

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Крутчик Анна Олексіївна

УДК 621.359.4

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Оптимізація структури та необхідного обладнання комплексу переробки
(тема роботи)
відходів на Радомишльському полігоні

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

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

Крутчик А. О.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Гончаренко Юрій Павлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

к.т.н., доцент кафедри електрифікації,
автоматизації виробництва та інженерної екології

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2020

АНОТАЦІЯ

Крутчик А. О. Оптимізація структури та необхідного обладнання комплексу переробки відходів на Радомишльському полігоні. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2020.

Робота присвячена проблемі переробки та утилізації твердих побутових відходів в Житомирському регіоні на одному із найбільших полігонів поблизу м. Радомишль.

У роботі проведений аналіз стану екологічної безпеки в Житомирському регіоні, способи переробки відходів та обґрунтована структура комплексу переробки відходів на полігоні поблизу м. Радомишль.

Ключові слова: екологічна проблема, тверді побутові відходи, переробка та утилізація відходів, комплекс переробки відходів.

ABSTRACT

Krutchyk A.A. Optimization of the structure and necessary equipment of the waste processing complex at the Radomyshl landfill. Qualifying work for a master's degree in specialty 141 - Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics - Polissya National University, Zhytomyr, 2020.

The work is devoted to the problem of processing and utilization of solid household waste in the Zhytomyr region at one of the largest landfills near Radomyshl.

The analysis of the state of ecological safety in the Zhytomyr region, methods of waste processing and the structure of the waste processing complex at the landfill near Radomyshl are substantiated in the work.

Key words: ecological problem, solid household waste, waste processing and utilization, waste processing complex.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ ТА ЖИТОМИРСЬКОГО РЕГІОНУ	7
1.1. Структура утворення та накопичення відходів в Україні та Житомирському регіоні.	7
1.2. Напрямки рішення проблеми переробки твердих побутових відходів в регіоні на основі досвіду країн Європи.	12
Висновки по розділу 1	16
РОЗДІЛ 2. СУЧАСНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ПО ПЕРЕРОБЦІ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ	20
2.1. Попереднє сортування ТПВ	20
2.2. Санітарна земляна засипка відходів на полігоні.	21
2.3. Спалювання ТПВ.	23
2.4. Біометричне компостування побутових відходів.	27
2.5. Піролізна переробка відходів.	28
2.5.1. Низькотемпературний піроліз.	28
2.5.2. Високотемпературний піроліз ТПВ.	30
2.6. Анаеробна переробка відходів	31
Висновки по розділу 2	32
РОЗДІЛ 3. ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ ТА ПЕРЕЛІКУ НЕОБХІДНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ НА РАДОМИШЛЬСЬКОМУ ПОЛІГОНІ	34
3.1. Обґрунтування структури комплексу переробки твердих побутових відходів на Радомишльському полігоні	34
3.2. Перелік обладнання та його характеристики для переробки ТПВ на Радомишльському полігоні.	38
Висновки по розділу 3	42
ВИСНОВКИ	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	45

ВСТУП

За останні десятиліття швидкість утворення твердих побутових відходів (ТПВ) у світі постійно збільшувалася. Кількість ТПВ щорічно росте на 3-6 % [2]. В різних країнах на одного жителя зазвичай доводиться від 250 до 700 кг ТПВ в рік, а в окремих країнах - до 1000 кг в рік [27,28]. Останніми роками у багатьох розвинених країнах приділяється велика увага проблемі зменшення або стабілізації кількості відходів. Йдеться про обмеження утворення відходів, сортування, використання вторинних ресурсів і переробку. Проте зменшити кількість відходів доки не вдається.

Типова для України схема поводження з твердими побутовими відходами - нероздільний збір і поховання (> 90 %) веде до засмічення земель, безповоротної втрати ресурсів і прибутку, яку могла б дати правильно налагоджена комплексна переробка відходів.

Дана екологічна проблема має місце і в Житомирському регіоні. Сьогодні проблема поводження з відходами, які негативно впливають на навколишнє середовище є однією із найбільших гострих. Ситуація ускладнюється і тим, що зберігається значний розрив між обсягами накопичених відходів і обсягами їх знешкодження та використання [1,3].

Основну складову в загальній масі відходів, що утворюються в області, займають тверді побутові відходи (ТВП) та виробничі відходи 4 класу небезпеки, які, в основному, видаляються на полігони, яких в області нараховувалось станом на 01.01.2019 року відповідно 6 та 845 [1].

Відмічається, що недостатня кількість спеціалізованої техніки та її технічний стан, ставить під загрозу процес збору та видалення відходів у більшості районів області.

Через відсутність на території області спеціалізованих переробних та сортувальних комплексів на полігонах та сміттєзвалищах накопичується значна частина відходів, які мають ресурсну цінність і підлягають переробці та утилізації. Основну масу відходів складають: тара (упаковка), продукти

харчування, будівельні відходи, відходи тваринного походження та відходи господарської діяльності підприємств та установ.

Проблема утилізації відходів потребує розумного підходу та управління тому в Європейському союзі були прийняті Директиви по управлінню відходами. Європейський досвід свідчить: переробити можна 99% ТВП [15].

Відповідно до викладеного, у кваліфікаційній роботі сформульовано **мету дослідження:** переробка та утилізація твердих побутових відходів як в Житомирському регіоні, так і на одному із найбільших полігонів області поблизу м. Радомишль.

Об'єкт дослідження: процес накопичення ТПВ як напрямок використання вторинних ресурсів та їх переробка.

Предмет дослідження: переробка та утилізація ТВП на Радомишльському полігоні Житомирської області.

Методи дослідження: аналіз та теоретичні обґрунтування конструктивних і технологічних параметрів комплексу переробки ТПВ на полігоні відходів.

Перелік публікацій автора за темою дослідження :

1.Крутчик А.О. СТРУКТУРА УТВОРЕННЯ ТА НАКОПИЧЕННЯ ВІДХОДІВ В ЖИТОМИРСЬКОМУ РЕГІОНІ

IV МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МАТЕРІАЛИ. ЧАСТИНА 2. С. . «Біоенергетичні системи». 29 травня 2020 Житомир, Україна.

2. Гончаренко Ю.П., Крутчик А.О., Ковальчук О.М. ДЕЯКІ АСПЕКТИ РІШЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАВДАНЬ ПО ПЕРЕРОБЦІ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В ЖИТОМИРСЬКОМУ РЕГІОНІ.

IV МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МАТЕРІАЛИ. ЧАСТИНА 2. С. 70-74. «Біоенергетичні системи». 29 травня 2020 Житомир, Україна.

3. Гончаренко Ю.П., Крутчик А.О., Ковальчук О.М. ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ КОМПЛЕКСУ ПЕРЕРОБКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ НА РАДОМИШЛЬСЬКОМУ ПОЛІГОНІ

Студентські читання – 2020: Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2020». 26 жовтня 2020 р. Житомир: Поліський національний університет, 2020.- 400 с.

РОЗДІЛ 1

ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ ТА ЖИТОМИРСЬКОГО РЕГІОНУ

1.1. Структура утворення та накопичення відходів в Україні та Житомирському регіоні.

В Україні щорічно утворюється 13 млн. тон відходів, а загальна кількість ТПВ у світі досягає більше 12 млрд тон. Шість тисяч легальних звалищ займають площу більше 10 тис. гектарів, 16 % з них переобтяжені [21,27,28].

Сумна статистика говорить про те, що на переробку поступає тільки 5,93% ТПВ. Інші 94% поступають на звалища і полігони, де відбуваються процеси розкладання.

Гостро стоїть проблема поводження з відходами і Житомирському регіоні, які є одним з найбільших забруднювачів навколишнього середовища та негативно впливають на екологічний стан регіону. Ситуація ускладнюється і тим, що зберігається значний розрив між обсягами накопичених відходів і обсягами їх знешкодження та використання.

Основну складову в загальній масі відходів, що утворюються в області, займають тверді побутові відходи та виробничі відходи 4 класу небезпеки, які, в основному, видаляються на полігони, сміттєзвалища де вони накопичуються.

Станом на 01.01.2019 року в обласному реєстрі місць видалення відходів є 6 полігонів та 845 сміттєзвалищ [1].

На території області відсутні спеціалізовані підприємства у сфері поводження з побутовими відходами, самі відходи складуються у природних рельєфних утвореннях та в лісах. Відсутність системи санітарного очищення населених пунктів та її фрагментарність, роз'єднаність та різноманітність не забезпечує достатнього контролю за санітарним станом територій та операціями поводження з побутовими відходами.

Через відсутність на території області сортувальних комплексів та переробних комплексів, на полігони та сміттєзвалища потрапляє значна

частина відходів, які мають ресурсну цінність і підлягають переробці та утилізації. Тара (упаковка) від продуктів харчування, папір, вироби із пластмас, відходи від продукції споживання населенням, відходи тваринного походження та виробничі відходи господарювання являються в багатьох випадках цінною вторинною сировиною.

На основі аналізу поводження з відходами у Житомирській області та інформацією Головного управління статистики констатовано, що протягом 2018 року підприємствами області та суб'єктами господарювання утворено 486,1 тис. т. відходів [1].

У містах обласного значення та районах області загальна кількість накопичених відходів I-IV класів на сьогодні склала 5,15 млн. тон [1].

В основному це тверді побутові відходи, відходи рослинного та тваринного походження, будівельні відходи, відходи продукції промислових підприємств, відходи видобування корисних копалин, каменеобробної промисловості.

Відходи I-III класу небезпеки склали 1,1 тис. тони [1]. Основну їх частину складають люмінесцентні та енергозберігаючі лампи, зіпсовані або відпрацьовані свинцеві батареї, зіпсовані та відпрацьовані масла та моторні мастила, відпрацьовані та забруднені фільтрувальні матеріали, матеріали обтиральні зіпсовані матеріали, відпрацьовані та зіпсовані шини, залишки очищення резервуарів, що містять нафтопродукти, суміші мастильних речовин та масел із стічних вод, осадів промислових стоків, зіпсовані абсорбенти і т.д..

