МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології

|  |  |
| --- | --- |
|  | «Допускається до захисту»  Завідувач кафедри,  д-р мед. наук  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*А. М.* Бондаренко  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ р. |

**К В А Л І Ф І К А Ц І Й Н А**

**М А Г І С Т Е Р С Ь К А Р О Б О Т А**

тема:

**«**Дослідження екологічної безпеки життєвого циклу підприємства для природних та селітебних ландшафтів (на прикладі сміттєперероблюючого заводу)**»**

Здобувач:

гр. ЗЕО-19м   
Салагуб О.М.

Керівник:

канд. біол. наук, ст. викладач

Долина О.О.

Кривий Ріг

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Криворізький національний університет

Кафедра екології

Заочна форма навчання

Другий (магістерський) рівень

Спеціальність 101 Екологія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри, доктор медичних наук

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А .М. Бондаренко

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ**

**САЛАГУБ ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ**

Тема роботи: «Дослідження екологічної безпеки життєвого циклу підприємства для природних та селітебних ландшафтів (на прикладі сміттєперероблюючого заводу)»

Керівник роботи канд..біол.наук, старший викладач Долина Олександр Олександрович

**затверджені**

наказом Криворізького національного університету від 21.02.2020 № 250су

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва етапів кваліфікаційної  магістерської роботи | Строк виконання  етапів роботи | Примітка |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |

Засвідчую, що у магістерській роботі запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань не використовуються.

Здобувач \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_О.М. Салагуб

Керівник роботи \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_О.О. Долина

ЗМІСТ

ВСТУП……………………………………………………………………………..4

РОЗДІЛ 1. СТАН ПРОБЛЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ……………7

1.1. Рекомендації ЄС щодо утилізації та спалювання відходів…………7

1.2. Осмислення та оцінка життєвого циклу…………………………….12

1.3. Складності при застосуванні LCA в оптимізації управління відходами …………………………………………………………………16

1.4. Класифікація відходів та поводження з ними……………………...17

РОЗДІЛ 2. ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ………...23

2.1. «Сміттєва реформа» 2017-2030……………………………………...23

2.2. Управління у сфері поводження з відходами у ЄС………………...25

2.3. Існуючі та перспективні технології переробки сміття в Україні….30

2.4. Стан проблеми збирання та утилізації відходів у Європейському Союзі………………………………………………………………………35

2.5. Європейські практики спалювання відходів ………………………40

2.6. Альтернативні методи поводження з відходами…………………..44

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ВІДХОДІВ……………………..50

3.1. Методика виконання LCA аналізу………………………………….50

3.2. Проектні дані щодо будівництва сміттєпереробного заводу у   
м. Кривий Ріг………………………………………………………………52

3.3. Побудова схеми життєвого циклу продукції……………………….53

ВИСНОВКИ……………………………………………………………………...61

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ…………………………………...63

ВСТУП

Щорічно на території нашої держави утворюється 11–13 мільйонів тон побутових відходів (ТПВ). У перерахунку на одного жителя кожного року кількість відходів складає приблизно 300 кг, при цьому відходи, що утворились у містах, різко відрізняється від видів та кількості накопичення сміття в сільській місцевості. Збільшення кількості новостворених відходів є наслідком покращення рівня життя, враховуючи чітку залежність між зміною показників ВВП та кількості сміття, що при цьому утворюється.

На теперішньому етапі, рівень утилізації, або вторинного використання ТПВ в Україні становить від 3 до 8%, при значенні аналогічного показника для ЄС приблизно рівному 60%. Доля сміття, яке підлягає похованню у полігони, та нерегламентовані для складування відходів ділянки, в країні перевищує 90%. За офіційними даними площа земель, зайнятих полігонами та звалищами, наближається да 10 000 га, а кількість звалищ, в тому числі несанкціонованих, складає 6 700, але реальні цифри можуть перевищувати наведені розрахунки у декілька разів.

Проте, за даними Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житловокомунального господарства України, існує необхідність додаткового створення не менше ніж 626 полігонів для розміщення твердих комунальних відходів.

Основними негативними впливами від новостворених сміттєвих полігонів є відведення під них все нових і нових земель, виділення парникових газів та інших шкідливих речовин. Виділені небезпечні сполуки через атмосферу забруднюють усі прилеглі ділянки, негативно впливаючи на ґрунти, гідрографічні об’єкти, ґрунтові води, пригнічуючи життєдіяльність фітоценозів, фауни, веде до погіршення умов існування людини в прилеглих населених пунктах. Відсутність селективного збирання та утилізації відходів, що становлять потенційну небезпеку для середовища та людини, збільшує імовірність потрапляння токсикантів у оточуюче середовище.

Останнім часом на перший план у справі поводження з відходами все частіше виходить економічна складова, яка формує основу державного регулювання. Відсутність національної стратегії у даному питанні призводить до суттєвих економічних збитків. Дані ПРООН3, свідчать, що на момент 2011 року можливий дохід від повторної переробки паперу склав 180 млн грн, метолобрухту — 225 млн грн, поліетилену та інших полімерів — 740 млн грн щороку. За умови утилізації з застосуванням методу інсинерації відходів та отримання електричної або теплової енергії, ефективність такої переробки може досягти 1,3 млрд грн (дані 2011 року).

З початку нового тисячоліття, законодавчими органами України було створено декілька нормативних документів, що покликані регулювати політичні аспекти в області поводження з відходами, а також забезпечення виконання наступних пунктів – зменшення забруднення НПС та зростання енергоефективності при використанні ресурсів. Найбільш вагомими з них є:

* Закон України «Про відходи»;
* Програма поводження з ТПВ;

Ці документи мають за мету модернізацію існуючої в країні системи переробки сміття та зменшення кількості новоутворених відходів. Також законом проголошена заборона складування у полігони тих відходів, які не були попередньо відсортовані та перероблені.

Нові регламентні документи покладають обов’язок з організації сортування сміття на органи місцевого врядування. За порушення правил з боку населення передбачена система адміністративних покарань у вигляді штрафів. Також Кабміном прийнято рішення щодо надходження компенсацій при вторинній переробці пакування.

Запроваджено принцип відшкодування збитків, нанесених природі, самим забруднювачем, а також розроблено систему екологічного оподаткування. Розвиток інфраструктури, направленої на утилізацію та переробку сміття, покликані вивести країну на показники нормативів, що застосовуються зараз у Європейському Союзі, як один з компонентів на шляху до Євроінтеграції.

Етапи виконання цієї мети наступні:

• розробка та реалізація системи вимог, що забезпечать раціональне користування полігонами ТПВ;

• дотримання Європейських стандартів та вимог при поводженні з відходами з забезпеченням ієрархії рішень, де основним фактором є мінімізація утворення нових відходів;

• введення та дотримання дійсно дієвого екологічного оподаткування, коли забруднювач має вибирати попередження утворення сміття, а не дешевші штрафи;

• забезпечення підвищення кількості сміття, що підлягає попередньому сортуванню та утилізації до показників у 60% та 50% відповідно;

• збільшення кількості відходів пакування, що підлягають переробці, до показника 55%, а також забезпечення перероблення відходів будівництва до 70%.

Розроблені законодавчі документи та інші міри, покликані покращити систему поводження з відходами ще далекі не повної реалізації на практиці. У даному питанні актуальним є залучення та дослідження вже застосованих практик поводження зі сміттям, що були реалізовані у більшості країн Європи. Тому актуальним є питання розробки комплексної системи поводження з відходами на основі аналізу усіх стадій їх життєвого циклу.

**Мета роботи:** вивчення життєвого циклу твердих побутових відходів, як сировини сміттєпереробного заводу, а також його кінцевої продукції для оптимізації системи управління та поводження з відходами.

РОЗДІЛ 1. СТАН ПРОБЛЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ

* 1. **Рекомендації ЄС щодо утилізації та спалювання відходів**

Враховуючи орієнтованість України на інтеграцію та членство у Європейському Союзі постає нагальна потреба приведення усіх сфер діяльності, зокрема, економіки, промисловості, права та ін. до відповідності з європейськими стандартами. Не є виключенням і система поводження з відходами, якій останнім часом у ЄС приділяється дуже багато уваги. Тому було розглянуто останні нормативні документи та рекомендації Євросоюзу стосовно даної проблематики.

Попередження утворення відходів, повторне використання товарів, роздільний збір сміття і його переробка повинні бути в пріоритеті у країн-членів ЄС. При вторинній переробці або утилізації відходів та використанні їх для потреб енергетики слід приділяти більшу увагу анаеробному розкладанню біовідходів з одержанням біогазу і добрив. Про це йдеться в повідомленнях Європарламенту, Європейському соціально-економічному комітету та Комітету регіонів.

Отримання енергії з відходів має вирішувати завдання плану дій по переходу до циклічної економіки (економіки замкнутого циклу) і керуватися ієрархією управління відходами Євросоюзу. Забезпечення цього є головною метою документа під назвою "Роль енергетичної утилізації відходів в циклічній економіці", опублікованого 26 січня 2017 року.

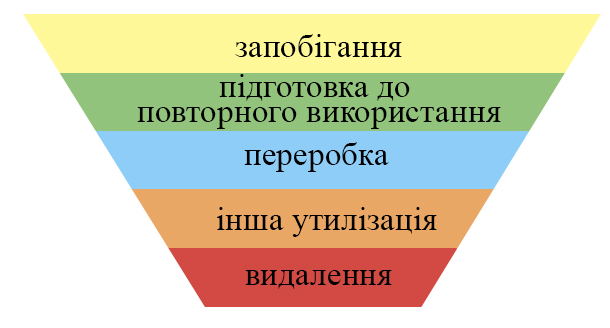
Зокрема, у документі відмічається ключове базове значення саме ієрархії управління відходами – як основи політики Євросоюзу і європейського законодавства в області відходів. Результатом впровадження ієрархічного управління у галузі поводження з відходами є головною умовою переходу до циклічної економіки. Основне призначення ієрархії управління відходами – встановити черговість пріоритетів, яка мінімізує негативний вплив на навколишнє середовище і оптимізує ресурсоефективність в запобіганні утворення відходів та управлінні ними.

У свою чергу циклічна економіка передбачає впровадження економічної системи, в якій вартість продуктів, матеріалів і ресурсів підтримується протягом усього часу, поки це можливо, мінімізуючи відходи і використання ресурсів. Іншими словами, це економіка, в якій формується своєрідний кругообіг продуктів, матеріалів і ресурсів, а поводження з сировиною, матеріалами та продукцією після закінчення терміну їх служби планується ще при їх створенні.

Як підкреслюється в плані дій ЄС, прийнятому Єврокомісією 2 грудня 2015 року, перехід до більш циклової економіки вимагає заходів протягом всього життєвого циклу продукту: від виробництва до створення ринків для "вторинної" (виробленої з відходів) сировини. Управління відходами є однією з основних областей, де доступні і потрібні подальші поліпшення: стимуляція запобігання утворенню відходів, їх повторного використання та переробки. Ці тренди розвитку управління та поводження з відходами є головними цілями як плану дій, так і пакету законів ЄС щодо відходів.

Для того щоб максимально використовувати цей потенціал, сприяти впровадженню інновацій і уникнути можливих економічних втрат через знецінення активів, інвестиції в нові потужності по утилізації відходів повинні проводитися з перспективою тривалої циклічної економіки. Вони також повинні відповідати ієрархії управління відходами, яка упорядковує варіанти поводження з відходами в залежності від раціонального використання ресурсів та віддає основний пріоритет запобіганню утворенню і переробці відходів.

