

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природоохоронних технологій

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 183 “Технології захисту навколишнього середовища”

Тема: Технології утилізації небезпечних відходів у складі побутових

Завідувач кафедри Пляцук Л.Д. \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи Васькіна І. В. \_\_\_\_\_  
(підпис)

Консультант  
з охорони праці Васькін Р.А. \_\_\_\_\_  
(підпис)

Виконавець  
студентка групи ТС–71/1 Черняк Д.С. \_\_\_\_\_  
(підпис)

Суми 2021

# СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра прикладної екології  
Напрямок підготовки 183 Технології захисту навколишнього середовища

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Зав. кафедрою \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студентці: Черняк Дарині Станіславівні Група ТС – 71/1  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Технології утилізації небезпечних відходів у складі побутових
2. Вихідні дані:
3. Перелік обов'язково графічного матеріалу:
4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2, 3	4, 5	6, 7	8	9
1	Літературний огляд	+	+				
2	Проведення аналізу			+			
3	Оброблення результатів				+		
4	Розділ з охорони праці					+	
5	Оформлення роботи						+

1. Дата видачі завдання 2 квітня 2021 р.

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис)

ст. викл. к.т.н., Васькіна І. В.  
(посада, прізвище)

## РЕФЕРАТ

*Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра.* Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 40 найменувань. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 60 стор., у тому числі 5 таблиць, 9 рисунків, 1 стор. додатків, список використаних джерел 5 сторінок.

*Мета роботи* – проаналізувати небезпечні побутові відходи у Сумській області та способи поводження з ними, а також надати відповідні рекомендації щодо поводження з цим видом відходів.

Для досягнення даної мети було поставлено ряд завдань:

- Дослідити видовий склад небезпечних речовин у складі ТПВ.
- Зробити аналіз методів утилізації НПВ зі складу ТПВ
- Надати рекомендації щодо поводження з небезпечними побутовими відходами

*Об'єкт дослідження* – вміст НПВ у складі ТПВ.

*Предмет дослідження* – методи шляхи утилізації НПВ зі складу ТПВ.

У кваліфікаційній роботі було проведено аналіз вітчизняних і зарубіжних досліджень останніх десятиліть. Аналіз поводження з небезпечними побутовими відходами у Сумській області показав відсутність відповідної системи поводження. Небезпечні побутові відходи збираються окремо лише фрагментарно і потрапляють у навколишнє середовище разом з іншими побутовими відходами, створюючи екологічну небезпеку в регіоні.

*Ключові слова:* НЕБЕЗПЕЧНІ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ, ТОКСИЧНІ РЕЧОВИНИ, ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ, БАТАРЕЇ, ЛЮМІНЕСЦЕНТНІ ЛАМПИ, РТУТЬВМІСНІ МАТЕРІАЛИ.

## ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	5
Розділ 1 Літературний огляд	6
1.1 Проблема ТПВ в Україні та у Сумській області	6
1.2 Правові аспекти поводження з ТПВ у Сумській області	18
1.3 Методи поводження з ТПВ	19
1.4 Висновки з Розділу 1	24
Розділ 2 Небезпечні відходи як складова побутових відходів	26
2.1 Небезпечні компоненти ТПВ у складі побутових відходів	26
2.2 Вплив небезпечних компонентів ТПВ на НС	32
2.3 Висновки з Розділу 2	36
Розділ 3 Технології утилізації небезпечних відходів	38
3.1 Методи утилізації відпрацьованих батарейок	38
3.2 Поточний стан утилізації відпрацьованих батарейок у Сумській області і Україні	42
3.3 Висновки з Розділу 3	47
Розділ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	49
4.1 Вимоги охорони праці при переробці акумуляторних батарей	49
4.2 Цивільна безпека при переробці акумуляторних батарей	51
Висновки	53
Пепелік джерел посилань	55
Додатки	60

Подп. и дата	
Инв.№дубл.	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. №подл.	

					ТС 17510064					
	<i>Изм. Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	<b>Технології утилізації небезпечних відходів у складі побутових</b>			<i>Лит.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
	Розроб.	Черняк						4	60	
	Перев.	Васькіна						<i>СумДУ, ф-т ТеСЕТ</i>		
	Н.Контр. Затв.	Васькін Пляцук						<i>Гр. ТС – 71/1</i>		

## ВСТУП

Відомо [1], що тверді побутові відходи (ТПВ) включають приблизно 0,1% міських небезпечних відходів. Це відходи, що утворюються внаслідок людської діяльності в житлових та нежитлових будівлях, і які мають фізичні, хімічні, біологічні та інші небезпечні властивості, що створюють або можуть становити значний ризик для навколишнього середовища або здоров'я людей, і які вимагають спеціальних методів та інструментів для поводження. До таких небезпечних побутових відходів належать миючі засоби, фарби, клеї, ліки, термін придатності яких закінчився, люмінесцентні лампи, пестициди, добрива, батареї та акумулятори, відходи електричного та електронного обладнання та матеріали, що містять ртуть (наприклад, термометри).

Сьогодні цей вид відходів збирається разом з іншими побутовими відходами. Він накопичується на звалищах, що є досить небезпечним для навколишнього середовища та здоров'я людини, оскільки містяться в ньому токсичні сполуки мають вільний контакт з навколишнім середовищем. Водночас в Україні немає ефективного механізму поводження з цим видом відходів.

Міські відходи (ТПВ) є однією з найбільших екологічних проблем більшості країн. Для бідних країн та країн з перехідною економікою, де більшість твердих відходів викидається або спалюється, проблеми докільця та стічних вод стають більш гострими. Беручи до уваги пожежі та випадкові викиди фільтратів у навколишнє середовище, можна зрозуміти, що полігон технічного об'єкта, призначений для тривалого безпечного зберігання твердих побутових відходів, стає джерелом сильного забруднення через небезпечні хімічні речовини та речовини. У цьому випадку Україна не є винятком.

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инв.№дубл.	Подп. и дата	ТС 17510064	Арк.
						5
Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

## РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

### 1.1 Проблеми з ТПВ в Україні та Сумській області

У міру розвитку людської цивілізації її безпосередній вплив на навколишнє середовище швидко зростає. Прояви негативного техногенного впливу на природу неможливо простежити лише у глобальному масштабі: руйнування озонового шару, забруднення ґрунту, парникові ефекти, дефіцит прісної води, забруднення моря та накопичення сотень мільйонів тонн різних твердих відходів.

Збір місцевих відходів, а також несанкціоновані звалища є серйозною екологічною проблемою. Це пов'язано з тим, що деякі види відходів природним чином не швидко руйнуються і потребують спеціальних технологій для утилізації та переробки.

Проблема утилізації твердих побутових відходів (ТПВ) промислового та побутового походження загострюється сьогодні через постійне збільшення постійних відходів та низький рівень повної переробки або переробки. Проблема утилізації відходів стає все більш актуальною, оскільки люди нашої планети щодня викидають тисячі і тисячі тонн непотрібних матеріалів. Ця суміш, яка утворюється з різних видів відходів, містить дорогоцінні метали, скляну тару, придатну для подальшого використання, а також макулатуру, пластик і, звичайно, харчові відходи. На додаток до тих, що містяться в цій суміші, є велика кількість небезпечних відходів: карбонати фосфору з флуоресцентних пробірок; ртуть, що міститься в батареях; токсичні карбонати побутових розчинників, а також фарби та інші небезпечні інгредієнти.

Пошук найбільш оптимальних підходів до вирішення проблеми, що розглядається в цій кваліфікаційній дисертації, також проводив Б.А. Рейсберг, Є.

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инв.№дубл.	Подп. и дата	ТС 17510064	Арк.
						6
Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Б. Стародубева; А.С. Клінков, П.С. Беляєв, М.В. Соколов; Г.С. Аكوпова; О.К. Турченко і багато інших.

Проблеми утилізації відходів погіршуються переважно тим, що велика частина товарів народного споживання приречена на доволі короткострокову службу людині.

Для багатьох міст України характерне зростання кількості твердих побутових відходів у геометричній прогресії. Їх надлишок можна спостерігати на великих вулицях наших міст і в місцях скупчення великої кількості людей. У більшості регіонів країни сміттеві полігони давно переповнені і не відповідають сучасним стандартам. На них щороку вивозиться до 1 млн тонн побутового сміття. Україна щорічно виробляє близько 45 млн м<sup>3</sup> відходів, які закопуються на 6,7 тис. смітників та на землях загальною площею понад 10 га. Слід муніципальних твердих відходів досягає понад 1000 га в деяких регіонах України (Рис.1).

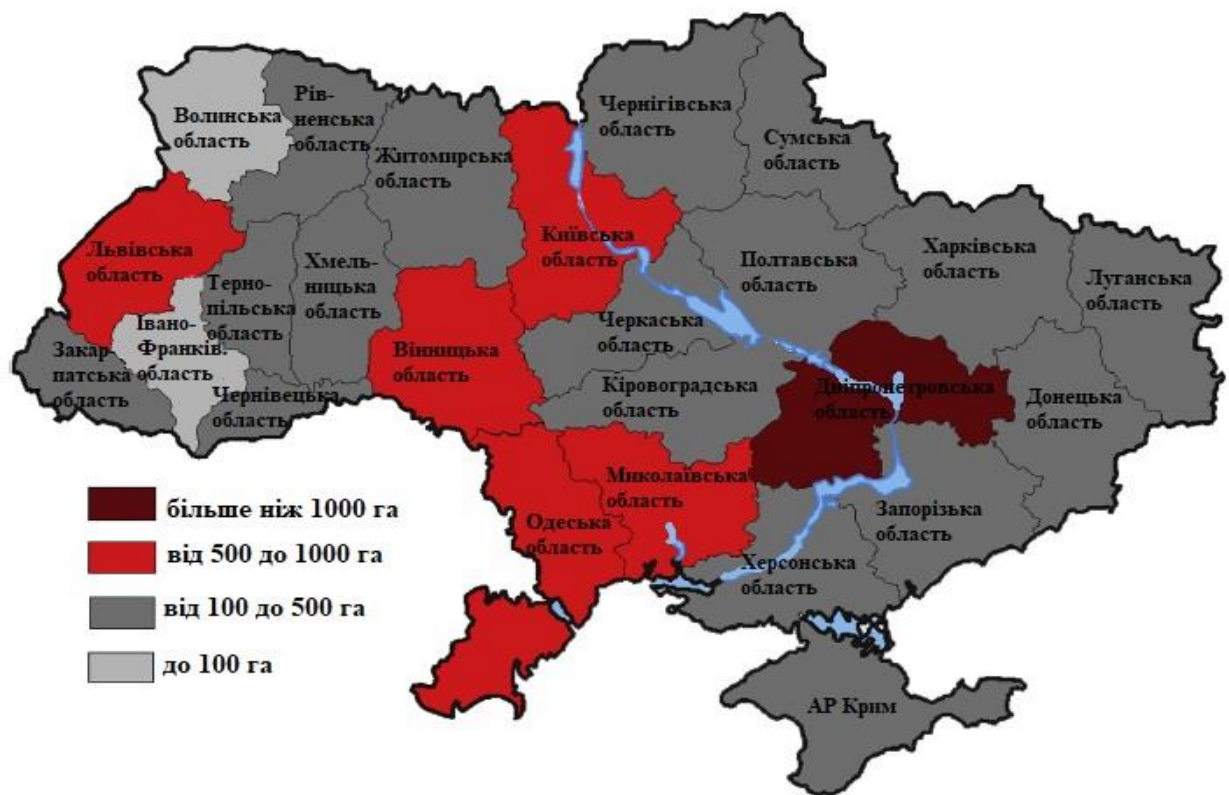


Рисунок 1 – Слід побутових відходів в Україні

Підп. и дата									
Ине.№дубл.									
Взаим. инв. №									
Підп. и дата									
Ине. №подл.									
Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064				Арк.
									7

Дані Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України показують, що у 2019 році що у 2019 році послугами вивезення ТПВ було охоплено 78% населення країни. Однак у Волинській, Черкаській та Одеській областях це було лише 61% та 63% відповідно. Більш глибоке вивчення проблеми виявляє, що ситуація ще гірша на районному рівні. У районах Полісся та Ставищанського району Київської області вивезення твердих побутових відходів охоплено лише 10% населення. Загалом, наступні статистичні дані охоплюють 78% населення України.

У 2019 році в Україні було зібрано 9,1 млн тонн твердих побутових відходів / 54 млн м<sup>3</sup>. Переважна більшість відходів (94,23%) були захоронені на звалищах загальною кількістю 6,1 тис. та загальною площею понад 9,1 тис. га. За оцінками експертів національного проекту "Чисте місто" щодо концентрованого морфологічного складу відходів, Україна втрачає 808 тис. тонн паперу та картону, 1116 тис. Тонн полімерів, 1134 тис. Тонн скла, 82 тис. тонн заліза та 27 тис. Тонн кольорових металів, 236 тис. т текстилю, 82 тис. т деревини, 2614 тис. т органічних відходів щороку. Без перебільшення, ці величезні ресурси можуть бути використані для задоволення потреб людей без руйнування чи забруднення навколишнього середовища, [2].

Наприклад, США, Німеччина, Японія та Франція 15 років тому виробляли з вторинної сировини 20% алюмінію, 33% заліза, 50% свинцю та 44% міді. Тільки в США переробка твердих побутових відходів приносить щорічний обсяг продажів понад 2 мільярди доларів. Наші результати в цій галузі набагато скромніші.

