

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
зі спеціальності 183 “Технології захисту навколишнього середовища”

Тема роботи: Застосування технологій спалювання побутових відходів

Завідувач кафедри Пляцук Л.Д. _____

Керівник роботи Лазненко Д. О. _____

Консультант
з охорони праці Васькін Р.А. _____

Виконавець
студент групи ТС-81/1 Заяц В. В. _____

Суми 2022

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедрою _____
“ ____ ” _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студенту Заяц Володимиру Вікторовичу Група ТС-81
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи «Застосування технологій спалювання побутових відходів».
2. Вихідні дані до роботи: літературні дані щодо технологій спалювання побутових відходів, дані офіційних джерел щодо поводження з побутовими відходами в Україні
3. Перелік обов'язково графічного матеріалу: презентація за темою бакалаврської роботи
4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
1	Аналізу технічних аспектів спалювання відходів	X	X				
2	Аналіз існуючої ситуації у сфері управління побутовими відходами в Україні		X	X	X		
3	Розроблення рекомендацій щодо застосування технологій спалювання побутових відходів в Україні				X	X	
4	Виконання розділу з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях				X	X	
5	Оформлення бакалаврської роботи						X

Дата видачі завдання: 18 квітня 2022 р.

Керівник: Лазненко Д.О. _____

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 51 найменувань. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 59 с., у тому числі список використаних джерел 6 сторінок.

Мета роботи: аналіз теоретичних та практичних аспектів застосування в Україні такого методу утилізації побутових відходів, як спалювання, та визначення способів забезпечення екологічної безпеки поводження з відходами шляхом вибору найбільш ефективної технології спалювання побутових відходів.

Основні завдання дипломної роботи:

- проаналізувати сучасні методи утилізації побутових відходів, зокрема термічне знешкодження.
- визначити теоретичні аспекти спалювання побутових;
- проаналізувати вітчизняний та закордонний досвід спалювання побутових відходів;
- дослідити вплив процесів спалювання побутових відходів на навколишнє середовище;
- охарактеризувати існуючу ситуацію в сфері управління побутовими відходами;
- розробити рекомендації щодо застосування технологій спалювання побутових відходів в Україні.

Об'єктом дослідження є тверді побутові відходи та методи їх утилізації.

Предметом дослідження є спалювання побутових відходів як один з найбільш ефективних способів боротьби з екологічними загрозами побутових відходів.

У кваліфікаційній роботі проаналізовано сучасні методи утилізації побутових відходів, зокрема термічне знешкодження. Визначено теоретичні аспекти та проаналізовано вітчизняний та закордонний досвід спалювання побутових відходів. В процесі виконання роботи проведено дослідження впливу процесів спалювання побутових відходів на навколишнє середовище. Надано характеристику існуючої ситуації в сфері управління побутовими відходами. В результаті дослідження надано рекомендації щодо застосування технологій спалювання побутових відходів в Україні.

Ключові слова: ПОБУТОВІ ВІДХОДИ, СМІТТЄПЕРЕРОБКА, СПАЛЮВАННЯ, ДОВКІЛЯ, ТЕХНОЛОГІЯ, ЕКОЛОГІЯ, ЗАКОНОДАВСТВО, УПРАВЛІННЯ, ІННОВАЦІЇ, СУСПІЛЬСТВО, ПЕРСПЕКТИВИ.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ СПАЛЮВАННЯ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ	8
1.1 Склад, характеристики, вплив на довкілля побутових відходів	8
1.2 Ієрархія методів поводження з побутовими відходами	10
1.3. Технології спалювання побутових відходів.....	15
1.4 Вітчизняний та закордонний досвід спалювання побутових відходів	25
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИТУАЦІЇ У СФЕРІ УПРАВЛІННЯ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ.....	29
2.1 Міжнародні зобов’язання України та національні пріоритети щодо управління побутовими відходами	29
2.2 Аналіз існуючої ситуації в сфері управління побутовими відходами в Україні	33
2.3 Аналіз потенціалу застосування технологій спалювання відходів в Україні	37
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБЛЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ СПАЛЮВАННЯ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ.....	42
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	47
ВИСНОВКИ	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	53

Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподрл.	

					ТС 18510213		
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			
Розроб.	Заяц				Застосування технологій спалювання побутових відходів		
Перев.	Лазненко						
Н.Контр.	Батальцев				Літ.	Аркуш	Аркушів
Затв.	Пляцук					4	58
					СумДУ, ф-т ТеСЕТ		
					гр. ТС-81/1		

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сьогодні проблема поводження з побутовими відходами стоїть дуже гостро, оскільки продовжується накопичення відходів як у промисловому, так і побутовому секторах. Більшість побутових відходів складається на сміттєвих полігонах, які є джерелом забруднення поверхневих і підземних вод, крім того, вони часто горять, забруднюючи навколишнє середовище. Вирішення проблеми поводження з відходами є важливою, оскільки зростання та накопичення побутових відходів загрожує екологічній безпеці України.

Застосування різних методів поводження з відходами у відповідності до ієрархії, закріпленої Рамковою Директивою ЄС про відходи [52] має свій потенціал зменшення обсягів захоронення відходів. Тому в якості методів четвертого рівня ієрархії розглядаються технологічні рішення зі спалювання відходів з використанням їх енергетичного потенціалу.

Мета роботи: аналіз теоретичних та практичних аспектів застосування в Україні такого методу утилізації побутових відходів, як спалювання, та визначення способів забезпечення екологічної безпеки поводження з відходами шляхом вибору найбільш ефективної технології спалювання побутових відходів.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено і виконано такі завдання:

- аналіз сучасних методів утилізації побутових відходів, зокрема термічне знешкодження.
- аналіз теоретичних аспектів спалювання побутових відходів;
- аналіз вітчизняного та закордонного досвіду спалювання побутових відходів;
- дослідження впливу процесів спалювання побутових відходів на

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

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

ТС 18510213

Арк

6

навколишнє середовище;

- аналіз потенціалу застосування технологій спалювання побутових відходів в Україні;

- розроблення рекомендацій щодо застосування технологій спалювання побутових відходів в Україні.

Об'єктом дослідження є технології спалювання побутових відходів.

Предметом дослідження є застосування спалювання побутових відходів в Україні.

В процесі дослідження використовувалися такі методи, як спостереження (оскільки деякі явища, описані в роботі, ми можемо спостерігати в повсякденному житті), метод порівняння (для визначення спільних і відмінних рис методів поводження з побутовими відходами), метод аналізу наукових праць та нормативно-правових актів, в яких висвітлені питання, які розглядаються в дипломній роботі, метод узагальнення (для узагальнення ідей науковців, які безпосередньо вивчали проблематику обраної теми та інші.

Робота складається зі вступу, трьох розділів, які об'єднують вісім підрозділів, висновків та списку використаних джерел, що складається з 50 позицій.

Методи дослідження: аналіз інформаційних джерел за темою дослідження, системний аналіз масивів даних, аналіз технологічних рішень.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

7

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ СПАЛЮВАННЯ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

1.1 Склад, характеристики, вплив на довкілля побутових відходів

Під час розвитку економіки, зростанням кількості населення й розвиток споживчої сфери спостерігається негативне наростання антропогенного впливу на навколишнє природне середовище як результат збільшення обсягів та видів відходів. Як виявилось економічні людські потреби є більш визначальним чинником для утворення відходів, ніж заходи до його попередження.

Проблема накопичення відходів та їх переробки стає дуже гострою в результаті зростання кількості населення нашої. Періодом на 1900 р. у світі приблизно проживало 220 млн. городян, що складало 13% від загальної кількості людей, які в свою чергу виробляли менше 300 тис. т. відходів на день. До 2000 р. 2,9 млрд. містян, це (49% населення Землі), в результаті побуту виробляли понад 3 млн. т твердих побутових відходів на день. Прогнозується, що до 2025 р. обсяг утворених відходів збільшиться вдвічі [47].

Для розуміння всієї складності досліджуваної проблеми побутових відходів, спочатку дамо коротке визначення стосовно основних понять. Згідно до Закону України «Про відходи»:

відходи це - будь-які речовини, предмети, матеріали, які утворюються у результаті виробництва та споживання, товари (продукція), що частково або повністю втратили свої властивості і не мають можливості далі використовуватися за своїм цільовим призначенням;

побутові відходи це - відходи, що утворилися в результаті людської діяльності, процесі життя в нежитлових та житлових будівлях (великовагові та великогабаритні, будівельні відходи, крім тих що пов'язані з

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

8

підприємницькою діяльністю) ті які не використовуються у місцях їх накопичення [39].

Характерним для твердих побутових відходів є, що вони є змішані, тобто це суміш певних компонентів. Компоненти твердих побутових відходів змішуються на стадії їх утворення, а точніше у будинках містян, у сміттєзбиральному контейнері, під час транспортування, та на полігоні. Суміш компонентів побутових відходів є досить не передбачуваною та небезпечною, тому що неможливо контролювати всі хімічні процеси які відбуваються на полігоні, як результат утворення шкідливих та небезпечних речовин які забруднюють поверхневі води та атмосферне повітря.

Морфологічний склад твердих побутових відходів складається з таких компонентів:

- харчові відходи (овочі, фрукти, відходи садівництва тощо);
- папір та картон;
- полімери (пластик, пластмаси);
- скло;
- чорні метали;
- кольорові метали;
- текстиль;
- дерево;
- небезпечні відходи (батареї, акумулятори, тара від розчинників, фарб, ртутні лампи, телевізійні кінескопи тощо);
- залишок твердих побутових відходів після віділення певних компонентів (будівельне сміття, каміння, тощо).

