

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 101 «Екологія»
освітньо-професійної програми «Екологія та охорона
навколишнього середовища»
на тему:

**ОСОБЛИВОСТІ ФІТОБІОРЕМЕДІАЦІЇ ҐРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ
НАФТОПРОДУКТАМИ**

Здобувачки групи ОС-01 Перекупко Анни Олександрівни

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

_____ Анна ПЕРЕКУПКО
(підпис)

Керівник – асистент кафедри екології
та природозахисних технологій,
кандидат технічних наук

_____ Оксана БУРЛА
(підпис)

Суми – 2024

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 101«Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____
“ ____ ” _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Студентки Перекупко Анни Група ОС-01

1. Тема кваліфікаційної роботи: Особливості фітобіоре mediaції ґрунтів, забруднених нафтопродуктами. Вихідні дані: Вихідні дані науко метричної бази даних Scopus, технічні звіти, статистичні дані Державної служби статистики України, вітчизняні та закордонні патенті бази.

2. Вихідні дані: Вихідні дані науко метричної бази даних Scopus, технічні звіти, статистичні дані Державної служби статистики України, вітчизняні та закордонні патенті бази.

3. Перелік обов'язкового графічного матеріалу:

1. Склад нафти.
2. Ступінь впливу нафтопродуктів.
3. ГДК речовин в ґрунті
4. Відсоткове співвідношення фракцій
5. Сорбція нафтопродуктів тирсою
6. Схема структури охорони праці на підприємстві.

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 2.04.2024р.

Керівник:

Асистент кафедри екології та природозахисних технологій, к. т. н. Бурла О.А.

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел посилання, який містить 25 найменувань. Загальний обсяг бакалаврської роботи 49 сторінок, у тому числі 4 рисунки, 12 таблиць перелік джерел посилання становить 4 сторінки.

Мета роботи – мінімізувати вплив забруднення ґрунтів нафтопродуктами за рахунок застосування розробленої технології по очищення ґрунти.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та виконано такі завдання:

1. Розробити технологію по очищенню слабо забрудненого нафтопродуктами ґрунту.
2. Визначити ефективність сорбенту в застосуванні для очищення слабо забрудненою нафтопродуктами ґрунти.
3. Розрахувати еколого-економічні показники при застосуванні сорбенту в процесі очищення слабо забрудненої нафтопродуктами ґрунти.

Предмет дослідження – технології утилізації забруднення ґрунтів нафтопродуктами.

Об'єкт дослідження – засоби утилізації наслідків нафтового забруднення ґрунтів.

У кваліфікаційній роботі систематизовано наукові праці вітчизняних і зарубіжних вчених, патентної та наукової літератури з існуючих засобів очищення ґрунту від нафтопродуктів, виборі методики для визначення нафтопродуктів в ґрунті, запропоновано технологія для реанімації слабо забрудненого нафтопродуктами ґрунту.

Ключові слова: НАФТОВЕ ЗАБРУДНЕННЯ, ЗАСОБИ ОЧИЩЕННЯ ҐРУНТУ, МІНЕРАЛЬНІ ДОБАВКИ, ЕФЕКТИВНИЙ СОРБЕНТ, АНТРОПОГЕННЕ ЗАБРУДНЕННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	1
РОЗДІЛ 1. ПРОБЛЕМАТИКА УТИЛІЗАЦІЇ НАФТОЗАБРУДНЮЮЧИХ КОМПОНЕНТІВ.....	7
1.1 Хімічний склад нафтозабруднюючих компонентів	7
1.2. Нафтопродукти – джерела забруднення ґрунту	10
1.3 Мікроорганізми в нафто забрудненої ґрунті	14
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЯ ЗАСТОСОВУВАННЯ СОРБЕНТІВ ДЛЯ СОРБЦІЇ НАФТОПРОДУКТІВ.....	21
РОЗДІЛ 3.ПРОБЛЕМАТИКА ТА ЕТАПИ ОЧИЩЕННЯ СЛАБОЗАБРУДНЕНОГО НАФТОПРОДУКТАМИ ҐРУНТУ	26
3.1 Агрохімічні показники ґрунту.....	26
3.2 Визначення фізико-хімічних властивостей дерев'яної тирси	30
3.3 Технологічні рішення щодо очищення слабозабрудненої нафтопродуктами ґрунту	34
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	40
4.1 Безпека життєдіяльності	40
4.2 Еколого- економічна ефективність від використання деревних тирси в процесі очищення нафтозабруднення.....	42
ВИСНОВКИ.....	45
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	47

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

ОС 19510042				
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
		Розроб. <u>Перекупко</u>		
		Перев. <u>Бурла</u>		
		Н.Контр <u>Батальцев</u>		
		Затв. <u>Пляцук</u>		
Особливості фітобіореємедіації ґрунтів, забруднених нафтопродуктами				
		Літ.	Аркуш	Аркушів
			4	49
СумДУ, ф-т ТеСЕТ гр. ОС- 01				

ВСТУП

Нафта є дуже важливим компонентом та енергоресурсом у всьому світі, а ґрунт – головний об'єкт навколишнього середовища. Нафтопродукти використовуються при виробництві виробів, речей, в ремонт, і навіть в виробництві продуктів.

Розливи вуглеводнів на ґрунті завдають відчутної шкоди навколишньому середовищу. Але найбільша шкода припадає на ґрунт, який вбирає в себе нафтопродукти, а це є проблемою, яка вимагає рішень по очищенню ґрунту від забруднень.

При надходженні в ґрунт нафтопродуктів страждають фізичні, хімічні і біологічні властивості ґрунту, ґрунт частково або повністю позбавляється родючого шару. Відбуваються процеси ерозії і деградації земель. Крім того, нафтопродукти при трансформації у ґрунті утворюють токсичні з'єднання. Токсичні з'єднання ускладнюють відновлення початкових властивостей ґрунту, при спробі їх відновлення і створюють серйозну загрозу для навколишнього середовища.

Деградація ґрунтів є головною причиною зниження продуктивності сільськогосподарських угідь і несприятливо впливає на стан природних екосистем. Відновлення забруднених ґрунтів до сільськогосподарської діяльності в справжній час є важливим кроком, а проблема очищення ґрунту від нафтопродуктів – актуальною.

Мета дослідження: мінімізувати вплив забруднення ґрунтів нафтопродуктами за рахунок застосування розробленої технології по очищенню ґрунтів.

Для досягнення поставленою мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Розробити технологію по очищенню слабо забрудненого нафтопродуктами ґрунту.
2. Визначити ефективність сорбенту в застосуванні для очищення слабо

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

						ОС 19510042	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			5

забруднених нафтопродуктами ґрунтів.

3. Розрахувати еколого-економічні показники при застосуванні сорбенту в процесі очищення слабо забруднених нафтопродуктами ґрунтів.

Предмет дослідження – технології утилізації забруднення ґрунтів нафтопродуктами.

Об'єкт дослідження – засоби утилізації наслідків нафтового забруднення ґрунтів.

Методи дослідження: відбір проб ґрунтів, гранулометричний аналіз ґрунту, лабораторні аналізи на кількісний зміст нафтопродуктів гравіметричним методом, визначення важких металів в зразках ґрунту.

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ОС 19510042					Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						6

РОЗДІЛ 1

ПРОБЛЕМАТИКА УТИЛІЗАЦІЇ НАФТОЗАБРУДНЮЮЧИХ КОМПОНЕНТІВ

1.1 Хімічний склад нафтозабруднюючих компонентів

Нафта і нафтопродукти утворюють суміш розчинених рідких і твердих вуглеводнів. Вони представляють суміш алканів (парафінових або ациклічних насичених вуглеводнів), цикланів (нафтенів) та аренів (ароматичних вуглеводнів). Консистенція нафтопродуктів масляниста, темно-коричневого, бурого або зеленого кольори зі специфічним запахом [7].

Нафта добре розчиняє гази (такі як повітря, оксид та діоксид вуглецю, сірководень, газоподібні алкани і так далі). Але в воді нафтопродукти мало розчинні. З вуглеводнів дуже погано в реакцію з водою вступають ароматичні [21].

«З усіх сполук сірки, що входять до складу нафти, найчастіше переважають: сірководень, меркаптани, сульфідиди, дисульфідиди, вільна сірка. З'єднання, в склад яких входить сірка - здійснюють шкідливе вплив на живі організми. Особливо сильну токсичну дія здійснюють сірководень та меркаптани.» [15].

Нафтопродукти різняться по вуглеводневому складу в залежності від їхнього поділу на фракції по молекулярній масі, а також змістом: кисневими, сірчистими і азотистими похідними вуглеводнями [17]. Для нафтопродуктів характерні елементи, представлені на малюнку 1.1. Зміст компонентів, зазначених в діаграмі 1 може змінюватись в залежності від місця та умов видобутку нафти [22]. Як бачимо з діаграми основні хімічні нафто утворюючі елементи – вуглець та водень.

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

						ОС 19510042	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			7

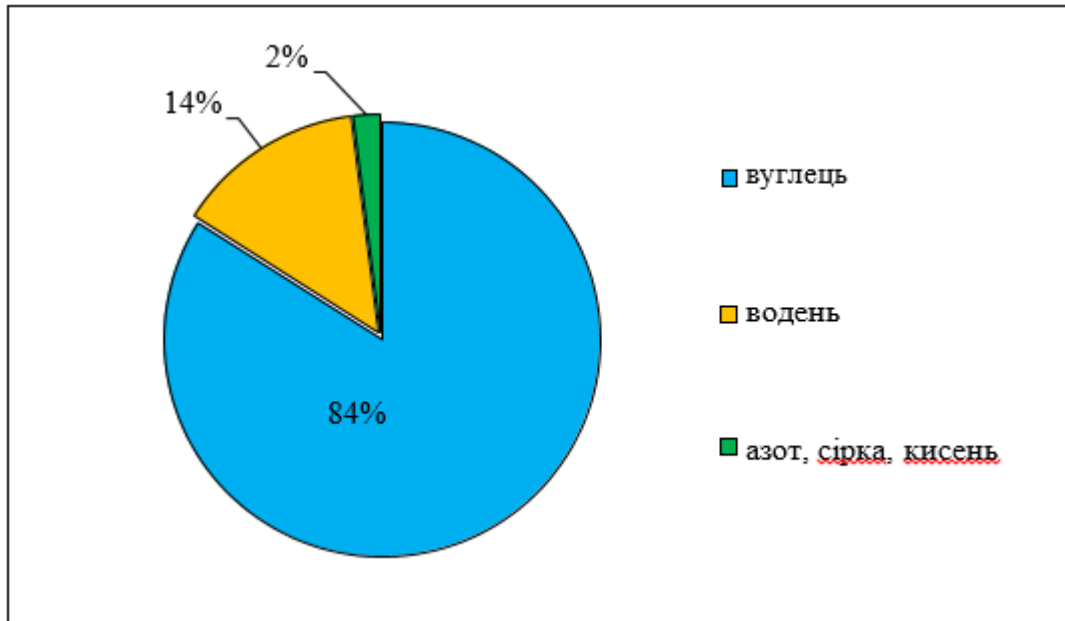


Рисунок 1.1 – Склад нафти

За структурно-групового складу нафту поділяють на класи: парафінові, парафіно-нафтові, нафтові, парафіно-нафто-ароматичні, нафто-ароматичні і ароматичні нафти. Класи відрізняються друг від друга різним складом вуглеводнів і місцем походження (родовищем) [39].