У 2017 році в Україні було спалено 2,02% (1,09 млн м<sup>3</sup>/208 тис. тонн) твердих побутових відходів. Спалення здійснювалося за допомогою спалювального обладнання та трьох сміттєспалювальних заводів. Київський енергетичний сміттєспалювальний завод, один із чотирьох у своєму роді, був побудований в Україні наприкінці 1980–х. Сміттєспалювальні скрині в Харкові, Севастополі та Дніпропетровську вже давно закриті. Завжди є проблеми зі

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инва.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	---------------	-------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						8



звалищем №5 у Підгірцях, тому київський завод спалення енергетичних відходів часто повинен допомогати столиці зменшити гостроту екологічних проблем, але це допомагає лише частково. Маючи потужність 240 000 тонн на рік, завод спалює 20–30% твердих відходів, що утворюються в Києві, але вартість цього процесу занадто висока. Вся система очищення газу обмежена фільтрами для видалення пилу та частинок попелу. Всі інші забруднюючі речовини постійно потрапляють у навколишнє середовище. Список забруднюючих речовин дуже різноманітний. До них належать діоксини, фурани, поліароматичні вуглеводні, важкі метали, соляна кислота, сірчана кислота тощо. З огляду на це, оксиди азоту та чадний газ, здається, не є найнебезпечнішими забруднювачами. Навіть суворий екологічний моніторинг на заводі не може допомогти вирішити ці гострі екологічні проблеми, [3].

На думку різних експертів, вартість ідеальної системи очищення газу для спалювальних установок може становити до 50% від загальної вартості установки.

У 2018 році 5,77% від загальної кількості твердих побутових відходів вивезли різними способами. На компостувальних заводах було перероблено 1640 тонн органічних відходів / 13 216 м<sup>3</sup>, що становить менше 0,03% від загальної кількості зібраних твердих побутових відходів. Є лише кілька прикладів здійснення компостування екологічними активістами та небайдужими громадянами на досить обмежених територіях декількох регіонів. Крім того, 1,51% (813 000 м<sup>3</sup> / 260 000 тонн) твердих побутових відходів, зібраних в Україні у 2018 році, було направлено до 25 підприємств з утилізації відходів у різних регіонах. Беручи до уваги валовий збір твердих побутових відходів, можна припустити, що цей метод досить прогресивний для України.

Слід зазначити, що кількість та якість переробки на такому заводі з переробки відходів значно зменшуються при багаторазовому перемішуванні та перевантаженні.

Ив.Неподл.	Подп. и дата
Взаим.инв.№	Подп. и дата
Ив.Недубл.	Ив.Недубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						9

Якщо можливо видалити до 80% речовин та матеріалів, що переробляються, із загального потоку твердих побутових відходів шляхом роздільного збору, у випадку валового збору та подальшого сортування цей показник зазвичай зменшується до 5–20%. Обрана сировина досить часто вимагає додаткової обробки.

У 2018 році окремий збір за сортування ТПВ було введено в 1181 населеному пункті України. Слід зазначити, що з 2017 року ця кількість зросла на 359 населених пунктів, хоча ця цифра становить лише 4,2% від загальної кількості населених пунктів в Україні. В результаті роздільного збору твердих побутових відходів у 2018 році майже 1,2 млн м<sup>3</sup> / 146 тис. Тонн різних матеріалів було відправлено на переробку та повторне використання. В основному їх відбирають для подальшої переробки та переробки паперу, картону, скла, чорних та кольорових металів, ПЕТ–пляшок, поліетилену, органічних відходів, рідше батарей, упаковки Tetra–Pak, текстилю, гуми.

На сьогоднішній день Україна не має достатнього досвіду сортування твердих побутових відходів. Як показує досвід країн ЄС, співпраця з громадськістю є найскладнішою проблемою у створенні системи роздільного збору твердих побутових відходів. Усі переваги цього методу можна практично усунути без активного та свідомого ставлення з боку населення. У той же час близько 70% загальної вартості запровадження роздільного збору відходів витрачається на навчальні та інформаційні кампанії, [4].

Підводячи підсумок, ми можемо визначити основні проблеми, які перешкоджають швидкому впровадженню роздільного збору сміття сьогодні: відсутність зацікавленості мешканців щодо роздільного збору відходів, оскільки це пов'язано з необхідністю встановити додаткові смітники на кухні, потребою відокремлювати відходи тощо. відсутність істотних реальних результатів від роздільного збору, оскільки вміст контейнера часто вивозять люди, для яких збір вторинної сировини є основним джерелом доходу перед транспортуванням на переробний завод, відсутність відповідності між обсягами контейнерів та

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инва.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	--------------	-------------	--------------

обсягами відходів, що призводить до швидкого заповнення одних та тривалого порожнього стану інших. В цьому випадку, багато невідповідних відходів скидають у порожні контейнери. Крім того, важливу роль відіграє своєчасна заміна порожньої тари; навіть за найсприятливіших умов деякі мешканці через своє виховання, характер та соціальний статус категорично відмовляються сортувати сміття окремо, а в деяких випадках це зводить всю успішну роботу нанівець.

Незважаючи на всі труднощі, пов'язані з влаштуванням об'єкта роздільного збору відходів, альтернативи немає. У поєднанні з іншими методами (спалювання, переробка тощо) ви можете ефективно вирішити існуючі проблеми з відходами.

Більшість твердих побутових відходів в Україні утилізуються. Незважаючи на величезні втрати природних ресурсів, Україна продовжує переповнювати свою територію. Згідно з офіційною статистикою, в даний час в Україні існує 6 107 звалищ, які займають площу 9 172 га. До цих цифр потрібно ставитися дуже обережно, оскільки більш детальна перевірка цих даних викликає низку питань. Наприклад, постійне керівництво Київської міської адміністрації стурбоване заторами обох полігонів у Києві. У 2018 році таких звалищ вже не існує в Києві, йдеться у звіті про санітарне прибирання. У звіті також підраховано, що майже 16% українських звалищ не відповідають стандартам безпеки. До кінця 2019 року майже кожне десяте сміттєзвалище підлягає рекультивациі, кожен п'ятий сертифікований, і кожен вісімнадцятий проходить реабілітацію, [5].

У 2019 році було виявлено 26 610 несанкціонованих звалищ із розрахунковим обсягом звалищ 5,0 млн м<sup>3</sup> за розглянутий рік було ліквідовано 26 050 несанкціонованих звалищ з розрахунковим обсягом відходів 2,6 млн м<sup>3</sup>. Зрозуміло, що для повноти необхідно додати 54,0 млн м<sup>3</sup> офіційно зібраних ТПВ, щоб додати кількість несанкціонованих звалищ, які також потрапляють до загальної системи поводження з відходами. Після цього загальна кількість

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инва.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	--------------	-------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						11

відходів становитиме близько 59,0 млн м<sup>3</sup>. На глибині скидання відходів 10 м Україна змушена виділяти ділянку щонайменше 2,0 × 3,0 км щороку для розміщення відходів. На сьогодні через фінансові труднощі системи збору фільтрату встановлені лише на 46 звалищах. Лише 33 з них мають системи знезараження. Лише 18 звалищ обладнані системою вилучення біогазу, яка спалюється у факелі та подається в когенераційні установки. Такі показники надзвичайно малі.

Після аналізу накопичення твердих побутових відходів в Україні ці проблеми лише погіршуватимуться. Навіть грубі припущення показують, що, зберігаючи встановлені тенденції утворення та збору відходів, маса відходів, зібраних протягом року, може сягати близько 20 мільйонів тонн, що становить близько 350 кг на жителя. Згідно досвіду розвинутих країн, 522–760 кг на. Населення на Рік. Тому проблему твердих побутових відходів потрібно вирішити якомога швидше. З цим потрібно боротися екологічно чистими методами, [6].

Ситуація з вивезенням твердих побутових відходів в Україні катастрофічна. Велика кількість твердих побутових відходів забруднює атмосферу, поверхневі та підземні води, ґрунт у прилеглих районах. Жодна з сучасних тенденцій в Україні (звалища, спалювання, роздільний збір) не врахована адекватно державою. Незважаючи на серйозність проблем, у 2018 році на відновлення звалищ із державного та місцевих бюджетів було витрачено 15,4 тис. дол. / Га.. Окремий збір разом із відбудовою та рекультивацією існуючих звалищ є найбільш реалістичним та найшвидшим способом вирішення існуючих проблем із накопиченням ТПВ. У той же час податкові пільги для побічних продуктів (таких як «зелений тариф» в енергетичному секторі) від переробки твердих фракцій відходів можуть стати потужним стимулом для створення та оновлення необхідних виробничих баз для переробки сировини. У багатьох країнах світу проблеми твердих побутових відходів вже давно вирішуються на високому рівні, і Україна намагається наслідувати його позитивний приклад.

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инва.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	--------------	-------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						12

## Проблеми ТПВ у Сумській області

Однією з найгостріших екологічних проблем в області є поводження з відходами. Станом на 01.01.2020 в області накопичено 35794558,401 т відходів I–IV класів небезпеки. Загальний обсяг відходів IV класів небезпеки, накопичених протягом експлуатації у місцях видалення відходів по Сумській області, складає 0,2% до загальної кількості по Україні. Структура накопичення відходів в області наведена у табл. 1.1

Таблиця 1.1 – Накопичення відходів станом на 01.01.2020

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	Кількість
1	Накопичено відходів усього	т	35794558,401
	У тому числі:		
2	Відходи I–III класу небезпеки	т	2345138,956
3	Відходи IV класу небезпеки	т	33449419,445

Основними джерелами утворення відходів є підприємства хімічної, машинобудівної, паливно-енергетичної, будівельної галузей, агропромислового комплексу та сфери комунально-побутового обслуговування. Найбільша кількість відходів утворюється на підприємствах хімічної та машинобудівної галузей промисловості.

Майже 95% відходів, що зберігаються у місцях видалення відходів, належить ПАТ «Сумхімпром», з них залізний купорос (III клас небезпеки) – 2282,887 тис. тонн, фосфогіпс (IV клас небезпеки) – 16219,774 тис. тонн, шлам, що утворився у процесі очищення стічних вод (IV клас небезпеки) – 14733,924 тис. тонн. Залізний купорос частково використовується у виробництві жовтого залізоокисного пігменту, дехроматору, мінеральної кормової добавки для тварин. Крім цього, побудована дослідно-промислова установка з виробництва

Инва.Неподл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. Неодубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	---------------	---------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						13

коагулянтів для систем водоочищення, але питання щодо утилізації залізного купоросу до кінця не вирішено.

Найбільшим утворювачем гальваношламів в області залишається ПАТ «Сумське машинобудівне науково-виробниче об'єднання». На підприємстві відходи гальванічного виробництва зберігаються у спеціально побудованому централізованому складі. Станом на 01.01.2020 на підприємстві накопичено 1,113 тис. т зазначених відходів. Періодично відходи передаються на утилізацію спеціалізованим підприємствам, але обсяги їх утворення значно більші від обсягів утилізації. Протягом 2019 року на території області утворилось 863,841 тис. т відходів I–IV класів небезпеки, у тому числі 139,645 тис. т утворилось відходів I–III класів небезпеки. Обсяги утворення відходів I–IV класів небезпеки по області складають 0,2% від утворення відходів по Україні, але за обсягами утворення відходів I–III класів небезпеки область посіла 2 місце по Україні.

Найбільші обсяги утворення відходів спостерігаються у промислово-розвинених районах області, зокрема, містах Суми, Шостка, Конотоп, Ромни та Сумському, Шосткинському, Конотопському та Роменському районах. Структура утворення відходів за адміністративними одиницями за 2019 рік наведена на рис. 1.2.

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата	TC 17510064	Арк.
						14
Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

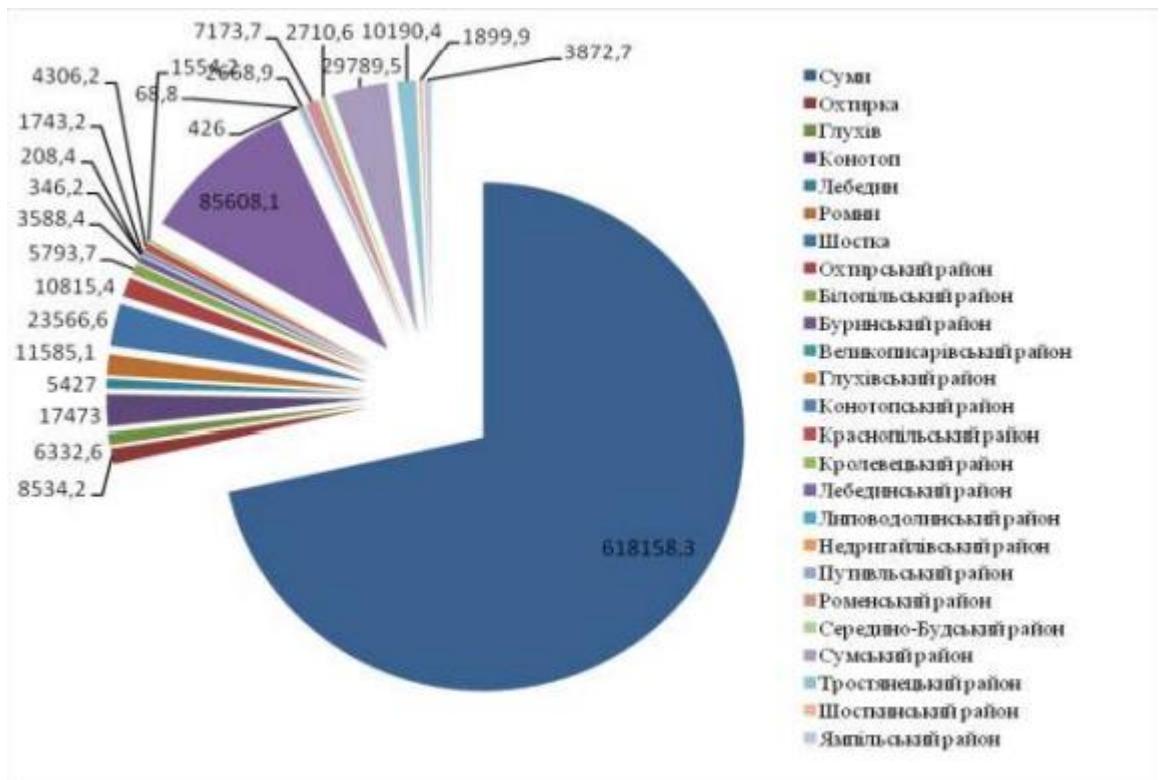


Рисунок 1.2 – Структура утворення відходів за адміністративними одиницями за 2019 рік, т

З метою запобігання забруднення довкілля небезпечними відходами, відповідно до ст. 17 Закону України «Про відходи», суб'єктами господарювання повинні здійснюватися відповідні заходи щодо максимальної утилізації відходів чи передачі їх іншим споживачам та спеціалізованим підприємствам, установам і організаціям, які займаються збиранням, обробленням та утилізацією відходів.