Вміст окремих компонентів змінюється залежно від джерел утворення відходів, а також сезонності.

Кількість утворення побутових відходів в середньому по Україні становить 200–300 кг в рік на людину, кількість відходів на душу населення щорічно зростає. Нажаль пріоритетним методом поводження з відходами в

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

Україні є його вивезення на сміттєзвалища, полігони та його захоронення на них.

Значною проблемою є й розповсюдження зі сміттєзвалища збудників небезпечних для життя хвороб. Утворенні харчові відходи що потрапляють на полігони займають 25–40% усього сміття, є джерелом харчування для птахів, щурів і різного виду шкідників. Під час сприятливих погодніх умов відбувається розвиток хвороб які за допомогою шкідників потрапляють у місця проживання людей. Отже сміттєзвалища є джерелом розмноження бактерій та хвороб які можуть викликати холеру, черевний тиф, дизентерію, туберкульозну та стовбнякову палички [16].

Станом на 2018 рік в результаті впровадження в 822 населених пунктах роздільного збирання побутових відходів, стабільній роботі 25 сміттесортувальних ліній, одного сміттєспалювального заводу і трьох сміттєспалювальних установок підлягло переробці і було утилізовано приблизно 6,6% побутових відходів, із них: 2,48% спалено, а 4,18% відправилося на спеціальні пункти для повторного використання та сміттєпереробний завод. Нажаль решта відходів а це 93,4% вивозяться на полігони та легальні і нелегальні звалища [36].

Розвиток структури впровадження роздільного збирання та перероблення відходів є пріоритетним для України невід’ємною частиною для зменшення кількості сміття що вивозиться на полігони, ефективного використання природніх ресурсів і переходу до сталої економічної ситуації в країні.

1.2 Ієрархія методів поводження з побутовими відходами

Останніми роками наша країна спостерігає як засоби масової інформації та політичні діячі все частіше дебатуєть про напрямки розбудови новітніх систем поводження з побутовими відходами.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

10

Ієрархія методів поводження з відходами передбачає певну послідовність пріоритетів:

1. Запобігання утворенню відходів;
2. Підготовка до повторного використання;
3. Перероблення відходів;
4. Інша утилізація, в т.ч. шляхом відновлення енергії;
5. Видалення на полігони [52].

Передбачається, що така ієрархія поводження з відходами повина діяти як на загальнодержавному рівні поводження з відходами так і на рівні окремого господарства, подекуди навіть приватного домогосподарства.

Отже, кожен свідомий громадянин повинен притримуватися певної стратегії, не купувати нічого зайвого, нічого такого, що може швидко втратити своє цільове призначення, ті речі які доведеться викинути, потрібно використовувати ті речі що будуть довго служити і відпрацюють свій ресурс, за можливості повторно використовувати речі наприклад тару, речі які втратили свої властивості за можливості потрібно відновлювати, якщо певні речі зовсім зламалися їх необхідно спалити на заводі, якщо це неможливо то викинути на сміттєзвалище.

Ця схема поводження з відходами є досить логічно і саме через це на дотримання цієї послідовності направлені всі нормативно-правові та стратегічні документи в країнах ЄС.

Відповідно до Директиви [52], запобігання утворенню відходів це – всі заходи, спрямовані на те щоб не допустити утворення побутових відходів. Отже головна мета цих заходів - максимально зменшити кількість відходів, та вплинути на продукцію для її повторного використання або за можливості збільшити строк експлуатації, а також максимально мінімізувати згубний вплив утворених відходів на людину та довкілля.

Закордонний досвід у країнах ЄС показав що необхідно впровадити спеціальні програми які допоможуть запобігати утворенню відходів. Це може

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк
11

бути спеціальний пакет документів наприклад під загальною назвою, План управління побутовими відходами. Розвинені країни обирають різні шляхи. Такі країни як Італія, Литва, Нідерланди, Португалія, Іспанія мають спеціальні програми які допомагають запобіганню утворенню побутових відходів. Зокрема, Австрія, Бельгія, Фінляндія, Угорщина, Латвія включили нові програми до Планів управління побутовими відходами. Наприклад у Шотландії – це є головна частина національної екологічної програми [41].

Існують певні вимоги до національних програм. Ці вимоги повинні встановлювати конкретні цілі для запобіганню утворення відходів, містити в собі аналіз ситуації щодо утворенню відходів, перелік заходів спрямованих на запобіганню утворення відходів, та оцінку щодо їх корисності, тощо. Приклади заходів спрямованих на запобіганню утворенню побутових відходів визначено у Додатку 4 до Директиви. ці заходи можна поділити на 2 види:

- ті, що спрямовані на споживача - інформаційні компанії (наприклад про негативний вплив пластикових пакетів на довкілля та заклик людей до використання альтернативних упаковок); економічні стимули (магазини повинні продавати пакети і люди в цілях економії це призведе до меншого їх використання заборона; в Данії та Ірландії суттєвого зменшилося їх використання);

- ті, що скеровані на виробника. Зокрема заборона на використання небезпечних речовин під час виробництва та вимоги до дизайну продукції.

Підготовка сировини до вторинного використання - це перевірка, за необхідності очистка і визначення чи сировина придатна до використання, це коли продукти або компоненти, що стали відходами, підготовлюють для повторного використання без попередньої обробки цієї сировини. Головною метою цих процесів є зменшення використання природних ресурсів. Тому що збереження природних ресурсів є пріоритетним адже це вичерпні ресурси.

Прикладом заходів спрямованих на споживача може бути центр

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

12

створений у Польщі, до яких люди приносять непотрібні речі які потім можна продати або надаються безкоштовно надати тим хто їх потребує. Наприклад у Великій Британії у супермаркетах передбачені спеціально обладнані місця, куди кожен може принести непотрібні поліетиленові пакети, а ті, кому вони необхідні, може взяти їх собі за необхідності. Заходи, які спрямовано та ціленаправлено на виробників (згідно з Директивою 2012/19/ЄС Європарламенту і Ради від 4 липня 2012 р. про відходи електричного та електронного обладнання) – завдання виробників розробляти й виробляти електричне та електронне обладнання таким чином, щоб було можливим їх повторне використання. Виробники мають враховувати що конструкція приладів не повинна впливати на можливість повторного використання. [37].

Перероблення - це процес, коли відходи перетворюються в продукти, матеріали або речовини в доступну форму для первинної чи іншої мети. Для забезпечення перероблення та контролю за відходів повинні потрібно створити законодавчо закріплені конкретні цілі, які будуть прикріплені до національного законодавство. Зокрема, Директивою встановлено, що до 2020 року - підготовка сировини до вторинного використання та перероблення відходів, хоча б таких як папір, метал, пластик та скло з приватних домогосподарств та, за можливості, з інших джерел, то потік відходів збільшився б щонайменше до 50%.

Також до перероблення також відноситься компостування, аеробне та анаеробне зброджування біовідходів, в результаті чого отриманий компост буде використано за своїм призначення. Для того щоб процес спалювання функціонував в Україні належним чином та на європейському рівні необхідно імплементувати деякі Директиви ЄС (10/75/ЄС про промислові викиди). Вона містять низку критеріїв які необхідно виконувати під час складного технологічного процесу такого як спалювання побутових відходів. Україна зобов'язана запровадити ці вимоги тому що існує великий ризик , що

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

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

ТС 18510213

Арк
13

спалювання побутових відходів стане небезпечним і шкідливим процесом для людей і навколишнього середовища.

Директива про шкідливі промислові викиди передбачає забезпечення високого рівня захисту навколишнього середовища, охорони здоров'я людини, на меті є уникнення транскордонного руху відходів до установок, що працюють відповідно до нижчих природоохоронних стандартів.

Водночас передбачений певний перелік забруднюючих речовин який підлягає обов'язковому контролю забруднення: це - двоокис сірки та інші сполуки сірки, окиси азоту та інші його сполуки, окис вуглецю, летючі органічні сполуки, метали та їхні сполуки, пил (у тому числі, тверді частки, що не розкладаються), азбест (суспендовані частки, волокна), а також хлор, фтор, миш'як та деякі інші сполуки, ціаніди, речовини або суміші, відносно них були дослідження і була доведена їх канцерогенні або мутагенні властивості та властивості, що впливають на репродуктивну функцію, які потрапляють через повітря і, нарешті, роліхлоровані дібензодіоксини та поліхлоровані дібензофурані. Усього існує – 13 позицій і держави мають зобов'язання у певні строки проводити виміри цих речовин, та за необхідності приймати рішення для їх нормалізації. [45].

Нажаль в Україні на даний момент екологічний контроль викидів певних речовин на державному рівні не відбувається, не відслідковується наявність діоксинів та фуранів у викидах в атмосферне повітря. Наразі дослідження діоксинів та фуранів в Україні здійснюють два Інститути у Києві, які не мають контролюючих повноважень які повинна надавати держава [36].

Видалення відходів на полігони – це останній спосіб в ієрархії поводження з твердими побутовими відходами.

Станом на сьогодні у різних країнах – різна кількість захоронення побутових відходів. Розвинені держави, що почали раніше розбудовувати свою систему управління побутовими відходами раніше, на даний час

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

14

досягли низького відсотку захоронення відходів (у Швеції цей показник становить менше 1%) інші середнього (Польща – 44%) [37].

