

Міністерство освіти і науки України

Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут природокористування
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього
середовища

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню магістра

студента Ткача Іллі Вячеславовича _____

(ПІБ)

академічної групи 183м–19-1 _____

(шифр)

спеціальності – 183 «Технології захисту навколишнього середовища» _____

(код і назва спеціальності)

спеціалізації¹

за освітньо-професійною програмою – Технології захисту навколишнього середовища

(офіційна назва)

на тему: Обґрунтування шляхів комплексної переробки відходів
вуглезбагачувальних фабрик

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинго- вою	інститут- ційною	
кваліфікаційної роботи	Павличенко А.В.			
розділів:				
Теоретичний	Павличенко А.В.			
Дослідницький	Павличенко А.В.			
Технологічний	Павличенко А.В.			
Охорона праці	Столбченко О.В.			
Економічний	Павличенко А.В.			

Рецензент	Гайдай о.			
-----------	-----------	--	--	--

Нормоконтролер	Ґрунтова В.Ю.			
----------------	---------------	--	--	--

Дніпро
2020

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри екології та
технологій захисту
навколишнього середовища
_____ Павличенко А.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)
«___» _____ 2020 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня магістра

студенту Ткачу І.В. академічної групи 183м-19-1
(прізвище та ініціали) (шифр)
спеціальності – 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
(код і назва спеціальності)

спеціалізації¹
за освітньо-професійною програмою – Технології захисту навколишнього
(офіційна назва)

середовища

на тему Обґрунтування шляхів комплексної переробки відходів вуглезбагачувальних фабрик, затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 30.11.2020 №988-с.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Проаналізувати ефективність процесу вуглезбагачення та визначити шляхи комплексної переробки відходів вуглезбагачувальних фабрик	01.09.2020 01.11.2020
Дослідницький	Охарактеризувати об'єкт та методи дослідження. Дослідити рівень забрудненості навколишнього середовища від шламосховищ	05.10.2020 29.11.2020
Технологічний	Обґрунтувати рішення з підвищення ефективності поводження в відходами збагачення, які утворюються після збагачення шляхом застосування нової технології	05.10.2020 29.11.2020
Охорона праці	Обґрунтувати заходи щодо створення безпечних умов роботи технологічною установкою переробки відходів вуглезбагачувальних фабрик	09.11.2020 13.12.2020
Економічний	Розрахувати капітальні та експлуатаційні витрати на провадження запропонованої схеми переробки відходів вуглезбагачувальних фабрик	09.11.2020 13.12.2020

Завдання видано _____ Павличенко А.В.
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі 01.09.2020

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____ Ткач І.В.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 101 с., 10 рис., 20 табл., 48 літературних джерел, 5 додатків.

У вступі підкреслюється актуальність важливості вдосконалення технологій переробки відходів вугілля із шламосховищ через їхній суттєвий негативний вплив на навколишнє середовище.

Теоретичний розділ містить огляд літературних джерел та аналіз даних щодо критичного стану поводження із відходами, що утворюються у процесі збагачення вугілля на вуглезбагачувальних фабриках.

У дослідницькому розділі визначено суттєвий екологічний вплив на навколишнє середовище від шламосховищ, приведені результати оцінки рівнів екологічної небезпеки шламосховищ на різних етапах їх експлуатації.

У технологічному розділі обґрунтовано технологічні рішення комплексної переробки відходів вуглезбагачувальних фабрик за допомогою установки для виготовлення композитного палива.

У розділі «Охорона праці» проаналізовані заходи з охорони праці при роботі із установкою виготовлення композитного палива.

У «Економічному розділі» розрахована економічна доцільність впровадження установки виготовлення композитного палива.

У висновках наведені основні результати кваліфікаційної роботи та перспективи щодо її подальшого використання.

Робота виконана в рамках НДР ГП 505 «Обґрунтування новітніх технологічних рішень освоєння родовищ корисних копалин у контексті сталого розвитку гірничовидобувних регіонів» (номер ДР 0120U102078).

**ВУГІЛЬНА ГАЛУЗЬ, ВІДХОДИ ВУГЛЕВИДОБУТКУ, ШЛАМИ,
КОМПОЗИЦІЙНЕ ПАЛИВО, ЗГРУДКУВАННЯ**

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ НАСЛІДКІВ ВПЛИВУ ВІДХОДІВ ВУГЛЕЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ФАБРИК НА КОМПОНЕНТИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ	9
1.1 Характеристика процесу збагачення вугілля та аналіз джерел утворення відходів	9
1.2 Стадії вуглезбагачення.....	9
1.3 Аналіз особливостей функціонування вуглезбагачувальних фабрик та оцінка їх ефективності	12
1.4 Вдосконалення технологій переробки відходів вуглезбагачення.....	14
1.5 Процес вуглезбагачення та його відходи.....	18
1.6 Аналіз ефективності збагачення вугілля.....	19
1.7 Схеми вуглезбагачення.....	20
1.8 Недоліки та особливості у сучасному вуглезбагаченні.....	21
1.9 Перспективні технологічні схеми збагачення вугілля	23
1.10 Методологічні підходи до екологічної оцінки впливу шламосховищ на компоненти навколишнього середовища	24
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ВІДХОДІВ ЗБАГАЧЕННЯ ВУГІЛЛЯ.....	27
2.1 Оцінка впливу шламосховищ на об'єкти навколишнього середовища.....	27
2.2 Результати оцінки рівнів екологічної небезпеки шламосховищ на різних етапах їх розробки	31
2.3 Обґрунтування параметрів фізико-термічного впливу на тверде паливо при традиційному згрудкуванні	35
2.4 Вплив величини зарядженості вугільних дисперсій при різних ступенях кислотності на міцність згрудкуваного палива.	43
2.5 Результати досліджень фізико-механічних властивостей огрудкованого твердого палива	48

РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ РІШЕНЬ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ВУГЛЕЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ФАБРИК	52
3.1 Призначення та технічні данні установки ВКП.....	52
3.2 Будова і робота установки ВКП.....	53
3.3 Обґрунтування необхідності застосування нових технологій відходів вуглезбагачення	57
3.4 Етапи роботи установки ВКП	59
3.5 Налагодження вузлів і механізмів установки ВКП	60
3.6 Технічне обслуговування установки ВКП.....	61
3.7 Спеціальні вимоги по використанню установки ВКП	64
3.8 Переваги від застосування даної технології.....	65
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.	70
4.1 Загальні правила техніки безпеки.....	70
4.2 Правила охорони праці під час експлуатації хвостових і шламових господарств гірничорудних і нерудних підприємств	70
4.3 Вимоги безпеки під час експлуатації хвостосховищ, шламосховищ та відстійних ставків.....	73
4.4 Порядок роботи установки ВКП.....	74
4.5 Правила безпеки при експлуатації	75
4.6 Пожежна безпека і обсяг перевірок протипожежного захисту.	75
4.7 Техніка безпеки та промислова санітарія	76
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНИЙ	79
5.1 Розрахунок капітальних витрат	79
5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат	80
5.3 Розрахунок екологічного податку за розміщення відходів	81
5.4 Економічний ефект від реалізації вугільного палива.....	84
5.5 Розрахунок терміну окупності	85
ВИСНОВКИ.....	87
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	90
Додаток А.....	95

Додаток Б.....	98
Додаток В	99
Додаток Г.....	100
Додаток Д.....	101

ВСТУП

Актуальність теми. Паливно-енергетичний комплекс України потребує пошуку нових нетривіальних напрямів зниження витрат при отриманні конкурентної енергетичної сировини. Одним з таких напрямів може бути залучення до сировинної бази твердого палива такого ресурсу, як збалансовані відходи вуглезбагачення, накопичені у великій кількості за останні десятиліття в шламових відстійниках і мулонакопичувачах вуглезбагачувальних фабрик та коксохімічних заводів. Саме такі відходи, що утворенні в результаті роботи підприємств вугільної галузі, можна віднести до важливих техногенних ресурсів. При цьому, відходи видобутку та збагачення вугілля є значною екологічною проблемою, призводять до вилучення сотень гектарів земельних угідь, забруднення прилеглих територій, а також призводять до погіршення умов проживання населення.

На вуглезбагачувальних фабриках України знаходиться 196 шламових відстійників і мулонакопичувачів, в яких накопичено близько 250 млн т шламових продуктів, в тому числі понад 50 млн т позабалансових шламів зольністю 45-60%. Але їх приведення до кондиційного стану при розробці традиційними технологіями викликає певні складнощі, тому що це вимагає високих енерговитрат [1-3].

Також виникає потреба у переробці та використанні бурого вугілля, що обумовлено цілим рядом причин, а саме:

- після видобутку буре вугілля піддають деструкції з перетворенням у легко руйнівну масу, що не дозволяє транспортувати її на великі відстані;
- висока енергоємність виробництва буровугільних брикетів і різкі коливання цін на світовому ринку енергоресурсів обумовили підвищення їх реалізаційної вартості, що перевищує іноді вартість висококалорійного кам'яного вугілля;
- значне віддалення брикетних виробництв від споживачів, що призводить до зростання витрат на транспортування, в той час, як наприклад в Німеччині,

теплові електростанції, які споживають буровугільні брикети, розташовані на відстані 5-10 км від місця їх виробництва.

Метою роботи є обґрунтування і вибір раціональних параметрів технології розробки техногенних відходів вуглезбагачення для отримання композиційного палива.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені такі задачі:

1. Провести критичний аналіз діючої системи поводження із відходами збагачення вугілля та поетапного вивчення усіх стадій збагачення та поводження із відходами.

2. Визначити негативний вплив на навколишнє середовище від шламосховищ та запропонувати практичне технологічне рішення даної проблеми на території України та Дніпропетровської області у тому числі.

3. Обґрунтувати технологічні особливості установки та визначити її переваги над іншими аналогічними технологіями переробки відходів.

4. Розробити заходи з охорони праці під час роботи із установкою з виробництва композиційного палива.

5. Розрахувати вартість впровадження запропонованої системи переробки шламів вуглезбагачення.

Апробація роботи проводилась на секції 10 VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молодь: наука та інновації». За результатами доповіді надруковано тези: Ткач І.В., Павличенко А.В. Обґрунтування напрямів підвищення ефективності переробки відходів вуглезбагачення // Молодь: наука та інновації: Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (Дніпро, 27 листопада 2020 року). – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2020. Т.10. – С. 203-204. Надруковано статтю у фаховому виданні: Павличенко А.В., Гайдай О.А., Фірсова В.Е., Руських В.В., Ткач І.В. Технологічні напрями переробки відходів вуглезбагачення. Збірник наукових праць Національного гірничого університету. Дніпро, 2020. №62 -12.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ НАСЛІДКІВ ВПЛИВУ ВІДХОДІВ ВУГЛЕЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ФАБРИК НА КОМПОНЕНТИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ

1.1 Характеристика процесу збагачення вугілля та аналіз джерел утворення відходів

Вуглезбагачення це досить велика підгалузь вугільної промисловості України. Передові сучасні вуглезбагачувальні фабрики являють собою потужні та майже повністю механізовані підприємства з повною або частковою автоматизацією певних технологічних процесів і операцій. Також вони усі оснащені високопродуктивним обладнанням та передовими технологіями.

Головним напрямком технічного прогресу у цій галузі є концентрація виробництва в результаті будівництва нових, великих та технологічних фабрик, реконструкцію та оновлення технічного переобладнання чинних підприємств на території України на основі передових технологій та сучасної техніки[2].

1.2. Стадії вуглезбагачення

Усі стадії переробки вугілля на підприємствах вуглезбагачення за технологічним призначенням можна поділити на:

–процес підготовки – призначений для безпосереднього розкриття компонентів конкретної гірничої маси, розподіл маси на машинні класи, після попереднього процесу знешламлення [12, 29].

–етап дроблення - процес руйнування грудок для того щоб отримати продукт заданої крупності під впливом дії зовнішніх сил. Дроблення необхідно для підготування вугілля безпосередньо перед збагаченням (зниження крупності, розкриття зростків), а також для приготування шихти для подальшого брикетування і коксування вугілля [12, 29].

– етап грохочення – стадія механічного розподілу вугілля на просіюючих поверхнях за різною крупністю. На підприємствах вуглезбагачення використовуються такі типи грохочення:

– попереднє грохочення – це процес відділення крупних грудок для подальшого дроблення;

– підготовче грохочення – це процес розподілу вугілля на різні машинні класи;

– остаточне грохочення – це процес розподілу концентрату на різні товарні сорти;

– зневоднююче грохочення – це остаточний процес у якому відділяються основна маса води з продуктів збагачення, відділення суспензії та знешламлення [12, 29].

– основний етап – або безпосередньо процес збагачення, який призначений безпосередньо для розділу вхідного продукту на концентрат, промпродукт та відходи. Для цього використовуються відмінності в фізичних і фізико-хімічних властивостях частинок вугілля і породи [12, 29].

Найбільше розповсюдження у своєму використанні сьогодні у процесах збагачення вугілля займають гравітаційні процеси. Ці процеси базуються на використанні різниці у таких параметрах як крупність, густина і форма породних і вугільних частинок. Через це відбувається різна швидкість їх руху у середовищі (це може бути вода, повітря або суспензія) [12,29]. Серед гравітаційних процесів на підприємствах вуглезбагачення застосовуються такі процеси як:

– збагачення у важких суспензіях;

– гвинтова сепарація;

– протитечійна сепарація;

– відсадка.

Гравітаційні процеси мають переваги над іншими процесами через те, що вугілля збагачується у достатньо широкому діапазоні крупності. Цей діапазон знаходиться у межах від 0,2 мм (важкосередовищні гідроциклони, гвинтові

сепаратори), до 200-300 мм (важкосередовищні сепаратори) [8,12,29].

– допоміжний етап – це заключний процес, який застосовується для знешламлювання, згущення, зневоднення, знепилювання і регенерації оборотних вод [12,29].

При мокрому збагаченні вугілля для зневоднення продуктів можуть бути використані різні способи, у залежності від крупності матеріалу [12, 29].

Наприклад, зневоднення для продуктів, що мають розмір більше 13 мм відбувається на елеваторах з перфорованими ківшами, грохотах, а також у дренажних бункерах. Якщо відбувається зневоднення менш дрібних класів до вище перелічених способів додаються ще й центрифугування, а в зимовий період і термічну сушка. Зневоднення продуктів флотації і шламів доставляють найбільші труднощі. Для зневоднення таких продуктів застосовують способи фільтрування, згущення, і термічну сушку. Також, при фільтруванні і згущенні відбувається процес регенерації оборотних вод [7,12,29].

– етап знепилення – це процес, де відділяються вугілля із частинками пилу, що мають розмір не більше 0,5мм. Процес знепилення може бути здійснений двома способами, а саме:

– сухим способом - в повітряних класифікаторах із різними конструкціями і на грохотах;

–мокрим способом - у гідроциклонах (знешламлення) і на грохотах[12,29].

Процес підготовки вугілля безпосередньо до збагачення, або підготовча класифікація вугілля, включає у собі необхідні установки для розподілу вугілля на машинні класи і знешламлення дрібного машинного класу[12,29,30,36].

Типи класифікацій:

– суха класифікація – вологість вугілля не більше 7% та глибина його збагачення 25 мм;

– суха класифікація із подальшим знешламленням крупного машинного класу вугілля – вологість вугілля більше ніж 7%, що має глибину збагачення 25 мм, а також окремим пунктом виділяється збагачення на глибині 13 мм, незалежно від вологості вугілля;

– суха класифікація з подальшим знешламленням крупного класу вугілля – вологість вугілля не більше 7% та глибина його збагачення 6 мм;

– мокра класифікація із наступним знешламленням надрешітного продукту – вологість більше ніж 7% та глибина збагачення вугілля 6, 0,5 і 0 мм (важливо, щоб вміст глинистих часток був більше ніж 50%);

– встановлення конусних грохотів - для знешламлення безпосередньо перед відсаджувальними машинами. Рекомендується при збагаченні більш дрібного машинного класу вугілля;

– встановлення багер-класифікаторів чи конусних грохотів (для першого етапу) чи вібраційних грохотів (для другого етапу). Рекомендується використовувати для вуглезбагачення дрібного машинного класу саме для знешламлення (в основному перед важкосередовищними гідроциклонами) [12, 29].

1.3 Аналіз особливостей функціонування вуглезбагачувальних фабрик та оцінка їх ефективності

На сьогоднішній день в Україні працює 61 вуглезбагачувальна фабрика, які у сумі мають річну продуктивність приблизно 148 млн т. Зараз все більше і більше можна помітити, що все більша частка фабрик переходить в оренду до комерційних структур. Станом на сьогодні можна відмітити, що середній термін експлуатації працюючих вуглезбагачувальних підприємств в Україні становить 45 років. Мінімальний строк експлуатації це 20 років, максимальний - 75, але переважно вуглезбагачувальна фабрика працює приблизно від 25 до 50 років. [2, 47].

Як відомо, що усі фабрики без виключення, які збагачують коксівне вугілля характеризуються збагаченням на глибині 0 мм та використовують метод флотації для збагачення цих шламів. Важкосередовищною сепарацією або відсадкою збагачується переважно крупне вугілля. Аналогічна технологія використовується для збагачення енергетичного вугілля та антрацитів на

фабриках, які були побудовані після 1960 року. На фарбниках, які були засновані до 1960 року можна виділити незбагачений сухий відсів (0-13 мм чи 0-6мм), але для збагачення більш крупних класів застосовуються 3 технології: відсадка, важке середовище або поєднанні цих методів [2, 8, 47].

Центральна вуглезбагачувальна фабрика «Павлоградська». Збудована у 1974 році за проектом «Південдіпрошахту» для збагачення газового енергетичного вугілля, що видобувається шахтами Західного Донбасу.

Виробнича потужність фабрики 5250 тис. тон на рік.

Проектна двосекційна технологічна схема фабрики передбачала збагачення вугілля класу 13-150 мм у колісних сепараторах з магнетитовою суспензією, класу 0,5-13 мм - у відсаджувальних машинах, шламу - флотацією.

Товарне вугілля відвантажується у вигляді сортового палива для комунально-побутових потреб та дрібного концентрату для теплоенергетики.

В процесі експлуатації фабрики, зважаючи на особливі властивості засмічуючих порід та тонких мулів, було замінено флотацію на систему операцій з класифікації шламу та виділенні тонких мулів. Разом з тим внесено вдосконалення до операцій підготовки машинних класів з застосуванням конічних грохотів та стрічкових вакуум-фільтрів, здійснено збагачення крупного вугілля в окремих сепараторах для класів 13-25 та 25-100 мм [2].

Центральна збагачувальна фабрика «Червоноградська». Збудована за проектом інституту «Південдіпрошахт». Введена в дію у 1979 році.

Проектна потужність становила 9600 тис. тон на рік, що передбачало охоплення збагаченням усього вугілля, яке видобувалося шахтами Львівсько-Волинського вугільного басейну.

Товарний концентрат призначався для постачання на теплові електростанції Західного регіону і, частково, на коксохімічні заводи Придніпров'я.

Фабрика має потужний вуглеприйм (3 бокові вагоноперекидачі), значну ємність дозувально - акумулюючих бункерів, двосекційну (по 2 потоки) технологічну схему з глибиною збагачення 0 мм: клас 13-150 мм -

у важкосередовищних сепараторах, 0-0,5-13 мм – у відсаджувальних машинах, шлам 0-0,5 мм - флотацією.

В подальшому флотаційне відділення було демонтоване, у водно-шламову схему внесені відповідні зміни.

На фабриці встановлене додаткове обладнання (гідроциклони, гвинтові сепаратори, фільтр-преси) для збагачення шламового продукту, що виймається з мулонакопичувача, з метою одержання паливного продукту [2].

1.4. Вдосконалення технологій переробки відходів вуглезбагачення

Впродовж багатьох років технологія збагачення вугілля вдосконалювалася, особисто у технічному переобладнанні і зараз серед методів збагачення у 71,3% використовується метод відсадки, в 19% - важке середовище, флотація у 9% випадків, гідроциклони та ін. - 0,7% [12, 29].