За даними Головного управління статистики у Сумській області основні показники поводження з відходами згідно статистичної звітності за формою №1– відходи у динаміці за 2015–2019 роки наведено у табл. 1.2.

Инів.Неподл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инів.Недубл.	Подп. и дата					Арк.	
					ТС 17510064					
Инів.Неподл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инів.Недубл.	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	15

Таблиця – 1.2 Основні показники поводження з відходами I–IV класів небезпеки (тис. т)

№ з/п	Показники	2015 рік	2016 рік	2017 рік	2018 рік	2019 рік
1	Утворено	839,9	672,6	583,4	852,2 8	863,8
2	Одержано від інших підприємств	241,3	356,5	–	–	
	у т.ч. з інших країн	–	–	–	–	–
3	Спалено	16,5	18,3	21,8	21,1	22,5
	у т.ч. з метою отримання енергії	8,2	6,7	–	14,6	
4	Використано (утилізовано)	188,2	194,9	228,9	198,1	156,96
5	Направлено в сховища організованого складування (поховання)	697,3	410,8	368,7	518,4	511,6
6	Передано іншим підприємствам	267,6	170,8	–	–	–
	у т.ч. іншим країнам	–	–	–	–	–
7	Направлено в місця неорганізованого складування за межі підприємств	0,5	–	–	–	24,090
8	Витрати відходів у разі випаровування, витікання, пожеж, крадіжок	0,07	0,3	0,0005	–	–
9	Наявність на кінець звітнього року у сховищах організованого складування та на території підприємств	33874,6	342931,6	34821,6	35789,6	35794,6

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инва.№дубл.	Подп. и дата



Окрім проблеми забруднення навколишнього середовища, останнім часом актуальним стає питання оцінки ресурсного потенціалу побутових відходів. Ключовим фактором у цьому є запровадження роздільного збору побутових відходів. Водночас місцева влада не поспішає, а іноді вагається застосовувати сучасні методи та технології утилізації побутових відходів.

У Сумській області роздільним збором відходів охоплено близько 28% населення (найвищий показник у Сумах – 79%). Основними компонентами твердих відходів, які збираються окремо, є: скло, ПЕТ–пляшки та папір.

Особливою категорією небезпечних відходів є марні та заборонені пестициди та агрохімікати (далі: НЗП). Незадовільні умови зберігання НЗП представляють загрозу навколишньому середовищу та здоров'ю населення через забруднення ґрунтів, міграцію токсичних компонентів через просочування у підземні та поверхневі води, особливо навесні, коли непридатні пестициди можуть потрапляти в потоки разом з талими водами.

У 2019 році уряди районів, міські ради та спільні місцеві органи влади провели опитування заборонених хімічних засобів захисту рослин та їх контейнерів, які не можна використовувати в сільському господарстві.

З метою вдосконалення системи поводження з відходами в Сумській області рішенням Сумської обласної ради від 10 серпня 2016 року затверджена комплексна програма поводження з відходами на 2016–2020 роки (далі: програма), що містить необхідні (основні) заходи щодо реабілітації населених пунктів, запровадження заходів щодо вивезення компонентів ресурсів та небезпечних відходів, а також створення умов для залучення інвестиційного капіталу в управління відходами. Узагальнена інформація про наявність на території області непридатних та заборонених до використання хімічних засобів захисту рослин та тари від них станом на 01.01.2020 наведена на рис. 1.3

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инва.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	--------------	-------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						17

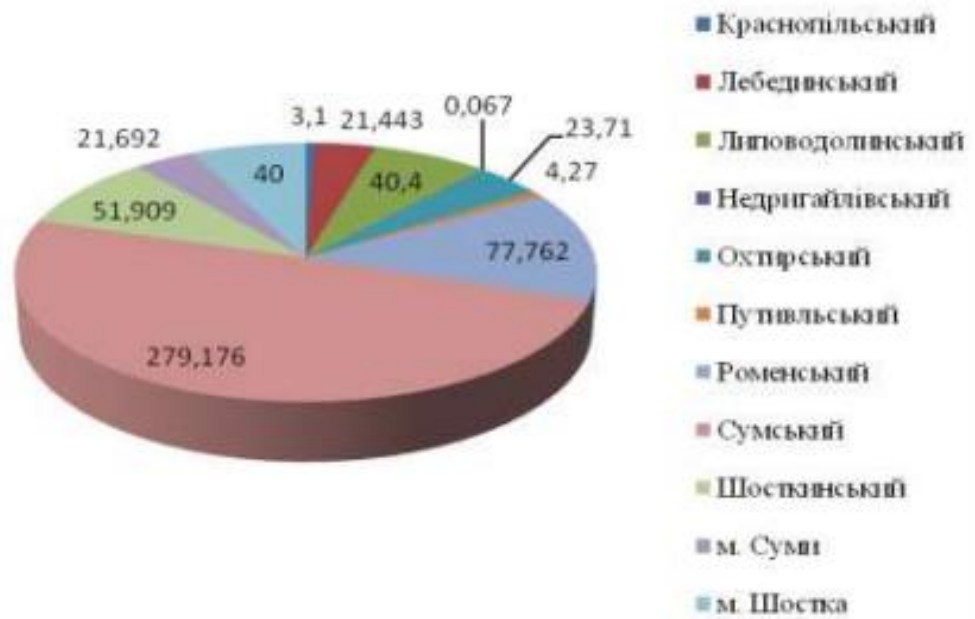


Рисунок 1.3 – Наявність на території Сумської області непридатних та заборонених до використання ХЗЗР та тари від них станом на 01.01.2020

### 1.2 Правові аспекти поводження з ТПВ у Сумській області

В області постійно вживаються заходи щодо ведення обласних реєстрів об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 31.08.1998 № 1360 «Про затвердження Порядку ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів» та постанови Кабінету Міністрів України від 03.08.1998 № 1216 «Про затвердження Порядку ведення місць видалення відходів».

Станом на 01.01.2020 до обласного реєстру об'єктів утворення відходів внесено 275 підприємств області, до реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів – 16 підприємств. До реєстру місць видалення відходів (далі – МВВ) внесено 258 МВВ.

Протягом періоду з 2015 до 2020 років затверджено 109 реєстрових карт об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів, розглянуто та затверджено 2 паспорти місць видалення відходів. Згідно з постановою Кабінету Міністрів

Инів.Міст	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инів.Міст	Подп. и дата	TC 17510064	Арк.
						18
Инів.Міст	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инів.Міст	Подп. и дата	TC 17510064	Арк.
Инів.Міст	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инів.Міст	Подп. и дата	TC 17510064	Арк.

України від 18 лютого 2016 р. № 118 «Про затвердження Порядку подання декларації про відходи та її форми» зареєстровано в електронній системі здійснення дозвільних процедур у сфері поводження з відходами 172 декларації про відходи.

Для дієвого удосконалення сфері управління відходами, відповідно до розпорядження Кабінету Міністрів України від 20 лютого 2019 р. № 117–р «Про затвердження Національного плану управління відходами до 2030 рок, необхідно розроблення Регіонального плану управління відходами у Сумській області до 2030 року, який повинен відображати реальні потреби щодо створення необхідної інфраструктури зі збору, зберігання, оброблення всіх видів відходів, зокрема, побутових, а також містити інвестиційний план, пропозиції по тарифній політиці та визначати спосіб збирання відходів.

Необхідно вирішити питання утилізації небезпечних відходів, що утворюються населенням: відпрацьованих акумуляторних батарей, масел та шин від експлуатації приватного автотранспорту, відпрацьованих люмінесцентних ламп від освітлення житлових приміщень та ін. В населених пунктах області необхідно відкрити пункти прийому небезпечних відходів від населення з метою запобігання потрапляння їх на полігони побутових відходів та довкілля. Але для вирішення цієї проблеми необхідне відповідне нормативно–правове забезпечення.

### 1.3 Методи поводження з ТПВ

Розміщення відходів потребує вилучення значних площ землі, а транспортування і зберігання ускладнюється та стає важким тягарем для народного господарства. Найбільш токсичні відходи потребують спеціальних заходів щодо їх знешкодження і повної ізоляції.

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инва.№дубл.	Подп. и дата

											ТС 17510064	Арк.
Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата								19

Існуючі способи знешкодження, утилізації та поховання токсичних відходів поділяються на три групи, відповідно до схеми технологій переробки відходів, що зображена на рис 1.4 :

- термічні: вогневий; рідкофазне окиснення; газифікація; піроліз; плазмовий;
- хімічні: фізико-хімічна переробка (коагуляція, адсорбція, екстракція, флотація, йонування, електрохімія); хімічне очищення (нейтралізація, окиснення); мембранні методи; електрохімічні;
- іммобілізація: компактування; локалізація; депонування, [10].

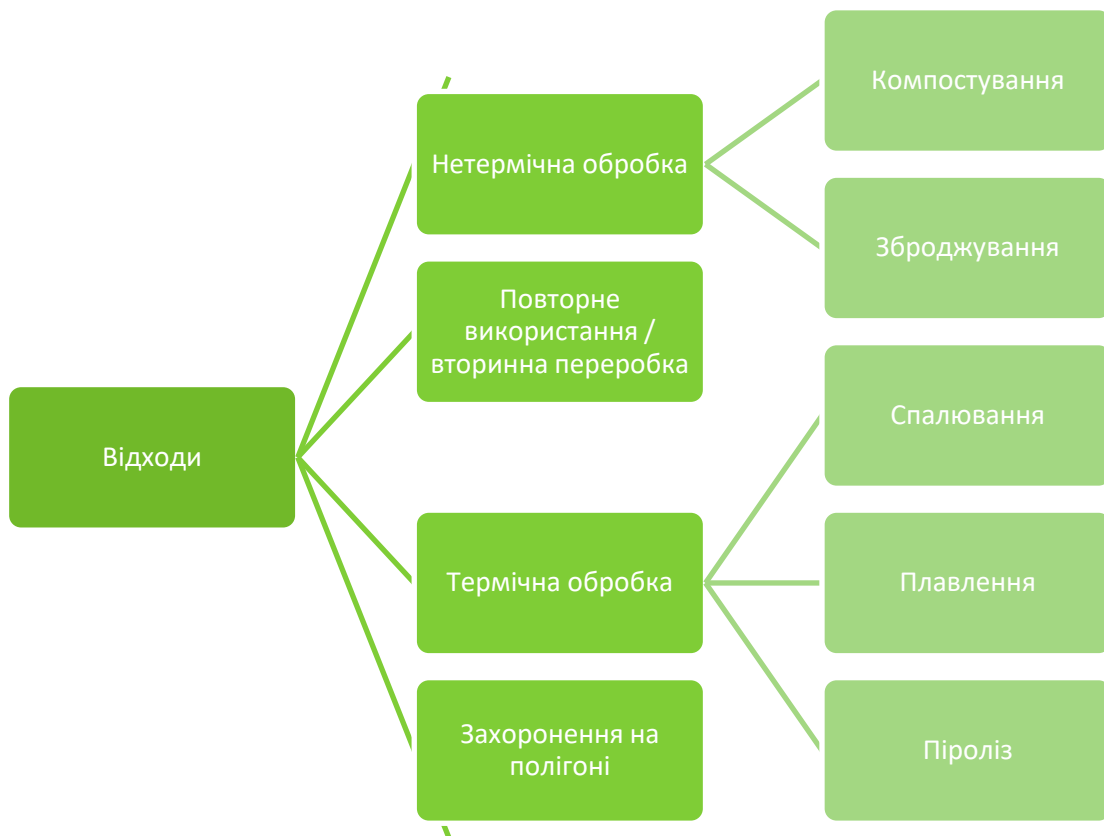


Рисунок 1.4 – Схема технологій переробки відходів

Найвикористовуванішим методом поводження з відходами в Україні вцілом є метод утилізації відходів, який і розглядається у даній кваліфікаційній роботі.