Нажаль Україна захоронює приблизно 95% відходів що утворюється. При цьому Україна має досить незадовільний стан сміттєзвалищ та полігонів для сміття – з наявних 5,5 тис. сміттєзвалищ 1339 не відповідають екологічним нормам безпеки (24,4%) і лише на 104 полігонах дотримуються вимог державних стандартів та будівельних норм. Також, плата за захоронення відходів є недостатньою та потребує перерахунку – найменша плата у Волинській області – 1,3 євро/т., найбільша у Запорізькій області - 5,3 євро/т., а в середня плата за захоронення по Україні це 2,4 євро/т [36]. Можна зробити висновок що плата є не достатньою, тому у людей нема бажання розвивати інші складові ієрархії поводження з відходами. Нажаль більшість людей мислять економічними категоріями, а не думають про екологічні проблеми.

Станом на сьогодні Україна зіштовхнулася з економічною проблемою, а зокрема тим що кошти на рекультивацію полігонів та утримання сміттєзвалищ не акумульовані [36]. Воєнна агресія з боку російської федерації тільки погіршила ситуацію. Ці кошти потрібно виділяти з державного бюджету, або знаходити інші джерела фінансування, цю проблему необхідно вирішувати тому що багато полігонів потребують рекультивації. В наших умовах та в нашій час процес закриття та рекультивація полігону приблизно оцінюється на рівні 250-300 тис. євро/га. Полігон 30 га. приблизно коштуватиме 7,5 – 9 млн. євро [36].

Отже, існує ієрархія поводження з відходами якої дотримуються більшість розвинених країн, на даний час в Україні 95% відходів вивозиться на сміттєзвалєща, але Україна всіма методами намагається знизити цей відсоток та дотримуватися цієї ієрархії.

1.3. Технології спалювання побутових відходів

Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Нагодл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

15

Спалювання побутових відходів, про яке зараз багато говорять, є однією з різновидів їх термічної переробки. Видами термічної переробки відходів є піроліз, спалювання і плазмова газифікація. Головними перевагами новітніх методів донної переробки є: досить ефективно знешкодження побутових відходів, зниження об'єму відходів до 10 разів, зниження ваги відходів до 3 разів та використання енергетичного потенціалу органічних відходів у власних цілях.

Спалювання відходів називається підконтрольний процес окислювання твердих, рідких або газоподібних горючих матеріалів. Продукти горіння що утворюються це - діоксид вуглецю, вода, зола та шлак. Сірка та азот, що знаходяться у відходах, утворюють у результаті спалювання різні оксиди, а хлор потім відновлюється до HCl. Крім вище зазначених газоподібних продуктів у результаті спалювання утворюються й тверді частки такі як: метали, скло, шлаки й інші, які потребують подальшої утилізації або захоронення на полігоні. Цей спосіб дозволяє досягти високої санітарно-гігієнічної ефективності. Галузь застосування термічної обробки сміття та номенклатура що до відходів, що підлягають термічному знешкодженню, постійно поновлюється та розширюється. Сюди відносять відходи від хлорорганічних виробництв, від основного органічного синтезу, від виробництва пластичних мас, гуми та синтетичних волокон, нафтопереробної промисловості, лісохімії, хіміко-фармацевтичної та мікробіологічної промисловості, машинобудування, радіотехнічної та приладобудівної промисловості, целюлозно-паперового виробництва та низка інших галузей різного виду промисловості.

Сміттєспалювання – це досить складний і «високотехнологічний» метод поводження з побутовими відходами. Особливістю спалювання є необхідність попередньої підготовки ТПВ. Під час сортування ТПВ є необхідним видаляти великі об'єкти які можуть зіпсувати обладнання

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

ТС 18510213

Арк

16

Cd і Zn дозволяє приблизити вилучення розчинів до 100% [11]. Подальше плавлення зольного залишку за допомогою дугової полуменевій печі при 830-1030°C під впливом сполук сірки (NaSO₃, NaSO₄) і SiO₂ забезпечує стабільне утворення обсклованого шламу, що не суперечить сучасним вимогам безпеки, та абсорбція вмісту Cd складає 80-85%. Результати проведених експериментів показали що є можливість використання дрібних фракцій цеолітів в суміші з портландцементом для процесу адсорбції водорозчинних сполук таких як Pb, Cu, Cd, Zn [48].

Імобілізація важких металів в леткій золі відбувається під час процесу термічної обробки в спеціалізованих обертових печах за температури 700-900oC з попереднім промиванням леткої золи водою для зниження процесу вилуговування сполук Pb з продукту що випадає [51], обтоплення і обскловування на плазмовій установці [37], спеціального мікрохвильового спікання [16]. Стабілізація зольного залишку після спалювання ТПВ також відбувається за допомогою гашеного вапна методом гідротермального твердіння під впливом водяної пари при надмірному тиску і приміненню температури близько 200oC [17]. У результаті примінення такого методу в затверділих зразках добре стабілізуються важкі метали (Pb²⁺, Zn²⁺, Cr⁶⁺) та видимо зменшується їх вилуговування. При чому міцність зольного залишку від спалювання впливає на імобілізацію важких металів.

Розроблено новітній спосіб вологого просіювання та промивання ЛЗ з утворенням повністю безпечної фракції. Було встановлено, що в дрібних частинках ЛЗ міститься більший вміст сполук важких металів, ніж грубіші частинки, які без проблем можна захоронити на спеціалізованих полігонах після примінення триступеневого промивання [48].

Проводились експерименти зольний залишок (ЗЗ) фракцій різного розміру піддавали процесу прискореній карбонізації з метою утворення стійких сполук. Автори експерименту подрібнювали зольний залишок до

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

19

розмірів частинок менше 425 мкм після чого порівнювали їхній хімічний склад, визначений за допомогою РСТА, до і після процесу карбонізації. Карбонізації більше піддається тонкій фракція ЗЗ, з якої потім вилуговують катіони Рb, Zn, Ca, Cr і вміст органічних речовин знижується, в результаті чого утворення стійких вторинних мінералів [48].

Відсоток зольності ТПВ в Україні приблизно складає 35 %. Були проведені експерименти дослідження якісного і кількісного складу твердих відходів на Київського сміттєспалювального заводу "Енергія" було примінено метод атомно-адсорбційного аналізу, після чого було запропоновано технологію високотемпературної обробки леткої золи відходів сумісно з карбонатом кальцію з одержанням шлаку. Застосування такої обробки дозволяє зменшити токсичність відходів перед захороненням або застосуванням технології яка дозволяє застосовувати шлак як домішку до будівельних матеріалів. Існує перевага даного виду шлаку, а саме його велика густина (2,7 - 3,5 г/см³), що виключає такий фактор як розсіювання вітром. Позитивним фактором є спікання леткої золи, як результат зменшення площі контакту твердих відходів та довкілля і відповідно зменшується їх міграції [33].

Такий процес як розтоплення шлаку в плазмовому процесорі з подальшим його гранулюванням розплаву у воді являється досить ефективним способом перетворення токсичних хімічних сполук таких як Рb, Cr, Ni, Ta, Zr в інертний шлак; є можливою певна взаємодія шлаку з ненасиченими поліефірними синтетичними смолами. Як рішення після високотемпературного спалювання ТПВ в печах з постійним струмом запропонована плазмова обробка шлаків СС в дуговій печі за допомогою магнітодинамічним перемішуванням доного розплаву. Вилуговування шлаку під впливом розчину NaCl і сорбція активованим вугіллям дозволяє вилучити важкі метали в сорбційній колоні. В Японії металомісткі фази таких шлаків як (Fe, Cu) уводять в силікатне скло у вигляді корольків розмір

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк
20

яких складає від 100 мкм і більше у результаті чого утворення інертного матеріалу. Дослідження показало що концентрація важких металів в шлаках після піролізного спалення в 6 разів більша, в порівнянні з плазмовим топленням [48].

Було встановлено доцільність використання зеленої каолініто-гідрослюдиної глини як сорбенту для захисту довкілля від продуктів спалювання ТПВ, який в свою чергу забезпечує перехід важких металів у нерозчинну та нерухому форму та унеможливорює потрапляння небезпечних компонентів у довкілля [45].

З попереднього досвіду роботи європейських сміттєспалювальних заводів відомо, що відходи від сміттєспалювання, а зокрема шлак широко використовується як матеріал при будівництві насипних гребель, доріг, тротуарів, стоянок, тощо. Головною перевагою такого шлаку є його доступна вартість, що дозволить сміттєспалювальному заводу отримувати додатковий прибуток від сировини (шлаку) для виготовлення будівельних матеріалів [37].

Якщо золу розбавити і капсулювати тоді її можна буде використовувати як добавку для покращення якості бетону. [27]. Зольний залишок після попереднього вилуговування (видалення важких металів) широко застосовується в дорожньому будівництві.

Було вивчено питання що до використання легкої золи як замітника метакаоліну в технологічному процесі виготовлення геополімерів. Якщо ввести до 40% золи то вона змінює реакційну здатність і змінює склад геополімерів виготовлених на основі метакаоліну ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$), що утворюється при термічній обробці каоліну. Було встановлено, що заміна 10% метакаоліну легкою золою збільшить реакційну здатність, на 15% збільшить міцність на стискання матеріалу після 28 діб його стабілізації і його пористість збільшиться із збільшенням вмісту золи [45].

Встановлено вплив механохімічної стабілізації легкої золи на перебіг

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

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

ТС 18510213

Арк

21

хімічної реакції в цементному розчині. За результатами дослідження будівельних матеріалів з вмістом леткої золи було встановлено, що попереднім подрібненням вихідного матеріалу досягається стабілізація важких металів в розчині, значно збільшується питома пористість цементних зразків, помітно знижується вміст $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і як результат утворення силікат-гідрату кальцію [31].

При частковій заміні цементу шлаком (приблизно до 20 %) в складі шлакоцементних розчинів можлива за умови підвищення його основності за рахунок модифікування під впливом CaCO_3 (введення шлаку в розплав карбонату кальцію). За таких умов можлива рання міцність зразків зі шлаком що наближається до міцності на стиск цементних зразків [31].