Діапазон продуктивності типової вуглезбагачувальної фабрики в Україні перебуває у діапазоні від 1,5 до 3 млн тон. Тут відмічається те, переважають групові з.ф., а центральні - найбільш продуктивні. В Україні індивідуальні фабрики складають собою суттєву меншість. 91% видобутого в Україні вугілля підлягають збагаченню[8,28,29].

На українських фабриках використовуються усі передові та вискоєфективні методи збагачення, а саме: відсадка, важкосередовищна сепарація і флотація. Також у великих масштабах була освоєна технологія збагачення у важкосередовищних гідроциклонах. Технологія збагачення енергетичного вугілля дрібних класів застосовується усе частіше [2, 29, 47].

Особливу роль займає процес вдосконалення метода флотації вугілля, роль якої постійно зростає через те, що вона дозволяє вирішити як мінімум дві досить важливі задачі: по перше - переведення фабрик на більш раціональні схеми обробки шламових вод з цілком замкненим водно-шламовим циклом та по друге - це припинення випуску на фабриках енергетичного шламу. Основні темпи розвитку при збагаченні вугілля завжди повинні випереджати темпи

видобутку вугілля, саме тому це пояснює необхідність подальшого постійного удосконалення техніки та різних технологій збагачення вугілля.

В останні роки вуглезбагачення було в основному спрямовано на вирішення комплексних задач використання їхньої мінеральної та органічної складових. Окремого та надзвичайно особливої уваги набуває поширення галузі застосування вугілля в основному для виробництва газів, а також рідких палив та інших технологічних потреб, як наприклад виготовлення вуглецевих блоків і електродів. З'ясовуються та визначаються усі технічні можливості досить широкого використання мінеральної складової вугілля у виготовленні матеріалів для будівництва й глиноземному виробництві [2, 12, 29].

Значна роль приділяється також розробці й опануванню обладнання з високою продуктивністю, без якого було б неможливо створити ефективні і такі потужні фабрики вуглезбагачення [30].

Вугільні шлами – це досить складні полідисперсні системи, які характеризуються різними петрографічними і мінералогічними характеристиками та мають різний гранулометричний склад. На підприємствах вуглезбагачення цей шлам може бути у різних виглядах, а саме: у вигляді суспензій (або зависей), пластичної чи сипкої маси [7, 29].

Збагачення вугілля шламом у практиці називається той продукт, який має розмір 0-0,5мм чи 0 – 1мм. Але якщо для збагачення вугілля використовуються методи відсадки і флотації – то ці частинки не повинні перевищувати у розмірі 0,5 мм (цей розмір є межею ефективного збагачення вугілля) [7, 29].

Весь шлам на підприємствах вуглезбагачення поділяється на 2 основні категорії: зернистий (має розмір більше 0,045мм) та тонкий (має розмір менше 0,045 мм). Зернистий шлам відносно добре осаджується та уловлюється, зневоднюється і збагачується. Тонкий шлам – навпаки дуже важко піддається обробці [7, 29].

Також шлам поділяється на первинний (поступає на фабрику із рядовим вугіллям) та вторинний (він утворюється у наслідку процесу дроблення, збагачення, зневоднення, транспортування і розмокання цих глинистих

частинок у воді) [7, 29].

Утворення шламу також залежить від певних особливостей, таких як: фізичних властивостей самого вугілля і супутніх порід, способів обробки шламів та застосованих схем при збагаченні.

Слід розуміти, що в процесі вуглезбагачення утворення шламу різних марок вугілля буде відрізнятися. Наприклад, якщо відбувається збагачення коксових марок вугілля - воно буде мати від 9% до 17% шламу, а при збагаченні антрацитів утворюється лише 3%-4% шламу [7,29].

Тонкий шлам формується основним чином за рахунок глинистої речовини, тому що вміст її в незбагачуваному шламі становить приблизно в середньому від 15% до 20%. Підсумковий вихід шламу, який був утворений на підприємстві може досягати 30% від рядового вугілля. [7,29,30].

Таблиця 1.1 – Густина шламової гідросуміші у залежності від вмісту шламів [19]

Вміст твердого матеріалу у воді, г/л	Густина гідросуміші ρ см, кг/м ³ при густині твердого матеріалу ρ_s , кг/м ³ .								
50	1012	1014	1016	1018	1019	1021	1042	1046	1050
100	1025	1029	1033	1036	1040	1044	1087	1094	1102
200	1049	1055	1053	1070	1077	1084	1168	1182	1196
300	1075	1086	1097	1108	1118	1129	1258	1279	1301
400	1100	1114	1128	1142	1156	1171	1342	1370	1398
500	1125	1143	1161	1179	1197	1214	1429	1465	1501
600	1150	1172	1194	1215	1237	1258	1516	1559	1602

У процесі переробки вугільних шламів особливу роль займають фізико-хімічні характеристики цих шламів, а саме: зовнішня питома поверхня та гранулометричний склад; властивості мінеральних компонентів та їх зольність; рельєф та форма поверхні частинок вугілля; властивості і характер поверхневих

сполук; ступінь окисненості та гідратованості та ін.

Таблиця 1.2 – В'язкість шламової гідросуміші у залежності від вмісту твердого матеріалу [19]

Вміст твердого в гідросуміші, г/л	В'язкість гідросуміші $\eta \times 10^{-3}$, Па·с, при крупності матеріалу, мкм			
	> 1000	> 250	> 75	> 45
100	1,208	1,204	1,208	1,211
200	1,275	1,280	1,308	1,295
300	1,321	1,339	1,428	1,429
400	1,434	1,458	1,607	1,613
500	1,614	1,720	1,955	2,114
600	1,704	2,477	2,955	3,396

Через вміст шламів змінюється властивості суспензій і це досить впливає та утруднює процеси збагачення, осадження, зневоднення та згущення. Метод флотації для збагачення вугільного матеріалу шламової крупності найчастіше можна зустріти на старих вітчизняних вуглефабриках. Певні труднощі виникають при флотації вугільних зерен мікронних фракцій(тонкі шлами). Досить перспективним є метод селективної агрегації(або флокуляції) шламів, який є попереднім перед флокацією. При перезбагаченні застосовуються переважно гравітаційні методи [1,30,36].

Шлами-відходи, які потім можуть бути використані як об'єкт повторного збагачення з подальшою метою вилучення додаткової кількості вугілля являють собою особливий інтерес [3,14].

Шлами, що потрапляють скиданням в очисні споруди фабрик вуглезбагачення, вловлюються в дві стадії. На першій стадії прояснення оборотної води вловлюються крупні шлами, що мають меншу зольність. Іншими словами, на першій стадії вловлюються шлами, які мають зольність приблизно у діапазоні від 30% до 40% (річ йде про шламові відстійники). На другій стадії вже вловлюються більш тонкі і високозольні класи, що мають зольність у діапазоні 40%-60% (в мулонакопичувачах). Зараз при підприємствах вуглезбагачення України знаходиться 35 мулонакопичувачів, що

мають займають площу 180 га, мають загальний об'єм 129 млн.м³ і містять 114 млн т. шламів, переважно відходів флотації зольністю в діапазоні від 45 до 75% [3,14].

1.5. Процес вуглезбагачення та його відходи

Вся суть процесу вуглезбагачення полягає у розподілі на різні частини гірничої маси, основуючись на відмінностях у властивостях її складових. Серед таких складових можна виділити густину, змочуваність, крупність, твердість ті ін.). Усіма технологічними операціями називаються ті послідовні прийоми механічної обробки гірничої маси, які здійснюються з метою зміни якості цієї маси або розподіл на продукти різної якості [7].

Вихідним продуктом (або живленням операції) називається той продукт, що входить в операцію. На різних стадіях у процесі переробки гірничої маси одержують такі продукти:

Концентрат – це продукт, який має найбільший вміст горючої маси та найменший вміст породних компонентів;

Промпродукт – він є проміжним продуктом, тому що за вмістом у собі горючої маси не є кондиційним концентратом чи відвальною породою і також потребує подальшої переробки;

Промпродукт (мікст) – суміш зростків породних і вугільних компонентів, а також суміш їхніх розкритих зерен;

Відходи – продукт, який має у собі найменшу частку органічної маси та найбільший вміст породних мінералів [3,7,14,19].

Відходами вуглезбагачення називаються ті гірські породи, які були видалені у процесі вуглезбагачення, а також це частка органічної речовини вугілля, що була недостатньо вилучена у вугільний концентрат. У цих відходах вуглезбагачення а також в золі спалюваного енергетичного вугілля присутні певні мінеральні компоненти, втрати яких кожен рік складають сотні мільйонів тон. Маса цих порід, які попутно видаляються у процесі видобутку вугілля, із

року у рік становиться все більше і більше і на сьогоднішній день перевищує масу видобутого вугілля[12,14,29].

Основні мінеральні речовини, які супроводжують викопне вугілля поділяються між собою на 2 класи:

- Силікати (у них в основному це алюмосилікати, тобто глини і сланці);
- Сульфіди (у них переважає сульфід заліза, карбонати кальцію, магнію і частково заліза).

Ці класи мінералів складають приблизно 95% від усієї мінеральної частини вугілля.

Таблиця 1.3 – Мінерали, які входять до складу мінеральних утворень вугілля [7]

Елемент	Мінерали і хімічні сполуки
Кремній	Силікати разом з алюмінієм, магнієм, калієм ті іншими елементами входять до складу мінералів – каоліну, мусковіту, ортоклазу та ін.
Алюміній	Кремнезем – кварцовий пісок.
Залізо	Глинисті мінерали і силікати.
Кальцій	Сульфіди – пірит, марказит; карбонати – сидерит; сульфати і оксиди заліза – гематит, магнетит, лімоніт.
Магній	Карбонати – кальцитанкерит; сульфати – ангідрит, гіпс, силікати і оксид кальцію.
Натрій і калій	Карбонати і силікати.
Важкі метали	Силікати; Карбонати і хлориди. Свинець – галеніт; мідь – халькопірит, а також сполуки нікелю, марганцю та ін.
Рідкісні метали	Сполуки берилію, германію, ванадію, молібдену, паладію, радію, платини, золота та ін.
Металоїди	Сполуки сірки – сульфіди сульфати; сполуки фосфору – фосфати.

1.6 Аналіз ефективності збагачення вугілля

Питання, стосовно найвигіднішої глибини збагачення вугілля мусить вирішуватися основуючись на техніко-економічні розрахунки, в незалежності

від того, що в проектах за нормами технологічного проектування рекомендується використовувати глибину збагачення вугілля 0 мм[12].

Глибина для вуглезбагачення у залежності від марки вугілля обирається наступним способом:

–переробка із використанням схем, що мають глибину збагачення 0мм – в основному використовується для коксівного вугілля з високим виходом і зольністю класу –0,5 мм;

–переробка із використанням схем, що мають глибину збагачення -0,5мм - в основному використовується для коксівного вугілля з низьким виходом і зольністю класу –0,5 мм(відмічається, що клас –0,5 мм додається до цього концентрату ще в незбагаченому вигляді);

–енергетичне вугілля гідровидобутку переробляють також із використанням схем, що мають глибину збагачення 0,5 мм, але інколи й 0 мм.

–вуглезбагачення енергетичного вугілля відбувається на глибині 6, 13, або іноді й 25 мм. Для того щоб правильно визначити глибину збагачення потрібно врахувати залежність від певних факторів, а саме:

–відстань, на яку перевозять вугілля;

–потужності котельних установок.

Якщо це досить великі котельні установки, то допускається також і спалювання високозольного вугілля із високим К.К.Д. Саме тому, у великих котельнях, вугілля, яке призначене для спалювання, не збагачується[12,14,29].

1.7 Схеми вуглезбагачення

У залежності від властивостей вугілля та його призначення схеми збагачення можуть суттєво відрізнятися.

За глибиною серед розподілу вуглезбагачення виділяються наступні технологічні схеми:

–збагачення безпосередньо крупних класів, що мають розмір $\geq 25(13)$ мм, що мають спільний або роздільний тип відвантаження продукту збагачення та

незбагачених відсівів;

–збагачення середніх класів, що мають розмір від 6(3)мм до 25(13)мм, які мають спільний або роздільний тип відвантаження продукту збагачення та незбагачених відсівів;

–вуглезбагачення зернистого вугілля, яке має крупність $\geq 0,5$ мм, яке має спільне відвантаження продуктів збагачення і незбагачених шлаків;

–процес вуглезбагачення для усіх класів крупності[12,29].

Також технологічні схеми можуть бути розрізнені за якістю концентрату і асортиментом продуктів, а саме:

–схеми із випуском одного товарного продукту(найбільш поширена при вуглезбагаченні енергетичного вугілля, які не поділяються на сорти у залежності від класів крупності);

–схеми із випуском одного товарного продукту і розподілом його на різні сорти за класами крупності(найбільш поширена для збагачення антрацитів, іноді й енергетичного вугілля, де виділення певних сортів за різними класами крупності є більш доречним та доцільним);

–схеми із випуском двох товарних продуктів (промпродукту і концентрату). Цей метод є актуальним в основному при збагаченні вугілля для коксування, але інколи потрібен також і для інших технологічних цілей (необхідний лише тоді, коли до якості концентрату вимагаються підвищені вимоги);

–схеми із випуском двох товарних продуктів і поділом одного з них на сорти за класами крупності. Ця схема є найбільш розповсюдженою при вуглезбагаченні газового вугілля для подальшого його коксування, якщо є необхідність у виділенні крупного класу вугілля для комунально-побутових або спеціальних потреб[7,19,29].

1.8 Недоліки та особливості у сучасному вуглезбагаченні

Зараз дуже характерною є наявність підвищеного вмісту породних

домішок у вугіллі в сучасних умовах видобування. Особливо це стосується крупних класів, де зараз стали дуже поширені такі схеми із застосуванням наступних ефективних процесів збагачення:

- відсадка;
- флотація;
- гвинтова сепарація;
- важкосередовищна сепарація.

Як саме буде збагачуватися вугілля залежить безпосередньо від великої кількості факторів, серед яких основними є:

- призначення вугілля;
- вологість вугілля;
- мінералогічний склад;
- гранулометричний склад;
- фракційний склад;
- глибина збагачення;
- вміст в зольність крупних і дрібних класів.

Зараз, особливо в крупних класах, у видобутому вугіллі дуже характерно зустріти підвищений вміст породних домішок. Саме тому на сьогоднішній день основною метою при збагаченні вугілля є позбавлення від цих мінеральних домішок (або породи), що потрапляють у вигляді прошарків, а також при видобутку з покрівлі і ґрунту пласта. Також відбувається значне утворення шламових продуктів, у тому числі крупнозернистих шламів крупністю 0,5–3 мм. Це було спричинено через збільшення вмісту тонких та дрібних класів в рядовому вугіллі. Це змушує знешламлювати вугілля перед класифікації шламів перед флотацією та перед гравітаційними процесами збагачення [7,29,30,36].

Усі наступні причини визначили подальші напрямки розвитку перелічених технологічних схем та технічного оснащення підприємств вуглезбагачення, а саме:

- необхідність зменшення втрат з відходами;

- підвищення вимог стосовно охорони навколишнього середовища;
- підвищення вимог безпосередньо стосовно асортименту і якості товарних продуктів збагачення;
- зміна та покращення якості рядового вугілля;
- збільшення потужності підприємств вуглезбагачення.

Наприклад, один з основних таких напрямків розвитку у технологічній схемі - усунення значного розходження в технологічних схемах при збагаченні енергетичного і коксівного вугілля по відношенню до глибини збагачення цього вугілля. Слід відмітити, що в незалежності від цього зберігається відмінність у схемах, що визначається режимами розподілу. Ця відмінність полягає у тому, що при збагаченні енергетичне вугілля ділиться на два продукти (концентрат та відходи), а коксівне – на три (концентрат, промпродукт та відходи)[30,36].

1.9 Перспективні технологічні схеми збагачення вугілля

Для ефективної реалізації сучасних напрямків збагачення вугілля перспективними можна назвати такі технологічні схеми як:

– Технологічні схеми зі збагаченням усього вугілля у циклонах з важким середовищем, флотацією шламів та гвинтовою сепарацією. при збагаченні вугілля для коксування важкої збагачуваності [2, 47].

– Технологічні схеми з розподілом крупних класів у важкосередовищних сепараторах на три продукти, що мають відсадку дрібних класів спільно з дробленим крупним промпродуктом, флотацією шламів та гвинтовою сепарацією . Ці схеми є найбільш доцільними при збагаченні вугілля легкої і середньої збагачуваності [2,47].

– Технологічні схеми із використанням важкосередовищних сепараторів, що необхідні для збагачення крупних класів, двопродуктових відсаджувальних машин для збагачення дрібних класів кам'яного вугілля і також циклонів для збагачення дрібних класів антрацитів, гвинтової сепарації для збагачення

крупнозернистих шламів і флотації – для тонкозернистих шламів. Ці схеми є найбільш доцільними при збагаченні антрацитів і енергетичного вугілля[2,47].

1.10 Методологічні підходи до екологічної оцінки впливу шламосховищ на компоненти навколишнього середовища

Шламосховища являють собою штучно сформовані в природному ландшафті геологічні тіла, що представлені відходами збагачення, золою, шламами тощо. Очевидно, що будь-яке шламосховище має у своєму складі цінні сировинно-мінеральні компоненти. В багатьох шламосховищах знайдені в промислових кількостях рідкісні, рідкоземельні, дорогоцінні метали, енергетичні та будівельні корисні компоненти. Якщо запаси цих компонентів оцінені і мають промислове значення, шламосховище може отримати статус техногенного родовища. Дефіцит природогенних родовищ має бути компенсований за рахунок розробки техногенних родовищ[2,8,19].

З іншої сторони, функціонування місця утворення, накопичення та переробки промислових відходів несе багато негативних наслідків для природи і здоров'я людини. Родючі землі вилучаються з господарського обороту під місця складування відходів. Шламосховища в результаті здування та змиву пилу з їх поверхні забруднюють ґрунти, атмосферне повітря, поверхневі і підземні води, призводять до певної деградації всіх компонентів ландшафту та погіршують санітарно-гігієнічні показники якості довкілля. Породні відвали і відходи збагачення стають причиною деградації ґрунтів та забруднення значних площ земель, а також призводять до зниження врожайності сільськогосподарських культур на прилеглих полях.

Розробка шламосховищ, що призводить до поступової їх ліквідації як осередків забруднення довкілля, є екологічно доцільною. Проте деякі старі відпрацьовані відвали можуть бути вбудовані в природний ландшафт і навіть отримати статус елементів екологічної мережі як території відновлення природи [2,9,13].

Забезпечення еколого-безпечного рівня розробки шламосховищ має бути

пріоритетом в процесі їх вивчення та вибору рішень щодо їх подальшого використання. Зміцнення соціально-економічного та екологічного потенціалу регіонів, де накопичено великі обсяги відходів, значною мірою залежить від інтенсивності та ефективності використання техногенних родовищ корисних копалин. Саме тому, виникає необхідність в розробці єдиної системи кількісних і якісних критеріїв оцінки впливу на довкілля процесів формування та розробки шламосховищ з метою своєчасного впровадження високоефективних природоохоронних заходів [9, 16, 21].

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

– інтенсивність впливу – характеристика кількісних змін складових природного середовища за одиницю часу (г/с, т/рік, га/рік, тощо);

– ступінь впливу – характеристика відносної величини надходження забруднюючих агентів (речовин), від загальної кількості викидів і скидів, а також оцінка порушеності компоненту від загальної його площі чи кількості, визначається у %;

– небезпека впливу – характеристика співвідношення між фактичною та нормативною величиною впливу (ГДК, ГДВ тощо), визначається у відносних величинах; якщо таке співвідношення більше 1, то небезпека існує.

Джерела впливу на довкілля в процесі розробки родовищ та після виведення їх з експлуатації можна групувати за розміщенням (стаціонарні, пересувні), характером впливу (прямі, опосередковані, просторові, енергетичні, хімічні, фізичні тощо), часом дії (етапи будівництва, експлуатації та після закриття), постійністю дії (постійні, періодичні, епізодичні), нормативністю умов (нормативні чи аварійні) [9,15,23,31].

В ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів впливу на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд» детально описані характеристики, що відображають вплив промислового підприємства на довкілля і соціальне середовище. В названому стандарті виділяють наступні компоненти навколишнього природного середовища: клімат і мікроклімат, повітряне середовище, геологічне середовище, водне середовище, ґрунти, рослинний і тваринний світ, заповідні об'єкти. Додатково розглядаються впливи, пов'язані з надзвичайними ситуаціями такими, як природно-осередкові захворювання, геохімічні аномалії, стихійні нещастя, аварії та ін.

Висновки. Щоб зменшити суттєвий шкідливий вплив цих відходів вуглезбагачення виконується багато робіт, які направлені спеціально для створення та вдосконалення сучасних технологій вуглезбагачення, які зможуть ефективно та максимально можливо зменшити випуск відходів та її утилізацію.

Все, що стосується зниження випуску відходів і створення більш екологічно чистих підприємств - стає пріоритетним питанням при проектування та вдосконаленні технології збагачення діючих вуглезбагачувальних підприємств.

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ВІДХОДІВ ЗБАГАЧЕННЯ ВУГІЛЛЯ.

2.1 Оцінка впливу шламосховищ на об'єкти навколишнього середовища

Переважна більшість шламосховищ утворилася в результаті діяльності гірничодобувних та паливно-енергетичних підприємств. А в комплексі з невирішеним питанням критичного переповнення полігонів побутових відходів глобальна проблема відходів набуває в нашій країні катастрофічного масштабу. Саме тому необхідним є створення методологічних основ комплексного оцінювання рівнів екологічної небезпеки об'єктів розміщення відходів гірничих підприємств [8, 28].

Оцінка впливу шламосховищ на довкілля є складною науковою задачею, оскільки негативну дію промислових відходів на компоненти навколишнього середовища важко формалізувати у вигляді кількісних показників. Саме тому для цілей екологічної експрес-оцінки і подальшого моніторингу стану шламосховищ можна застосувати напівкількісні методи бальної експертної оцінки з подальшим використанням матричного аналізу [11, 16, 31].

Різноманітні форми змін стану компонентів навколишнього середовища на різних етапах експлуатації шламосховищ можна розділити на порушення (табл. 2.1) і забруднення (табл. 2.2), що об'єднують у відповідні групи та типи.

Таблиця 2.1 – Класифікація порушень навколишнього середовища, що обумовленні впливом шламосховищ

Тип	Група	Форма	Експертна оцінка	
			На етапі експлуатації	На етапі ліквідації
Геомеханічні	Деформації	Розвиток зон тріщинуватості	2	1
		Ущільнення та розпушення поверхні	2	2
		Розвиток зсувних процесів	3	3
		Прогин поверхні	2	2

Тип	Група	Форма	Експертна оцінка	
			На етапі експлуатації	На етапі ліквідації
Геомеханічні	Провали	Поява пустот (карсту) у масиві	2	1
		Розвиток зон обрушень	3	2
		Поява провалів	2	2
	Виїмки	Кар'єрні виїмки	3	2
		Котловані виїмки	3	2
		Траншейні виїмки	3	2
	Насипи	Відвальні насипи	3	3
		Гідротехнічні насипи	3	3
		Дорожні насипи	2	2
	Забудови	Окремі будівлі і споруди	2	2
		Промислові майданчики	2	2
		Комунікації	2	2
		Житлова забудова	2	2
Гідродинамічні	Гідрологічні (поверхневі)	Зарегулювання водосховищ і каналів	2	2
		Затоплення рельєфу, водойми, водотоку	2	2
		Зменшення стоку водойми, водотоку	2	2
	Гідрологічні (підземні)	Підтоплення	2	2
		Затоплення поверхні підземними водами	2	1
		Утворення депресійної воронки	2	2
		Заводнення	2	1
		Підпір	2	1
Аеродинамічні	Приземні	Створення аеродинамічної тіні	1	1
		Зміна напрямку і швидкості руху повітряних потоків	1	1
		Температурні інверсії	1	1
Біоценотичні	Фітоценотичні	Пошкодження рослин	2	1
		Скорочення площі покриття рослинністю	3	2
		Зміна видового складу фітоценозу	2	2
		Зміна продуктивності рослин	2	1
	Зооценотичні	Скорочення місць існування	3	2
		Зменшення чисельності тварин	3	2
		Зміна видового складу	3	2
		Зміна міграційних шляхів	3	2

Тип	Група	Форма	Експертна оцінка	
			На етапі експлуатації	На етапі ліквідації
	Гідро-ценотичні	Евтрофікація	2	2
	Заболочування	2	2	

0 – порушення відсутні; 1 – спостерігаються незначні зміни та порушення; 2 – зміни стану компонентів навколишнього середовища значні; 3 – максимальні ушкодження компонентів навколишнього середовища, що вимагають швидкого впровадження природоохоронних заходів [22].

Таблиця 2.2 – Класифікація забруднення навколишнього середовища, що обумовлено впливом шламосховищ, зі змінами

Тип	Група	Форма	Експертна оцінка	
			На етапі експлуатації	На етапі ліквідації
Літосферні	Поверхневі	Засмічування поверхні твердими речовинами	3	2
		Забруднення ґрунту пилом і сажею	3	2
		Забруднення ґрунту нафтопродуктами	2	2
		Закислення ґрунту (зміна рН)	3	2
		Забруднення ґрунту важкими металами	3	3
	Забруднення масиву порід	Замулювання масиву порід	3	2
		Забруднення масиву розчинними речовинами	3	2
	Гідросферні	Забруднення токсичними речовинами	Змив у водойми ціанідів, важких металів та інших токсикантів	3
Змив у водойми радіонуклідів			2	1
Забруднення розчинними нетоксичними речовинами		Закислення (зміна рН)	2	2
		Зміна мінералізації	3	2
		Замутнення (зависом)	2	2
		Загазування (розчинення газів	2	2

Тип	Група	Форма	Експертна оцінка		
			На етапі експлуатації	На етапі ліквідації	
		CO ₂ , SO ₂ , H ₂ S тощо)			
Атмосферні	Газоподібні речовинами	Забруднення кислими газами (оксиди вуглецю, сірки, азоту)	2	1	
		Забруднення небезпечними токсикантами (ціанідами, ртуттю, вуглеводнями, фенолом, хлором тощо)	3	2	
	Рідкими речовинами	Забруднення туманом	2	1	
		Забруднення бризками	2	1	
	Твердими речовинами	Запилення пилом органічним і неорганічним (0,5-10-6 м)	3	3	
		Забруднення сажею (10-50-6 м)	3	2	
		Зараження канцерогенними речовинами (свинець, азбест тощо – до 10-6 м)	3	2	
		Задимлення	2	2	
	Біоцено-тичні	Фітоцено-тичні	Заростання шкідливими видами	1	2
			Поява чужорідних видів рослин	1	2
Зооцено-тичні		Розповсюдження видів комах шкідників	1	2	
		Поява чужорідних видів тварин	1	2	
Гідроцено-тичні		Поява у водоймах нових чужорідних видів	1	2	
		Поява у водоймах збудників	1	2	

Тип	Група	Форма	Експертна оцінка	
			На етапі експлуатації	На етапі ліквідації
		інфекційних хвороб		

0 – забруднення відсутні; 1 – спостерігається незначне забруднення; 2 – забруднення компонентів навколишнього середовища значне; 3 – максимальне забруднення компонентів навколишнього середовища, що вимагає впровадження природоохоронних заходів [22].

2.2 Результати оцінки рівнів екологічної небезпеки шламосховищ на різних етапах їх розробки

Як приклад реалізації запропонованого підходу наведемо результати оцінки впливу на довкілля для типового шламосховища під час переробки відходів та після завершення їх експлуатації.

Для складання матриць було обґрунтовано два контрольних списки: перелік видів впливу шламосховищ і перелік об'єктів навколишнього середовища, що є мішенями впливу. Результати оцінки впливу типових шламосховищ та породного відвалу на компоненти навколишнього середовища під час та після експлуатації зведені до табл. 2.3.

Як видно з табл. 2.3, під час експлуатації техногенних масивів у вигляді шламосховищ найуразливішими виявляються підземні і поверхневі води, а також фауна на прилеглий до шламосховищ території, а після їх експлуатації – флора і фауна, а також підземні води. Найбільш небезпечними видами впливу на компоненти навколишнього середовища при експлуатації шламосховищ є забруднення водоносних горизонтів і антропогенна евтрофікація поверхневих водойм. Таким чином, сумарний вплив на об'єкти довкілля при експлуатації шламосховищ оцінюється в 107 балів, а після їх експлуатації – 98 балів.

Для інтерпретації результатів оцінки впливу шламосховищ на компоненти навколишнього середовища використовувалася узагальнена функція бажаності Харрінгтона і підхід, запропонований в роботі [7, 12].

Таблиця 2.3 – Матриця впливу типового шламосховища на компоненти довкілля підчас експлуатації та ліквідації

Види впливу		Атмосферні		Гідросфері			Геомеханічні			Сума впливу на компоненти довкілля	
		Викид пилу	Викид газів	Забруднення водонесних горизонтів	Підтоплення земель	Скид стічних вод	Антропогенна евтрофікація	Просідання поверхні	Війми, пагорби		Забудова
Компоненти довкілля											
Повітряний басейн	Мікроклімат	1/1	0/0	2/1	2/2	1/1	2/2	0/0	0/0	0/0	8/7
	Хімічний склад	2/1	1/1	2/1	1/1	1/1	2/2	0/0	0/0	0/0	9/7
Водний басейн	Поверхневі води	1/1	0/0	3/2	2/2	2/2	3/2	1/1	1/1	1/1	14/12
	Підземні води	2/1	0/0	3/2	2/2	2/2	2/2	2/2	1/1	1/1	15/13
Земна поверхня	Ґрунти	1/1	1/1	2/2	2/2	1/1	2/1	1/1	1/1	1/1	12/11
	Зміни ландшафту	1/1	1/1	2/2	1/1	2/2	2/2	2/2	2/2	1/1	14/14
Надра		0/0	0/0	2/2	0/1	2/2	0/0	1/1	3/1	0/0	8/8
Біота	Флора	2/2	1/1	2/2	2/2	2/2	1/1	1/1	1/1	1/1	13/13
	Фауна	2/2	1/1	2/2	2/1	1/1	2/2	1/1	2/2	1/1	14/13
Сума за видами впливу		12/10	5/5	20/16	14/14	14/16	16/14	9/9	11/10	66	107/98

Примітка: характеристики впливу визначено за методом експертної оцінки (де 0 – вплив відсутній; 1 – вплив незначний; 2 – вплив середній; 3 – вплив сильний)

Функція бажаності Харрінгтона є одним з ефективних способів визначення узагальненого відгуку впливу промислових об'єктів, в т. ч. шламосховищ, на компоненти навколишнього середовища. В основі побудови цієї узагальненої функції лежить ідея перетворення натуральних значень відгуків (в даному випадку інтенсивності впливу шламосховищ) в безрозмірну шкалу бажаності або переваги наслідків цих впливів. Шкала бажаності відноситься до психофізичних шкал. Її призначення – встановлення відповідності між фізичними і психологічними параметрами. Тут під фізичними параметрами розуміються можливі відгуки, що спричинені функціонуванням шламосховищ[14].

Параметри функції можуть бути не тільки статистичні, а й естетичні, а під психологічними параметрами розуміються чисто суб'єктивні оцінки дослідником бажаності (переваги) того чи іншого значення відгуку.

Функція бажаності Харрінгтона задається наступним рівнянням:

$$d = \exp[-\exp(-y)], \quad (2.1)$$

де d – значення бажаності, що змінюються від 0 до 1;

y – значення відгуку, записані в умовному масштабі.

За початок відліку вибрано значення 0, що відповідає значенню бажаності 0,37. Вибір саме цієї точки пов'язаний з тим, що вона є точкою перегину кривої, що в свою чергу створює певні зручності при обчисленнях. Те ж саме вірно для значення бажаності, відповідного 0,63. Вибір такого рівняння не є єдиною можливістю. Однак він виник в результаті спостережень за реальними рішеннями дослідників і володіє такими корисними властивостями, як безперервність, монотонність, гладкість. Симетрично щодо нуля на осі y (y – кодована шкала) розташовані кодовані значення відгуку. Значення на кодованій шкалі прийняті від -3 до 6 [14, 19].

Хоча на практиці, для отримання більш точних відгуків впливу доцільно трохи звузити даний інтервал (від -2 до 5). Так, наприклад, автори роботи [12] пропонують використовувати мінімальне значення сили впливу техногенного об'єкту – 100, що відповідає -2, а максимальне – 300, що відповідає 5 за оригінальною шкалою абсцис функції Харрінгтона [14].

Щоб отримати оцінки за шкалою бажаності, слід користуватися розробленими таблицями відповідностей між відносинами в вербальній і числовій системах. В даному випадку, для визначення вербальних характеристик бажаності впливів техногенних об'єктів на навколишнє середовище використовувалася шкала, представлена в табл. 2.4.

Результати визначення параметрів і оцінки впливу по функції Харрінгтона для шламосховищ зведені в табл. 2.5.

В ході виконання роботи було встановлено, що шламосховища мають «задовільні» характеристики бажаності для навколишнього середовища при їх

експлуатації. У той час, як після експлуатації для шламосховищ характеристика бажаності є «доброю». Слід також зазначити, що отримані результати залежать від параметрів і показників вхідних матриць, які в свою чергу оцінювалися експертами [14].

Таблиця 2.4 – Шкала характеристик бажаності наслідків для довкілля від впливу шламосховищ за функцією Харрінгтона

Характеристика бажаності	Значення бажаності (d)
Дуже добре	0–0,2
Добре	0,2–0,37
Задовільно	0,37–0,63
Погано	0,63–0,8
Дуже погано	0,8–1

Таблиця 2.5 – Оцінка впливу шламосховищ за функцією Харрінгтона підчас та після експлуатації

Параметри для оцінки впливу об'єктів за функцією Харрінгтона	Шламосховище	
	Підчас експлуатації	Підчас ліквідації
Кількість ненульових значень в матрицях	67	68
Значущість усіх впливів, g	1,49	1,47
Сума за усіма впливами на об'єкти	107	98
Загальна сила впливу, I	159,7	144,12
Мінімальна сила впливу, I_{min} (при $y=-2$)	100,00	100,00
Максимальна сила впливу, I_{max} (при $y=5$)	300	300
Масштаб y	28,57	28,57
Перерахунок сили впливу до масштабу $y(-2; 5)$	0,09	-0,46
Значення за шкалою вісі, d	0,40	0,21
Характеристика бажаності	задовільно	добре

Даний методологічний підхід дозволяє отримати узагальнену оцінку впливу певного шламосховища на довкілля та виявляти найбільш чутливі

компоненти навколишнього середовища на різних стадіях експлуатації шламосховища. Основна перевага даної методики полягає в можливості порівнювати та ранжувати шламосховища за фактором екологічної небезпеки, а також обґрунтовувати необхідність впровадження природоохоронних засобів для найбільш вразливих компонентів довкілля від їх впливу. Заснований на методах експертної оцінки підхід доцільно застосовувати коли неможливо оперативно отримати повну та точну інформацію про компонентний склад шламосховища та оцінити його вплив на об'єкти довкілля. Окрім того, наявність даних про стан шламосховища за результатами спостережень прямими та розрахунковими методами оцінки сприятиме підвищенню достовірності екологічної оцінки наслідків впливу відходів на об'єкти довкілля [14].

Результати проведеної комплексної оцінки екологічного стану об'єктів довкілля на територіях розміщення техногенних масивів у вигляді шламосховищ є теоретичною та практичною основою для вирішення прикладних задач, таких як планування екологічно обґрунтованого рівня техногенного навантаження, розробка схем вилучення корисних компонентів з відходів, а також розробки способів рекультивації техногенних об'єктів.

Запропонована методика дозволяє оперативно визначати суму балів експертних оцінок екологічного стану основних компонентів довкілля (атмосфери, гідросфери, літосфери, ґрунтів і біоти), а також оцінювати ефективність реалізації природоохоронних заходів для зменшення рівнів екологічної небезпеки технологічних процесів розробки шламосховищ для основних компонентів довкілля [14].

2.3 Обґрунтування параметрів фізико-термічного впливу на тверде паливо при традиційному згрудкуванні

При сучасному стані досліджень в галузі фізико-хімічного впливу на вугільні дисперсні системи, з метою поліпшення їх фізико-механічних

властивостей, в процесі їх згрудкування паливо з єднальними речовинами можна розглядати як дисперсну систему, де дисперсійна середа - сполучна, а дисперсна фаза - корисна копалина. Для такої системи характерні специфічні процеси взаємного розташування і взаємозв'язку її окремих елементів. Базуються вони на явищах адгезії, аутогезії і когезії[7,19,30].

Потреба в поліпшенні фізико-механічних властивостей дисперсних вугільних систем, складових шлами, обумовлена тим, що вони володіють низькими адгезійними властивостями.

Ребиндер П.А. показав, що основним фактором, що визначає поведінку дисперсних систем, служать адсорбційні шари поверхнево-активних речовин (ПАР). Адсорбуючись на поверхні частинок дисперсних фаз досить малі добавки ПАР, утворюють адсорбційний шар. Дифільні молекули ПАР (іноді це частинки інших дисперсних систем) фіксуються полярними групами на поверхні частинок, утворюючи своїми орієнтованими назовні радикалами. Для такого впливу характерний найменший рівень сил зчеплення в контактах між частинками [12, 33].

Вугільні шлами, як дисперсні породи, що включають дисперсну фазу і дисперсне середовище, являють собою систему, засновану на фізико-хімічній взаємодії її складових. Тому поліпшення фізико-механічних властивостей, дисперсних вугільних шламів має базуватися на фізико-хімічному впливі на них [12, 33].

При традиційному згрудкуванні данні відходів збагачення твердого палива, мають місце витрати на створення тиску і збільшення температури вихідного матеріалу, що загальновідомо і зазначено в літературних джерелах.

Грудкування корисних копалин являє собою складний фізико-хімічний процес взаємодії роз'єднаних твердих частинок. Структура брикетів утворюється шляхом безпосередніх контактів частинок між собою або через прошарку сполучних і води за рахунок прикладених зусиль пресування. Різноманітність технологічних прийомів і специфічність окремих видів згрудкованих мінералів не дозволяють створити єдину теорію брикетування

корисних копалин [12, 33].

Формування структури огрудкованного палива з єднальними слід розглядати як один з видів склеювання роз'єднаних твердих матеріалів за допомогою клеїв (адгезивів). Основу структуроутворення складають мимовільні процеси взаємного розташування і взаємозв'язку окремих контактуючих елементів системи. Агрегування визначають прилипання і склеювання. Прилипання як початковий щабель процесу склеювання пов'язана з утворенням впорядкованої клейової плівки на поверхні твердого тіла (субстрату). Для прилипання характерний в'язко-текучий (іноді рідкий) стан сполучного. Наступні процеси призводять до структурування [12, 33].

Механічні властивості твердих зразків згрудкованного палива зазвичай характеризуються механічною міцністю, твердістю і міцністю.

Механічною міцністю твердих гірських порід називають їх здатність чинити опір руйнуванню під дією напруг, що виникають під навантаженням.

Розрізняють механічну міцність на стиск, розтяг, вигин, зріз і удар. Для інженерно-геологічних цілей найбільший, практичний інтерес представляє випробування твердих порід на стиснення.

Міцність на стиск характеризують межею міцності на стиск, або тимчасовим опором стисненню $R_{сж}$, під яким розуміють величину напруги, що викликає, руйнування зразка при одноосьовому стисканні.

Межа міцності на стиск визначається за формулою:

$$R_{сж} = \frac{P}{F}, \text{ кг/см}^2 \quad (2.2)$$

де P – навантаження, при якій відбувається руйнування зразка випробуваної породи, кг/с;

F – площа початкового поперечного перерізу зразка, см^2 .

