стійкості дернини до агресивних умов шламосховища можна здійснити пошук не вирощування дернини на окремій від шламосховища території, а вирощення її на поверхні шламосховища.

Для отримання технології вирощування дернини на агресивній поверхні шламосховища червоних шламів потрібно:

- для дернини потрібно підібрати суміші лужностійких та засухо- й морозостійких трав'яних рослин;
- забезпечити вирощування суміші лужностійких та засухо- й морозостійких трав'яних рослин.

Висновки до другого розділу

В Україні і в закордонній практиці для зниження пилоутворення і для пилопригнічення застосовують такі способи:

- Зрошення водою;
- Закріплення поверхні бітумною емульсією;
- Закріплення латексом;
- Озеленення неробочих площ;
- Хімічна меліорація.

Відновлення рослинності та рекультивація шламосховища – довгострокова перспектива збереження навколишнього природного середовища.

Для відновлення земель до рекультивації належать такі комплекси робіт:

- гірничі;
- меліоративні;
- сільськогосподарські;
- гідротехнічні.

Основне завдання рекультивації полягає у виконанні комплексу спеціальних робіт та заходів, і доведення земель до стану для придатного їх подальшого використання. Одним з методів біологічної рекультивації деградованих земель є фітомеліорація.

Для ефективності проведення досліджень рослинна біосировина обиралась за такими принципами:

- екологічна безпечність та відсутність токсичної і екотоксичної дії;
- стійкість до специфічних метеорологічних умов (чимала швидкість вітрів, сильно виражена дефляція, обледеніння) і агресивних умов середовища шламосховищ (рН=10÷12);
- відносна дешевизна і простота впровадження;
- вторинне використання після розкриття.

Фітомеліоративні експериментальні роботи, виконані на шламосховищі №1 МГЗ (на площі 6 га) дозволили розробити методику оцінки пилопригнічувальної здатності та стійкості виробів із рослинної сировини та оцінити ці показники з для з'ємних біологічних засобів (з'ємна дернина і очеретяні мати). Через те, що розраховані показники пилопригнічувальної здатності та стійкості виявилися достатньо високими (≈ 1) і рослинні засоби

зберегли свої морфологічні та фізіологічні властивості, то в нашому дослідженні поставлено завдання оцінити ці ж показники для не з'ємної дернини та спеціально обраних рослин.

РОЗДІЛ 3. ФІТОРЕМЕДІАЦІЯ ПОВЕРХНІ ШЛАМОСХОВИЩА: ТЕХНОЛОГІЯ, СТІЙКІСТЬ ТА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

3.1. Вибір рослин для біоекологічної рекультивації шламосховищ

В результаті обрано дикі трави. Вибір рослин серед диких трав ґрунтувався на тому, що вони володіють наступними характеристиками: зростають на пустирях, біля доріг та канав, виступають бур'янами в садах, морозостійкі, швидко зростають, посухостійкі, здійснюють щільний покрив, з довгим повзучим кореневищем та можуть переносити затоплення.

Вибір рослин для вирощування дернини. Нами проаналізовано літературні джерела щодо характеристик і властивостей трав'яних рослин, які ростуть на береговій смузі Бузького лиману. В результаті аналізу для рекультивації було обрано насіння таких видів диких трав:

- бекманія звичайна (*Beckmania eruciformis*);
- берізка польова (*Convolvulus arvensis*);
- буркун білий (*Melilotus albus*);
- китник лучний (*Alopecurus pratensis*);
- костриця лучна (*Festuca pratensis L. var. Arundinacea*);
- куколиця біла (*Melandrium album*);
- лядвенець рогатий (*Lotus corniculatus*);
- пажитниця багаторічна (*Lolium perenne*);
- пирій повзучий (*Agropyrum repens*);
- тонконіг лучний (*Poa pratensis*).

Обґрунтування вибору рослин для рекультивації поверхні шламосховища МГЗ представлено у таблиці 3.1.1., фото рослин представлено на рис. 3.1.1. - 3.1.10

Таблиця 3.1.1 Відібрані види диких трав та їх характеристики

Назва рослини	Характеристика і поширення рослини
	Кореневищний верховий ярий злак, вологолюбний, стійкий до перезволоження ґрунту, зимостійкий.

Бекманія звичайна	Сінокісна та пасовищна рослина росте на заболочених місцях, перезволожених луках та низинних торфовищах.
Берізка польова	Росте на полях і городах, як бур'ян. Віддає перевагу легкому, піщаному ґрунту з трохи підвищеним вмістом вапна на сонці або в напівтіні. Один із основних бур'янів усіх польових культур.
Буркун білий	Однорічна або дворічна трав'яниста лікарська рослина з родини бобових. Росте на схилах балок, пасовиськах, пустирях, біля доріг та канав, як бур'ян у садах.
Китник лучний	Багаторічна трав'яниста рослина, висотою від 50 до 110см. Зимостійка та стійка до перезволоження має здатність швидко відростати, високопоживна. Використовують як предтеча для зернових і овочевих культур.
Костриця лучна	Злакова, нещільнокущова, верхова трав'яниста рослина має прямостояче стебло Широко поширена на лісових галявинах, в заплавах річок, біля доріг, на схилах балок і суходільних луках.
Куколиця біла	Багаторічна трава, росте на луках, край лісу, біля лісосмуг. Росте на зволжених, пухких, збагачених азотом ґрунтах, не росте на засолених.
Лядвенець рогатий	Багаторічна, зимостійка, досить посухостійка трав'яниста рослина родини бобових. Може рости на погано дренованих і кислотних ґрунтах.
Пажитниця багаторічна	Багаторічний нещільнокущовий низовий злак озимого типу, заввишки від 40 до 80 см. Утворює щільну дернину.

Пирій повзучий	Багаторічна трав'яниста рослина родини злакових з довгим повзучим кореневищем. Росте по всій території країни: біля доріг, житла, полях, пасовищах, на засолених і вапнякових ґрунтах.
Тонконіг лучний	Багаторічна трав'яниста рослина з поодинокими або декількома пагонами та повзучим кореневищем. Зимостійкий, вимогливий до вологи, довготривалий час переносить затоплення. Росте на кислих і родючих ґрунтах.