Для того щоб використовувати шлак від спалювання ТПВ в якості ґрунтів слід дослідити його фізико-хімічні що порівняти зі звичайними типами ґрунтів. Слід пам'ятати та враховувати, що шлак є сумішшю різних речовин і необхідно його обережно використовувати.

Головний впливи від CC_3 в основному пов'язаний із забрудненням атмосферного повітря, зокрема, дрібнодисперсним пилом, оксидами сірки й азоту, фуранами та діоксинами. Виникає низка проблем з похованням золи від сміттєспалювальних заводів, що складає до 30% від початкової ваги відходів і яка через свої фізико - хімічні властивості не може бути похована на звичайних сміттєзвалищах у цілях безпеки. Для безпечного захоронення золи і недопускання негативного впливу на навколишнє середовища, існують спеціальні сховища на яких контролюються рівень забруднення та постійне очищенням стоків.

Полігони для збереження побутових відходів являються екологічно небезпечними, та не відповідають екологічним нормам, тому що у результаті фільтрації можуть забруднювати поверхневі та підземні води токсичними речовинами. Станом на сьогодні виробництво та умови життя людей дуже тісно пов'язаті, що важливо розглядати навколишнє середовища як

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ТС 18510213	Арк
						22
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

потенціальне джерело енергії, та важливо використовувати цю енергію без негативного впливу на природу.

Можна відзначити певні чинники які на рівень територіальної організації потенційно-небезпечного виробництва слід віднести :

- технологію, одиничну потужність підприємства, рівень безпеки;
- район розміщення підприємства;
- чисельність населення і потужність;
- розташування підприємства щодо міста;
- цінність територій різних типів, які потрапляють до зони забруднення.

Є необхідними критерії для проектування будівництва сміттєспалювального заводу мають застосовуватися певні критерії :

- демографічні та соціально-екологічні умови;
- показники фізичної, хімічної та біологічної якості навколишнього природного середовища;
- особливості психологічного впливу та естетичні властивості навколишнього середовища;
- наявність об'єктів, що мають культурну і виховну цінність;
- екологічні властивості середовища;
- вимоги до інвестицій, експлуатації та безпеки технічних споруд.

Отже, досягнення обсягу виробництва, з поєднанням вимог техногенної безпеки з досягненням достатнього обсягу виробництва можливе за двох умов: нові сміттєспалювальні заводи мають використовувати новітні технологій і дотримуватися стандартів якості навколишнього природного середовища.

Виходячи з вище зазначеного можна сказати що в Україні необхідно будувати сміттєспалювальний завод для утилізації твердих побутових

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

23

відходів з отримання теплової та електроенергії з подальшою реалізацією цієї енергії, але є необхідно знайти закордонного інвестора, тому як вартість такого заводу є занадто високою для Українського бюджету, та необхідно увести "зелений тариф" для економічної вигідності такого заводу.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

24

1.4 Вітчизняний та закордонний досвід спалювання побутових відходів

Основним способом поводження з ТПВ в Україні на даний час залишається вивезення сміття на полігони та сміттєзвалища в той час, як більшість розвинених країн налагодили систему роздільного збирання і сортування сміття з подальшим їх переробленням. Ті відходи що не підлягають повторному використанню відправляються на термічне знешкодження з подальшим отриманням енергії відповідно до Директив ЄС [31]. Робота двох українських сміттєспалювальних заводів (київська «Енергія» і Дніпро) не відповідає сучасним вимогам екології, тому що на них відбувалося спалювання змішаного сміття, тобто органічне і неорганічне сміття попередньо не сортувалося і не відбувалося вилучення сировини для вторинного використання.

На даний час у країнах Європи спалюють приблизно 20–25 % так званих комунальних відходів, в Японії – близько 65 %, в США – близько 15 %. В Японії було запроваджено інноваційну комплексну переробку побутового сміття на сміттєпереробних підприємствах. Приблизно 2/3 усього сміття спалюється, питома частка рециклінгованих відходів кожного року збільшується (на сьогоднішній день — це приблизно 17 %), можна відзначити що кількість захоронених відходів щорічно зменшується (приблизно на 18 %). Галузь переробки відходів найактивніше розвивається в Японії за допомогою новітніх технологій. Одним із пріоритетів державного регулювання вважається сприяння всіма методами в утилізації побутових відходів та рециклювання сировини [37].

До воєнної агресії РФ в Україні працював лише один сміттєспалювальний завод розташований у м. Києві потужність якого складає 175 тис. т/рік. Дніпропетровський сміттєспалювальний завод який було введено в експлуатацію в 1992 році. Зазначена проектна продуктивність заводу складає 355 тис. т/рік, але він нині не працює. Харківський

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

25

Основна частина коштів під час спалювання йде на забезпечення очищення викидів в атмосферне повітря. Крім того, складності викликає необхідність утилізація та спеціального знешкодження токсичної леткої золи, що утворюється при спалюванні відходів.

Як правило енергетичні компанії займаються будівництвом та експлуатують ССЗ, можна сказати що проблема енергетичної утилізації ТПВ практично вирішена, а нинішні дослідження спрямовані на збільшення ефективності від сміттєспалювальних установок.

З досвіду роботи європейських сміттєспалювальних заводів відомо, що шлак від спалювання ТПВ використовують при будівництві насипних гребель, доріг, тротуарів, стоянок. Головним плюсом таких шлаків є низька вартість, в свою чергу продукти спалювання що утворюються можна використовувати як дешеву сировину для виготовлення будівельних матеріалів.

В свою чергу розбавлену і капсульовану золу можна використовувати як домішку для покращення якості бетону але необхідно застосовувати спеціальні добавки [50]. Після вилуговування утворюється побічний продукт зольний залишок який використовують в будівництві.

В НУ «Львівська політехніка» в рамках українсько-французької співпраці проводились низка досліджень стосовно шлаку від сміттєспалювального заводу, який розташовується поблизу м. Сержі-Понтуаз (Франція), з метою примінення шлаку як матеріалу для виготовлення будівельних матеріалів. Було встановлено, що шлак має алюмосилікатну основу (до 70%) з вмістом металів, золи і солей, частина цих солей є розчинними (сульфати і хлориди натрію, калію та кальцію), а також певну кількість солей важких металів (Pb, Zn, Cd та ін.). Відбулась низка проведених досліджень в технічному університеті м. Сержі-Понтуаз та НУ «Львівська політехніка» було встановлено можливість використання таких шлаків в композиційних цементах і як заповнювач до бетонів. В складі

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

27

композиційних цементів частину клінкеру (найдорожчого компонента) можна замінити активними мінеральними добавками на основі продуктів горіння.

Отже, під час будування ССЗ необхідно враховувати екологічні складнощі пов'язані з утворенням твердих продуктів горіння та їх утилізацією.

Інв. Нагодл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. Неодубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

28

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИТУАЦІЇ У СФЕРІ УПРАВЛІННЯ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ

2.1 Міжнародні зобов'язання України та національні пріоритети щодо управління побутовими відходами

Проблема поводження з відходами існує в кожній країні світу. Обсяги побутових відходів, що генеруються людиною, щороку збільшується, і поки що ми не спостерігаємо позитивної динаміки з цього питання.

Більшість країн, що успішно розвинули галузь поводження з відходами, розпочинали свій шлях зі стану, у якому на сьогодні перебуває Україна. Вже кілька років відповідно до вимог Угоди про асоціацію між Україною та ЄС розробляється та розширюється нормативно-правова база поводження з побутовими відходами. Це Національна стратегія управління відходами до 2030 року [40], Національний план управління відходами до 2030 року, Закон України «Про житлово-комунальні послуги» та проект Закону України «Про управління відходами», який пройшов перше читання в ВРУ, покликані прискорити рух України до міжнародних стандартів екологічної безпеки.

Відповідно до нормативно-правових актів, визначено ряд стратегічних пріоритетів розвитку даної галузі:

- необхідність розробки технологій і заходів, що спрямовані на мінімізацію створення, переробку та очищення відходів (в тому числі комунальна і промислова сфери);
- надання економічних пільг підприємствам, які запроваджують нові технології та заходи;
- максимальне запобігання захороненню тих відходів, які можливо переробити;
- покладення відповідальності за негативні наслідки для навколишнього середовища та відшкодування шкоди, завданої

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

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

ТС 18510213

Арк

29

навколишньому середовищу, на забруднювачів навколишнього середовища;
- встановлення екологічних податків [40].

Відповідно до Закону України «Про відходи», основними напрямками державної політики в галузі поводження з відходами є:

1) забезпечувати повне збирання і своєчасне знешкодження та видалення відходів, а також дотримуватись правил екологічної безпеки під час поводженні з відходами;

2) мінімізація утворення відходів і зменшення їх небезпечності;

3) забезпечити комплексне використання первинних матеріальних ресурсів;

4) сприяти максимальній утилізації відходів;

5) забезпечити безпечне видалення відходів, що не можуть бути утилізовані, шляхом впровадження нових технологій, екологічно безпечної практики поводження з відходами [39].

Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, що була ратифікована 16 вересня 2014 року, встановлює принцип співробітництва, яке спрямоване на збереження, охорону, покращення і відновлення якості довколишнього середовища, охорону здоров'я, заощадливе та раціональне користування природними ресурсами і популяризацію на міжнародному рівні заходів, що спрямовані на вирішення регіональних і глобальних екологічних проблем, в тому числі у галузі поводження з відходами й управлінні ресурсами. Угода про асоціацію передбачає й поступове приведення українського законодавства в сфері поводження з відходами та управління ресурсами до законодавства й політики Європейського Союзу в даній сфері, що є безпечними для навколишнього середовища [16].