Тип нафти залежить від відносного змісту алканів нормального і ізобудування. за процентному змістом в нафти алканів від 2 до 50 % і більше.

«Густина» один з основних і загальних показників властивостей нафтопродуктів. Вона має значення як фізична характеристика, а в низці випадків і як експлуатаційний показник якості нафтопродуктів» [11].

За щільності нафта буває: легка $0,828 \text{ кг/м}^3$, обтяжена $0,828 - 0,884 \text{ кг/м}^3$, та важка $0,884 \text{ кг/м}^3$ [43].

Щільність нафти зазвичай менша за одиницю, це обумовлено змістом в її складі вуглецю [27].

«В'язкість нафти обумовлюється присутністю ароматичних або нафтових циклів (чим більше їх зміст, тим вище в'язкість). В'язкість знижується при

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

зростанні легень фракцій або розчинених газів. Середній зміст в'язкості в межах 40 – 60 мм²/с» [55].

У складі легких нафт більше бензинових і газових фракцій і менше сірки і смол. Їх застосовують в виробництві мастильного олії високої якості.

склад важких нафтою - це безліч смолисто-асфальтенових речовин, гетеро атомних з'єднань. Вони не придатні для виробництва олій і палив.

«Моторна олія (далі – олія) – олія, яку використовують для мінімізації сили тертя між що рухаються деталями поршневих і роторних двигунів внутрішнього згорання» [23].

Масло отримують з мазуту, шляхом нагріву до 450 °С тиском п'ятдесят міліметрів ртутного стовпа, далі спрямовують в ректифікаційну колону для поділу на легені, середні і важкі фракції.

Згідно міжнародному державному стандарту ГОСТ 17479.1-2015 «Масла моторні. Класифікація і позначення» олії діляться за експлуатаційними властивостями – на групи та за в'язкістю – на класи. Кожна з груп та підгруп призначена для певного типу автомобіля.

Головними експлуатаційними характеристиками моторного олії є в'язкість (SAE). Її ділять на класи: зимові - OW, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W, літні (в'язкість олій при 100 ° С, мм²/ с) - 20, 30, 40, 50, 60. Показник в'язкості всесезонного олії = зимове + літнє, яке отримують загушенням малов'язкої основи макрополімерними присадками.

У склад олії входять базові олії, для підвищення властивостей додають присадки. Як базові олії застосовують дистильовані та залишкові компоненти різною друг від друга в'язкості (вуглеводні), їх суміші, вуглеводневі компоненти, освічені в процесі гідрокрекінгу і гідроізомеризації, синтетичні продукти (високомолекулярні вуглеводні, поліальфаолефіни, складні ефіри та інші).

Миючі присадки використовують для виключення прилипання смолистих речовин до нагрітим деталей двигуна. Існують 2 типу присадок: зольні та беззольні. Зольні у своєму складі мають сульфонати барію, кальцію, магнію,

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

						ОС 19510042	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			9

відрізняються високою лужністю, створюючи ефективну нейтралізацію кислих продуктів.

Після згоряння зольних присадок залишається зола. Зольність товарних олій знаходиться в межах від 0,5 до 2,6%. Зола до 0,002% не завдає негативний вплив. Чим менше в олії зольності, тим більше збільшується термін роботи свічок і зменшується знос двигуна.

Протипінні присадки - для зниження спінюваності олії. Їх зміст в оліях від 0,001 до 0,005 %.

Депресатори застосовують для зниження температури, при якій олії втрачають рухливість. Додавання 0,5 % депресорної присадки знижує температуру застигання олії на 15–20 °С [18].

Сірчистість (сірка) в моторному маслі при згорянні утворює сірчисті гази, шкідливі для металу і навколишнього середовища. Така сірка в паливі переходить в що виплавляється метал. Зміст сірки в моторній олії регулюється європейським стандартом ІСО 4260 «Нафтопродукти і вуглеводні. Визначення змісту сірки. Метод спалювання по Вікбольду» [13].

1.2 Нафтопродукти – джерела забруднення ґрунти

Нафтопродукти негативно впливають на навколишнє середовище: ґрунту, повітря, воду. У екології нафтопродукти розглядаються як самостійні токсиканти [15].

Забруднення ґрунтів нафтопродуктами буває тривалим і короткостроковим.

Короткострокове – видаляється швидко, в короткі терміни (зазвичай це невеликі розливи нафтопродуктів). На думку авторів Алекперова та ін. тривале забруднення (Створюється завдяки сирий нафти, видобувається водою і буровим шламом) викликає зміну геохімічних, гідрологічних, геофізичних і біологічних умов екосистеми навсій території регіону.

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

										ОС 19510042	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата							10

Сильне забруднення сприяє вимиранню рослинного покриву. Якщо забруднення не велике (або забруднення легкими фракціями), то ґрунт може з закінченням часу само очиститися [29].

«Нафта та нафтопродукти в ґрунті можуть розташовуватися в наступних середовищах:

- в пористий - пароподібне або рідке легко пересувається стан, в початкової або розчиненому в одній, або водно емульсійної фазі;
- у пористій та тріщинах – у незалежному та нерухомому стані, висловлюючи в'язкі або тверді властивості, коагулюючи частинки ґрунти;
- в сорбованому - в присутності гірських порід або ґрунтів, включають органічні речовини;
- на верхньому шарі ґрунту або ґрунту – сплатна органо-мінеральна маса» [12].

Вільні і малорухливі форми нафтопродуктів без праці випаровуються в атмосферу, а розчинні - з'єднанні в воду. Такий процес відбувається протягом всього того часу, коли в ґрунті є нафтопродукти. Пояснюється це тим, що мікробіологічні процеси трансформації вуглеводнів створюють леткі і водорозчинні продукти від свого метаболізму. Швидкість випаровування, вимивання і можливість міцного зчеплення частинок ґрунту і нафтопродуктів залежить від важких, легень фракція, вхідних в склад нафтопродуктів та присутності парафіну.

Фракції нафти здійснюють різний вплив на живі організми. Легкі фракції з великою швидкістю проходять в ґрунтовусистему по капілярам проникають на глибину до одного метри. Такі фракції мають малі температури кипіння і швидко випаровуються. "В склад фракцій входять прості низькомолекулярні метанові (алкани), нафтенові (циклопарафіни) і ароматичні вуглеводні - найбільш рухлива частина нафти» [25]. «Легка фракція складається з метанових вуглеводнів (число вуглеводневих атомів від 5 до 11 (пектан, гексан, гептан, октан, нонан, декан,

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

						ОС 19510042	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			11

ундекан))» [16]. «Нормальні (нерозгалужені)алкани в такої фракції містять від 50 до 70%» [39].

«Нормальні алкани (короткий вуглеводневий ланцюг), в легені фракцій надаю швидкий вплив» [10]. «Вони добре розчиняються в воді, легко проникають у клітини організмів через мембрани, дезорганізують цитоплазмові мембрани організму, надають токсичну дію на мікробні спільноти і ґрунтових тварин» [35]. «Зі змістом легкої фракції корелюють інші характеристики нафти: вуглеводневий склад, кількість смол і асфальтенів» [29]. «Зі зменшенням змісту легкої фракції її токсичність знижується, але зростає токсичність ароматичних з'єднань, відносно зміст яких зростає »[27]. «Більша частина легкої фракції нафти поверхні ґрунти при поливі змивається водними потоками, розкладається і вивітрюється. Випаровуванням з ґрунту випаровується від двадцяти до сорока відсотків легкої фракції» [30].

«Тверді метанові вуглеводні (парафін) у нафті (мінімальний тадо 15-20%). Вони не є токсичними для живих організмів, але через високі температури застигання (плюс 18 ° С і вище) та розчинності нафти (плюс 40 ° С) можуть змінювати агрегатний стан (твердий стан), блокуючи рухливість нафти »[42]. «Твердий парафін важко руйнується і окислюється на повітря. Він тривалий час може «заклеїти» усі пори ґрунту, позбавивши її вологообміну і "Дихання". Що викликає повну деградацію біоценозу» [33].

Нафтові (циклоалкани) і ароматичні (арени) в нафти - циклічні вуглеводні. Загальний вміст нафтових вуглеводнів нафти 35–60%, іноді може бути більше або менше. Окислювальні процеси протікають з працею. Біодеградацію погіршує погана розчинність і відсутність функціональних груп [31].

«Ароматичні вуглеводні – найтоксичніші. Зміст їх у нафти частіше від 20 до 40 %. Найбільшу масу ароматичних структур складають моноядерні вуглеводні – гомологи бензолу» [34].

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

					ОС 19510042		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			12

«Бензол і його гомологи токсично дуже швидко впливають на організм, в відмінності від поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ). ПАУ діють повільніше, з тривалим часом, опиняючись хронічними токсикантами. Ароматичні вуглеводні важко піддаються руйнування. Окислюються мікроорганізмами» [32].

Високомолекулярні не вуглеводневі компоненти нафти – смоли та асфальтени. Вони визначають фізичні властивості та хімічну активність нафти. «Структурний каркас смол і асфальтенів складають високо конденсовані поліциклічні ароматичні структури, що складаються з десятків кілець, з'єднаних між собою гетероатомними структурами, містять сірку, кисень, азот» [31]. Бувають малосмолисті (від 1 – 2 до 10 % смол і асфальтенів), смолисті (10 – 20 %) і високосмолисті (23-40%) [43]. Смоли та асфальтени містять головну частина мікроелементів нафти, і майже усі метали. Загальний зміст мікроелементів в нафти - соті, десяті частки відсотки. Смоляні речовини дуже чутливі до елементарного кисню і активно приєднують його. На повітрі смолиста нафта швидко густіє, втрачає рухливість. Якщо нафта просочується зверху, її смолисто-асфальтенові компоненти сорбуються в здебільшого в верхньому, гумусовому горизонті, міцно цементуючи його, зменшується паровий простір ґрунту. Смолисто-асфальтенові компоненти гідрофобні. У коріння рослин перекривають капіляри і волога до них не надходить, так рослини відмирають.» Речовини майже не доступні мікроорганізмів, процес метаболізму протікає повільно, до десятків років. Токсичний вплив здійснюють деякі важкі метали в складі смол і асфальтенів. Останні малодоступні мікроорганізмам і зазвичай залишаються в ґрунтах у вигляді міцного органно-мінерального комплексу» [16].

Прокошева М.А. в своїй роботі розділила зміст нафти і нафтопродуктів на критерії, не враховуючи регіонально-кліматичні і інші фактори, негативно діючі на живі організми.

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ОС 19510042				Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

Таблиця 1.1 – Ступінь впливу нафтопродуктів

Ступінь забруднення ґрунти	Зміст нафти, мг/кг
Слабка ступінь	1 000 - 2000
Середня ступінь	2 000 - 3000
Сильна ступінь	3 000 - 5 000
Дуже сильна ступінь	> 5 000

Таким чином, керуючись таблицею 1.1 і знаючи концентрацію нафтопродуктів у ґрунті, можна, можливо визначити по кількості вмісту нафтопродуктів, її ступінь забруднення.

1.3 Мікроорганізми в нафтозабрудненому ґрунті

Дослідники визначають самоочищення та самовідновлення ґрунту, забрудненого нафтопродуктами, як біогеохімічний процес переміщення забруднюючих речовин, що йде через стадії відновлення біоценозу [12].

Тривалість стадій для різних природно-кліматичних зон - відрізняється, так як створюються різні оптимальні умови процесу біодеструкції вуглеводнів нафтопродуктів [35].

Термін руху нафти залежить від ґрунтово-кліматичних факторів, а також включає проміжок часу від місяця до десятків років» [5].