Рис. 3.1.1. Бекманія звичайна

Рис. 3.1.2. Берізка польова



Рис. 3.1.3. Буркун білий

Рис. 3.1.4. Китник лучний



Рис. 3.1.5. Костриця лучна



Рис. 3.1.6. Куколиця біла



Рис. 3.1.7. Лядвенець рогатий



Рис. 3.1.8. Пірій повзучий



Рис. 3.1.9. Пажитниця багаторічна

Рис. 3.1.10. Тонконіг лучний

Суміші цих трав було використано на попередньо підготовленій поверхні шламосховища. В результаті запропоновано технологію біорекультивациі поверхні з агресивним середовищем. Для цього була здійснена промивка верхнього шару шламів чистою водою, яка дозволила зменшити лужність до величин 7–7,5. Потім нанесено шари глини для захисту рослин від дії луку та інших токсикантів шламу. На окремі ділянки було нанесено шар мулу для того, щоб сформувати поживне середовище кореневої системи рослин. Далі розрихлили бороною поверхню ґрунту, нанесли та висіяли насіння суміші трав. За допомогою легкого катка обробили засіяні поверхні від видування та вїдання насіння птахами. І впродовж вегетативного зростання цих трав здійснювалось їх зрошення для прискорення росту, яке повторювали регулярно, раз на тиждень. Результатом експерименту є сформована дернина із засіяних сумішей та трав яку бачимо на рис. 3.1.11



Рис. 3.1.11 Сформована дернина із засіяних сумішей та трав

За наведеною методикою у розділі 2.4 оцінки пилопригнічувальної здатності засобів з біосировини нами обчислено відповідні коефіцієнти для нез'ємної дернини сформованої з суміші диких трав таблиця 3.1.2

Таблиця 3.1.2 Середні коефіцієнти пилопригнічення та стійкості для нез'ємної дернини з суміші диких трав

Коефіцієнти для експерименту з дерниною ($d=d_{\text{дерн}}$)	Тривалість експерименту, t
	$t=1$ тижні
Коефіцієнт пилопригнічення, $K^{d_{\text{дерн}}}$	$0,99 \pm 0,05$
Коефіцієнт стійкості, $C^{d_{\text{дерн}}}$	$0,97 \pm 0,06$

Як видно з отриманих результатів дернина, яка штучно вирощена із сумішей трав, характеризується достатньо високою здатністю до пилопригнічення і є стійкою до мінливих кліматичних умов. Не порушено її стан у посушливий період при екстремальних погодних умовах.

3.2. Розрахунок еколого-економічного ефекту від біоекологічної рекультивації шламосховища МГЗ

Одним із методів, який дозволяє обрати певний захід для зменшення екологічних ризиків є метод оцінки співвідношення між користю впровадження цього заходу і шкодою для навколишнього середовища при не впровадженні цього заходу.

У нашому випадку ставилася задача економічних оцінок, суми витрат на покритті поверхні шламосховищ засобами з біосировини та оцінки відвернутої дози від екополютантів шламосховища.

У попередньому розділі представлено результати пошуку засобів пилопригнічення площини шламосховищ, котрі свідчили про: екологічну безпечність, високу стійкість до агресивного середовища шламосховища, висока стійкість до екстремальних метеорологічних умов, можливість повторного розкриття поверхні для реалізації (переробки) захоронених відходів.

Такими засобами виявилися біоекологічні покриття – дернина та очерет.

Вони відповідають всім умовам ,які наводились вище та мають високі коефіцієнти пилопригнічення та коефіцієнти стійкості до екстремальних метеорологічних умов та агресивного середовища. Еколого-економічний ефект оцінювався за впровадженою методикою «користь-шкода».

Шкоду для населення оцінювали від вдихуваних з повітрям екополютантів шламосховища за наступною розробленою нами методикою:

- При оцінці шкоди використовували доведену експериментально-біологічну еквівалентність між певними величинами токсичної дози і певними величинами поглинутої дози гамма-випромінювання і встановленої для України ціни у доларах гамма-випромінювання, згідно з Законом України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» від 08.02.1995 № 39/95-ВР: 1 люд.-зв = 4000 \$ США;
- Оцінка шкоди від екополютантів шламосховища, здійснена тільки для кадмію на підставі даних, щодо біоеквівалентності токсодози від кадмію поглинутій дозі гамма-випромінювання певних токсиметричних величин: 1 мкмоль/л Cd =0,5 Гр;
- Розраховано величину середньорічної індивідуальної дози D від екополютанту шламосховища кадмію, для населення з прилежних територій за методикою[17];
- Оцінка здійснена під час аналізу перенесення токсикантів із шламосховища на прилеглі території за середніми і максимальними величинами;
- Розрахована колективна доза та індивідуальна доза D (від Cd):

Середньорічна індивідуальна доза $D_{\text{інд}}$ від Cd розраховується за формулою 3.2.1:

$$D_{\text{інд}} \text{ Cd} = C_{\text{Cd}} (\text{Г/М}^3) * V(\text{М}^3) \quad (3.2.1)$$

де $C_{\text{Cd}}(\text{Г/М}^3)$ – концентрація Cd у атмосферному повітрі населених пунктів, прилежних до шламосховищ [22];

$V(m^3)$ – референтне значення річного об'єму вдихуваного дорослою людиною повітря [17].

Середньорічна колективна доза $D_{\text{кол}}$ (від Cd) розраховувалися за формулою 3.2.2:

$$D_{\text{кол}} \text{ Cd (люд-г)} = D_{\text{інд}} \text{ Cd (г)} * N(\text{люд}) \quad (3.2.2)$$

де $D_{\text{інд}} \text{ Cd (г)}$ – середньорічна індивідуальна доза за формулою (1);

$N(\text{люд})$ – кількість мешканців з прилеглих територій.

Користь:

Оцінено загальні витрати на покриття засобами пилопригнічення з розрахунку 1га поверхні близько 2000 тис.\$;

Загальні витрати на покриття поверхні дерниною та матами 142 га – 250 000\$;

Економічний ефект визначали, як окупність у кількості відвернутих річних доз $D_{\text{кол}}$ (від Cd) за середніми і максимальними показниками [17, 22].

В результаті отримано (табл. 3.2.1), що величина середньорічної колективної дози $D_{\text{кол}}$ від екополлютантів шламосховища (від Cd) для населення з прилежних територій може складати до 100 люд.-г. Вартість відшкодувань на медичні заходи по усуненню негативних біологічних ефектів серед населення прилежних територій 10^4 - 10^7 \$/рік. Величина дози від екополлютантів шламосховища для біоти екосистеми прилежних територій може досягати 70-100 г/га.