Варто зазначити, що Україна взяла на себе обов'язок імплементації Директиви 2008/98/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 19.11.2008 року про відходи та скасування деяких Директив. Отже за принципами

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

30

даного документу варто вибудувати профільне законодавство України. Тут важливо, щоб було імплементовано всі положення Директиви. В іншому разі ми будемо мати часткове недосконале регулювання, яке не дасть позитивних результатів. Інакше кажучи, потрібно збалансувати інтереси усіх зацікавлених осіб, поставити перед собою мету охороняти довкілля та скеровувати політику в даній галузі у бік циркулярної економіки.

Головною ідеєю Директиви є запровадження ієрархії поводження з відходами. На законодавчому рівні визначено пріоритетний для захисту навколишнього середовища порядок поводження зі всіма видами відходів. Відхилення можливе, але обґрунтоване.

Ще одна Директива Європейського парламенту і Ради 2006/66/ЄС від 06.09.2006 р. й кілька супутніх документів дуже детально регламентують питання поводження з батарейками, батареями та акумуляторами і відходами від них. Заборонено розміщувати на ринку батарейки, батареї і акумулятори, що мають у своєму складі більше ніж 0,0005% ртуті від їх ваги, включаючи з тими, що входять до складу обладнання. (Це обмеження не стосується гудзикових батарейок, які використовуються у слухових апаратах, в разі якщо вони містять не більше 2% ртуті від їх ваги) [41].

Іншою Директивою 94/62/ЄС Європарламенту і Ради від 20.12.1994 р. про упаковку та відходи упаковки передбачено, що сума рівнів концентрації свинцю, кадмію, ртуті та шестивалентного хрому, що входять до складу упаковки чи компонентів упаковки, має бути не вищою 600 частин на мільйон за вагою через два роки набрання чинності директивою, 250 частин на мільйон за вагою - через три роки, 100 частин на мільйон за вагою - через п'ять років. Директива 2012/19/ЄС Європарламенту і Ради від 04.07.2012 р. встановлює зобов'язання держав-членів сприяти співпраці між виробниками і переробними підприємствами, а також заходам з просування таких дизайнів й виробництва ЕЕО, що полегшили б їх повторне використання, демонтаж та утилізацію ВЕЕО, їх складових і матеріалів. Стає очевидним, що все

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк
31

передбачено й регламентовано до дрібниць [41].

Відповідно до Національної стратегії управління відходами, прийнятої у 2017 році, перед Україною ставляться амбітні цілі. Так, рівень захоронення муніципальних відходів повинен бути знижений з 94% до 35% до 2030 року. За 13 років Україна має пройти шлях, на який іншим країнам потрібно було вдвічі більше часу [40].

Аби досягнути показників, що визначено у Національній стратегії управління відходами та Національному плані управління відходами, необхідно ефективно спільно працювати усім зацікавленим сторонам: центральним та місцевим органам влади, бізнесу, населенню, міжнародним партнерам та волонтерам.

Попри те, що цей діалог тільки-но почав налагоджуватися, ми можемо спостерігати позитивні зрушення, такі як робота над законопроектом 2207-1д «Про управління відходами». Його основною метою є забезпечити законодавче та нормативно-правове регулювання відносин в сфері управління відходами з урахуванням вимог європейських директив, покращення стану навколишнього середовища, побудова інфраструктури та залучення інвестиції у сферу. Проте війна в державі, звісно, відвела питання управління відходами на другий план.

Щодо сміттєспалювання, за наявними підрахунками, з 10 млн. тон сміття, яке щорічно потрапляє на полігон, можна було б виробити 3,5 млн. Гкал теплової енергії та 1,2 млрд кВт·год електричної енергії на рік. Отже потенціал заміщення газу становить приблизно 3% від обсягу, спожитого в минулому році. Це складає 1,48% та 0,79% відповідно від загального споживання теплової та електричної енергії [41].

При цьому, на рециклінг потрапляє 20-30% усієї маси твердих ПВ. Але це суперечить Національній стратегії з управління відходами, за якою на вторинну сировину має надходити до половини відходів – саме на тому рівні, якого вже зобов'язалися дотримуватися країни Європейського Союзу.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

32

поводження з відходами, які вимагають невідкладного рішення.

Кабінет Міністрів України - забезпечує реалізацію державної політики в галузі поводження з відходами, направляє й координує роботу міністерств, інших органів виконавчої влади [19].

Наглядом за дотриманням законів у сфері поводження з відходами займається Генпрокурор України та підпорядковані йому органи прокуратури.

Розділом 4 Закону України «Про відходи» визначено компетенцію ОВВ та ОМС в сфері поводження з побутовими відходами.

КМУ у галузі поводження з відходами:

- реалізує державну політику в сфері поводження з відходами;
- забезпечує розроблення і виконання загальнодержавних і міждержавних програм поводження з відходами й впроваджує новітні маловідходні й енергозберігаючі технології;
- забезпечує організаційно-економічні основи діяльності у сфері впровадження маловідходних технологій, стимулює роздільний збір й утилізацію відходів;
- координує роботу міністерств, інших центральних і місцевих органів виконавчої влади в сфері поводження з відходами;
- затверджує порядок видачі дозволів і встановлює умови збору відходів;
- затверджує перелік ОПО;
- затверджує перелік відходів, трансграничне перевезення й видалення яких підлягає державному регулюванню, і організовує контроль їх перевезення та видалення;
- затверджує перелік окремих видів відходів як вторинної сировини;
- затверджує перелік операцій, що пов'язані із утилізацією й видаленням відходів;
- забезпечує створення в Україні об'єктів під поховання, що не

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

34

відходами, які забезпечать мінімізацію навантаження на навколишнє середовище, зумовленого накопиченням відходів, шляхом дотримання ієрархії управління відходами, із врахуванням економічних можливостей як держави, так і областей, громад, та основних утворювачів відходів.

2.3 Аналіз потенціалу застосування технологій спалювання відходів в Україні

Відповідно до Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року передбачено перехід від видалення відходів на звалища та полігони до системи комплексного поводження з твердими побутовими відходами. Спеціальними заходами Стратегії в галузі побутових відходів є зростання рівня їх переробки – початок експлуатації сміттєпереробних заводів, створення пілотних проєктів об'єктів з вироблення палива з ПВ на базі об'єктів механіко-біологічного оброблення, запровадження багатьох пілотних проєктів з біостабілізації змішаних ПВ. Обираючи технологію переробки відходів, треба її включити до розробки регіональних планів поводження з побутовими відходів. Першим пріоритетним планом є будівництво регіональних полігонів для захоронення ПВ, які створено з дотриманням принципів міжрегіонального співробітництва. Підприємства по переробці відходів майже в усіх випадках будуть територіально прив'язані до регіональних полігонів. Обираючи конкретну технологію переробки, треба враховувати ряд факторів, на сьогодні одним з визначальних чинників в Україні є собівартість переробки ПВ [49].

Вибір на користь енергетичної утилізації зазвичай визначається такими чинниками:

1. Можливо збільшувати глибини переробки відходів, наприклад в разі термічного методу обробки, аби мінімізувати метод захоронення та зменшити потребу в нових полігонах;

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213	
37	

Арк
37

супроводжуватися виробництвом енергії шляхом будівництва системи збору і енергетичного використання біогазу, що утворений в процесі довільного чи організованого розпаду біогенних відходів. Важливим є те, що роздільне збирання, повторне використання, рециклінг та енергетичне використання ПВ конкуруватимуть між собою за сировину, але не виключатимуть одне одного. Європейські країни, що за останнє десятиліття значно знизили частину захоронення ПВ, досягли цього завдяки поєднанню повторного використання матеріалів з рециклінгом, включаючи отримання компосту, з термічним обробленням – спалюванням, що в багатьох випадках передбачає затрати енергії. Це наприклад такі розвинені країни, як Німеччина, Бельгія, Австрія, Нідерланди. Країни, які майже повністю відмовилися від захоронення відходів, використовуючи будь-які можливі методи перероблення відходів, і матеріальні, і енергетичні, не надаючи переваги жодному з них. Та ситуації в різних розвинених країнах і їх регіонах різняться. Рециклінг і компостування відходів найбільше розвинуте в країнах Європи (38%). Термічне оброблення відходів використовують країни Азії і Тихоокеанського регіону (48%), а також Європи, а більше ніж 90% відходів, які спалюють, використовуються для отримання енергії [46].

В 1181 населених пунктах України впроваджено роздільне збирання ПВ, працюють 26 сміттесортувальних ліній, один сміттєспалювальний завод (ССЗ) і три сміттєспалювальних установки. В Україні в 2018 році переробили та утилізували близько 6.2 % ПВ, з них: 2% спалено, а 4.2 % побутових відходів потрапили на заготівельні пункти вторинної сировини та сміттєпереробні заводи (СПЗ). Решту, а це близько 93%, видалили на полігони та сміттєзвалища, яких станом на 2017 рік в Україні налічували 6 тис. одиниць загальною площею більше 9 тис. га. Таким чином, щорічно Україна утворює 9-12 млн тонн ПВ. Біля 93% потрапляє на сміттєзвалища і полігони. Зараз в Україні працює один сміттєспалювальний завод і кілька десятків сортувальних ліній, ефективність відбору вторинних матеріалів

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

					ТС 18510213		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			39

на яких не вища 15-20% по масі. 20 полігонів збирають біогаз для подальшого виробництва електроенергії. Одна єдина спроба запуску сміттєпереробного заводу з анонсованим виробництвом RDF5 в 2013 році стала невдалою через недоліки технологій та відсутність тарифів на переробку ПВ. План будівництва різних ССЗ періодично анонсувався останні двадцять років. Зараз існує реальний план на використання технології МБО у Львові та Хмельницькому. Проект Національного плану поводження з відходами був поданий до Кабінету Міністрів України та затверджений в лютому 2019 року. Зараз опрацьовується проект Закону про відходи для впровадження вимог Рамкової Директиви ЄС 2008/98/ЄС щодо відходів. Відповідно до Національного плану, регіональні плани поводження з відходами необхідно розробити не пізніше, ніж через 2 роки після його затвердження. Цей план є підґрунтям для подальшого фінансування інфраструктурних проєктів щодо управління відходами з фонду державного та місцевих бюджетів [36].