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						20

Утилізація – використання ресурсів, що не використовуються безпосередньо за призначенням, вторинних ресурсів, відходів виробництва та споживання. Для більш безпечного поводження відходами була запропонована наступна класифікація, показана на рис. 1,5 [6]. Щодня 1 людина кидає бл. 1,5 кг відходів. На перший погляд, ця величина здається незначною, але через рік вона зросте до 8,5 тонн. Джерелами таких відходів є житлові, сільськогосподарські та промислові підприємства.

Перш ніж розглядати методи та прийоми утилізації відходів, слід розглянути його основні компоненти: полімери, харчові відходи, скло, папір і картон, чорні метали, текстиль, дерево тощо. Склад та обсяг цих відходів показані на рис. 1.6.



Рисунок 1.5 – Схема класифікації відходів

Ив. №подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. №дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Склад і обсяг утворення ТПВ  
в Україні за 2018 рік



Рисунок 1.6 – Діаграма морфологічного складу ТПВ

За способом переробки ТПВ поділяються на наступні категорії:

- 1) відходи здатні до регенерації (повторне використання відходів);
- 2) біорозкладні (після переробки, використовуються в якості біогазу);
- 3) не переробні відходи (підлягають захороненню);
- 4) небезпечні відходи (захоронення проводять як для 1 так і для 2 класу небезпеки) [7].

На сьогодні, утилізація та переробка ТПВ можлива з використанням таких методів:

1) Переробка відходів у вторинну сировину: цей метод вважається одним з найбільш продуктивних і безпечних. Його суть полягає у вторинному використанні певних твердих матеріалів. Спочатку неоднорідна суміш відходів сортується за типом відходів. Сортування дає змогу виділити з відходів цінні речовини, такі як кольорові та чорні метали, пластмаси, скло, тобто. матеріали, які можуть розкладатись якомога довше і виділяти велику кількість токсинів.

2) Сміттєспалювання: цей спосіб утилізації є найпоширенішим через найнижчу ціну. Існують різні типи горіння: шарове, камерне та спалювання в киплячому шарі. Процес спалення проводиться при температурі не менше + 850 ° С, оскільки залишки відходів при цій температурі «допалюються», а токсини в димі частково нейтралізуються.

Инва.№подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инва. №дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

3) Поховання: вивезення твердих побутових відходів є найдавнішим і найдешевшим способом. Його суть полягає в тому, щоб закопувати неоднорідний щебінь у верхній шар ґрунту. Для таких похорон обрані спеціальні зони – звалища.

4) Брикетування: брикетування – це відносно новий підхід до вирішення проблеми утилізації твердих побутових відходів. Цей метод складається з упаковки однорідних відходів в окремі брикети, що може зменшити кількість відходів приблизно на половину, а попередня сортування дозволяє перемістити компоненти, відправлені на переробку. Після упаковки відходи спресовують, що ще більше зменшує загальний обсяг і полегшує транспортування. Брикети з відходами вивозяться на спеціально відведені звалища або утилізуються шляхом термічної обробки [8; 9].

Існує також ряд нестандартних варіантів утилізації та переробки твердих побутових відходів. Подивіться на деякі з них.

У місті Волгергемптон (Великобританія) є теплова електростанція, що працює на полімерах та старих автомобільних шинах. Цей проект забезпечив електроенергією понад 25 000 будинків протягом року.

США використовують біогаз, що дозволяє використовувати його як паливо замість вугілля та природного газу. Цей метод не тільки дозволяє використовувати високоякісний біогаз, але також сприяє більш раціональному споживанню викопного палива.

З іншого боку, Японія почала виробляти печі малої потужності без димоходів та парів, використовуючи технологію піролізу для перетворення відходів у вуглеводне волокно. Ці волокна можуть бути використані для різних практичних потреб. Що стосується утилізації ТПВ в Україні – вона має досить негативний характер. Як спосіб утилізації, Україна використовує самий поширений, найдавніший, і до всього цього даний спосіб є найбільш небезпечним складування твердих побутових відходів на полігонах і на звалищах.

Инва.№подл.	Подп. и дата
Взаим. инв.№	Подп. и дата
Инва.№дубл.	Подп. и дата
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						23

Так як система полігонів і звалищ не здатна впоратися зі зростаючим потоком відходів, необхідно шукати інші способи їх регулювання. По-перше, створити на місцевому та регіональному рівнях цілісну інженерну систему (мережу) поводження з відходами, яку необхідно формувати як ієрархічну структуру сміттесортувальних і сміттєпереробних підприємств, замкнених єдиним технологічним процесом на полігон. По-друге, організувати на загальнодержавному рівні єдину жорстку вертикальну міжвідомчу державну структуру з управління відходами.

#### 1.4 Висновки з Розділу 1

Існує низка екологічних, соціальних та економічних проблем, пов'язаних із сучасною практикою нераціонального захоронення твердих побутових відходів (ТПВ) в Україні та постійною тенденцією до збільшення її виробництва. Відповідно до звітів департаментів Комітету з питань житлово-комунального господарства та регіональних управлінь з охорони навколишнього природного середовища України з 2015 по 2019 рік на полігони та звалища було вивезено 248,7 млн м<sup>3</sup> твердих побутових відходів або 62,2 млн тонн твердих побутових відходів [10]. Практика викидання твердих побутових відходів на звалища та сміттєзвалища погіршує місцеву екологічну ситуацію в їх місцях, що складається з утворення токсичних фільтратів, викидів біогазу парниковими газами та вибухонебезпечними компонентами і забруднення великих земельних ресурсів. Досвід на сьогоднішній день показує, що санітарно-епідеміологічні умови поза санітарно-захисними зонами звалищ (встановлені на рівні 500 м) [11] в більшості випадків не відповідають офіційним вимогам.

Аналіз регіонального та муніципального досвіду управління з утилізації та переробки твердих побутових відходів в Україні як окремо, так і в Сумській області в цілому дозволяє продемонструвати, що основними напрямками

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инва.№дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						24



діяльності регіональних та муніципальних органів влади у сфері поводження з твердими побутовими відходами є:

- розміщення даних відходів на спеціалізованих полігонах,
- будівництво комплексів з переробки сміття, організація роздільного збору відходів з метою їх подальшої переробки,
- термічна утилізація відходів з отриманням енергії і тепла,
- розвиток ринку збуту продуктів переробки та вторинної сировини,
- створення індустріальних центрів з переробки відходів, що спеціалізуються на глибокій переробці твердих побутових відходів.

Значний теоретичний і практичний інтерес представляє собою досвід застосування державно-приватного партнерства при будівництві та експлуатації об'єктів з переробки та утилізації твердих побутових відходів. Такий досвід, заснований на принципах концесійного природокористування, ще мало накопичений в Сумській області.

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата					TC 17510064	Арк.
										25
Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						

## РОЗДІЛ 2 НЕБЕЗПЕЧНІ ВІДХОДИ ЯК СКЛАДОВА ПОБУТОВИХ ТПВ

### 2.1 Небезпечні компоненти ТПВ у складі побутових відходів

Буквально 100 років тому людство мало знало, що відходи в майбутньому стануть глобальною проблемою глобального масштабу. Особливу увагу слід приділити небезпечним відходам, оскільки вони шкідливі як для навколишнього середовища, так і для здоров'я людей.

Небезпечні відходи – це залишки, відходи та сміття, які походять від виробництва, сільського господарства, діяльності людей у побуті та становлять небезпеку для навколишнього середовища. Компоненти небезпечних відходів повинні утилізуватися відповідно до чітко регламентованих гігієнічних правил, норм та списків; система суворих покарань здавна застосовується у розвинених країнах для їхнього покарання.

Які властивості роблять відходи небезпечними? Глобальна класифікація, що міститься в документах Базельської конвенції, базується на ступені небезпеки та фізичних, хімічних та біологічних властивостях токсичних речовин та предметів.

Відходи вважаються дійсно небезпечними, якщо вони занедбані в природі:

- випромінюють радіацію;
- отруюють підземні води і населення, яке живе поблизу;
- викликають корозію металів;
- можуть бути причиною виникнення інфекцій у населення і розвитку епідемій;
- легко спалахують;
- спонтанно вибухають, вступаючи в реакцію з іншими речовинами або елементами навколишнього середовища;
- негативно впливають на флору і фауну як в місці зберігання, так і на відстані.

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата	TC 17510064	Арк.
						26
Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

*Категорії небезпечних відходів.* За механізмами дії на навколишнє середовище і характерним наслідків небезпечні відходи поділяються на кілька категорій.

- Отруйні. До них належать сильнодіючі, їдкі кислоти та основи. Вони становлять особливу небезпеку для живих тканин і можуть спричинити небезпечні для життя опіки.
- Токсичні. Різні пестициди, навіть у невеликій кількості, можуть викликати принаймні одну важку алергічну реакцію. Якщо ґрунтові води проникають всередину, жителям кількох населених пунктів загрожує небезпека. Є дані про те, що такі відходи можуть легко призвести до онкології, генетичних захворювань та хромосомних відхилень у дітей у широкому спектрі груп населення.
- Радіоактивний. Відпрацьоване ядерне паливо. Такі відходи безповоротно змінюють генофонд людської популяції та серйозно впливають на життя майбутніх поколінь. Радіаційний фон навколо звалищ радіоактивних відходів може залишатися незмінним протягом сотень років, а частинки можуть переноситися вітром на тисячі кілометрів.
- Пожежонебезпечні. Горючі відходи неодноразово спричиняли пожежі в будинках та промислових будівлях та на звалищах. Запалювання може сприяти викиду шкідливих частинок при спалюванні інших відходів.
- Вибухонебезпечні. Вибухонебезпечні відходи можуть у будь-який час хімічно реагувати з навколишнім середовищем із масовим негайним виділенням теплової енергії, що неминуче призводить до травмування людей або смерті.
- Інфекційні. Сюди входять голки та одноразові шприци, хірургічні інструменти, які прийшли в непридатність, та різні біологічні матеріали. Такі відходи можуть спричинити різке погіршення епідеміологічної ситуації, масові зараження особливо небезпечними інфекціями та збільшення смертності людей, які проживають на місцях утилізації.

Инва.Неподл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инва.Недубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						27

- Корозійні. Миючі та очисні засоби можуть потрапляти в землю та в будинки разом із підземними водами, що значно скорочує термін служби металевого обладнання та труб.

*Правила поводження з НПВ та їх збирання.* Основні етапи і правила поводження з небезпечним сміттям визначені федеральним законодавством. Чи не кожне підприємство може здійснювати діяльність зі збору небезпечного сміття. Держава від компаній вимагає ліцензію, що дозволяє приймати і утилізувати небезпечні компоненти сміття відповідно до офіційних методів.

Прикладами пунктів прийому можуть бути спеціальні сміттєві бокси для викидання батарейок та енергозберігаючих ламп, спеціалізовані або універсальні приміщення для прийому і мобільні пункти.

В останні десятиліття у світі спостерігається збільшення маси небезпечних побутових відходів (НПВ) у відсотках складу ТПВ. Ці компоненти включають: відходи електричного та електронного обладнання, хімічні джерела струму, вимірювальні та освітлювальні прилади, побутову хімію, лакофарбові матеріали та ліки тощо. Вони містять токсичні хімічні речовини (токсичні метали та їх сполуки, агресивні кислоти та основи, канцерогенні хлорорганічні сполуки та ін.)

За даними американських дослідників, вже більше 20 років у повсякденних споживчих продуктах було виявляється понад 27 000 токсичних хімічних речовин [12]. В останні роки частка НПВ у морфологічному складі ТПВ становить, за різними оцінками, 1–2% у різних країнах і продовжує поступово зростати [13–18].

У більшості розвинених економік роздільний збір та використання сучасних цінностей забезпечується місцевими органами влади чи державними програмами. На даний момент 100% роздільний збір та утилізація НПВ ніде не досягається [19]. На підставі наявних наукових та аналітичних даних [20], ризик для навколишнього середовища та здоров'я людей від утилізації твердих відходів ще не оцінений. Публічні дані з цієї теми все ще є неповними. До цього

Инва.Неподл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инва.Недубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						28

часу в Україні не проводилось достатніх досліджень кількості та складу НПВ. Частка капітальної вартості у морфологічному складі побутових відходів можна вважати приблизно 1% еквівалентною європейській.

Утилізація небезпечних відходів загалом та визначення ступеня небезпеки регулюються правилами України. В даний час в різних регіонах України реалізуються проекти зі збору та безпечного захоронення НПВ, підтримувані на законодавчому та адміністративному рівні [10–12].

Поступово впроваджуються нові технології переробки НПВ [13]. Громадські організації, які просувають та розвивають мережу деяких видів НПВ, розвиваються [14–16].

Перші наукові публікації про проблему НПВ почали з'являтися в міжнародних виданнях приблизно з середини 1980–х рр. Наприклад, у статті [17] повідомлялося про успішний запуск системи збору небезпечних відходів з домогосподарств та малого бізнесу для збору побутових небезпечних відходів у Флориді, США Департаментом екологічного регулювання Флориди. Першим завданням для всебічного вивчення та вирішення проблеми НПВ у складі ТПВ стала кількісна оцінка. У 1985 р. Була проведена кількісна оцінка характеристик, кількостей та впливу нерегульованих небезпечних відходів, що містяться у твердих побутових відходах міста Сіетл (округ Кінг, штат Вашингтон). В рамках дослідження відходи відбирали та сортували вручну на станціях передачі для визначення виду та масової частки нерегульованих небезпечних відходів. Відібрані зразки піддавали детальному хімічному аналізу. Цей проект був першим науково структурованим дослідженням, яке кількісно характеризувало поширеність та склад NPV у потоці твердих відходів. Для ілюстрації було показано хімічні види та кількості, що надходять через розчинники [18]. У дослідженні [19] вивчались останні дослідження (до 1993 р.) Щодо джерел небезпечних сполук, що викидаються з міських звалищ. Наявність небезпечних забруднювачів на звалищах рідких та газоподібних звалищ добре задокументовано; однак джерело цих забруднювачів не завжди очевидно.