Економічний ефект при застосуванні комплексної системи пилопригнічення на шламосховищах МГЗ (із розрахунку пилопригнічення за важкими металами) для шламосховища № 1 наводимо далі

Таблиця 3.2.1. Економічний ефекти при застосуванні комплексної системи пилопригнічення на шламосховищах МГЗ

Економічний ефект	
1 Середньорічна індивід. доза $D_{\text{інд}}$ від екополлютантів шламосховища (від Cd), г	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-3}$

2. Середньорічної колективна доза $D_{\text{кол.}}$ від екополютантів шламосховища для населення, люд.-Г	1 - 100
3. Вартість відшкодувань на медичні заходи з усунення негативних біоефектів серед населення, \$/рік ¹	$10^4 - 10^7$
4. Вартість покриття, \$	
4.1. Витрати на виготовлення покриття, \$/га	~ 7 000
4.2. Загальні витрати на біопокриття, \$	~ 80 - 100 тис.
5. Окупність застосування покриття з нез'ємною штучно вирощеною дерниною	
5.1. За відверненою доз $D_{\text{кол.}}$ (від <i>Cd</i>), років за середніми показниками	5 - 8

¹ Виходячи з: 1 мкмоль/л Cd = 0,5 Гр гамма-випромінювання; 1 люд.-Зв = 4000 \$ США за Законом України “Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку” від 08.02.1995 № 39/95-ВР

Висновки до третього розділу

Проаналізувавши характеристики і властивості трав'яних рослин, які зростають на береговій смузі Бузького лиману, для рекультивації нами обрано насіння таких видів диких трав: пирій повзучий (*Agropyrum repens*), куколиця біла (*Melandrium album*), берізка польова (*Convolvulus arvensis*), бекманія звичайна (*Beckmania eruciformis*), китник лучний (*Alopecurus pratensis*), тонконіг лучний (*Poa pratensis*), пажитниця багаторічна (*Lolium perenne*), костриця лучна (*Festuca pratensis* L. var. *Arundinacea*), лядвенець рогатий (*Lotus corniculatus*), буркун білий (*Melilotus albus*).

Обґрунтування вибору рослин (невибагливість, стійкість, щільне покриття поверхні) для рекультивації поверхні шламосховища МГЗ полягає у наступному:

-Бекманія звичайна – кореневищний верховий ярий злак, вологолюбний, стійкий до перезволоження ґрунту, зимостійкий. Сінокісна та пасовищна рослина росте на заболочених місцях, перезволожених луках та низинних торфовищах.;

-Берізка польова – зустрічається в якості бур'яну, один із основних бур'янів усіх польових культур;

-Буркун білий – однорічна або дворічна трав'яниста лікарська рослина з родини бобових. Росте на схилах балок, пасовиськах, пустирях, біля доріг та канав, як бур'ян у садах;

-Китник лучний – багаторічна трав'яниста рослина, висотою від 50 до 110 см. Зимостійка, має здатність швидко відростати, високопоживна і стійка до перезволоження;

-Костриця лучна - широко поширена, на лісових галявинах, біля доріг, в заплавах річок на схилах балок і суходільних луках;

-Куколиця біла –багаторічна трава, росте на луках, край лісу, вздовж лісосмуг, зрідка в посівах однорічних польових культур. Віддає перевагу багатим на азот, пухким, досить зволеним ґрунтам, крім засолених.

-Лядвенець рогатий– багаторічна трав'яниста рослина родини бобових. Досить посухостійкий, окремі сорти зимостійкі. Він добре переносить кислотність ґрунту і може рости на погано дренованих ґрунтах.

-Пирій повзучий –багаторічна трав'яниста рослина родини злакових з довгим повзучим кореневищем. Росте на полях і пасовищах, в тому числі на засолених і вапнякових ґрунтах, по всій території країни, біля доріг, житла, по всій території країни.

-Пажитниця багаторічна– багаторічний нещільнокущовий низовий злак озимого типу, заввишки від 40 до 80 см. Утворює щільну дернину;

-Тонконіг лучний – багаторічна трав'яниста рослина з поодинокими або декількома пагонами та повзучим кореневищем. Зимостійкий, вимогливий до вологи, довготривалий час переносить затоплення. Росте на кислих і родючих ґрунтах.

Проведена оцінка економічного та екологічного ефектів від запровадження комплексної системи пилотування з використанням біологічних засобів за прийнятою у світовій практиці оцінці взаємовідношення користь-школа. Шкоду для населення від вдихування з повітрям екополітантів шламосховища

обчислювали виходячи з: 1) відомих даних доведеної експериментально біологічної еквівалентності між певними величинами токсичної дози і певними величинами поглинутої дози гамма-випромінювання і встановленої для України ціни у доларах гамма-випромінювання: 1 люд.-зв = 4000 \$ США; 2) даних щодо біоеквалентності поглинутій дозі гамма-випромінювання певних токсикометричних величин токсодози від кадмію: 1 мкмоль/л Cd = 0,5 Гр. Тому оцінка шкоди від екополютантів шламосховища в цій роботі здійснена тільки для цього полютанта.

В результаті отримано, що величина середньорічної колективної дози Дкол. від екополютантів шламосховища (від Cd) для населення з прилеглих територій може складати до 100 люд.-г. Вартість відшкодувань на медичні заходи по усуненню негативних біологічних ефектів серед населення прилеглих територій 104–107 \$/рік. Величина дози від екополютантів шламосховища для біоти екосистеми прилеглих територій може досягати 70–100 г/га. Загальні витрати на покриття дерниною та матами з рослинної сировини поверхні шламосховища №1 МГЗ S=142 га (або витрати на відвернену колективну токсичну дозу від екополютантів шламосховища) складають близько 250000 \$. Економічний ефект: окупність застосування комплексної системи пилопригнічення (без врахування відвернутої дози для біоти екосистеми прилежних до шламосховища територій) – склав від 1 до 10 річних відвернутих доз Дкол. від Cd. До цього потрібно додати екологічний ефект від очищення водойм від очерету та очищення каналізаційних вод міськводоканалу від органічної складової, а також соціальний ефект – від додаткового надходження податків від виробництва матів з рослинної сировини.

Всі описані методи профілактики і боротьби з виділенням пилу червоного шламу на шламосховищах №1 та №2 МГЗ при складуванні і обробці червоного шламу дозволяють впевнено говорити про ефективне управління екологічною

безпекою підприємства, що було підтверджено аудиторами міжнародної компанії DNV при проведенні аудиту в червні 2018 року.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці на гідротехнічних спорудах

За топографічними умовами, висоті і натиску, що приймається греблею шламосховища, з положення шламосховища, за значенням споруд шламового господарства в технологічному процесі, порушення їх цілісності або стійкості можуть мати катастрофічні наслідки і призвести до тривалої зупинки заводу. Завданням служби експлуатації є розробка організаційних і виробничих заходів з ефективного запобігання аварій, зменшення її розмірів і наслідків. [58].

До аварійних явищ в стані напірних гідротехнічних споруд відносяться:

- загроза переливу або раптово розпочатий перелив через гребінь дамби;
- розмиви гребня і укосів дамб течією шламопроводів;
- сильні розмиви гребня і укосів греблі зливаємими водами;
- поява поздовжніх і поперечних тріщин на поверхні греблі;
- підвищена фільтрація дренажних пристроїв;
- зсуви низових укосів;
- порушення цілісності протифільтраційних екранів;
- поява вогнищ фільтрації в нижньому б'єфі підстав гребель;
- просідання гребня, за якими можливий перелив;
- перевищення горизонту заповнення шламосховища і акумулювання

ставка проектного нормального рівня.

Основним в недопущенні аварій на гідротехнічних спорудах є:

- постійний контроль і спостереження за роботою гідротехнічних споруд;
- дотримання проектного режиму роботи споруд шламового господарства;
- своєчасне і швидке усунення виявлених пошкоджень споруд і елементів шламового господарства;
- виконання поточних і планово-попереджувальних робіт із ремонту гідротехнічних споруд.