Відповідно до стратегії управління відходами до 2030 року передбачено перехід від видалення відходів на сміттєзвалища та полігони до впровадження системи комплексного поводження з ПВ. В цей же час стратегією передбачено будівництво мережі нових санітарних регіональних полігонів під захоронення ПВ. Відносно високі капітальні й експлуатаційні витрати полігонів, які б відповідали вимогам законодавства ЄС, такі об'єкти мають бути мінімальною потужністю близько 50 тисяч тонн/рік (оптимальна потужність – 100 тис. тонн/рік і більше) і покривати агломерацію не менше 150 тисяч осіб. Оптимальна зона охоплення має бути принаймні 400 тисяч осіб [40].

Спеціальними заходами Стратегії в сфері ПВ є зростання рівня перероблення ПВ, враховуючи:

- досягнення до 2030 року показника перероблення 50% ПВ від загальної кількості їх утворення методом збільшення охопту населення України

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

40

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБЛЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ СПАЛЮВАННЯ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ

Очевидно, що метод спалювання ТПВ є одним із найефективніших і доцільних методів у галузі утилізації відходів, що потребує розвитку не тільки в нашій країні, а й у всьому світі. Звичайно ж, знайдуться люди, які вважають спалювання твердих побутових відходів не найбезпечнішим і найдоцільнішим методом з великої кількості варіантів, що існують на даний момент.

Не варто заперечувати, що в результаті реалізації такого способу утилізації ТПВ на навколишнє середовище виявляється значна шкода, що позначається і на здоров'ї людини, зокрема. Але й наука, як і промисловість, розвивається посиленими темпами з кожним днем. Оскільки ми плануємо майбутнє, в якому енергозбереження та захист навколишнього середовища мають вирішальне значення, то варто мати на увазі, що сучасні технології пропонують різні шляхи вирішення проблем, що виникають на стадіях планування, реалізації та експлуатації. Але, як це часто буває, деякі рішення вимагають чималих грошових витрат. Хтось бачить у цьому мінус, а хтось сприймає як важливий та необхідний крок, спрямований на часткове усунення екологічних проблем. Сьогодні зберігання ТПВ на полігонах вважається застарілим і особливо небезпечним для довкілля. До того ж, кількість ТПВ на полігонах з часом лише збільшується, що є неприпустимим. Тому спалювання ТПВ є пріоритетним напрямком у галузі ліквідації відходів, внаслідок якого ще й виробляється корисна енергія, яка окупиться у найближчому майбутньому. Цей фактор на сьогоднішній день можна вважати визначальним.

Нажаль в Україні не вистачає стимулів для будівництва(ССЗ) через певні економічні аспекти. Станом на сьогодні економічно вигідніше

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

42

захоронити відходи ніж будувати (ССЗ). Навидимо приклад, в Києві є певна компанія, яка орендує або має в постійному користуванні земельну ділянку в 50 гектарів, має щоденний оборот 1 млн. грн. від ввезення і захоронення відходів. На даний час Український бізнес не зацікавлений будувати (ССЗ) і такі явища можна спостерігати в кожному регіоні.

Розроблені сучасні проекти з будівництва (ССЗ) з отриманням теплової та електричної енергії з ТПВ являються досить дороговартісними (вартість проекту - 100-500 млн євро) та високотехнологічними. Через високу вартість будівництва(ССЗ) на вітчизняні кошти можна не розраховувати, потрібно шукати інвесторів за кордоном. Отже залишається надіятися на іноземних інвесторів які не один рік досить сильно цікавляться та вважають його потенційно найперспективнішим в Європі.

Якщо спалювання відходів брати з економічної точки зору то вона вимагає уваги до наступних моментів.

По-перше, законодавство України не передбачає надання «зеленого тарифу» для енергії виготовленої з побутових відходів. Якщо вірити експертам, без даного тарифу термін окупності підприємства по термічному знешкодженню твердих побутових відходів приблизно складатиме 20 років, що являється негативним фактором в зацікавленні інвесторів, тому що вони не хочуть вкладати кошти в досить непередбачувану Україну. Але якщо "зелений тариф" буде встановлено то Україна стане досить цікавою для закордонних інвесторів, тому що термін окупності зменшиться приблизно в 2,3 рази, тобто десь 9 років, що є гарною пропозицією для вкладання коштів в будівництво (ССЗ).

По-друге, нинішні тарифи на спалювання сміття не влаштовують місцеві влади, вони зазначають що вивезення сміття на полігони на багато дешевший процес. Влада країни йде простішим і дешевшим шляхом та зазначає що спалювання є дуже дороговартісним, тому вона просто вивозить сміття на смітезвалища простіше і дешевше вивозити і складувати сміття на

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

43

полігонах, ніж спалювати його.

По-третє, необхідно бути впевненим що продукція буде використовуватися, тобто мати гарантованого споживача на теплову та електричну енергію, вироблену з ТПВ. Необхідно укласти договір на постачання енергії, цей договір необхідно укласти між заводом та місцевими муніципалітетами і промисловими підприємствами, які будуть кінцевими споживачами електрики і тепла.

По-четверте, необхідно розрахувати витрати необхідні на придбання електроенергії для власних потреб підприємства. Фахівці говорять що підприємство по спалюванню відходів потребує більше електроенергії ніж для звичайних ТЕЦ, і приблизно складає 20-30% від загальної кількості виробленої електроенергії. Якщо дивитися та нинішні тарифи на придбання електроенергії, то можна сказати що її виробництво на підприємствах, що спалюють тверді побутові відходи, то цей процес є свідомо збитковим. За умови що тарифи на електроенергію будуть економічно обґрунтованими то для підприємств з продуктивністю 200 тис. тонн ТПВ в рік виготовлення і продаж електроенергії стає набагато вигідніше, ніж виробництво теплової енергії.

По-п'яте, усі експерти говорять що переробка та сортування сміття дороговартісніший процес ніж зберігання на полігонах. На даний час побутовий споживач сплачує лише збір і транспортування відходів до сміттєзвалищ, то якщо реалізувати даний проект то в тариф вивезення сміття почнуть додавати ще вартість переробки. Зробимо висновок, вивіз сміття подорожчає приблизно у 1,5 рази при окупності 10 років; без його обліку - в 5 разів за умови введення "зеленого тарифу".

На підставі проведених досліджень та аналізуючи подану інформацію, а також враховуючи те, що Сумська область постраждала від військової агресії російської федерації, внаслідок якої багато людей втратили робочі місця, можна зробити висновок про те, що побудова сучасного

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

44

сміттєспалювального заводу за аналогією тих, що працюють в Європі та світі, на території Сумської області по закінченню війни була б доцільним та вигідним проектом як для держави, так і для регіону.

Розміщуватися такий завод має досить віддалено від житлового району міст. Це повинна бути сучасна будівля, з якої не буде надходити жодних їдких запахів. Поряд із нею обов'язково необхідна побудова споруди із сортувальним конвеєром, куди треба звозити пакети з органікою та невідсортованим сміттям.

Пакети з органікою та з іншим сміттям може розділяти система оптичного сортування. Органіку необхідно відвозити на завод для виробництва біогазу, все інше сміття підлягає спаленню.

Варто зазначити, що нові робочі місця є далеко не єдиною перевагою побудови сміттєспалювального заводу на території Сумської області. Завдяки спалюванню завод зможе постачати містянам електрику та опалення, що допоможе частково вирішити наявні проблеми та звільнити регіон від енергетичної залежності.

Ключовим також тут є питання безпеки. На сміттєспалювальному заводі постійно необхідно буде проводити заміри викидів. Також після спалювання сміття залишаються продукти горіння та зола, яка є небезпечною. У ній збираються небезпечні фракції, які виділяються під час спалювання. Таку золу необхідно відсилати на спеціальну утилізацію.

Температура спалювання на підприємстві не повинна бути нижчою за 850 градусів. Це відповідає Європейській директиві зі спалювання відходів. Також на заводі необхідно регулярно здійснювати радіаційний контроль і в разі виявлення радіаційних відходів негайно вживати потрібних заходів.

Продукти згоряння, які схожі на щебінь, не є такими небезпечними, як зола. Їх можна буде використовувати, наприклад, для будівництва доріг на території, де депонується сміття. Таким чином в регіоні з'явиться ще й джерело дешевих будівельних матеріалів.

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

						ТС 18510213		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата				45

Якщо заглибитися в суть питання, стає зрозуміло, що всі передові Європейські технології абсолютно доступними і для українців. За умови дотримання нормативів переробка сміття є повністю безпечною. А головне, для запуску цієї системи не треба чекати роками, поки підвищиться екологічна свідомість українців – готовність сортувати сміття прийде сама разом із підвищенням тарифів. Безумовно проблемою була і буде фінансова сторона питання. Перевагою є те, що вартість робочої сили в Україні в десятки разів нижча, але ціна будівництва заводу навряд чи буде суттєво меншою від європейської. Крім того, українці на сьогодні не готові спокійно та позитивно сприймати ідею побудови сміттєспалювального заводу поблизу місця свого проживання. Це пов'язано, в основному, з недовірою населення до підприємств в питанні дотримання ними екологічних нормативів.