В ієрархії управління відходами ЄС (перевернутої піраміди) зверху вниз розташовані:



Комюніке Європейської комісії прояснює позиції різних процесів енергетичної утилізації відходів в цій ієрархії. Наприклад, анаеробне розкладання органічних відходів, де дигестат (зброджений органічний осад) переробляється в добриво, відноситься до переробки. Процеси зі спалювання відходів з високим рівнем виділення енергії, що виробляється при горінні або піролізі, а також переробка відходів в матеріали, які будуть використані в якості твердого, рідкого або газоподібного палива, відносяться до іншої утилізації. У той же час спалювання відходів з обмеженим виробленням енергії і використання уловленого газу зі звалища відноситься до видалення.

Єврокомісія вказує членам ЄС, як краще використовувати економічні інструменти і планування потужностей, щоб попередити або вирішити проблему надлишку кількості сміттєспалювальних підприємств на території суб’єктів ЄС.

На рівні ЄС інвестиції в додаткові сміттєспалювальні заводи будуть надаватися лише в обмежених і добре обґрунтованих випадках, де відсутні ризики формування надлишкових потужностей і повністю дотримується мета ієрархії управління відходами.

На національному рівні необхідно враховувати, що обсяги змішаних відходів в якості сировини для енергетичної утилізації будуть скорочуватися з огляду на зобов'язання щодо роздільного збору сміття і більш амбітних нормативів ЄС по переробці відходів. У зв'язку з цим Єврокомісія рекомендує членам ЄС поступово скорочувати державну підтримку виробництва енергії зі змішаних відходів.

Головна мета ієрархії управління відходами: державна підтримка повинна сприяти зміщенню управління відходами до повторного використання та переробки.

У комюніке визначаються технології та процеси, що володіють в даний час найбільшим потенціалом для оптимізації виробництва енергії і матеріалів з урахуванням очікуваних сировинних змін в енергетичній утилізації відходів. Підкреслюється, що дуже важливо не допустити можливих економічних збитків або створення інфраструктурних бар'єрів для досягнення більш високих нормативів переробки відходів. Досвід деяких членів ЄС показує, що ризик знецінення активів щодо сміттєспалювальних заводів реальний.

Відповідно до недавнього дослідження Європейського агентства із захисту навколишнього середовища сміттєспалювальні заводи в ЄС розподілені нерівномірно. Три чверті потужностей зі спалювання відходів припадають на Німеччину, Францію, Швецію, Італію та Великобританію. Швеція і Данія мають найбільші виробничі потужності сміттєспалювання на людину: 591 кг і 587 кг відповідно. За ними йдуть Нідерланди, Австрія, Фінляндія і Бельгія. Навпаки, південна і східна частини Євросоюзу практично позбавлені сміттєспалювальних заводів і сильно залежать від захоронення відходів.

Останнім Єврокомісія рекомендує віддавати пріоритет подальшого розвитку схем роздільного збору сміття та інфраструктури вторинної переробки відповідно до законодавства ЄС. Поступова переробка відходів з полігонів повинна супроводжуватися створенням більших можливостей та варіантів їх переробки. Для утилізації органічного сміття пропонується розвиток комбінованих виробництв по одержанню енергії і переробці матеріалів за допомогою анаеробного розкладення.

В обґрунтованих випадках оптимального використання потужностей по енергетичній утилізації відходів можна досягти шляхом перенаправлення відходів в країни-члени ЄС, де такі заводи є. Будівництво нових сміттєспалювальних заводів розглядається як крайній випадок.

Хоча в цілому в ЄС, відповідно до вищезгаданого дослідження, немає надлишкових сміттєспалювальних потужностей, деякі держави-члени надмірно залежать від спалювання муніципальних відходів. Настільки високий ступінь спалювання несумісний з більш амбіційними нормативами по переробці відходів.

Для зменшення кількості відходів від сміттєспалення Єврокомісія рекомендує ряд наступних заходів:

* введення або підвищення податків на спалювання відходів, особливо на процеси з малим виробництвом енергії, при одночасному підвищенні податків для захоронення на полігонах;
* поступове скорочення проектів підтримки спалювання сміття і, де можливо, переадресовування підтримки на процеси більш високого рівня в ієрархії управління відходами;
* введення мораторію на будівництво нових сміттєспалювальних заводів і виведення з експлуатації старіших і менш ефективних.

Європейська комісія розраховує, що поточна ситуація, коли змішані відходи складають 52% сировини для енергетичної утилізації (переважно в сміттєспалювальних заводах) зміниться. Правила щодо роздільного збирання і більш амбітні нормативи по переробці, що охоплюють дерево, папір, пластик і відходи, здатні біологічно руйнуватися, повинні скоротити обсяг сировини, потенційно доступний для спалювання. Наприклад, Любляна, столиця Словенії, в 2011 році інвестувала в модернізацію інфраструктури щодо поводження з муніципальними відходами та на сьогоднішній день досягла результату щодо роздільного збору сміття у 60%.

В майбутньому більша увага повинна приділятися таким процесам як анаеробне розкладання біовідходів з одержанням біогазу і дигестату, з якого можна виготовляти добрива. Потенціал даної технології можна спостерігати в Мілані. З 2014 року місто досягло майже стовідсоткового збору харчових і органічних відходів, що становить в середньому 120 тисяч тон відходів, що підлягають біологічному розкладу на рік. На повній потужності міський біогазовий завод може виробляти близько 35,9 тисяч Мвт-год електроенергії в рік, достатньої для забезпечення 24 тисяч чоловік, а також 14,4 тисяч тон добрива.

Роль спалювання відходів повинна бути перевизначена, щоб запобігти появі перешкод для зростання повторного використання та вторинної переробки, а також надлишкових потужностей по сміттєспалюванню.

* 1. **Осмислення та оцінка життєвого циклу**

Щорічно в ЄС утворюється близько 3 мільярдів тон відходів - понад 6 тон на кожного громадянина Європи. Це має величезний вплив на навколишнє середовище, спричиняючи забруднення та викиди парникових газів, які сприяють зміні клімату. Раціоналізація процесу поводження з відходами може значно зменшити ці наслідки, а осмислення та оцінка життєвого циклу можуть допомогти розробникам програм поводження вибрати найкращі екологічні варіанти. Ключовою метою політики ЄС щодо ресурсів та відходів є перехід до більш ефективних технологій та сталого розвитку у майбутньому. Політика та законодавство ЄС щодо відходів підкреслюють необхідність належного поводження з відходами.

Рамкова конвенція щодо відходів встановлює ієрархію поводження з відходами. Першочерговою метою її є націленість на запобігання утворенню відходів, у другу чергу розглядається можливість відправити відходи для повторного використання, далі йде переробка та тільки потім – рекуперація енергії. Останнім заходом є поховання відходів (наприклад, сміттєзвалища). Дотримання ієрархії відходів, як правило, призведе до найбільш економічного та екологічно чистого вибору. Однак у деяких випадках уточнення рішень в межах ієрархії або відхід від неї може призвести до кращих екологічних результатів. На "найкращий" вибір часто впливають конкретні місцеві умови, і потрібно стежити за тим, щоб просто не переносити екологічні проблеми з однієї області на іншу. Ті, хто приймає рішення, повинні базувати свій вибір на твердих фактичних аргументах. Осмислення та оцінка життєвого циклу забезпечують науково обґрунтований підхід, щоб гарантувати, що найкращий результат для навколишнього середовища може бути визначений та досягнутий.

Продукти (товари та послуги) протягом свого життєвого циклу можуть створювати різний впливу на навколишнє середовище. Осмислення життєвого циклу враховує діапазон впливів протягом усього життя продукту. Оцінка життєвого циклу кількісно оцінює це шляхом оцінки викидів, споживаних ресурсів та тиску на здоров'я та навколишнє середовище, які можна віднести до продукту. Вона враховує весь життєвий цикл – від видобутку природних ресурсів до переробки матеріалів, виготовлення, розподілу та використання; нарешті, повторне використання, переробка, відновлення енергії та знешкодження залишків.

Основна мета осмислення життєвого циклу – зменшити загальний вплив на навколишнє середовище. Це може включати компроміси між наслідками на різних етапах життєвого циклу. Однак потрібно бути обережним, щоб уникнути переходу проблем з однієї стадії на іншу. Зменшення впливу продукту на навколишнє середовище на стадії виробництва може призвести до більшого впливу на навколишнє середовище на майбутніх стадіях. В такому випадку очевидна перевага варіанту поводження з відходами може бути скасована, якщо її не ретельно оцінити. Європейська комісія розробила керівні принципи оцінки життєвого циклу, які повністю сумісні з міжнародними стандартами. Вони спрямовані на забезпечення якості та послідовності при проведенні оцінок на основі наукових доказів.

Підтримка рішень щодо управління відходами – приклади європейських, національних та місцевих державних органів та підприємств все частіше заохочують використовувати осмислення життєвого циклу та оцінку життєвого циклу як інструменти підтримки прийняття рішень. Поводження з відходами – область діяльності, де місцеві умови часто впливають на вибір варіантів політики поводження. Осмислення життєвого циклу та оцінка життєвого циклу можуть бути використані для зважування можливих екологічних переваг та недоліків, пов'язаних з варіантами політики в конкретній ситуації.

***Типові питання, які можуть виникнути в місцевих або регіональних умовах, це:***

• Чи краще переробити відходи або відновлювати енергію з них? Які вигоди можна отримати для конкретних джерел надходження відходів?

• Чи краще замінювати прилади на нові, більш енергоефективні моделі, чи продовжувати користуватися старими та уникати утворення відходів?

• Чи виправдане очікуване зменшення викидів парникових газів при збиранні відходів?

***Переробка пластикових пляшок, або спалювання з відновленням енергії?***

Часте питання поводження з відходами – переробляти або спалювати вживану продукцію. Оцінка життєвого циклу допомагає вирішити цю проблему. У цьому прикладі розглядаються пластикові пляшки, а для простоти враховуються лише енергетичні аспекти. На виробництво пластикових пляшок із сировини потрібно близько 80 МДж / кг енергії. Спалювання може генерувати близько 3 МДж / кг електроенергії та близько 10 МДж технологічної пари з відновленої енергії. Однак, незважаючи на цей невеликий приріст енергії, повинні бути виготовлені нові пляшки, що вимагають витрати первинної кількості енергії 80 МДж / кг. На противагу цьому, на селективний збір та переробку витрачається 9 МДж / кг, уникаючи при цьому значного перевищення споживання енергії, що використовується при виробництві нового пластику з сировини.

Таким чином, повторна утилізація зазвичай призводить до зниження енергоспоживання, порівняно зі спалюванням пляшок та отриманням нових із сировини. Цей приклад передбачає, однак, що пластик не сильно забруднений і не руйнується в процесі переробки. У цьому конкретному прикладі оцінка життєвого циклу підтверджує, що переробка енергії краще, ніж відновлення енергії, як описано в ієрархії поводження з відходами. Однак оцінка життєвого циклу, проведена за різних умов (наприклад, в іншому регіоні), може призвести до інших висновків.

***Заохочення домашнього компостування.***

Серед європейських країн останнім часом простежується тенденція до стимулювання не тільки селективного збирання відходів, а й їх первинної переробки безпосередньо на місці утворення. Одним із варіантів такої переробки є їх домашнє компостування. Для оцінки потенційних переваг домашнього компостування було проведено комплексне дослідження, яке включало як оцінку життєвого циклу (LCA), так і оцінку витрат і вигод для суспільства. У дослідженні було зроблено висновок, що домашнє компостування не завжди є кращим варіантом для екологічного збирання сміття, з подальшим промисловим компостуванням. Причина цього явища полягає в тому, що 20-65% домашніх компостерів не керують належним чином процесом компостування. Це створює різноманітні шкідливі викиди (такі як метан, закис азоту та аміак). Однак домашнє компостування значно дешевше, забезпечує первинну переробку відходів, скорочуючи таким чином термін їх повної утилізації, а також сприяє екологічній обізнаності. Тому необхідним заходом є розробка методичних рекомендацій щодо домашнього компостування відходів. Зокрема, повинно бути передбачене регулярне перевертання компосту, щоб матеріал міг отримати достатню кількість повітря, оскільки нестача кисню призводить до утворення викидів та шкідливих сполук. Як показано в цьому прикладі, оцінка життєвого циклу може допомогти розробникам програм щодо утилізації та поводження з відходами зважити, здавалося б, суперечливі економічні, соціальні та екологічні висновки.