При виявленні обхідником явищ або аварійних ситуацій, що загрожують стійкості гребель він повинен негайно повідомити про те, що трапилося

керівнику ділянки або старшому зміни, а в разі їх відсутності - черговому керівнику зміни заводу і вжити заходів із ліквідації аварії або діяти за вказівкою перерахованих вище відповідальних осіб.

У разі, коли діями обхідника можна запобігти або зменшити розмір аварії, то він повинен прикласти всі зусилля до усунення пошкоджень і продовжувати роботу до прибуття аварійної бригади. Залишити аварійну ділянку черговий може тільки в разі виникнення загрози його життю.

При виконанні робіт з усунення аварій черговий персонал не має права залишити робоче місце без дозволу керівника робіт.

Для локалізації аварійних ділянок, які можуть утворитися на гідротехнічному спорудженні, повинні бути передбачені аварійні резерви необхідних будівельних матеріалів і технічних засобів.

На підприємстві повинен бути розроблений план ліквідації аварій на гідротехнічних спорудах шламового господарства відповідно до інструкції та Наказу Держнаглядохоронпраці та соціальної політики, і визначений перелік необхідних заходів, розподіл обов'язків і порядок дії посадових осіб і персоналу заводу в разі виникнення аварій.

План ліквідації аварій складається для кожної гідротехнічної споруди на випадок виникнення реальної загрози для життя людей або збереження об'єктів та населених пунктів.

У плані ліквідації аварій повинні передбачатися:

- заходи з порятунку (евакуації) людей, захоплених аварією;
- заходи з ліквідації аварії в початковій стадії її виникнення;
- дія інженерно-технічного персоналу і робітників при виникненні аварії;
- місця знаходження для порятунку (евакуації) людей і ліквідації аварій.

План ліквідації аварій щорічно переглядається комісією під керівництвом генерального директора заводу.

План ліквідації аварій на гідротехнічному спорудженні повинен містити:

- оперативну частину.

- розподіл обов'язків між окремими особами, які беруть участь в ліквідації аварій і порядок їх дій;

- список посадових осіб і установ, які повинні бути негайно повідомлені про аварію (копія цього списку повинна зберігатися на у керівника зміни заводу);

- графічний матеріал із планом гідротехнічної споруди, розташуванням комунікацій, засобів зв'язку, пристроїв протиаварійного захисту, аварійних складів, командного пункту з ліквідації аварії з залученням усіх можливих засобів зв'язку.

План ліквідації аварій на гідротехнічному спорудженні розробляється відповідно до фактичного стану на гідротехнічному спорудженні.

План ліквідації аварій на гідротехнічному спорудженні затверджується генеральним директором заводу до початку паводкового сезону.

План ліквідації аварій на гідротехнічному спорудженні з усіма додатками повинен знаходитися у відповідального керівника з ліквідації аварії та у посадової особи, відповідальної за стан гідротехнічних споруд на зміні.

План ліквідації аварій повинен бути ретельно вивчений всім адміністративно-технічним персоналом і робітниками, які мають відношення до експлуатації гідротехнічної споруди.

Ознайомлення з планом ліквідації аварій має бути оформлено під розписку, і знання його має перевірятися щорічно під час проведення навчальних тривог.

Для виконання робіт з порятунку людей і ліквідації аварій залучаються найближчі підрозділи МНС, газорятувальні служби і пожежні частини.

4.2 Техніка безпеки при виконанні робіт на гідротехнічних спорудах.

Експлуатація, догляд, ремонт і реконструкція споруд шламового господарства повинна проводитися відповідно до правил охорони праці і техніки безпеки, розробленими на підставі інструктивно-нормативних видань і враховувати місцеві умови і наявний досвід з охорони праці. Правила повинні бути розмножені і затверджені генеральним директором заводу.

Вимогою правил техніки безпеки повинен бути навчений весь інженерно-технічний персонал виробничих ділянок. Навчання підлягають також працівники, які приймаються на роботу. Навчання має завершуватися письмовим зобов'язанням про виконання працівником правил техніки безпеки.

За невиконання правил техніки безпеки на працівників виробничих ділянок повинні накладатися стягнення.

Експлуатація споруди.

Під час робіт необхідно дотримуватися таких правил:

- монтаж і перекладку пульпроводів виконувати строго відповідно до інструкції з техніки безпеки при проведенні будівельно-монтажних робіт;
- огляд екрану, випусків, а також відбір аналізу шламових вод повинен здійснюватися групою в складі не менше двох осіб;
- спуск людей по схилу без прив'язного страхувального поясу, трос якого надійно закріплений на гребні дамби, забороняється.

У зимовий час забороняється виробництво робіт на льоду.

Перед спуском людей у колодязь необхідно перевірити склад повітря. Робота при наявності в повітрі шкідливих домішок вище допустимих норм - забороняється.

Спуск робочого в водоприймальний колодязь дозволяється тільки за умови знаходження на поверхні колодязя двох осіб з необхідними рятувальними засобами. Спуск людей в колодязь без прив'язного страхувального поясу, трос якого надійно закріплений на поверхні - забороняється.

Пересування працюючих на шламосховищі допускається тільки за передбаченими для цього проходами, сходами і майданчикам. Переміщення через труби, естакади, бар'єри та інші пристрої не допускається. Ходіння по шламопроводу - забороняється.

Не дозволяється перебування в районі шламосховища і інших споруд шламового господарства осіб, які не мають відношення до експлуатації цих споруд.

Не можна допускати в нижньому б'єфі греблі шламосховища будівництво споруд і житлових будинків без спеціального проекту і без узгодження з організаціями які проектують і експлуатують шламосховища, а також з органами санітарної служби.

Експлуатація машин і обладнання.

Всі механізми і обладнання шламового господарства повинні знаходитися в справному стані.

Справність машин повинна перевірятися щомісяця машиністом, щотижня - особою, відповідальною за експлуатацію машин і механізмів з числа ІТП ділянки.

Пуск насосів та іншого обладнання після ремонту проводиться в присутності майстра після видалення з небезпечної зони людей і сторонніх предметів.

Забороняється ремонт рухомих частин і огорожень під час роботи машин і агрегатів, а також змащування діючих машин без спеціальних пристосувань.

Всі рухомі частини насосів і електродвигунів та іншого обладнання, що знаходиться в насосній станції, повинні бути огорожені згідно з інструкціями і типовими кресленнями.

При припиненні подачі електроенергії або зупинці силового обладнання з якої-небудь іншої причини все електродвигуни, які не мають пристрою для автоматичного відключення, повинні бути негайно відключені.

Забороняється проводити роботи (зварювання, свердління і т. п.), пов'язані з ремонтом трубопроводів і арматури, які перебувають під тиском.