Опір породи стиску залежить від її мінерального складу, текстури, структури, характер цементу і ступеня звітрюваності. Найбільшою міцністю характеризуються рівно зернисті і дрібнозернисті кристалічні породи - базальти, кварцити та ін.

Міцність порід в більшості випадків змінюється в різних напрямках, тому при випробуваннях зразки необхідно орієнтувати з врахуванням умов їх залягання.

Розрізняють межі міцності при стисненні зразків:

- в повітряно-сухому стані;
- в водонасиченому стані;
- при природній вологості.

У деяких напівскельних порід (мергелі, аргіліти та ін.) Під впливом зволоження відбувається зменшення міцності. Цю властивість називають розм'якшенням породи і характеризують коефіцієнтом розм'якшення, який являє собою відношення між міцністю на стиск після і до насичення водою. Чим нижче коефіцієнт розм'якшення, тим більше знижується міцність породи при насиченні водою [12, 33].

Для вивержених порід коефіцієнт розм'якшення практично дорівнює 1. Осадкові породи, породи з глинистим або легко розчинним у воді цементом володіють низьким коефіцієнтом розм'якшення (менше 0,5). Визначення коефіцієнта розм'якшення, як правило, виробляють тільки для напівскельних порід з глинистим або іншим слабким цементом [7, 12, 33].

Межа міцності породи визначається шляхом роздавлення зразків правильної геометричної форми (куб, циліндр) під пресом. Зразки циліндричної форми висвердлюють на свердлильних верстатах за допомогою спеціальних коронок. Зразки кубічної форми виготовляють за допомогою спеціальних дискових пилок. Підготовлені зразки шліфують на шліфувальному верстаті. Правильність обробки площин перевіряють металевим косинцем або штангенциркулем.

Розміри і форми зразків, а також характер обробки їх поверхні та інші умови випробувань для різних матеріалів визначаються чинними ДСТУ і Технічними умовами, які необхідно точно дотримуватися при виробничих випробуваннях.

Зазвичай випробують зразки кубічної форми розміром від 5x5x5 см до 10x10x10 см (чим менше однорідна порода, тим більше повинні бути випробувані зразки).

Випробування проводяться при температурі повітря в лабораторії не менше + 10°C.

Для якісного порівняння фізико-механічних властивостей і енергетичних витрат згрудкування твердого палива порівнюємо традиційну технологію і пропоновану, яка стала основою розробленої нової адгезионно-хімічної технології згрудкування вугільних шламів і штибів, бурого вугілля і торфу.

Проведення експерименту

Досліджуваний матеріал – шлам (з вугілля марок Г, Д).

Методика проведення експерименту

1. Підготовка та якісна оцінка проб (вихідний матеріал).

Приготування композицій (без сполучних і з добавками речовин, що підвищують фізико-механічні властивості сприяють згрудкуванню)

2. Обладнання робочого місця для проведення досліджень

Підготовка преса до роботи (використовувалася колба - втулка з циліндричним стрижнем діаметром 30 мм) рис. 2.1.

3. Проведення експерименту.

Отримання зразків:

1 серія експериментів:

під тиском $P = 50, 75, 100, 150, 200 \text{ кг/см}^2$;

2 серія експериментів:

Під тим же тиском і температурою вихідного матеріалу $T=60-90^\circ\text{C}$ з періодом в 10°C ;

4. Сушка отриманих зразків:

а) при природній вентиляції;

б) у сушильній шафі - термічна сушка;

5. Дослідження міцності на одновісний і розмокшення отриманих зразків по 2-м серіям;

6. Аналіз результатів досліджень:

Короткий опис експериментів

3) Вихідний матеріал шлам вугілля марки Г.

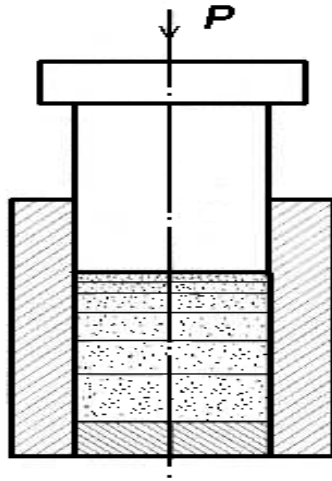


Рисунок 2.1 – Колба - втулка з циліндричним стрижнем (лабораторний стенд, який реалізує експеримент)

Додані тиски 50, 75, 100, 150, 200 кг/см² при відповідній температурі 60, 70, 80, 90, 100 С ° були отримані зразки відповідної міцності на одновісне стиснення 2,9; 4,8; 5,7; 7,5; 7,0 кг/см². При додаванні скопа (відходи паперової промисловості) 15% при доданому тиску в колбі 50 кг/см² була отримана міцність 2,7 кг/см². При додаванні рідкого скла 5% при доданому тиску в колбі 50 кг/см² була отримана міцність 6,2 кг/см².

4) Вихідний матеріал шлам вугілля марки Д.

Додані тиски 50, 75, 100, 150, 200 кг/см² при відповідній температурі 60, 70, 80, 90, 100 °С були отримані зразки відповідної міцності на одновісне стиснення 2,2; 4,5; 6,1; 7,5; 6,3 кг/см². При додаванні скопа (відходи паперової промисловості) 15% при доданому тиску в колбі 50 кг/см² була отримана міцність 2,5 кг/см². При додаванні рідкого скла 4-4,5% при доданому тиску в колбі 50, 100 кг/см² була отримана міцність відповідно 6,8; 7,2 кг/см².

Проведення досліджень зразків на гідравлічному пресі

Випробування зразків на стиск проводять на гідравлічних пресах потужністю від 3 до 100 т або на важільних пресах, конструкції яких виключають можливість перекосу зразків.

Гідравлічний прес (рис. 2.2) працює під тиском масла, що знаходиться в бачку, звідки воно перекачується насосом. Останній приводиться в дію черв'ячною передачею. З бачка масло надходить в циліндр і приводить в рух поршень, на верхній частині якого є майданчик. На цьому майданчику поміщається випробуваний зразок, що піддається стисненню між майданчиками преса.

Тиск в циліндрі, що передається через маслопровід, визначається по манометру. Помноживши площу поршня на тиск, що випробовується його поверхнею (визначається манометром), легко визначити зусилля P_{max} , що діє на зразок і руйнує його. Знаючи площу зразка F , на яку діє руйнівне навантаження P_{max} , можна обчислити межа міцності $R_{сж}$.

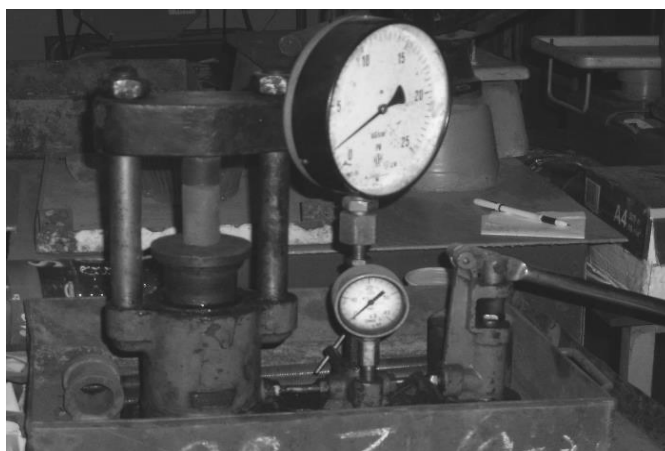


Рисунок 2.2 – Дослідження зразків готового композиційного палива на лабораторному гідравлічному пресі

Підготовка зразка

1. Приготувати зразки випробуваної породи в формі кубиків або циліндрів і відшліфувати по дві паралельні площини (грані кубика або підстави циліндра), до яких буде докладено стискує зусилля. Шліфування повинно бути виконано дуже ретельно, так як при шорсткій поверхні додане до зразка

навантаження буде передаватися в першу чергу на виступаючі точки поверхні, що спотворить результати випробування.

2. Зразки, призначені для випробування в повітряно-сухому стані, висушити на повітрі до постійної маси.

3. Зразки, призначені для випробування в водонасиченому стані, зволожити і зважити. Для цього помістити їх на дно посудини і залити дистильованою водою приблизно на 1/3 висоти; через 8 год підняти рівень води на 5 - 10 мм вище зразків. Насичення водою виробляти до постійної маси, виробляючи періодичне (один-два рази на добу) зважування зразків. (Судини для зволоження зразків не повинні піддаватися корозії від води).

4. Зразки з природною вологістю тестувати безпосередньо після їх виготовлення.

5. Зважування зразків виробляти на технічних вагах з точністю до 0,1 г. Різниця між двома наступними зважуваннями повинна бути не більше 0,5 г

6. Зразки, приготовані для випробування, ретельно оглянути і описати в таблиці 1 їх морфологічні особливості (шаруватість, тріщинуватість, включення, наявність каверн та ін.).

7. Перевірити розміри зразків, обчислити площу поперечного перерізу кожного зразка і записати в таблицю (табл. 2.6).

8. Безпосередньо перед випробуванням покрити поверхні зразка, на які має передаватися тиск, гумовими прокладками товщиною 2-3 мм, змазаними з боку, що прилягає до зразка, вазеліном.

Наведені вище (табл. 2.6) як найбільш прийнятні і раціональні результати були отримані при умовах: тиск P , з яким було спресовано тверде паливо дорівнює 200 кг/см^2 і температурою до якої нагріті проби 60 (50) -100 С. Умови досліджень в повітряно-сухому стані.

Таблиця 2.6 – Результати досліджень зразків на стиск

зраз	Характеристика та	Розміри зразка	Руйнівне	Межа
------	-------------------	----------------	----------	------

	короткий опис грудкуваного палива з вугільних шламів і штибів	Довжина сторони, см	Площа поперечного перерізу, см ²	зусилля, кг/см ²	міцності на стиск, кг/см ²
			F	P_{max}	R_{cm}
1.	Шлам марки Г	-	7,065	150	7,5
2.	Шлам марки Д	-	7,065	150	7,5

З табл. 2.6 видно, що отримане пресоване (імітація традиційного брикетування) має досить низькі характеристики при цьому витрачено час і енергетичний ресурс на підігрів вихідного матеріалу (50-100С °) і створення тиску пресу до 200 кг/см². Тому в умовах обмеженості енергетичних ресурсів виникає необхідність пошуку принципово нової технології грудкування, яка не вимагатиме такої витрати енергії і дасть можливість отримати якісне грудкуване паливо, що має раціональні фізико-механічні характеристики.

2.4 Вплив величини зарядженості вугільних дисперсій при різних ступенях кислотності на міцність грудкуваного палива.

У разі дисперсій углевмістких матеріалів фізико-хімічний вплив включає: додавання ПАР, механічну активацію, додавання речовин, що підвищують електрокінетичні властивості. Останній спосіб фізико-хімічного впливу був розроблений і запропонований автором цієї роботи, під керівництвом наукового керівника доктора технічних наук професора Бондаренка В.І.

Електрокінетичний потенціал - потенціал, дзета-потенціал, частина загального стрибка потенціалу на кордоні двох фаз, які визначають відносне переміщення цих фаз при електрокінетичних явищах. Загальний стрибок потенціалу при перетині міжфазної межі в дисперсних системах обумовлений існуванням подвійного електричного шару. Це перепад потенціалу по тій частині дифузного шару, в межах якої рідина може бути залучена в тангенціальний рух відносно міжфазної поверхні при зовнішньому впливі на

систему. Під впливом сильно адсорбуючих на поверхні іонів або зміни рідини може відбутися зміна на протилежний знак ("перезарядка" поверхні). Він в ізоелектричній точці дорівнює нулю [7,19].

Електрокінетичні явища, група явищ, які спостерігаються в дисперсних системах і капілярах і що виражаються або у виникненні руху однієї з фаз відносно іншої під дією зовнішнього електричного поля (електроосмос, електрофорез), або у виникненні різниці потенціалів в напрямку відносного руху фаз, що викликається механічними силами (седиментаційний потенціал, або ефект Дорна, потенціал течії). Ці явища обумовлені існуванням на кордоні фаз надлишкових зарядів, які розташовуються у вигляді двох протилежно заряджених шарів, названих подвійним електричним шаром. Зовнішнє електричне поле, спрямоване уздовж кордону фаз, викликає зрушення одного іонного шару відносно другого, що призводить до відносного переміщення фаз, тобто до електроосмосу або електрофорезу [7,19]. Аналогічним чином при перебігу рідини або осіданні частинок дисперсної фази спостерігаються явища, зворотні електроосмосу і електрофорезу, - відносний рух іонних шарів і просторову низовину зарядів (поляризація) в напрямку руху фаз, тобто виникнення відповідно потенціалів течії або седиментації. Кожна з електрокінетичних явищ може бути використана для визначення електрокінетичного потенціалу. При цьому враховують, що поверхнева провідність, обумовлена рухливими зарядами подвійного електричного шару, перевищує об'ємну провідність системи [7, 19].

Теорія електрокінетичних явищ, розроблена М. Смолуховським (1903), встановлює лінійну залежність між кількостями, характеристиками цих явищ і зовнішнім електричним полем. У цій теорії, однак, не враховується відхилення подвійного електричного шару від рівноваги і виникнення у дисперсних частинок індукованого дипольного моменту. Для обліку цього явища необхідно досліджувати електрокінетичні явища разом з іншими електроповерхневими явищами.

Електризація твердих паливних матеріалів може бути обумовлена

електричними полями, механічними, фізичними і хімічними процесами. Аналізуючи дані по природній електронаснаженості подрібненого вугілля, слід зазначити, що вугілля при подрібненні заряджається біполярно і асиметрично. [7,19].

Проведемо аналогічний експеримент тільки з визначенням величин зарядженості часток твердого палива і впливу при різних ступенях кислотності на міцність грудкуваного палива.

Проведення експерименту

1. Загальні положення

Перед початком грудкування в вихідний матеріал в залежності від марки вугілля, шлам або інша вуглевмісна речовина, додають «фізичні розчини». Дані розчини ініціюють підвищення рН, причому в бік кислого середовища до рН = 0-1. Відбувається активація частинок, що проявляється в підвищенні температури шихти і характерному їй злипанні. За допомогою перетворювача рН - метра мілівольтметра рН-150М вимірюємо зміну показника електрокінетичного потенціалу зарядженості часток ξ і кислотності рН шихти.

2) Призначення, пристрій і застосування вимірювального перетворювача рН-метра мілівольтметра рН - 150М.

РН-метр мілівольтметр рН-150М (в подальшому рН-метр) призначений для вимірювання активності іонів водню (рН), окислювально-відновного потенціалу (Eh) і температури водних розчинів (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – РН-метр мілівольтметр рН-150М

Вимірювання величин рН, Еh здійснюється за допомогою вимірювального перетворювача і наборів електронів. рН-метр є портативним з автономним живленням і може бути використаний в науково-дослідних інститутах, заводських лабораторіях різних галузей промисловості, а також для контролю технологічних процесів в різних галузях народного господарства.

Візуальний відлік значень вимірюваної величини виробляється в цифровій формі по рідкокристалічному індикатору в одиницях рН, мВ, °С.

Діапазони вимірювання і ціни одиниць молодшого розряду відповідають значенням, зазначеним у табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Технічна характеристика рН -150М

Вимірювана величина	Одиниці виміру	Діапазон вимірів	Ціна одиниці молодшого розряду (дискретність)
Активність іонів водню	рН	Від мінус 1 до плюс 14	0,01
Окислювально-відновний потенціал	мВ	Від мінус 1999 до плюс 1999	1,0
Температура аналізованого середовища	°С	Від мінус 10 до плюс 100	1,0

рН-метр призначений для роботи в наступних умовах експлуатації:

- температура навколишнього повітря від 5 до 40 ° С;
- відносна вологість повітря:
- при живленні від автономних джерел до 90% при 25 ° С;
- при живленні від мережі від 30 до 80% при 20 ° С;
- атмосферний тиск від 84 до 106,7 кПа (від 630 до 800 мм рт. Ст.);
- механічні дії відсутні;
- параметри контрольованого середовища.
- аналізоване середовище - водні розчини неорганічних і органічних сполук, технологічні розчини;

- температура від мінус 10 до плюс 100 °С;
- плівок і опадів не утворює;
- пожежо-вибухобезпечними, нерадіоактивна і нетоксична.

У режимі вимірювання активності іонів водню рН-метр забезпечує роботу з електродними системами, е.д.с. яких відповідає наступним рівнянням:

$$E = E_i + S_t(pH - pH_i), \quad (2.3)$$

де E – е.д.с. електродної системи, мВ;

E_i , pH_i – координати ізопотенціальної точки електродної системи;

pH – активність іонів водню, рН;

S_t – крутизна характеристики електродної системи, мВ/рН.

Значення S_t визначається виразом:

$$S_t = - (54,197 + 0,1984 \cdot t), \quad (2.4)$$

де t – температура аналізованого середовища, °С.

У рН-метрі передбачена ручна і автоматична температурна компенсація зміни е.р.с. електродної системи. Діапазон термокомпенсації перетворювача від мінус 10 до плюс 100 ° С.

В основу роботи рН-метра покладено потенціометрический метод вимірювання рН і Eh контрольованого розчину. При вимірюванні рН (або Eh) розчинів використовується система, що складається з вимірювального і допоміжного електродів. Прогноз параметрів спрямованого зміни фізико-механічних властивостей огрудкованного палива.

Залежно від необхідних характеристик міцності і складу вихідної сировини обґрунтовується кількість у процентному відношенні фізіологічного розчину (для вуглець матеріалів від 1,5 до 10%), який додаємо в вихідну шихту. За допомогою рН-150М вимірюємо рН і Eh, досліджуваної середовища шихти, які і визначаємо характеристики міцності надалі отриманого огрудкованого палива (зведена таблиця проведених досліджень залежності міцності огрудкованого палива від рН і Eh середовища шихти) табл. 2.10.

Основним параметром фізико-механічних властивостей огрудкованого палива є міцність на одновісний стиск за допомогою гідравлічного преса.

Дослідження міцності властивостей огрудкованного палива за допомогою гідравлічного преса.

До проведення експерименту дослідження міцнісних властивостей огрудкованного палива підготовляють. Досліджувані зразки призводять в форму циліндра з висотою 50мм і діаметром 30мм. Підготовлені зразки під дією навантаження руйнують на пресі, в результаті на манометрі гідравлічного преса знімають показання граничного опору на стиснення, що і є характеристикою міцності на одновісний стиск, досліджуваного палива.

На підставі проведених досліджень електрокінетичних властивостей вуглець матеріалів при фізико-хімічному впливі на них була виконана класифікація за ступенем огрудкованості, представлена в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Класифікація вуглецевмісних матеріалів за ступенем огрудкованості

Вуглецевмісні матеріали		Зольність, %	Зарядженість частинок, що характеризується електрокінетичним потенціалом E_h , мВ	Міцність на одновісний стиск, кг/см^2	Ступінь
Класи	Групи				
1	Штиб (марка вугілля Д)	8-20	10-25	10-25	Слабо-огрудкованна
2	Шлам (марка вугілля Д)	20-70	45-78	65-100	Дуже-огрудкованна

2.5 Результати досліджень фізико-механічних властивостей огрудкованного твердого палива

Як показали дослідження, електрзарядженість зростає зі збільшенням дисперсності вугільних частинок, яка пояснюється підвищенням питомої поверхні частинок, які несуть електричні заряди. Збільшення вмісту мінеральних домішок в твердому паливі призводить до зменшення зарядженості часток складових проби. У лабораторних умовах було доведено вище сказане (табл. 2.9).

У лабораторних умовах були випробувані альтернативні способи впливу на дисперсні частинки матеріалу, які підвищують їх зарядженість і міцність готового продукту. В результаті нормованого впливу спеціально розробленим фізичним розчином на тверде паливо, як дисперсну систему вихідний матеріал був огрудкованого з різним ступенем зарядженості часток, що дозволило отримати зразки більше високої міцності.