Етапи розкладання нафтопродуктів в ґрунті:

- «фізико-хімічне і мікробіологічне розкладання алканів;
- мікробіологічне розкладання низькомолекулярних з'єднань;
- мікробіологічне розкладання високомолекулярних сполук: смол, асфальтенів, поліциклічних вуглеводнів» [41].

Три необхідні етапи природного очищення ґрунтів від нафтопродуктів. Етап перший (один - два роки) входять фізико-хімічні процеси: вимивання, вивітрювання, розподіл нафтових вуглеводнів горизонту земель. За закінченню

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ОС 19510042				Арк
									14
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата					

трьох місяців в ґрунті залишаються п'ятнадцять відсотків від вихідний нафти. З ґрунти випаровуються газоподібні і легколеткі з'єднання. Вони складаються з низькомолекулярних частинок нафти.

Такі фракції для ґрунту токсичні.

Етап другий (3–4 роки) включає біологічні фактори, переходи в метанонафтеніві і ароматичні вуглеводні. На етапі періодівгубиться до двадцяти відсотків залишкової нафти. Руйнування більше важкої фракції протікає повільно. Третій етап довгий і маловивчений. У складі ґрунту є поліциклічні ароматичні вуглеводні, які важко розкладаються мікроорганізмами. Розкладання нафти і нафтопродуктів довгий, що складається з багатьох стадій процес. На нього впливають фізико-хімічні біологічні фактори.

Вміст нафтопродуктів (від 6 до 12 г/кг) призводить до тривалості процесу самовідновлення від восьми до тридцяти чотирьох років і більше. «У областях, де середньорічна температура низька тривалість процесу самовідновлення ґрунтів збільшується. Там дія вуглеводневих забруднень, поширюється на десятиліття» [13].

Проникаючи в навколишню середу нафтопродукти запускають процес трансформації, де переважають абіотичні фізико - хімічні процеси [15]. «Певний відсоток нафтопродуктів (у особливості низькомолекулярних) може випаровуватися і вивітрюватися з забрудненого ґрунту»[44]. За даними Другова Ю.С. та ін., за перші п'ятнадцять - двадцять діб з верхнього шару при середньодобових температурах від 18 до 24 °С може випаруватися близько від двадцять шести до тридцяти двох відсотківнафтопродуктів. «Нафтопродукти на поверхні ґрунтів окислюються» [36], а на високомолекулярні нафтопродукти (> C₂₀) не впливають абіотичні і біотичні фактори ,що повільно фільтруються в нижні шари ґрунту. Сорбуються ґрунтом і збираються у її верхньому шарі. Частковий відсоток з'єднань проходить у нижні шари, звідти до ґрунтових вод. Часто цими сполуками є прості по будовою низькомолекулярні алкани, алкени і ароматичні вуглеводні нафти «Саме низькомолекулярна (C₅-C₂₀) фракція нафти

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ОС 19510042				Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

має максимальну токсичність, але легко видаляється через абіотичні фактори змивання водою або випаровування» [34]. «Високомолекулярні парафіни дуже довго руйнуються і важко окислюються на повітрі» [17]. Дослідниками Піковським Ю.І. і Ісмаїловим Н.М. показано, що за першу добу при середньодобових температурах 18-24 °С з нафтового забруднення на поверхні ґрунту випаровується до 75 % бензину, 24 % гасу, 2-18% сирової нафти та близько 0,4% летких компонентів мазути. За даними Івасишина П.Л., на п'ятий день нафто забруднені ґрунти втрачають близько 14 % нафтопродуктів, що потрапила в них, а через 20 днів цей показник може складати вже 36 %. Наступна деструкція нафтопродуктів здійснюється під впливом біологічних факторів, тривалість цієї стадії встановлюється якісними і кількісними властивостями мікробіоти.

Таким чином, в процесах самоочищення ґрунтів в природних умовах головне місце займають фізико-хімічні властивості нафти, а також біохімічні та фізичні властивості ґрунту. «Очищення забруднених нафтою ґрунтів пов'язана з процесом біохімічного окислення вуглеводнів нафти, котрий відбувається тільки при участі нафтоокисних мікроорганізмів» [39].

Забрудненні нафтопродуктами ґрунти, сприяють їх змін в хімічному складі, властивостях та структурі. Помітні зміни відбуваються у гумусовому шарі: збільшення кількості вуглецю, погіршення поживних властивостей ґрунту для рослин. Через вуглецю, що входить до складу нафти та нафтопродуктів відбувається збільшення вмісту нерозчинного гуміну. У ґрунті змінюються окисно-відновні властивості, збільшується рухливість гумусових компонентів, а також мікроелементів.

Гідрофобні частинки нафтопродуктів не дають вологи жити коріння рослин, а це сприяє фізіологічним змінам.

Нафтопродукти, в склад яких входять важкі фракції нафти, містять смоли, асфальтени і важкі метали змінюють водно фізичні властивості ґрунтів, погіршують водно-фізичні властивості ґрунтів через цементацію порового ґрунтового простору.

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

Парафінова нафта порушує вологообмін ґрунту на тривалий термін. Вони мають низьку температуру застигання і міцно закупорюють пори і канали ґрунту, перешкоджають обміну речовин між ґрунтом і суміжними середовищем. При перерозподілі і пересуванні нафтопродуктів проявляються гідро-атмо-літо-біогеохімічні аномалії зі зміною поєднань різних речовин і геохімічних обстановок.

Смолисто-асфальтенові компоненти змінюють зміни фізико-хімічних властивостей ґрунту. Складники мікроелементи підвищують зміст рухомих сполук таких елементів як: As, Co, Cu, Pb, Hg, Ni, V, Fe, Mn.

Накопичення важких металів в нафтозабруднених ґрунтах вивчав Водяницький Ю.М. і ін. Автори констатували скупчення важких металів в торф'яних ґрунтах в великих обсягах. За їх дослідженням існують 2 зони нафтозабруднення:

- в зоні №1 збираються метали V, Ni, Sr, Ba, Ce та La;
- в зоні № 2 Sr, Ba, Ce, La [3].

У дослідженнях Андрєєвої Т.А. та Мажайського Ю.А. з нейтралізації забруднених ґрунтів, встановлено зниження кількості обмінних катіонів у ґрунті і збільшення ємності катіонного обміну при високих дозах забруднення. Крім цього дослідження авторів показали, що кислі ґрунти підлужуються [36].

Просяннікова Є.В. проводила модельний досвід, забруднюючи ґрунтові зразки різної ступенем забруднень. За результатами збільшилося вміст органічного вуглецю (через один рік – його зниження), загального азоту, знизилася зміст рухомого фосфору, незначні зміни в перші місяці відбулися з обмінним калієм [11].

«Щільність ґрунту пов'язана із щільністю твердої фази та об'ємом порового простору. Густина мінеральних ґрунтів від 1 до 1,6 г/см³, рідше 1,8 г/см³ заболочених оглеєних – до 2 г/см³, торф'яних – 0,1-0,2 г/см³ [14].

Нафтопродукти, проникаючи в ґрунт, є ксенобіотиками.

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

					ОС 19510042		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			17

«Гарно допустимі концентрації (далі - ГДК) забруднень нафтопродуктів в ґрунтах визначають по типам нафтопродуктів, що містяться в ґрунті» [14]. «ГДК в сумі присутніх нафтопродуктів у ґрунті не регламентовано» [13]. «ГДК для окремих нафтопродуктів: бензол – 0,3 мг/кг, толуол – 0,3 мг/кг, ксилол – 0,3 мг/кг» [16].

ГДК ряду речовин, присутніх в ґрунтах, представлені в таблиці 1.2

Таблиця 2 – ГДК речовин в ґрунті

Найменування речовини	Величина ГДК (мг/кг) з обліком фону (кларка)
Валове зміст	
Бенз/а/пірен	0,02
Бензин	0,1
Бензол	0,3
Ванадій	150,0
Ванадій+марганець	100+1000
Марганець	1500
Метилбензол	0,3
Ртуть	2,1
Свинець + ртуть	20,0+1,0
Валове зміст	
Сірка	160,0
Рухома форма	
Кобальт	5,0
Мідь	3,0
Нікель	4,0
Свинець	6,0
Фтор	2,8
Цинк	23,0
Водорозчинна форма	
Фтор	10,0

«Найменший зміст нафтопродуктів в ґрунтах, в яких відбувається погіршення якості природного середовища, називається верхнім безпечним рівнем концентрації (далі - ВБУК)» [16]. «НБУК нафтопродуктів в ґрунтах залежить від багатьох факторів, таких як тип, склад та властивості ґрунтів та ґрунту, кліматичних умов, складу нафтопродуктів, типу рослинності, типу землекористування» [15]. Відмінність таких норм у кліматичних умовах та типах ґрунтоутворень. «НБУК нафтопродукту в ґрунтах приймають за орієнтовний

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

рівень допустимої концентрації (ОДК) у ґрунтах» [27]. «Орієнтовний допустимий рівень забруднення ґрунту нафтопродуктами - нижній допустимий рівень забруднення, під час якого ґрунт протягом одного року відновлюється, а негативні наслідки для ґрунтового біоценозумимоволі запобігають. Оцінка ОДК як загально санітарного показника може бути дана для верхнього гумусо-аккумулятивного горизонту ґрунту (приблизно до глибини 20 – 30 см).

«ОДК нафтопродуктів в ґрунті відрізняється для всіх типів ґрунтів і природних зон. Він залежить від факторів, що визначають вплив речовини на властивості ґрунту і рослин, від потенціалу самоочищення ґрунту, від даного виду забруднення» [31].

Забруднення нафтопродуктами ґрунту помітно порушує мікробіоценоз. Головний показник екологічного благополуччя ґрунту - сума біомаси ґрунтових мікроорганізмів.

Окремі види вуглеводнів окислювальних мікроорганізмів збільшуються в чисельності та підвищують свою активність. Нафтопродукти є поживним середовищем для мікроміцетів, дріжджів і бактерій. Розкладання нафтопродуктів відбувається з утворенням вуглекислого газу та води. За результатом дослідження зі змістом на ґрунті 4 л/ м² нафти Є.В. Просяників встановив приріст біомаси мікроорганізмів, а 8-32 л/ м² – знизив [33].

Гідрофобні властивості молекул розвивають процеси окислення оксигеназу. Окислення більш гідрофільних речовин відбуваються під дією дегідрогеназу. Гідрофобність вуглеводневих субстратів та їх погана розчинність в воді не здатні транспортувати речовин в клітку [9].

Поширений процес асиміляції, як джерело вуглецю накопичується як проміжні продукти в культуральному середовищі мікроорганізмів, які ростуть за рахунок таких субстратів [4].

Існуючі адаптивні ферменти у мікроорганізмів дозволяють їм окислювати вуглеводні. [40]. Це доведено багатьма експериментами по окисленню

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

						ОС 19510042	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			19

вуглеводнів клітинами мікроорганізмів, вирощених на не вуглеводневих субстратах.

У залежності від типу ґрунту змінюються штами бактерій і види грибів, що мешкають у ґрунтах. У темно-сірих лісових ґрунтах більше бактерій і менше грибів і актиноміцетів, в опідзолених переважають целюлозорозкладаючі бактерії, а в сірих лісових ґрунтах – мікобактерії та гриби. У процесі своєї життєдіяльності мікроорганізми здійснюють окислювальний вплив на вуглеводні. Здатність розкладання вуглецевих з'єднань мікроорганізмами в нафтопродукти залежить від кількості, що містяться в органічних з'єднаннях вуглецю [19]. Бактерії мають здатність переробляти деревину в корисний субстрат. Розкладання субстрату призводить до появи бактерій та грибів, витягуючих з ґрунту не тільки азот, але інші цінні речовини. Тому важливо вносити в ґрунт додаткові мінеральні компоненти.