Метою захисту технологічного та ремонтного персоналу від несанкціонованого включення обладнання використовується бирка система і система LOTO.

Процедура LOTO (Lock Out Tag Out) - - комплексні рішення для організації безпечних умов проведення ремонтних / сервісних робіт. Закрий на замок. Переконайся, що в ремонтній зоні немає сторонніх осіб. Перевір надійність блокування. Повісь табличку.

Особливості цієї системи захисту в тому, що кожна задіяна в роботі служба (технологи, механіки, електрики) встановлюють на пристроях пуску джерел енергії замки, кожен - свій. Замки розрізняються кольоровим маркуванням. Поки кожна служба не зніме свій замок з пристрою пуску, обладнання НЕМОЖЛИВО запустити.

Електричне устаткування.

До оперативного обслуговування електроустановок допускаються особи, що знають схеми, посадові і експлуатаційні інструкції, особливості устаткування, пройшли навчання і перевірку знань відповідно до вказівок глави Э1-3 ПТЭтаПТБ електроустановок споживачів.

Оперативне обслуговування може здійснюватися одним або декількома особами. Вид оперативного обслуговування, число осіб оперативного персоналу в зміні або на закріпленій за ним електроустановці визначається головним електриком підприємства.

Оперативний персонал, обслуговуючий електроустановки одноосібно, і старші в зміні або бригаді, закріплені за цією установкою, повинні мати кваліфікаційну групу не нижче IV (у установках напругою до 1000 В).

При огляді електроустановки напругою понад 1000 В однією особою забороняється проникати за огорожування, входити в камери розподільних пристроїв.

Камери слід оглядати з порогу або стоячи перед бар'єром. При огляді розподільних пристроїв, щитів, шинопроводів, троллеїв, складок напругою до 1000 В забороняється знімати попереджувальні плакати і огорожування, проникати за них.

При роботах зі зняттям мул без зняття напруги з установки мають бути виконані наступні технічні заходи у вказаній нижче послідовності:

1. Зробити необхідні відключення напруги і вжити заходи, що перешкоджає помилковому поданню, до місця роботи.

2. Вивісити плакати: "Не включати - працюють люди!", "Стій - висока напруга!" і встановити огорожування.

3. Приєднати переносні заземлення до "землі", перевірити відсутність напруги на частини установки, призначеної для робіт.

4. Накласти заземлення і вивісити плакат "Працювати тут!".

Оперативному персоналу, обслуговуючому виробниче електроустаткування і електротехнічну частину різного технологічного устаткування напругою до 1000В, дозволяється одноосібно відкривати для огляду дверці щитів пускових пристроїв, пультів і т. д. При такому огляді слід дотримуватися обережності: не торкатися до струмопровідних частин, відкритої апаратури.

Включення і відключення роз'єднувачів ізолюючою штангою слід робити в діелектричних рукавичках. Установка і зняття запобіжників, як правило, робиться при знятій нарузі.

При неможливості зняти напругу у винятковому випадку допускається замінювати запобіжники під напругою, але зі знятим навантаженням, за допомогою ізолюючих кліщів, в запобіжних окулярах і діелектричних рукавичках.

Зняття напруги з струмопровідних частин при звільненні потерпілого від електричного струму має бути зроблене негайно з подальшим повідомленням керуючого оперативного персоналу.

Перш ніж приступити до робіт в приміщеннях з устаткуванням підприємства необхідно переконатися в тому, що усі незакладені отвори закриті або захищені на висоті не менш ніж один метр.

Сходи і драбини мають бути зроблені з міцних порід дерева, мати сходинки врізані на шпильках і упори, що не допускають ковзання по площині підлоги.

Забороняється знаходитися або працювати під вантажами, що піднімаються кранами або будь-якими іншими підйомними механізмами.

При роботі з ручним рубаючим інструментом руки слід захищати брезентовими рукавицями, а очі - захисними окулярами.

Корпуси електрифікованого інструменту мають бути надійно сполучені з "землею" на випадок пробою ізоляції і для відведення в землю струму, небезпечного для життя робітників[60].

Попередження і гасіння пожежі.

Інвентарне протипожежне обладнання всіх будівель і споруд шламowego господарства, повинно задовольняти вимогам типових правил пожежної безпеки для промислових підприємств.

Насосні станції і будівлі КПП шламoxовища №1 і №2 повинні мати стенди з пожежним інвентарем, ящики з піском і бочки з водою відповідно до норм пожежної охорони. Підходи до ящиків, стендів та бочок повинні бути зручні і не захищені сторонніми предметами.

Кожна насосна станція шламowego господарства повинна мати телефонний зв'язок з пожежною командою.

Під'їзди для пожежних автомобілів до будівель і насосної станції шламoxовища №1 і №2 повинні міститися в чистоті і не захищуватися сторонніми предметами.

Мастильні і обтиральні матеріали на робочих місцях повинні зберігатися в закритих вогнетривких ящиках. Місцезнаходження та кількість засобів гасіння вогню встановлюється за погодженням з органами МВГРЗ. На бульдозерах, екскаваторах і інших машинах мають бути справні заряджені вогнегасники, а так само інші засоби для гасіння вогню.

При виникненні пожежі застосовуються наступні заходи до його ліквідації:

- видалення з приміщення або машини предмета, що горить;
- гасіння пожежі водою, вуглекислою або іншими засобами;
- присипання предметів, що горять, піском;
- припинення доступу повітря до вогнища пожежі.

Для гасіння пожежі, що виникла від займання горючих рідин, електричних кабелів, олії в трансформаторах і в інших електричних установках, повинні застосовуватися пісок і спеціальні вогнегасники. Заздалегідь ділянка виникнення пожежі має бути знеструмлена.

У випадку якщо швидка ліквідація пожежі власними силами неможлива, має бути негайно викликана спеціальна пожежна команда підприємства або міста[60].

Охорона довкілля.

Основною метою заходів з довкілля охорони є:

- захист підземних вод від забруднень;
- захист повітряного басейну від пиління;
- раціональне використання природних ресурсів.

Керівними матеріалами в здійсненні заходів з охорони природи і місця існування є:

- Правила технічної експлуатації водопроводів і каналізації.
- Правила безпеки при експлуатації хвостових і шламових господарств гірничорудних і нерудних підприємств.
- Закон України про охорону праці.
- Інші інструкції і вказівки, що стосуються питань експлуатації гідротехнічних споруд з урахуванням охорони природи.

Конкретними заходами з охорони природи і захисту місця існування є:

- скидання господарсько-фекальних стоків з території побутових приміщень шламосховища в септик і відкачування спецтехнікою.
- відведення поверхневого стоку, що поступають до майданчика шламосховища передбачається нагріним каналом.
- екранування дна і укосів шламосховища і акумулюючого ставка для захисту від забруднення підземних вод;
- кріплення гребня, зовнішніх і внутрішніх укосів гребель шламосховища для захисту від водної і вітрової ерозії і обвалення укосів;
- посадка лісозахисних смуг зовнішніх укосів гребель по периметру шламосховища;
- максимальне перехоплення і повернення фільтраційних дренажних вод.