Основні показники утворення, накопичення та розміщення відходів на території Житомирської області показані в Таблицях 1.1–1.2, рис. 1.1–1.3, та діаграмі 1.1 [1,3]

Показник	Утворено	Утилізовано	Спалено	Видалено у спеціально відведені місця чи об'єкти	Загальний обсяг відходів, накопичених протягом експлуатації, у спеціально відведених місцях
2014	671,9	92,3	25,3	208,2	5999,7
у т.ч. відходи I-III класів небезпеки	1,4	1,8	0,0	0,0	0,1
2015	518,3	79,6	22,4	187,4	4658,8
у т.ч. відходи I-III класів небезпеки	0,7	0,2	0,0	–	–
2016	550,4	76,5	42,2	140,9	5049,7
у т.ч. відходи I-III класів небезпеки	0,9	0,6	0,0	–	–
2017	550,3	82,8	37,1	169,9	550,3
у т.ч. відходи I-III класів небезпеки	0,994	0,62	0,0	–	–
2018	486,1	82,8	37,1	169,9	550,3
у т.ч. відходи I-III класів небезпеки	1,1	0,75	0,0	–	–

Рисунок 1.1. Показники утворення відходів у Житомирській області за 2014 - 2018 роки (тис. тон)

Основні показники утворення та поводження з відходами (тис. т)

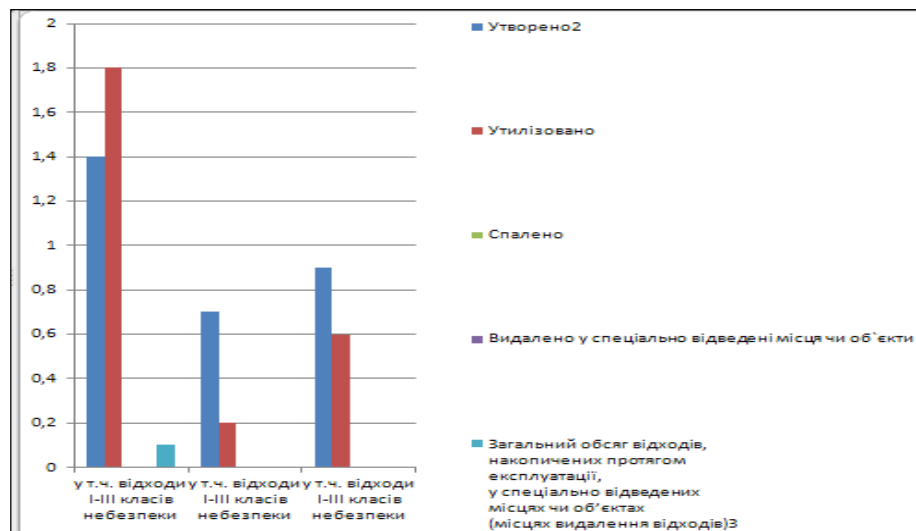
Таблиця 1.1

	2016		2017		2018	
	I-IV класів небезпеки	у тому числі I-III класів небезпеки	I-IV класів небезпеки	у тому числі I-III класів небезпеки	I-IV класів небезпеки	у тому числі I-III класів небезпеки
Утворено	550432,8	887,1	550327,3	993,9	486100	1100
Зібрано, отримано зі сторони	311268,4	883,2	279726,2	1656,5	-	-
Імпортовано	–	–	–	–	-	-
Утилізовано	76546,7	611,7	82787,5	616,2	82800,2	753,1
Спалено	42191,3	0,2	37103,8	0,2	37103,8	0,2
у тому числі з метою отримання енергії	37635,6	–	33037,5	–	38900	-
Передано для утилізації	79865,2	937,9	77669,1	1125,1	-	-
Передано для видалення	104809,5	26,4	93815,0	17,5	-	-
Експортовано	65,9	–	175,7	–	-	-

Видалено у спеціально відведених місцях чи об'єктах	140912,7	—	169931,4	—	169900	-
Накопичено протягом експлуатації у місцях видалення відходів на кінець року, тис.т	550	—	550,3	—	550,3	1,0

Накопичення відходів по класам небезпеки за 2016–2018 роки в тис. т.

Діаграма 1.1



Загальний обсяг відходів, накопичених протягом експлуатації, у місцях видалення відходів по містах обласного значення та районах* у 2017 році

(на кінець року)

Таблиця 1.2

	Відходи I-IV класів небезпеки		У т.ч. I-III класів небезпеки	
	т	у % до 2016р.	т	у % до 2016р.
Житомирська область	5153964,2	102,1	—	—
м.Житомир	3270100,1	101,3	—	—
м.Бердичів	217451,2	112,4	—	—
м.Коростень	345400,4	108,7	—	—
м.Малин	183749,3	100,1	—	—
м.Новоград-Волинський	82614,2	118,0	—	—
райони				
Андрушівський	9324,1	118,3	—	—
Баранівський	83398,7	107,1	—	—
Бердичівський	575,3	110,4	—	—
Брусилівський	711,6	203,3	—	—
Ємільчинський	62646,7	107,8	—	—
Коростишівський	106080,0	115,8	—	—
Лугинський	426,8	148,2	—	—
Любарський	23982,6	105,4	—	—

Народицький	6365,2	105,9	—	—
Нов.-Волинський	7318,8	111,8	—	—
Овруцький	55729,5	104,1	—	—
Олевський	747,0	38,7	—	—
Попільнянський	31293,7	104,1	—	—
Пулинський	4071,7	120,3	—	—
Радомишльський	226000	170	—	—
Романівський	56335,7	102,9	—	—
Ружинський	781,2	141,9	—	—
Хорошівський	25560,7	46,8	—	—
Черняхівський	62689,0	105,7	—	—
Чуднівський	14818,7	146,0	—	—



№ з/п	Назва одиниці адміністративно-територіального устрою регіону	Кількість	Площі під твердими побутовими відходами, га	Зміни площі (+/-) у відношенні до попереднього року
1	2	3	4	5
	Сміттєзвалища			
	Андрушівський район	30	18,6	
	Баранівський район	37	21,8	
	Бердичівський район	30	9,5	
	Брусилівський район	32	22,9	
	Вол.- Волинський район	21	15	
	Ємільчинський район	37	33,9	
	Житомирський район	24	22,07	
	Коростенський район	40	34,4	
	Коростишівський район	30	30,0	
	Лугинський район	19	8,2	
	Любарський район	32	17,9	
	Малинський район	38	33,0	
	Народицький район	18	9,0	
	Нов.-Волинський район	55	34,0	
	Овруцький район	108	31,4	
	Олевський район	31	20,8	
	Попільнянський район	28	33,5	
	Радомишльський район	67	28,0	
	Романівський район	25	17,2	
	Ружинський район	31	10,4	
	Червоноармійський район	37	6,5	
	Черняхівський	46	37,0	
	Чуднівський район	28	21,6	
	м. Бердичів	1	5,1	
	Всього	845	521,77	

Рисунок 1.2. Кількість сміттєзвалищ в Житомирській області станом на 01.01.2019 року

№ з/п	Назва одиниці адміністративно-територіального устрою регіону	Кількість	Площі під твердими побутовими відходами, га	Зміни площі (+/-) у відношенні до попереднього року
1	2	3	4	5
	Полігони			
	Радомишльський район	1	28,0	
	м. Бердичів	1	26,9	
	м. Коростень	1	30,0	
	м. Новоград-Волинський	1	18,0	
	м. Житомир	1	20	
	м. Коростишів	1	14	
	Всього	5	136,9	
Заходи по переробці твердих побутових відходів				
	Всього	-	-	-

Рисунок 1.3. Кількість полігонів на території Житомирської області станом на 01.01.2019 року

Із приведених вище даних видно, що одним із найбільших полігонів в регіоні є Радомишльський полігон ТВП, площею понад 28 га на якому накопичено понад 226 тис. т. відходів[1,3].

Полігон відходів знаходиться на північ від міста Радомишль між населеними пунктами Глухів-2-й та Мала Рача (рис. 1.1). Це по площі другий полігон в регіоні, а з кількістю паспортизованих місць видалення відходів категорії А, район займає другу сходинку в області. Крім того, слід відмітити, що темпи накопичення відходів склали 140%, тобто за 2017 рік було накопичено близько 30 тис. т. відходів[3].

1.2. Напрямки рішення проблеми переробки твердих побутових відходів в регіоні на основі досвіду країн Європи.

На Житомирщині сьогодні вже накопичено більше 5 млн. т. на 6 полігонах та 845 сміттєзвалищах [1,3]. Відходи часто звозять на стихійні звалища, їх кількість і стан ніхто не контролює. Сумна статистика говорить про те, що на переробку поступає тільки 5,93% ТПВ [15,28]. Інші 94% поступають на

звалища і полігони, де відбуваються процеси розкладання. Така кількість відходів не може не робити впливу на довкілля. Все говорить про те, що утилізація відходів - завдання першорядної ваги, інакше ми скоро житимемо не в облаштованих містах, а в сміттєвих купах.

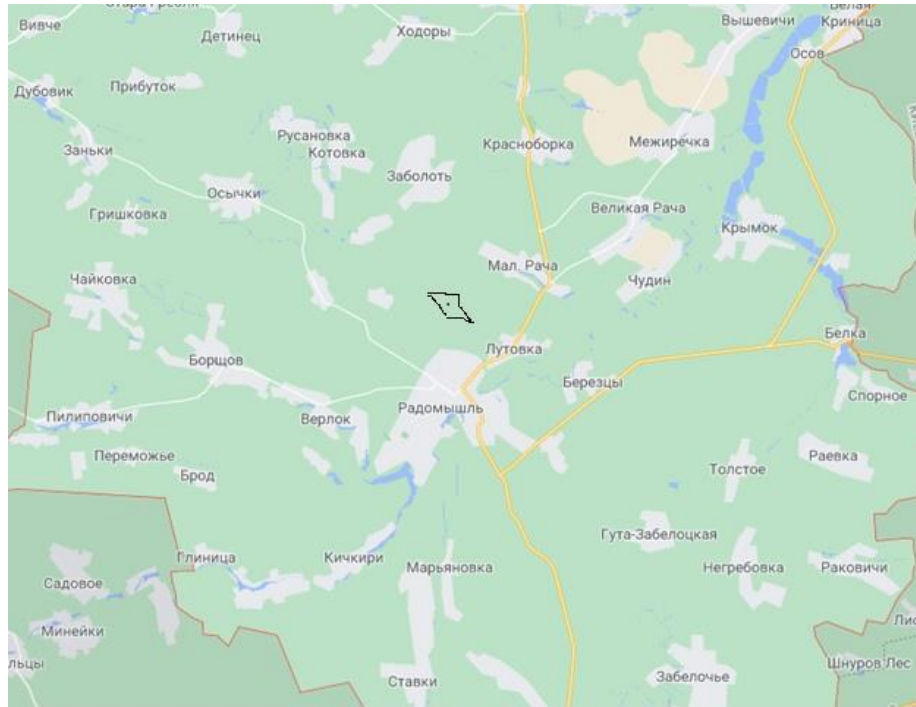


Рисунок 1.1. Місце розташування Радомисьльського полігону ТВП

Тому переробка та утилізація відходів являється одною із самих актуальних проблем як в країні, регіоні, так і в цілому у світі. Особливістю накопичених ТПВ являється те що вони вміщують великий процент горючих складових, які знаходяться в гумі, папері, дереві та шлаках. В зв'язку з цим стає завдання про використання відходів в якості додаткових джерел енергії. Дана ідея являється рішенням двох самих поширених проблем нашого часу: одержання енергії та утилізації відходів.

Для позбавлення від твердих побутових відходів існує декілька широко відомих способів утилізації ТПВ:

1. Захоронення на спеціалізованих полігонах;
2. Переробка для одержання дешевої вторинної сировини;

3. Спалювання.

Кожний спосіб має свої технологічні особливості переробки та свої переваги і недоліки в реалізації та експлуатації.

У економічно розвинутих країнах все більша кількість ТПВ перероблюється промисловими способами. Найбільш ефективним із них являється термічний [15]. Даний спосіб дозволяє майже в десять разів знизити об'єм відходів, які вивозяться на сміттєзвалища та полігони. Залишки, які не згоріли вже не містять органічних речовин. Сьогодні перевага надається установкам для спалювання відходів, які не тільки спалюють ТПВ а й виробляють енергію. Згідно концепції «Енергетичного балансу», котра подана робочою групою Всесвітньої енергетичної ради, одержана енергія повинна покривати енергетичні затрати на переробку ТПВ.