Таблиця 2.9 – Дослідження залежності зарядженості часток вугілля від гранулометричного складу і додаванні активують фізичних розчинів (при кислотному середовищі з $\text{pH} = 6,5$)

Гранулометричний склад, мм	Марка вугілля	
	Г	Д
	Потенціал зарядженості часток, мВ	
-0,05	22,9	21,3
-0,063	21,7	19,4
-0,1	20,6	18,3
-0,2	15,1	16,1
-0,315	13,3	15,3
-0,5	10,4	12,4
-0,63	8,8	8,2
-1	7,1	6,5
-2	5,3	4,2
-2,5	4,5	3,5
-3	3,8	2,8
-4	1,2	2,2
-5	0,5	1,5
-7	0,2	1,1
-10	0,1	0,5

З табл. 2.9 видно спад зарядженості часток вугілля при збільшенні їх розміру.

Залежність міцності огрудкованого твердого палива від Eh-потенціалу на прикладі одного з представницьких антрацитових шламів представлена на рис. 2.4.

Експериментально встановлено, що Eh-потенціал при фізико-хімічному впливі на поверхні частинок збільшується в 2-2,5 рази. Встановлено, як видно з

рис. 2.4, що зростання зарядженості (по осі x - E_h в мілівольтах) веде до збільшення міцності (по осі y - P в $\text{кг}/\text{см}^2$) і поліпшенню структуроутворення отриманого огрудкованого палива.

Залежно від технологій транспортування і використання готового палива в багатьох випадках потрібно збільшення міцності брикетів. Для прогнозу і збільшення механічної міцності на одновісний стиск брикетів з допомогою аналітичних, лабораторних і напівпромислових було проведено більше 200-220 експериментів, в результаті яких отримані оптимальні параметри огрудкованого палива, згідно з вимогами.

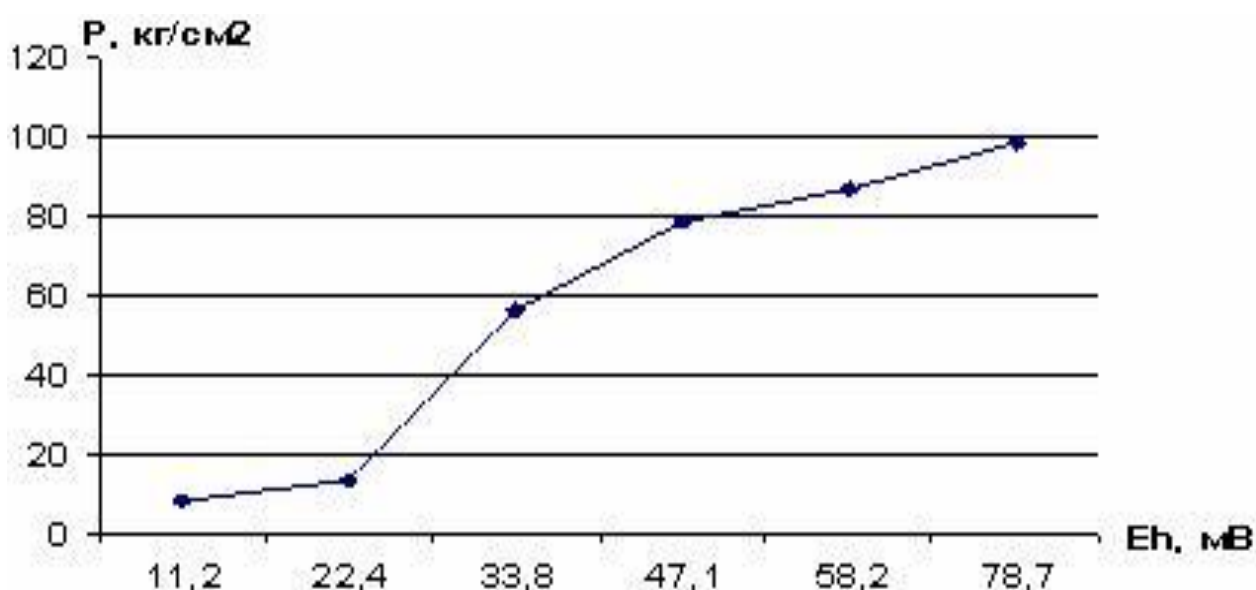


Рисунок 2.4 – Залежність міцності огрудкованого твердого палива від електрокінетичного потенціалу зарядженості часток.

У табл. 2.10 представлені 3 найбільш представницьких проб, при огрудкованні яких, були отримані якісні брикети без зв'язуючих, з еднальними речовинами і активуючими фізичними розчинами, які впливають на підвищення зарядженості часток і відповідно їх E_h -потенціалу.

Таблиця 2.10 – Оптимально раціональні показники фізико-механічних властивостей готового палива з додаванням сполучних і активують речовин

№	ибу або	кет			Зв'язуюча речовина, %	Активуючі речовини, %
		ів	без	лоб		

			цемент, М400		скоп		полікатіоніт		фіз. розчини	
			К, %	Р, кг/см ²	К, %	Р, кг/см ²	К, %	Р, кг/см ²	К, %	Р, кг/см ²
1	Д-Г ₁ шлам	8,9	12	13,0	15	15,7	-	-	2,2	58,5
2	Г ₁ шлам	11,1	15	17,4	15	19,9	-	-	2,0	42,9
3	Г ₂ штыб	9,5	15	14,5	18	13,7	-	-	-	-

Висновки:

1. Отримане пресоване (імітація традиційного брикетування) має досить низькі міцні характеристики (максимально шлам А з міцністю $P = 10,3 \text{ кг/см}^2$) при великій витраті енергетичного ресурсу на підігрів вихідного матеріалу ($50\text{-}100\text{C}^\circ$) і створення тиску преса до 200 кг/см^2 .

2. Запропоновано і розроблено ефективну нову адгезійно-хімічна технологія огрудкування, що реалізується установкою ВКП, яка не потребує створення великого тиску і температури

3. Принциповою відмінністю від традиційного огрудкування або брикетування є те, що в ході адгезіоно-хімічних процесів має місце фізико-хімічний вплив, яке включає: додавання ПАВ, механічну активацію, додавання речовин підвищують електрокінетичні властивості.

РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ РІШЕНЬ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ВУГЛЕЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ФАБРИК

3.1 Призначення та технічні данні установки ВКП

Установка ВКП призначена для огрудкування бурого вугілля, шламів, відходів гірничодобувної промисловості та інших енергетичних продуктів органічного походження без застосування сполучних матеріалів, або з застосуванням мінімально необхідної їх кількості [38-40].

Технічні данні установки ВКГ можна побачити в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні данні установки ВКП

Характеристика	Од. вимірювання	Значення
Загальні габарити: довжина*ширина* висота	М	4,7*2*1,55
Встановлена потужність	кВт	45
Напруга силових ланцюгів	В	220/380
Розрахунковий струм	А	69
Продуктивність середня, в залежності від сировини	т/год	5
Температура експлуатації	С ^о	0-40
Число обслуговуючого персоналу	людин	2
Час безперервної роботи	годин	18
Періодичність технічного обслуговування	місяць	1

Установка ВКП складається з наступних основних частин:

- рама;
- електродвигун;
- клиноременева передача:
- натягач;
- редуктор;
- муфта;
- вал;
- приймальний бункер;
- корпус;

- корпус роз'ємний;
- корпус;
- конус;
- шнек:
- фільтери проміжні:
- фільтери формуючі;
- хомут;
- шафа силова з пультом управління:
- кнопка аварійного відключення:
- штирі.

3.2 Будова і робота установки ВКП

Установка ВКП собою зварену раму, на якій розметені всі вузли установки.

Устаткування ВКП встановлюється на фундамент або на опорну металоконструкцію і кріпиться анкерними болтами. Схема розміщення складових частин установки ВКП показана на рис. 3.1-3.3.

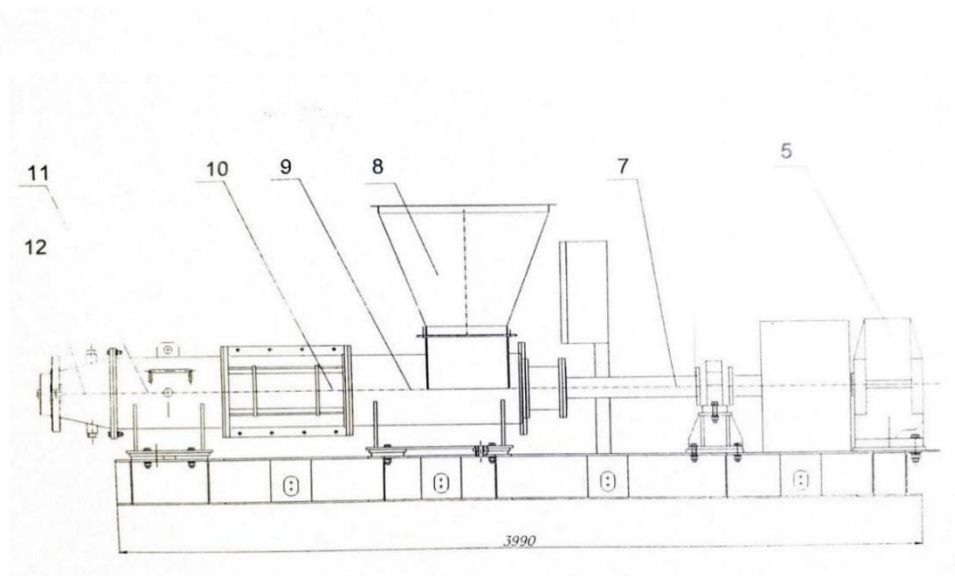


Рисунок 3.1 – Установка ВКП Вид А

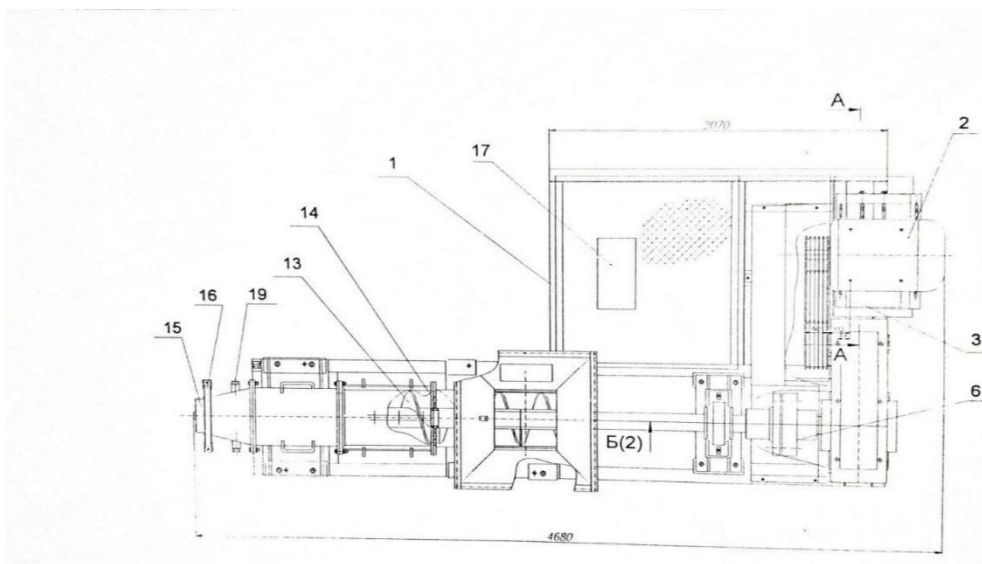


Рисунок 3.2 – Установка ВКП Вид Б

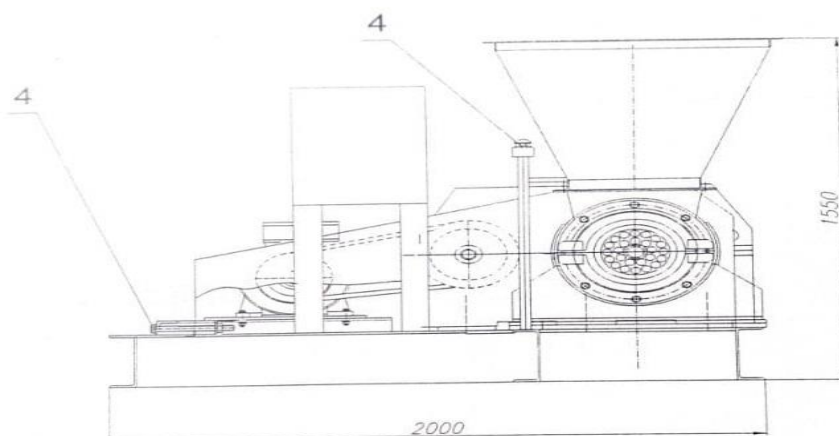


Рисунок 3.3 – Установка ВКП Вид В

Рама (1) представляє собою зварену конструкцію, виготовлену з швелерів. На рамі виконані отвори для кріплення вузлів установки.

Електродвигун (2) - трифазний, асинхронний, потужність 45 кВт, з числом оборотів 1470 об/хв. призначений для приводу в обертання, через редуктор. шнекового вала.

Клиноременева передача (3) складається з 5-ти приводних клинових ременів, ведучого і веденого шківів. Ведучий і ведений шківів посаджені на вал електродвигуна і редуктора відповідно. Клиноременева передача здійснює

передачу крутного моменту від електродвигуна до редуктора. Вона також служить в якості запобіжного пристрою при перевантаженнях і в разі заклинювання шнекового вала.

Натяжний пристрій (4) призначене для здійснення натягу приводних кліновидних ременів. Рамка, з встановленим на ній електродвигуном переміщається за допомогою двох гвинтів.

Редуктор (5) призначений для пониження числа оборотів і передачі обертового моменту від електродвигуна через муфту, до шнековому валу.

Муфт втулкові пружно пальцева (6) складається з двох напівмуфт, одна з яких встановлена на тіхоходнох валу редуктора, а інша на вазу шнекового вала. Муфта служить для передачі обертового моменту, компенсації несобності і кутового зміщення з'єднуються валів.

Вал (7) встановлений в корпусах пресової установки. На Валу, всередині корпусів, закріплені шнекові секції.

Приймальний бункер призначений для прийому сировини. У його бічній стінці встановлена втулка, в яку можна встановити форсунку для зволоження сировини

Корпус (9) циліндричної форми, встановлений на рамі. На корпусі закріплений приймальний букер, і фланець є опорним підшипником. Через корпус проходить шнековий вал.

Корпус роз'ємний (10) фланцями з'єднаний з корпусами (9) і (11). Усередині корпусу встановлено дві секції проміжних філь'єр (14). Кожна секція складається з двох секторів. Секції знімні. При роботі на деяких видах сировини, одну або обидві секції можна демонтувати (визначається експериментально в залежності від якості одержуваної продукції і опору просування сировини в корпусі установки). Корпус складається з двох половин з'єднаних болтами.

Корпус (11) встановлений на рамі і фланцями з'єднаний з корпусом (10) і конусом (12). Усередині корпусу проходить шнековий вал.

Конус (12) фланцем прикріплений до корпусу (11). Усередині корпусу

проходить шнековий вал. а на вершині конуса, за допомогою хомута 15 кріпиться філь'єра формуюча (14).

Шнек призначений для транспортування, перемішування і пресування вихідної шихти. Шнек відбутися з чотирьох секцій, закріплений за допомогою шпонок на шнекового валу і проходить всередині всіх корпусів установки.

Філь'єри проміжні (14) встановлені в корпусах (9) і (11) і служать для деструктування вихідного матеріалу в процесі проходження його через отвори в філь'єрі. Секція філь'єр складається з двох секторів. Доступ до філь'єрі можна здійснити, знявши половину корпусу роз'ємного (10). Робота преса може відбуватися і при демонтажі однієї або обох секцій проміжних філь'єр, залежить від складу сировини, і визначаються експериментально.

Філь'єри формуючі (15) встановлені на конусі (12) і кріпиться до нього хомутом (16). Філь'єра служить для формування готового продукту, у вигляді циліндричних стрижнів.

Хомут (16) служить для закріплення філь'єри (15). Хомут складається з двох половин, які стягуються болтами.

Шафа з електрообладнанням і пультом управління (17) служить для включення і виключення електродвигуна преса. Шафа закріплена на стійках на рамі преса, але може бути встановлений і окремо від установки. На пульт управління виведені кнопки управління електродвигуном, сигнальні індикатори режиму роботи преса, кнопку аварійної зупинки. Пульт управління передбачений для роботи в приміщенні, при температурі від -0 до $+ 40^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості повітря не більше 80% при температурі $+ 20^{\circ}\text{C}$.

Кнопка аварійної зупинки (18) встановлена також безпосередньо біля вихідної філь'єри преса.

Штирі (19) встановлені на конусі та корпусі установки і призначені для запобігання провертання матеріалу всередині корпусу.

3.3 Обґрунтування необхідності застосування нових технологій відходів вуглезбагачення

Для комунальних потреб України щорічно потрібно близько 20 млн. т вугілля в різних видах: кам'яного та антрациту, бурого, торфу, інших матеріалів органічного походження. При річному видобуванні (близько 80 млн. т) вугільна промисловість нашої країни ледь задовольняє потреби металургії та електроенергетики, особливо ТЕЦ і малих котелень, а також тих громадян, які не мають централізованого газового або електропостачання [1-3].

За десятки років роботи вугільної і коксохімічної промисловості поблизу шахт, збагачувальних фабрик, буровугільних розрізів, коксохімзаводів накопичилося понад 120 млн. т вугільних шламів і так званих промпродуктів, який є вторинним паливним ресурсом. Його ефективне використання може істотно поліпшити паливно-енергетичний баланс України, а також екологічну ситуацію в вугледобувних та промислових регіонах країни. Безумовно, за своїми теплоенергетичними параметрами шламосховища в первісно-вторинному вигляді не можуть замінити енергетичний або буре вугілля. Тільки в Дніпропетровській області зібрано декілька сотень тисяч тон використаного шламу на шламосховищах [3, 14, 16, 43].

Із застосуванням нових технологій переробки відходів вуглезбагачення на сучасних установках ця проблема цілком вирішувана [13,14,16,43].

Нова технологія переробки відходів гірничодобувної та гірничозбагачувальної промисловості була розроблена в Національному гірничому університеті: технологія адгезійно-хімічного грудкування вугільних шламів, бурого вугілля і торфу [38-40].

Професором П.І. Піловим була створена установка для виготовлення композиційного вугільного палива більш стара (А) та оновлена модифікація (Б) установки ВКП (рис. 3.4 а, б).

Сутність даної пропонованої технології полягає в тому, що компоненти вихідної сировинної суміші (шихти), за необхідності зі зміцнювальними

домішками (негашене вапно, рідке скло, портландцемент, будівельний гіпс), піддаються ретельному змішуванню й реструктуруванню на брикетувальній установці, унаслідок чого виникає пластична тістоподібна маса з підвищеною адгезійною здатністю [38-40].



а)



б)

Рисунок 3.4 – Установки ВКП старої та оновленої версії відповідно

На характер деформацій сильно впливають фізико-хімічні властивості матеріалу. [38-40].

Процес грудкування залежить від багатьох факторів задіяних, в результаті використання адгезійно-хімічної технології грудкування твердого палива. [38-40].

Принциповою відмінністю від традиційного грудкування або брикетування є те що в ході адгезійно-хімічних процесів не потрібно створювати значний тиск порядку $1-5 \text{ МПа/м}^2$ при застосуванні сполучних (цементуючих, клеючих) та $10-30 \text{ МПа/м}^2$ без сполучних, а також нагрівання твердого палива до 100°C [38-40].

Область застосування установки ВКП. Дана установка застосовується для створення додаткових паливних джерел із продуктів та відходів вугледобувної, деревообробної та сільськогосподарської промисловості (буре вугілля, торф, лігніт, кам'яновугільні шлами та їх комбінації, тирса, лушпиння насіння, дрібнодисперсна фанера) [38-40].

Кінцева продукція. Огрудковані циліндричні паливні стрижні певної форми, отримані в процесі пресування (під дією невеликого тиску 1,2-2,0 МПа). Технологія ґрунтується на адгезійно-хімічних процесах взаємодії частин композиційного палива, що формуються у брикети, за допомогою авторської установки [38-40].