* 1. **Складності при застосуванні LCA в оптимізації управління відходами**

Застосування LCA в управлінні ТПВ є дуже складним завданням через наступні причини:

• Кожен окремий об'єкт поводження з відходами апріорі вважається екологічно чистим. Однак для об'єктів поводження з твердими відходами потрібна земля (багато землі у випадку звалищ), вони споживають не поновлювані природні ресурси при будівництві та експлуатації (наприклад, паливо та електроенергію) та виділяють низку забруднювачів повітря і водних об’єктів. Тому споруди для поводження з відходами покладають власний екологічний тягар на природне середовище. Необхідно оцінити компроміси між екологічними вигодами та навантаженнями.

• З іншого боку, об'єкти поводження з твердими відходами генерують багато корисних «продуктів»; механічні меліоративні споруди виробляють різні види паперу та картону, скла, пластмас тощо. Механізм механічної біологічної обробки генерує RDF, яке може бути використане як тверде паливо, наприклад, у цементних печах, і компост, який може використовуватися як замінник добрив. Установки термічної обробки, так звані відходи для виробництва енергії, виробляють електроенергію та тепло. Тому при аналізі життєвого циклу необхідно враховувати економічну вигоду від переробки сміття та екологічні збитки від процесів переробки. Баланс між цими показниками є визначальним для вибору способу утилізації.

• В багатьох основних процесах по обробці твердих відходів існує велика невизначеність. Відсутність якісних даних стосовно практики поводження з відходами є визнаною проблемою LCA (McDougall, 2001). У сміттєзвалищі, найбільш широко використовуваному варіанті управління ТПВ, існує багато невизначеностей, пов'язаних із часовими рамками наслідків. Obersteiner та ін. (2007) повідомляють, що дані, що стосуються процесів з прямими вимірюваннями (такими як збір, переробка та обробка), є більш надійними, ніж дані з полігонів, які частково мають бути змодельовані та де необхідні оцінки.

* 1. **Класифікація відходів та поводження з ними**

Класифікацію відходів можна проводити за різними показниками. Найбільш розповсюдженою є диференціація відходів за походженням та властивостями. За походженням усі типи відходів поділяють на побутові, промислові, сільськогосподарські. За властивостями відходи найчастіше розділяють в залежності від потужності їх впливу на оточуюче середовище та людину. Такий перелік зазвичай закріплений у нормативних державних актах кожної країни, та включає небезпечні відходи (токсичні, абразивно небезпечні, легкозаймисті та ін.) і умовно безпечні відходи.

Комунальні відходи (ТПВ) або так звані «тверді муніципальні відходи» історично збирались та захоронювались владними органами міст, але у даний час все більше вивозяться та перероблюються приватними компаніями.

У розвинутих країнах поводження з відходами міст є однією з суттєвих статей бюджету. Загальний річний обсяг фінансів, що залучаються у сферу управління сміттям становить близько 120 млрд дол. Найбільший обіг характерний для бюджетів США, де він сягає близько 46,5 млрд дол., Європейського союзу та країн шенгенської зони – 36 млрд дол. та Японії – 30,5 млрд дол. Основним заходом, що запроваджується по відношенню до твердих комунальних відходів до сьогодні залишається їх захоронення на звалища (полігони): зокрема, у країнах колишнього СНД похованню підлягає 97% ТПВ.

Захоронення ТПВ та їх поховання у полігони є історично сформованим, вимушеним, тимчасовим але вкрай застарілим способом вирішення проблеми відходів, який принципово суперечить екологічним і соціальним вимогам сучасності. Зважаючи на те, що кількість утворених людством відходів зростає з року в рік, а площі для створення полігонів є лімітованими, необхідною умовою є розробка нових технологій переробки відходів.

Запровадження промислової переробки є комплексним рішенням, що збалансовано поєднує інтереси екології, ресурсозбереження та економіки. Для промислового процесу утилізації відходів найчастіше затосовуються наступні процеси:

* термообробка (спалювання, піроліз);
* компостування (для виготовлення біопалива);
* анаеробна переробка (для отримання біогазу);
* сортування та вторинне використання з видаленням шкідливих компонентів, відокремленням різнорозмірних фракцій, придатних до переробки за допомогою різних методів методом.

В Європейському союзі та суміжних країнах великий обсяг відходів перероблюється за допомогою спалювання – 20-25% від загального об’єму міських відходів, в Японії — 65%, в США — 15% (у США стимулюється сміттєспалювання як найбільш перспективний та вигідний спосіб попередження складування надмірної кількості відходів у звалища, та подовжується таким чином строк експлуатації існуючих звалищ). Виходячи з даних закордонного досвіду, технологія прямого спалювання ТПВ є джерелом виникнення екологічних ризиків внаслідок утворення великої кількості токсикантів. З цим явищем пов'язаний поступовий перехід до комплексного рециклінгу ТПВ. Приклади комплексного використання та утилізації відходів у вигляді заводів з переробки все частіше будуються у всьому світі.

До категорії небезпечних побутових відходів слід віднести наступні речовини та компоненти:

* відходи транспорту (автомобільні) – наприклад: гальмівна рідина, акумулятори та батареї, антифриз, бензин, мастила, дизельне паливо, тощо);
* приладдя для ремонту – фарби, лаки, скипидар, клей, азбест тощо;
* продукти побутової хімії – миючі та чистячі засоби, пестициди, медичні прилади та медикаменти, ртутні термометри, вогнегасники, запальнички, елементи пожежної та димової сигналізації, фотографічні хімікати, піротехнічні засоби (петарди, феєрверки), хімікати, що містять свинець, фреони тощо;
* відходи електричного приладдя;
* пластик та поліетилен.

**Сполучені Штати**

За даними Агентства з охорони навколишнього середовища (EPA), обсяг щорічного утворення небезпечних відходів від домашніх господарств у США сягає 1,6 млн. тон. На муніципальному рівні задіяна комплексна програма, що дозволяє брати участь у процесі управління та утилізації відходів як муніципальну владу, та приватний бізнес, так і місцеву громадськість та населення.

Управління у сфері поводження з небезпечними відходами у США відбувається на двох рівнях – на федеральному рівні та окремо у кожному зі Штатів. Завдяки такому регулюванню вартість відходів у кожному окремому штаті може варіювати за відношенням до загальнодержавної. Наприклад, у штаті Аляска, вона становить 125 тис. дол., що значно дешевше у порівнянні з державною вартістю у 400 тис. дол. Універсальні небезпечні відходи включають матеріали, які часто зустрічаються у побуті та на робочому місці.

При цьому уряд не регулює поводження з небезпечними відходами, згенерованими безпосередньо у домогосподарствах. Натомість нормативами регламентовані центри збору відходів цієї категорії, з застосуванням системи грантів, покликаних сприяти формуванню по всій країні системи локальних центрів збирання відходів підвищеної небезпеки. Подібна система забезпечить можливість безкоштовного збирання небезпечних побутових відходів домогосподарств, та зберігання потенційно небезпечних відходів, що продукуються малими підприємствами, протягом певного часу. У питанні поводження з небезпечними відходами в умовах свого домоволодіння допомагає громадська обізнаність та програма пропагування екологічних аспектів існування, результатом якої є не тільки самостійне збирання сміття домовласниками, але й зменшення обсягів споживання та надходження до відходів потенційно небезпечних компонентів.

Хімічно небезпечні відходи у США підлягають видаленню за участі компаній, які мають відповідні ліцензії. Також компанія-перевізник небезпечних відходів надає консультації щодо правильного поводження з ними та порядку збирання, і відповідає за доставку порожніх контейнерів для відповідного виду відходів.

**Китай**

На сьогодні у країнах Старого світу практикується вивезення сміття у інші держави. Сьогодні усесвітнім збирачем відходів став Китай. Кількість сміття, що вивозиться з розвинутих країн до Азії становить близько 80%, причому 9/10 цього сміття припадає саме на Китай.

Переважна більшість з завезеного у країну сміття підлягає первинному сортуванню, а потім спалюється на дрібних переробних підприємствах без застосування будь-якого очисного обладнання. За відомостями на період 2012 року прибуток, отриманий бюджетом КНР, за спалювання ввезеного з інших країн сміття, оцінений у 177,4 млрд. дол. Але при цьому ніхто не врахував шалені збитки, нанесені природним об’єктам.

Щороку на території КНР утворюється близько 11 млн тон токсичних та екологічно небезпечних відходів, при цьому промисловість продукує порядку 10 млн., далі за кількістю йдуть відходи медичної промисловості, радіаційно небезпечні відходи. У цій країні відходи часто захоронюються без застосування будь-яких запобіжних природоохоронних заходів, та навіть без первинної обробки.

Внутрішні відходи країни становлять близько 1 млрд. тон. В країні існує чітка ієрархія та класифікація відходів, які розділено на наступні види: міські та сільські, індустріальні та небезпечні відходи. Склад комунальних відходів також поділяється на декілька видів - побутові, вуличні та інші. Також до міських відходів входять ті, що полишаються при руйнуванні будинків та споруд.

**Японія**

У зв’язку з дефіцитом площі у країні розроблення вірного алгоритму поводження з відходами є вкрай важливим та відповідальним питанням. Відходи розділені у країні на два типи — індустріальні, які утилізуються безпосередньо тими компаніями, які відповідальні за їх продукування, та побутові, що підлягають утилізації за участю і контролем міських громад та влад.

Річна кількість утвореного сміття сягає 400 млн т індустріальних та 50 млн т комунальних відходів. Тобто на одного жителя припадає майже чотири тони різних типів відходів щороку, що відповідає кількості щоденного утворення близько 10 кг на одну людину, причому частка сміття від домогосподарств складає близько одного кілограму.

Інвентаризація кількості відходів різних категорій показала, що найбільшу кількість у всьому обороті сміття складають :

* відходи харчування та інша органіка – близько 30%;
* пакування, включаючи полімерні матеріали – 25%;
* паперові та картонні відходи – 25%.

Близько 70% утворених відходів у країні підлягає термічній деструкції, останнім часом прослідковується тенденція до збільшення обсягу вторинного використання сміття, на яке приходиться приблизно 17%, та зменшення кількості відходів що захоронюютьсядо 18-20%. Суворий підхід до утилізації та сортування дозволив вивести рівень збору макулатури на показник у 65%, повторне використання вжитої скляної тари сягає 83%, для полімерних пляшок цей показник нижчий, та має лише 40%, при цьому, утворення нової пластмасової тари значно перевищує швидкість її деструкції. Японці спрямували великі зусилля на виведення сміттєперероблюючої галузі на високий рівень. Відбувається відповідальне державне регулювання головних аспектів даного сектору промисловості.

РОЗДІЛ 2. ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

**2.1. «Сміттєва реформа» 2017-2030**

Розробка нової Національної стратегії щодо управління та поводження з відходами була започаткована та реалізована під наглядом та за сприяння спеціалістів Європейського банку реконструкції та розвитку (ЄБРР). Актуальними завданнями стратегії стало поступове зменшення маси відходів, які плануються під поховання на полігонах, за рахунок стимулювання сортування, окремого збирання та вторинного застосування відходів, інтенсифікація потужностей, направлених на перероблення та утилізацію сміття. Лише дуже мала частина їх має закладатись у полігони місцевого значення. Основне завдання розробки являє собою формування соціального національного світогляду, орієнтованого на те, що відходи є не непотрібним сміттям, а перспективним, економічно цінним ресурсом.