Усе мікроорганізми, потребуються в теплі, молекулярному кисні, рН, харчування, воді, азоті і фосфор, азоті та металів, таких як K^+ і Na^+ .

У коренях рослин є бактерії - ростостимулюючі ризобактерії (*Azospirillum*, *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Pseudomonas* та *Bacillus*). Вони здатні розкласти нафтопродукти і наділити адаптуючими властивостями до нафтопродуктам рослин. Такі бактерії живуть при невеликих забрудненнях на ґрунтового покриві, стикається з корінням, де вони розвиваються.

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

						ОС 19510042	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			20

РОЗДІЛ 2
ТЕХНОЛОГІЯ ЗАСТОСОВУВАННЯ СОРБЕНТІВ ДЛЯ СОРБЦІЇ
НАФТОПРОДУКТІВ

Очищення ґрунту від нафтопродуктів сорбентами (далі - нафтові сорбенти) – найбільш ефективний, не потребує великих економічних витратах та швидкий при аварійних розливах нафтопродуктів, спосіб. Його застосовують на підприємствах, які працюють із нафтопродуктами. Такий спосіб заснований на застосуванні матеріалів, утворюють контакт з нафтопродуктами, за рахунок процесів сорбції агломератами.

Характеристики, які повинні мати сорбенти:

- нафтоємністю (Маса нафти, яку здатний ввібрати 1 кгсорбенту);
- гідрофобністю;
- плавучістю (після вбирання нафтопродуктів);
- видаленням нафтопродуктів з сорбенту;
- регенерацією сорбенту;
- утилізованість;
- низькою вологоємністю і вартістю.

Нафтові сорбенти виготовляють з природних і синтетичних матеріалів, які різняться між собою видами нафтопродуктів і складом. Характеристика сорбентів представлена в таблиці 2.1

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

						ОС 19510042	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			21

Таблиця 2.1 – Характеристика сорбентів

Вид сорбенту	Матеріал	Переваги	Недоліки
Розсіпні сорбенти	Органічний: кора, торф, тирса, паперова маса, пробка, куряче перо, солома, шерсть, людські волосся Неорганічний: вермікуліт і пемза	Існують в природі або використовують побічні продукти промислових процесів. Дешеві,	Важко контролюються, піддаються збору; можуть розсіюватися вітром Суміш нафтопродуктів і
В'язнів оболонку сорбенти	Усі з вищевказаних матеріалів, використовуються в вільному вигляді, можуть полягати в сітчастий матеріал	Просте розміщення та збір. Матеріал, ув'язнений в бон, має велику площу поверхні, ніж суцільний бон.	Конструктивна міцність. Бони з органічного матеріалу можуть швидко насичуватися і тонуті. Утримання нафти обмежений.
Суцільні сорбенти	Синтетичні – головним чином поліпропілен	Довгострокове зберігання. Простий у викладанні та збирання. Висока ступінь збирання нафти при використанні повної сорбційної можливості.	Обмежена ефективність для вивітрілих або більш в'язких нафтопродуктів. Важко піддаються розкладанню, це ускладнює утилізацію відходів.
Волокнисті сорбенти	Синтетичні – головним чином поліпропілен	Ефективні на вивітрілих і більш в'язких нафтопродуктів.	Менш ефективні на свіжорозлитих нафтопродукти малої та середньої в'язкості.

Результати експериментів щодо визначення нафтоємності сорбентів, залежать від:

- часу замочування сорбенту;
- стікання нафтопродукту;
- в'язкості нафтопродукту;

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

- температури;
- конструкції утримувача пристрої [17].

Головний недолік застосування сорбентів - необхідність утилізації відпрацьованого сорбенту, способам промивання водою з поверхнево-активними речовинами або екстрагентами [39].

У якості сорбенту вибирається матеріал здатний по своїм властивостям збирати нафтопродукти, а також має бути олеофільним та гідрофобним. Сорбенти можуть працювати по прикладу адсорбентів (поверхнево поглинати) або як абсорбент (Всмоктувати).

Адсорбція нафтопродукту відбувається вибірково, збираючи з поверхні речовини. А абсорбенти вбирають в себе нафтопродукти. Рідини проходять у твердий абсорбуючий (поглинаючий) матеріал, як по капілярів, відбувається набухання абсорбенту. Рідини з'єднуються з матеріалом так, що вони не витікають і не можуть бути вичавлені під тиском. Абсорбенти виробляються з штучних полімерів з великою площею поверхні для швидкої абсорбції. Абсорбенти можуть використовуватися з леткими продуктами. Вони можуть видаляти легені дистильні палива та деякі види сирої нафти. Недолік – час, може бути триваліше звичайного, через чого вони більше придатні для видалення малов'язких рідин і розлитих хімічних речовин [33]. Тому абсорбенти рідко використовується при усунення розливів нафтопродуктів, в на відміну від адсорбентів.

За типом збору нафтопродуктів розрізняють нафтосорбенти, у яких є велика фізична поверхнева сорбція. Сорбція нафтопродуктів відбувається тому, що на поверхню частинок нафтових сорбентів є адгезія. Об'єм нафтопродуктів, що вбираються, залежить від питомий поверхні матеріалу і її властивостей (гідрофобності і олеофільності). Вищеописаний варіант сорбції нафтопродуктів характерний для олеофільних порошкових та гранульованих матеріалів, з закритою пористий структурою і матеріали, в яких пори по розміром менше молекул речовини, що видаляється (наприклад, порошок корбамідо-

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ОС 19510042					Арк
										23
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

формальдегідна смола (частки менше 1 мм), гранульований поліпропілен та пінополістирол).

Інший тип нафтосорбентів, що складається з матеріалів, які здатні поглинати нафтопродукти всім обсягом. Найкращий результат нафтопоглинання буде при схожості хімічного матеріалу нафтового сорбенту та поглинається рідини та самої структури матеріалу. Процес поглинання нафтопродуктів відбувається через швидкого змочування поверхні сорбенту нафтопродуктів. Потім нафтопродукти більше повільно проходять у пористу структуру матеріалу, наповнюючи всі порожнечі при допомоги капілярних сил.

Нафтосорбенти найбільш ефективні при застосуванні комплексно з механічними методами. Методи можуть застосовуватися до та після обробки ґрунту нафтовими сорбентами, поглинаючих нафтопродукти.

Автори В.А. Перистий і інші, в своїх роботах показали, що цитрогіпс відстає в сорбційних властивостях від активованого вугілля посорбції вакуумного олії і по ефективності від цього нафтопродукту, автори рекомендують цей сорбент лише через низьку собівартість [43].

Синтетичні нафтосорбенти застосовують в зарубіжних країнах. Виготовляють їх з полімерних матеріалів, поліпропіленових волокон, які формують в неткані рулонні матеріали різної товщини. У склад синтетичних сорбентів входять формований поліетилен з полімерним наповнювачем, губчасті або гранульований поліуретан і інші види пластиків.

Природні органічні і органомінеральні нафтові сорбенти є перспективним нафтосорбентом. До них відносяться: модифікований торф, тріска деревини і дерев'яні тирса, вовна, висушені зернопродукти, макулатура.

Вовна – сорбент із схожими властивостями торфу. «Показано, що на один кілограм своєю маси вовна здатна поглинати від восьми до десяти кілограм нафти, а внаслідок природної пружності, якої має вовна, можливо віджати велику частину легень фракцій поглиненою нафти» [22]. Вовна можна, можливо застосовувати в якості сорбенту тільки кілька раз, так як, після

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № доубл.	Підп. і дата	ОС 19510042				Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

віджиму, через насичення вовни бітумом, вона втрачає свої сорбційні властивості.

У роботі Буланова А.В. розглянуто головні етапи очищення ґрунту від нафтопродуктів, застосовуючи сорбенти (пісок, мох, керамзит і тирса), Результати її робіт вказують на те, що найкращі сорбційні властивості у тирси. Крім цього, вони добре сорбують граничні та ароматичні вуглеводні. При застосуванні моху та керамзиту виявлено, що вони чудово вилучають ароматичні вуглеводні, але повільно граничні. Пісок однаково мало сорбує як граничні, так і ароматичні вуглеводні [9].

Академік Дубінін М.М. у своїй науковій та науково-організаційній діяльності вивчав природні мінеральні сорбенти. Робив він це попричини їх низькою вартістю, широкого поширення в природі, і достатньо простим застосуванням, а також високими сорбційними властивостями. Притаманні якості природних сорбентів робить їх перспективними для використання в різних галузях сільського господарства та промисловості.

Природні сорбенти можна, можливо модифікувати при допомоги різних методів обробки (кислотної, термічною, сольовий та ін.). При цьому змінюється мікроструктура сорбенту, збільшується його пористість і питома поверхню. Крім цього обробка підвищує іонообмінні властивості за рахунок зміни складу обмінних катіонів та відкриває нові активні центри. Термообробка породжує збільшення адсорбційної ємності за рахунок видалення адсорбованої води і деяких інших компонентів [6].

Відпрацьовані сорбенти, які часто відправляють на спеціальні звалища, або поміщають в паливні брикети. Також їх застосовують в ролі смоловмісних добавок в асфальтових сумішах або покрівельних матеріалах. Як паливо можна застосовувати лише природні сорбенти органомінерального типу з низьким показником зольності.

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

						ОС 19510042	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			25

РОЗДІЛ 3

ПРОБЛЕМАТИКА ТА ЕТАПИ ОЧИЩЕННЯ СЛАБОЗАБРУДНЕНОГО НАФТОПРОДУКТАМИ ҐРУНТУ

3.1 Агрохімічні показники ґрунту

У якості агрохімічних показників визначали: гранулометричний склад, структуру, масову вологість і густина в «чистому» і «модельному» зразках ґрунту.

Якість ґрунту визначення масової частки сухої речовини та масового відношення вологи гравіметричним методом.

Ґрунт сушили в термостаті при температурі, що дорівнює сто п'ять градусів. по Цельсію, в течії трьох годин, потім по отриманим даними розраховували відсоток змісту вологи за формулою 2:

$$W = 100 \cdot \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m}, \quad (2)$$

де W – відсоток вмісту вологи у зразку ґрунту, %;

m_1 – волога маса ґрунту, г;

m_0 – маса сухого ґрунту, г;

m – маса бюкса, м.

Гранулометричний склад ґрунту визначали за методом Н.А. Качинського. Цей показник в «модельному» зразку буде давати поняття о необхідному догляді за забрудненою нафтопродуктами ґрунтом. «Для приготування чотиривідсоткового розчину пірофосфатунатрію брали сорок грам прожареного при плюс сто п'яти градусах по цельсію реактиву $\text{CNa}_4 \text{P}_2 \text{O}_7$, поміщали в мірну колбу на один літр і доводили дистильованою водою до мітки» [34].

«Наважку повітряно-сухого ґрунту десять грам (з точністю до 0,01 г), просіяну через сито (з отвором в один міліметр), помістили в порцеляновий чашку і змочили по краплях десять мілілітрів чотиривідсотковим розчином $\text{Na}_4 \text{P}_2 \text{O}_7$ » [33].

