

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Леонід ПЛЯЦУК
(підпис)

_____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр
зі спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» освітньо-
професійної програми «Технології захисту навколишнього середовища»
на тему:

**«Екологічно безпечна переробка фосфогіпсу в технологічних
рішеннях отримання добрив»**

Здобувача групи ТС-01 Ступака Микити Віталійовича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело.

_____ Микита СТУПАК
(підпис)

Керівник – доцент кафедри екології
та природозахисних технологій

_____ Єлізавета ЧЕРНИШ
(підпис)

Суми – 2024

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ ____ ” _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Студентові _____ Ступаку Микиті Віталійовичу _____

Група ТС-01

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Екологічно безпечна переробка фосфогіпсу в технологічних рішеннях отримання добрив».
2. Вихідні дані: дані з наукометричної бази даних Scopus та вітчизняних фахових видань, патенти, державні екологічні нормативи.
3. Перелік обов'язкового графічного матеріалу:
 - Екологічна проблематика переробки фосфогіпсу.
 - Основні напрямки використання фосфогіпсу.
 - Технологічні рішення переробки фосфогіпсу з отриманням добрив.
 - Еколого-економічне обґрунтування зменшення навантаження на довкілля в процесі переробки фосфогіпсу.
 - Охорона праці та безпека при взаємодії з добривами.
4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
1	Літературний огляд	+	+				
2	Аналіз проблеми			+			
3	Оброблення результатів				+		
4	Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях					+	
5	Оформлення роботи						+

Дата видачі завдання – 03.04.2024р.

Керівник

доцент кафедри екології та природозахисних технологій
Черниш Є.Ю.

АНОТАЦІЯ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра.

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновку, списку використаних джерел, який містить 25 найменувань. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи бакалавра становить 53 с., у тому числі 5 таблиць, 1 рисунок, список використаних джерел на 4 сторінки.

Мета роботи – підвищення ефективності використання фосфогіпсу для отримання екологічно безпечних добрив.

Відповідно до поставленої мети було вирішено такі *завдання*: огляд екологічної проблематики поводження із відходами; аналіз методів переробки фосфогіпсу; аналіз перспектив залучення фосфогіпсу як сировини для отримання добрив екологічно безпечним чином; визначення напрямів залучення фосфогіпсу в біотехнологічні виробництва.

Об'єкт дослідження – екологічна проблематика впливу відходів фосфогіпсу на компоненти екосистеми.

Предмет дослідження – процеси переробки фосфогіпсу в екологічно безпечне добриво.

Методи дослідження. Методологічною основою роботи є використання експериментальних, теоретичних та статистичних методів досліджень.

Ключові слова: ФОСФОГІПС, ПЕРЕРОБКА, ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

фосфогіпсу (ФГ). Фосфогіпс вважається цінним вторинним матеріальним ресурсом, оскільки містить до 95% сульфату кальцію (CaSO₄). Фосфорна кислота може бути амонізована для отримання таких відомих добрив, як амофос і діамонійфосфат. Також її солі широко використовуються у різних галузях, таких як харчова промисловість, медицина, фармацевтика, електроніка, хімічна промисловість, текстильна промисловість, скляна промисловість, авіація та машинобудівна галузь. Зростаюче використання гіпсових матеріалів у будівництві, разом з обмеженим числом родовищ гіпсового каменю, поглиблює проблему пошуку джерел кондиційної гіпсової сировини. У той же час проблема використання фосфогіпсу, який накопичується у відвалах хімічних підприємств, залишається невирішеною. Цей матеріал, який характеризується значними запасами сировиною, може бути використаний у будівельній індустрії. Використання фосфогіпсу становить важливу проблему не лише для України, але й для практично всіх країн світу. Присутність 2-3% залишкової фосфорної кислоти і фосфорних сполук у фосфогіпсі обмежує його використання як у сільському господарстві, так і у будівництві. Наприклад, лише близько 6% від загальної кількості фосфогіпсу використовують у сільському господарстві як добриво, яке містить фосфор. В теперішній час середній рівень корисного використання цього промислового відходу в Україні становить не більше 2,0%, хоча в минулі роки він досягав приблизно 2,5млн.т/рік (понад 10% поточного виходу). Навіть при наявності рекомендованих безпечних методів зберігання, таких як спеціально обладнані сховища, що максимально ізольовані від водних об'єктів, та перед їх укладанням необхідної нейтралізації, велика кількість країн, не виключенням є і Україна, надалі зберігають фосфогіпс у відвалах без відповідної підготовки, що призводить до забруднення навколишнього середовища. Покращення екологічного стану навколо небезпечних об'єктів з великими накопиченнями фосфогіпсу можна досягти за допомогою використання екологічно прийнятних процесів його утилізації з одержанням товарної продукції. Перспектива переробки фосфогіпсу стикається зі складною інженерно-

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 20510076

Арк

6

РОЗДІЛ 1 ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМАТИКА ПОВОДЖЕННЯ ІЗ ФОСФОГІПСОМ

1.1 Фізико-хімічна та екологічна характеристика фосфогіпсу

Фосфогіпс є побічним продуктом у виробництві фосфорних добрив, утворюючись під час отримання фосфорної кислоти з фосфатної сировини, зазвичай з фосфатної руди. Основним компонентом фосфогіпсу є сульфат кальцію.

Хімічний склад фосфогіпсу може відрізнятися в залежності від процесу його виробництва та походження сировини. Проте в цілому, основні складові фосфогіпсу включають:

Сульфат кальцію (CaSO_4) є основним компонентом, який може становити більше 90% маси фосфогіпсу.

Міnorні домішки можуть включати різні іони та сполуки, такі як магній, алюміній, залізо та інші, що присутні у вихідній фосфатній сировині та додаткових реагентах, що використовуються під час процесу.

Можливі забруднення фосфогіпсу залежать від умов виробництва і можуть включати різноманітні речовини, такі як тяжкі метали або радіонукліди. Точний склад забруднень може значно варіюватися.

Фізичні характеристики фосфогіпсу можуть варіювати в залежності від конкретного виробництва та умов зберігання. Однак, основні фізичні властивості фосфогіпсу включають:

Форма та текстура: Фосфогіпс може бути у вигляді порошку або гранул, зазвичай має зернисту або пористу консистенцію.

Колір: Зазвичай фосфогіпс має білий або світло-сірий колір, але може мати відтінки від жовтуватого до коричневого залежно від умов виробництва та забруднень.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510076

Арк

8

Щільність: Щільність фосфогіпсу може коливатися, але зазвичай знаходиться в діапазоні від 2,2 до 2,4 г/см³.

Розмір часток: Розмір часток може бути різним, від дрібних порошкоподібних часток до більших гранул.

Розчинність: Фосфогіпс практично не розчиняється в воді, але може розчинятися у розчинниках, таких як кислоти.