Запровадження стратегії розділено на кілька етапів і перший з них повинен бути реалізований до 2020-го року, виконання другого закінчується у 2023 році, останній етап стартує у 2024 та має тривати сім років до 2030-го. Впровадження у життя цього проекту передбачає виведення показника щодо переробки ТПВ не менше 15%. Основним механізмом реалізації проекту є будівництво підприємств з сортування та перероблення відходів. Іншою складовою проекту є підвищення соціальної відповідальності громадян у справі поводження з відходами, а саме, стимуляції населення до сепаративного збирання різних видів сміття. На момент досягнення фінального терміну реалізації стратегії планується досягнення сортування та переробки відходів на рівні 50%. Кількість необхідних для реалізації проекту підприємств з переробки сміття становить близько 300, крім того, потрібне створення 90 ліній для сортування сміття. Натомість потрібно значно скоротити число діючих полігонів для поховання відходів. Крім скорочення кількості, потрібно також зосередитись на якості облаштування полігонів та привести їх стан до відповідності зі стандартами, що задіяні у Європі.

Ці завдання розраховані на 13 років, але виконати таймінги для їх виконання можна значно скоротити. Є приклади виконання усіх вимог даної реформи деякими країнами за 5-7 років. Найбільшою перешкодою при реалізації даної програми є дефіцит державного фінансування, тоді як для країн Європи надається регулярне фінансування, направлене на вирішення поставлених проблем. У розвинутих країнах розроблена уніфікована формула для оптимізації та раціонального користування у плані поводження з відходами, яка передбачає виконання роздільного збирання та сепарації різних типів відходів на рівні 30%; компостування та перетворення на біогаз за допомогою анаеробного процесу мікробіологічної деструкції; утилізації з застосуванням інсинерації, та отримання тепла від згорання, повинні підлягати не менше половини відходів, що утворились. Також, до тих відходів, які не підлягають переробці, та мають бути поховані у звалища, застосовують у обов’язковому порядку попереднє ущільнення, щоб мінімізувати зайнятий простір, паралельно виконуючи усі належні заходи з екологічної безпеки. Окремі європейські країни, такі як Німеччина та Швейцарія, на сьогодні можуть хизуватись показником переробки відходів у 100%. Вони повністю відмовились від захоронення ТПВ ще п’ять років тому. Ще низка країн Європи перебуває на шляху до зазначеного рівня. Україна знаходиться лише на початку означеного шляху, декларуючи рівні переробки та спалювання відходів на сучасній стадії рівними 3%, А майже 95% сміття досі складується у звалища.

Проведені експертизи зафіксували невідповідність переважної більшості вітчизняних полігонів стандартам, прийнятим для країн Європи. Крім того, офіційними джерелами повідомляється, що має місце утворення нових незаконних звалищ кількістю до 27 тисяч на рік.

Один українець продукує 250-300 кг відходів щорічно. У загальнодержавних масштабах вироблення відходів таким чином сягає 10 млн тон протягом року. При рівномірному розподіленні такого обсягу речовини шаром товщиною 1 м вона займатиме площу у 5 тис. га.

Відсутність дороговартісного оподаткування поховання відходів веде до зниження соціальної відповідальності винуватців в утворенні сміття, а також жодним чином не оптимізує ситуацію з його утилізацією. За експертними даними впровадження механізму сепарованого збирання та вторинного використання відходів пакування, скляної та пластикової тари, а також інших пластикових відходів могло б суттєво скоротити навантаження на систему переробної промисловості. Натомість відбувається складування усіх цих матеріалів у звалища, де вони у процесі розкладу починають завдавати шкоді середовищу. Таким чином, рекомендовано інтегрувати статтю поводження з відходами до системи господарювання у країні. Це буде сприяти зростанню екологічної свідомості громадськості, створенню нових вакансій для персоналу сміттєвих підприємств, вливання додаткових активів у державну казну

Необхідними етапами на шляху реалізації даної стратегії є дотримання вже існуючих дієвих механізмів, що забезпечують оптимальний стан поводження з відходами в країнах ЄС. Перш за все необхідно створити більш жорстку систему виплат та покарань для фізичних та юридичних суб’єктів діяльності, пов'язаної з утворенням сміття, особливо у структурі поводження з пакуванням, побутовими електричними приладами, елементами живлення тощо.

**2.2. Управління у сфері поводження з відходами у ЄС**

**Ключовий фактор будь-якої стратегії поводження з відходами –** зменшення кількості відходів, що утворюються, та зменшення небезпечного вмісту цих відходах вважається найвищим пріоритетом відповідно до Ієрархії відходів, встановленої Рамковою директивою про відходи (стаття 4). Запобігання утворенню відходів тісно пов’язане з вдосконаленням методів виробництва та впливом споживачів на попит на більш екологічну продукцію та меншу кількість упаковки.

Європейським союзом розроблена та підтримується Дорожня карта енергоефективності у Європі, яка визнає важливість відходів як ресурсу, який потрібно повернути назад в економіку. У Дорожній карті зазначено, що вищий пріоритет потрібно надати повторному використанню та переробці, створити стимули для запобігання та переробки відходів. Зокрема, Дорожня карта включає зменшення утворення відходів як "амбіційну мету" поводження з відходами, що має бути досягнута до 2020 року.

Сьома програма дій з охорони навколишнього середовища "Жити добре, в межах нашої планети" підкреслює важливість запобігання відходам, вказуючи на те, що в Союзі є значний потенціал для поліпшення ефективності запобігання утворенню відходів та управління ними, щоб краще використовувати ресурси, відкрити нові ринки, створити нові робочі місця та зменшити залежність від імпорту сировини, маючи при цьому менший вплив на навколишнє середовище. Зокрема, Сьома програма дій з охорони навколишнього середовища закликає до комплексної стратегії боротьби з необов’язковими харчовими відходами.

**Програми запобігання виникненню відходів (ЗВВ).** З метою підвищення ефективності дії ієрархії відходів було створено Рамкову директиву щодо відходів, яка вимагала, щоб держави-члени Євроспільноти створили Програми запобігання виникненню відходів не пізніше 12 грудня 2013 року (стаття 29).

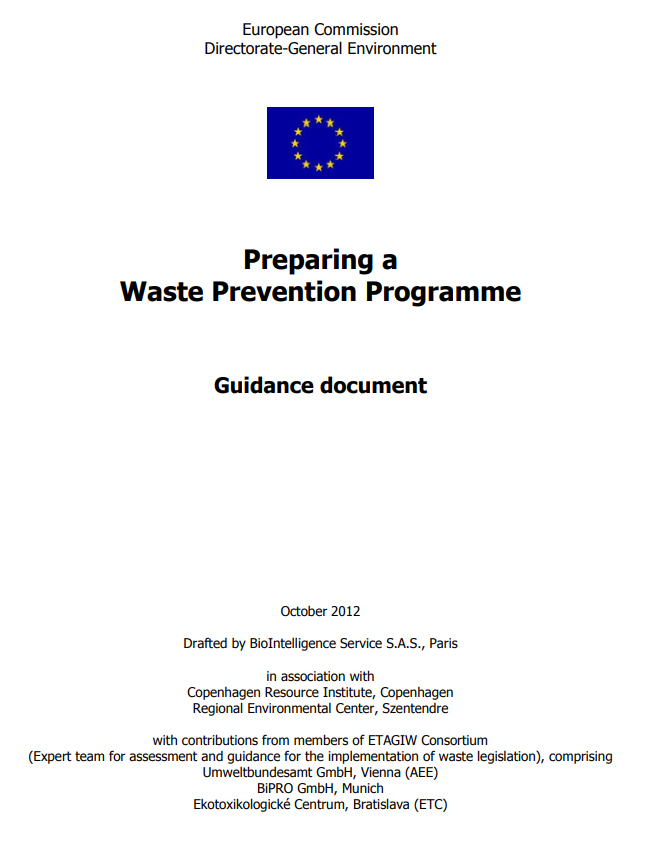
У відповідь Радою Єропейського союзу підготовлено керівний документ-довідник для підтримки держав-членів при розробці програм запобігання виникненню відходів (як вимагає Рамкова директива про відходи). Довідник роз'яснює основні поняття, пов'язані з запобіганням виникненню відходів, пропонуючи основу для розробки програм запобігання відходів, а також надає найкращі практики та приклади національних та регіональних програм, що використовують ефективний комплекс заходів. Він також включає перелік подальших ресурсів з теорії та практики запобігання виникненню відходів.

Європейському агентству з охорони навколишнього середовища (The European Environmental Agency (EEA)) пропонується щороку переглядати прогрес у добудові та впровадженні ЗВВ у державах-членах ЄС, як того вимагає стаття 30 Директиви 2008/98/ЄС. [https://scp.eionet.europa.eu/facts/WPP].

**Харчові відходи**

Для вирішення конкретної проблеми запобігання утворення харчових відходів було підготовлено окремий керівний документ, що супроводжується низкою прикладів найкращої практики, що було визначено одним із основних пріоритетів у Дорожній карті ефективності використання ресурсів через її актуальність та наслідки з питань довкілля, викидів парникових газів та глобальної продовольчої безпеки.

Для впровадження забезпечення ефективності управління відходами Єврокомісією створено методичні рекомендації щодо формування програм по запобіганню утворення відходів.



В країнах-членах ЄС та за кордоном вже діють ефективні стратегії щодо підвищення обізнаності громадськості щодо запобігання утворенню відходів та зменшенню утворення конкретних видів відходів. Нами проаналізовано застосовані у деяких країнах практики, щоб продемонструвати чудові приклади інформаційних, рекламних та регуляторних заходів для стимулювання запобігання утворенню відходів. Вони були обрані з урахуванням наступних критеріїв:

***Цілеспрямованість:*** практики мають сильну спрямованість на запобігання виникненню відходів, що чітко відрізняється від інших стратегій поводження з відходами або загальних екологічних цілей;

***Інноваційність:*** практики використовують оригінальні або винахідливі методи для запобігання відходів;

***Повторюваність:*** практики можна легко відтворити, і вони так само актуальні в регіонах Європи;

***Представленість:*** практики походять з широкого кола країн, діють на національному, регіональному та місцевому рівнях і націлені на різні потоки відходів;

***Ефективність:*** практики мають чітко визначені цілі та вимірювані результати.

Нижче описані інформаційні звіти щодо обраних найкращих практик щодо запобігання утворенню відходів.

У Франції один домовласник отримує в середньому 15 кг неадресованої пошти щороку, що становить 5% побутових відходів. Міністерство екології Франції спробували вирішити цю проблему створивши наліпки на поштові скриньки з відмовою від отримання неадресованої пошти "No Junk Mail".

В даний час, за оцінками, текстильні відходи складають 4,5% побутових відходів у США, що становить майже 4 мільйони тон на рік. З 5,8 млн. тон відходів текстилю, утворених щороку в ЄС, лише 25% використовуються повторно через благодійні магазини або перероблюються промисловістю. Текстильна промисловість при високому рівні розвитку призводить до підвищеного використання води та хімічного навантаження на середовище, а також спричинює потужні викиди в атмосферу та споживання енергії під час виробництва та розподілу продукції.

50% одягу виготовляється з використанням синтетичних волокон, які отримують з нафти. Подовження строку корисного використання одягу таким чином могло б забезпечити екологічні переваги прямо в межах життєвого цикл одягу.