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инва.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	--------------	-------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						29

Потенційними джерелами таких небезпечних забруднень на звалищах ТПВ визнано НПВ. Кілька досліджень мали різні оцінки кількості та характеристик НПВ, коливаючись від 0,002% до 0,5% за вагою. Наступні експериментальні та аналітичні джерела забезпечують діапазон значень вмісту НВ у твердих побутових відходах від 0% до 5%.

У 2004 р. все ще не вистачало інформації про кількість НПВ та їх вплив на здоров'я людей та навколишнє середовище [20, 21]. Сучасні зарубіжні дослідження показують вищі результати утримання НПВ у комунальних відходах: наприклад, 3,49% [23]. Існує кілька публікацій з результатами досліджень щодо якісного складу НПВ [22]. Однак загалом у науково-дослідних публікаціях бракує даних про склад та кількість НПВ, більше публікацій про проблему збору небезпечних відходів з домогосподарств, ніж про їх склад та вплив на навколишнє середовище [22 – 26]. Для безпечної обробки та переробки окремо зібраних НПВ необхідна розробка спеціальних технологій. В даний час технології обробки таких загальноприйнятих компонентів, як акумулятори, батареї, ртутні флуоресцентні лампи, широко розповсюджені та ефективно розвиваються [27–30 та ін.]. Переробка або утилізація таких компонентів, як, наприклад, ліки з простроченим терміном придатності, створює ряд труднощів через значну невизначеність їх складу та кількості [31].

Незважаючи на відносно невелику частку НПВ у загальному складі ТПВ, цієї кількості достатньо для підвищення класу небезпеки ТПВ [30].

У дослідженні [31], наприклад, було показано, що перехід класу небезпеки одиниці маси практично небезпечних відходів (клас небезпеки 4) у вищі класи небезпеки відбувається при додаванні певної кількості найпоширеніших токсичних речовин, що містяться в НПВ (ртуть, кадмій, свинець).

Наприклад, додавання менше 0,03% ртуті на 1 кг небезпечних відходів достатньо для підвищення оціночного класу небезпеки з 4-го до 3, менше 0,4% – до 2, отже, внесення відносно незначної кількості токсичних речовин значно збільшує клас небезпеки одиниці маси ТПВ.

Инва.Неподл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инва.Недубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						30

Проблемою оцінки класу небезпеки ТПВ із сучасним морфологічним складом (метод розрахунку) є невизначеність щодо компонента та хімічного складу НПВ.

Середній склад НВ в Україні, який виявлено у загальному потоці ТПВ, представлений на малюнку 2.1

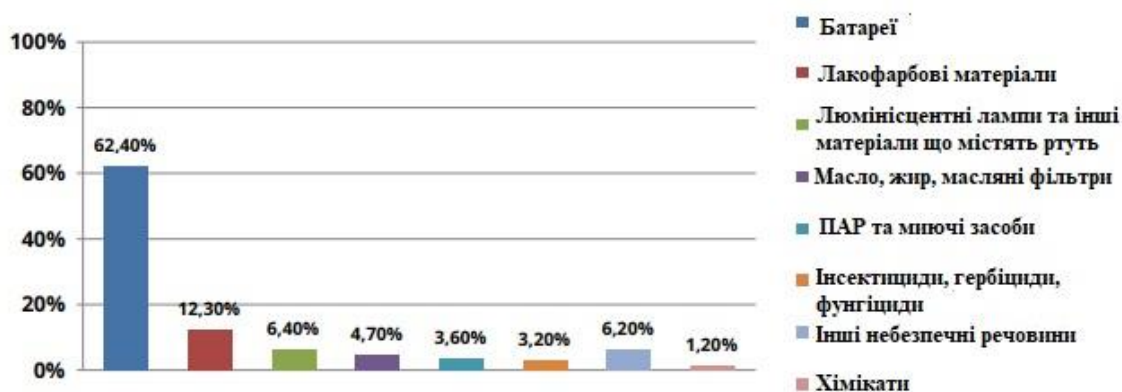


Рисунок 2.1 – Середній склад небезпечних компонентів, що потрапляють до складу ТПВ в Україні

Основну частину НПВ (> 85% по масі) складають хімічні джерела живлення (батареї), лакофарбові матеріали (покриття), відходи, що містять ртуть, та різні технічні оливи (масло, жир, масляні фільтри). Для кожного з чотирьох класів небезпечних компонентів був умовно прийнятий наступний вміст токсичних речовин, наведений у табл. 2.1(на основі літературних джерел та інфографіки (Додаток А,Б)).

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инва.№дубл.	Подп. и дата

Таблиця 2.1 – Вміст токсичних речовин у НПВ (у масових відсотках)

Назва компонента	Основні забруднювачі
Фарби	Свинець – 1%
Акумулятори	Цинк – 23% Магній – 5% Ртуть – 0,0077% Свинець – 4% Кадмій – 1%
Масла, жири	Для розрахунку прийнято за толуол – III к.н. – 3,5%
Ртутьвмісні відходи	Лампи освітлювальні – приблизно 0,02%

## 2.2 Вплив небезпечних компонентів ТПВ на НС

Коли ми думаємо про управління забрудненням, наша головна проблема – очистити повітря, воду та ґрунт. Але потрібно подумати, як можна переконатися, що туди не потрапляють забруднювачі. Багато ліків можуть отруїти все, що їх оточує. Просто викиньте їх у смітник. Зараз тільки зароджується тенденція до професійної утилізації відходів. Тому необхідно вирішити питання екологічно небезпечних відходів на прикладі 10 найбільш токсичних викидів у твердих побутових відходах.

1. Батарейки. У кожного другого жителя будинку є пристрої, які працюють від батарейок. Через деякий час ефективність цих джерел енергії вичерпається. Викидання акумуляторів разом із звичайними побутовими відходами призведе до пошкодження всього, що знаходиться на звалищі. Справа в тому, що в батареях є кілька видів небезпечних металів: цинк, ртуть, нікель, кадмій, свинець. Ці важкі метали потрапляють у ґрунт та підземні води. Акумулятор А1 отруює 400 літрів води та ділянку площею 20 квадратних метрів.

2. Комп'ютери, електроніка, побутова техніка. За оцінками, 1,5 млн тонн

Инва.№подл.	Подп. и дата
Взаим. инв.№	Подп. и дата
Инва.№дубл.	Подп. и дата
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						32



побутової техніки щороку викидається на звалища. Старі електронні схеми та дрони на звалищах реагують на різні хімічні реакції, коли стикаються з вологою. Холодильники містять фреон, який спричинює озонові діри в атмосфері. Телефони з літій-іонними акумуляторами виділяють свинець і ртуть. Це означає, що близько 70% матеріалів у «мобільника» можна переробити.

3. Лампи. Більшість українців вже використовують нові енергозберігаючі лампи. Так, вони економить енергію і служать довше. Але ці елементи управління світлом містять ртуть. Тому дуже важливо не ламати їх, а правильно утилізувати. Люмінесцентні лампи ще більш небезпечні, лампочка містить ртуть. Якщо така лампа зламається вдома, якомога швидше зберіть залишки в щільний мішок, добре провітрить приміщення, а потім зробіть вологе прибирання.

4. Ртутний термометр. Кількість ртуті в звичайному термометрі становить 2–3 мм. Якщо термометр несправний, він осяде на стінах кімнати. Отруєння організму відбувається повільно і непомітно. Тривале вдихання парів ртуті призводить до слабкості, головного болю та втрати ваги. Тоді існує ризик раку.

5. Ліки, бинти, голки. Дослідження в США показали, що в багатьох передмістях цієї країни міститься високий відсоток слідів гормональних речовин, які в свою чергу впливають на флору і фауну. Забороняється викидати ліки у стічні води чи побутові відходи. На жаль, в Україні відсутнє чітке законодавство щодо утилізації фармацевтичних відходів.

6. Будівельні матеріали. До них належать: будівельні клеї та різні суміші, цемент, цегла, штукатурка, метал та бетон, шпалери, лінолеум, вікна та двері, гіпсокартон та керамічна плитка. Більшість цих відходів можуть бути шкідливими для навколишнього середовища, оскільки містять різні хімічні добавки. Будівельні матеріали можуть бути дуже небезпечними. Цементний пил пошкоджує легені при вдиханні. Лінолеум та деякі типи шпалер при запаленні викидають в атмосферу вуглекислий газ та інші токсини. Ці хімічні речовини можуть накопичуватися, а потім випадати разом з дощем. Рідкі будівельні матеріали отруюють ґрунт, тим самим проникаючи в ґрунтові води і отруюючи

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инва.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	--------------	-------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						33

його також.

7. Лакофарбові відходи. Це фарби, розчинники, лаки та ґрунтовки. Ці речовини є надзвичайно токсичними забруднювачами, і деякі види легко запалюються навіть при незначному нагріванні. Летючі сполуки, що виділяють цей тип бруду, можуть викликати отруєння та алергію при вдиханні. Ці речовини також завдають шкоди атмосфері і виділяють найнебезпечніший формальдегід, важкі метали та інші токсичні сполуки.

8. Сільськогосподарські відходи. До цієї групи належать садові хімікати. Пестициди не тільки борються з комахами та бур'янами, вони токсичні і можуть накопичуватися в організмі людини і поступово отруювати його. Вони також просочуються через ґрунт у підземні води, а потім потрапляють у струмки та річки, сильно пошкоджуючи екосистему. Їх категорично не можна зливати в каналізацію.

9. Побутова хімія. Рідини для миття посуду, чистячі засоби, ополіскувачі, порошки та інша подібна синтетична побутова містить шкідливі ПАРи. Побутові засоби також не можна заливати в каналізаційну систему. Вони містять високу концентрацію забруднюючих речовин. Рано чи пізно все це потрапляє у підземні води. Деякі інгредієнти, що входять до складу побутової хімії, широко використовуються для виготовлення будівельних сумішей. Тому найкраще переходити на екологічно чисті та безпечні продукти, які не шкодять природі та живим організмам.

10. Пластик. Всі улюблені пакети стали справжнім лихом для людства. Вони заповнили звалища по всьому світу, вони великою кількістю плавають у морі та у водних районах. Морські птахи, риби та тварини дуже страждають від пакунків, якими ми користуємось лише в середньому 10–15 хвилин. І вони розкладаються на сотні років. Багато країн вже почали активну боротьбу з такою упаковкою. Щоб зменшити кількість одноразових пластмас, досить зайти в магазин із сумкою та пакетами для фруктів та овочів та утриматись від використання одноразового посуду, пакувальної плівки та целофанових пакетів.

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инва.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	--------------	-------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						34

Всьому цьому є хороші органічні альтернативи.

Найбільша кількість проблем виникає з утилізацією люмінесцентних ламп та батарейок. Кількість батарейок і газомісних джерел світла, які перебувають в домашньому, побутовому використанні, простежити складно. Можна лише орієнтуватися на те, що за статистикою, з ввезених в країну 5 тисяч тонн батарейок, люмінесцентних ламп і акумуляторів всього 0,5% потрапляють в місця збору і пункти спеціалізованої утилізації.

Важкі метали, газоподібні отрути, що знаходяться серед загальних смітєвих відходів руйнують навколишнє середовище, завдають непоправної шкоди не тільки природі, але й здоров'ю майбутніх поколінь.

*У чому екологічна небезпека відпрацьованої батарейки.*

Що відбувається, якщо батарейка виявляється в місцях накопичення смітєвих відходів, а не в пункті утилізації? Статистика невтішна:

1. Грунт в периметрі приблизно 15 метрів вважається забрудненим на багато десятиліть.
2. Потенційно отруєно може бути близько 400 л води.
3. Забруднене місце ніколи не стане безпечним домом для тварин.
4. На ураженій ділянці не виростуть нешкідливі зелені насадження.

*У чому особливості будови і утилізації люмінесцентних ламп.*

Чи не менше загрози становлять освітлювальні прилади, що містять пари ртуті. Будь-яка люмінесцентна лампа є джерелом агресивного зараження навколишнього середовища. Отруйні гази мають здатність поширюватися в десятки разів швидше, ніж, наприклад, їх рідкі аналоги. Шкода, завдана розбитим ртутним градусником, на порядок менше, ніж наслідки контакту з пошкодженою люмінесцентною лампою.

*Алгоритм дії при утилізації відпрацьованих ламп.*

З метою мінімізації шкоди для здоров'я людей і навколишнього середовища надзвичайно небезпечні відходи, до яких відносяться в люмінесцентні лампи, слід знешкоджувати особливим способом:

Инва.Неподл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инва.Недубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						35

1. Прилад, термін роботи якого закінчено (перегорів), необхідно упакувати в герметичний целофановий пакет. Це дозволить уникнути ризику розповсюдження парів ртуті, якщо станеться розгерметизація при пошкодженні.
2. Доставити в пункт збору небезпечних відходів. Це місце можна знайти в інтернеті або подзвонити в службу інформації МНС.