Інша фізико-хімічна характеристика фосфогіпсу котра могла не потрапити до опису вище, наведена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Основні фізичні і хімічні властивості фосфогіпсу

Зовнішній вигляд	Вологий розсипчастий продукт білого або від світло- до темносірого або коричневого кольору .
Запах	Слабкий специфічний
Поріг запаху	Не встановлений
pH	7,0 (при концентрації 50 г/л води та 20 °С)
Точка/ діапазон плавлення (°С)	При 128 °С речовина втрачає 1,5 молекул Н ² О з формуванням гемігидрату, при 163 °С – втрата 2 молекул Н ² О з формуванням безводної форми. Для безводної форми: 1450 °С (з розкладанням, кальцій сульфат починає розкладатися при температурі ~960°С з утворенням СаО, SO ² , и O ²)
Не визначається, продукт розпадається	Не визначається, продукт розпадається
Швидкість паротворення	Не може бути застосована
Температура спалаху, температура займання, температура самозаймання	Не горючий
Верхня / нижня межа займання або вибуховості	Не може бути застосована
Тиск пари	Не утворює пари в стандартних умовах
Щільність пари	Не утворює пари в стандартних умовах
Щільність	2,32 г/см ³ (при 20 °С) Насипна щільність ~ 400-600 кг/м ³ .
Розчинність у воді (25°С в г/л)	240 мг /100 мл
Коефіцієнт розподілу в системі «октанол-вода»	Інформація не виявлена.

Так, ці фізичні властивості робляють фосфогіпс важливим матеріалом для використання в різних галузях, включаючи будівництво, сільське господарство, виробництво цементу та інші промислові процеси. Фосфогіпс використовується як добавка у будівельних матеріалах, добривах для поліпшення ґрунту, у

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № покл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 20510076	Арк
						9

Інв. № покл. Підп. і дата
 Взаєм. інв. № Інв. № дубл. Підп. і дата

Вплив відвалів фосфогіпсу на довкілля

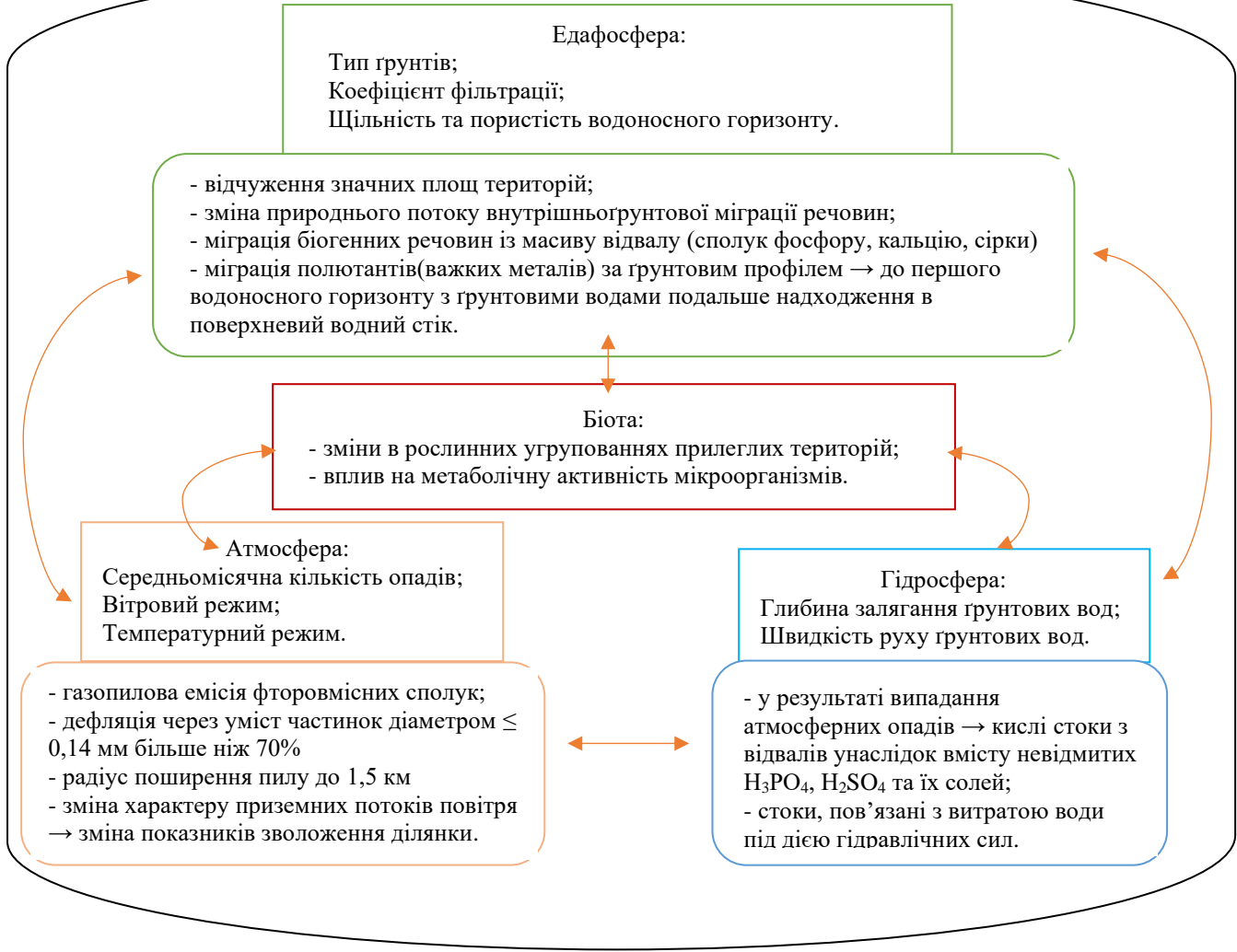


Рисунок 1 – Схематичне відображення сутності моделі впливу відвалів фосфогіпсу на довкілля

Коли фосфогіпс потрапляє у відвал, відбуваються зміни та перетворення. На самому початку відбуваються переважно процеси дегідратації та фізико-хімічного ущільнення, що призводить до утворення більш щільного відкладу. У процесі цього, вологість фосфогіпсу зменшується, коливаючись від 12 до 30%, залежно від того, як довго він зберігався та рівня площі складування. Основними шляхами руху забруднюючих речовин у навколишнє середовище є ерозія вітром та водою, просочування, винос залишків у поверхневі та підземні води, а також

викиди у повітря з території відвалів фосфогіпсу. Вплив на атмосферу від сухих відвалів фосфогіпсу зумовлений наявністю газопилових сумішей, в яких легким компонентом є фтороводень та сірчаний ангідрид. Викид фтору з фосфогіпсу оцінюється приблизно в 3 тонни на рік. Вплив відвалів на забруднення водного середовища обумовлено виносом компонентів фосфогіпсу в процесі їх вилуговування під час зберігання на відкритих майданчиках. Утворення стоків на "сухих" відвалах відбувається за рахунок опадів та втрати води під дією гідравлічних сил. Фосфогіпс, що накопичується у відвалах, має в собі певну кількість зв'язаної та вільної води. Частина цієї вологості разом із дощовими опадами, які просочуються в глибші шари фосфогіпсу, формує техногенний водонапірний шар. Крім того, взаємодія з водою призводить до змін у стані та властивостях фосфогіпсу, що впливає на процеси накопичення та розповсюдження речовин як у самому відвалі, так і в природному середовищі. Спостережено, що з часом зберігання фосфогіпсу кількість сполук фосфору зменшується, що головним чином пояснюється поступовим переходом цих сполук у водорозчинні форми та їх виносом у підземні води через ерозію або винос поверхневими стоками до водних джерел. Літосфера також зазнає змін у природному потоці міграції речовин, причому ґрунт збагачується техногенними речовинами. Найбільше забруднення спостерігається внаслідок міграції важких металів, які можуть бути присутні у фосфогіпсових відвалах. Міграція важких металів є однією з основних проблем експлуатації відвалів фосфогіпсу. Рухливість цих металів пов'язана з їх здатністю до гідролізу, на що також впливає підвищена кислотність фосфогіпсу. Стійкість екосистеми є ключовою характеристикою її асиміляційного потенціалу і в певній мірі пов'язана з цими факторами. Так, асиміляційний потенціал визначається здатністю природного середовища (атмосфери, водних джерел, ґрунту) до прийняття різноманітних антропогенних впливів, включаючи дію забруднюючих речовин, на певній масштабі без зміни основних своїх властивостей у певній тривалій перспективі. Нестійкий стан екосистеми виявляється в зниженні власного асиміляційного