Застосування палива:

- обігрів приміщень печами побутового призначення;
- використання в сушильних печах;
- опалення поїздів на залізниці;
- опалення оранжерей і теплиць;
- спалювання в ковальських горнах;
- використання на теплових електростанціях

3.4 Етапи роботи установки ВКП

Короткий опис технологічного процесу огрудкування. Процес огрудкування органічного палива в установці ВКП включає наступні операції:

- включення вступного автомата і подача напруги на пульт управління;
- включення електродвигуна установки ВКП;
- завантаження приймального бункера підготовленим сировиною;
- при необхідності включення форсунки для зволоження сировини;
- огрудкування вихідної сировини в процесі переміщення і перемішування його всередині шнекового преса;
- формування готового продукту в кінцевий філь'єрі і вивантаження його в накопичувальний контейнер.

До налагодження, регулювання експлуатації та технічного обслуговування установки ВКП допускаються особи, які вивчили справжні технічний опис та інструкцію по експлуатації.

При роботі установки ВКП необхідно дотримуватись вимог «Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів» і «Правил по технік

безпеки при експлуатації електроустановок споживачів».

Число обслуговуючого персоналу-2 людини.

Час безперервної роботи-не менше 18 годин.

Періодичність технічного обслуговування-відповідно до вимог експлуатаційної документації.

Спеціальні умови: в процесі розробки і виготовлення установки ВКП можливі зміни, які не погіршують узгодженню якості обладнання і умов експлуатації.

3.5 Налагодження вузлів і механізмів установки ВКП

Підготовка установки ВКП до експлуатації проводиться в кілька стадій. Спочатку проводиться візуальний огляд і перевірка окремих вузлів, а потім перевірка працездатності всієї установки.

Перевіряється затягування всіх болтових з'єднань.

Перевіряється рівень масла в редукторі, при необхідності доливається масло в кількості визначеному технічною документацією на редуктор.

Перевіряється мастило в підшипникових вузлах.

Перевіряється натяг клинопасової передачі.

Перелік засобів вимірювальної техніки та матеріалів, необхідних при проведенні наладки наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Перелік засобів вимірювальної техніки та матеріалів.

Найменування	Норма точності	Кількість
Лінійка вимірювальна металева 1000	1 мм	1
Секундомір	0,2 сек	1
Штангенциркуль	0,1 мм	1
Прилад електровимірювання		1
Набір слюсарного інструменту		1

Шприц-прес для солідолу		1
-------------------------	--	---

Включення установки ВКП під напругою:

1. Увімкнути рубильник на центральному розподільному щиті.
2. Проконтролювати подачу напруги за приладами контролю і індикації на пульті управління.
3. Здійснити пробний пуск установки на холостому ході. Переконалися у відсутності сторонніх шумів, скрипів і заслання, нагріву підшипників.
4. Вхолосту зробити обкатку протягом 30-40 хв.

Обкатка обладнання з навантаженням:

З метою підробітки підшипників, а також зубчастих пар редукторів нове обладнання повинно бути обкатана навантаженням в наступному порядку:

- 1) 14-20-насосна робота обладнання з продуктивністю не більше 800-900 кг/год;
- 2) 5-6 денна робота обладнання з продуктивністю 2500-2600 кг/год.

Підготовка до роботи:

- подати живлення на шафу управління установки ВКП;
- на пульті управління проконтролювати наявність напруга;
- підготувати необхідний обсяг сировини для огрудкування;
- при використанні додаткових механізмів для підготовки і завантаження сировини в бункер устаткування ВКП (конвеєри, перевантажувачі), роботи з цими механізмами виробляти по відповідним інструкціям.

3.6 Технічне обслуговування установки ВКП

Технічне обслуговування представляє собою комплекс операцій, що дозволяють піддержувати працездатність пресової установки протягом тривалого часу.

Технічне обслуговування включає:

- контрольний огляд;
- контроль технічного стану;

- очищення, змазування;
- кріплення болтових з'єднань;
- контрольне регулювання.

Технічне обслуговування повинно проводитися:

- при введенні в експлуатацію;
- при використанні;
- при тривалому зберіганні.

Види технічного обслуговування (ТО):

1. ТО при введенні в експлуатацію установки.

Склад робіт:

- розконсервування установки;
- установка демонтованих вузлів і деталей;
- мастило вузлів тертя;
- перевірка і затяжка різьбових з'єднань;
- регулювання натягу клиноремінною передачею;
- випробування запуском електродвигуна;
- перевірка працездатності та взаємодії усіх вузлів і механізмів.
- апробування обладнання вхолосту протягом 30 40 хвилин.

2. ТО під час експлуатації установки.

Склад робіт:

–Щозмінне технічне обслуговування (ЕТО), проводиться через кожні 8-10 годин роботи машини і включає наступні операції:

1. візуальний огляд;
2. поповнення мастила в підшипниковому вузлі філь'єри;
3. перевірка натягу ременів клиноремінною передачею.

–Перше технічне обслуговування (ТО-1) проводиться через 120 годин роботи машини, а в подальшому один раз на місяць і включає наступні операції:

1. роботи по (ЕТО);
2. поповнення мастила в підшипникових вузлах шнекового вала;

3. поповнення мастила в редукторі (заміна мастила в редукторі проводиться відповідно до документації на редуктор);
4. розбирання середній частині корпусу преса, огляд і очищення проміжних філь'єр;
5. ревізія електрообладнання преса;
6. заміна ущільнювального гумового кільця в підшипниковому вузлі філь'єри преса;
7. перевірка стану гумових втулок Муфти втулкової пружно палацової.

Після дванадцяти місяців роботи в разі значного збільшення зазору між втулками підшипника ковзання в вихідній філь'єрі преса, распрессовати і замінити сталеву втулку на кінці шнекового валу.

3. ТО при тривалому зберіганні установки.

Склад робіт:

–Підготовчі роботи до технічного обслуговування (проводяться власником установки):

1. очистка обладнання від залишків сировини;
2. прибирання навколишньої території;
3. очищення бункерів.

–Підготовка установки до тривалого зберігання:

1. огляд машини;
2. оцінка технічного стану;
3. проведення консервації машин.

–Зняття установки з тривалого зберігання:

1. розконсервування установки;
2. заміна гарантійних і витратних деталей;
3. усунення дрібних технічних несправностей;
4. змащування вузлів тертя;
5. перевірка і затяжка різьбових з'єднань;
6. регулювання натягу клиноремінної передачі;

7. випробування запуском електродвигуна;
8. апробування вхолосту (без навантаження 30 хвилин);
9. регулювання натягу ланцюгових і пасових передач;
10. підтяжка кріплень вузлів машини.

3.7 Спеціальні вимоги по використанню установки ВКП

1. Вимоги до сумісності

Установка ВКП та її складові відповідають чинним національним і міжнародним стандартам, вимогам взаємозамінності і ремонтпридатності.

2. Вимоги до маркування та упаковки

Комплектуючі покупні вироби повинні бути упаковані і марковані відповідно до технічної документації марковані виробників.

3. Вимоги до транспортування і зберігання

Комплектуючі покупні вироби повинні транспортуватися і зберігатися відповідно до технічної документацією виробників. У разі сезонної роботи установки ВКП здійснюється підготовка до зберігання.

Підготовка обладнання до зберігання в осінньо-зимовий період повинна бути закінчена не пізніше ніж через 10 днів після закінчення робіт.

При підготовці до зберігання всі деталі і вузли устаткування необхідно ретельно очистити від пилу, бруду та іржі. Особливо ретельно очистити внутрішні поверхні бункера, корпуса преса.

Незахищені лакофарбовим покриттям поверхні деталей, крім пластмасових, захистити від корозії мастилом НГ-204 (МРТУ 12 Н о 69-63). Пошкоджене фарбування необхідно відновити.

Клинові ремені передач слід послабити.

Пульт управління після ретельного очищення та зняття рукоятки рубильника запломбувати.

Додаткового догляду за обладнанням при зберіганні не потрібно. Зберігання (консервація) обладнання поза приміщень неприпустима.

4. Вимога технічного розвитку.

У конструкції установки ВКП передбачена можливість автоматизації процесу згрудкування, за умови подальшого розвитку технології.

3.8 Переваги від застосування даної технології

Паливо при переробці відходів з використанням технології розробки техногенних родовищ має достатню міцність і теплотворну здатність в залежності від фізико-механічних і фізико-хімічних властивостей вхідної сировини. Ці властивості використовуються споживачами при транспортуванні і спалюванні. Для твердого палива ці властивості безпосередньо залежать від вуглефікації і ступеня метаморфізму (табл. 3.2).

Збільшення міцності пов'язано з особливостями протікання адсорбційних процесів при взаємодії твердої фази з дисперсним рідким середовищем шихти. Міцність при структуроутворенні обумовлюється процесами взаємного розташування і взаємозв'язку між компонентами шихти і досить повно може бути охарактеризована адгезією. Остання залежить від зміни конформації макромолекул структур, сполучних на кордоні розділу фаз (шорсткості, пористості і вологості палива) [38-40].

Таблиця 3.2 – Результати досліджень міцнісних характеристик отриманого палива при розробці техногенних відходів, що представленні вугільними шламами Дніпропетровської та Львівської областей

№ проби	Марка (вугілля, що вміщує шлам)	Міцність готового палива, кг/см ²	Зольність, %
1	Г1 шлам	12,3	19,5
2	Г2 шлам	13,7	22,3
3	Г3 шлам	14,1	25,3
4	Д1 шлам	14,5	26,1
5	Д-Г шлам	13,2	23,8

Отримане паливо має високі теплоенергетичні і фізико-механічні властивості, зокрема достатню механічну міцність, водо- і термостійкість. Так, готове паливо, навіть при використанні високозольних кам'яновугільних шламів, має теплотворну спроможність не менше як 2500 ккал/кг; при електрокінетичному згрудкуванні композицій з низькозольним вугіллям може досягати 4500 ккал/кг, при згрудкуванні з антрацитовими шламами і штибами до 6000 ккал/кг (рис. 3.5).

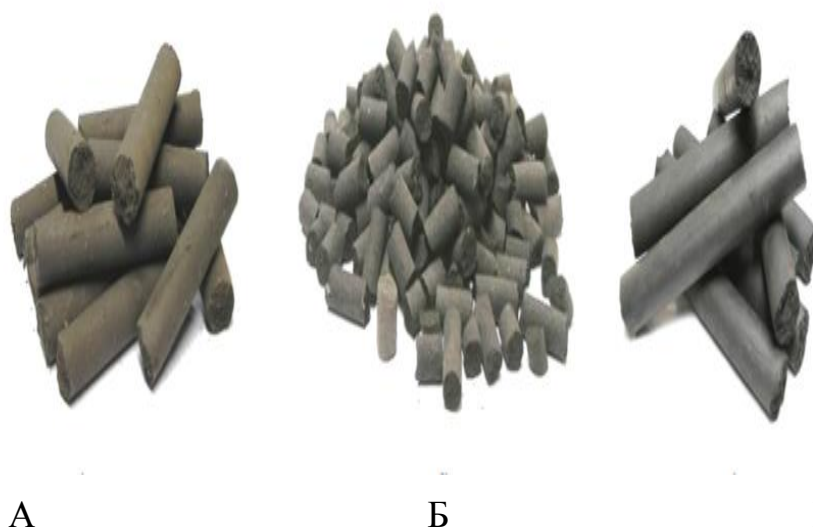


Рисунок. 3.5 – Готове паливо відповідно з вуглецевмісною сировиною – вугільні шлами з бурим вугіллям (а) торфом (б) і антрацитовим штибом (в)

Шар такого палива при спалюванні має хорошу газопроникність, що забезпечує повну ступінь згорання навіть при відносно високій зольності. Готове паливо є висококалорійним і зручним у використанні. [38-40].

Із застосуванням даної технології по переробці відходів вуглезбагачувальних фабрик на шламосховищах можна досить швидко та у значних об'ємах зменшити кількість непотрібних відходів вуглезбагачення.

Процес виготовлення паливних стрижнів схожий з отриманням металевих виробів в порошкової металургії, але при набагато меншій температурі, тиску і енерговитратах.

Розроблена технологія огрудкування вугільних і торф'яних відходів відрізняється дуже малою енергоємністю. Для отримання тони готової продукції витрачається до 10 кВт/год. На кожному етапі технологічного процесу в установці відбувається розчалування і одночасно спресовування грудок злежалого кам'яновугільного шламу, бурого вугілля, торфу та інших компонентів шихти, необхідних для отримання композиційного палива, їх перемішування, в тому числі з органічними добавками з тих же відходів.

Готове, вироблене на установці ВКП, навіть при використанні високо зольного кам'яновугільних шламів, воно має теплотворну здатність не менше 3500 ккал/кг, а при огрудкуванні низько зольний бурого вугілля з того ж української сировини може досягати 4500 ккал/кг і більше. При нинішніх позамежних світових цінах на нафту (63-65 дол./Барель) і внутрішніх на бензин-солярку-мазут застосування паливних стрижнів з технологічних ліній ВКП (вони можуть вміщати до 3-4 установок і допоміжного обладнання) може стати важливою альтернативою для опалення житла населення України.

Теплотворна здатність цього палива поки поступається збагаченим енергетичного вугілля і антрацитів. Але для паливних стрижнів годиться і такий промпродукт, і згадані відвали коксохімзаводів. На жаль, навіть у вугледобувних районах багато жителів використовують в якості побутового палива не газ, а ті ж брикети або вугілля, зібраний на териконах чи в «копанках». Сьогодні багато українських громадян змушені використовувати в якості палива низькоякісне вугілля. Навіть у м. Дніпро є райони і квартали, де провести газопровід проблематично[2,38-40].

Це означає, що їх жителі змушені топити дорогим, часто неякісним вугіллям або дровами.

Наявної продуктивності стандартної установки ВКП в 1,2-1,8 т/год для вирішення проблеми утилізації відвалів і шламів явно недостатньо. Тому спроектована і створена нова модифікація ВКП - її продуктивність значно збільшили - до 5-6 т/год при енергоємності в 1,5 рази вище (двигун потужністю 30 і 45 кВт). Причому оновлена версія ВКП стала горизонтальною, а паливних

стрижнів за одне завантаження роблять вже 25, а не 8. Машина поєднує блоки завантаження, підготовки і очищення шламів-відходів і сушильну камеру в одному блоці[38-40].

За допомогою розробленої технології виготовлені і успішно експлуатуються більше 20 установок ВКП (в Макіївці, Луганську, Донецьку, Дніпропетровську, Запоріжжі, Житомирі та Олександрії). Уже кілька років на Миронівській ТЕЦ (Донецька обл.) виготовляє паливні стрижні установка ВКП. Планується довести продуктивність установки до 10т/год, бо дешевше випустити одну машину або лінію потужніше, ніж 4-5 зі стандартною продуктивністю. В святі з реанімацією Міністерства вугільної промисловості перспективи широкого застосування ліній оновлених ВКП цілком реальні.

Географія поставок ліній для виготовлення паливних стрижнів з відходів може охопити всю Україну. Вони представляють великий інтерес для Польщі, Росії, Румунії, навіть для Китаю, де вугілля широко використовується для побутових потреб [38-40].

Потужності машинобудівних заводів південного сходу України і Донбасу можуть забезпечити випуск достатньої кількості установок ВКП як стандартної, так і підвищеної продуктивності. Технологічна лінія оновленої ВКП виготовлена на машинобудівному заводі в Запоріжжі (рис. 3.6).

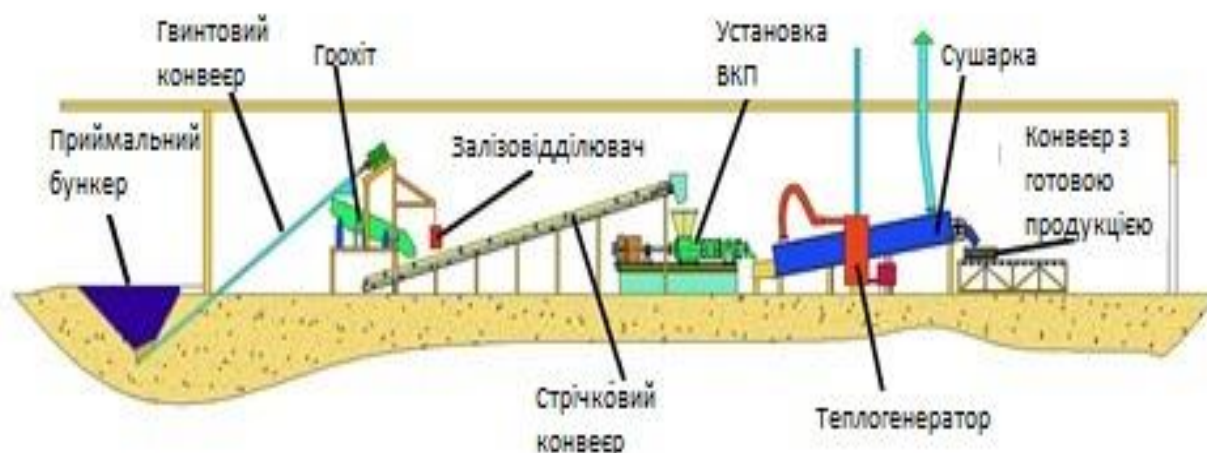


Рисунок 3.6 – Технологічна лінія реалізовує нову АХТ за допомогою

промислової установки ВКП

Широке застосування нового комплексу ВКП дозволить поліпшити і паливний баланс країни, і екологічну ситуацію в ній.

На думку авторів і розробників технології адгезійно-хімічного огрудкування дане обладнання реалізує цю проблему, та накопичених 120-150 млн. т вугільних, коксохімічних і горючих відходів цілком вистачить для декількох десятиліть, щоб сповна забезпечити жителів нашої країни дешевшим «соціальним побутовим паливом».

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні правила техніки безпеки

Установка ВКП відповідає вимогам системи міжнародних стандартів охорони праці, системи стандартів безпеки праці ДСТУ 12.2.030:2003; ДСТУ 7748:2015; ДСТУ 7237:2011 і забезпечується конструкцією [4, 6,34].

Правила техніки безпеки і промислової санітарії в процесі експлуатації установки ВКП встановлюються відповідно до правил техніки безпеки і протипожежної безпеки, що діють на експлуатуючому підприємстві [4,34].

Обслуговування і ремонт електрообладнання дозволяється особам, які мають кваліфікаційну групу по техніці безпеки не нижче третьої.

Виробництво налагоджувальних робіт повинна виконувати бригада у складі не менше 2-х наладчиків [34].

4.2 Правила охорони праці під час експлуатації хвостових і шламових господарств гірничорудних і нерудних підприємств

Укладання хвостів необхідно проводити відповідно до щорічного плану намівання і заповнення хвостосховища, розробленого на підставі проекту будівництва або реконструкції хвостосховища та затвердженого роботодавцем [4,6,10].

Майданчик для влаштування хвостосховищ, санітарно-захисні та охоронні зони, а також чистота вод, що скидаються у відкриті водоймища, і чистота повітряного басейну в районі розташування хвостових і шламових господарств повинні відповідати вимогам чинних нормативно-правових актів. Виробничі та побутові приміщення, проїзди, проходи, зв'язок, сигналізація та освітлення повинні відповідати проектній документації, затвердженій в установленому порядку [10,18].

Механізми та устаткування хвостових і шламових господарств повинні бути справними, обладнаними справними гальмами, сигнальними та захисними

пристроями від перевантажень, КВА відповідно до технічних умов їх експлуатації.

До об'єктів хвостових і шламових господарств: будівель, споруд, устаткування необхідно забезпечити під'їзд автотранспорту без перешкод у будь-яку пору року. Проходи до устаткування, яке розташоване всередині будівель, повинні бути вільними, незахаращеними, достатніми для безпечного ведення поточних та ремонтних робіт [24].

Хвостові і шламові господарства повинні мати технічні засоби зв'язку та сигналізації.

В операторському пункті хвостових і шламових господарств на панелі управління необхідно передбачити пристрої сигналізації аварійного відключення агрегатів насосних станцій, що працюють в автоматичному режимі без працівників[10].