Україні необхідно будувати підприємства з виробництва енергії з відходів(ССЗ) що в свою чергу дозволить переробити приблизно 3 млн тонн, або 20% твердих побутових відходів що накопичились в Україні, також вийде заощадити приблизно 790 млн куб. м природного газу.

Для того щоб вище зазначені пороекти запрацювали необхідним фактором є введення в Україні «зеленого тарифу» на виробництво електроенергії з ТПВ. Хоча на сьогоднішній день існує багато перешкод в цій сфері, але у будь-якому разі реформи нам так чи інакше впроваджувати доведеться. В Україні зараз як ніколи проходять активні євро інтеграційні процеси, і питання забезпечення екологічної безпеки, дотримання норм та стандартів, в тому числі при поводженні з відходами, є дуже важливим та потребує активної роботи в цьому напрямку.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

46

усунення небезпечних та шкідливих умов праці за необхідності;

- розробляє інструкції або інші нормативні акти про охорону праці на підприємстві та затверджують правила виконання робіт та правила поведіння працівників на території підприємства, робочих місцях у виробничих приміщеннях та будівельних майданчиках відповідно до державних міжгалузевих й галузевих нормативно - правових актів про охорону праці;

- безкоштовно забезпечує працівників нормативними актами про охорону праці;

- необхідно здійснювати контроль за дотриманням працівниками технологічних процесів, правил безпеки під час поведіння з машинами, механізмами, різного виду устаткуванням та іншими засобами виробництва, контроль за використанням засобів захисту, під час виконання робіт відповідно до вимог з охорони праці;

- організовує постійний інформаційний вплив безпечних методів праці та співпраця працівниками в області охорони праці. За умови якщо відсутня інформація у нормативних актах про охорону праці, вимог, які потрібно виконувати для забезпечення безпечних умов праці на певних роботах, власник зобов'язаний організувати безпечні умови праці які були погоджені з органами державного нагляду [38].

Якщо на сміттєспалювальному підприємстві виникають надзвичайні ситуацій або нещасні випадки, власник негайно повинен вжити заходів для надання медичної допомоги власними силами або звернутися за допомогою до рятувальників.

На підприємстві необхідно вести записи щодо нещасних випадків, переліку професійних захворювань та аварій що сталися на підприємстві та внести ці записи до положення, що розробляється Держнаглядом з охорони праці при участі профспілок і затверджується Кабінетом Міністрів України.

Не лише роботодавець, а і працівники сміттєспалювальних заводів

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

48

зобов'язані дотримуватися норм і вимог охорони праці, а саме:

- знати та неухильно виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, правила безпеки під час роботи з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, обов'язково користуватися засобами колективного й індивідуального захисту;
- вести співпрацю з власником для організації безпечних і нешкідливих умов праці;
- особисто вживати всіх необхідних заходів мінімізації будь-якої ситуації, яка може створити загрозу життю та здоров'ю або життю та здоров'ю навколишніх його людей та навколишньому середовищу, за необхідності повідомити керівнику про можливу небезпеку під час виконання певних робіт [38].

Всі працівники підприємства під час роботи проходять спеціальні інструктажі з техніки безпеки та питань охорони праці, навчаються надавати першу медичну допомогу та правила поведінки під час виникнення аварійної ситуації. [38].

Одним з надважливих питань роботи сміттєспалювального заводу є питання безпеки для людей і довкілля. Для безпечного для людей та довкілля функціонування сміттєспалювального заводу повинна працювати водночас і система суворого внутрішнього контролю та моніторингу викидів, і система ефективного державного моніторингу та контролю.

Важливим і таким, що потребує постійної уваги, є питання травматизму працівників сміттєспалювального заводу. Основним недоліком та причиною травматизму на підприємстві є недостатність механізації процесів виробництва а саме перевага ручної праці. За статистикою саме недосвідчені робітники отримують найбільший відсоток травматизму через недостатні навички при виконанні трудових процесів.

Вище наведені фактори не завжди розглядаються в позицій профілактики травматизму при виробництві при їхній розробці не

Підп. і дата	
Інв.Недубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.Нагодл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

49

враховуються всі моменти, в результаті чого іноді допускаються зайві маніпуляції, зустрічні або перехресні потоки транспортних комунікацій, нераціональне або навіть небезпечне складування сировини, небезпечні прийоми роботи й т.п. Ще однією причиною є нераціональне або непристосоване технологічне устаткування та інструменти якими користуються працівники й тим більше їхня несправність також є причиною травм.

Важливим фактором є стан огорожувальної техніки, вузлів, що рухаються, агрегатів устаткування, частин устаткування, що перебувають під струмом та гарячими поверхням, якщо огорожувальна техніка не справна це може стати причиною травматизму робітників на підприємстві. Безлад на робочому місці сприяє збільшенню відсотку виникнення травматизму працівників, недостатнє й нераціональне освітлення, незадовільний санітарний стан, низька культура праці досить вагомі фактори у підвищенні травматизму. Ще одним фактором у підвищенні травматизму являється не підходящі засоби захисту працівників, зокрема, нераціональні й несправні засоби індивідуального захисту (захисні маски, окуляри, щитки, рукавички та ін.) і спецодяг.

Усі заходи які відбуваються з метою усунення травматизму на підприємстві зводяться до безпосереднього усунення цих причин або усунення сприятливих причин його виникнення. Заходів профілактики досить багато зокрема як і самих причин виникнення травматизму.

Під час виникнення травматизму необхідно проводити ретельне дослідження причин виникнення даного травматизму, після чого необхідно вжити всіх необхідних заходів для унеможливлення виникнення такого ж травматизму. Для зменшення травматизму необхідно системно аналізувати всі випадки травм за їхнім характером й причинами виникнення, після чого вжити заходів до їх усунення. Необхідний аналіз травматизму здійснюють за допомогою залучення спеціалістів з профспілкових організацій та

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Наподл.	

					ТС 18510213		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			50

адміністрацією із залученням працівників медпункту або медсанчастини, в результаті чого робиться висновок по причинах виникнення травматизму. Вище зазначений перелік травм повинен враховуватись як попередження виникнення травматизму, але необхідно враховувати специфіку і різновид підприємств. [37].

Підп. і дата	Інв. №дубл.	Взаєм. інв. №	Підп. і дата	Інв. №подл.
				ТС 18510213
Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
				Арк
				51

ВИСНОВКИ

Аналіз літературних джерел показав, що в Україні, станом на сьогодні, практичне використання технологій спалювання ТПВ перебуває на початковій стадії і потребує часу, капіталовкладень і нашоухується на опір місцевого населення. Зараз на фоні військової агресії російської федерації проти України, політичних і соціальних проблем питання поводження з ТПВ – відкладена проблема.

В Україні немає ні однієї стаціонарної установки високотемпературного спалювання, яка б відповідала сучасним вимогам екологічної безпеки. Отже, вимоги часу потребують зосередження коштів, матеріальних та людських ресурсів на негайному вирішенні питання застосування комплексу заходів, спрямованих на мінімізацію обсягів захоронення відходів з урахуванням ієрархії методів поводження з відходами. Спалювання побутових відходів повинно займати свою нішу для утилізації тих компонентів побутових відходів, стосовно яких не можливо або економічно не доцільно застосування методів більш високого рівня ієрархії.

При застосуванні термічного знешкодження твердих побутових відходів виділяється отруйні та токсичні речовини які містять оксиди азоту, сірки, соляну кислоту, а також важкі метали і дисперсний пил. Летка зола яка є побічним продуктом від спалювання та високо токсична проходить процес очищення та знезараження, за допомогою новітніх технологій спалювання це безпечний і повністю контрольований процес.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

52

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Chiang Kung-Yogh, Jin Jeer-Chuan, Chen Ming-Dear (2008). The acid extraction of metals from municipal solid waste incinerator products. Hydrometallurgy, 93, 16-22.
2. Chou Sun-Yu, Lo Shang-Lien, Hsieh Ching-Hong, Chen Ching-Lung (2009). Sintering of MSWI fly ash by microwave energy. J. Hazardous Mater.-163, 357-362.
3. Deegan, D.E., Chapman, C.D., Ismail, S.A., Wise, M.L.H., Ly, H., Philips, P.S. (2006). A radical new environ-mentally acceptable approach to hazardous waste manage-ment in the UK: A case study of plasma arc technology. J. Solid Waste Technol. and Manag., 32, 246-256.
4. Jing Zhenzi, Fan Xinwei, Zhou Lei, Fan Junjie et al. (2013). Hydrothermal solidification behavior of municipal solid waste incineration bottom ash without any additivives. Waste Manag., 33, 1182-1189.
5. Lundin, L., Marklund, S. (2007). Thermal degradation of PCDD/F and HCB in municipal solid waste ash. Chemo-sphere, 67, 474-481.
6. Moustrakas, K., Xydis, G., Malamis, S., Haralambous, K.-J., Loizidou, M.J. (2008). Analysis of results from the opera-tion of a pilot plasma gasification/vitrification unit for opti-mizing its. J. Hazardous Mater., 151, 473-480.
7. Ok Yong-Sick, Yang Jae E., Zhang Yong-Zeon, Kim Sin-Jung, Chung Doug-Yong.(2007). Heavy metal adsorption by a formulated zeolite-Portlandcement mixture. J. Hazardous Mater. , 147, 91-96.
8. SongyanYin, RavindraRajarao, BinGong, YuWang, CharlieKong, VeenaSahajwalla. Thermo-delamination of metallised composite plastic: An innovative approach to generate Aluminium from packaging plastic waste Journal of Cleaner Production, Volume 211, 20 February 2019, Pages 321-329 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618335650> (дата

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

53

звернення: 01.05.2022).