[60].

Висновки до четвертого розділу

Основним завданням підприємства в області безпеки праці є забезпечення охорони здоров'я і безпеки праці тих, що працюють. Об'єктами дії є вимоги, норми безпеки праці і виробничої санітарії, запобіжні пристосування і інші засоби захисту, які працюють з врахуванням специфіки виконуваних робіт.

Стандарти підприємства з безпеки праці (СПП) є основним регламентуючим документом системи управління охороною праці і використовуються як організаційно-методична, техніко-економічна і правова прооснова системи. У цих стандартах визначені вимоги організаційно-методичного характеру, тобто до порядку і змісту організації робіт із забезпечення безпеки праці і тільки на цьому підприємстві. Організаційно-методичне управління виконує служба охорони праці або залежно від конкретних умов, спеціально в призначені керівником підприємства особи.

Структура СУОПіПБ визначається генеральним директором ТОВ "МГЗ" (представлена в Керівництві за СУОПіПБ) з урахуванням основних функцій управління охороною праці, промисловою і пожежною безпекою, до яких відносяться:

- організація і координація робіт;
- облік, аналіз і оцінка стану умов праці;
- планування і фінансування робіт;
- контроль функціонування СУОПіПБ;
- мотивація.

СУОПіПБ - це цільова підсистема загальної системи управління підприємством, яка охоплює усі сторони виробничо-господарської діяльності, усі колективи (персонал) усіх структурних підрозділів, технічні засоби, матеріальні і фінансові ресурси, інформаційні потоки, необхідні для реалізації політики в області ОПтаПБ ТОВ "МГЗ".

У зону дії цієї системи входять підрозділи, які входять в організаційну структуру підприємства, персонал від робітника до генерального директора, діяльність підрядних організацій, що проводять роботи на території проммайданчика ТОВ "МГЗ".

На підприємстві також діє чотирьох ступенева система контролю стану охорони праці, промислової і пожежної безпеки.

Перший ступінь - проводиться майстром, начальником зміни на початку роботи і здійснюється протягом усього робочого дня (зміни).

Другий ступінь - проводиться комісією, очолюваною керівником підрозділу щотижня. Якщо до складу комісії входить фахівець служби охорони праці - він є головою комісії.

Третій ступінь - проводиться згідно з річним графіком комісією, очолюваною Генеральним директором, директорами за напрямом і керівником служби охорони праці.

Четвертий ступінь - здійснюється Компанією. Оцінка ефективності діяльності підприємства в області охорони праці і промислової безпеки.

Паралельно проводяться комплексні аудиторські перевірки функціонування системи менеджменту професійного здоров'я і безпеки.

ВИСНОВКИ

1. Використовуючи результати досліджень методів рекультивації поверхні хвостосховищ підприємств кольорової промисловості представлено принципи технології вирощування дернини на хвостосховищі зі спеціально підібраних рослин, які задовольняють вимоги до біопокриття (непримхливість при зростанні, стійкість до агресивних умов, до змінних кліматично-метеорологічних умов; ущільнене покриття поверхні) та оцінено еколого-економічний ефект при біоекологічній рекультивації поверхні шламосховища №1 Миколаївського глиноземного заводу.

2. Екологічні проблеми хвостосховищ підприємств кольорової металургії України (Кам'янський хімзавод з відходами уранового виробництва, Східний гірничо-збагачувальний комбінат, Дніпровський завод «Алюмаш», Миколаївський глиноземний заводи), в яких відходи з видобутку та переробки сировини становлять 1 млрд т/рік, пов'язані з: 1) відведенням під складування великих територій (160 тис. га, загальний об'єм перевищує 25 млрд т.); 2) загроза виникнення техногенної катастрофи; 3) дефляція екополютантів хвостосховища. Найбільший внесок у забруднення прилеглої до шламосховищ території здійснює вітрова діяльність і дефляція пилоутворюючих поверхонь (80 %) з пляжів і відкосів, що призводить до перенесення екополютантів (за добу з 1 га – від 2 до 5 т пилу). З роками внутрішні греблі хвостосховищ нарощуються, що впливає на дальність розповсюдження поширення пилу з їх поверхні. Це призводить до: необхідності збільшення розмірів санітарно-захисної зони шламосховища; можливості погіршення санітарно-гігієнічної обстановки; можливості виникнення екологічнонебезпечної ситуації не лише в місці розташування шламосховища, а через підвищенні рівні вмісту важких металів в рослинності – до міграції екополютантів за біологічними ланцюгами, а також – до пригнічення життєдіяльності більшості рослин і тварин.

3. В Україні і в закордонній практиці для зниження пилоутворення і для пилопригнічення застосовують способи:

- зрошення водою;

- закріплення поверхні бітумною емульсією;
- закріплення латексом;
- озеленення неробочих площ;
- хімічна меліорація: внесення вапна і мінеральних добрив з наступним вирощуванням багаторічних трав, внесення побутових відходів, внесення буровугільної золи і мінеральних добрив, використання стічних промислових вод, що містять велику кількість поживних речовин.

4. Рекультивація та відновлення рослинності на шламосховищі є основними факторами при виведенні шламосховища з експлуатації і управління ризиками для збереження природного середовища в довгостроковій перспективі. Високі показники пилопригнічувальної здатності та стійкості для засобів за технологією, які запропоновано вченими Наукового інституту техногенно-екологічної і радіаційної безпеки ЧНУ ім. Петра Могили спільно із співробітниками МГЗ, є підставою для пошуку технології отримання нез'ємної дернини для біорекультивації поверхні шламосховища.

5. Обрано рослини для створення дернини при біорекультивації поверхні шламосховища: бекманія звичайна (*Beckmania eruciformis*), берізка польова (*Convolvulus arvensis*), пирій повзучий (*Agropyrum repens*), костриця лучна (*Festuca pratensis* L. var. *Arundinacea*), куколиця біла (*Melandrium album*), китник лучний (*Alopecurus pratensis*), тонконіг лучний (*Poa pratensis*), пажитниця багаторічна (*Lolium perenne*), лядвенець рогатий (*Lotus corniculatus*), буркун білий (*Melilotus albus*). Обґрунтування вибору цих рослин базувалося на володінні ними наступними властивостями: невибагливість при зростанні, стійкість до агресивних умов, до змінних кліматично-метеорологічних умов; щільне покриття поверхні.