*Вплив шкідливих відходів на здоров'я людини.*

Важкі метали, такі як цинк, кадмій, мідь, алюміній, марганець, свинець, нікель, завдають непоправної шкоди здоров'ю людини. Забруднення ними води або ґрунту негативно позначається на всьому живому. Накопичені в рослинних і тваринних джерелах живлення речовини потрапляють в організм людини, повільно і непомітно отруюють його. Навіть малі кількості важких металів (наприклад, кадмій або свинець) здатні:

- вплинути на роботу гормональної системи людини;
- порушити роботу ферментів;
- погіршити імунітет і сезонну опірність до захворювань;
- викликати порушення травлення і отруєння;
- підвищити ризики в виношування і народження здорових малюків.

Важкі метали здатні накопичуватися в волоссі, нігтях, кістках, порушуючи їх структуру. Органи при зростаючому навантаженні починають давати збій, можливі порушення метаболізму. Особливо зростають ризики для людей, що страждають хронічними захворюваннями і літніх людей, а також для тих, у кого є схильність до онкологічних захворювань.

### 2.3 Висновки до Розділу 2

Українське законодавство не регулює належним чином утилізацію акумуляторів та люмінесцентних ламп. Утилізація цього виду відходів здебільшого здійснюється шляхом висипання їх у сміттевий бак, а не

Инва.Неподл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инва.Недубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						36

транспортування до спеціального центру переробки. Щороку на звалищах найбільших міст світу використовується до 15 мільйонів акумуляторів. Важливо надати інформацію про можливі пошкодження використаних батарей. Соціальна відповідальність – це перший крок у сортуванні відходів, а потім в організації його для утилізації або переробки.

Створення привабливих бізнес-умов у цьому сегменті та обмін досвідом з іншими країнами Європейського Союзу – найкращий спосіб боротьби з цим видом відходів. Переробка таких відходів може бути корисним елементом у ланцюзі переробки виробничого ланцюга (як це має місце в розвинених країнах). Наприклад, такі відходи служать сировиною для виробництва графіту, цинку, синтезу луку.

Ви можете зменшити витрати на переробку використаних джерел живлення, збільшивши кількість правильно відсортованих відходів, кількість зібраних батарей, акумуляторів, ламп тощо.

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата					TC 17510064	Арк.
										37
Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						

## РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВІДХОДІВ

### 3.1 Методи утилізації відпрацьованих батарейок

Щорічно в Україні продається близько 1 мільярда акумуляторів, і їх кількість щороку зростає.

Дослідження цієї проблеми показало, що кожен житель міста витрачає в середньому приблизно 12 батарей AA на рік. Крім інших типів батарей і акумулятори. Акумулятор, який викидається в бак разом з іншими побутовими відходами, потрапляє на звалище і під впливом часу піддається корозії. Коли корпус зруйнований, виділяються такі хімічні елементи, як ртуть, кадмій, олово та багато інших важких металів, небезпечних для людини.

Завдяки широкому використанню гальванічних акумуляторів та щорічному зростанню їх виробництва та реалізації, ми можемо говорити про глобальний характер цієї проблеми, яку необхідно вирішити, щоб запобігти забрудненню України та планети в цілому, а отже, надає більше можливостей щоб вирішити цю проблему.

Першим етапом вирішення проблеми є застосування та розповсюдження технологій використання акумуляторних джерел живлення та акумуляторів. Це не вирішує проблему, але допомагає зменшити кількість використовуваних батарей, оскільки деякі батареї можна зарядити по тисячі разів [32].

Другим кроком у вирішенні цієї проблеми є організація збору відпрацьованих елементів живлення. В даний час за підтримки торгових точок та уряду створюються пункти збору відходів у великих супермаркетах, у невеликих магазинах, на вулицях. Ви можете встановити резервуари у під'їздах (за принципом поштової скриньки). Надалі нам потрібні агітація, програми підтримки та дії в магазинах, щоб привернути увагу до цієї проблеми та взяти участь у вирішенні – наприклад, просто здати акумулятор або допомогти у

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инва.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	--------------	-------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						38

виготовленні та встановленні контейнерів для збору.

Найбільші проблеми з переробкою всіх видів відходів будуть вирішені за допомогою системи роздільного збору відходів. Оскільки проблеми з переробкою починаються зі збору та сортування відходів. Крім того, електроприлади, включаючи акумулятори, схильні до старіння та утворення несправностей параметрів [33].

Найбільші проблеми з переробкою всіх видів відходів будуть вирішені за допомогою системи роздільного збору відходів. Оскільки проблеми з переробкою починаються зі збору та сортування відходів. Крім того, електроприлади, включаючи акумулятори, схильні до старіння та утворення несправностей параметрів [33].

Третій етап – це сама переробка відпрацьованих гальванічних елементів живлення, реалізація сировини, отриманої в результаті переробки, і одержання прибутку. Адже в хімічний склад елемента живлення входять такі цінні речовини, як графіт, марганець, цинк та інші (рис 3.1).



Рисунок 3.1 – Схема утилізації і хімічний склад елемента живлення

Перш за все, Переробка допомагає захистити природу від шкідливих речовин [34].

Инва.№подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. №дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						39

Утилізація акумуляторів включає кілька обов'язкових етапів:

1. Сортування. Забезпечується розподіл акумуляторів відповідно до структури.

2. Переробка. Всі батареї потрапляють у спеціальну дробарку, де їх подрібнюють на дрібні шматочки. Потім спеціальний магніт відокремлює великі металеві деталі на конвеєрній стрічці. Потім крихта проходить другу фазу подрібнення та розділення металу. Залишок суміші складається з цинку, марганцю, графіту та електроліту.

3. Процес гідрометалургії. Нейтралізують електроліт, відокремлюють солі марганцю і цинку і отримують графіт.

4. Упаковка. На останньому етапі матеріали упаковуються для подальшої передачі на переробку.

Як проходить переробка. Процес полягає у видаленні найбільш шкідливих елементів. Найпоширенішим і найбільш шкідливим методом переробки старих акумуляторів є пірометалургійні / гідрометалургійні процеси в одноступеневій обробці (рис. 3.2).

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата	TC 17510064	Арк.
						40
Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		



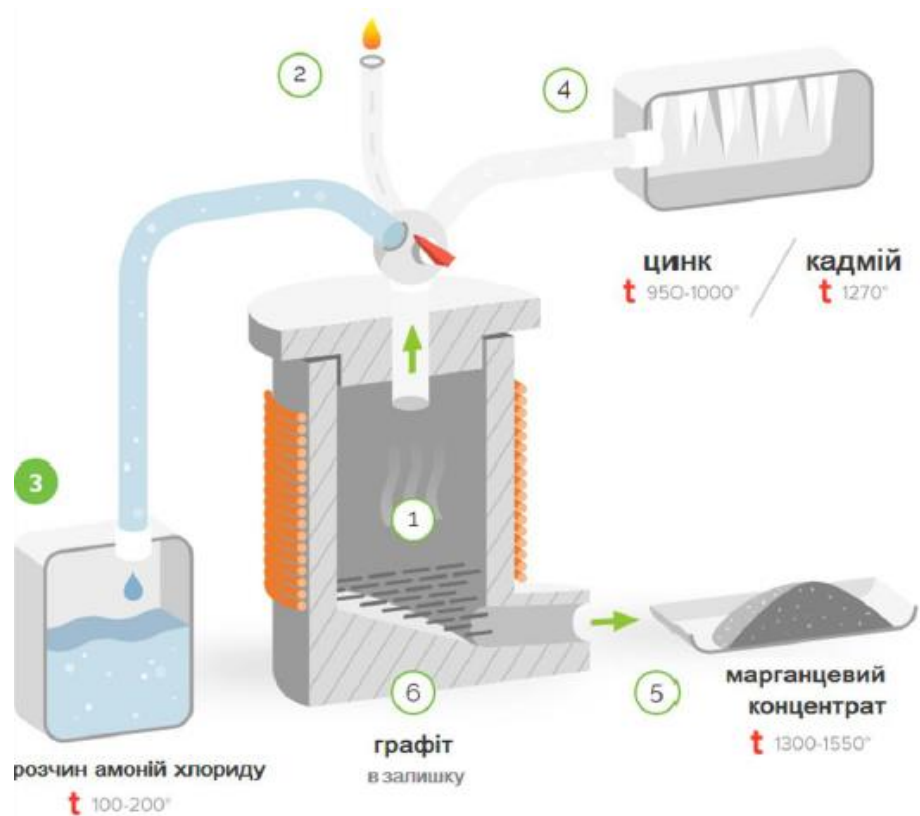


Рисунок 3.2 – Схеми проведення пірометалургійного/гідрометалургійного методів переробки використаних джерел живлення

Для видобутку кадмію використовуються такі технології:

- Вакуумна дистиляція або пірометалургійний метод – вважається екологічно небезпечним виробництвом. При виконанні виділяється неякісний оксид кадмію;
- Гідрометалургійний метод – використовує аміак, сірчану кислоту та сольові розчини; він більш екологічний, але відсоток переробки кадмію низький.

Для видобутку свинцю використовується наступна технологія:

- використані батареї потрапляють у бетонний колодязь, де відокремлюються надлишки металу та електроліту;

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инв.№дубл.	Подп. и дата	TC 17510064	Арк.
						41
Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

- решта маси подрібнюється на дрібні шматочки, які розбиваються водяним пилом. Частинки з пластиком, але також великі шматки зі свинцем випадають;
- з цих великих шматків за допомогою каустичної соди отримують свинцеву пасту, яка потім переплавляється в спеціальному бункері. В результаті плавки виходить свинець у твердому та м'якому стані..

На жаль, досі не існує повністю екологічно чистої переробки старих акумуляторів. Але наука не стоїть на місці, постійно шукаються нові методи переробки старих батарей.

### 3.2 Поточний стан утилізації відпрацьованих акумуляторів у Сумській області та Україні

Батарейка є важливим елементом технічної підтримки життя людини, яка живе в сучасному місті. Це джерело енергії, яке постачається з багатьма предметами домашнього вжитку. Але є недолік: батарейка – це пристрій, компоненти якого, якщо утилізувати його неправильно, можуть хімічно реагувати на навколишнє середовище та спричинити низку екологічних проблем.

Перша схожість з сучасною батареєю ("вольтів стовп") була зроблена в 1800 р. З тих пір батареї сильно змінилися за зовнішнім виглядом, відбулися їх зміни (лужні, сольові, срібні, літєві), але проблема їх ефективності утилізація досі залишається невирішеною. Тому подальші дослідження та освіта серед усіх категорій споживачів залишаються актуальними. Наприклад, навіть спрощене уявлення людей про будову батарейки дозволяє їм усвідомити несприятливі екологічні наслідки від їх неправильної утилізації. Насправді, для звичайного споживача досить короткої інформації про пристрій батарейки, щоб зрозуміти той факт, що електроліт батарейки (сіль або луг) або анод батарейки (найчастіше цинк) можуть стати джерелами забруднення навколишнього середовища.

Багато сучасних акумуляторів мають додаткові структурні властивості, які

Инва.Неподл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инва.Недубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						42

продовжують термін їх служби, збільшують їх компактність, роблять зручнішими, скорочують виробництво, підвищують стійкість до низьких температур, але не спрощують їх остаточну утилізацію та не зменшують екологічні ризики. А відмовитися від використання акумуляторів або зробити їх більш екологічними з точки зору використання або утилізації – завдання на даний момент недосяжне. Тому це вимагає зусиль сучасних вчених для вирішення проблеми зменшення екологічного ризику, пов'язаного з утилізацією акумуляторів. Для цього необхідно змінити конструкцію малих / мобільних джерел енергії, а також розробити технології для оптимального використання або переробки.

Актуальність такої наукової розробки підтверджується, зокрема, присудженням Нобелівської премії з хімії 2019 р. групі авторів "за розробку літій-іонних батарей" для портативної електроніки.

Враховуючи проблему батарей в біомедичному аспекті, важливо зазначити, що більшість елементів в батареї токсичні для людини та інших живих організмів. Розглянемо негативний вплив основних хімічних компонентів батареї [35]:

- Свинець (Pb) накопичується в організмі, негативно впливає на видільну систему (нирки, сечовий міхур, уретру), нервову систему, опорно-руховий апарат (особливо – на кісткову тканину).
- Кадмій (Cd) – яскравий представник канцерогенів, здатний спровокувати розвиток або появу раку в різних органах і системах.
- Ртуть (Hg) – сильний токсин класу I, який має тенденцію накопичуватися в організмі, впливає на більшість внутрішніх органів, а саме на нирки, печінку, легені та нервову систему, органи зору та слуху, роботу мозку, м'язову систему, кістки та хрящі .
- Нікель (Ni) та цинк (Zn) є загальними причинами дерматиту.
- Лужний компонент у батареях шкідливий для людини та спричиняє сильні опіки слизових оболонок та шкіри.

Инва.Неподл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инва.Недубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						43

- Якщо батареї згоріли, існує не тільки ризик вибуху, але й отруєння діоксинами, які спричиняють онкологію, погіршують репродуктивну функцію.

Враховуючи екологічні та етичні аспекти використання та утилізації батарейок, слід зазначити, що якщо батареї неправильно утилізувати та викидати в землю, корозія пошкодить цілісність зовнішньої частини батареї. Сьогодні різні методи утилізації батарейок випробовуються у всьому світі [36] (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Способи утилізації батарейок

Країна	Рішення
Японія	Утилізація відсутня. Батарейки збирають, сортують і відправляють в сховища.
Китай	Батарейки закопують в ями з поліетиленовим покриттям. Очікують довгострокового рішення.
Євросоюз	Чітко налагоджений процес збору та утилізації. Людей різними способами мотивують здавати батарейки. 90% переробляється, 10% зберігається.
Австралія	80% переробляється; та кількість, що не може бути перероблена на локальному рівні, відправляється в Європу.
Україна	Відсутній налагоджений процес збору та утилізації. У зборі допомагають волонтери.