Звичайно ж, спалювання ТПВ має не лише переваги, але і істотні негативні наслідки, складнощі в здійсненні. Принцип роботи сміттєспалювальних заводів, переваги і недоліки спалювання ТПВ, методики спалювання, популярність і поширеність методу у сучасному світі - саме цим питанням приділяється особлива увага. Спалювання відходів вважається найпростішим, відомішим, технічно налагодженим і, що саме головне, традиційним способом знищення ТПВ, який застосовується людством довгий час. Величезна кількість промислових відходів також піддається утилізації шляхом спалювання. У Європейських країнах спалюється близько 25 % об'єму горючих відходів, що утворюються. В Україні спалюється біля 2,5 % побутового сміття [21].

Тверді побутові відходи можуть спалюватися в установках різного типу, включаючи установки з колосниковими ґратами, що рухаються, і з печами, що обертаються, а також установки з киплячим шаром. У США і в Азії також використовуються модульні установки де спалюють відходи без їх попередньої обробки. Технологія установок з киплячим шаром накладає обмеження на розмір твердих часток у відходах, що означає необхідність деякої попередньої обробки і виборчого підходу до типів відходів.

Продуктивність установок для спалювання ТБО сьогодні складає 90 - 2700 тон ТВП в добу (а для модульних установок - 4 - 270 тон в добу) [15]. Були розроблені також і інші технології, основані на виділенні деяких стадій процесів, що протікають при спалюванні : сушка, випар, піроліз, карбонізує і окислення відходів. Застосовується також газифікація з використанням газифікуючих агентів, таких як пару, повітря, оксиди вуглецю або кисень. Усі ці процеси застосовуються для зменшення об'ємів димових газів які потрібно очищувати.

Утилізація відходів в Європі.

Проблема утилізації відходів потребує розумного підходу та управління. В Європейському союзі були прийняті Директиви по управлінню відходами, головними положеннями яких є:

- попередження накопичення відходів;
- збільшення частки їх повторного використання;
- встановлення більш суворих законів до виробників, значно розширити зону їхньої відповідальності;
- створити економічні інструменти, які впливають на систему управління відходами;
- встановити цільові показники рециклінгу муніципальних відходів.

Європейський досвід свідчить: переробити можна 99% ТВП [21]. Саме так відбувається в Швеції, ряд інших держав теж наближається до цього показника. Сортивання відходів і спорудження сучасних переробних підприємств, оснащених спеціальними фільтрами для зниження викидів у навколишнє середовище, з виробленням електроенергії і теплової енергії - це один з шляхів вирішення проблеми. Другий напрям - це системи збору біогазу на звалищі (так званий біогаз звалища), для подальшого використання його в якості палива [4,5,15].

Висновки до першого розділу

Одною із основних екологічних проблем, які мають місце в області, являється проблема утилізації, та переробка побутових відходів. Ситуація ускладнюється тим, що на території області відсутні комплекси по переробці відходів, що приводить до їх подальшого накопичування. Тому переробка та утилізація відходів являється дуже актуальною в нашому регіоні.

Особливістю накопичених твердих побутових відходів являється те що вони вміщують великий процент горючих складових. В зв'язку з цим стає завдання про використання відходів в якості додаткових джерел енергії. Ці завдання повинні вирішуватись двома способами: одержання енергії та утилізації відходів.

РОЗДІЛ 2

СУЧАСНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ПО ПЕРЕРОБЦІ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Людина в процесі життєдіяльності споживає велику кількість ресурсів, які в свою чергу можуть бути як поновлюваними так і неповнолюваними. До поновлюваних ресурсів відносяться усі види рослин і ті ресурси, які можна з них отримати. До неповнолюваних відносяться корисні копалини, які в результаті переробки та використання вже не відновляються.

В процесі життєдіяльності людина використовує в першу чергу неповнолювані природні ресурси. Це нафта, вугілля, руди і тому подібне. При цьому їх використання технологічно приводить до порушення балансу у навколишньому середовищі, зменшує родючість ґрунтів, кількість прісної води, забруднює атмосферу і тому подібне.

Сьогодні, в результаті використання виробничих технологій, людство одержало величезну кількість всіляких відходів побутового і промислового походження. Відходи поступово накопичуються і сьогодні перетворилися на справжнє лихо [8,25]. Уряди розвинених країн починають приділяти все більшу увагу питанням охорони довкілля та заохочування до створення та використання технологій по переробці відходів, систем очищення територій від сміття та його спалювання. Проте слід відмітити, що технології спалювання сміття не завжди є оправданими. Вже нині витрати на спалювання 1 кг сміття складають 65 центів [13]. Тому необхідно переходити на інші технології ліквідації та утилізації відходів. Сьогодні вже слід переходити такі нові технології, які з часом могли б забезпечити, з одного боку, зростаючий попит населення, а з іншого боку, збереження довкілля.

Нині такі технології вже з'явилися. З'явилася також принципова можливість не ліквідації відходів, але й отримати при їх переробці економічний ефект.

Недоліком технологій термічного фракціонування є необхідність заздалегідь класифікувати відходи по видах сміття. Це вимагає в свою чергу впроваджувати технології по збору сміття. У даному напрямку вже є позитивні приклади таких країн як Австрія, Німеччина та Японія.

При впровадженні нових технологій переробки сміття необхідно в першу чергу надавати перевагу в отриманні при цьому корисних продуктів та сировини і позитивного економічного ефекту. Крім того, необхідно відмітити, що технології утилізації сміття за допомогою спалювання не завжди є економічно доцільними. Альтернативою являється переробка відходів з їх подальшим сортуванням на складові фракції.

За оцінками фахівців[8,9] , більше 60% міських відходів являються потенційною вторинною сировиною, яку можна в подальшому переробляти. Близько 30% складають органічні відходи, які можна перетворити на компост. Повне знищення або часткова утилізація твердих побутових відходів (ТПВ) та різного сміття веде передусім до зменшення негативної дії на довколишнє середовище. Крім того тверді побутові відходи являються джерело вторинних ресурсів (чорних, кольорових, рідкісних і розсіяних металів), а також додатковою сировиною для паливної енергетики. Для будь-якого міста і населеного пункту видалення та знешкодження твердих побутових відходів завжди покращує екологію. Дуже важливо, щоб процеси утилізації побутових відходів не спричиняли додаткову екологічну небезпеку для міста, заважали нормальному функціонуванню міського господарства з точки зору загальної санітарії та гігієни, та умови проживання населення.

Як відомо, величезна маса ТПВ сьогодні накопичується на стихійних або спеціально організованих смітєвих звалищах та полігонах (рис.1.3). Проте це самий неефективний спосіб боротьби з ТПВ, оскільки смітєві звалища, що займають величезні території часто родючих земель приводять до значного збільшення концентрації вуглецевмісних матеріалів (папір, поліетилен, пластик, дерево, гума), часто горять, забруднюючи довкілля газами, які виділяються[13] . Смітєві звалища є джерелом забруднення поверхневих і

підземних вод за рахунок дренажу звалищ атмосферними опадами. Досвід зарубіжних країн показує, що для організації переробки ТПВ можна використати до 90% [2] продуктів утилізації для будівельної індустрії, наприклад в якості заповнювача бетону.



Рисунок 1.3. Традиційний спосіб утилізації на сміттєвих звалищах

За даними спеціалізованих фірм, навіть при використанні сьогодні технології прямого спалювання 1000 кг твердих побутових відходів можна отримати теплову енергію, еквівалентну спалюванню 250 кг мазуту [21]. Проте реальна економія буде ще більше, так як враховується збереження первинної сировини та витрати на її видобування, т. б. нафти і отриманого з неї мазуту. Крім того, в розвинених країнах існує при спалюванні відходів законодавче обмеження на вміст в 1 м^3 димового газу, що викидається в атмосферу, двоокису азоту і фуранів (не більше $1 \cdot 10^{-10} \text{ г}$) [4,5]. Ці обмеження диктують необхідність пошуку технологічних шляхів знезараження ТПВ з найменшим негативним впливом на довкілля. Отже, наявність побутового сміття у відкритих звалищах негативно впливає на навколишнє середовище і як наслідок - на людину.

Вирішування проблеми зберігання і переробки твердих побутових відходів можливе шляхом: попереднього сортування, санітарної земляної засипки, спалювання, біотермічного компостування, низькотемпературного та високотемпературного піролізу.

2.1.Попереднє сортування ТПВ

Цей технологічний процес передбачає розділення на сміттєпереробних заводах вручну або за допомогою автоматизованих конвеєрів твердих побутових відходів на їх фракцій . Даний процес включає зменшення розмірів сміттєвих компонентів шляхом їх подрібнення і просіювання, а також витягання більш менш великих металевих предметів, наприклад консервних банок.

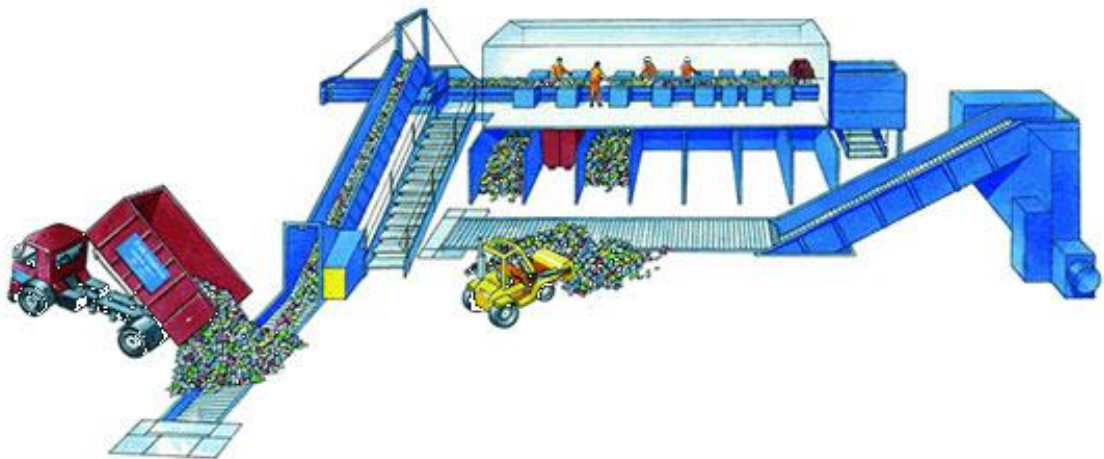


Рисунок 1.4. Лінія попереднього сортування ТВП

Попереднє сортування дозволяє відібрати найбільш цінну вторинну сировину: метали, пластмаси, скло, кістки, папір і інші матеріали, з метою їх роздільної переробки, а залишки підлягають подальшій утилізації ТПВ (наприклад, спалюванню). Задачі сортування ТПВ вирішуються за допомогою спеціальних ліній (комплексів) (рис.1.4).

2.2. Санітарна земляна засипка відходів на полігоні.

Даний технологічний підхід по знешкодженню твердих побутових відходів заключається в отриманні біогазу з подальшим використанням його в якості палива[10,11,12]. Для цього побутове сміття засипають шаром ґрунту товщиною 0,6-0,8 м [12] та ущільнюють. Схема побудови такого полігону показана на рисунку 1.5, а загальний вигляд полігонів на рисунку 1.6. Біогазові полігони забезпечені вентиляційними трубами, газодувками і резервуарами для збору біогазу. Наявність в смітті на звалищах пористості і органічних компонентів створюють передумови для активного розвитку мікробіологічних процесів.