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 20510076

Арк

15

потенціалу до критичного рівня, що може призвести до екологічної катастрофи. Для визначення стійкості або стабільності екосистеми необхідно мати такі вихідні дані: зміни, які характеризують систему та простір її можливих станів; діапазон цього простору та межі змін, в яких ці зміни (або збурення) є непомітними; період часу, на який аналізується стійкість системи; зовнішній фактор або група зовнішніх факторів, відносно яких оцінюється стійкість. При впливі на навколишнє середовище від відвалів фосфогіпсу спостерігається зниження рівня стійкості екосистеми, що пов'язане зі зменшенням ефективності асиміляції речовин, які надходять у компоненти екосистеми з відвалів. Акумуляція та трансформація цих речовин в екосистемі відбувається на перетині двох процесів: розчинення та іммобілізації. Важливим методом іммобілізації важких металів у нерозчинні комплекси є їх спільне осадження з метаболітами мікроорганізмів, зокрема сульфатредукторів, у складних нерозчинних сполуках. Цей процес був досліджений на лабораторній базі Сумського державного університету. Використання природних механізмів фіксації важких металів та їх біохімічного видалення з циклів обігу речовин дозволить знизити техногенне навантаження від місць зберігання та накопичення фосфогіпсу, а також забезпечить підвищення рівня екологічної безпеки в регіоні за рахунок підвищення стійкості екосистеми.

Для зменшення проблем складування фосфогіпсу в навколишньому середовищі важливо вживати заходи контролю та регулювання на кожному етапі: виробництві, транспортуванні та утилізації. Крім того, важливо проводити систематичний моніторинг та оцінку впливу на довкілля, а також співпрацювати з місцевими громадами для забезпечення сталого та відповідального управління фосфогіпсовими відходами.[9]

Інв. № покл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 20510076

Арк

16

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ПЕРЕРОБКИ ФОСФОГІПСУ З ОТРИМАННЯМ ДОБРИВ ТА ЇХ ТЕХНОЛОГІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ

2.1 Утилізація фосфогіпсу в біотехнологічних рішеннях отримання компостів

Фізико-хімічні властивості фосфогіпсу впливають на процеси мінералізації та гуміфікації органічної речовини у ґрунтовому комплексі. Дослідження показали, що внесення фосфогіпсу та добрив з його додаванням призводить до таких якісних змін:

- збільшується вміст мінеральних колоїдів у ґрунті;
- підвищується агрегація ґрунту;
- поліпшується внутрішньо ґрунтова аерація;
- збільшується накопичення та зберігання вологи;
- більш ефективно використовуються органічні речовини і азот;
- активізується розклад залишків кукурудзи, соняшнику та інших важкодеградуючих рослинних відходів;
- ефект від внесення фосфогіпсу спостерігається у ґрунті протягом тривалого часу, зазвичай від 4,5 до 7 років, через низьку розчинність його компонентів.

Біохімічні властивості фосфогіпсу мають значний вплив на мікробний біом середовища, яке піддається очищенню від забруднюючих речовин, таких як складні вуглеводні та сірководень, а також на мезофауну ґрунту. Серед виявлених біохімічних властивостей фосфогіпсу можна відзначити:

- у середовищі життєдіяльності мікроорганізмів фосфогіпс може виступати як додаткове джерело живлення та стимулювати метаболічні процеси клітин-продуцентів, які належать до різних трофічних груп.
- внесення органомінеральних компостів з додаванням фосфогіпсу сприяє збільшенню чисельності популяцій дощових черв'яків у ґрунті.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510076

Арк

17

- під час взаємодії фосфогіпсу з органічними відходами утворюються макроагрегати, які при розчиненні у воді змінюють кислотність середовища, що може негативно вплинути на розвиток яєць гельмінтів та призвести до їх загибелі.

Виявлено, що мікроорганізми виконують перетворення (окиснення, відновлення) ряду неорганічних сполук субстрату, включаючи мінеральні частки фосфогіпсу, трансформуючи їх компоненти у більш або менш засвоєвану форму в залежності від умов середовища (рН, Eh). Цей процес ефективно можна використовувати у біотехнологічних рішеннях для очищення навколишнього середовища. Таким чином, використання фосфогіпсу як мінеральної сировини для виготовлення мінеральних та органо-мінеральних носіїв для розвитку корисних еколого-трофічних груп мікроорганізмів дозволить розширити сферу застосування фосфогіпсу в технологіях захисту довкілля.[9]

Утилізація фосфогіпсу у біотехнологічних рішеннях для отримання компостів може бути корисним та екологічно безпечним способом використання цього матеріалу. Створення складного компосту з використанням фосфогіпсу передбачає поліпшення багатьох аспектів ґрунтового процесу – фізичних, хімічних і біологічних властивостей. Це включає утворення сульфату амонію, формування активних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, що підсилюють ферментативну активність та сприяють формуванню всього ґрунтового процесу. Так, фосфогіпс, внесений в складний компост, а потім в ґрунт, сприяє утворенню малорозчинних сполук з важкими металами і виконує природоохоронну роль.[2] Ось деякі способи, які можуть бути використані для інтеграції фосфогіпсу у процес отримання компостів:

Регулювання рН: Фосфогіпс містить кальцій, який може допомагати в регулюванні рН у компості. Це особливо корисно, якщо компост містить кислі органічні матеріали, такі як фрукти або кавова гуща. Додавання фосфогіпсу може допомогти збалансувати рН та стимулювати біологічний розклад.

Покращення якості ґрунту: Фосфогіпс може збагачувати ґрунт кальцієм та сіркою, що є корисними елементами для рослинного зростання. Додавання

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

фосфогіпсу до компосту може сприяти поліпшенню структури ґрунту та збільшенню родючості.

Зменшення запахів: Фосфогіпс може використовуватися для зменшення неприємних запахів, які часто виникають при розкладі органічних матеріалів у компості. Це може допомогти забезпечити більш приємне оточення для роботи та покращити прийнятність використання компосту.

Збереження води та контроль ерозії: Фосфогіпс може вологозберігаючі властивості, які допомагають утримувати вологу у ґрунті. Це може бути корисним для зменшення потреби у зрошенні та контролю ерозії, особливо на схилених ділянках.

Зменшення викидів та відходів: Використання фосфогіпсу для отримання компостів може допомогти використати цей матеріал як засіб для рециклінгу та зменшення викидів у навколишнє середовище.

Усі ці аспекти демонструють потенційні переваги використання фосфогіпсу у біотехнологічних рішеннях для отримання компостів. Однак важливо проводити належні дослідження та контроль якості, щоб забезпечити безпеку та ефективність використання цього матеріалу. Тільки такий підхід дозволить максимально використати потенціал фосфогіпсу для покращення якості ґрунту та збереження довкілля.

2.2 Переробка фосфогіпсу разом із дигестатом після анаеробного збродження

Переробка фосфогіпсу разом із дигестатом після анаеробного збродження може бути ефективним способом використання цих відходів для отримання корисних продуктів.