Розроблена в США програма Swap-O-Rama-Rama має на меті спонукати пересічних громадян до самостійного створення або поновлення старого одягу, що дозволить суттєво зменшити кількість текстилю, що викидається.

«Нульові відходи» це програма, розроблена в Хорватії. Це бачення та концепція, що використовують низку заходів для зменшення кількості відходів, що продукуються населенням. Хорватська громадська організація "Зелена Акція" запустила "Посібник з нульових відходів" у грудні 2007 року, надаючи практичні поради та поради щодо максимального запобігання, повторного використання та переробки сміття у Хорватії.

У Великій Британії у 2008 році стартувала програма взаємодії великих супермаркетів по програмі дій щодо сміття та ресурсів Courtauld Commitment, спрямована на зменшення побутових відходів на рік забезпечуючи абсолютне зменшення відходів упаковки. Вона дула підтримана 92% супермаркетів країни та забезпечила зменшення відходів від пакування на 2%.

У Франції запроваджено послуги, що надаються Eco-Emballages з 2006 року, та пропонують інженерам, дизайнерам та малому бізнесу можливість проводити інтенсивні тренінги щодо екодизайн пакування, співпрацюючи зі студентами-інженерами та проведення аудитів щодо розробки упаковки з метою виявлення ефективних способів зменшення відходів.

Італійські супермаркети створили ініціативу «Еко-Пойнт» у 2005 році, пропонуючи оптове постачання сухих продуктів з мінімальною упаковкою. Eco-Point поєднує в собі інновації, екологічну чутливість та економію коштів за рахунок оптових закупівель.

План запобігання відходів у Нідерландах діє ще з 1981 року та кодифікований у законодавство з 1994 року. Кошик заходів використовується для керівництва підприємств, шкіл, проектувальників та місцевих органів у справі запобігання відходам. Це дозволило вдвічі зменшити кількість несортованих відходів та підтримує стабільні показники загального утворення відходів у країні.

Національна програма Ірландії щодо запобігання створенню відходів була започаткована у 2004 р. для підвищення обізнаності та надання технічної допомоги та фінансової підтримки у сфері попередження та мінімізації продукування відходів. Ініціатива зеленого бізнесу (GBI) підтримує цілі Національної програми запобігання продукції відходів шляхом орієнтування підприємств на застосування та впровадження ресурсно-ефективних технологій у трьох сферах: відходи, вода та енергія. До ініціативи долучилися 190 представників готельного бізнесу, 80 з яких отримали відзнаки та таким чином спромоглися заощадити від 5 до 45 тисяч євро шляхом попередження утворення 4000 тон сміття, яке було б заскладоване у сміттєзвалища.

**2.3. Існуючі та перспективні технології переробки сміття в Україні.**

На сьогодні існує багато розробок щодо виконання сортування та переробки сміття. Одним з таких комплексів, розроблених в Україні є комплекс ЕКО від компанії Грінекс.

Розроблений комплекс базується на сортуванні змішаних відходів з подальшою їх інсинерацією (спалювання під дією високих температур). Застосування у системі поводження з відходами новітніх технологій, зокрема, таких як інсинерація, дозволяє мінімізувати об’єми сміття та отримати теплову енергію альтернативним, екологічно безпечним шляхом.

Утворення гарячої пари у термічній камері забезпечує опалення приміщень, інтегрується до виробничих процесів промисловості, продукування електричної енергії. Загальна покрокова схема інсинерації та очищення від шкідливих газів представлена на рисунку 2.1.

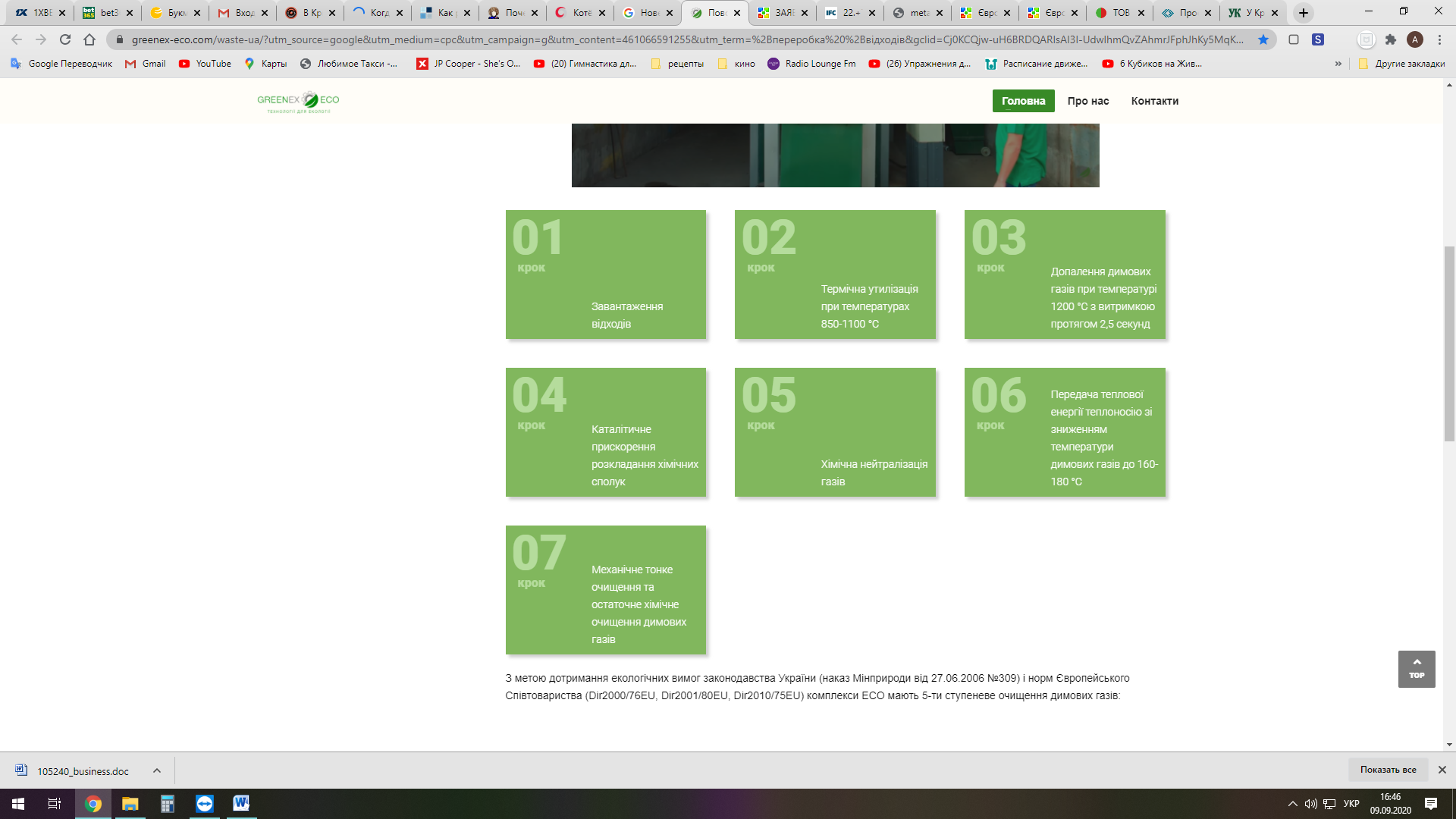


Рис. 2.1. Покрокова схема інсинерації відходів.

За умовою відповідності вимогам законодавства України у сфері екології (наказ Міністерства природи від 27.06.2006 №309) і норм ЄС (Dir2000/76EU, Dir2001/80EU, Dir2010/75EU) комплекси ECO включають п’ять рівнів очищення пилових та газових викидів, що надходять від інсинератора (Табл. 2.1).

Таблиця 2.1. Етапи очищення газів при інсинерації відходів

|  |  |
| --- | --- |
| Резервуар допалювання відходів | Забезпечує гідроліз органіки та окислення відходів від спалення |
| Каталітична камера | Швидке руйнування органічних з’єднань, які містять Cl та F, виведення з газосуміші канцерогенів та інших сполук підвищеної небезпеки |
| Камера хімічного розкладу газосуміші | Застосування лугів при дезактивації соляної, плавикової та сірчаної кислот |
| Рукавний фільтр | Якісне вловлювання дрібнодисперсних пилових часток з забезпеченням ефективності до 0,01 г/м3 |
| Адсорбер | Адсорбція потенційно небезпечних сполук різноманітного генезису – металів, отруйних речовин, залишкової органіки |

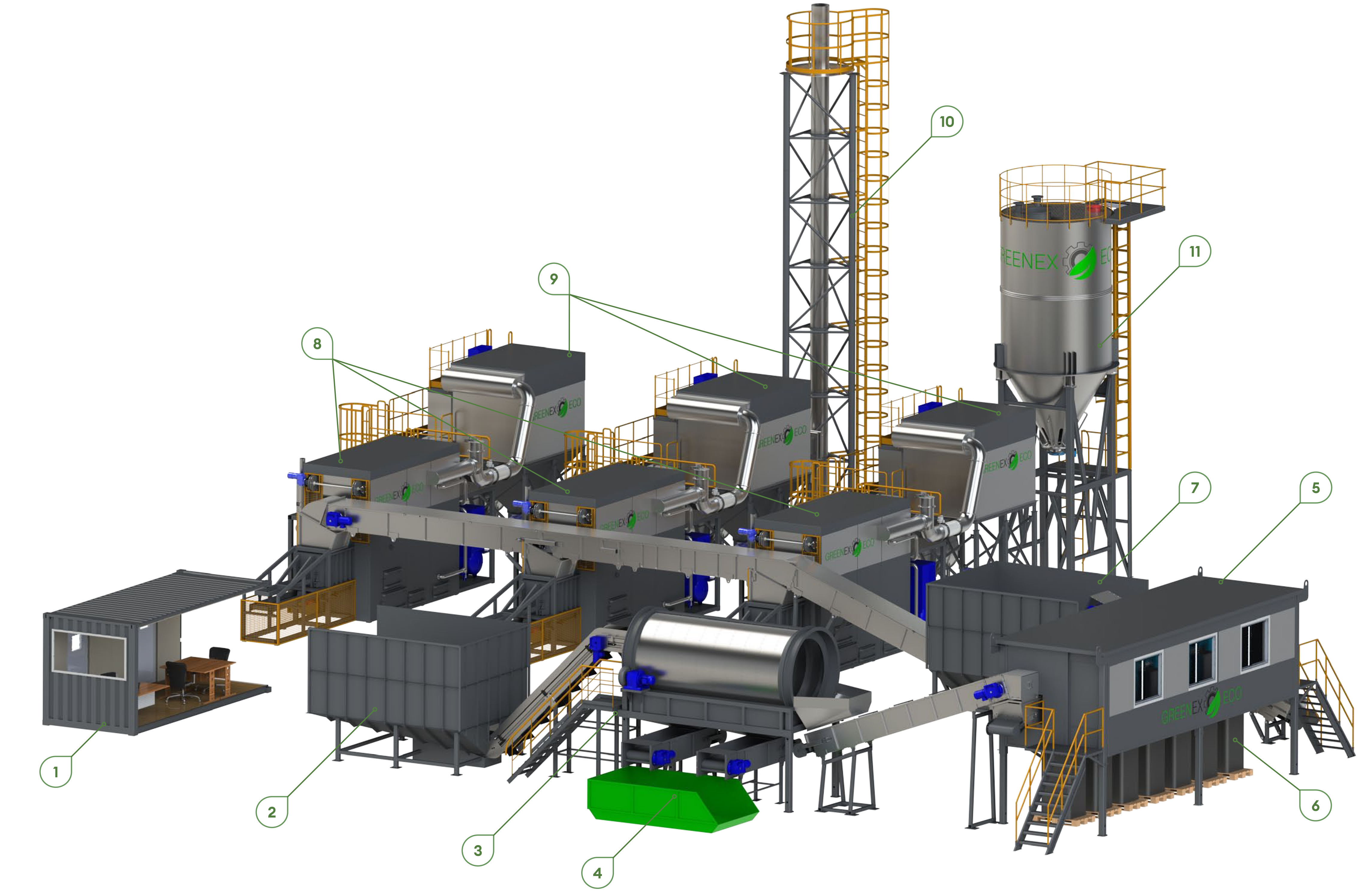


Рис. 2.2. Схема модулю комплексу для сортування та переробки відходів ЕКО від компанії Грінекс.