9. Tech-today-hub. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.slideshare.net/ssuser317e25/tech-today-hub-70179889> (дата звернення: 01.05.2022).

10. Vijayan D.S., Parthiban D. Effect of Solid waste based stabilizing material for strengthening of Expansive soil- A review/ Environmental Technology & Innovation, Volume 20, November 2020, 101108 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352186420314085> (дата звернення: 01.05.2022).

11. Wey Ming-Yen, Liu Kuang-Yu, Tsai Tsung-Hsun, Chou Ling-Tong (2006). Thermal treatment of the fly ash from municipal solid waste incinerator with rotary kiln. J. Hazard-ous Mater., - 137, 981-989.

12. Ying Zhou, Nils Engler, Michael Nelles. Symbiotic relationship between hydrothermal carbonization technology and anaerobic digestion for food waste in China / Bioresource Technology July 2018, Pages 404-412 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852418304644/> (дата звернення: 01.05.2022).

13. Yong-ChulJang, GainLee, YureeKwon, Jin-hongLim, Ji-hyunJeong. Recycling and management practices of plastic packaging waste towards a circular economy in South Korea/Resources, Conservation and Recycling, Volume 158, July 2020, 104798 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344920301191> (дата звернення: 01.05.2022).

14. Zeeshan Hameed, Muhammad Aslam, Zakir Khan, Abdul-Sattar Nizami. Gasification of municipal solid waste blends with biomass for energy production and resources recovery: Current status, hybrid technologies and innovative prospects / Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 136, February 2021, 110375 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032120306638> (дата

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

					TC 18510213	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

звернення: 01.05.2022).

15. Аналітично-інформаційний бюллетень КМУ URL: <http://www.info-kmu.com.ua> (дата звернення: 01.05.2022).

16. Без сміття: хто у світі навчився жити без відходів URL: <https://hromadske.ua/posts/pererobka-smittyu-u-sviti> (дата звернення: 01.05.2022).

17. Бернадинер, И.М. Обезвреживание и утилизация тяжелых металлов при сжигании ТКО [Текст] / И.М.Бернадинер, М.Н. Бернадинер // Тверд. быт. отходы, 2016. - №6. - С. 20-23.

18. Бізнес-ідеї. Переробка пластикових відходів – надприбуткова ідея. URL: <http://homebiznes.in.ua/biznes-na-pererobtsi-plastykovyh-vidhodiv-nadprybutkova-ideya> (дата звернення: 01.05.2022).

19. Верховна рада України: офіційний вебсайт. URL: <https://www.rada.gov.ua/> (дата звернення: 01.05.2022).

20. Гелетука, Г.Г. Екологічно чиста технологія газифікації ТПВ [Текст] / Г.Г.Геетука // Наука та інновації: науко-во-практичний журнал. – 2006. – Т.2. - №4. - С.9-10.

21. Горлицкий, Б.А. Сфера обращения с отходами [Текст] / Б.А. Горлицкий // Тверд. быт. Отходы. - 2008. - №6. – С.38-40.

22. Головне управління статистики в Сумській області: офіційний веб-сайт. URL: <http://sumy.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 01.05.2022).

23. Державна служба статистики України: офіційний вебсайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 01.05.2022).

24. Демографічний паспорт регіонів України. URL: http://database.ukrcensus.gov.ua/Mult/Dialog/statfile1_c_files (дата звернення: 01.05.2022).

25. Довга Т.М. Основні тенденції та закономірності утворення і переробки твердих побутових відходів в Україні. Ефективна економіка. – 2012.- №10. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=1491> (дата

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510213

Арк

55

звернення: 01.05.2022).

26. Ефективна кластерна модель управління теплоенергетичними компаніями / В. Чеванова, К. Чичуліна, В. Скриль. Міжнародний журнал з техніки та технології. 2018. № 7. С. 65–70. URL: www.sciencepubco.com/index.php/IJET(SCOPUS, ProQuest, (DOAJ), SWB), ZDB, WZB, WorldCat, CAS, JournalTOCs, BASE).

27. Завгородня Н.І., Швоваров О.А. Організаційно-методичні заходи поводження з твердими побутовими відходами. Вопросы химии и химической технологии. – 2013. - №2. – С.97-100.

28. Іщенко, В.А. Способи поводження з твердими побутовими відходами у містах України [Текст] / В.А.Іщенко // Екологічна безпека та природокористування. - 2015.- № 2 (18).- С.21-30.

29. Кодекс України про адміністративні правопорушення від 07.12.1984. № 8073-Х. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80731-10> (дата звернення: 01.05.2022).

30. Конституція України : Закон України від 28 черв. 1996 р. № 254к/96-ВР. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр> (дата звернення: 01.05.2022).

31. Козій, О.І. Термічне знешкодження твердих побутових відходів: європейський досвід [Текст] / О.І Козій, М.П. Петрук, О.М. Вахула // Комунальне господарство міст - Харків, 2015. - 120(1). - С. 122-125.

32. Міщенко В.С., Маковецька Ю.М., Омеляненко Т.Л. Інституціональний розвиток сфери поводження з відходами в Україні: на шляху європейської інтеграції. Київ: ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України», 2013.- 192с.

33. Научный парк Киевский университет имени Тараса Шевченко. Технология переработки изношенных шин методом магнитного удара. URL: <https://scp.knu.ua/ru/tekhnologii-materialov/186-tekhnologiya-pererabotki-iznoshennykh-shin-metodom-magnitnogo-udara> (дата звернення: 01.05.2022).

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

					TC 18510213	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		
						56

34. Основи законодавства України про охорону здоров'я: Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12> (дата звернення: 01.05.2022).

35. Офіційний веб-портал Полтавської обласної державної адміністрації. Комплексна програма поводження з твердими побутовими відходами у Полтавській області на 2017–2021 роки. URL: <http://www.adm-pl.gov.ua/docs/pro-zatverdzhennya-kompleksnoyi-programi-povodzhennya-z-tverdimi-pobutovimi-vidhodami-u-poltavs> (дата звернення: 01.05.2022).

36. Офіційний сайт Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства. Інформація щодо впровадження сучасних методів та технологій у сфері поводження з побутовими відходами. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/stan-sferi-povodzhennya-z-pobutovimi-vidhodami-v-ukrayini-za-2017-rik/> (дата звернення: 01.05.2022).

37. Переробка відходів в розвинених країнах світу. URL: <http://www.biowatt.com.ua/analitika/pererobka-vidhodiv-v-rozvinenih-krayinah-svitu/> (дата звернення: 01.05.2022).

38. Про охорону праці: закон України від 14 жовтня 1992 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 01.05.2022).

39. Про відходи: Закон України від 05.03.1998 № 2530-VIII. Дата оновлення: 04.10.2018. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98> (дата звернення: 01.05.2022).

40. Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 № 820-р. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80> (дата звернення: 01.05.2022).

41. Проблема сміття: від Європи до України. URL: <https://www.csi.org.ua/news/problema-smitty-a-vid-yevropy-do-ukrayiny> (дата звернення: 01.05.2022).

Інв. №	Підп. і дата	Інв. №	Інв. №	Інв. №	Інв. №

					ТС 18510213		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			57

42. Радовенчик, Я.В. Поверхова система роздільного збирання твердих побутових відходів / Я.В.Радовенчик, В.В.Гончар, В.М. Радовенчик // Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження, 2017. - №1. - С.73-77.

43. Рябик М. Макухівське сміттєзвалище. URL: <http://zmist.pl.ua/analytics/makuhivske-smittjezvalishche-maibutnya-peremozhenka-poltavi> (дата звернення: 01.05.2022).

44. Сумська міська рада: офіційний вебсайт. URL: <https://smr.gov.ua/uk/> (дата звернення: 01.11.2020).

45. Тугов, А.Н. Опыт использования твердых коммунальных отходов в энергетике (обзор) / А.Н.Тугов // Теплоэнергетика. - 2015.- № 12.- С. 13–22.

46. Управління та поводження з відходами. Ч. 2. Тверді побутові відходи: навч. посіб. / В.Г Петрук та ін. Вінниця: ВНТУ, 2013. 243 с.

47. Управління та поводження з відходами. Ч. 3. Полігони твердих побутових відходів: навч. посіб. / В.Г. Петрук та ін. Вінниця: ВНТУ, 2013. 139 с.

48. Фоменко, О.О. Аналіз технологій переробки твердих побутових відходів / О.О. Фоменко, В.С.Маслова. // Науковий вісник будівництва, 2016.- № 3(85).- С.267-270.

49. Шаніна Т.П., Губанова О.Р. Управління та поводження з відходами: підручник; за ред. проф. Т.А. Сафранова, проф. М.О. Клименка. Одеса, 2012. 270 с.

50. Щерблыкина, Т.П. Эколого-гигиенические аспекты утилизации золошлаковых отходов от сжигания ТКО [Текст] // Т.П.Щерблыкин, В.А.Марьев, Г.Н.Фрейберг, М.Н.Горбовец // Тверд. быт. Отходы. - 2017. - №8 (133) – С.63-67.

51. Що пропонують учені для боротьби зі сміттям. URL: <https://techtoday.in.ua/techtoday-hub/shho-proponuyut-ucheni-dlya-borotbi-zismittiyam-69145.html> (дата звернення: 01.05.2022).

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

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

ТС 18510213

Арк

58