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № доубл.	Підп. і дата	ОС 19510042					Арк
										26
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	

«Ростирали ґрунт десять хвилин без натиску до суспензії. Суспензію ґрунти злили в циліндр (1 літр) через сито з діаметром осередків 0,25 міліметрів, яке встановили заздалегідь на скляній лійці. Ґрунт на сите злегка протерли пальцем і промили водою. Коли весь ґрунт виявився перенесеною в циліндр, суспензію довели до одного літра» [33].

Обстоювати суспензію слід згідно таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Проби і час відстоювання

№ відбору	Діаметр частинок, мм	Глибина стягування проби, см	Час відстоювання і температура		
			20° С	21°С	22°С
1	До 0,05	25	Двіхвилини, п'ятнадцять секунд	Дві хвилини, дванадцять секунд	Дві хвилини, дев'ять секунд
2	До 0,01	10	Двадцять дві хвилини, тридцять	Двадцять дві хвилини, одна	Двадцять одна хвилина,
3	До 0,005	10	Одна година тридцять хвилин, п'ять секунд	Одна година двадцять вісім хвилин, три секунди	Одна година двадцять Шість хвилин, одна секунда
4	До 0,001	7	Двадцять шість годин шістнадцять хвилин, двадцять п'ять секунд	Двадцять п'ять годин двадцятьвісім хвилин, сорок вісім секунд	Двадцять п'ятьгодин п'ять хвилин, дванадцять секунд

Частинки (1 - 0,25 мм), які залишилися на ситі, змили в бюкс (заздалегідь його зважили), а потім висушили у сушильній шафі до постійної ваги при плюс сто п'яти градусах за Цельсієм. З циліндра взяли піпеткою пробу. (її обсяг 25 мл).

Перед відбором проб необхідно перемішувати суспензію протягом 1 хвилини. За одну хвилину до завершення відстоювання, пробу набирали в піпетку (протягом від двадцяти до тридцяти секунд). Злили з піпетки в зважений бюкс пробу, промили (дистильованою водою) піпетку і перенести її у той самий бюкс. Випарили вміст при температурі плюс сто п'ять градусів за Цельсієм. Друг за одним взяли усі фракції. Час відстоювання відлічували після кожного перемішування. Далі визначаємо:

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

1) Великий і середній пісок (1 - 0,25 мм) за формулою:

$$P = \frac{100 \cdot V \cdot K_{ДВ}}{d}$$

де P - кількість великого та середнього піску, %;

V – маса частинок, що залишилися на ситі (діаметр отвору 0,25 мм),г;

d – навішування повітряно-сухого ґрунту, г;

KДВ – коефіцієнт гігроскопічність для перерахунку на абсолютносуху ґрунт ($K = 100 / (100 - H_{20})$);

100 – коефіцієнт перерахунку на 100 м. ґрунти.

Кількість великого і середнього піску по результатам обчислення 71,5%.

1) Зміст фракцій, взятих з циліндра піпеткою ($X < 0,05, X < 0,01, X < 0,005, X < 0,001$), за формулою :

$$X = \frac{a \cdot V \cdot 100 \cdot K_{ДВ}}{d \cdot V_1},$$

де X – зміст шуканої фракції, %;

a – маса фракції, визначена після висушування, г;

V – Об'єм циліндра, см;

d – навішування повітряно-сухого ґрунту, взятє для аналізу, г;

V_1 – Об'єм взятої проби, см³

2) Число частинок розміру (отримують відніманням процентних змістів кожною наступної фракції із попередньої)

Таблиця 3.2 – Відсоткове співвідношення фракцій

Найменування фракції	Розрахунок	Результат, %
Дрібний пісок – 0,25 - 0,05 мм	$100 - (P + X < 0,05), \%$	$100 - (P + X) = 100 - (71,5 + 6,5) = 22$
Великий пил – 0,05 - 0,01 мм	$(X < 0,05 - X < 0,01), \%$	$\Pi_1 - \Pi_2 = 9,60 - 7,1 = 3,05$
Середній пил – 0,01 - 0,005 мм	$(X < 0,01 - X < 0,005), \%$	$\Pi_2 - \Pi_3 = 7,1 - 5,1 = 2,0$
Дрібний пил – 0,005 - 0,001 мм	$(X < 0,005 - X < 0,001), \%$	$\Pi_3 - \Pi_4 = 5,1 - 4,1 = 1$
Іл - < 0,001 мм	$X < 0,001, \%$	$\Pi_4 = 1$

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

До складу четвертої проби входять одні мулисті частинки, тому вага четвертої проби відповідає змісту мулистої фракції (П₄): менше 0,001 мм.

За таблицею 6 визначили гранулометричний склад зразків ґрунту за класифікацією Н.А. Качинського.

Таблиця 3.3 – Класифікація ґрунтів і порід по гранулометричному складу

Короткий назва по гранулометричному складу	Зміст фізичної глини (<0,01 мм), %		
	Ґрунти		
	Підзолистого типу ґрунтоутворення	Степового типу ґрунтоутворення, а також червоноземи і жовтоземи	Солонці і солонцюваті ґрунти
Піщана			
Пухко-піщана	0 - 5	0 - 5	0 - 5
Зв'язково-піщана	5 - 10	5 - 10	5 - 10
Супіщана	10 - 20	10 - 20	10 - 15
Суглинна			
Легкосуглинна	20 - 30	20 - 30	15 - 20
Середньосуглинна	30 - 40	30 - 45	20 - 30
Тяжкосуглинна	40 - 50	45 - 60	30 - 40
Глиниста			
Легкоглиниста	50 - 65	60 - 75	40 - 50
Середньоглиниста	65 - 80	75 - 85	50 - 65
Тяжкоглиниста	>80	>85	>65

Результати агрохімічних показників представлені в таблиці 3.4

Таблиця 3.4 – Результати агрохімічних показників

Показник	Розмір фракцій (мм)	%	Зразок
Гранулометричний склад	Великий і середній пісок 1 - 0,25	71,5	«Модельний» і «чистий»
	Дрібний пісок» 0,25 - 0,05	22	
	Велика пил 0,05 - 0,01	3,05	
	Середня пил 0,01 - 0,005	2,0	

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

	Дрібна пил 0,005 - 0,001	1	
	Іл <0,001	1	
	Фізична глина (< 0,01 мм)	-	
Колір	Темно-сірий	-	«Модельний» і «чистий»
Вологість	-	25	«модельний»
	-	34	«чистий»

У «модельному» зразку склад змінювався не занадто сильно. Спостерігалось підвищення в пісочною і муло-польовий фракціях. Нафтопродукти діяли коагулюючим чином. Через місяць, в «модельному» зразку розмір частинок збільшився до 15 разів.

3.2 Визначення фізико-хімічних властивостей дерев'яних тирс

Фізико-хімічні властивості визначали деревних тирси за показниками:

1. Сорбційна ємність сорбенту, яка визначається за формулою:

$$A = \frac{m_n}{m_c}$$

де А – сорбційна ємність, г/г;

m_n – Маса нафтопродукту, г;

m_c – Маса сорбенту, м.

Для знаходження сорбційної ємності, сорбент (тирсу) поміщали на аналітичні ваги, для встановлення ваги. Сорбційний матеріал масою 35 грам уклали на рівну поверхню і штучно забруднювали нафтопродуктами до повного насичення. Далі тирса зважували, і визначали масу нафтопродуктів, сорбованих тирсою.

Показники обчислення сорбційної ємності представлені в таблиці 3.5.

1. Насипну густину знаходили зважуванням деревних тирси в мірному стаканчику на аналітичних терезах. Її визначали в стані природною вологості, і в

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ОС 19510042				Арк
									30
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата					

сухий стан.

2. Вологість тирси знаходили гравіметричним способом. Наважку деревних тирси 10 г помістили в керамічні бюкси, попередньо визначивши їх вага. У сушильному шафі сушили при температурі плюс сто п'ять градусів по Цельсію в течії 3х годин.

Вологість визначали по різниці боксів до сушіння та після. Далі вели розрахунок за формулою.

$$W = \frac{(m_2 - m_1)}{m},$$

де m_1 – маса бюкса з нафтозабрудненої ґрунтом після висушування, г;

m_1 – маса бюкси з нафтозабрудненим ґрунтом до висушування, г;

m_2 – маса навішування, р.

Таблиця 3.5 – Сорбційні властивості тирси

Сорбент	Насипна густина, г/см ³	Кислотність (РН)	Водопоглинання, г/г	Нафтоємність, г/г
Дерев'яні тирса	6,00 ± 0,2	7,40	3,03±0,2	4,10±0,2

У цілях проведення експерименту на протязом однієї тижня з проміжком в 3 дня проводили розрахунок сорбенту на ступінь вилучення нафтопродуктів, по формулі :

$$S = \frac{(C_{\text{поч.}} - [C]) \cdot 100}{C_{\text{поч}}},$$

де S - ступінь вилучення, %;

$C_{\text{(поч.)}}$ – початкова концентрація нафтопродуктів в «модельному» зразком, г/кг;

$[C]$ – залишкова концентрація нафтопродуктів, після вилучення з поверхні «модельного» зразка нафтопродуктів сорбентом (зазначається по підсумкам проведення лабораторних вимірів), г/кг.

Результат вилучення тирсою нафтопродуктів представлений в таблиці 3.6

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 19510042	Арк
						31

Таблиця 3.6 – Результати сорбції нафтопродуктів

Сорбент	Ступінь вилучення нафтопродуктів (S), % / день		
	1	3	7
Тирса дерев'яні	10,03±3,0	16,7±3,0	21,66±3,0

В результаті зробленого експериментального досвіду визначено, що тирса змішаних деревних порід за сім календарних днів здатна поглинути до 21,66 % нафтопродуктів з «модельного» зразка.

Самий швидкий спосіб отримання інформації о фітотоксичності ґрунти - це застосування тест-об'єктів (насіння і проростки рослин). У як такі рослин, застосовують насіння: редису, крес-салату, кукурудзи, зернових. Насіння вибирають з урахуванням розмірів та швидкості їх проростання. У якості тест - функції у рослин схожість насіння, дружність, час появи сходів, швидкість подовження проростків.

У цій роботі як біоіндикацію застосовували тест-об'єкт – рослина - Крес-салату (засівали насіння в кількості 30 штук на один зразок). Посів рослин здійснювався в однакове час в «модельний» і «чистий» зразок: в перший день забруднення і по завершення експерименту. Рослина помістили при природному освітленні на підвіконні в осіннє і зимове час. Додаткове штучне освітлення не використовувалося. Температура навколишнього середовища протягом всього експерименту підтримувалася в межах 25 °С.

Забруднення ґрунти нафтопродуктами проводилося до посіву сільськогосподарських культур. Експеримент з очищення слабозабрудненої ґрунти від нафтопродуктів проводився в течія 90 календарних днів.

Насіння рослини, що використовується в експерименті, перевірили на ступінь схожості, помістивши їх в окремі ємності. Оцінювали схожість по кількості проросли насіння в відсотках до числу засіяних.

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

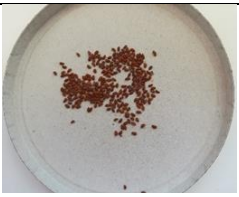


						ОС 19510042	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			32

Для визначення ступеня забруднення «модельного» зразка насіння Крес-салату помістили в «модельний» зразок, у «чистий» – для порівняння, у однаковий час. Реакцію рослин у «модельному» зразку оцінювали. візуально.