Все звалище умовно можна розділити на декілька зон (аеробну, перехідну і анаеробну), мікробіологічних процесів, що розрізняються характером. У верхньому аеробному шарі, (до 1-1,5 м) [12], побутове сміття завдяки мікробному окисленню поступово розкладається до двоокису вуглецю, води, нітратів, сульфатів і ряду інших простих з'єднань. У перехідній зоні відбувається відновлення нітратів і нітриту до газоподібного азоту і його оксидів, т. б. відбувається процес денітрифікації.

Нижня анаеробна зона займає найбільший об'єм, в ній інтенсивні мікробіологічні процеси протікають при малому (нижче 2%) вмісті кисню [12]. У цих умовах утворюються найрізноманітніші гази і леткі органічні речовини. Проте центральним процесом цієї зони є утворення метану. Тут постійно підтримується температура 30-40° С, яка являється оптимальною для розвитку метанотвірних бактерій [11]. Таким чином, звалища є найбільш великими системами по виробництву біогазу з усіх сучасних.

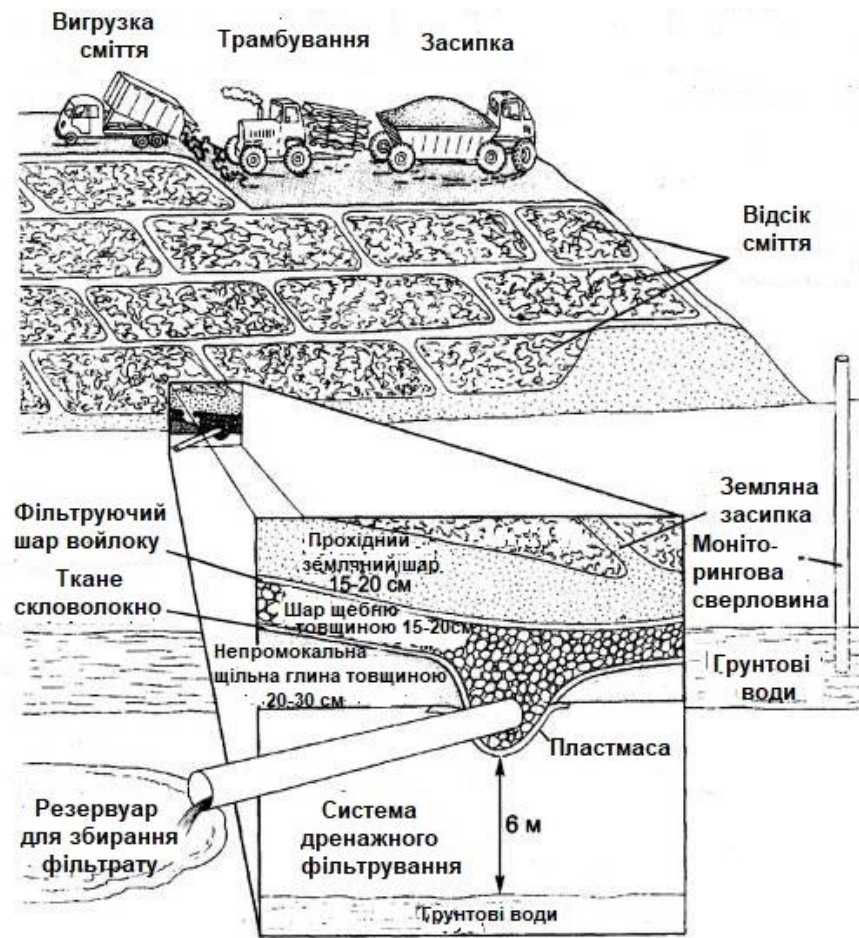


Рисунок 1.5. Схема побудови полігону з земляною засипкою відходів



Рисунок 1.6. Загальний вигляд полігонів з земляною засипкою відходів

Слід відмітити, що з 1 т. ТПВ виробляється не менше 100 м^3 газу, але використання біогазу в промислових об'ємах можливо через 5-10 років після засипки сміття і рентабельним це становиться при об'ємах ТВП більше 1 млн. т. [20].

Сьогодні вчені багатьох країн Європи ведуть пошуки та розробляють нові методи утилізації ТПВ шляхом їх засипки. Так муніципалітету Яготину була запропонована нова українська розробка - технологія об'ємної ремедіації, що вже пройшла обкатку при ліквідації полігону ТБО в польському Гданьську. (Зараз на місці колишнього полігону розташовується футбольний стадіон, на якому пройшли ігри футбольного чемпіонату Євро- 2012.) Згідно цієї технології, утилізація відходів на звалищі або полігоні відбувається під дією біологічно активних сумішей, до складу яких можуть входити гриби, бактерії, комахи, черв'яки. Обробка сміття такими сумішами прискорює процеси розкладання, що йдуть в нім, на порядок.

Можна сказати, що за рахунок селективного збору відходів, сортування та їх утилізація приведе до часткового скорочення кількості та величини сміттєвих звалищ, але питання витягання біогазу з них з метою його корисного використання залишатиметься актуальним.

2.3.Спалювання ТПВ

Спалювання твердих побутових відходів, є поширеним способом їх зменшення, який широко застосовується з кінця XIX ст. Це обумовлено складністю безпосередньої утилізації ТПВ, з одного боку, та високими санітарними вимогами до процесу їх переробки з іншого. Тому спалювання досі залишається найбільш поширеним способом первинної переробки побутових відходів. Спалювання побутових відходів знижує їх об'єм і масу, а також дозволяє отримувати додаткові енергетичні ресурси, які можуть бути використані для централізованого опалювання і виробництва електроенергії.

Задачою спалювання відходів являється їх переробка в цілях зменшення об'єму та ступеня безпеки для навколишнього середовища при одночасовому видаленню (утилізації), або знищенню потенційно небезпечних речовин, які можуть бути викинуті у навколишнє середовище. Спалювання ТПВ може

відбуватися двома способами: за рахунок безпосереднього спалювання, при якому вихідним продуктом являється тепло і енергія, і піролізом, при якому утворюється рідке та газоподібне паливо [13].

Необхідною та обов'язковою умовою при спалюванні сміття являється дотримання екологічної безпеки. Вона досягається за рахунок дотримання визначеної температури спалювання, яка залежить від виду спалюваних речовин, тривалості високотемпературного спалювання, виду спалюваних відходів, створення турбулентних повітряних потоків для повноти спалювання відходів. Відмінність відходів за величиною тепловіддачі і фізико-хімічними властивостями зумовлює різноманіття технічних засобів і устаткування для спалювання. Останніми роками ведуться дослідження по вдосконаленню процесів спалювання, що пов'язано зі зміною вмісту складових компонентів побутових відходів та посиленням екологічних вимог.

В установках для спалювання ТПВ використовуються печі різних типів і розмірів з поєднанням попередньої переробки поступаючих відходів та обробки залишків після спалювання. В таких установках використовується повне окислювальне спалювання в діапазоні температур 850-1100 °C[13].

В установку для спалювання відходів повинні входити слідуючи основні компоненти [13,14]: доставка відходів, зберігання, попередня обробка, спалювання з одержанням енергії, очищення газів, переробка твердих залишків. Конструкція та експлуатація кожного із компонентів залежить від виду спалюваних відходів. Загальний вигляд установки для спалювання ТВП зображений на рисунку 1.7 [25].

До недоліків установок прямого спалювання відходів належить виділення в атмосферу шкідливих речовин, а також знищення цінних компонентів вторинної переробки, що містяться у складі побутового сміття. Сьогодні кількість утилізованих побутових відходів шляхом спалювання в окремих країнах різний. Так, із загальних об'ємів побутового сміття доля спалювання коливається в таких країнах, як Австрія, Італія, Франція, Німеччина, від 20 до

40%; Бельгія, Швеція - 48-50%; Японія - 70%; Данія, Швейцарія 80%; Англія і США - 10% [15,21]. В Україні спалюванню піддаються доки лише близько 2,3% [16,21].

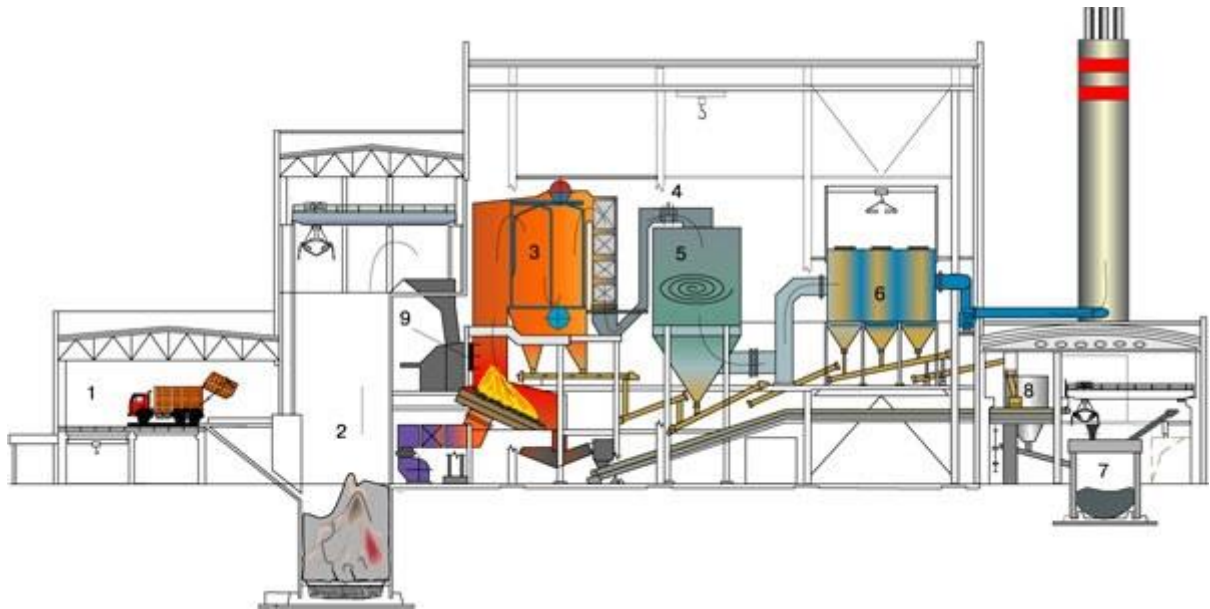


Рисунок 1.7. Загальний вигляд установки для спалювання ТВП:

1-пункт прийому; 2- приймальний бункер; 3- піч для спалювання; 4-парова турбіна; 5-економайзер; 6-газоочисні фільтри; 7- бункер для шлаку; 8-вентилятор подачі повітря; 9-дробарка відходів.

До більш вдосконалених способів спалювання відходів можна віднести заміну повітря, що подається в піч для спалювання відходів, на кисень, що забезпечує прискорення процесу. Це дозволяє знизити об'єм горючих відходів, суттєво змінити їх склад, отримати скловидний шлак і повністю знешкодити фільтраційний пил, який підлягає підземному складуванню. До них також відноситься і спосіб спалювання сміття в умовно скрапленому шарі [35]. При цьому досягається висока повнота згорання при мінімумі викиду шкідливих речовин.

За зарубіжними даними, спалювання сміття доцільно застосовувати поблизу міст з населенням не менше 15 тис. жителів коли продуктивність печі близька до 100 тони/добу [15]. В цьому випадку з тони відходів можна виробити близько 300-400 кВт/год. електроенергії. Для спалювання побутових

відходів їх необхідно подрібнювати, або перероблювати до стану у вигляді гранул і брикетів. Перевага віддається гранульованому паливу, оскільки спалювання подрібненого палива супроводжується великим виносом пилу, а використання брикетів створює труднощі при завантаженні в піч та підтримці стійкого горіння. Крім того, при спалюванні гранульованого палива піч має набагато вищий ККД.