Об'єкти хвостових і шламових господарств, що потребують цілодобового обслуговування, повинні мати стаціонарне електроосвітлення.

На випадок вимкнення електропостачання працівників, які працюють у темну пору доби, необхідно забезпечувати акумуляторними світильниками. Освітлення виробничих і адміністративно-побутових приміщень повинно відповідати вимогам чинних державних будівельних норм[34].

Пересування працівників, які виконують роботи у хвостових і шламових господарствах, необхідно здійснювати за призначеними для цього проходами, сходами і майданчиками. Пересування працівників по пульпопроводах забороняється. На ділянці хвостових і шламових господарств повинні бути схеми руху працівників, транспорту та під'їзних шляхів, затверджені уповноваженими посадовими особами, призначеними роботодавцем[18,24]

Роботодавець повинен забезпечити безпечну експлуатацію електроустаткування відповідно до вимог правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів [6,10].

Ремонт споруд, мереж і устаткування необхідно проводити за щорічними графіками ПЗР цих споруд, мереж і устаткування, які складені на підставі

проекту хвостосховища та затвержені роботодавцем.

Роботодавець розробляє та затверджує інструкції з охорони праці відповідно до вимог положення про розробку інструкцій з охорони праці.

Навчання і перевірка знань з питань охорони праці посадових осіб та працівників повинні проводитися [10].

Роботодавець з урахуванням специфіки виробництва повинен розробити та затвердити перелік робіт з підвищеною небезпекою, для проведення яких потрібні спеціальне навчання і щорічна перевірка знань з питань охорони праці.

Працівники та посадові особи, які не пройшли навчання і перевірку знань з охорони праці у встановленому порядку, до виконання робіт не допускаються.

Роботодавець організовує проведення попереднього (під час прийняття на роботу) та періодичних (протягом трудової діяльності) медичних оглядів працівників певних категорій [18].

Забороняється залучення жінок до робіт відповідно до переліку важких робіт та робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок. Забороняється залучення неповнолітніх до робіт відповідно до переліку важких робіт і робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх.

Всі роботи з підвищеною небезпекою повинні виконуватися тільки за письмовим нарядом. Перелік посадових осіб та працівників, які мають право видавати наряди, повинен затверджуватися наказом роботодавця.

При виконанні робіт на хвостових і шламових господарствах технологічні процеси та устаткування, які шкідливо впливають на здоров'я працівників, повинні відповідати нормам «Санітарних правил організації технологічних процесів і гігієнічних вимог до виробничого обладнання СП 1042-73» [4].

Рівень шуму на робочих місцях повинен ВІДПОВІДАТИ нормам, установленим Санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99. [6].

Рівень вібрації на робочих місцях не повинні перевищувати норм,

установлених державними санітарними нормами виробничої загальної та локальної вібрації ДСН 3.3.6.039-99. [6].

Вміст шкідливих хімічних речовин в повітрі робочої зони працівників не повинен перевищувати значень, встановлених в «Общих санитарно-гигиенических требованиях к воздуху рабочей зоны» [6].

Роботодавець повинен забезпечити працівників засобами індивідуального захисту. Працівники, які виконують роботи, пов'язані з експлуатацією хвостових і шламових господарств, повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту. Роботодавець організовує проведення розслідування і облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві [10].

4.3 Вимоги безпеки під час експлуатації хвостосховищ, шламосховищ та відстійних ставків

Для безпечної експлуатації хвостосховищ і шламосховищ незалежно від їх типу необхідно [6]:

– укладати хвости та шлами відповідно до щорічного плану намивання хвостосховища, дотримуватися схеми заповнення, способу випуску пульпи, технології укладання хвостів та інтенсивності намиву, які передбачені проектною документацією, затвердженою в установленому порядку;

– підтримувати у хвостосховищах та шламосховищах проектний об'єм води;

– проводити щозмінний контроль стану споруд і запобігати перевищенню проектних критеріїв;

– своєчасно виконувати ремонтні роботи і заходи з усунення порушень у режимі роботи хвостосховища та його споруд;

– своєчасно виконувати відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» передбачені природоохоронні заходи.

Забороняється експлуатація хвостосховища за відсутності запасу

матеріалів, інструментів, інвентарю, передбачених затвердженим роботодавцем ПЛАС.

Для позначення небезпечних зон навколо хвостосховищ та у місцях під'їздів і можливих підходів необхідно встановлювати відповідні попереджувальні знаки.

Можливість та умови проведення вибухових робіт у районі розташування хвостосховищ визначаються проектом вибухових робіт, затвердженим у порядку, встановленому відповідно до вимог Порядок затвердження проектно-технічної документації на ведення вибухових робіт [4,6,18,34].

Роботодавець, який експлуатує об'єкти, з яких надходять в атмосферне повітря забруднюючі речовини або їх суміші, повинен отримати дозвіл на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами [6].

4.4 Порядок роботи установки ВКП

Включити прес ВКП. Організувати подачу сировини в приймальний бункер установки ВКП. Отримати на виході преса готову продукцію.

Слідкуйте за якістю брикетів, що збираються в спеціальний ящик. Поверхня що виходить з філь'єри стрижнів огрудкованого палива повинна бути гладкою і злегка блискучою. Якщо стрижні з блискучою поверхнею виходять м'якими, це не є ознакою неякісної продукції, так як при охолодженні вони тверднуть.

Не допускається працювати на сировину з недостатньою вологістю. При цьому зростає навантаження на електродвигун, сильно нагріваються корпусу преса, може спостерігатися вихід пара з зазорів між фланцями корпусу. При такій роботі можливий різкий викид окремих брикетів з філь'єри.

Робота на недостатньо зволоженій сировині може привести до заклинювання шнека і виходу з ладу преса. При появі перших ознак роботи в таких умовах, необхідно обмежити або повністю припинити подачу сировини в бункер преса, зволожити сировину шляхом додавання в нього води.

Пам'ятаємо, що пройде деякий час, поки прибавка води подіє на якість продукції.

У разі якщо пресування корпусу відбулося, необхідно вимкнути прес відкрити хомут і зняти формуючі філь'єру. На короткий час включаючи прес видати матеріал з корпусу. Потім встановити філь'єру на місце, поповнити мастило в підшипниковому вузлі філь'єри і продовжити роботу.

Після закінчення роботи вимкнути прес.

Розкрити хомут, зняти і прочистити формує філь'єру і конус.

Включити короткочасно прес і видати залишився в корпусі сировину.

4.5 Правила безпеки при експлуатації

Перед початком роботи на установці ВКП перевірити справність заземлення.

Перевірити приймальний бункер, не допускати попадання в бункер сторонніх неподрібнених предметів.

Зміну виробляти при вимкненому електроживленні.

При роботі з установкою ВКП ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

1. Усувати несправності при працюючій установці ВКП .
2. Працювати при відсутності заземлення або з несправним заземленням установки ВКП.
3. Працювати при появі сторонніх звуків і шумів всередині установки.
4. Працювати з непідготовленою сировиною, що містить неподрібнені предмети.

4.6 Пожежна безпека і обсяг перевірок протипожежного захисту.

Установка ВКП розроблена відповідно до вимог системи стандартів Пожежної безпеки ДСТУ 8828:2019 [26].

Для захисту персоналу від ураження струмом і захисту мереж від пожежі

на лініях, що живлять розеткову мережу, передбачена установка диференціальних вимикачів РД-2 (У30) [26].

Електрообладнання установки ВКП встановлюється в приміщенні. Періодичність перевірок протипожежного захисту відповідно до вимог до встановлених норм перевірок електрообладнання встановленою потужністю 45 кВт, напругою 380/220 В [26].

У приміщенні, де встановлюється установка ВКП передбачити пост, обладнаний пінним вогнегасником [26].

До експлуатації та технічного обслуговування допускаються особи, які вивчили даний технічний опис та інструкцію по експлуатації, мають допуск до самостійної роботи[26].

4.7 Техніка безпеки та промислова санітарія

Обладнання ділянки грудкування має відповідати вимогам системи стандартів безпеки праці.

Загальні правила техніки безпеки і промислової санітарії повинні здійснюватися відповідно до діючої на підприємстві нормативно-технічної документації [4,6,34].

Відповідальність за безпеку роботи обладнання покладається на оператора. Оператор зобов'язаний знати правила техніки безпеки і вміти попереджати нещасні випадки під час роботи на обладнанні для грудкування органічного палива [4].

Догляд, налагодження та ремонт електрообладнання повинні проводитися тільки особами, які пройшли спеціальну підготовку і мають відповідне кваліфікаційне посвідчення [24].

Всі інші особи, які обслуговують обладнання, повинно пройти інструктаж з техніки безпеки і протипожежної охорони [34].

Щоб уникнути нещасних випадків оператор повинен дотримуватися таких правил техніки безпеки:

1. Провести для робітників інструктаж на місці про правила техніки безпеки і протипожежної охорони.

2. Перед початком роботи переконатися в справності обладнання.

3. Щодня перевіряти наявність і готовність протипожежного інвентарю і комплектність аптечки.

4. Пуск обладнання виробляти тільки після подачі звукового сигналу (зазвичай дзвінком), а аварійну зупинку-після сигналу будь-якої особи.

Під час роботи обладнання забороняється:

–ремонтувати, очищати обладнання;

–знімати огороження і працювати без них;

–оператору залишати робоче місце.

–Для запобігання пожежі необхідно [26]:

–утримувати обладнання в справному стані;

–щодня робити зовнішню очистку обладнання та майданчики навколо нього;

–містити в справному стані електропроводку та електрообладнання.

При обслуговуванні електрообладнання машиніст повинен користуватися «Правилами по влаштуванню електроустановок» і «Правилами техніки безпеки при експлуатації електричних установок».

У разі пожежі машиніст зобов'язаний негайно відключити се електрообладнання та вжити необхідних заходів для припинення пожежі [8].

Роботи по ремонту електроустаткування повинні проводитися тільки при повністю знятій напрузі. Для цього слід [10]:

– відключити вступний рубильник і повісити на ньому плакат «Не включати - працюють люди!»;

– упевнитися у відсутності напруги в мережі копильними лампами, переносним вольтметром або іншими покажчиками напруги, попередньо переконавшись в їх справності;

– накласти тимчасові переносні заземлювальні провідники з боку, звідки може бути подана напруга.

Переносні заземлювальні провідники потрібно спочатку приєднати до заземлювального пристрою. Потім слід переконатися відсутності напруги і руками в ізоляційних рукавичках спеціальними кліщами накласти затискачі заземлюючих звідників на струмопровідні частини, надійно закріпивши проводки [26].

Для заземлення забороняється користуватися будь-якими провідниками, не призначеними спеціально для цих цілей. Забороняється приєднувати заземлюючі і закорочуючі провідники шляхом скручування. Приєднувати їх треба за допомогою болтових затискачів.

Електроремонтні роботи, що виконуються електромонтерами повинні проводитися за обов'язкової присутності другої особи, знайомого з правилами техніки безпеки [26].

Після закінчення монтажних або ремонтних робіт, після звільнення робочого місця від монтажних і ремонтних пристроїв та інструменту, після збирання робочого місця необхідно: зняти переносні заземлювальні провідники у такому порядку; спочатку зняти їх з струмоведучих частин, а потім від'єднати від заземлювального пристрою; зняти з рукоятки рубильника попереджувальний плакат; включити напругу.

Суворе виконання наведених вище правил техніки безпеки є обов'язковим для всіх осіб, які працюють на обладнанні.

Безпека робіт при налагодженні обладнання та його обслуговуванні:

–так як обертові частини приводів є джерелом підвищеної небезпеки, забороняється працювати з частково демонтованими захисними панелями і кожухами:

–пуск в роботу електромеханічного приводу в роботу може проводитися тільки персоналом, що пройшов навчання;

–при налагодженні механічних передач, установці і витяганні фільсери,

–напруга живлення преса повинна бути відключена;

–обслуговування преса має проводитися механіком, який вивчив конструкцію преса.

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНИЙ

В роботі пропонується використання відходів видобутку вугілля, які утворюються у результаті діяльності ЦЗФ «Павлоградська», у якості сировини для виготовлення палива, будівельних матеріалів та для інших потреб населення.

У цьому розділі наведено розрахунок економічного ефекту від продажу отриманої продукції з даної сировини, а також розрахунки еколого-економічного ефекту за рахунок зниження збитків за розміщення відходів вуглезбагачувальних фабрик.

5.1 Розрахунок капітальних витрат

Використання відходів вуглезбагачення у виробництві даного виду палива дозволяє значно знизити вартість кінцевого продукту, без зниження якості[37].

Капітальні витрати на впровадження технологічної лінії по виробництву палива визначається за формулою:

$$K = C_{уст.} + Z_{м.}, \text{ тис. грн.} \quad (5.1)$$

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

$C_{уст.} = 750$ тис. грн.;

$Z_{м.}$ - витрати на монтаж, тис. грн.

Встановлення технологічної лінії з виробництва даного виду палива складає 20 % від вартості обладнання.

Вартість технологічної лінії становить 3 млн. грн.

Капітальні витрати на впровадження запропонованого устаткування становлять:

$$K = 750 + 150 + 3000 = 3900 \text{ тис. грн.}$$

5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати враховують в себе витрати на електроенергію, заробітну плату працівникам обслуговуючим обладнання, єдиний соціальний внесок, та амортизаційні відрахування. [37].

Експлуатаційні витрати розраховуємо за формулою[22, 37]:

$$Z_{\text{експл.}} = Z_{\text{о.т.}} + Z_{\text{н.}} + Z_{\text{а}} + Z_{\text{е}} \text{ тис. грн/рік} \quad (5.2)$$

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

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

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

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

Витрати на оплату праці:

$$Z_{\text{о.т.}} = N_{\text{з}} \cdot K_{\text{о.п.}} \cdot \text{СТ}_{\text{з.п.}}, \text{ тис. грн/рік} \quad (5.3)$$

де $K_{\text{о.п.}}$ – кількість працівників, =3

$\text{СТ}_{\text{з.п.}}$ – ставка заробітної плати, грн./міс. = 5000 грн/міс.

$N_{\text{з}}$ – кількість місяців =12

Для постійного обслуговування технологічної лінії необхідно 3 працівника.

$$Z_{\text{о.т.}} = 12 \cdot 3 \cdot 5000 = 180 \text{ тис. грн./рік.}$$

Єдиний соціальний внесок $\Phi_{\text{от}} = 22\%$

$$Z_{\text{н}} = Z_{\text{от}} \cdot \Phi_{\text{от}}, \text{ тис. грн./рік} \quad (5.4)$$

$$Z_{\text{н}} = 180 \cdot 0,22 = 39,6 \text{ тис. грн./рік}$$

Амортизаційні відрахування становлять:

$$Z_{\text{а.}} = K \cdot A_{\text{г.}}, \text{ тис. грн./рік} \quad (5.5)$$

де $A_{\text{г.}}$ – річні амортизаційні відрахування для класу «Машини та обладнання для виробництва композиційного палива»

$$A_{\text{г.}} = 12,5\%$$

$$Z_{\text{а.}} = K \cdot A_{\text{г.}} = 900 \cdot 0,125 = 112,5 \text{ тис. грн./рік}$$

Витрати на електроенергію:

$$Z_{\text{э.}} = P_{\text{об.}} \cdot \text{Ц}_{\text{э}}, \text{ тис. грн.}, \quad (5.6)$$

де Π_3 – вартість електроенергії, грн./кВт.

Річний обсяг спожитої електроенергії складає:

$$P_{об} = M_{об} \cdot N_1 \cdot N_2 \cdot N_3 \cdot N_4 \cdot K_{и}, \text{ кВт/год} \quad (5.7)$$

де $M_{об}$ – потужність обладнання, кВт/ч, $M_{об} = 45$ кВт/ч

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

N_2 – кількість змін, $N_2 = 1$ зміна,

N_3 – число робочих днів на місяць, $N_3 = 25$,

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

$K_{и}$ – коефіцієнт використання робочого часу, $K_{и} = 0.75$.

$$P_{об} = M_{об} \cdot N_1 \cdot N_2 \cdot N_3 \cdot N_4 \cdot K_{и} = 45 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 25 \cdot 12 \cdot 0.75 = 81000 \text{ кВт/рік}$$

$$З_э. = P_{об} \cdot \Pi_3 = 81000 \cdot 2,5 = 202,5 \text{ тис. грн./рік,}$$

Таким чином, загальна сума експлуатаційних витрат на утримання обраного устаткування розраховується за формулою:

$$З_{експл.} = З_{от.} + З_{н.} + З_{а} + З_{е}$$

$$З_{експл.} = 180 + 39,6 + 112,5 + 202,5 = 534,6 \text{ тис. грн./рік}$$

5.3 Розрахунок екологічного податку за розміщення відходів

Відповідно до Податкового кодексу розрахуємо розмір екологічного податку за розміщення відходів на ЦФЗ «Павлоградська».

Плата за розміщення відходів у навколишньому природному середовищі впроваджується з метою економічного стимулювання заходів по зниженню відходності виробничих процесів, переробці та безпечному захороненню відходів, упорядкування джерел їх фінансування і кредитування та відшкодування народногосподарських збитків, завданих розміщенням відходів у навколишньому природному середовищі [22,37].

Екологічний податок за розміщення відходів у навколишньому природному середовищі компенсує економічні збитки від негативного впливу відходів на здоров'я людей, об'єкти житлово-комунального господарства,

сільськогосподарські угіддя, водні, лісові, рибні і рекреаційні ресурси, основні фонди промисловості та транспорту. [22,37].

Сума екологічного податку, що стягується за розміщення відходів у навколишньому природному середовищі нараховуються платниками самостійно, щоквартально виходячи з фактичних об'ємів скидів, ставок податку та коригуючих коефіцієнтів. Розмір податку за розміщення відходів до впровадження обраних природоохоронних заходів ($\Pi_{рв}^{до}$) визначається за формулою:

$$\Pi_{рв}^{до} = H_{бi} \cdot M_{лi}^{до} \cdot K_M \cdot K_o, \quad (5.8)$$

де: $H_{бi}$ – базовий норматив плати за розміщення 1 тонни відходів і-го виду, грн./т (табл. 5.1);

$M_{лi}^{до}$ – річна маса відходів і-го виду у тонах до впровадження обраних природоохоронних заходів, т;

K_M – коефіцієнт, який враховує розташування місця (зони) розміщення відходів;

K_o – коефіцієнт, який враховує характер обладнання місця розміщення відходів.

Таблиця 5.1 – Нормативи збору за розміщення відходів у природному середовищі за класами небезпеки [22,37].

Клас небезпеки відходів	Рівень небезпечності відходів	Норматив збору ($H_{бi}$), гривень/тонну
I	надзвичайно небезпечні	1405,65
II	високо небезпечні	51,2
III	помірно небезпечні	12,84
IV	малонебезпечні	5
	малонебезпечні нетоксичні відходи гірничодобувної промисловості	0,49

Базові нормативи податку за розміщення 1 т відходів і-го виду у навколишньому природному середовищі ($H_{бi}$) встановлюються з урахуванням

їх небезпечності для навколишнього природного середовища і оцінки економічних збитків від розміщення відходів у природному середовищі та затверджуються Міністерством охорони навколишнього природного середовища України за погодженням з Міністерством економіки України та Міністерством фінансів України [22,37, 48].

Коефіцієнт K_m , який враховує розташування місця (зони) розміщення відходів у навколишньому природному середовищі, визначається за табл. 5.2

Таблиця 5.2 – Значення коефіцієнту розташування місця (зони) розміщення відходів у навколишньому природному середовищі [48].

Місце (зона) розміщення відходів	K_m
В адміністративних межах населених пунктів або на відстані менше 3 км від них	3,0
За межами населених пунктів (на відстані більше 3 км від їх меж)	1,0

Коефіцієнт K_o , який враховує характер обладнання місця розміщення відходів у навколишньому природному середовищі, визначається за табл. 5.3

Таблиця 5.3 – Значення коефіцієнту обладнання місця розміщення відходів у навколишньому природному середовищі [48]

Характер обладнання місця розміщення відходів	K_o
Спеціально створені місця складування (полігони), які забезпечують захист атмосферного повітря та водних джерел від забруднення	1,0
Звалища, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних джерел	3,0
Місця неорганізованого складування (без відповідного дозволу)	10,0

Значення показника $M_{лі}$ приймається рівним річному обсягу розміщення відходів і-го виду у навколишньому природному середовищі. Накопичення від комплексної переробки відходів вуглезбагачувальних фабрик на ЦФЗ «Павлоградська» складає 10 тис. т.