Переробка фосфогіпсу разом з дигестатом після анаеробного збродження є одним із способів ефективного управління відходами та виробництва корисних продуктів. Давайте розглянемо цей процес крок за кроком:

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата
--------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510076

Арк

19

1. Анаеробне зброджування: Початковим етапом є анаеробне зброджування, яке використовується для біологічного розкладання органічних матеріалів у відсутності кисню. Під час цього процесу органічні речовини, такі як рослинний матеріал або відходи тварин, перетворюються на біогаз та біогною (залишкова маса після зброджування).

2. Вилучення дігестату: Після завершення анаеробного зброджування вилучається дігестат, який є залишковою масою після процесу. Дігестат містить у собі поживні речовини, такі як азот, фосфор, та калій, які можуть бути корисними для рослин, крім того у складі містяться:

- різні органічні матеріали, такі як рослинні рештки, органічні відходи тварин та інші біомаси, які були піддані анаеробному зброджуванню;
- значна кількість води, яка залишилася після процесу зброджування;
- можуть бути присутні мікроорганізми, які брали участь у процесі анаеробного зброджування і можуть бути корисними для рослин;
- може містити невелику кількість не розкладеного органічного матеріалу, який не піддався повному зброджуванню.

3. Переробка фосфогіпсу: Фосфогіпс додається до дігестату як додатковий компонент. Фосфогіпс містить у собі значні концентрації фосфатів, що є важливими для росту рослин, а також кальцій та інші мікроелементи.

4. Суміш фосфогіпсу та дігестату: Фосфогіпс та дігестат змішуються разом для створення комплексного добрива. Ця суміш може бути оброблена та упакована для подальшого використання у сільському господарстві або садівництві.

Отримане комплексне добриво може бути використане для додаткового живлення рослин в сільському господарстві. Воно доповнює нутрієнтами ґрунт та сприяє збільшенню врожаю.

Щоб детальніше проаналізувати даний процес розглянемо технологічне схему отримання добрив у процесі переробки фосфогіпсу разом із дігестатом після анаеробного збродження наведеного у таблиці 2.1.

Підп. і дата
Інв. № докл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № докл.

					ТС 20510076		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			20

Таблиця 2.1 – Технічна схема переробки фосфогіпсу разом із дігестатом після анаеробного збродження

Назва етапу	Опис процесу
1.Підготовка сировини:	Органічні матеріали, такі як рослинні відходи, рештки їжі, тваринні відходи тощо, збираються та підготовляються для подальшої обробки. Це може включати подрібнення або мелювання матеріалів для підвищення їх поверхні та доступності для мікроорганізмів.
2.Наповнення біореактора:	Підготовлені органічні матеріали завантажуються в спеціальний реактор, де відбуватиметься процес збродження. Біореактори можуть мати різну конструкцію та розмір, від невеликих ємностей до великих ємностей для збродження біомаси.
3.Заповнення анаеробних умов:	Після наповнення біореактора матеріалами створюються умови відсутності кисню. Це досягається за допомогою герметизації реактора та відведенням кисню з системи.
4.Дія мікроорганізмів:	У відсутності кисню спеціальні мікроорганізми, відомі як анаеробні бактерії або археї, починають розкладати органічні матеріали. Під час цього процесу вони виділяють метан та вуглекислий газ, що є продуктами збродження.
5.Формування дігестату:	В результаті процесу анаеробного збродження утворюється рідке або пастоподібне відходове добриво, відоме як дігестат. Цей матеріал містить в собі залишки органічних матеріалів, поживні речовини та інші компоненти.
6.Вилучення та зберігання дігестату:	Дігестат вилучається з біореактора та може бути використаний як органічне добриво в сільському господарстві або інших галузях. Він може бути збережений та транспортований до місця використання для подальшого використання.
7.Підготовка фосфогіпсу:	Фосфогіпс, який є відходом виробництва фосфатних добрив, піддається попередній обробці, такий як мелювання або подрібнення, для отримання однорідної текстури та підвищення його розчинності.
8.Змішування компонентів:	Після підготовки фосфогіпсу його змішують з дігестатом у певних пропорціях в залежності від потреб сільського господарства та властивостей кінцевого продукту.

Інв.№покл.	Підп. і дата
Взаєм.інв.№	Підп. і дата
Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510076

Арк

21

9.Фізико-хімічна обробка:	Суміш фосфогіпсу та дігестату може піддаватися додатковій фізико-хімічній обробці, такій як перемішування, висушування або підігрів, для підвищення ефективності процесу та отримання бажаного кінцевого продукту.
10.Упаковка та розподіл:	Остаточний продукт переробки, який складається з фосфогіпсу та дігестату, упаковується відповідно до вимог та може бути розподілений фермерам або садівникам для використання у сільському господарстві.

Ось деякі можливі переваги та методи цієї переробки:

Покращення якості ґрунту: Дігестат, отриманий після анаеробного збродження органічних відходів, містить багато поживних речовин, таких як азот, фосфор, та калій. Додавання фосфогіпсу до дігестату може допомогти покращити його якість як органічного добрива, особливо за рахунок додаткового постачання фосфору.

Регулювання рН: Фосфогіпс може використовуватися для регулювання рН дігестату. Оскільки дігестат може мати низький рН після анаеробного збродження, додавання фосфогіпсу може допомогти збалансувати його рН та стимулювати процеси розкладу органічних решток у ґрунті.

Збагачення ґрунту поживними речовинами: Комбінація фосфогіпсу та дігестату може забезпечити ґрунт корисними макро- та мікроелементами, які необхідні для рослинного зростання. Це може покращити родючість ґрунту та підвищити врожайність.

Мінімізація відходів: Використання фосфогіпсу разом з дігестатом дозволяє використовувати два типи відходів для отримання корисних продуктів. Це сприяє ефективному використанню ресурсів та зменшенню кількості відходів, які потрапляють на смітник або на полігон.

Стимулювання біологічної активності ґрунту: Додавання фосфогіпсу та дігестату може стимулювати біологічну активність ґрунту, що покращує його структуру та фертильність.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510076

Арк

22

Комплексне діяння: Фосфогіпс може використовуватися разом з іншими компонентами для створення комплексних добрив, які забезпечують рослини всіма необхідними макро- та мікроелементами для оптимального росту та розвитку.

Додаткові елементи: Окрім фосфору та кальцію, фосфогіпс може містити інші корисні елементи, такі як сірка, магній та інші мікроелементи. Ці елементи також можуть бути важливими для рослинного зростання та розвитку.

Стабілізація добрив: Фосфогіпс може використовуватися для стабілізації інших компонентів у складі комплексних добрив. Він може допомогти запобігти втраті поживних речовин через виливання або вимивання з ґрунту, що забезпечує ефективне використання добрив.

Використання фосфогіпсу у складі комплексних добрив може бути ефективним способом використання цього матеріалу для покращення родючості ґрунту та забезпечення необхідних поживних речовин для рослин. Однак перед використанням таких добрив важливо враховувати рекомендації щодо дозування та застосування, а також проводити моніторинг родючості ґрунту для забезпечення ефективного використання цих продуктів.

Провівши патентний пошук було отримано інформацію про спосіб переробки фосфогіпсу в комплексне добриво з використанням напівпродукту виробництва екстракційної фосфатної кислоти. Процес виготовлення комплексного добрива з фосфогіпсу включає дві етапи. Перший етап полягає у взаємодії фосфогіпсу з фосфатним розчином, після чого слідує фільтрація та сушіння отриманого продукту. Однак відмінність цього підходу полягає в проведенні першого етапу без нагрівання, а також у використанні в якості вихідного реактанту на другому етапі промивних вод I та II промивок виробництва екстракційної фосфатної кислоти з вмістом P_2O_5 13 % та 5 % відповідно, а також з вмістом фтору на рівні 0,2 %.