При спалюванні сміття забезпечується малий вміст в шлаку і золі речовин, що розкладаються, проте при цьому відбувається викид в атмосферу шкідливих речовин. Сміттєспалювальними заводами (ССЗ) викидаються в атмосферу газоподібний хлористий і фтористий водень, сірчистий газ, а також тверді частки різних металів : свинцю, цинку, заліза, марганцю, сурми, кобальту, міді, нікелю, срібла, кадмію, хрому, олова, ртуть та ін. Встановлено, що вміст кадмію, свинцю, цинку і олова в кіптяві і пилу, які виділяються при спалюванні твердого горючого відходу, змінюється пропорційно вмісту в смітті пластмасових відходів [34]. Викиди ртуті обумовлені присутністю у відходах термометрів, сухих гальванічних елементів і люмінесцентних ламп. Найбільша кількість кадмію міститься в синтетичних матеріалах, а також в склі, шкірі, гумі.

Дослідженнями встановлено, що при прямому спалюванні твердих побутових відходів велика частина сурми, кобальту, ртуті, нікелю і деяких інших металів поступає в гази, які відходять, з негорючих компонентів, т. б. видалення негорючої фракції з побутових відходів знижує в атмосфері концентрацію цих металів. Джерелами забруднення атмосфери кадмієм, хромом, свинцем, марганцем, оловом, цинком в однаковій мірі є горюча і негорюча фракції твердих побутових відходів. Істотно зменшити забруднення атмосферного повітря кадмієм і міддю можливо за рахунок видалення з горючої фракції полімерних матеріалів.

Таким чином, головним напрямом у зменшенні виділення шкідливих речовин в довкілля являється сортування або роздільний збір побутових відходів. Останнім часом поширюється метод спільного спалювання твердих

побутових відходів і шламів стічних вод. За рахунок цього досягається відсутність неприємного запаху, та зменшення використання тепла для спалювання відходів сухих опадів стічних вод. Потрібно відмітити, що технологія ТПВ розвивалася в період, коли не були ще посилені норми викиду газової складової. Проте зараз вартість газоочищення на сміттєспалювальних заводах різко зросла, тому сміттєспалювальні підприємства є збитковими. В зв'язку з цим розробляються нові способи переробки побутових відходів, які дозволили б утилізувати і повторно використати цінні компоненти, що містяться в них.

2.4. Біометричне компостування побутових відходів

В основу даного способу утилізації твердих побутових відходів закладені природні прискорені реакції перебраного сміття при доступі кисню у вигляді гарячого повітря при температурі близько 60 ° С [21,22]. Біомаса ТПВ в результаті даних реакцій у біотермічній установці (барабані) перетворюється в компост. Для реалізації цієї технологічної схеми сміття повинне бути очищеним від великогабаритних предметів, а також металів, скла, кераміки, пластмаси, гуми. Отриману фракцію сміття завантажують в біотермічні барабани, де витримують протягом 2 діб з метою отримання кінцевого продукту. Після цього компостоване сміття знову очищується від чорних і кольорових металів, ще більш подрібнюється і потім складається для подальшого використання як компост в сільському господарстві або біопаливо в енергетиці.

Біотермічне компостування як правило проводиться на заводах з механічною переробкою побутових відходів і є складовою частиною технологічного ланцюга на даних підприємствах. Однак при сучасних технологіях компостування не досягається можливості звільнення від солей важких металів, тому компост з ТПВ фактично малопридатний для використання в сільському господарстві. Тому більшість таких заводів є збитковими. Сьогодні розробляються комплекси для отримання на сміттєпереробних заводах синтетичного газоподібного і рідкого палива для

автотранспорту. Передбачається реалізувати отриманий компост в якості напівфабрикату для подальшої його переробки в газ.

2.5. Піролізна переробка відходів

Даний спосіб утилізації побутових відходів піролізом в нашій країні відомий досить мало, через свою дорожнечу. Він може стати дешевим і безпечним для навколишнього середовища прийомом знезараження відходів. Технологія піролізу полягає у хімічному перетворенні сміття під дією температури без доступу кисню. Процес піролізу за ступенем температурного впливу на сміття умовно поділяється на низькотемпературний (до 900°C) і високотемпературний (понад 900°C).

2.5.1. Низькотемпературний піроліз.

Низькотемпературний піроліз (рис.1.8) - це процес, при якому подрібнене сміття піддається термічному розкладанню. Такий процес піролізу побутових відходів може відбуватися кількома способами: піроліз органічної частини відходів під дією температури в відсутності повітря; піроліз у присутності повітря, що забезпечує неповне згоряння відходів при температурі до 760°C; піроліз з використанням кисню замість повітря для одержання більш високої теплоти згорання газу; піроліз без поділу відходів на органічну і неорганічну фракції при температурі 850°C і ін. Підвищення температури процесу веде до збільшення виходу газу та зменшення виходу рідких і твердих продуктів [16,17].

Перевага низькотемпературного піролізу:

- 1) В порівнянні з безпосереднім спалюванням відходів відбувається менше забруднення навколишнього середовища.
- 2) За допомогою низькотемпературного піролізу можна переробляти відходи які не піддаються утилізації (автопокришки, пластмаси, відпрацьовані масла, відстійні речовини).

- 3) Після такого процесу не залишається біологічно активних речовин, тому не має потреби їх підземного складування, що не завдає шкоди природному середовищу.
- 4) Попіл відходів має високу щільність, що різко зменшує їх обсяг.
- 5) При піролізі не відбувається відновлення (виплавки) важких металів.
- 6) Одержувані продукти легко зберігаються і транспортуються, а обладнання має невелику потужність.

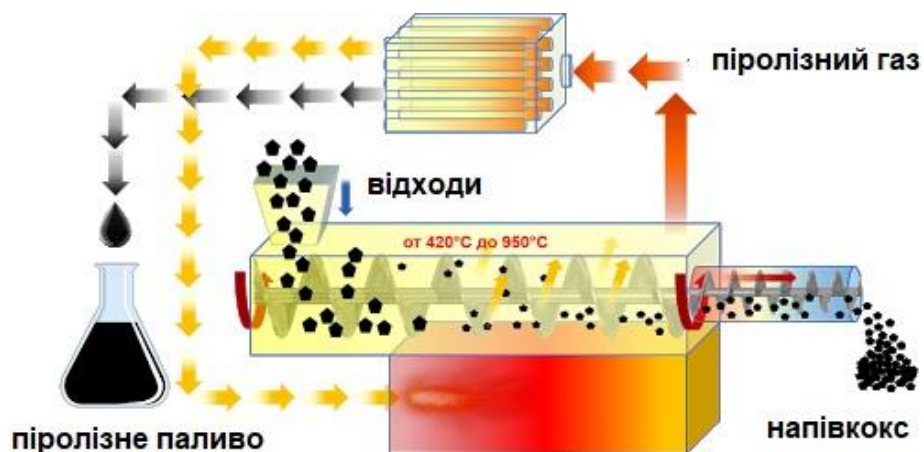


Рисунок 1.8. Технологічна схема низькотемпературного піролізу.

В цілому при піролізному процесі необхідно менших капітальних затрат. Установки та підприємства з переробки твердих побутових відходів способом піролізу сьогодні вже працюють в Данії, США, ФРН, Японії та інших країнах. В 70-х роках ХХ століття почалася різка активізація наукових досліджень і практичних розробок в даній області. Отримання з відходів пластмаси, гуми та інших речовин шляхом піролізу горючих компонентів одержання енергії і тепла стало розглядатися як один з джерел додаткового одержання енергетичних ресурсів. Особливо велике значення надають цьому процесу в Японії.

2.5.2. Високотемпературний піроліз ТПВ

Високотемпературний спосіб утилізації ТПВ є не що інше, як газифікація сміття. Технологічна схема цього способу (рис.1.9) передбачає отримання з біологічної складової (біомаси) відходів вторинного синтез-газу з метою використання його для отримання пару, гарячої води, електроенергії[18,19] . Складовою частиною процесу високотемпературного піролізу є шлак.

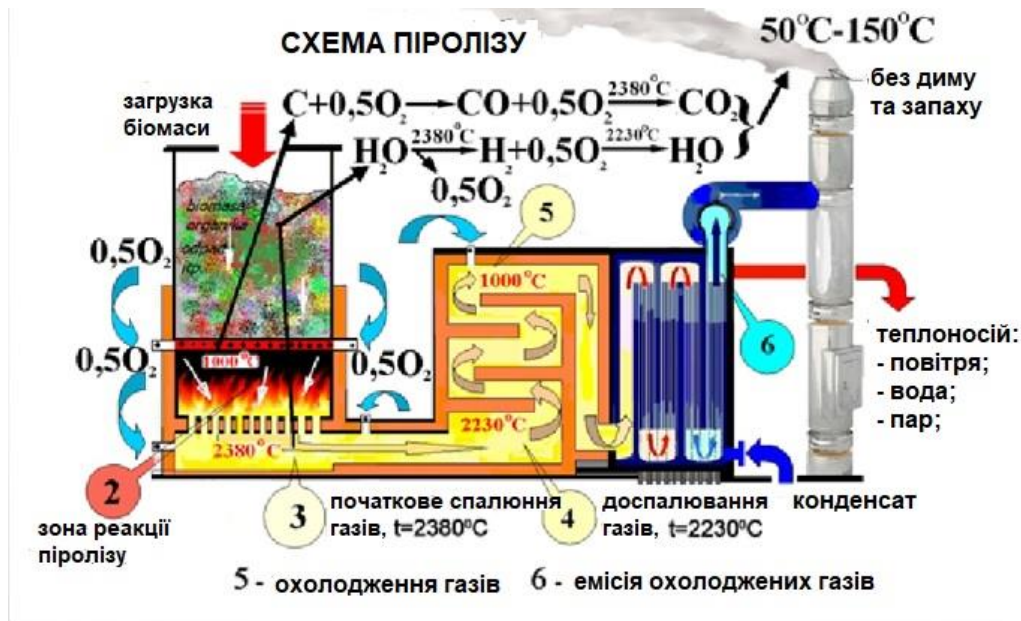


Рисунок 1.9. Технологічна схема високотемпературного піролізу

Технологія даного способу утилізації складається включає чотири послідовні етапи:

- відбір з відходів великогабаритних предметів, кольорових та чорних металів за допомогою електромагніту та шляхом індукційної сепарації;
- переробка відходів в газифікаторі для отримання синтез-газу і побічних хімічних сполук із хлору, азоту, фтору та шкалу при розплавленні металів, скла, кераміки;
- очищення синтез-газу лужними розчинами від забруднюючих речовин з метою підвищення його екологічних властивостей і енергоємності;
- спалювання очищеного синтез-газу в котлах-утилізаторах для отримання пару, гарячої води або електроенергії.

З точки зору екологічної безпеки, та отримання вторинних корисних продуктів синтез-газу, шлаку, металів і інших матеріалів, які можуть знайти широке застосування в народному господарстві, високотемпературний піроліз є одним з найбільш перспективних напрямків переробки твердих побутових відходів. Високотемпературний піроліз дає можливість економічно вигідно, екологічно чисто і технічно переробляти тверді побутові відходи без їх попередньої підготовки.