6. Розраховано коефіцієнти пило пригнічення і стійкості для покриття зі штучно створеної дернини із суміші підібраних диких трав:

7. Проведена оцінка екологічного та економічного ефектів від запровадження системи пилопригнічення з використанням штучно створеної

дернини. Загальні витрати на покриття засобами пилопригнічення з розрахунку 1 га поверхні склало близько 2000 тис. \$; загальні витрати на покриття дерниною поверхні 142 га – 250 000\$. Розрахована середньорічна вартість медичних заходів з усунення біологічних ефектів (колективної дози для населення прилеглих районів) складає порядку $10^4 - 10^7$ \$. Тобто економічний ефект склав від 1 до 10 річних відвернутих колективних доз. До цього потрібно додати екологічний ефект від очищення каналізаційних вод міськводоканалу від очерету, як органічної складової водойм, а також соціальний ефект – від додаткового надходження податків від виробництва матів з рослинної сировини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамова Ж. И. Кадмий и его соединения // Вредные вещества в промышленности / Ж. И. Абрамова. – М., 1965. – Т. 2. – С. 365–372.
2. Анненков Б. Н., Юдинцева Е. В. Основы сельскохозяйственной радиологии / Б. Н. Анненков, Е. В. Юдинцева. – М. : ВО «Агропромиздат», 1991. – 287 с.
3. Бересневич П. В., Кузменко П. К., Неженцева Н. Г. Охрана окружающей среды при эксплуатации хвостохранилищ / П. В. Бересневич, П. К. Кузменко, Н. Г. Неженцева. – М. : Недра, 1993. – 123 с.
4. Биологическая рекультивация нарушенных земель // Материалы Международных совещаний. – Ек-г: Ботанический сад УрОРАН, 2003. – 615 с.
5. Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных промышленностью земель : [хрестоматия] / [Лукина Н. В., Чибрик Т. С., Глазырина М. А., Филимонова Е. И.]. – Уральский государственный университет, 2008. – 256 с.
6. Величко О. М., Гало М., Дудич І. І. та ін. Основи екології та моніторинг довкілля. Навч. посіб. / О. М. Величко, М. Гало, І. І. Дудич. – Ужгород : Вид-во УжНУ, 2001. – 285 с.
7. Воробьева С. А. Земледелие с основами почвоведения и агрохимии / С. А. Воробьева. – М. : Колос, 1981. – 207 с.
8. Воробьев А. Е. Человек и биосфера. Основные взаимодействия, эволюции и самоорганизации / А. Е. Воробьев. – М. : МГГУ, 2000. – 216 с.
9. Восстановление нарушенных земель (агроэкологический аспект) // Саратов : Изд-во СГАУ, 2001. – 236 с.
10. Гавриловская М. А. Оценка эффективности рекультивации нарушенных земель. Конкурентоспособность территорий и предприятий во взаимозависимом мире // Материалы VI Всероссийского форума молодых учёных и студентов / М. А. Гавриловская. – Екатеринбург : Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2004. – Ч 1. – С. 24–28.
11. Гавриловская М. А. Этапы рекультивации нарушенных земель // Современные промышленные технологии : [Материалы VI Всероссийской

- научно-технической конференции] / М. А. Гавриловская. – Нижний Новгород : ННИМЦ «Диалог», 2006. – 176 с.
12. Гаджиев И. М., Курачев В. М. Экология и рекультивация техногенных ландшафтов / И. М. Гаджиев, В. М. Курачев. – Новосибирск : Наука, 1992. – 305 с.
13. Гальперин А. М., Ферстер В., Шеф Х. Ю. Техногенные массивы и охрана окружающей среды : [Учебник для вузов] / А. М. Гальперин, В. Ферстер, Х. Ю. Шеф. – Изд. 2-е. – М. : МГГУ, 2001. – 534 с.
14. Ганжа М. Л. Заліснення та інші види рекультивації спрацьованих гірничопромислових територій в деяких зарубіжних країнах // М. Л. Ганжа / Вісник с.-г. науки, 1965. – № 1. – С. 23–34.
15. Головач О. М., Демків О. Т. Фіторемідіація – ефективний метод очищення забруднення важкими металами ґрунтів // О. М. Головач, О. Т. Демків / Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С. З. Гжицького, 2003. – Т. 5. – № 4. – С. 21–27.
16. Горбачёв В. А., Соподухин А. А., Исаенко Г. Е. Разработка основ технологии утилизации конвертерных шламов // В. А. Горбачёв, А. А. Соподухин, Г. Е. Исаенко / Сталь, 2005. – № 2 – С. 30–32.
17. Григор'єва Л. І., Томілін Ю. А. Екологічна токсикологія та екотоксикологічний контроль : [Навчальний посібник] / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін. – Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили. – 2015. – 216 с.
18. Григор'єва Л. І., Томілін Ю. А. Оцінка стану навколишнього природного середовища до пуску в експлуатацію об'єктів екологічного аудиту / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін. – Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили. – 2013 – 270 с.,
19. Григор'єва Л. І. Використання різних методів пилопригнічення для зменшення надходження шкідливих поллютантів у навколишнє середовище / А. М. Огородник, Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін, Ю. О. Кутлахмедов // Наукові праці. Серія : «Техногенна безпека». – 2010. – С. 26–32.

20. Григор'єва Л. І., Томілін Ю. А. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище : [Навчальний посібник] / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін. – Миколаїв : Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2005. – 174 с.
21. Григор'єва Л. І., Томілін Ю. А. Радіонукліди у водних екосистемах південного регіону України: міграція, розподіл, накопичення, дозове навантаження на людину і контрзаходи / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін. – Миколаїв : Видавничий центр МДГУ ім. Петра Могили, 2008. – 270 с.
22. Григор'єва Л. І. Управління ризиком дефляційних явищ на хвостосховищах у системі ризик-менеджменту переробних підприємств : [монографія] / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2016. – 188 с
23. Губіна В. Г., Кадошніков В. М. Червоні шлами Миколаївського глиноземного заводу – цінна технічна сировина // В. Г. Губіна, В. М. Кадошніков / Геолого-мінералогічний вісник, 2005. – № 2. – С. 122–126.
24. Гудзь В. П., Примак І. Д., Будьонний Ю. В., Танчик С. П. Землеробство : [Підручник]. – К., 2009. – 247 с.
25. Гусев Н. Г., Беляев В. А. Радиоактивные выбросы в биосфере : [Справочник]. – М., 1991. – 366 с.
26. Данилова Т. Г., Волошин В. С. Управление экологическим риском при обращении с промышленными отходами // Вісник Призов. держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр. – Маріуполь, 2003. – Вип. 13. – С. 288–291.
27. ДБН А.2.2-1-2003. Державні будівельні норми. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. – К. : Дер-жбуд України, 2004. – 20 с.
28. Деев П. З. Безопасность труда в глиноземном производстве. – М. : Металлургия, 1972. – 241 с.
29. Екологічна та радіаційна безпека - №1, 2020 – с.23-28
30. Закон України «Про охорону земель» від 19.06.2003 р. № 962-IV.

31. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.91 р. № 1264-ХІІ.
32. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 16.10.1992р. № 2707-ХІІ.
33. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення» від 24.02.1994р. № 4004-ХІІ.
34. Зборщик Т.В.,Томілін Ю.А.Методи рекультивації шламосховищ у кольоровій металургії на прикладі ТОВ «Миколаївський глиноземний завод»// Могілянські читання-2019: Досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональні аспекти: ХХІІ Всеукр. Наук. метод. Конф.:тези доповідей: Екологія і сучасні екологічні проблеми, Миколаїв,листоп. 2019р., ЧНУ ім.Петра Могили. – Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили,2019. – 92с.
35. Зборщик Т.В.(магістрант екології, Чорноморський національний університет ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна), Томілін Ю.А. (Чорноморський національний університет ім. Петра Могили, м. Миколаїв. Україна) Рекультивація шламосховищ на прикладі ТОВ «МГЗ»ОЛЬВІЙСЬКИЙ ФОРУМ – 2019: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі.
36. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. – Л. : Гид. мет. изд-во, 1979. – 376 с.
37. Ильина Т. Н. О закреплении пылящих поверхностей техногенных материалов / Т. Н. Ильина, С. Д. Михайлова // Вестн. БГТУ. – 2003. – № 6. – С. 39–42.
38. Ильченкова С. А. Защита от ветровой эрозии и повышение биопродуктивности насыпных отвалов и рекультивируемых площадей / С. А. Ильченкова, Н. А. Гаспарьян // Записки Горного института – СПб. : СПГИ, 2004, т. 159, часть 1-е. – С. 43–46.
39. Ищук И. Г., Поздняков Г. А. Средства комплексного обеспылевания горных предприятий. Справочник. – М. : Недра, 1991. – 253 с.

40. Щеглов А. М. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах. – М. : Наука, 2000. – 268 с.
41. Корнеев В.И., Сусс А.Г., Цеховой А.И. Красные шламы свойства, складирование, применение. М.: Metallurgia, 1991.
42. Кузубова Л. И. Токсиканты в пищевых продуктах: Аналит. обзор. – Новосибирск : СО АН СССР. Гос. публ. науч.-техн. б-ка., 1990. – 127 с.
43. Липунов И. Н. Охрана окружающей природной среды : [Учебное пособие]. – Екатеринбург : Уральская государственная лесотехническая академия, 2001. – 538 с.
44. Мальц Н. С., Зайцев М. И. Повышение эффективности получения глинозема из бокситов. – М. : Metallurgia, 1978. – 111 с.
45. Малышев Ю. Н., Айруни А. Т., Куликова Е. Ю. Физико-химические процессы при добыче полезных ископаемых и их влияние на состояние окружающей среды. – М. : Академия горных наук, 2002. – 270 с.
46. Мельничук Ю. П., Лишко А. К. Влияние ионов кадмия на деление клеток меристемы корней кукурузы // Физиология и биохимия культурных растений, 1991. – Т. 23. – № 3. – С. 291–293.
47. Мочалов В. И., Мосин С. В. Анализ существующих способов и средств пылеподавления на хвостохранилищах железорудных горнообогатительных комбинатов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М. : МГГУ, 2000. – № 5. – С. 181–183.
48. Набиванець Б. Й., Сухан В. В., Калабіна Л. В. Аналітична хімія природного середовища. – К. : Либідь, 1996. – 304 с.
49. Надточій П. П., Вольфач В. В., Гермащенко В. Г. Екологія ґрунту і його забруднення. – К. : Аграрна наука, 1997. – 265 с.
50. Науково-методичні рекомендації щодо поліпшення екологічного стану земель, порушених гірничими роботами (створення техногенних ландшафтних показників, екологічних коридорів, відновлення екосистем) / [Шапар А. Г., Скрипник О. О., Копач П. І. та ін.]; за ред. А. Г. Шапара. – Дніпропетровськ : Моноліт, 2007. – 270 с.

51. Николаев И. В. и др. *Металлургия легких металлов.* – М. : *Металлургия*, 1997 – 432 с.
52. Николин В. И., Матлака Е. С. *Охрана окружающей среды в горной промышленности.* – Донецк : *Вища школа*, 1987. – 192 с.
53. Нохрина О. И., Прошунин И. Е., Рожихина И. Д. *Образование пыли, окалины, шлама и их утилизация на металлургических заводах Германии.* // *Stahl und Eisen*, 2006. – № 9. – С. 25–32.
54. Ожогин В. В. *Утилизация пылевидных отходов – важное звено в создании экологически чистых металлургических технологий* // *Черная металлургия*, 2006. – № 7. – С. 67–70.
55. Одум Ю., Одум М. *Экология.* – М. : *Мир*, 1986 – Т. 1 – 376 с.
56. Пашкевич М. А. *Техногенные массивы и их воздействие на окружающую среду.* – СПб.: *СПГГИ*, 2000. – 230 с.
57. Пашкевич М.А., Мовчан И. Б., Петрова Т. А. *Экологический мониторинг.* – СПб., *СПГГИ*, 2009. – 350 с.
58. ПРАВИЛА ОХОРОНИ ПРАЦІ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ХВОСТОВИХ І ШЛАМОВИХ ГОСПОДАРСТВ ГІРНИЧОРУДНИХ І НЕРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ. ЗАТВЕРДЖЕНО Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України 19 січня 2015 року N 20
59. Таланова В. В., Титов О. Ф., Боева Н. П. *Влияние свинца и кадмия на проростки ячменя* // *Физиология и биохимия культурных растений*, 2001. – Т. 33. – № 1. – С. 33–37.
60. *Технологическая инструкция ТИ 067 «Процесс гидроукладки красных шламов при производстве глинозема и организация оборотного водоснабжения»*, НГЗ, 2016г.
61. *Учебное пособие по стандарту ISO 14001:2004 с комментариями.* М., 2004.
62. Чайкина Г. М., Обьедкова В. А., Гаранина И. А. *Формирование искусственных экосистем техногенных месторождений* // *Безопасность жизнедеятельности.* – СПб.: *Новые технологии*, 2004. – № 7. – С. 22–24.

63. Экологические основы рекультивации земель. – М. : Наука, 1985. – 234 с.
64. Ahmed Hassan and Jamal A. Mayouf Comparative Studies of the Determination of Divalent Cadmium, Lead and Copper in the Boiling Medicinal Herbs by Stripping Voltammetry and by Atomic Absorption Spectrometry // American Journal of Applied Sciences, 2009. – № 6(4). – P. 594–600.
65. Hahn G. W. Hyperthermia and Cancer. – N.-Y. : Plenum Press, 1982. – 142 p.
66. <https://agrarii-razom.com.ua/plants/lisohvist-luchniy>
67. Industrial Emissions Licence (2014) P0035-006, EPA, Ireland.
68. Vlasova E., Yandyganov Ya, Nikulina N. Ecological and economic security is in aspect of interaction of contiguous territories (balance method of estimation) / The international collected scientific work by economic securitys problem: society, state and region. Valencia (Spain). Ekaterinburg (Russia), 2008. – S. 188–196.