Спосіб виготовлення здійснюється у дві стадії, починаючи з обробки вихідного фосфогіпсу фосфатним розчином, за якою слідує фільтрація та сушіння

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510076

Арк

24

2.Зміна законодавства: Зміни в екологічному або промисловому законодавстві можуть вплинути на виробництво та використання фосфогіпсу.

3.Нестабільність ринку: Зміни в цінах на сировину або викликані економічною нестабільністю можуть впливати на ефективність технологій переробки.

4.Конкуренція на ринку: Конкуренція з іншими матеріалами або технологіями може обмежувати ринкові можливості для технологій переробки фосфогіпсу.

5.Зміна законодавства: Зміни в екологічному або промисловому законодавстві можуть вплинути на виробництво та використання фосфогіпсу.

6.Нестабільність ринку: Нестабільність цін на сировину або зміни в економічному середовищі можуть вплинути на ефективність технологій переробки та їхню конкурентоспроможність.

Будь-який результат переробки фосфогіпсу має поетапність доведення первинної сировини, у нашому випадку це є відвали фосфогіпсу, до фінального продукту, що використовується людиною у різних сферах діяльності, фази переробки наведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3- Технологічні схеми для переробки фосфогіпсу

Назва результату переробки фосфогіпсу	Фаза технологічного рішення
Виробництво гіпсу	Фаза 1: Мелювання та сортування фосфогіпсу: Фосфогіпс мелеться до відповідного розміру часток і сортується за якістю.
	Фаза 2: Гідратизація: Мелений фосфогіпс змішується з водою, що призводить до утворення гіпсу.
	Фаза 3: Фільтрація та висушування: Отриманий гіпс проходить через фільтри для видалення надлишкової вологи та висушується.

Інв.№подл.	Підп. і дата
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	Підп. і дата

Продовження таблиці 2.3

Виробництво гіпсових плит	<p>Фаза 1: Підготовка суміші: Фосфогіпс змішується з іншими складовими, такими як вода, піщаник або папірна маса, щоб сформувати суміш для гіпсових плит.</p>
	<p>Фаза 2: Формування: Суміш виливається в форми та стискається для створення готових плит.</p>
	<p>Фаза 3: Сушка та обробка: Сформовані плити проходять через процес сушки та можуть бути покриті зовнішнім шаром або фінішним покриттям.</p>
Виробництво цементу	<p>Фаза 1: Змішування і перемішування: Фосфогіпс, разом з іншими компонентами, такими як вапняк, кремній, алюміній та залізо, змішуються та подрібнюються до порошку.</p>
	<p>Фаза 2: Підігрів і обсмаження: Порошок піддається підвищеним температурам для синтезу печінки.</p>
	<p>Фаза 3: Охолодження і мелювання: Отриманий клінкер охолоджується та мелеться до фінального розміру.</p>
	<p>Фаза 4: Додавання гіпсу: Деяка кількість фосфогіпсу може додаватися для регулювання властивостей цементу.</p>
	<p>Фаза 5: Упакування: Готовий цемент упаковується для транспортування та зберігання.</p>
Виробництво амоніумного сульфату	<p>Фаза 1: Гідроконверсія: Фосфогіпс піддається гідроконверсії для отримання фосфористої кислоти та амоніаку.</p>
	<p>Фаза 2: Нейтралізація: Фосфориста кислота нейтралізується аміаком для отримання амонійної солі.</p>
	<p>Фаза 3: Кристалізація: Отримана амонійна сіль кристалізується для вилучення амонійного сульфату.</p>
Виробництво фосфорних добрив	<p>Фаза 1: Фосфатування: Фосфогіпс обробляється фосфорними кислотами для отримання фосфатних солей.</p>
	<p>Фаза 2: Грануляція: Отримані фосфатні солі гранулюються для створення фосфорних добрив.</p>
Виробництво вапняку	<p>Фаза 1: Випалка: Фосфогіпс піддається випалці при високих температурах для утворення вапнякового порошку.</p>
	<p>Фаза 2: Мелювання: Отриманий вапняковий порошок мелеться до потрібного розміру часток.</p>

Підп. і дата	Інв. № дубл.	Взаєм. інв. №	Підп. і дата	Інв. № подл.
--------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Продовження таблиці 2.3

Виробництво вапняку	Фаза 3: Класифікація: Мелений вапняковий порошок проходить через процес класифікації для видалення великих часток та отримання однорідного продукту.
Виробництво водорозчинних гіпсових продуктів	Фаза 1: Розчинення: Фосфогіпс розчиняється у воді, утворюючи гіпсовий розчин.
	Фаза 2: Очищення: Розчин проходить через процес очищення для видалення домішок та некристалічних часток.
	Фаза 3: Кристалізація: Очищений розчин піддається процесу кристалізації для отримання водорозчинних гіпсових продуктів.
Виробництво керамічних матеріалів	Фаза 1: Сумішання і підготовка: Фосфогіпс змішується з іншими компонентами, такими як кремній, алюміній та інші оксиди, для створення керамічної суміші.
	Фаза 2: Формування: Суміш формується відповідно до потрібної форми та розміру, наприклад, через пресування або лиття.
	Фаза 3: Спикання: Сформовані предмети піддаються високим температурам для спикання, що дозволяє їм зв'язатися та утворити керамічний виріб.
	Фаза 4: Обробка і глазурування: Завершальна обробка та глазурування виробів з кераміки.
Виробництво покрівельних матеріалів	Фаза 1: Фрезерування та сортування: Фосфогіпс подрібнюється та сортується на потрібний розмір.
	Фаза 2: Пресування: Подрібнений фосфогіпс пресується для створення покрівельних плиток або шинглів.
	Фаза 3: Сушка та обробка: Сформовані плитки або шинглі сушаться та можуть піддаватися обробці для збільшення їхньої міцності та стійкості до погодних умов.
Виробництво штукатурок та стяжок	Фаза 1: Сумішання і підготовка: Фосфогіпс змішується з піщанком, цементом та іншими компонентами для створення штукатурної або стяжкової суміші.
	Фаза 2: Нанесення: Підготовлена суміш наноситься на поверхню стіни або підлоги та рівномірно розподіляється.
	Фаза 3: Висихання: Нанесений шар суміші залишається на висихання до отримання потрібної міцності та стійкості.

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 20510076

Арк

30

Найважливіше не переробити сировину, а реалізувати її фінальну форму та використати її на користь людини. Приклади реалізації продуктів, які можуть бути отримані з переробки фосфогіпсу:

1.Гіпсові плити та панелі: Фосфогіпс може бути використаний для виробництва гіпсових плит та панелей для стін, стель та підлог. Ці матеріали широко використовуються в будівництві для створення внутрішнього оброблення приміщень.

2.Добрива: Після обробки та очищення фосфогіпс може бути використаний як компонент для виробництва добрив. Він містить поживні речовини, такі як кальцій і сірка, які корисні для рослинного росту.

3.Будівельні блоки: Фосфогіпс може бути використаний для виготовлення будівельних блоків, які можуть бути використані для будівництва стін та інших конструкцій.

4.Цемент: Фосфогіпс може бути доданий до цементу як домішка, що дозволяє зменшити споживання цементу і покращити його властивості.