2.6. Анаеробна переробка відходів

Отримані в результаті сортування органічні фракції ТПВ,, а також відходи ферм та очисних споруд можуть бути піддані анаеробній переробці для отримання метану і компосту, придатного для сільськогосподарських і садівничих робіт. Переробка органічних речовин відбувається в реакторах, де бактерії переробляють органічну субстанцію у біогаз і гумус [8,23,24]. Субстанція витримується в реакторі при температурі 15-20 діб [24]. Таке підприємство, як правило складається з двох або більше паралельних ліній. Стаціонарні біореактори розташовані вертикально. Розмір одного реактора може досягати 5000 куб. м. Це приблизно відповідає відходам, вироблюваним населенням в 200 000 чоловік.

Для переробки більшого об'єму відходів вимагається два або більше паралельних реактора (рис.1.10). При необхідності, після закінчення анаеробної переробки субстанція пастеризується і після цього повністю осушується в тверду масу, яка складає 35-45% від первинного об'єму [15]. На наступній стадії маса може бути піддана постаерації і просіюванню для поліпшення показників зберігання, естетичного виду і зручності використання.

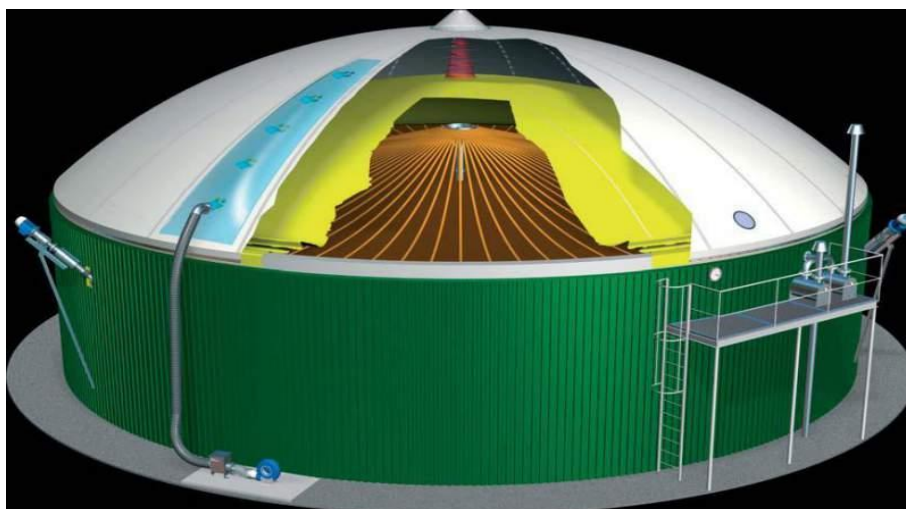


Рисунок 1.10. Реактор для анаеробної переробки

Кінцевий продукт, гумус, повністю перероблений, стабілізований і придатний для ландшафтних робіт, садівництва і сільського господарства. Метан може бути використаний для виробництва тепло/електроенергії.

Висновки до другого розділу

Переробка і утилізація відходів є однією з найактуальніших і вимагаючих особливої уваги проблем не лише в нашій країні, але і у всьому світі. Це стосується не тільки великих, а також густонаселених районів, де накопичується величезна кількість твердих побутових відходів (ТПВ). Щороку в нашій країні скупчується 12 мільйонів тон ТПВ, з яких лише 3 % [26] піддаються переробці, що є неприпустимим. Інша частина відходів вивозиться на спеціальні полігони, призначені для поховання, або ж на звалища, одним із яких знаходиться поблизу м. Радомишль Житомирської області.

Відмінною рисою ТПВ є те, що вони містять високий відсоток горючої складової, що міститься в таких компонентах як гума, папір, шлаки, дерево і т. д. У зв'язку з цим люди стали замислюватися про використання відходів як джерела енергії. Ця ідея є рішенням двох найпоширеніших проблем нашого часу : отримання енергії і утилізації відходів.

З метою позбавлення від твердих побутових відходів існують декілька широко поширених способів утилізації ТБО :

1. Поховання на спеціальних полігонах;
2. Переробка для отримання недорогої сировини;
3. Спалювання.

Кожен спосіб має свої відмінні технологічні риси і свій набір переваг і недоліків в реалізації і експлуатації.

РОЗДІЛ 3

ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ ТА ПЕРЕЛІКУ НЕОБХІДНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ НА РАДОМИШЛЬСЬКОМУ ПОЛІГОНІ

3.1. Обґрунтування структури комплексу переробки твердих побутових відходів на Радомишльському полігоні

Для визначення комплексу переробки ТПВ на полігоні необхідно розглянути структуру відходів. Основну масу відходів можна розділити по видам як показано на рис.3.1 [6,29].

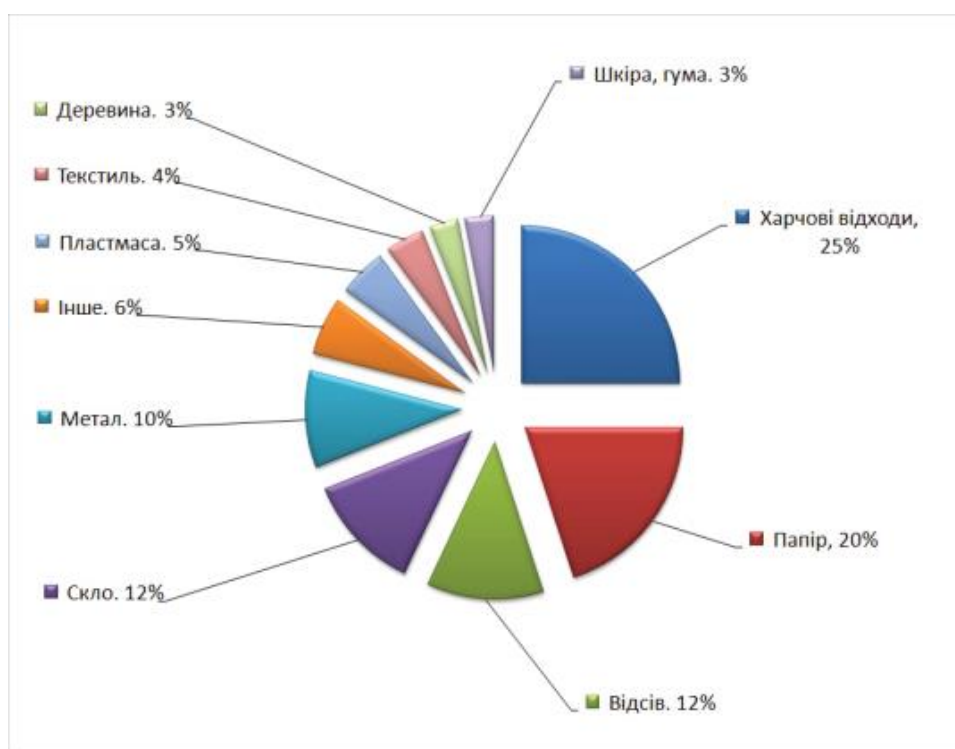


Рисунок 3.1. Загальна структура ТПВ на полігонах України

Аналізуючи структуру відходів зображених на рис.3.1 для Радомишльського полігону ТПВ в залежності від їх фізико-хімічних властивостей, можливості переробки, утилізації або подальшого використанні на виробництві можна розділити на наступні групи:

1. Відходи для одержання вторинної сировини (папір, картон, полімери та пластмаси, тара та ПАК упаковка, текстиль, гума, шкіра) – 35%.
2. Харчові відходи – 25%.
3. Горючий залишок – 15%.

4. Скло та метали – 22%.

Утилізація відходів може включати декілька варіантів дій. Сюди входять:

- біологічні методи переробки - компостування або зброджування;
- спалювання або піроліз ТПВ, супроводжувані виробництвом енергії;
- поховання на полігонах.

Перші два способи можливі тільки у разі сортування сміття, оскільки біотехнологія застосовна не для усіх його видів. Наприклад, будівельні відходи не можна піддати зброджуванню. Для цього придатні тільки вологі органічні відходи - рослинні і харчові залишки. Утилізація відходів паперу, деревини і іншої сухої органіки відбувається (переважно) шляхом спалювання. Але набагато ефективніше і вигідніше їх переробляти і використати повторно.

Виходячи з проведеного аналізу можна зробити висновок: найпершим завданням є сортування відходів для їх подальшої переробки. Тобто розміщення сортувальної лінії на полігоні є обов'язковим.

Програми попередньої регенерації або сортування сміття у джерела можуть істотно впливати на ефективність переробки. Попереднє відділення скла і металів збільшує вихід енергії на одиницю маси відходів. Проте на деяких сміттєспалювальних заводах метали витягаються після спалювання із зольного залишку. Відділення паперу, картону і пластиків зменшує енергію згорання відходів, але може зменшувати і вихід вільного хлору.

Відділення великогабаритного сміття зменшує потребу у видаленні або подрібненні на місці. Окрім сортування відходів, попередня обробка початкових твердих побутових відходів може включати дроблення і подрібнення для полегшення подальшої переробки і підвищення однорідності. Зони зберігання у бункерах, як правило, роблять критими для захисту від атмосферної вологи, а повітря для горіння зазвичай забирається з бункерів, щоб зменшити поширення неприємного запаху.

Тверді побутові відходи є гетерогенною сумішшю, в якій є присутніми майже усі хімічні елементи у вигляді різних сполук. Найбільш поширеними елементами що входять до складу органічних сполук є вуглець, на долю якого

припадає близько 30% (по масі) та водень 4% (по масі) [20,29]. Тепловіддача відходів багато в чому визначається саме цими елементами. У промислово розвинених Європи теплотворна здатність ТПВ складає 1900-2400 ккал/кг, а у ряді випадків досягає 3300 ккал/кг і прогнозується подальше зростання теплотворної здатності відходів, що вплине на конструктивні особливості елементів термічне устаткування.

Спалювання ТПВ, являється процесом окислення. Тому і в камері спалювання переважають окислювальні реакції. Головними продуктами згорання вуглецю і водню є відповідно CO_2 і H_2O . При спалюванні необхідно враховувати, що в ТПВ є присутніми потенційно небезпечні елементи, що характеризуються високою токсичністю, високою летючістю і змістом, такі як наприклад різні сполуки галогенів (фтору, хлору, бром), азоту, сірки, важких металів (міді, цинку, свинцю, кадмію, олова, ртуті).

Сьогодні відомі два основні шляхи утворення діоксину і фурану при термічній переробці ТПВ :

- первинні відходи в процесі спалювання ТПВ при температурі 300-600°C;
- вторинні відходи на стадії охолодження димових газів, HCl , що містять, з'єднання міді (і заліза) і вуглецевовмісні частки при температурі 250-450°C (реакція гетерогенного оксид хлорування часток вуглецю). Температура початку розпаду діоксину - 700°C, нижня температурна межа утворення діоксину - 250-350°C [14,32].

Для того, щоб при спалюванні на стадії газоочищення забезпечити зниження змісту діоксину і фурану до необхідних норм (0,1 нг/м^3) мають бути реалізовані так звані первинні заходи, зокрема, "**правило двох секунд**" - геометрія печі повинна забезпечити тривалість перебування газів не менше 2 секунд в зоні печі з температурою не менше 850°C (при концентрації кисню не менше 6%) [32].