Комплекс ЕКО від компанії Грінекс (Рис. 2.2) складається з наступних складових компонентів та виробничих вузлів:

1. Пост управління

* управління та автоматизація основних технологічних процесів;
* зонтроль за швидкістю надходження маси сміття;
* спостереження та корегування процесу інсинерації та роботи утилізатора;
* забезпечення роботи та спостереження за параметрами фільтраційних апаратів;
* інше.

2. Бункер завантаження ТПВ

* автоматизована система подачі відходів на конвеєрну лінію

3. Барабан-сепаратор

* забезпечує розрив пакетів зі сміттям, відсіювання дрібного будівельного сміття і подрібнення грудок (до 4% від загальної маси відходів).

4. Контейнер для відсіву

* збір і виведення відсіву в накопичувальний бункер для подальшого поховання.

5. Сортувальна кабіна

6. Накопичувач (контейнер) для збору комерційної вторсировини

7. Проміжний бункер завантаження і подачі відсортованих відходів (хвостів)

8. Комплекс інсинераторів

9. Вузол газоочистки відпрацьованих газів

• для забезпечення екологічних вимог законодавства України та норм ЄС при поводженні з відходами в комплексах ECO передбачена 5-ти ступінчаста система очищення димових газів

10. Димова труба

11. Силосний склад зольного залишку

• автоматичний збір золи за допомогою пневмотранспорту.

Результати очищення газів за допомогою п’ятиступеневої системи відповідають вимогам сучасних нормативів України та ЄС щодо кількості шкідливих речовин у повітрі (Табл. 2.2).

### Таблиця 2.2. Норми викидів речовин в атмосферу

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Найменування речовин** | Директива 2000/76/ЄС, (мг/м3) | Наказ Мінприроди від 22.10.2006 №309 (мг/м3) | Гарантовані показники комплексів ECO (мг/м3) |
| **Летюча зола і пил** | 10 | 50 | 5 |
| **Органічні речовини** | 10 | 200-150 | 10 |
| **Хлористий водень** | 10 | - | 10 |
| **Фтористий водень** | 2 | - | 1 |
| **Сірчистий ангідрид** | 50 | 200 | 40 |
| **Оксиди азоту** | 200 | 500 | 40 |
| **Оксид вуглецю** | 100 | - | 50 |
| **Кадмій, Талій** | 0,05 | 0,2 | 0,05 |
| **Ртуть** | 0,02 | 0,2 | 0,02 |
| **As, Ni, Co, Cr, Mn, Cu, Pb, Sb, V** | 0,5 | 1 - 5 | 0,05 |
| **Діоксини, фурани** | 0,001 | - | 0,001 |

У таблиці 2.3 наведені основні параметричні характеристики та технічні показники сміттєперероблюючого комплексу ЕСО. Однією з важливих переваг комплексу ЕСО є можливість регулювання потужності сміттєперероблюючого комплексу в залежності від кількості сміття, яке потребує щорічної переробки та індивідуальний підбір потужності в залежності від потреб конкретного населеного пункту або іншої адміністративної одиниці. Екологічна безпечність комплексу робить його використання перспективним для густонаселених регіонів.

Таблиця 2.3. Параметричні характеристики та технічні показники сміттєперероблюючого комплексу ЕСО

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | ECO -1000 | ECO -2000 | ECO -3000 | ECO -5000 |
| Потужність інсинератора | тон/рік | 8000 | 16000 | 24000 | 40000 |
| Кількість модулів | шт. | 1 | 2 | 3 | 5 |
| Середні витрати рідкого палива вологість відходів 40-70% калорійність до 2000 ккал | хв. | 15-20 | | | |
| Загальна споживна потужність електроприводів | кВт/год. | 90 | 160 | 220 | 365 |
| Витрата кальцинованої води | тон/рік | 8,0 | 16,0 | 24,0 | 40,0 |
| Генерація теплової енергії | Гкал/год. | 1,9 | 3,8 | 5,6 | 9,4 |
| Гкал/рік | 15000 | 30000 | 45000 | 75000 |
| Генерація електроенергії (при встановленні опціонального обладнання) | кВт/год. | 550 | 1100 | 1650 | 2750 |
| МВт/рік | 4,4 | 8,8 | 13,2 | 22 |
| Чисельність персоналу | Інсинератор | 3 | 4 | 4 | 6 |
| Сорт. лінія | 6 | 10 | 12 | 14 |

**2.4. Стан проблеми збирання та утилізації відходів у Європейському Союзі.**

Роздільне сортування і переробку комунальних відходів в Європі започаткували ще у 1990-х роках. Протягом трьох останніх десятирічь європейські країни відпрацювали та налагодили схему збору та сортування відходів, яка увійшла у побут та стала звичною для приватних підприємців, та населення, а також була впроваджена на рівні міських влад. Розроблені технології комплексної переробки вторинної сировини, направлені на збереження навколишнього середовища, та отримання матеріального прибутку для економіки у державах ЄС [].

Швейцарія, Швеція та Німеччина майже повністю припинили вивезення та захоронення сміття. Ці країни вкладають значні інвестиції у новітні методи, направлені першочергово на зменшення кількості відходів, що утворюються [].

Німеччина є європейським та одним зі світових лідерів у сфері оптимізації поводження з відходами. Жодна країна Європи не користується такою кількістю відходів у якості вторинної сировини. Частка рециркульованого до вторинного обігу сміття в Німеччині сягає 66% []. У 1991 році в карїні була прийнята державна система «Duales System Deutschland GmbH», яка забезпечила застосування нового методу поводження з відходами []. Федеральним урядом Німеччини було розроблено регламент щодо використання пакувань. Закон полягав у розширенні відповідальності виробника та зобов’язував його контролювати поводження з пакуванням після використання товару. Результатом стало впровадження системи збирання пакувань власне виробниками. Логотипом розробленої та впровадженої системи стала «зелена крапка», якою відмічались усі товари та продукція, що були задіяні у системі повторного використання. Цей знак набув популярності та поширив своє застосування вже більш ніж у 20 країнах. Але на час її розробки ця система являла собою унікальне для світової спільноти рішення. В той же час була розроблена кольорова диференціація контейнерів для сміття, зокрема, для паперових виробів – синій; поліетилен та пакування – жовтий. Для скляних виробів, зокрема, пляшок, було введено систему компенсації – відшкодування коштів за повернення тари при наступному придбанні. Зацікавленість та відповідальність серед населення були на високому рівні, що і стало ключем до отримання результату, що діє і до сьогодні. Позиціонування збирання та сортування сміття як певного соціального змагання є додатковим стимулом [].

Розроблена система досягла такого успіху та вживаності, що лише у столиці Німеччини близько 90% домоволодінь приймають участь у роздільному зборі сміття. Збирання виконується у п’ять контейнерів для різних типів відходів. У чорний контейнер розміщується несортоване та змішане сміття, до коричневого потрапляють залишки органічних відходів, у синій складується папір та картон, жовтий контейнер призначений для пакувань та пластику, до зеленого надходить кольорове скло, до зеленого з білою смугою – безбарвне скло. Кожного року усі жителі країни отримують спеціальне сповіщення, у якому наведено інструкції як та куди викидається той чи інший тип сміття, а також надається розклад вивезення того чи іншого типу відходів на період наступних 12 місяців. Окремі контейнери передбачені для збирання потенційно небезпечних відходів, та тих, що не підлягають переробці – батарейки, скло тощо. Кількість скла, що потрапляє до відходів у Німеччині останнім часом істотно скоротилась за рахунок введення системи застави та повернення вторинної сировини. Контейнери для збирання скла, яке не потребує поверненню встановлюють лише по кілька штук на квартал. Причому, перед викиданням до контейнера скло сортується за кольором, окремо біле, зелене та коричневе. Крупногабаритні відходи вивозяться на спеціально влаштовані господарчі двори, що як правило влаштовуються у кожному житловому кварталі. Побутова техніка, поміщена на такий двір у разі потреби може бути забрана будь-ким для ремонту та повторного використання, а техніка, що залишилась незатребуваною, вивозиться для переробки.

Оновлення законодавства призвело до потужного стрибка сфери ресайклінгу, перетворивши її на високорозвинену та технологічну галузь. Над полегшенням та удосконаленням процесів вторинної переробки сміттєвої сировини працюють промислові компанії та науково-дослідні установи. Ведуться дослідження покращення систем автоматичного розпізнавання та сортування полімерів з застосуванням сенсорів високої чутливості. Розробки у цій сфері дозволили оптимізувати процес сортування сміття і скоротити витрати праці та ресурсів на даний процес. Показник відсортування полімерних відходів на сьогодні становить близько 40%. Така якісна диференціація сміття на етапі сортування, що виникла в результаті впровадження нових стандартів, дозволила суттєво покращити якість переробленої вторсировини та продукції, яка з них отримується. Яскравим прикладом можна вважати виготовлені із вторинних матеріалів хвилерізи, встановлені на узбережжі Балтійського моря, створені компанією Reluma. Виготовлення хвилерізів з синтетичних матеріалів дозволило суттєво подовжити строк їх експлуатації порівняно зі старими, виготовленими з дерева, які швидко розкладались під дією мікроорганізмів та молюсків. Мюнхен є столицею проведення щорічної виставки, присвяченої експериментальним та промисловим виробам, виготовленим з вторинної сировини.

Орієнтування політики на раціональне поводження з відходами у Швейцарії почалося ще на початку 1980-х років, результатом чого стало суттєве покращення стану навколишнього середовища. Країна входить до числа лідерів з вторинного використання та утилізації відходів. У 2000 році у Швейцарії було призупинено процес захоронення відходів у полігони, переробці підлягає більша частина сміття, усе інше спалюється. Переробці підлягає 60% паперу, що збирається та здається окремо від картону та інших типів відходів. Енергія від спалювання сміття, що не йде у переробку, використовується на опалення приватних домоволодінь та інших будівель. Країна є світовим лідером за кількістю повернення використаної скляної тари, що повторно перероблюється заводами. Цей показник у країні становить 90%. Окреме збирання та здавання скляної тари запроваджене в країні з 1970-х років та діє до цього часу. Також повторному використанню підлягають металеві банки. Окреме збирання та складування є обовязковим для пластикових пляшок, відпрацьованої електрики, побутових приладів, будівельного сміття, ртутних та галогенових ламп, консервних бляшанок, тваринних залишків, залишків рослинних та машинних олій. Для громадян також передбачена опція відмови від сортування відходів за умови сплати за утворені відходи у перерахунку на загальну вагу. Вартість відходів при цьому вимірюється у 2-3 євро за кілограм, що є дуже невигідно, тому жителі віддають перевагу окремому роздільному збиранню відходів та, за можливістю, здаванню більшості відходів до пунктів приймання вторинної сировини. За недотримання або порушення вимог до сортування сміття накладається штраф.