Тож до введення запропонованого заходу плата за розміщення відходів вуглезбагачувальних фабрик на ЦФЗ «Павлоградська» за рік за формулою 5.8 складає:

$$P_{рв}^{до} = 0,49 \cdot 10000 \cdot 1,0 \cdot 3,0 = 14,7 \text{ тис. грн./рік.}$$

5.4 Економічний ефект від реалізації вугільного палива

Плата за розміщення відходів збагачувальної фабрики після впровадження технологічної лінії з виготовлення палива розрахуємо за формулою: [37].

$$P_{рв}^{після} = H_{бі} \cdot M_{лі}^{після} \cdot K_{м} \cdot K_{о} \cdot K_{інд}, \quad (5.9)$$

де $H_{бі}$ – базовий норматив плати за розміщення 1 тонни відходів i -го виду, грн./т (табл. 5.1);

$M_{лі}^{після}$ – річна маса відходів i -го виду у тонах після впровадження обраних природоохоронних заходів, т;

$K_{м}$ – коефіцієнт, який враховує розташування місця (зони) розміщення відходів;

$K_{о}$ – коефіцієнт, який враховує характер обладнання місця розміщення відходів;

Річна маса відходів i -го виду у тонах після впровадження природоохоронних заходів розраховується за формулою:

$$M_{лі}^{після} = M_{лі}^{до} - \Delta M_{лі}, \quad (5.10)$$

де $M_{лі}^{після}$ – річна маса відходів i -го виду у тонах до впровадження обраних природоохоронних заходів, т/рік;

$\Delta M_{лі}$ – потенційно можливий збут палива, т/рік.

Виробнича потужність лінії з виготовлення палива становить 5 000 кг/год.

Річна потужність становитиме 10 080 т/рік.

Для виробництва 400 кг палива необхідно 1000 кг шламу. Річна потреба палива становитиме $\Delta M_{лі} = 4032$ т.

Річна маса відходів і-го виду у тонах після впровадження природоохоронних заходів становитиме:

$$M_{\text{лі}}^{\text{після}} = 10 \text{ тис т} - 4032 \text{ т} = 5 \text{ 968 т.}$$

$$P_{\text{рв}}^{\text{після}} = 0,49 \cdot 5 \text{ 968} \cdot 1,0 \cdot 3,0 = 8,77 \text{ тис. грн./рік}$$

Економія екологічного податку складе:

$$\Delta P = P_{\text{рв}}^{\text{до}} - P_{\text{рв}}^{\text{після}}, \quad (5.11)$$

де $P_{\text{рв}}^{\text{до}}$, $P_{\text{рв}}^{\text{після}}$ - плату до і після, відповідно, збуту отриманої продукції впровадженій технологічній лінії по виробництву палива, грн./рік.

$$\text{Звідси: } \Delta P = 14,7 - 8,77 = 5,427 \text{ тис. грн./рік.}$$

Суму виручки (В) від продажу палива визначимо за формулою:

$$B = \Delta M_{\text{лі}} \cdot C_{\text{сз}}, \text{ грн./рік} \quad (5.12)$$

де $\Delta M_{\text{лі}}$ – потенційно можливий збут палива, $\Delta M_{\text{лі}} = 10 \text{ 080 т/рік}$.

$C_{\text{сз}}$ – вартість палива, грн./кг.; $C_{\text{сз}} = 0,5 \text{ грн/кг}$

Суму виручки (В) від продажу палива:

$$B = 10080 \text{ т/рік} \cdot 0,5 \text{ грн/кг} = 5,04 \text{ млн грн./рік}$$

Економічний ефект від впровадження технологічної лінії розрахуємо за формулою:

$$E = \Delta P + B - Z_e, \quad (5.13)$$

Економічний ефект становитиме:

$$E = 5,477 \text{ тис.} + 5,04 \text{ млн тис.} - 534,6 \text{ тис.} = 4,51 \text{ млн грн./рік.}$$

5.5 Розрахунок терміну окупності

Термін окупності технологічної лінії з виробництва палива визначимо за формулою: [37].

$$T = \frac{K}{E}, \text{ роки} \quad (5.14)$$

Термін окупності технологічної лінії з виробництва палива становитиме:

$$T = \frac{3900}{4510} = 0,86 \text{ роки}$$

Зведені техніко-економічні показники ефективності впровадження технологічної схеми приведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Зведені техніко-економічні показники ефективності впровадження технологічної схеми з виробництва палива з відходів комплексної переробки вуглезбагачувальних фабрик в умовах ЦЗФ «Павлоградська»

Показники	Значення
1. Балансова вартість обладнання, тис. грн.	3900
2. Експлуатаційні витрати, тис грн./рік в т.ч.	534,6
– витрати на оплату електроенергії	202,5
– витрати на оплату праці	180
– єдиний соціальний внесок	39,6
– амортизаційні відрахування	112,5
3. Економія екологічного податку, тис. грн./рік	1,488
4. Виручка від реалізації продукції, млн. грн./рік	5,04
5. Економічний ефект впровадження, млн. грн./рік	4,51
6. термін окупності, роки	0,86

Аналіз даних табл. 5.4 виявив, що впровадження технологічної лінії виготовлення палива є економічно доцільним. Термін окупності технологічної схеми становить 0,86 роки.

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

ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі вирішена задача із удосконалення поводження із відходами вуглезбагачення шляхом використання установки ВКП та використанням отриманого палива для подальших потреб населення.

На території України зосереджена значна кількість промислових підприємств різних галузей економіки, внаслідок діяльності яких накопичилось понад 30 млрд т промислових відходів. Щорічно утворюється близько 1 млрд т відходів, що розміщуються в понад 1,5 тис. техногенних масивах (шламосховищах у т.ч.), таких як відвали, шламо- і хвостосховища, і які загалом займають площу понад 150 тис. га.

Переважає більшість шламосховищ утворилася в результаті діяльності гірничодобувних та паливно-енергетичних підприємств. А в комплексі з невирішеним питанням критичного переповнення полігонів побутових відходів глобальна проблема відходів набуває в нашій країні катастрофічного масштабу. Саме тому необхідним є створення методологічних основ комплексного оцінювання рівнів екологічної небезпеки об'єктів розміщення відходів гірничих підприємств.

В результаті виконання роботи були зроблені наступні висновки:

1. Виявлено, що майже на усіх українських фабриках використовуються усі передові та високоефективні методи збагачення, а саме: відсадка, важкосередовищна сепарація і флотація. Також у великих масштабах була освоєна технологія збагачення у важко-середовищних гідроциклонах. Технологія збагачення енергетичного вугілля дрібних класів застосовується усе частіше.

2. Основною причиною сьогоденного забруднення у даній сфері є те, що через вміст шламів змінюється властивості суспензій і це досить впливає та утруднює процеси збагачення, осадження, зневоднення та згущення. Зараз, особливо в крупних класах, у видобутому вугіллі дуже характерно зустріти підвищений вміст породних домішок. Саме тому на сьогоднішній день

основною метою при збагаченні вугілля є позбавлення від цих мінеральних домішок (або породи), що потрапляють у вигляді прошарків, а також при видобутку з покрівлі і ґрунту пласта. Також відбувається значне утворення шламових продуктів, у тому числі крупнозернистих шламів крупністю 0,5–3 мм. Це було спричинено через збільшення вмісту тонких та дрібних класів в рядовому вугіллі.

3. Через сьогоденний стан навколишнього середовища України забезпечення екологічнобезпечного рівня розробки шламосховищ має бути пріоритетом в процесі їх вивчення та вибору рішень щодо їх подальшого використання. Зміцнення соціально-економічного та екологічного потенціалу регіонів, де накопичено великі обсяги відходів, значною мірою залежить від інтенсивності та ефективності використання техногенних родовищ корисних копалин.

4. Результати відповідної проведеної комплексної оцінки екологічного стану об'єктів довкілля на територіях розміщення техногенних масивів у вигляді шламосховищ є теоретичною та практичною основою для вирішення прикладних задач, таких як планування екологічно обґрунтованого рівня техногенного навантаження, розробка схем вилучення корисних компонентів з відходів, а також розробки способів рекультивації техногенних об'єктів. Запропонована методика дозволяє оперативно визначати суму балів експертних оцінок екологічного стану основних компонентів довкілля (атмосфери, гідросфери, літосфери, ґрунтів і біоти), а також оцінювати ефективність реалізації природоохоронних заходів для зменшення рівнів екологічної небезпеки технологічних процесів розробки шламосховищ для основних компонентів довкілля.

5. Серед запропонованих технологій переробки шламів була запропонована технологія із використанням установки ВКП. Принциповою відмінністю від традиційного огрудкування на інших установках або брикетування є те, що в ході адгезивно-хімічних процесів має місце фізико-хімічний вплив, яке включає: додавання ПАВ, механічну активацію, додавання

речовин, що підвищують електрокінетичні властивості. Дана установка застосовується для створення додаткових паливних джерел із продуктів та відходів вугледобувної, деревообробної та сільськогосподарської промисловості (буре вугілля, торф, лігніт, кам'яновугільні шлами та їх комбінації, тирса, лушпиння насіння, дрібнодисперсна фанера).

6. Було вивчено, що отримане паливо має високі теплоенергетичні і фізико-механічні властивості, зокрема достатню механічну міцність, водо- і термостійкість. Так, готове паливо, навіть при використанні високозольних кам'яновугільних шламів, має теплотворну спроможність не менше як 2500 ккал/кг; при електрокінетичному згрудкуванні композицій з низькозольним вугіллям може досягати 4500 ккал/кг, при згрудкуванні з антрацитовими шлами і штибами до 6000 ккал/кг. Із застосуванням даної технології по переробці відходів вуглезбагачувальних фабрик на шламосховищах можна досить швидко та у значних об'ємах зменшити кількість непотрібних відходів вуглезбагачення.

7. У відходах після процесів вуглезбагачення є цінний матеріал, який може використовуватися в подальших цілях. Використання їх в промисловості(на теплових електростанціях), будівельній індустрії(обігрів приміщень печами побутового призначення) та сільському господарстві(опалення оранжерей і теплиць) - один із стратегічних шляхів вирішення екологічної проблеми в зоні роботи гірничодобувних підприємств.

8. Було розраховано, що використання даної технології у виготовленні палива є цілком доцільним через те, що термін окупності технологічної схеми становить 0,86 роки. Крім того, впровадження запропонованого рішення дозволить зменшити обсяги утворення відходів та покращити умови проживання населення у гірничодобувних регіонах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Білецький В.С., Смирнов В.О., Сергеев П.В. Моделювання процесів переробки корисних копалин: посібник/за ред. І.М.Фика. НТУ «Харківський політехнічний інститут», Львів:«Новий Світ- 2000», 2020. 399 с.
2. Бугаєва, Л.М., Османов М. М., Статюха Г. О.. Використання методів системної динаміки для дослідження сталого розвитку регіонів України. *Східно-Европейський журнал передових технологій*, 2010. № 2/10. С. 22-25.
3. Білецький В.С., Сергеев П.В. Утилізація відходів збагачення вугілля шляхом їх брикетування. *Збагачення корисних копалин*, 2013. №53(94), С. 205-209.
4. Боричів І.І. Охорона праці на підприємствах вугільної промисловості: навчальний посібник. Москва, Недра, 1978.
5. Вамболь, С.А., Колосков В.Ю., Деркач Ю.Ф.. Оцінювання екологічного стану територій, прилеглих до місць зберігання відходів, на основі критерію екологічного резерву. *Техногенно-екологічна безпека*. 2017. Вип. 2. С. 67–72.
6. Вороная Н.С., Чершинова Н.О. Охорона праці. Загальні положення. *Податки та бухоблік*. 2017. №40. С.1-7.
7. Гірничий енциклопедичний словник : у 3 т. /за ред. В. С. Білецького. Донецьк : Східний видавничий дім, 2004.752 с.
8. Гнеушев В.О. Формування та розробка техногенних родовищ: навчальний посібник. Рівне: Волинські обереги, 2013. 152 с.
9. Гожик А.П., Байсарович І.М. Екологічна оцінка проектів видобутку корисних копалин: навчальний посібник. Київський національний університет, 2010. 46 с.
10. Горчаков С.П., Мокронській А.С., Гриф Б.В. Охорона праці у вугільній промисловості: навчальний посібник. Москва, Недра, 1978.
11. Державні будівельні норми України «Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд» ДБН А.2.2.1-2003

від 15 грудня 2003 р./Держбуд України. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/building/tech-reg/normuvannia/derzhavni-ta-galuzevi-budivelni-normi/> дата звернення 1.12.2020).

12. Круть О.А., Білецький В.С., Сергеев П.В. Фізико-хімічні аспекти технології водовугільного палива. *Збагачення корисних копалин*, 2010. Вип. 43.

13. Кузык И.Н. Формирование критериев экологической опасности породных отвалов шахт. *Екологія та природокористування: зб. наук. праць . Ін-т проблем екології та природокористування НАН України. Дніпро, 2009. Вип. 12. С. 156 – 160.*

14. Колесник В.Е., Федотов В. В., Бучавый Ю. В.. Обобщенный алгоритм диверсификации технологий обращения с породными отвалами угольных шахт. Дніпро. *Науковий вісник Національного гірничого університету*, 2012. № 4. С. 138-142.

15. Козуля, Т.В. , Ємельянова Д. І., Козуля М. М.. Комплексна екологічна оцінка природно-техногенних комплексів на основі MIPS- і ризик-аналізу. *Східно-Європейський журнал передових технологій*, 2014. № 3/10. С. 8-13.

16. Кузік, І.М. Вплив породних відвалів шахт на компоненти довкілля та визначення можливостей щодо його зменшення. *Екологія і природокористування*, 2012. №15. С. 31-37.

17. Кроїк, Г.А., Мельник, О.В. Закономірності розподілу техногенних та токсичних елементів у відходах добування та переробки вугілля Західного Донбасу. *Вісник ДНУ, серія «Геологія. Географія»*, 2012. № 14(20). С. 77-82.

18. Коваль Б.О., Губський П.К. Охорона праці на вуглезбагачувальних фабриках: навчальний посібник. Москва, Недра, 1976.

19. Мала гірничо енциклопедія : у 3 т. / В. І. Альохін та ін.; ред. В. С. Білецький. Донецьк : Східний видавничий дім, 2013. 644 с.

20. Оцінка регіональних еколого-ресурсних та еколого-техногенних загроз національній безпеці України : аналіт. огляд / кер. авт. кол. Є. О. Яковлев. Київ : НІСД, 2010. 32 с.

21. Павличенко А.В., Коваленко А.А.. Екологічна небезпека породних відвалів ліквідованих вугільних шахт. Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. Дніпро, 2013. Вип. 110. С. 114 – 120.

22. Пашкевич М.А., Пашкевич Н.В. Эколого-экономическая оценка риска воздействия техногенных массивов на окружающую их среду. ГИАБ. 1999. №7. С. 214-216.

23. Павличенко А.В., Коваленко А.А.. Екологічна небезпека породних відвалів ліквідованих вугільних шахт. *Геотехнічна механіка*, 2013. Вип. 110. С. 116-123.

24. Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації хвостових і шламових господарств гірничорудних і нерудних підприємств: Наказ від 19 січня 2015 р. №20/ Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0127-15#Text> (дата звернення 01.12.2020).

25. Про затвердження Правил охорони праці під час дроблення і сортування, збагачення корисних копалин і огрудкування руд та концентратів: Наказ від 15 травня 2018 р. №704/ Міністерство соціальної політики України. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE32118.html (дата звернення 1.12.2020).

26. Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні: Наказ від 30 грудня 2014 р. №1417/ Міністерство внутрішніх справ України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text> (дата звернення 01.12.2020).

27. Попович В.В., Підгородецький Я.І., Піндер В.Ф.. Типологія териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.8. С. 238-243.

28. Рудько, Г.І. Екологічні ризики при розробці корисних копалин. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. Київ, 2005. № 5. С. 75–84.

29. Смирнов В.О., Сергеев П.В., Білецький В.С. Технологія збагачення вугілля : навчальний посібник. Донецьк: Східний видавничий дім, 2011. 476с.

30. Смирнов В. О. Переробка корисних копалин . Донецьк : Східний видавничий дім, 2013. 598 с.
31. Сухіна О.М. Сучасні методологічні підходи до оцінки впливу гірничодобувних підприємств на довкілля як екологічна інновація. *Економічний вісник НГУ*, 2012. № 2. С. 102-106.
32. Статюха, Г.О., В.А. Соколов та ін.. До питання кількісної оцінки екологічної безпеки при ОВНС. *Східно-Европейський журнал передових технологій*, 2010. № 6/6.С. 44-46.
33. Самойлік В.Г., Білецький В.С., Гудінов Д.В. Вплив мінеральної компоненти на технологічні характеристики водовугільного палива. *Збагачення корисних копалин*, 2013. № 53(94), с. 91-95.
34. Ткачук К. Н., Халімовський М. О., Зацарний В. В. та ін.. Основи охорони праці: навчальний посібник. Київ: Основа, 2006. 448 с.
35. Яковлев, Є.О. Сучасні фактори національної безпеки України при формуванні мінерально-сировинної бази. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. Київ. 2005. № 5. С. 84-91.
36. Бедрань, Н.Г., Скоробогатова, Л.М. Переработка и качество полезных ископаемых. Вища школа. 1984.
37. Бойко В.В. Экономика предприятий Украины: Учеб.пособие –3-е изд. Днепропетровск: Национальный горный университет, 2005. 552 с.
38. Гайдай, А. А., Мальченко, В. И. Исследования прочностных свойств брикетов из угольных шламов и штыбов, полученных способом холодного окускования. Сборник научных трудов НГУ, 2006. № 26, С. 101-105.
39. Гайдай, А. А., Сулаев, В. И. Технология адгезионно-химического окускования угольных шламов и штыбов, бурого угля и торфа. *Уголь Украины*, 2013. № 1. С. 39-43.
40. Елишевич, А.Т. Брикетирование полезных ископаемых. Недра: навчальний посібник. Москва. 1989. 304 с.
41. Олех Т.М., Гогунский В.Д., Руденко С.В. Модель обобщенной оценки воздействия на окружающую среду в проектах. *Управління розвитком складних*

систем, 2013. №15. С. 53- 59.

42. Gorova, A., Pavlychenko A., Borysovs'ka O.. The study of ecological state of waste disposal areas of energy and mining companies. *Mining of Mineral Deposits*, Leiden, The Netherlands. 2013. CRC Press/Balkema:169–171.

43. Gayday, O. Researches of structural-mechanical properties of coal tailings as disperse systems. *Mining of Mineral Deposits*. 2013. P. 327-331.

44. Gajdaj O., & Ruskyh V. Development technogenic deposits by the technology production of composite fuel. *Materials of the International Scientific & Practical Conference «Energy Efficiency and Energy Saving 2017»*. 2017. P. 17-18.

45. Nikolaieva, I.O., Rudakov D.V. Development of a checklist for improvement of tailings safety. *Науковий вісник Національного гірничого університету*. 2015. №2. С. 97-103.

46. Kovalenko, A., Pavlychenko, A. Analysis of ecology-social consequences of mining waste dumping. *Mining of Mineral Deposits*, 2013. № 7(4), P. 405–408.

47. Petlovanyi, M., Kuzmenko, O., Lozynskyi, V., Popovych, V., Sai, K., Saik, P. Review of man-made mineral formations accumulation and prospects of their developing in mining industrial regions in Ukraine. *Mining of Mineral Deposits*, 2019. №13(1). P. 24-38.

48. Податковий кодекс України: Закон України №2755-VI від 02.12.2010 р. [Електронний ресурс] // ВВР. – 2011. – №№13-17. – ст.112 –