У лабораторних умовах прийняли систему зрошення ґрунти (використали дистильовану воду). Зрошення вироблялося з періодичністю 2 рази в тиждень в однаковому кількості для двох різних зразків. Також застосовували розпушування. Таке заход дозволяє знизити концентрацію нафтопродуктів у верхніх шарах субстрату таким чином, збільшується поверхня дотику залишкових нафтопродуктів з біологічно активною середовищем, покращується у одне-повітряний режим ґрунтів, рівномірно розподіляються по шару ґрунти внесені добрива. Тест-об'єкти в «чистому» і «модельному» зразках вирощувалися при однакових зовнішніх факторів.

Етапи експерименту з тест-об'єктам вказані в таблиці 3.7

Таблиця 3.7 – Етапи експерименту

Найменування зразка	Дата	Кількість насіння	Операція	Результат	
«Чистий», «Модельний»	18.11.2023р	30	Посадка насіння, до додавання мінеральних компонентів	-	
«Чистий»	22.11.2023р	28	Поява першого паростка, розвиток рослин	28 паростків	
«Модельний»	25.11.2023р	1	Поява першого паростка, розвиток рослин	1 паросток	

Рослинами-сигналізаторами визначали ступінь забруднення вуглеводнями ґрунти за такими критеріями:

- забруднення ні: схожість насіння 90–100 %: проростки дружні, міцні,

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

рівні, при порівнянні з «чистим» зразком;

- слабе забруднення: сход 60 - 90 %. Проростки майже нормальною довжини, міцні, рівні;
- середня забруднення: сход 20 - 60 %. Проростки по порівнянні з контролем коротше і тонше. Деякі проростки мають потворності;
- сильне забруднення: сход насіння дуже слабкий (менше 20 %), проростки дрібні і потворні.

3.3 Технологічні рішення по очищенню слабозабрудненого нафтопродуктами ґрунту

Тривалість експерименту по очищення ґрунти від нафтопродуктів становила 90 календарних днів. Протягом цього часу було проведено щомісячні лабораторні дослідження «модельного» зразка на кількісний вміст нафтопродуктів, лабораторні дослідження на вміст важких металів, а також підтвердження наявності забруднення біотестуванням на прикладі рослини - в першій і останній експериментальні місяця.

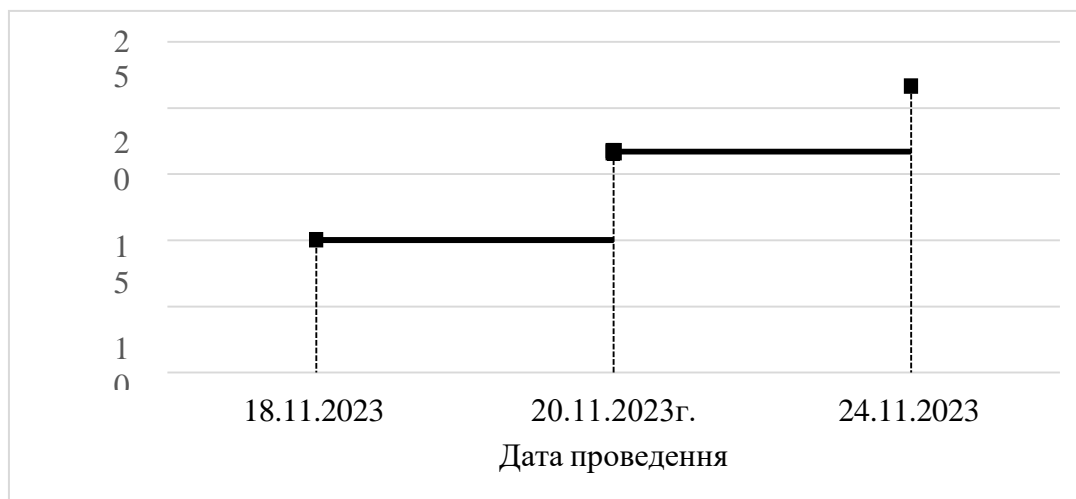
Початкова концентрація нафтопродуктів в зразку ґрунти відома 40 г нафтопродуктів на 500 г ґрунту, що становить 8 % забруднення від спільного обсягу ґрунту. Ґрунт в «модельному» зразку є слабозабрудненою, тому в якості очищувачів від нафтопродуктів можна, можливо розглянути відходу виробництва природного походження. У цілях раціонального використання природних ресурсів в магістерської роботі розроблені технологічні рішення відновлення ґрунтів, забруднених нафтопродуктів. У якості таких рішень пропонується застосовувати відхід деревопереробної промисловості - дерев'яні тирсу. Технологічні рішення включають в себе 2 етапи.

Етап I - очищення ґрунти з допомогою природних сорбентів (тирса різних деревних порід) – збір нафтопродуктів із ґрунтового покриву відразу а після їх розливу.

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

					ОС 19510042	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		34

Сорбент пропонується наносити на забруднену ґрунт на 7 календарних днів, потім сорбент збирається. Подальше його використання в якості палива на підприємствах. Проведеними лабораторними дослідженнями, на прикладі «модельного» зразка на малюнку 5 доведено, що тирсу здатні сорбувати до 21,66 % нафтопродуктів з ґрунти.



1 - перший день експерименту, 3 - третій день експерименту,
7 - сьомий день експерименту.

Рисунок 3.1 – Сорбція нафтопродуктів тирсою

На рисунку 3.1 залежна крива відображає кількість вбираються сорбентом (дерев'яною тирсою) нафтопродуктів – відпрацьованого масла. Сорбент накладали на поверхню «модельного» зразка у співвідношенні. 35:500 (тирса: ґрунт) на 7 календарних днів. Далі сорбент прибирали.

Знаючи початкову концентрацію забруднення нафтопродуктами (40) г), знайдемо методом пропорції кількість поглинених нафтопродуктів з поверхні «модельного» зразка в грамах. За перший день сорбент витяг з модельного зразка 10,03 %, що відповідає 4,012 г нафтопродуктів, за 3 дні експерименту – 16,7 %, це 6,68 г, а по завершенню експерименту - 21,66 %. Таким чином за 7 днів експерименту сорбент видалив із ґрунту 8,664 грам нафтопродуктів. Крім хорошої

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

					ОС 19510042		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			35

сорбційної здібності сорбенту, його можна, можливо застосовувати при негативних температурах довкілля.

Тирса – біорозкладний матеріал, тому їх можна застосовувати в місцях розливу вуглеводнів, де можливе проживання тварин, оскільки тирса не нашкодить тварині світу.

На етапі II до «модельного» зразка вносили мінеральні добрива. На даному етапі після внесення добрив «модельний» зразок накрили поліетиленовою плівкою (ВП). Паровий ефект ПП допоможе швидше перепріти тирсі і як слідство деструктувати вуглеводні. У протязом другого етапу підтримувалася постійна температура 25 °С, водно- повітряний режим, вироблялося розпушування. Перелічені операції прискорюють деструкцію вуглеводнів. ПП підтримує температурний режим на забрудненою нафтопродуктами території. ПП прибиралася з забрудненої ділянки після досягнення третього місяця експерименту. Після зняття ПП, догляд за ґрунтом (полив та розпушування) продовжили.

На етапі 2 був підведено підсумок тримісячним дослідженням.

Нафтопродукти у ґрунті збільшують вміст важких металів. Тому в експерименті було ухвалено рішення визначити лабораторним шляхом та провести порівняльний аналіз вмісту важких металів Рb та Сu в «чистому» та «модельному» зразках (Табл. 3.8).

Таблиця 3.8 – Важкі метали в зразках

Зразок	Дата експерименту	Визначається компонент	Результат, мг/кг
«чистий»	29.09.2023р.	Pb	28,76
		Cu	50,0
«модельний»	19.11.2023р.	Pb	40,0
		Cu	110,56
	26.02.2023р.	Pb	38,77
		Cu	105,0

У таблиці 3.8 показано, що вміст свинцю збільшилося на 11,24 мг/кг («чистий» - «модельний» зразки) після забруднення зразка, закінчення

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 19510042	Арк
						36

експерименту відбулося зниження показників у «модельному» зразком на 1,23 мг. Мідь у процесі експерименту у «модельному» зразку збільшилася на 2,21 рази (60,56) мг/кг). А по завершення експерименту відбулося зниження на 5,56 мг/кг. Як рекомендація, для зниження важких металів, присутніх в ґрунтах необхідно застосовувати фіторемідацію, використовую рослина бобових культур.

За результатами кількісних лабораторних досліджень «модельного» зразка, на зміст нафтопродуктів на малюнку 6 представлено спостереження зниження нафтопродуктів від початку експерименту і по завершення на 18,57 мг/кг, що складає 46 %.



18.11.2023р. – приготування «модельного» зразка

24.11.2023р. – результати сорбції нафтопродуктів тирсою з поверхні «модельного» зразка;

18.01.2023р. – результати лабораторних кількісних аналізів на показник нафтопродуктів гравіметричним методом;

18.02.2023р. – завершальні результати лабораторних кількісних аналізів на показник нафтопродуктів гравіметричним методом.

Рисунок 3.2 – Результати зниження нафтопродуктів в «модельному» зразку

Для того щоб можна було надалі використовувати запропоновані у роботі технологічні рішення в реальних умовах при невеликих розливах нафтопродуктів (до 10%), експеримент із «модельним» зразком в лабораторних умовах був наближений до природним умов.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 19510042	Арк
						37

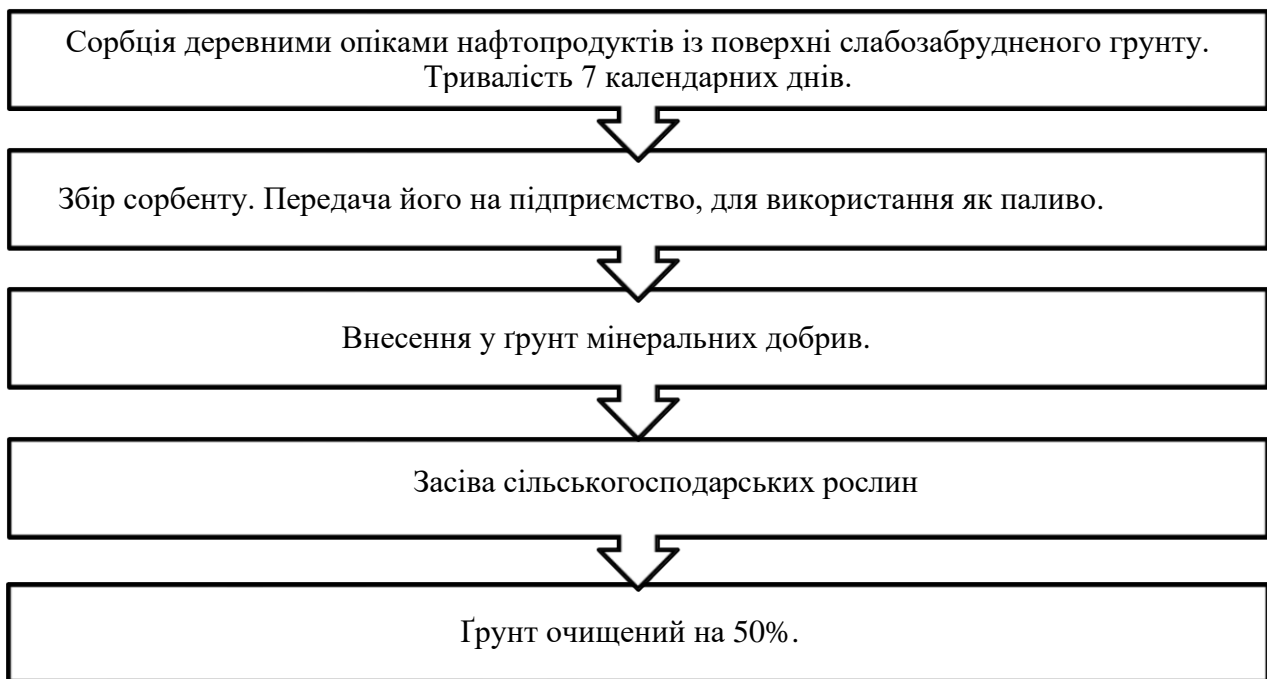


Рисунок 3.3 – Технологічне рішення щодо очищення ґрунту, слабозабрудненого нафтопродуктами «сорбент – мінеральні добавки»