В країні впроваджено спеціалізовану наглядову службу у структурі правоохоронних органів держави, покликану слідкувати за дотриманням законодавчих вимог до поводження з відходами. Яскравим прикладом є випадок, коли один житель викинув домашнє сміття з вікна автомобіля по дорозі на роботу розклавши його у пакети. Спеціальний загін вирахував злодія, передавши справу до судового розслідування, результатом якого стало накладання штрафу 6000 франків за несанкціоноване складування відходів та прибирання їх з проїжджої частини, 3000 франків за порушення чинного законодавства та 530 франків компенсація судових видатків. Разом сума становила 9530 франків.

Однією з найбільш успішних держав у плані раціоналізації процесу управління та поводження з відходами є Швеція. Ця країна не тільки досягла рівня переробки власних відходів у 99%, але й імпортує відходи у кількості 700 тис. тон з інших країн для переробки. Переробка є пріоритетом у сфері поводження з відходами порівняно з захороненням. У Швеції сортуванню та окремому пакуванню підлягають папір, пластик, метал, скло, скляна тара, електрика, лампочки і батарейки. Окремо також пакують органічні відходи та харчові, які після компостування йдуть на використання у якості добрив. Газети та папір перероблюються у паперову суміш, скляна тара використовується повторно або підлягає альтернативній переробці, пластикові контейнери перетворюють на сировину для виготовлення інших виробів, харчові відходи та органіка трансформується у добрива з виділенням біогазу. Очищення стічних вод досягло такого рівня, що після проходження усіх стадій вода повертається у систему водопостачання у якості, що відповідає питній воді.

Відходи медичної галузі збираються безпосередньо у аптеках та інших пунктах продажу ліків. Енергія спалювання відходів поступає на обігрів будинків. Невідсортовані відходи поступають на сміттєспалювальні заводи, де утилізуються у результаті спалювання та отримання теплової енергії. Зола від спалювання становить 15% від вихідної ваги відходів. Отриманий гравій застосовують у будівництві доріг. Лише 0,8% сміття поступає на полігони. Дим очищують через сухий фільтр та гіроустановку, золу засипають у покинуті шахти. Сортування відходів у країні є добровільним завдяки ґрунтовно розробленому законодавству у цій сфері. Уміла політика поводження з відходами дозволила Швеції забезпечити такий рівень запобіганню впливів на навколишнє середовище, що поверхневі водойми є повністю безпечними, а вода питною.

Позитивний досвід у справі поводження з відходами має також Польща. Першим поштовхом до удосконалення системи поводження зі сміттєзвалищами у цій країні було створення ще на початку 21-го століття у місті Познань бікомпонентного модуля на одному з полігонів захоронення ТПВ, який виробляє теплову енергію та електричну. Вихідна потужність даного агрегату сягала більше 500 кВт електричної та майже 800 кВт теплової енергії, що надходила до міської електромережі. Теплова енергія поступає на сусідній тепличний комплекс. Згодом було розширено мережу когенераційних модулів по всій країні. Зміни законодавства країни призвели до ліквідації стихійних та несанкціонованих звалищ, а також започаткували впровадження системи окремого збирання та сортування сміття населенням. Договір на вивезення сміття підписується з окремим домоволодінням. В разі надходження у контейнер несортованих відходів водій сміттєвозу заявить про порушення до належних органів. Санкціями у цьому випадку є суттєве підвищення оплати мешканцями за несортований бак, або підвищення щомісячної оплати []. Обов’язком Польщі перед ЄС є виведення системи утилізації відходів на показник 50% до 2020 року. Але швидкість підвищення даного показника надто незначна, та на сьогодні становить близько 1% на рік при сучасній кількості відходів, що перероблюються у 29%. Тому темпи зростання домінування переробки над складуванням повинні бути інтенсифіковані. Для реалізації інтенсифікації необхідне введення загальнодержавної системи сортування сміття для всіх домоволодінь. Сортування сміття планується здійснювати за загальноприйнятими методами.

Очевидно, що більшість європейських країн мають певні успіхи у раціоналізації поводження з відходами, а деякі країни поки перебувають на шляху до цього. Однак, усі сходяться у думці, що сортування та подальша переробка відходів це єдине вірне вирішення проблеми збереження чистоти природи та оберігання природних ресурсів.

**2.5. Європейські практики спалювання відходів**

Основними забруднюючими речовинами, що виділяються при спалюванні відходів є важкі метали, діоксини та фурани [61]. Для контролю концентрацій небезпечних компонентів, що потрапляють у атмосферу з викидами, слід детально досліджувати вміст відходів, що підлягають спалюванню, на наявність небезпечних домішок та сполук. Небезпечні реагенти, що викидаються у процесі спалювання відходів, викликають захворювання дихальних шляхів, є канцерогенами, руйнують імунну систему, викликають проблеми зі статевою системою та процесом онтогенезу людини та інших біологічних видів. Діоксини є вкрай шкідливими і стійкими забруднювачами, які є причиною репродуктивних розладів та проблем у розвитку організму, викликають порушення у імунітеті, та втручаються в гормональний фон, а також викликають рак.

Річна кількість відходів, що підлягають спалюванню у Європі становить 80 млн. тон. За думкою експертів спалювання не є панацеєю при переході до «кругової економіки» — де на перший план поставлене попередження утворення відходів, а також їх вторинне використання та утилізація. Метою кругової економіки є «скоротити утворення відходів шляхом продовження життєвого циклу продукції, шляхом повторного використання та введення вторинної сировини матеріали в економіку».

Експерти наголошують, що спалювання відходів не є кінцевим вирішенням та апогеєм проблеми поводження з відходами. У наукових працях часто обговорюється структура спалювальних установок, зокрема у Відні та Копенгагені, але відсутня інформація щодо політики ЄС у відношенні до відходів в цілому, а також приховуються наслідки їх спалювання.

Інформація, надана європейськими громадськими організаціями вказує, що заводи, які спалюють сміття в Європі викидають діоксини, які являють собою вкрай токсичні хімікати. Діоксини, що не виділились у повітря, залишаються в утвореній від спалювання золі. Наприклад, Швеція останнім часом скидала золу від спалювання токсичних відходів на острові поблизу узбережжя Норвегії. Шведські сміттєспалювальні заводи позиціонуються, як «вільні від забруднення». Проте токсична зола, що утворюється у процесі переробки становить потужну загрозу здоров’ю населення та біоценозам морських екосистем.

Періодично з’являється інформація про перевищення норм шкідливих сполук у викидах тих чи інших сміттєперероблюючих підприємств по усій Європі. На інсинераційній установці Scilly Isles в Британії дослідниками виявлено перевищення кількості діоксинів у 65 разів вище допустимої концентрації. Перевищення кількості діоксинів та інших екологічно небезпечних агентів були зафіксовані у працях вчених з 2010 по 2012 рік. За міжнародною класифікацією діоксини визначені як одні з найбільш небезпечних та токсичних хімікатів на планеті, а їх викиди у повітря та утворення золи є серйозним порушенням вимог до всіх сміттєспалювальних установок, включаючи і заводи у Європі.

Спалювання в Європі найчастіше позиціонується як власне переробка відходів. Але це твердження не зовсім відповідає істині. Велика кількість сміттєспалювальних установок ЄС стимулює до вироблення більшої кількості відходів та ігнорування перероблення, компостування або скорочення кількості їх утворення. У Швеції, наприклад, часто відмічається високий показник переробки відходів, але фактично це є спалювання сміття, а не його утилізація. Навіть зола, що утворюється від спалювання ТПВ віднесена у Швеції до промислових, а не побутових відходів. Цей нюанс означає, що зола від спалювання муніципальних відходів не враховується в статистиці даних відходів, а отже їх обсяги переробки виявляються набагато більшими, ніж вони представлені офіційно. Швеція також входить до числа держав, разом з Австрією, Бельгією, Данією, Фінляндією, Францією, Німеччиною та Нідерландами, які повинні зменшити рівень спалених відходів до показника менше ніж 35%, щоб досягти поставлених цілей з перероблення.

Тенденція до переробки відходів шляхом їх спалювання призвела до виникнення ситуацій у деяких країнах, коли потужність сміттєспалювальних заводів перевищує кількість утворених відходів. Наслідком транспортування відходів на великі дистанції до місць їх спалювання, також є додаткове забруднення від транспорту. У матеріалах журналу Guardian розказано про країни, які реалізували стратегію із впровадження мінімалізації відходів у Європі та наголошує на суттєві протиріччя між спалюванням і «Нульовими відходами».

Багатоступеневе спалювання, яке полягає у газифікації відходів, зіткнулось із проблемою економічної ефективності у ЄС, а також не забезпечує належних екологічних чи експлуатаційних результатів. Спалювання з використанням газифікації на заводі у Англії призвело до перевищення допустимих концентрацій діоксинів у атмосфері. Результатом стала зміна напряму та орієнтування у поводженні з відходами у бік впровадження надійніших та більш доступних механізмів та варіантів переробки.

Компанія Fortune 500 Air Products заключила контракт з владою Англії щодо впровадження системи переробки відходів шляхом інсинерації і створення відповідного заводу в TeesValley. За два роки фірма відмовилася від впровадження технології не впоравшись з відповідністю усім виставленим вимогам до якості продукції та відходів.

Багато невдалих прикладів проектів підприємств для газифікації відходів можна знайти в доповіді «Проведення досліджень з питань газифікації, піролізу та плазми в Європі, Азії та Сполучених Штатах». Зокрема, наведено приклад вивчення спалювальної установки в Карлсруе (Німеччина), що припинила свою діяльність у 2004 році, а також інших компаній.

У роботі «Газифікація відходів та піроліз: високий ризик, низький рівень доходів від поводження з відходами» наведені численні приклади технологічних об’єктів з переробки сміття, які були змушені завершити діяльність в результаті технічних та фінансових проблем. Багато аналогічних підприємств були закриті в результаті проведення еколого-економічних експертиз.

Населення Європи все частіше закликає до переходу від спалювання до зменшення кількості утворення відходів з застосуванням стратегії «нульових відходів». В Італії та Іспанії народні громади провели потужну кампанію з метою реалізації переходу від спалювання відходів до зменшення їх утворення, отримавши міжнародні гранди та премії.

У Франції створена за власною ініціативою громад організація 3Rs та Zero Waste France пропагує долучення громадян до проблеми переробки відходів, як альтернативи їх спалюванню. Програма включає заходи з роздільного сортування, біосинтетичного розкладу тощо, що скорочує кількість вироблених відходів у декілька разів.

Офіційна підтримка підприємств, що займаються спалюванням відходів також суттєво зменшується у останні роки. У липні 2017 року Європарламент опублікував документ, який закликає припинити виділення субсидій для заводів зі спалювання відходів. Стратегія ефективності ресурсозбереження 2012 року також пропонує обмежити спалювання та і спонукати збільшення відсотку перероблення відходів. Аналогічні заклики до переходу від спалювання до переробки відбулись і в Данії.

**2.6. Альтернативні методи поводження з відходами.**

**Гідросепарація відходів.** Особливістю зазначеного способу є використання для сортування і переробки ТПВ обладнання, що випускається для паперової промисловості. Система гідросепарації ТПВ була розроблена фірмою «Блек Клаусон» (США). Пластинчастим живильником відходи подавали з приймального бункера в заповнений водою резервуар-змішувач «гідропульпатор», де вони інтенсивно перемішувалися мішалками і частково подрібнювалися.

Пульпа (шлам) йшла в сепаратор, де від неї відокремлювалися великий металобрухт і баласт, а далі – в циклон, в якому відділялися скло, пісок і дрібні фракції металу. У наступному циклоні відділялися текстиль, папір і інші волокнисті фракції. Потім їх збезводнювали і укладали в стоси. Після цих операцій з пульпи відокремлювався осад, придатний для компостування. Очищену воду повертали в гідропульпатор. Повний цикл переробки тривав 90 хв.