5.Відновлювальні матеріали: Фосфогіпс може бути використаний для виготовлення відновлювальних матеріалів, таких як декоративні елементи або вироби для ландшафтного дизайну.

6.Очищення води: Деякі технології можуть використовувати фосфогіпс для очищення води від важких металів та інших забруднюючих речовин.

7.Виробництво гіпсових плит для сухих стяжок: Фосфогіпс може бути використаний для виготовлення гіпсових плит, які використовуються для створення сухих стяжок в будівництві. Ці плити є екологічно стійкими та мають високу міцність.

8.Виробництво гіпсових фасадних плит: Фосфогіпс може бути використаний для виготовлення гіпсових плит для облицювання фасадів будівель. Ці плити можуть мати різні текстури та візерунки, що дозволяє створювати естетичні та функціональні рішення для будівельних проектів.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 20510076

Арк

31

9.Виробництво гіпсокартону: Фосфогіпс може бути використаний для виробництва гіпсокартону, який є популярним матеріалом для внутрішнього оброблення приміщень. Гіпсокартон легкий, міцний та має високу звукоізоляцію.

10.Стабілізація ґрунту: Фосфогіпс може бути використаний для стабілізації ґрунту в будівельних проектах. Він може додаватися до ґрунту, щоб підвищити його міцність та зменшити його водопоглинання.

11.Виробництво гіпсових сувенірів та декоративних виробів: Фосфогіпс може бути використаний для виготовлення різноманітних декоративних виробів, таких як сувеніри, вази, фігурки тощо.

12.Виробництво гіпсових суспендованих стелей: Фосфогіпс може бути використаний для виготовлення суспендованих стелей у внутрішньому обробленні приміщень, що додає їм естетичний вигляд та допомагає в управлінні звукоізоляцією.

13.Виробництво гіпсових покриттів і фарб: Фосфогіпс може бути використаний як компонент у виробництві гіпсових покриттів і фарб, які застосовуються для внутрішнього та зовнішнього облицювання стін та інших поверхонь. Це надає додаткові властивості захисту та декоративності.

14.Виробництво гіпсових плит для меблів: Фосфогіпс може бути використаний для виробництва гіпсових плит, які використовуються для виготовлення меблів. Це дозволяє створювати меблі з невеликою вагою та естетичним зовнішнім виглядом.

15.Виробництво гіпсових форм для відливання металів: Фосфогіпс може бути використаний для виготовлення гіпсових форм, які використовуються для відливання металів. Це є економічно вигідним та ефективним способом виробництва деталей із металу.

16.Виробництво гіпсових плит для звукоізоляції: Фосфогіпс може бути використаний для виробництва гіпсових плит з підвищеною звукоізоляцією. Це допомагає зменшити звукове навантаження в будівлях та покращити комфорт життя.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510076

Арк

32

17.Виробництво гіпсових дорожніх заглушок: Фосфогіпс може бути використаний для виробництва гіпсових заглушок для доріг та автомобільних трас. Ці заглушки допомагають зменшити шум від транспортного руху та покращити безпеку дорожнього руху.

18.Виробництво гіпсових фасадних декоративних елементів: Фосфогіпс може бути використаний для виробництва різноманітних декоративних елементів для фасадів будівель, таких як карнизи, пілястри, колони тощо. Це додає архітектурний шарм будівлі та підвищує її естетичний вигляд.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 20510076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		33

4.Технологічні витрати: Деякі методи транспортування та зберігання можуть вимагати використання спеціального обладнання та технологій, які також можуть бути витратними.

– Експлуатаційні витрати, які становлять близько 12% від вартості перероблення сировини, можуть включати різноманітні витрати, пов'язані з щоденною діяльністю підприємства. Ось деякі з можливих складових цих витрат:

1.Енергія: Витрати на енергію для приводу обладнання, освітлення, обігріву та кондиціонування приміщень.

2.Оплата праці: Витрати на оплату праці персоналу, який займається переробкою фосфогіпсу та веденням виробничого процесу.

3.Обслуговування та ремонт: Витрати на технічне обслуговування, ремонт та заміну обладнання та механізмів, що використовуються у виробництві.

4.Сировинні матеріали: Витрати на придбання сировинних матеріалів та хімікатів, необхідних для процесу переробки фосфогіпсу.

5.Витрати на виробничий процес: Включають витрати на управління та контроль якості, відстеження та відправлення готової продукції.

6.Інші загальновиробничі витрати: Витрати на адміністративне управління, оренду та утримання приміщень, страхування, оподаткування та інші загальновиробничі витрати.

– Створення відвалів фосфогіпсу вимагає значних земельних площ, що може призвести до великих витрат та проблем з управлінням цими територіями. Для створення відвалів потрібно здійснити процес відчуження землі, що може бути часо-, ресурсо- та витратною операцією. Ці відводи мають відповідати вимогам законодавства та стандартам з охорони довкілля, що може ускладнити процес. Більш того, великі площі, зайняті відвалами, не лише зменшують доступну землю для інших цілей, таких як землеробство або рекреація, але й можуть мати негативний вплив на природні та сільськогосподарські угіддя. Можливість зменшення таких відвалів або знаходження альтернативних методів

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 20510076

Арк

37

обробки фосфогіпсу може допомогти зменшити це відчуження землі та його негативні наслідки.

– Експлуатація відвалів фосфогіпсу може становити потенційну загрозу для прилеглих природних та сільськогосподарських ландшафтів. Однією з основних проблем є можливість забруднення навколишнього середовища внаслідок витікання токсичних речовин з відвалів у ґрунт та водні джерела. Експлуатація відвалів може призвести до руйнування природного ландшафту та порушення екологічної рівноваги в регіоні. Наприклад, розливи токсичних речовин можуть забруднити ґрунт і водні джерела, що в свою чергу може призвести до загибелі рослин і тварин, а також забруднення питної води. Для запобігання цим наслідкам, важливо вживати заходи контролю за експлуатацією відвалів та їх регулювання, а також проводити систематичний моніторинг стану навколишнього середовища для вчасного виявлення та усунення будь-яких негативних впливів.

Сфери діяльності, у яких ведуться роботи з використанням та переробкою фосфогіпсу наведені у таблиці 3.1. Однак, основні недоліки відомих технологій утилізації фосфогіпсу можна узагальнити наступним чином:

Велика витрата теплових та енергетичних ресурсів: Процеси переробки фосфогіпсу в будівельні матеріали та вироби можуть вимагати значних кількостей енергії, що збільшує витрати на одиницю готової продукції і сприяє забрудненню довкілля.

Формування стічних вод та викидів: Процес додавання води для відмивання фосфогіпсу від водорозчинних домішок та використання хімічних реагентів при нейтралізації фосфогіпсу призводить до утворення стічних вод, які потребують подальшого очищення. Крім того, присутність газоподібних викидів також може забруднювати навколишнє середовище.

Збільшення викидів парникових газів: Застосування палива для приведення у рух процесів переробки фосфогіпсу може призводити до

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 20510076

Арк

38

збільшення викидів парникових газів, таких як вуглекислий газ і пари води, що сприяють змінам клімату та загостренню екологічних проблем.