Термічні процеси, які відбуваються при температурах менше 1300°C, застосовують найчастіше. Найбільше поширення набули процеси *шарового*

спалювання і спалювання в киплячому шарі [35], які вимагають примусового перемішування і переміщення матеріалу. Сьогодні розроблено дуже перспективний комплекс в якому реалізований процес спалювання - газифікація відходів в щільному шарі, який відбувається без примусового перемішування і переміщення матеріалу [34].

Спалювання в киплячому шарі здійснюється за рахунок створення двофазної псевдогомогенної системи "тверде-газ" за рахунок перетворення шару відходів на "псевдо рідину" під дією вхідного потоку газу, достатнього для підтримки твердих часток в зваженому стані. Шар нагадує киплячу рідину, і його поведінка підкоряється законам гідростатики (рис.3.2)[34,35].

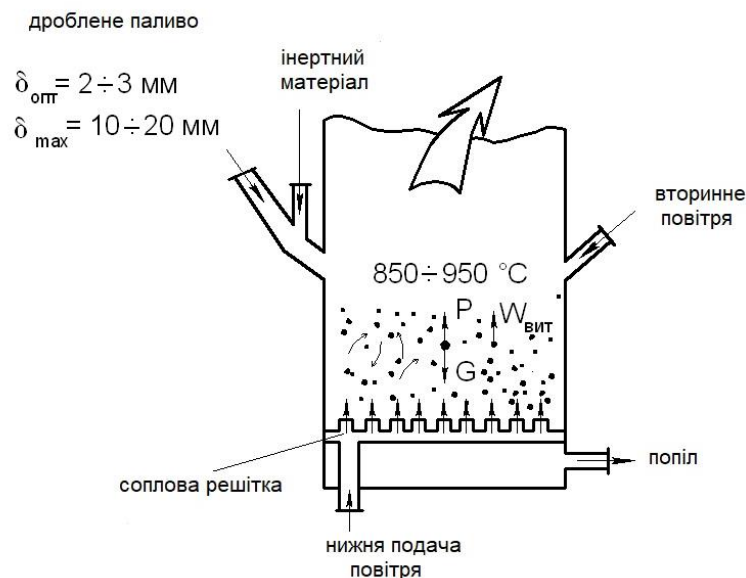


Рисунок 3.2. Стаціонарний киплячий шар.

Вважається, що спалювання в киплячому шарі за еколого-економічними параметрами у ряді випадків перевершує традиційне шарове спалювання.

Печі для спалювання ТПВ в киплячому шарі забезпечують найкращий режим теплопередачі і перемішування спалюваного матеріалу і за цими характеристиками перевершують котлоагрегати з перештовхуючими ґратами. Крім того, агрегати установок киплячого шару не мають частин, що рухаються, або механізмів. У зв'язку з тим, що температура спалювання ТПВ в киплячому шарі на $50\text{-}100^{\circ}\text{C}$ нижче в порівнянні з шаровим спалюванням,

помітно знижується можливість утворення оксидів азоту за рахунок окислення азоту повітря, внаслідок чого знижуються викиди NO з газами, що відходять.

3.2. Перелік обладнання та його характеристики для переробки ТПВ на Радомишльському полігоні.

Виходячи із проведеного аналізу на полігоні ТПВ пропонується розмістити комплекси переробки відходів інжинірингової компанії «ГРІНЕКС ЕКО» [33].

Так як з 1 січня 2018 вступили в силу зміни до Закону України "Про відходи", якими був приведений закон у відповідність з директивами №1999 / 31 / ЄС і №2008 / 98 / ЄС і введена заборона на поховання на полігонах України неперероблених (невідсортованих) побутових відходів, то обов'язковим компонентами переробки обираєм :

1.Стаціонарний сортувальний комплекс з продуктивністю переробки до 8000 тон на рік в кількості 2 штук;

2.Комплекс переробки та утилізації ТПВ «ЕКО- 2000» з продуктивністю переробки до 16000 тон на рік;

3.Комплекс переробки біоматеріалу органічного походження шляхом термokatалітичного розкладання з подальшою нейтралізацією димових газів «ЕКО-Т»;

4.Комплекс утилізації біоматеріалів тваринного походження «ЕКО-500К».

Розглянемо більш детально характеристики обладнання.

Стаціонарний сортувальний комплекс

Вигляд сортувального комплексу зображений на рисунку 3.3 .

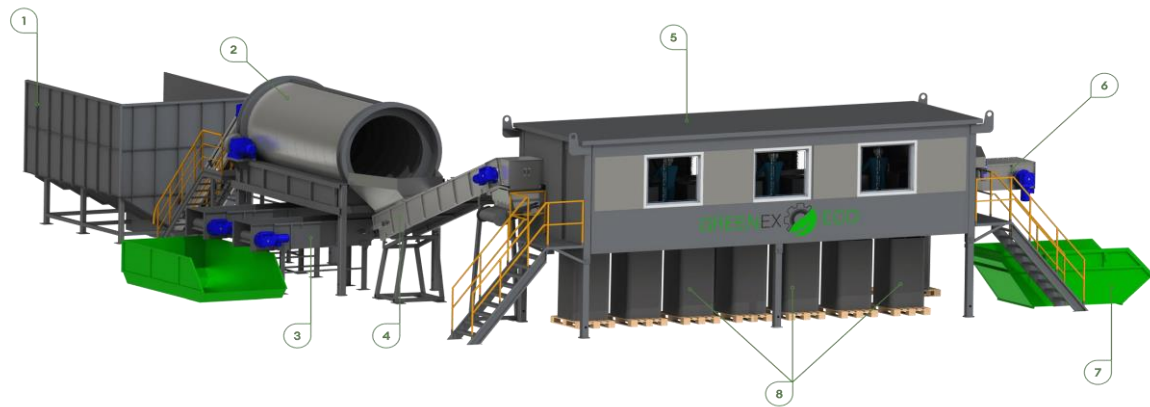


Рисунок 3.3. Сортувальний комплекс:

1 – приймальний бункер-накопичувач з транспортером; 2 – барабанний сепаратор; 3 – транспортер відведення виділеної мілкої фракції; 4 – транспортер; 5 – сортувальна кабіна; 6 – магнітний сепаратор; 7 – контейнер для збору відходів; 8 – контейнери для збору корисної фракції.

Технічні характеристики комплексу [33].

Потужність сортувальної лінії	м³/рік	від 30 000
Кількість відібраної сировини	т/рік	8000
Загальна потужність електроприводів	МВт/рік	150
Режим роботи комплексу	безперервний	
Кількість обслуговуючого персоналу	чоловік	6–12

Комплекс переробки та утилізації ТПВ «ЕКО- 2000»

Загальний вигляд комплексу переробки та утилізації ТПВ «ЕКО 2000» показаний на рисунку 3.4.

Технічні характеристики комплексу [33].

Характеристики	ЕКО-2000	
Продуктивність сортувального модуля	тон/рік	18000
Доля відсортованої корисної фракції	%	7-15
Кількість постів в кабіні	шт	8
Перелік відсортованої корисної фракції	ПЕТ-тара; скло; метал; картон/папір	
Продуктивність інснераторного модуля	тон/рік	16000
Кількість інсинераторів	шт	2
Середня витрата рідкого палива вологість відходів від 40 до 70%	хвилин	15-20

Загальна потужність електроприводів	кВт/год	160
Разхід лужних компонентів	тон/рік	16,0
Генерація теплової енергії	Гкал/год	3,8
	Гкал/рік	30000
Генерація електричної енергії (при установленні додаткового обладнання)	кВт/год	1100
	МВт/рік	8,8
Численість персоналу на зміні	інсинератор	4
	Сорт. лінія	10

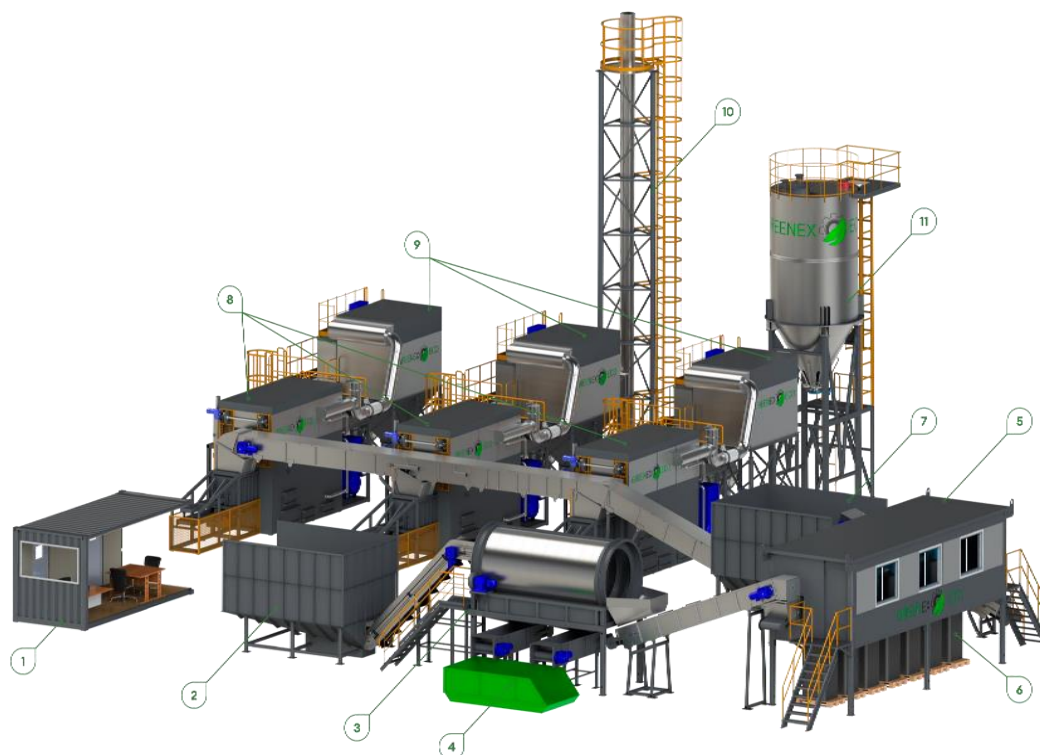


Рисунок 3.4. Комплекс переробки та утилізації ТПВ «ЕКО- 2000»:

1 – кабіна управління; 2– бункер загрузки відходів; 3– барабан-сепаратор; 4– контейнер для відсіву; 5– сортувальний модуль; 6– контейнер для збору; 7– проміжний бункер загрузки і подачі відсортованих відходів; 8– інсинераторний модуль; 9– модуль газоочищення; 10– витяжна труба; 11– силосний склад зольного залишку.

Комплекс переробки біоматеріалу органічного походження шляхом термokatалітичного розкладання з подальшою нейтралізацією димових газів «ЕКО-Т»

Загальний вигляд комплексу переробки біоматеріалу органічного походження шляхом термokatалітичного розкладання з подальшою нейтралізацією димових газів «ЕКО-Т» зображений на рисунку 3.5 .