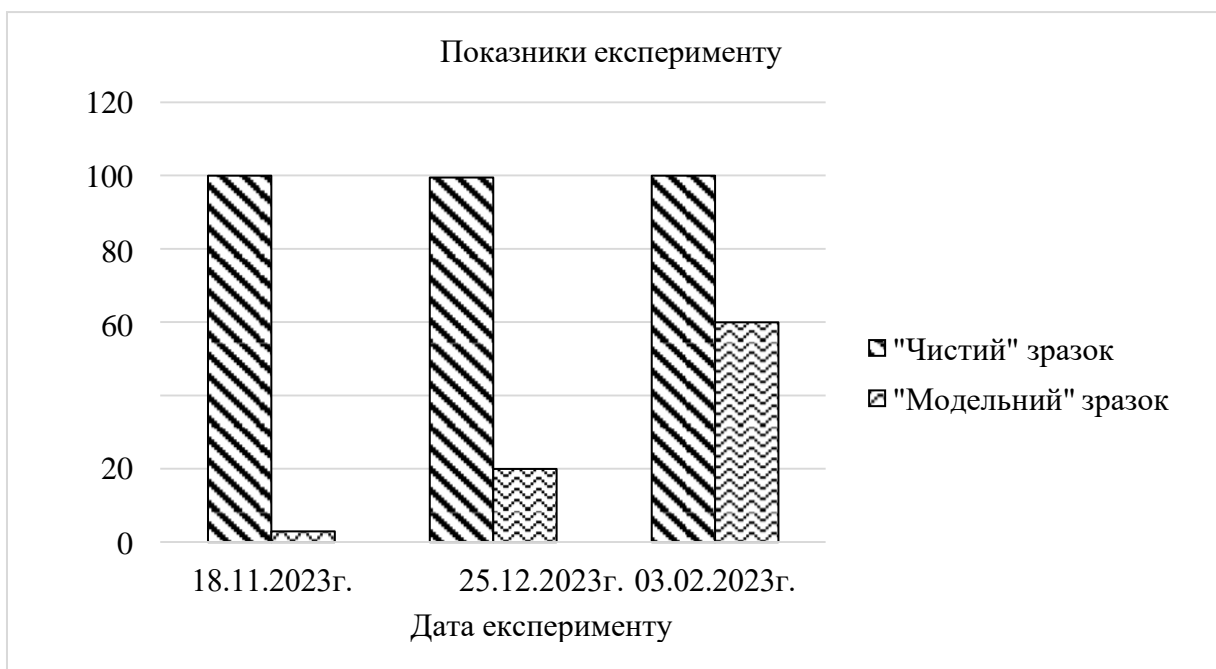


Рисунок 3.4 – Схід насіння

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ОС 19510042					Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	38

У процесі експерименту в «чистому» зразку спостерігали схожість насіння 100 %, у другий місяць (рис, дата 25.12.2023 р.) зазначалося зниження схожості на 0,5 %, імовірно це сталося за рахунок зміни природного світлового освітлення, залежного від пори року. Рослини у зразка були міцними та розвивалися без відхилень.

У «модельному» зразку в перший місяць забруднення з'явився лише один проросток, що склало 3 % від спільного числа насіння (Рис 3.4, стовпець 18.11.2019 р.), решта насіння не зійшло через їх гниття, а також через підвищеного змісту важких металів. За зовнішніми ознаками в рослинах «модельного» зразка простежувалося уповільнене розвиток і поява проростка на 3 календарних дня пізніше, по порівнянні з "чистим" зразком. Рослина була слабкою і після досягнення висоти в 2 см – загинуло. Це тим, поступаючи в клітини і судини рослин, нафтопродукти викликали токсичні ефекти. Вони швидко ушкоджували, руйнували і викликали відмирання живих, активно функціонуючих тканин рослин в вегетуючий стан.

Завершення експерименту відбулось 03.02.2024 року. Посадка рослин в зразки здійснювалася аналогічно попереднім місяцям. Результат вказує на те, що ступінь схожості у «модельного» зразка зросла до 60 %, це відповідає задовільному результату. Рослини були міцними, але мали змінені зовнішні фізіологічні ознаки, представлені на малюнку 9: нарости, напливи, потовщення, порушення нормальних пропорцій у зовнішньому вигляді рослин (поява гігантських форм), створює потворний зовнішній вигляд.

Таким чином, експеримент по біотестування ґрунти після нафтозабруднення показав, що використання тирси змішаних порід деревини та мінеральних добавок, основним компонентом яких є перепрілі дерев'яні тирса дозволяє знизити ступінь забрудненості слабозабрудненої нафтопродуктами ґрунти.

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

						ОС 19510042	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			39

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Безпека життєдіяльності

Дотримання вимог безпеки праці їх покращення – це важлива задача, яка постає перед державою та будь-яким підприємством. Рівень безпеки при виконанні будь-якої роботи залежить від умов створених роботодавцем та від соціальної політики запровадженої державою через закони та нормативні акти [26].

Розглянемо основні правові засади організації структури охорони праці на підприємствах. Основні завдання структури охорони праці зі сторони технічного забезпечення:

- заміна небезпечних технологій та процесів, більш безпечними для персоналу;
- інженерно-технічне забезпечення для запобігання виникнення небезпечних ситуацій;
- встановлення та конструювання виробничого обладнання з дотриманням всіх нормативів;
- розробка та забезпечення персоналу засобами особистого засобу (респіратори, спецодяг).

Основне завдання структури охорони праці зі сторони соціального забезпечення пов'язане з виплатою відшкодування в разі втрати дієздатності чи поранень працівників. Основні законодавчі акти, які регулюють сферу охорони праці (рисунок 4.1) [26, 27].

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

					ОС 19510042	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		40

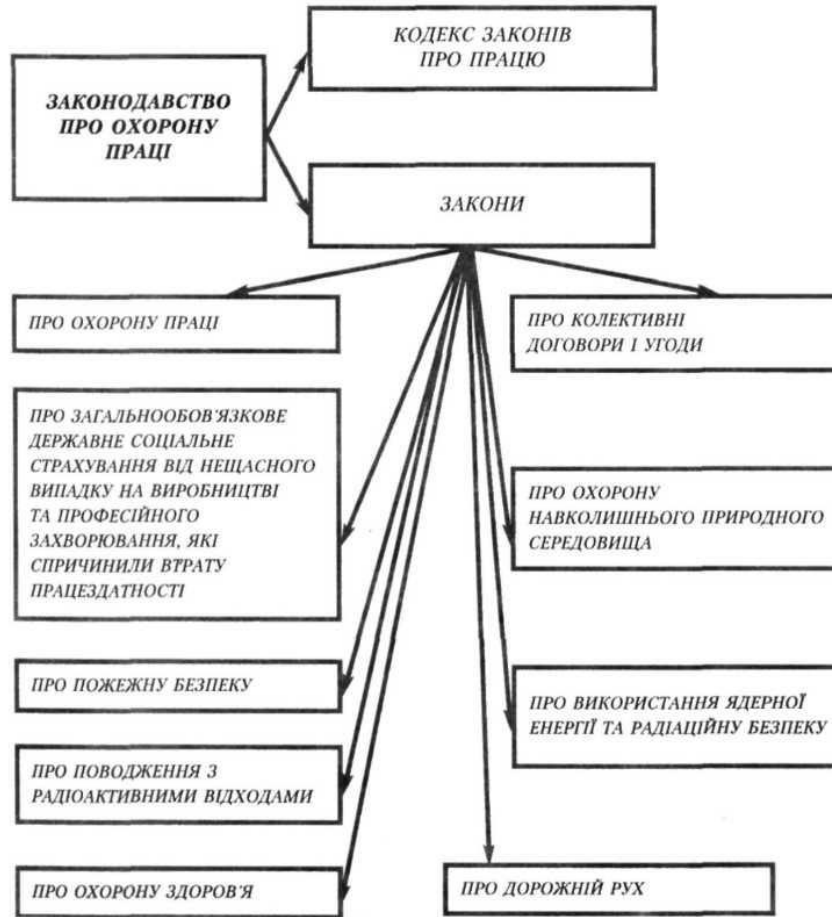


Рисунок 4.1 – Основні нормативні документи в сфері охорони праці

Структура охорони праці (рисунок 4.2):

1. Санітарно-гігієнічне забезпечення (виробнича санітарія) – відповідає за гігієну, фізіологію та санітарію на виробництві.
2. Виробнича безпека – попереджає травмування робітників.
3. Пожежна безпека – відповідає за проведення протипожежних інструктажів та впровадження заходів попередження пожеж.

Інв. № по одл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № одл.	Підп. і дата	ОС 19510042					Арк
										41
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

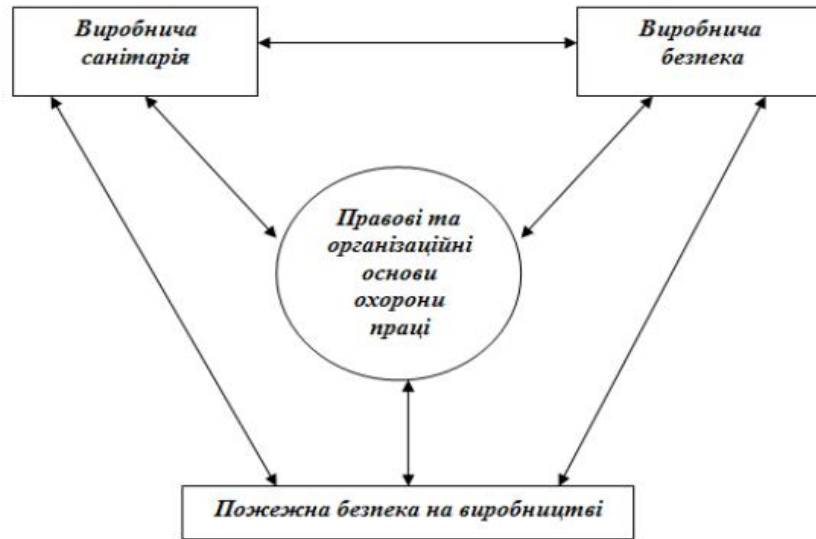


Рисунок 4.1 – Схема структури охорони праці

4.2 Безпека життєдіяльності на підприємствах виробництва

Під час виробництва можуть існувати різні ризики для працівників. Основні з них включають:

1. Ризик отруєння. Через те, що деякі процеси виробництва керамічної плитки можуть включати використання хімічних речовин, таких як пігменти, емульсії або глазурі. Продукти, що містять шкідливі речовини, можуть представляти небезпеку для дихання або шкіри працівників, якщо не дотримуватися відповідних заходів безпеки та гігієни.