Таблиця 3.1 - Напрямки утилізації та переробки фосфогіпсу

Назва промисловості	Її напрямки щодо утилізації та переробки фосфогіпсу
Будівельна промисловість	Виробництво гіпсових в'язучих низько випалювальних (будівельних, формувальних, високоміцних), високовипалювальних (ангідритного цементу та високовипалюваного гіпсу).
	Виготовлення будівельних виробів з використанням непереробленого фосфогіпсу: блоків і панелей, цеглин – пресуванням фосфогіпсу з в'язким, отриманим з нього ж, виробів з фосфогіпсу і органічних сполучних, наприклад карбамідної смоли, фосфогіпсобетона.
	Виробництво теплоізоляційних матеріалів.
	У цементній промисловості як компонент сировинної суміші і сповільнювач термінів затвердіння готового в'язучого.
	При будівництві доріг в якості матеріалу для підсіпки основи.
	Використання в якості мінералізуючих добрив при обпалюванні цементного клінкера.
Хімічна промисловість	При виробництві паперу та фарб в якості наповнювача, при виготовленні пластмас, скла, нітрату амонію .
	Для випуску сірчаної кислоти з попутним отриманням ряду продуктів (портландцементу, вапна, силікатних матеріалів).
	Отримання добрив і солей (сульфат амонію , крейда, суміш з карбамідом, сульфат натрію).
	Термічний розклад фосфогіпсу.
Сільське господарство	Для меліорації солонцевих (замість природного гіпсу) і кислих ґрунтів (в суміші з пилоподібними вапняними матеріалами типу вапнякового борошна, сланцевої золи).
	Замість фосфорного борошна при компостуванні органічних добрив.
	Використання в якості добрив.
Біотехнології захисту навколишнього середовища	В якості додаткового джерела мінеральних речовин для розвитку бактеріальних консорціумів при очистці нафтовмісних вод та бурових шламів.
	В якості додаткового джерела мінеральних речовин для розвитку бактеріальних консорціумів на мінеральному носії при біологічній очистці.
	Використання в якості іммобілізаційного носія бактеріальних культур у біофільтрах при газоочистці.
	В якості компоненту важкого компосту для удобрення ґрунту та зниження вмісту рухливих форм важких металів.

Використання фосфогіпсу у будівництві доріг дозволяє вирішити проблему утилізації відходів, що в більшості випадків є ефективним та економічно вигідним. Фосфогіпс-напівгідрат може бути рекомендований для використання у

Інв. № докл.	Підп. і дата
Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.
Підп. і дата	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510076

Арк

39

дорожньому покритті у районах, де немає підвищених вимог до морозостійкості. Склад фосфогіпсу, після тривалого вилежування, наближається до стандартних норм. Проте можуть виникати відхилення у вмісті шкідливих домішок, зокрема сполук фосфору і фтору, які можуть перевищувати граничні норми. Це ставить питання необхідності хімічної обробки фосфогіпсу з метою перетворення розчинних сполук фосфору і фтору у нерозчинні, а також нейтралізації залишків фосфорної і сірчаної кислот. Легкорозчинні сполуки, особливо важкі метали, становлять особливу небезпеку. Заміна гіпсу фосфогіпсом має очевидну економічну вигоду, а також допомагає зберегти природні ресурси та значні земельні площі. Проте вирішення технологічних питань повинно враховувати не лише економічну доцільність проектів, а й відповідність стандартам безпеки. Унаслідок хімічного перероблення фосфогіпсу досягаються високі економічні та екологічні ефекти. За використання фосфогіпсу у виробничому процесі призводить до значного екологічного ефекту, оскільки припиняється забруднення довкілля фтористими, фосфорними та сірчаними сполуками, які містяться у фосфогіпсі. Покрокове залучення фосфогіпсу як вторинної сірковмісної сировини у виробничий процес також призведе до економічного ефекту. Використання фосфогіпсу у виробничому процесі дозволяє усунути витрати на його транспортування до відвалів, підготовку промислових майданчиків під фосфогіпс та його зберігання відповідно до вимог санітарних норм. Також знижуються витрати на заборонену в сільському господарстві землю. Використання у виробничому процесі регенерованої сірчаної кислоти сприяє зниженню вартості продукції. Крім того, за рахунок використання фосфогіпсу у виробничому процесі вилучується 1-2% P_2O_5 , яка в іншому випадку б викидалася на відвали разом із фосфогіпсом. Однак для хімічних перетворень фосфогіпсу необхідна його очистка від домішок, таких як P_2O_5 і F. У зв'язку з тим, що у фосфогіпсі наявний 1% мас. P_2O_5 , вміст основного компоненту дикальцій силікату знижується на 10%. Фтор, який також міститься у фосфогіпсі, під час випалювання переходить у газову фазу і виступає каталітичною отрутою під час окислення SO_2 і SO_3 на

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 20510076

Арк

40

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці під час застосування добрив

Мінеральні добрива, регулятори росту рослин, пестициди та інші хімічні речовини широко використовуються в сільському господарстві з метою забезпечення стабільного урожаю. Однак їх використання може мати негативний вплив на людей та навколишнє середовище. Неправильне застосування цих речовин може призвести до серйозної шкоди як для працівників, так і для оточуючого середовища, включаючи тваринний і рослинний світ, ґрунт та атмосферу.

Вимоги щодо виробництва, транспортування, торгівлі, зберігання, застосування, утилізації, знищення та знешкодження пестицидів і агрохімікатів встановлені Законом України «Про пестициди та агрохімікати».

Основні методи запобігання отруєнням від пестицидів і мінеральних добрив включають:

1.Дотримання нормативів і інструкцій з охорони праці: Важливо виконувати всі встановлені норми та правила безпеки при роботі з пестицидами та добривами.

2.Використання засобів індивідуального захисту: Робітники повинні використовувати відповідний захисний одяг та засоби захисту, такі як респіратори, рукавички та окуляри.

3.Дотримання агротехніки: Важливо дотримуватися рекомендацій щодо часу і кількості обробок поля пестицидами та добривами.

4.Безпечне використання відомих препаратів: Робітники повинні використовувати тільки дозволені та добре вивчені пестициди та добрива.

Підп. і дата	
Інв.№докл.	
Взаєм.інв.№	
Інв.№дубл.	
Підп. і дата	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510076

Арк

42

властивостей препарату). Крім того, на кожній упаковці мають бути рекомендації щодо застосування. На упаковці сильнодіючих токсичних або отруйних речовин також має бути малюнок черепа з перехрещеними кістками та напис "Обережно. Отрута!".

Пролиті чи розсипані речовини повинні негайно видалятися та знешкоджуватися. На складі мають бути наявні засоби для знешкодження, такі як хлорне вапно, кальцинована сода тощо.

Перевезення пестицидів та агрохімікатів повинно здійснюватися у присутності відповідальної особи на спеціально обладнаному транспорті, у справній і добре закритій тарі. Жодні інші вантажі або харчові продукти не повинні перевозитися разом з ними.

Перед початком робіт з обробки сільгоспугідь всю використовувану техніку перевіряють на справність, регулюють розташування робочих органів та норму витрати рідини, і випробовують на воді. На корпусах машин наносять написи, що вказують на необхідність застосування при роботі засобів індивідуального захисту (ЗІЗ). Крім того, машини повинні бути обладнані бачком з водою для миття рук.

Обробку з використанням вентиляторних і штангових тракторних обприскувачів проводять при швидкості вітру не більше 4 м/с, з максимально можливим рухом агрегату проти вітру і на відстані не менше 300 м від населених пунктів, джерел водопостачання, місць відпочинку населення і ділянок проведення ручних робіт по догляду за культурами.

Робочі розчини готують на спеціальних розчинних вузлах і заправних майданчиках, які знаходяться на бетонному або асфальтовому покритті і розташовані на відстані не менше 500 м від житлових та громадських будівель, ферм, вододжерел та від берегів рибогосподарських водойм.