В даний час в світі ведуться пошуки альтернативних методів реалізації мобільних, малогабаритних джерел електроенергії (батарейок). Вже існує кілька варіантів заміни звичайних батарейок (суперконденсатори, акумулятори, імітатори батарейок). Переваги і недоліки подібних мобільних джерел електричної енергії зазначені в таблиці 3.2 [37].

Ив.Неподл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. Не дубл.	Подп. и дата
------------	--------------	---------------	---------------	--------------

Таблиця 3.2 – Переваги і недоліки мобільних джерел електроенергії

Тип джерела енергії	Переваги	Недоліки
Суперконденсатори	Швидко заряджаються, мають великий ресурс, мають невелику масу, екологічно безпечні	Низькі строки експлуатації
Акумулятори	Великі строки експлуатації	Відносно висока вартість у порівнянні зі звичайною батарейкою
Імітатори батарейок	За функціями не відрізняються від звичайних батарейок	Вимогливі до величини напруги пристрою у якому вони знаходяться

В Україні, зокрема в Сумській області, утилізація батарейок знаходиться на дуже низькому рівні організації в порівнянні з країнами Євросоюзу. Система збору батарейок на державному рівні відсутня, а спроби участі волонтерів не завжди приносять істотну користь. У даній кваліфікаційній роботі було проведено аналіз чинників, які заважають досягти прогресу в даній сфері.

1. Нерозуміння екологічних наслідків. Більшість людей не усвідомлюють глобальної шкоди від батарейок, тому не вважають за потрібне приділяти увагу їх утилізації. Вони найчастіше викидають батарейки у відро для сміття разом з іншими відходами.

Можливий спосіб вирішення проблеми. Поширення інформації, в тому числі статистичних даних, про екологічні наслідки.

2. Відсутність знань в області екології та біомедицини.

Можливий спосіб вирішення проблеми. Обов'язкове коротке інформування про проблему в шкільній і університетській програмах навчання з точки зору

Инва.Неподл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инва. Не дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	---------------	----------------	--------------

різних дисциплін (фізики, біології, екології) і різних факторів (екологічного, правового, біомедичного, технічного).

3. Пункти збору батарейок знаходяться територіально далеко від місця проживання або взагалі відсутній їх організований збір. Мотивація простого споживача правильно утилізувати батарейку може бути зниженою через відсутність доступного пункту збору.

Можливий спосіб вирішення проблеми. Організація пунктів первинного збору використаних батарейок в школах, дитячих садах, університетах, біля великих супермаркетів, парках. У деяких районах Сум проблема вже вирішується, але кількість таких пунктів явно недостатня.

4. Відсутній кінцевий результат утилізації. Процес «утилізації» батарейок часто зупиняється на етапі їх первинного збору. Виникають ситуації, коли ініціатори збору батарейок (наприклад, волонтери) просто не знають, що з ними далі робити. У кращому випадку батарейки зберігають до вирішення питання. У гіршому – викидають, чим анулюють позитивний результат збору батарейок.

Можливий спосіб вирішення проблеми. Державна програма утилізації батарейок.

5. Відсутня мотивація населення в зборі відпрацьованих батарейок.

Можливий спосіб вирішення проблеми. Застосування досвіду Євросоюзу. Наприклад, використання системи фінансових знижок. Здавши використані батарейки, споживач отримує знижку на покупку нових. Такий спосіб фінансової мотивації використовується, зокрема, в Німеччині.

Порівнюємо зазначені фактори з напрямками роботи по утилізації батарейок в місті Суми:

Створено склади тимчасового зберігання батарейок з метою подальшої відправки їх до Польщі, де вже доступна їх переробка. За даними міських ЗМІ, організація «Батарейки, здавайтеся» провела власне дослідження стосовно утилізації батарейок у м. Суми, і виявила що «Епіцентр» та «Нова лінія» — єдині мережі, що дотримуються умов збору та утилізації батарейок. Оскільки в Сумах

Инва.№подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Подп. и дата
Инва. №дубл.	Подп. и дата
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						46

функціонує «Епіцентр», то безпечно здавати батарейки можна лише туди. Ці дві мережі — партнери організації. Тому спільно з брендами батарейок, що продаються в їхніх мережах, вони виділяють кошти на переробку батарейок на заводі GreenWEEE в Румунії. На контейнерах нанесена голограма «гарантована переробка». Громадська організація радить людям бути обережними та не здавати батарейки в інші місця, де такої голограми немає.

Таким чином, на даний момент планується вивезення зібраних батарейок з м. Суми та інших міст України на заводи Redux (Німеччина) і Rescyul (Польща), заводи Румунії. До початку 2020 року планувалося утилізувати 40 тонн зібраних батарейок. 11 березня 2020 року з території України вперше відправили в Румунію партію відпрацьованих батарейок. Загальна вага цієї партії батарейок склала 20 тонн.

Представлений у Верховній Раді України в березні 2020 роки політичної партією більшості («Слуга народу») законопроект зобов'язує з 2021 року компанії, які завозять батарейки в Україні, платити 5% збір на їх утилізацію. Згідно з цим законопроектом планується збільшення податку на утилізацію батарейок щороку на 5%, до 2031 року він повинен досягти 45%. Громадяни України, в свою чергу, будуть мотивовані приносити використані батарейки в пункти первинного збору [38].

Діють громадські організації зі збору батарейок; найпопулярніша з них в Україні – «Батарейки, здавайтеся!».

Проводиться науково-просвітницька робота в установах міста Суми.

### 3.3 Висновки з Розділу 3

У Сумах на даний момент недостатньо розвинена система збору та утилізації батарейок, система просвітницької діяльності. Але міська влада і громадськість почали працювати в потрібному напрямку.

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата	TC 17510064	Арк.

Для підвищення ефективності такої роботи необхідно рішення даної проблеми на законодавчому рівні. Необхідна також подальша координація просвітницької діяльності та організаційної роботи на рівні міста. Як доповнення до такої роботи корисно створення спеціалізованих волонтерських груп з числа студентів медичних, біологічних, екологічних та інших факультетів вищих навчальних закладів.

У волонтерській роботі слід застосовувати сучасні інформаційні та соціальні технології комунікацій: соціальні мережі, флешмоби, тематичні акції. Ефективний збір батарейок не вирішить технічну проблему їх утилізації. Необхідні зусилля властей і депутатського корпусу, від яких залежить фінансування технічних проектів по утилізації зібраних батарейок.

Необхідно фінансування науково-технічних проектів по створенню альтернативних малогабаритних мобільних джерел енергії.

Наразі в Україні досить суттєва проблема з переробкою відпрацьованих джерел живлення. Старі методи утилізації відходів приносять більше шкоди НС аніж користі, а потужностей у країні для безперебійної утилізації їх поки що немає. Вивезення НПВ за кордон на переробку дороговартісне, тому фірми які збирають їх начебто на переробку – просто викидають такі відходи або захороняють.

Для ефективної утилізації таких відходів їх необхідно правильно сортувати.

Ивв. №подл.	Подп. и дата	Ивв. №дубл.	Подп. и дата	Ивв. №	Ивв. №дубл.	Подп. и дата	Ивв. №



## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Вимоги охорони праці при переробці акумуляторних батарей

#### 1. Загальні вимоги безпеки.

При зборі, зберіганні, нейтралізації відпрацьованої сірчаної кислоти від акумуляторних батарей слід враховувати особливості її експлуатації та ступінь небезпеки.

Природні води мають нейтральну, слабокислу або слаболужну реакцію, рН їх знаходиться в межах 6,5 – 8,5. Електроліт має кисле рН середовище і є сірчаною кислотою, з густиною 1,2 – 1,27. Акумуляторна сірчана кислота є досить концентрованою і не можна бути утилізованою без попередньої нейтралізації., [43].

Розчини сірчаної кислоти мають шкідливий вплив на організм людини. При нагріванні сірчаної кислоти утворюються пари сірчистого ангідриду, які, з'єднуючись з парами повітря, утворюють кислотний туман. При вдиханні парів сірчаної кислоти подразнюються і припікаються слизові оболонки верхніх дихальних шляхів.

При потраплянні на шкіру сірчана кислота викликає сильні опіки, які важко піддаються лікуванню. Потраплення сірчаної кислоти в очі загрожує втратою зору.

Персонал, що займається нейтралізацією акумуляторної сірчаної кислоти, повинен працювати в одязі з кисло-захисної тканини, прогумованих фартухах, гумових чоботях, гумових кислотостійких рукавичках, захисних окулярах або щитках з оргскла, мати фільтруючий протигаз марки В, [43].

Місця збору та нейтралізації акумуляторної сірчаної кислоти повинні мати попереджувальні написи.

Инва.Неподл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инва.Недубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						49

## 2. Вимоги безпеки перед початком роботи.

Отримати інструктаж від відповідального за нейтралізацію, про заходи безпеки і виробничої санітарії при роботі з акумуляторною сірчаною кислотою.

Підготувати і перевірити справність захисних засобів, пристосувань та іншого інвентарю. Слід мати на увазі, що будь-які розбавлені розчини сірчаної кислоти, до яких відноситься і електроліт, вкрай агресивні. Внаслідок цього нейтралізацію електроліту необхідно проводити з максимально можливою швидкістю і без перерв, [40].

## 3. Вимоги безпеки під час роботи.

Нейтралізацію відпрацьованого електроліту проводять вапняним молоком. Для приготування одного літра вапняного молока необхідно взяти 100 грамів негашеного вапна (CaO). Процес гасіння вапна супроводжується сильним розігрівом і розбризуванням.

Для нейтралізації 1 літра електроліту необхідно взяти 7 літрів вапняного молока, при цьому електроліт порціями додають в вапняне молоко. Закінчення нейтралізації перевіряють за допомогою розчину індикатора (метилоранжа), колір якого в нейтральному розчині – жовтий, в кислому – червоний.

Процес нейтралізації електроліту вапняним молоком проходить з виділенням теплоти і утворенням нерозчинного у воді з'єднання сульфату кальцію. Освітлення води після нейтралізації триває 2–3 години. Освітлена вода зливається в зливову каналізацію. Шлам відпрацьованого електроліту і утворений в процесі нейтралізації електроліту сульфат кальцію, необхідно просушити, після чого скласти в місце збору відходів. Після закінчення роботи необхідно провести прибирання робочого місця, всі прилади, інструменти та матеріали скласти в вказане місце, [43].

У разі протікання сірчаної кислоти на підлогу її слід негайно нейтралізувати, посипати вапном, прибрати лопатою, а потім ретельно промити це місце сильним струменем води. При потраплянні кислоти на одяг її необхідно змити рясним струменем води, нейтралізувати 2–3% розчином соди і знову

Ив. №подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Ив. №дубл.	Подп. и дата
------------	--------------	---------------	------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						50

промити водою. При необхідності здати спецодяг на санобробку і прийняти душ.

#### 4. Надання першої медичної допомоги.

Робітникам, які беруть участь в нейтралізації відпрацьованого електроліту, необхідно знати методи надання першої допомоги при нещасних випадках.

При опіках шкіри кислотою розрізати і обережно видалити клаптики одягу. Обробити шкіру водою. Несильним струменем води спробувати видалити залишки електроліту. Після промивання водою накладити примочку з розчином харчової соди, [41].

### 4.2 Вимоги цивільної безпеки при переробці акумуляторних батарей

#### 1. Вимоги безпеки перед початком роботи

1.1 Отримати завдання на виконання роботи і пройти інструктаж на робочому місці по специфіці виконуваних робіт.

1.2. Ввімкнути припливно–витяжну вентиляцію.

1.3. Одягти спецодяг і засоби індивідуального захисту.

1.4. Оглянути і підготувати робоче місце, привести його в порядок, прибрати предмети, що заважають роботі. Робочий інструмент і приладдя, допоміжний матеріал розкласти в зручному і безпечному порядку.

#### 2. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

2.1. При виникненні пожежі викликати пожежну охорону і приступити до гасіння пожежі первинними засобами.

2.2. При нещасному випадку з товаришем по роботі надати потерпілому першу медичну допомогу, викликати швидку допомогу і відправити потерпілого в медичний пункт. Повідомити керівництву про подію. До проведення розслідування зберегти обстановку такою, якою вона була в момент події.

2.3. При травмуванні роботу припинити, повідомити керівництву, звернутися в медпункт, [41].

#### 3. Вимоги безпеки після закінчення роботи

Инва.Неподл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инва.Недубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064	Арк.
						51

3.1. Привести в порядок робоче місце. Інструмент і приладдя протерти і прибрати у відведене для них місце.

3.2. Вимкнути після закінчення зарядки акумуляторних батарей зарядний агрегат, очистити батареї і клеми від електроліту і протерти їх насухо, перевірити чистоту отворів в пробках батарей.

3.3. Відключити вентиляцію (після видалення газів, не раніше ніж через 1,5 години після закінчення зарядки).

3.4. Зняти спецодяг, спецвзуття та засоби індивідуального захисту і прибрати їх у відведене місце.

3.5. Вимити руки і обличчя теплою водою з милом, добре прополоскати рот.

3.6. Про всі недоліки з охорони праці, виявлених під час роботи, сповістити безпосереднього керівника, [42].