2. Ризик травмування співробітників. У виробництві керамічної плитки можуть використовуватися різні машини, обладнання та інструменти, такі як преси, печі, кромкозгинальні машини тощо. Неправильне використання цих пристроїв або недотримання безпечних процедур може призвести до травм, таких як порізи, опіки, удари або злами.

3. Ризик негативного впливу шуму. Деякі процеси виробництва керамічної плитки можуть бути дуже шумними, наприклад, механічна обробка або розміщення плиток на конвеєрі. Постійна або повторювана експозиція шуму може спричинити проблеми з слухом та інші впливи на здоров'я працівників.

Інв. №поділ.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ОС 19510042					Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	42

4. Ризик негативного впливу дрібнодисперсного пилу. Обробка керамічних матеріалів може створювати пил, який містить речовини, що можуть бути шкідливими при вдиханні. Довготривала експозиція до пилу може призвести до проблем з диханням та респіраторних захворювань.

5. Ризик ергономічних проблем: Певні завдання виробництва, такі як підняття важких предметів або повторювані рухи, можуть спричинити ергономічні проблеми, такі як травми спини, зап'ястя, плеча та інших частин тіла.

Для зменшення цих ризиків, виробники керамічної плитки повинні вживати заходів безпеки та гігієни, таких як надання працівникам необхідного захисного спорядження, проведення навчання щодо безпеки праці, встановлення витяжної вентиляції та забезпечення ергономічних робочих місць [26, 27].

Для забезпечення безпеки працівників можна вжити наступні заходи:

1. Розробка і виконання політики безпеки. Підприємство повинно мати чітку політику безпеки, яка встановлює стандарти та вимоги щодо безпеки та гігієни праці.

2. Навчання та тренування: Працівникам повинно надаватися належне навчання та тренування з питань безпеки праці. Вони повинні бути ознайомлені з правилами безпеки, процедурами в разі аварійних ситуацій, використанням особистого захисного спорядження та засобів безпеки.

3. Забезпечення особистого захисного спорядження (ОЗС): Працівникам повинно бути надано відповідне ОЗС відповідно до ризиків, з якими вони зіштовхуються. Це можуть бути респіратори, захисні окуляри, надувні костюми, захисні рукавиці та взуття.

4. Регулярні перевірки та обслуговування обладнання: Обладнання, яке використовується у виробництві, повинно регулярно перевірятися на наявність пошкоджень та проводити обслуговування, щоб упевнитися в його безпечному функціонуванні.

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ОС 19510042				Арк
									43
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата					

5. Відповідність нормативним вимогам: Підприємство повинно дотримуватися всіх відповідних нормативних вимог та стандартів безпеки праці, які застосовуються до виробництва керамічної плитки.

6. Ергономічні робочі місця: Робочі місця повинні бути організовані таким чином, щоб зменшити ризик розвитку ергономічних проблем. Це може включати належне розташування обладнання, підйомники для важких предметів, а також належну організацію робочого простору.

7. Система виявлення та повідомлення про безпечність: Працівники повинні мати можливість легко виявляти потенційні небезпеки та повідомляти про них відповідним каналам комунікації. Система зворотного зв'язку та регулярні огляди можуть допомогти виявляти проблеми та вживати відповідних заходів.

Отже, виходячи з поставлених перед охороною праці завдань, вона може базуватися на різних правових та організаційних засадах та вирішувати питання пов'язані з виробничою санітарією, технічною та пожежною безпекою. Вищенаведені заходи та визначені ризики, допоможуть забезпечити належний рівень безпеки працівників на підприємствах виробництва керамічної плитки та зменшити ризик травм і хвороб, пов'язаних з робочою діяльністю.

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

						ОС 19510042	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			44

ВИСНОВКИ

Основним антропогенним чинником, які надають стресовий вплив на живі організми, є нафтове забруднення. Повсюдно в промисловості використовують різні нафтовмісні продукти, які в процесі їх користування можуть частково пролитися на ґрунт. Ґрунт під впливом нафтопродуктів виснажується, деградує та є непридатний для сільськогосподарської діяльності.

Для збору нафтопродуктів з ґрунтів застосовують різні види сорбентів. У цілях раціонального використання сировини і відходів в роботі розглянуто сорбент - тирсу змішаних деревних порід для збору нафтопродуктів з «модельного» зразка. Тирса – екологічно безпечний відхід для навколишнього середовища і тваринного світу застосовуючи такий матеріал у місцях проживання тварин, він не нанесе їм шкоди. Встановлено, що нафтоємність таких деревних тирси складає 4,10 м. Переваги застосування природних сорбентів є дешевій і водночас ефективної технологією очищення ґрунти, води і повітря від антропогенних забруднювачів.

Експериментальним методом доведено ефективність сорбенту для очищення слабо забрудненого нафтопродуктами ґрунту. Застосування сорбенту (деревних тирси змішаних порід деревини) дозволяє зробити очищення верхнього шару ґрунту на 21,66 % за 7 днів, що зумовлює ефективність сорбенту.

Перепрілий дерев'яний випил є гарним мінеральним добривом, Котрий поширює своє дія на ґрунт в течії 10 років. Застосування 54 % перепрілих деревних тирси в якості основного мінерального компонента дозволяє частково повернути ґрунті початкові властивості, так як покращує фізико-хімічні властивості ґрунтів.

На підставі проведених досліджень була розроблено технологія по очищення слабозабрудненою нафтопродуктами ґрунту «Сорбент – мінеральні

Підп. і дага	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дага	
Інв.№поодл.	

ОС 19510042

Арк

Вип Арк № докум. Підп. Дата

45

добавки». Таку технологію рекомендується застосовувати при забруднення нафтопродуктами ґрунти до 8 %. Технологія включає в себе 2 етапу:

- сорбцію нафтопродуктів тирсою (змішані породи деревини);
- удобрення ґрунту мінеральними добавками, основним компонентом

яких є перепрілі дерев'яні тирсу.

Низька собівартість відходів деревопереробних підприємств – деревних тирси, дозволяє застосовувати технологію «Сорбент – мінеральні добавки». Низька вартість 1 кілограм деревних тирси дозволяє застосувати технологію «Сорбент - мінеральні добавки» за невеликими витратами на 1 м² за 6310,20 рублів на рік. Таким чином, в місцях розливу нафтопродуктів з змістом до 8 % нафтопродуктів, можна, можливо заощадити бюджет підприємств, застосовуючи для сорбції і відновлення структури ґрунти відходи деревопереробних підприємств.

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дага	ОС 19510042					Арк
										46
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Клименко М.О., Пилипенко Ю.В., Мороз О.С. Екологія міських систем: Підручник. - Херсон: Олді-плюс, 2015.-294 с.
2. Василенко І.А., Півоваров О.А., Трус І.М., Іванченко А.В. Урбоекологія / І.А. Василенко, О.А. Півоваров, І.М. Трус, А.В. Іванченко – Дніпро: Акцент ПП, 2017. – 309 с.
3. Веклич О.О. Сучасний стан і ефективність економічного механізму екологічного регулювання // Економіка України. - №10. - 2003. - С.62-70.
4. Про затвердження Порядку ведення державного обліку та паспортизації відходів: Постанова Кабінету Міністрів України від 01.11.1999 р. № 2034 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2034-99-%D0%BF> (дата звернення 5.05.2017).
5. Про затвердження Порядку ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів: Постанова Кабінету Міністрів України від 31.08.1998 р. № 1360 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1360-98-%D0%BF> (дата звернення 5.05.2017).
6. Закон України «Про відходи». Верховна Рада України; Закон від 05.03.1998 № 187/98-ВР.
7. Закон України «Про природно-заповідний фонд України». Верховна Рада України; Закон від 16.06.1992 № 2456-12.
8. Глосарій зеленого бізнесу/ В. Базилевич, Д. Вальтер, В. Хартманн та ін.; Наук. ред.: В. Базилевич, Д. Вальтер. - К.: Знання, 2010. - 518 с.
9. Гулий А.В. Удосконалення управління відходами виробництва та споживання у контексті впровадження в Україні засад сталого розвитку [Електронний ресурс] / [Гулий А.В., Дрозд І.П.] // Збірник наукових статей "ПІ-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю". -Вінниця, 2011. - Том.2. - С.684-687.

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

						ОС 19510042	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			47

10. Михайленко В. Звалища - виклик сталому розвитку / В. Михайленко // Віче. - 2008. - № 15. - С. 58-60.

11. Міщенко В.С., Виговська Г.П. Удосконалення системи управління відходами в Україні в контексті європейського досвіду / В.С. Міщенко, Г.П. Виговська, Ю.М. Маковецька, Т.Л. Омеляненко. - К.: "Ла-зурит-Поліграф", 2012. - 120 с.

12. Про схвалення Концепції Загальнодержавної програми поводження з відходами на 2013-2020 роки: Розпорядження Кабінету Міністрів України №22-р від 03.01.2013.

13. Sthiannopkao S, Wong MH. (2012) Handling e-waste in developed and developing countries: Initiatives, practices, and consequences. Sci Total Environ. Дата оновлення 10.10.2016. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22858354> (дата звернення 17.03.2017).

14. Recycling – From E-waste To Resources. United Nations Environment Programme & United Nations University, 2009. URL: http://www.unep.org/pdf/pressreleases/E-waste_publication_screen_finalversionsml.pdf (дата звернення 18.03.2017).

15. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року [Електронний ресурс]. – 2017. URL: https://mcl.kiev.ua/wp-content/uploads/2020/10/nacionalna-strategija-upravlinnja-vidhodami-do-2030-roku-_13-07-2017.pdf.

16. Утворення та утилізація відходів за матеріалами у 2011 році. Держстат України, 1998-2012. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

17. Білопільська О. О. Еколого-економічні основи управління системою поводження з твердими побутовими відходами [Електронний ресурс] / Олександра Олександрівна Білопільська. – 2014. – URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/324225435.pdf>.

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

						ОС 19510042	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			48

18. Крайнов І.П., Крилюк В.М., Шаго Є.П. Управління екологічною безпекою в сфері поводження з відходами електронного та електричного обладнання // Екологічна безпека. – № 1. – 2012. – С. 13–17. 10.

19. УКТВЭД 2011. Держстат України, 2011. URL: ukrstat.org/uk/work/klass200n.htm.

20. Промисловість України: статистичний збірник 1998-2011. – Держстат України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

21. Andreola, F., Barbieri, L., Lancellotti, I., Leonelli, C. and Manfredini, T. (2016). Recycling of industrial wastes in ceramic manufacturing: State of art and glass case studies. *Ceramics International*, 42(12), pp.13333–13338. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.05.205>.

22. Madhavan Nampoothiri, K., Nair, N.R. and John, R.P. (2010). An overview of the recent developments in polylactide (PLA) research. *Bioresource Technology*, [online] 101(22), pp.8493–8501. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.05.092>.

23. Pereira-de-Oliveira, L.A., Castro-Gomes, J.P. and Santos, P.M.S. (2012). The potential pozzolanic activity of glass and red-clay ceramic waste as cement mortars components. *Construction and Building Materials*, 31, pp.197–203. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.12.110>.

24. Malico, I., Nepomuceno Pereira, R., Gonçalves, A.C. and Sousa, A.M.O. (2019). Current status and future perspectives for energy production from solid biomass in the European industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [online] 112, pp.960–977. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.06.022>.

25. Жидецький В.Ц. Практикум з охорони праці / В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, В.М. Сторожук, Л.В. Туряб, Х.І. Лико. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.

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

						ОС 19510042	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			49