Заправку обприскувачів виконують за допомогою герметичних шлангів, щоб уникнути забруднення форсунок, і попередньо профільтрувавши рідини.

Інв. № по длі.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата
----------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 20510076	Арк
						44

Кабіни тракторів повинні бути повністю засклені та закриті під час внесення пестицидів.

По периметру ділянки, яка підлягає обробці, на відстані видимості встановлюють знаки безпеки та попереджувальні написи, наприклад, "Оброблено пестицидами!". Ці знаки забираються після закінчення карантинних термінів.[7]

Пасіки вивозять з ділянок, які підлягають обробці, на відстань не менше 5 км і повертають назад через 1-7 діб відповідно до інструкцій до використаних хімічних препаратів.

На ділянках, де проводилися обробки пестицидами, роботи можуть бути поновлені лише після завершення визначених термінів, що встановлені в залежності від фізико-хімічних властивостей використаних пестицидів (від 1 до 60 діб). Випас худоби на оброблених пестицидами ділянках дозволяється через 25 днів. Варто враховувати терміни, вказані в спеціальних інструкціях з їх застосування.

Авіаційне розпилення пестицидів допускається лише у випадках, коли неможливо використовувати наземну техніку, при умові, що швидкість вітру не перевищує 4 м/с (для зменшення зносу препарату) на ділянках, що розташовані не ближче ніж за 2 км від: населених пунктів; рибогосподарських водойм, джерел господарсько-питного водопостачання; ділянок під посіви культур, які споживаються без теплової обробки (наприклад, цибуля на перо, петрушка, селера, щавель, горох, кріп, томати, огірки, плодово-ягідні дерева і т. д.); скотарень, птахоферм; не ближче 5 км від місць постійного розміщення медоносних пасік. Якщо не можливо виконати ці умови, авіаційне розпилення не допускається.

Роботи з обприскуванням насіння повинні бути максимально механізовані. Заборонено обприсковувати насіння методом ручного перелопачування. Слід застосовувати лише напівсухі і мокрі методи обприскування, а також відповідну техніку.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 20510076

Арк

45

оскільки це допомагає вивести отруту з організму. Склад харчів має містити речовини з обволікаючими властивостями, які запобігають всмоктуванню отрути. Під час роботи з хімічними речовинами заборонено пити, курити або їсти.

Після контакту з пестицидами та мінеральними добривами рекомендується прийняти душ.

Майданчики для відпочинку та харчування, а також продукти та вода мають бути віддаленими не менше ніж на 200 м від місць роботи з хімічними речовинами, а на складах - у відокремлених приміщеннях.

Дотримання вимог охорони праці та належна організація робіт допоможуть запобігти отруєнням, професійним захворюванням, травмам та аваріям під час догляду за посівами.[1]

Інв. № покл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 20510076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		47

ВИСНОВКИ

У роботі проведено аналіз існуючих варіацій технологічних рішень, котрі забезпечать екологічно безпечну переробку фосфогіпсу задля отримання добрив, і не тільки. Добриво, котре є фінальним продуктом переробки фосфогіпсу позитивно впливає на стан та якість ґрунту, до котрого його вносять. Були розглянуті ключові положення, котрі мають розкрити всю сутність екологічно безпечної переробки фосфогіпсу, а саме:

У першому розділі, був присвячений екологічній проблематиці поводження із фосфогіпсом. Цей розділ описує фізико-хімічні та екологічні характеристики даного відходу та основні напрями його використання та проблематика його складування в довкіллі. У результаті було проаналізовано та виявлено, що відвали фосфогіпсу завдають значної шкоди довкіллю, особливо у місцях його скупчення, забруднюючи ґрунти важкими металами та іншими складними компонентами. Щодо властивостей цього відходу, було проаналізовано з якими речовинами та яким чином відбувається взаємодія та до яких наслідків ці зв'язки призводять.

У другому розділі, були проаналізовані та порівняні методи переробки фосфогіпсу з отриманням добрив та їх технологічна реалізація. Це питання дало змогу виявити перспективу використання відходу у предметах , що зможе використовуватися на користь людини. Розглянуто принципи утилізації фосфогіпсу в біотехнологічних рішеннях отримання компостів, переробка разом із дігестатом після анаеробного збродження, та використання його у складі комплексів мінеральних та органо-мінеральних добрив. Загальна перспектива переробки фосфогіпсу у добриво, має усі можливості для впровадження та популяризації даних технологічних рішень.

У третьому розділі, розглядалося економічне обґрунтування зменшення навантаження на довкілля в процесі переробки фосфогіпсу. Цей розділ допоміг розглянути перспективи переробки, з боку економічної складової. Продукти

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510076

Арк

48

переробки фосфогіпсу мають попит на ринку збуту добрив. Розібрано, які сфери господарської діяльності мають не аби яку зацікавленість у придбанні фінальних продуктів переробки фосфогіпсу.

У останньому, четвертому розділі, було проаналізовано ключові положення у сфері охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, а саме під час застосування добрив. Розібрано правило поводження з мінеральними добривами та пестицидами їх вплив на здоров'я людини.

Доповненням до всього вище сказаного, є те, що для обрання інформації був проведений огляд літератури, котрий допоміг детальніше розібратися із питанням екологічно безпечної переробки фосфогіпсу задля отримання добрив та інших корисних предметів, що використовує людина для забезпечення власних потреб.

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 20510076	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		49

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Добротворська К. Безпека та здоров'я під час застосування пестицидів і мінеральних добрив | Баштєчківська сільська рада. *Баштєчківська сільська рада*. URL: <https://bashtechki.gr.org.ua/bezpeka-ta-zdorov-ya-pid-chas-zastosuvannya-pestytsydiv-i-mineralnyh-dobryv/> (дата звернення: 13.05.2024).

2. Іващенко Т., Новосельська Л. Використання фосфогіпсу в створенні складних компостів для сільськогосподарського виробництва. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. 2015. Т. 1, № 10-11. С. 332. URL: http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2015/10-11/10-11_2015.pdf (дата звернення: 24.05.2024).

3. Наукові засади еколого-синергетичного підходу до процесу утилізації фосфогіпсу для зменшення техногенного навантаження на довкілля [Текст]: автореферат ... д-ра техн. наук, спец.: 21.06.01 – екологічна безпека / Є. Ю. Черниш. — Суми : СумДУ, 2019. — 48 с.

4. Пляцук Л. Д., Черниш Є. Ю. Синергетичний підхід до екологічної проблеми накопичення мулових осадів. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2015. № 2 (12). С. 94–100.

5. Пляцук Л. Д., Черниш Є. Ю., Алієва М. О. Огляд проблематики комплексної переробки фосфогіпсу. *Освіта, наука та виробництво: розвиток і перспективи* : матеріали II Всеукраїнської науково-методичної конференції (Шостка, 20 квітня 2017). Суми, 2017. С. 17–18.

6. Спосіб переробки фосфогіпсу в комплексне добриво з використанням напівпродукту виробництва екстракційної фосфатної кислоти : пат. UA 93253 U Україна : C05B 3/00, C01B 25/32. № u 2014 03637 ; заявл. 08.04.2014 ; опубл. 25.09.2014, Бюл. № 18. 2 с.

7. Тобота С. Безпечне застосування пестицидів і мінеральних добрив. *Опішнянська громада, Полтавська область, Полтавський район*.

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 20510076					Арк
										50
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