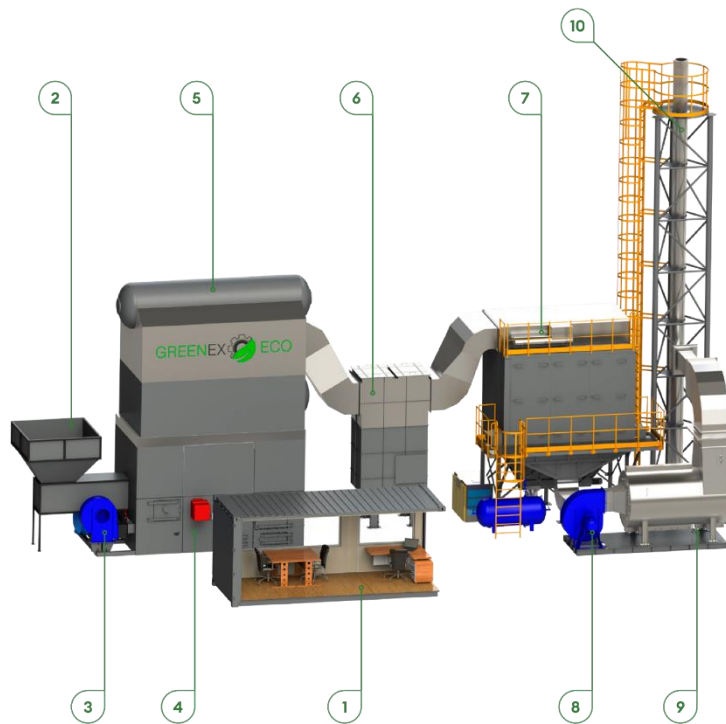


Рисунок 3.5. Комплекс переробки біоматеріалу органічного походження «ЕКО-Т»:

1 – кабіна управління; 2– автоматизований завантажувальний пристрій; 3– вентилятор; 4– первинна камера; 5– котел-утилізатор; 6–економізатор; 7– рукавний фільтр; 8– витяжний вентилятор; 9– адсорбційний фільтр; 10– витяжна труба.

Технічні характеристики комплексу [33].

Продуктивність комплексу	кг/год	1000
Кількість зольного залишку	кг/год	50-150*
Одноразове завантаження відходів	кг	до 300
Розхід рідкого палива	л/час	30-100*
Загальна використовувана потужність електроприводів	кВт/год	55
Генерація теплових енергії	Гкал/год	0,84
Річний фонд роботи комплексу	годин	8000
Чисельність персоналу на зміні	человік	3

Комплекс утилізації біоматеріалів тваринного походження «ЕКО-500К».

Загальний вигляд комплексу утилізації біоматеріалів тваринного походження «ЕКО-500К» зображений на рисунку 3.6.

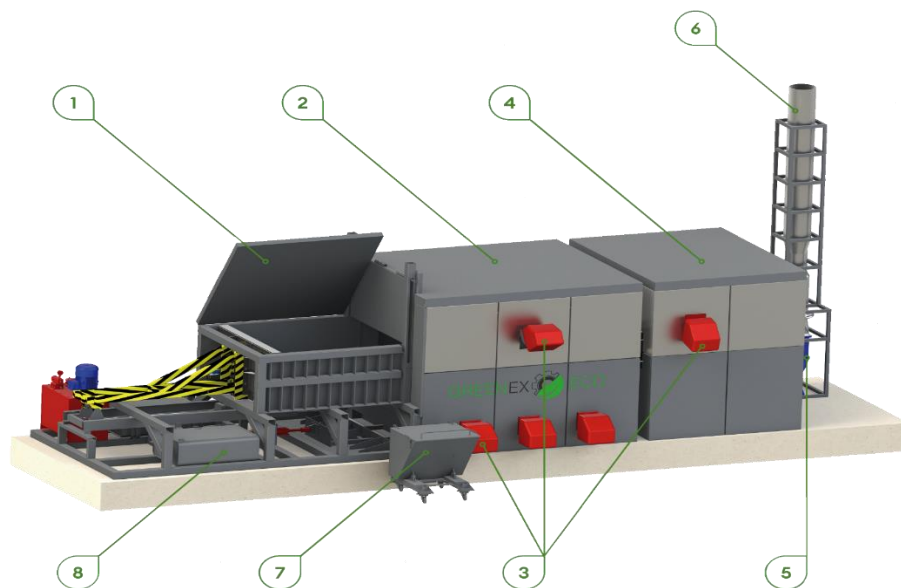


Рисунок 3.6. Комплекс утилізації біоматеріалів тваринного походження
«ЕКО-500К»:

1– автоматизований завантажувальний пристрій; 2– первинна камера; 3– рідкопаливні горілки; 4–вторинна камера; 5– ежекційний вентилятор; 6– витяжна труба; 7– модуль золотидалення; 8– паливний бак.

Технічні характеристики комплексу [33].

Продуктивність комплексу	кг/год	500
Кількість зольного залишку	кг/год	50-80
Максимальний розхід палива	л/год	60
Загальна використовувана потужність електроприводів	кВт/год	15

Висновки до другого розділу

Аналізуючи структуру відходів на Радомишльському полігоні ТВП в залежності від їх фізико-хімічних властивостей, можливості переробки, утилізації або подальшого використанні на виробництві можна розділити на наступні групи:

1. Відходи для одержання вторинної сировини (папір, картон, полімери та пластмаси, тара та ПАК упаковка, текстиль, гума, шкіра) – 35%.
2. Харчові відходи – 25%.
3. Горючий залишок – 15%.
4. Скло та метали – 22%.

Комплекс переробки ТПВ повинен включати :

1. Два стаціонарні сортувальні комплекси з продуктивністю переробки до 8000 тон на рік;
2. Комплекс переробки та утилізації ТПВ «ЕКО- 2000» з продуктивністю переробки до 16000 тон на рік;
3. Комплекс переробки біоматеріалу органічного походження шляхом термokatалітичного розкладання з подальшою нейтралізацією димових газів «ЕКО-Т»;
4. Комплекс утилізації біоматеріалів тваринного походження «ЕКО-500К».

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Сьогодні система по управлінню відходами в Житомирському регіоні знаходиться в незадовільному стані, існуючі полігони по похованню відходів практично вичерпали свої ліміти. Існуюча система управління муніципальними відходами не припускає переробку і вторинне використання цінних компонентів. В результаті чого значні кошти регіонального бюджету йдуть на утримання економічно не вигідних і екологічно небезпечних полігонів. При цьому значні сировинні і енергетичні ресурси, які є складеними компонентами ТПВ, не використовуються і підлягають похованню на полігонах. Для вирішення цієї проблеми потрібно розробку і впровадження нових методів переробки і утилізації відходів.

Офіційно в Житомирській області діють 6 полігонів та 845 сміттєзвалищ загальною потужністю більше 5 млн т.

В кваліфікаційній роботі представлені загальні погляди на методи та способи вторинної переробки ТПВ на прикладі Радомишльського полігону.

Визначено, що для успішного вирішення даної проблеми необхідно здійснювати комплексний підхід, який включає розміщення сучасних високоефективних комплексів переробки та утилізації ТВП.

Доні комплекси повинні одночасно з природоохоронними завданнями вирішувати і проблеми енергетичної безпеки країни.

ВИКОРИСТАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА

1. Екологічний паспорт Житомирської області// Управління екології та природних ресурсів: Ж.2019-187 с.
2. Особенности образования твердых бытовых отходов в Украине [Электронный ресурс].Режим доступа: <https://waste.ua/eco/2012/municipal-waste/ukraine/>
3. Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища Житомирської області// Управління екології та природних ресурсів: Ж.2018-205 с.
4. Карло Троцци и др. Руководство по инвентаризации выбросов ЕМЕП/ЕАОС 2009 г.// Сжигание бытовых отходов .
5. Карло Троцци и др. Руководство ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ 2016г. [Электронный ресурс]// file:///5.E%20Other%20waste%20GB2016_ru.pdf. 5.ЕДругие отходы.
6. <https://112.ua/statji/ekologiya-ili-ekonomika-kak-sdelat-pererabotku-musora-v-ukraine-vygodnoy-495989.html>
7. <http://www.biogas-mnc.com/?gclid>
8. <https://ecodevelop.ua/ru/vidobuvannya-biogazu-zi-zvalishh/>
9. <https://proteh.org/articles/07052019-tbo-i-svalki/>
10. <https://chem21.info/info/1753121/>
11. Другов Ю.С. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов. – М.: Бином, 2007. – 424 с.
- 12.Разнощик, В.В. Проектирование и эксплуатация полигонов для ТБО: учебное пособие/ В.В. Разнощик.– .:Стройиздат, 1981.–123 с.
13. Гринин А. С., Новиков В. Н. Промышленные и бытовые отходы: Хранение, утилизация, переработка. — М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. — 336 с.
14. Сжигание в барабанных вращающихся печах [Электронный ресурс] // URL: <http://studopedia.org/2-77419.html> (дата обращения 15.12.2017)
15. Горбачева Л. А. Зарубежный опыт мусоросжигания. // Энергия: экономика, технология, экология. — 2009. -№ 7. и — 49–54 с.

16. Завал Садового. Почему Львов попал в мусорный коллапс. [Электронный ресурс]: Украинская правда, 2016. Режим доступа: <http://www.pravda.com.ua/articles/2016/06/8/7111160/> (дата обращения: 10.10.2020).
17. Терёшин С. А. Надежность утилизации твердых бытовых отходов в печах пиролизного типа // Совершенствование методов гидравлических расчетов водопропускных и очистных сооружений.- 2009.- № 1- 95–104 с.
18. Утилизация и переработка твёрдых бытовых отходов: учеб. пособие / А.С. Клинков [и др.]. — Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. — 188 с. ISBN 978–5–8265–1424–5
19. Мишустин О.А., Желтобрюхов В.Ф., Грачева Н.В., Хантимирова С.Б. Обзор развития и применения технологии пиролиза для переработки отходов//Международный научный журнал «Молодой ученый» - 2018.- №45(231) - 42-45с.
20. Осіпова Т.А., Ремез Н.С. Прогнозування виходу біогазу і температури полігону твердих побутових відходів на основі математичного моделювання //Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 3/2015 (92).
21. <http://jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/pererobka-smittja-v-nogu-z-chasom-32077>.
22. <https://superagronom.com/blog/115-kompostuvannya-efektivno-ekologichno-korisno-dlya-gruntiv>.
23. <https://www.google.com/search?client=firefox-b>
24. <https://greenbelarus.info/articles/25-07-2016/litovcy-vozvedut-v-belarusi-25-biogazovyh-ustanovok>
25. <https://metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii/tbo/1692-szhiganie-tbo.html>

26. Пухнюк А.Ю., Куцый Д.В., Матвеев Ю.Б. Полевые исследования для оценки потенциала образования биогаза на полигонах твердых бытовых отходов Украины // Комунальне господарство міст. –2012. –Вип. 105. –С. 482–495.
27. <https://112.ua/statji/ekologiya-ili-ekonomika-kak-sdelat-pererabotku-musora-v-ukraine-vygodnoy-495989.html>
28. <https://www.pravda.com.ua/rus/news/2019/07/15/722095629>.
29. И.А.Немировский. Переработка ТБО: Проблемы и достоинства //Альтернативные источники энергии. Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2011. Вып.№6(88).
30. Сиволап А.В. Регулирование потока ТБО//Экономика и управление№4-5. – Симферополь, 2005. – с.99-104.
31. Супруненко О. Мусорная эра: от рассвета до заката – Журнал «Экология и Общество» № 4, 2006.
32. Методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от мусоросжигательных и мусороперерабатывающих заводов.– М.:1989.–31с.
33. <https://greenex-eco.com/wp-content/uploads/2020/07/tbo.png>
34. <https://studfile.net/preview/7048389>
35. <https://metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii/tbo/1692-szhiganie-tbo.html>