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата	ТС 17510064				Арк.
					Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

## ВИСНОВКИ

Поки використання різних електричних та електронних приладів, побутової хімії, вимірювальних приладів та інших у повсякденному житті зростає, а термін їх служби зменшується, їх частка у структурі твердих побутових відходів (ТПВ) продовжує зростати. Ці пристрої та хімічні речовини, є небезпечними побутовими відходами, які містять токсичні речовини і можуть спричинити негативний вплив на навколишнє середовище під час збору та переробки змішаних ТПВ.

У даній кваліфікаційній роботі було виконано оцінка ступеня впливу НПВ, що містяться у твердих відходах, на навколишнє середовище; проаналізовано сучасні технології обробки ТПВ з урахуванням наявності токсичних речовин; зроблено огляд сучасних технологій роздільного очищення та переробки НПВ, представлено огляд технологій обробки та переробки НПВ.

Результати дослідження показують, що присутність НПВ у ТПВ може збільшити клас безпеки загальної маси відходів, і, отже, потрібно вдосконалення технологій утилізації відходів, що використовуються в даний час (поховання, спалювання, компостування).

З іншого боку, розвиток роздільного збору НПВ та впровадження ефективних технологій їх обробки та переробки є невід'ємною частиною сучасної системи обробки ТПВ.

Вирішення проблеми твердих побутових відходів, що містять дедалі більшу кількість різних небезпечних компонентів, на сьогодні в Україні має такі ключові компоненти (які поступово впроваджуються в систему поводження з відходами в розвинених країнах):

1. Нормативно-правове регулювання виділення небезпечних компонентів із загального потоку ТПВ.
2. Впровадження ефективних методів (найкращих із доступних методів) знешкодження та переробки небезпечних речовин складові твердих відходів.

Инв.№подл.	Подп. и дата									
	Инв.№дубл.									
	Взаим. инв.№									
	Подп. и дата									
	Инв.№подл.									
Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 17510064					Арк.
										53

3. Проектування та функціонування підприємств з поводження з ТПВ з урахуванням потенціалу неповного відновлення НПВ з потоку твердих відходів.

4. Усунення накопиченої екологічної шкоди в результаті обробки ТПВ без урахування наявності небезпечних компонентів у їх складі.

Вирішуючи проблему небезпечних відходів у складі твердих побутових відходів, слід враховувати різноманітний міжнародний досвід та адаптувати його до української дійсності.

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата	
Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	<div style="text-align: right;">ТС 17510064</div> <div style="text-align: right;">Арк. 54</div>

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Blonna R., Broadbent L., King P. (1991) Program Notes: Health Education in Practice Health Educ Behav 1991. No. 18. pp. 163–172.
2. Boyarkina N., Wilson D., Voulvoulis N. (2006) Household Hazardous Waste Policy and Management Approaches in Europe: Lessons for the UK. Waste And Resources Research Repository [web source] URL: <http://warr.org/1035/>
3. Files A.C., Criner G.K. Cost Analysis for Household Hazardous Waste Collection. Maine State Planning Office, Office of Waste Management and Recycling Program. Technical Report. 2002, 23 p.
4. Montgomery County Waste Composition Study Summary of Results 2012 – 2013 Waste Composition Study – Final Results [web source] URL: <http://www.montgomerycountymd.gov/SWS/Resources/Files/studies/wastecomposition-study-130726.pdf> (date of reference: 01.07.2014)
5. Kontogianni St., Karagiannidis A., Alexiou G. (2010) Investigation of the Household Hazardous Waste Stream in a Hellenic Municipality Protection and restoration of the environment XI Solid waste management. 2010
6. Slack R.J, Gronow J.R., Voulvoulis N. Household Hazardous Waste: Establishing Sources and Disposal Routes Waste And Resources Research Repository 2004 [web source] URL:<http://warr.org/959/> (date of reference: 01.07.2014)
7. Study on Hazardous Household Waste (HHW) with a Main Emphasis on Hazardous Household Chemicals (HHC) / Gendebien A., Leavens A., Blackmore K., Godley A., Lewin K. (2002) Final Report. Brussels, 2002.
8. Dakota County Annual Report 2012 by the Dakota County Environmental Resources Department Submitted to the Minnesota Pollution Control Agency April 1, 2013
9. Comparison of Household Hazardous Waste Programs Metro Solid Waste and Recycling Department Portland, Oregon, 2005 [web source] URL:

Инь.Неподл.	
Подп. и дата	
Взаим. инв. №	
Инь.Недубл.	
Подп. и дата	

[http://www.cascadiaconsulting.com/uploads/metrohhrpt\\_full.pdf](http://www.cascadiaconsulting.com/uploads/metrohhrpt_full.pdf) (date of reference: 01.07.2014)

10. Strategic Review of the Collection of Household Hazardous Waste in Tasmania Local Government Association of Tasmania, 2013 [web source] URL: <http://www.lgat.tas.gov.au/webdata/resources/files/HHW%20Evaluation%20Report%202013%20Final%20for%20Web.pdf> (date of reference: 01.07.2014)

11. Maslikov V. I, Ryzhakova M. G. (2012). The Municipal Solid Waste (MSW) Hazard Class Increase By Contemporary Morphological Composition. Polytechnic festival for students and young scientists, conference materials 16–17 December 2012. St. Petersburg: “Poltorak”, 2012. p. 241.

12. Kern M. Schadstoffhaltige Abfälle im Hausmüll Schadstoffanreicherung durch Sonderabfallkleinmengensammlung, Witzenhausen–Institut, 2006

13. Müller E., Widmer R. Materialflüsse der elektrischen und elektronischen Geräte in der Schweiz, Empa, Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), 2010.

14. Требования безопасности эргономики к лакокрасочным материалам (Методические указания) М.: ВЦСПС Всесоюзный центральный научно–исследовательский институт охраны труда МИНХИМПРОМ Научнопроизводственное объединение «Спектр», 1987. 62 с.

15. You and GRS Batterien: The success of a strong partnership Annual review 2012 [web source] URL: [http://www.grsbatterien.com/fileadmin/fileadmin/Downloads/Erfolgskontrolle\\_ENG\\_2012\\_297x210\\_4c\\_RZ\\_WEB.pdf](http://www.grsbatterien.com/fileadmin/fileadmin/Downloads/Erfolgskontrolle_ENG_2012_297x210_4c_RZ_WEB.pdf) (date of reference: 01.07.2014)

16. Slack R.J., Gronow J.R., Voulvoulis N. (2004). Hazardous Components of Household Waste. Critical Reviews in Environmental Science and Technology. 2004. Vol. 34. Is. 5. pp. 419—445.

17. Гонопольский А. М., Николайкина Н. Е., Миташова Н. И., Кушнир К. Я Экспериментальное исследование состава фильтрата полигона ТБО и технология его реагентного обезвреживания Гос. Контракт №02.515.11.5085 от 12.04.08 Разработка комплексной технологии химической очистки и

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата					Арк.
					ТС 17510064				
Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата					56



обезвреживания фильтрата полигонов захоронения твердых бытовых отходов.  
Презентация доклада в Московском государственном университете инженерной экологии. М. 2008

18. Slack, R.J., Gronow J.R., Voulvoulis N. (2005). Household hazardous waste in municipal landfills: contaminants in leachate. Science of the Total Environment. 2005. No. 337. pp. 119–137.

19. Al-Muzaini S. M. (2009) A comparative study of the characterization of landfill leachate at the dumping sites in Kuwait. Journal of Food, Agriculture & Environment. 2009. Vol.7 (3&4). pp. 679 – 683.

20. Charles H. K.L., Alvin W.M.I, Barford J.P., McKay G. (2010). Use of Incineration MSW Ash: A Review Sustainability. 2010. No. 2. pp. 1943–1968.

21. Степаненко Е.Е., Поспелова О.А., Зеленская Т.Г. Исследования химического состава фильтрационных вод полигона твердых бытовых отходов // Изв. Самар. науч. центра Рос. акад. наук. 2009. Т. 11, № 1 (3). С. 525– 527.

22. Подлипский И.И. Полигоны бытовых отходов как объекты геологического исследования // Вестник СанктПетербургского университета. Серия 7: Геология. География. 2010. № 1. С. 15–31.

23. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Шехирев Д.В. Технологии отходов (Технологические процессы в сервисе) Учебник. М.: ГОУВПО «МГУС», 2006. – 411с.

24. Барышева О.Б, Хабибуллин Ю.Х Влияние недогорания твердых бытовых отходов при термоутилизации на образование токсичных веществ // Известия КГАСУ. Экология (в строительстве). 2012. № 2 (20). С. 228–232.

25. How to Recycle Batteries Battery University™ – a free educational website [web source]  
URL:[http://batteryuniversity.com/learn/article/recycling\\_batteries](http://batteryuniversity.com/learn/article/recycling_batteries) (date of reference: 01.07.2014)

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

							ТС 17510064	Арк.
Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата				57

26. Погосян А. А., Бессер А. Д., Сорокина В. С. Переработка использованных аккумуляторов — основа рециклинга свинца. — М. : ЦНИИАтоминформ, 2005.254 с.

27. Battery Solutions – “Smart Recycling Made Easy” – End Sites Recycling Processes URL:<http://www.batteryrecycling.com/Battery+Recycling+Process> (date of reference: 01.07.2014)

28. Recycling of Primary– and Nickel–Metal Hydride Batteries [web source] URL: <http://www.reduxgmbh.de/english/verwerten.html> (date of reference: 01.07.2014)

29. Were F.H., Kamau G.N., Shiundu P.M., Wafula G.A., Moturi C.M. (2012). Air and Blood Lead Levels in Lead Acid Battery Recycling and Manufacturing Plants in Kenya. Journal of Occupational and Environmental Hygiene.2012. No. 9 (5). pp. 340–344.

30. Pirrone, N., Cinnirella, S., Feng, X., Finkelman, R. B., Friedli, H. R., Leaner, J., Mason, R., Mukherjee, A. B., Stracher, G. B., Streets, D. G., and Telmer, K. (2010). Global mercury emissions to the atmosphere from anthropogenic and natural sources. Atmospheric Chemistry and Physics. 2010. No. 10. pp. 5951–5964.

31. Дымникова О.В., Зарипова Ю.Р., Воскобойник Т.С. Проблемы обращения с ртутьсодержащими отходами, // Вестник Донского государственного технического университета. 2012. № 5 (66). С. 10–18

32. Яблокова М.А., Гарабаджиу А.В., Пономаренко Е.А. Технология и оборудование для обезвреживания ртутьсодержащих твердых бытовых отходов // Современные проблемы науки и образования. 2013. №. 5. [Электронный ресурс] URL: <http://www.science–education.ru/en/111–10618> (дата обращения: 01.07.2014)

33. Фофанов Г.В., Ляшенко А.Г., Салыкин О.М. Мобильный участок переработки ртутьсодержащих отходов // Экология производства. 2011. №. 7. С. 60–64.

Подп. и дата	
Инв.№дубл.	
Взаим.инв.№	
Подп. и дата	
Инв.№подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 17510064

Арк.

58

34. Тимошин В.Н., Макаренко Г.В. Установка «ЭКОТРОМ–2» – эффективное решение проблем утилизации ртутных ламп // Экологические системы и приборы. 2006. № 3, С. 16–19.

35. Погосян А.Т.. Разработка рациональной технико–экономической структуры переработки электронного лома. «Государственный технологический университет «Московский институт стали и сплавов» М.; 2007

36. Чому утилізувати батарейки так важливо? [Електронний ресурс] // <https://all-spares.ua>. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://all-spares.ua/ru/articles-and-video/why-is-it-so-important-to-recycle-batteries.html>.

37. Попова С. Небезпечний сміття: що в Україні роблять зі старими батарейками, лампами та електронікою? [Електронний ресурс] / Світлана Попова // 24 канал. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: [https://24tv.ua/ru/punkty\\_priema\\_batareek\\_kiev\\_kuda\\_vybrasyvat\\_batarejki\\_lampy\\_jelektroniku\\_n1103884](https://24tv.ua/ru/punkty_priema_batareek_kiev_kuda_vybrasyvat_batarejki_lampy_jelektroniku_n1103884).

38. Українців хочуть зобов'язати утилізувати батарейки та акумулятори. Як це може працювати [Електронний ресурс] // ЛІГА.Tech. – 2019. –Режим доступу до ресурсу: <https://tech.liga.net/technology/article/novyuy-zakonoproekt-obatareykah-uje-v-rade-cto-zaplatit-za-chistuyu-okrujayuschuyu-sredu>.

39. Плановский А.Н., Рамм В.М., Каган С.З. Процессы и аппараты химической технологии. – М.:Химия, 1960. – 848 с

40. Хилько М. Екологічна безпека України КНУ ім.Т.Шевченка – Київ 2017.

41. Міністерство охорони навколишнього середовища та ядерної безпеки України. [Электронный ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0012-97#Text>.

42. Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України. [Електронний ресурс] [https://www.dsns.gov.ua/files/2019/2/14/321/PRAVIL\\_Ohor-PrMNS.pdf](https://www.dsns.gov.ua/files/2019/2/14/321/PRAVIL_Ohor-PrMNS.pdf).

43. Конспект лекцій з дисципліни “Технологія очистки промислових стічних вод” – Харків – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова – 2017 .

Підп. и дата	
Инв.№дубл.	
Взаим. инв.№	
Підп. и дата	
Инв.№подл.	

## ДОДАТКИ



Додаток А – Інфографіка складу небезпечних відходів в Україні



Додаток Б – інфографіка методів утилізації небезпечних відходів в Україні