При такій технології не було необхідності в подальшому очищенні компосту від баластних фракцій. На дослідному заводі фірми з ТПВ виймалися 13% паперової маси, 4% скла, 9% чорних і 0,3% кольорових металів.

З огляду на труднощі збуту паперової маси, фірма згодом віддала перевагу використовувати волокнисті фракції після зневоднення для виробництва гранульованого палива.

**Виготовлення гранульованого палива.** Теплота згоряння спеціально відібраних і висушених легкозаймистих компонентів побутових відходів в 2 рази вище теплоти згорання вихідних ТПВ. Отримане зі сміття паливо на відміну від вихідних ТПВ може тривалий час зберігатися і транспортуватися, має більш однорідний фракційний склад, меншу вологість і зольність, містить менше металевих включень, має високу теплотворну здатність, так як в його склад входять такі фракції, як папір і картон. У зв'язку з цим ряд зарубіжних фірм веде широкомасштабні експерименти по механічному вилучення з ТПВ легкозаймистих компонентів для використання після відповідної підготовки в якості енергетичного палива.

Як правило, при виготовленні палива не обмежуються подрібненням ТПВ і магнітною сепарацією, а застосовують пневматичні сепаратори, грохоти та інше обладнання, причому отримання палива поєднується з витяганням утильних компонентів або органічних речовин для компостування.

В Англії на трьох сортувальних заводах використовується технологія, розроблена дослідною лабораторією «Уоррен Спрінг», відповідно до якої побутові відходи піддають грубому подрібненню (розмір I частинок – до 200 мм), а потім направляють в млин для поділу на дві фракції. Велику фракцію використовують для отримання паперової маси і палива, з дрібної виділяють чорний метал і скло. Схема заводу включає барабанний пневматичний сепаратор, що відокремлює папір від більш важких фракцій.

В м. Сорія (Іспанія) побудована експериментальна установка, що працює за методом «Фероспак» для виготовлення паливних брикетів з суміші ТПВ з промисловими відходами рослинного походження. Попередньо прокомпостовані відходи змішують у співвідношенні 1:5 з «свіжими» ТПВ і завантажують на добу в біотермічну камеру. Потім матеріал надходить на млин, магнітну сепарацію і дробарку для грубого (попереднього) подрібнення, після чого направляється в біотермічну вежу, дробарку для тонкого дроблення (до фракції 1-5 мм) і в другу біотермічну вежу. За рахунок часткової ферментації механічна міцність компосту знижується, що сприяє меншому зносу молотків дробарок і меншій витраті енергії на дроблення.

З біотермічних веж матеріал направляється в сушарку, куди подаються гази з первинної температурою 300-350°С (температура матеріалу піднімається до 120-150°С). Підсушений до вологості 3-8% компост подається в брикетувальний прес, що випускає брикети діаметром 80 мм. Щільність брикетів – 1,2 т/м3. Теплота згоряння брикетів (не менше 4 000 Ккал/кг) забезпечується додаванням до ТПВ значної кількості деревної тирси та інших подібних матеріалів.

**Переробка відходів в анаеробних умовах.** В останні роки активізувалися роботи по метановому бродінню ТПВ. Фірми «Валорга» і «Софрегас» (Франція) апробували в виробничих умовах технологію переробки відходів в анаеробних умовах з отриманням горючого газу і органічного добрива. Перший дослідний завод, що працює за цією технологією, побудований і експлуатується під м. Гренобль.

Специфіка даної технології така: ТПВ поступають у бункер-приймач, з бункеру за допомогою підйомника їх перекладають на транспортер, що переміщує їх безпосередньо до подрібнювача. Перемелені таким чином відходи з дробарки потрапляють на конвеєр, що проходить під магнітним сепаратором що здійснює вилучення з загальної маси відходів чорних металів. Очищений від заліза матеріал направляється в метантенк, де знаходиться протягом 10-16 днів за температури середовища, максимально наближеної до 25°С. При цьому відбувається зброджування органічної маси. З кожної тони ТПВ отримують 120-140 м3 газу, який надходить в газгольдер.

Частина отриманого газу відкачують компресором і через вирівнювальну камеру направляють під тиском під шар матеріалу, що переробляється, що необхідно для перемішування маси. Тверда фракція з метан-відтінку направляється на пресування для видалення зайвої вологи і далі в розпушувач. Потім матеріал потрапляє в циліндричний млин, де розділяється на масу, яка використовується як органічне добриво.

З однієї тони ТПВ утворюється майже 150 м3 біогазу, 65% з якого припадає на метан, тобто біогаз є близьким аналогом викопного природного газу, понад 400 кг органічного добрива, пів-центнеру металобрухту, 250 кг крупних залишків, непридатних для переробки. 120 кг втрачається через викид газів та у процесі фільтрування і сепарації відходів. Для власних потреб заводу витрачається 5% одержуваного біогазу. Біогаз можна використовувати в початковому стані з отриманням 23 400 кДж/м3 енергії для опалення, а за умови видалення СО2 і Н2S цей показник може бути покращений до 35 600 кДж/м3 тепла.

**Виготовлення великогабаритних блоків.** Пресування ТПВ при високому тиску – один із способів поліпшення умов експлуатації полігонів. Ущільнені ТПВ виділяють менше фільтрату і газових викидів, при цьому знижується ймовірність пожеж, ефективніше використовується площа полігонів.

Ущільнювачі для пресування ТПВ на полігонах випускає фірма «Американ Хойстед Деррік». Продуктивність ущільнювача становить 450 т за зміну, маса брикетів – 1,2-1,4 т, розмір – 1 м3. Брикет пресується за 90 секунд з максимальним тиском 19 МПа.

Японська фірма «Тезука-коса» розробила і впроваджує на базі власного обладнання виготовлення будівельних блоків для затоплення відходів в море. ТПВ пресують декількома плунжерами різного перетину, по черзі впроваджуються в матеріал.

Тиск в зоні контакту з малими плунжерами досягає 36 МПа при загальному тиску 5-6 МПа. Ступінь стиснення при цьому методі досягає 1:10 незважаючи на високу вологість надходять ТПВ (до 56-65%). Розмір одержуваного блоку становить 1 м3, щільність – 1,2-1,7 т / м3. Продуктивність даного комплексу становить близько ста тон у зміну. У процесі пресування видавлюється фільтрат, що становить 2-5% маси пресованих матеріалів. Готові блоки укладають в дротяну сітку або листовий метал і застосовують в якості великих будівельних елементів. Якщо планується використання блоків для будівництва дамб в море, то блоки покривають гарячим асфальтом або пластмасовою плівкою.

Проведені фірмою випробування показали за два роки лише невелику поверхневу корозію блоків, покритих листовим металом. Аеробного або анаеробного процесів, що супроводжуються підвищенням температури або виділенням неприємних запахів, не виявлено.

**Гідроліз і зброджування відходів.** Основні фракції ТПВ – папір і харчові відходи, що містять значну кількість целюлози. Експерименти по отриманню промислового етилового спирту (етанолу) з целюлози, що міститься в ТПВ, проводилися в США і Великобританії. Етанол одержують у такий спосіб: спочатку целюлоза підлягає гідролізу, в процесі якого вона реагує з водою в присутності соляної кислоти в якості каталізатора.

Для прискорення процесу і збільшення виходу етанолу реакція проводиться при високій температурі. В результаті отримують цукру. Розчин цукрів зброджується з отриманням розчину етилового спирту.

Далі слід швидке охолодження водою, нейтралізація за допомогою карбонату кальцію і фільтрація. Після цього проводиться зброджування приблизно протягом 20 год при температурі 30-38°С. Отриманий водний розчин етилового спирту очищається і переганяється з отриманням 95% спирту.

При гідролізі відбуваються дві реакції: целюлоза відновлюється в цукор, який під дією гарячої розведеної кислоти розпадається, причому швидкість відновлення і розпаду залежить від концентрації кислоти, температури і часу. Енергія реакції не залежить від концентрації кислоти і становить 42 900 кал/моль при відновленні целюлози в цукор і 32 800 кал/моль при розпаді цукру.

Збільшення концентрації кислоти або температури (або обох факторів одночасно) веде до підвищення ефективності відновлення цукру, причому в діапазоні 170-190°С підвищення температури на 10°С призводить до збільшення швидкості реакції відновлення цукру на 186% і швидкості розпаду цукру на 125%. розрахунки дозволяють вибрати концентрацію кислоти і температуру, відповідні оптимальному виходу цукру.

Нижче наведені результати розрахунку виходу 95% етанолу при надходженні 250 т ТПВ на добу.

<http://www.solidwaste.ru/publ/view/380.html> "Анализ альтернативных методов обезвреживания мусора." В.Г. Систер, А.Н. Мирный.

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ВІДХОДІВ

**3.1. Методика виконання LCA аналізу.**

Основними Європейськими стандартами, що регламентують використання Аналізу життєвого циклу є ISO 14040-14043. Зазначеними стандартами регламентовано розділення оцінки життєвого циклу на чотири стадії.

***Перша стадія: Постановка мети та області використання.***

Для реалізації першої стадії необхідне означення чітких рамок для досліджуваного об'єкту у просторово-часовому континуумі, відзначити шляхи отримання інформації стосовно обраного об'єкту, визначити основну методологію виконання досліджень, та пояснити їх доцільність. За необхідності можливо вносити корективи у обрані параметри, якщо цього потребують умови виконання, наприклад зменшити об'єм оброблюваних даних за умови дефіциту ресурсів тощо.

***Друга стадія: Інвентаризація ресурсів, що задіяні при реалізації життєвого циклу (ISO 14041).***

Інвентаризація ресурсів, задіяних у життєвому циклі (life cycle inventory analysis), являє собою особливо важкий з точки зору фінансування та часу, процес оцінювання матеріальних потоків, що поступають до підприємства та вилучаються після переробки. Для зручності обробки даних увесь промисловий цикл розбивається на підпроцеси, відповідно до етапів переробки матеріалів. Для зручності виконання аналізу можливе застосування подальшої диференціації окремих виробничих процесів та етапів. Прикладом розмежування підпроцесів у циклі виробництва може слугувати вироблення пакувальної плівки з використанням вторинної сировини, тобто пресованих полімерних гранул, який можна умовно поділити на такі окремі частини: розплавлення полімерів, розтягування плівки під дією високої температури, застигання, підготовка до реалізації. Особливої уваги при виконанні інвентаризації ресурсів потребують дії з транспортування на усіх стадіях діяльності досліджуваного об'єкту, включаючи доставку вихідної сировини та розвезення кінцевих продуктів до пунктів реалізації, або безпосередньо до користувача.

***в. Аналіз зовнішніх впливів від процесів виробництва та продукції (ISO 14042).***

Такий аналіз (life cycle impact assessment) передбачає дослідження перспективних та поточних шкідливих наслідків від виробничого циклу та силу їх впливу. Основою для даного аналізу є попередні інвентаризаційні дослідження, при цьому застосовуються дуже складні методи, що викликає труднощі при реалізації. Дана фаза проведення аналізу життєвого циклу передбачає розподілення впливів у відповідності з диференціацією процесів за інвентаризаційним аналізом. Наступним кроком є ранжування отриманих у результаті диференціації впливів за ступенем та типом негативного навантаження від них, з метою визначення того процесу або явища виробництва, який завдає найбільшої шкоди НПС. Розроблені для виконання даних досліджень інструменти, в тому числі комп'ютерні програми, не завжди у повній мірі здатні реалізувати поставлену перед ними мету.

***г. Інтерпретація результатів оцінки (ISO 14043).***

На останній стадії виконання оцінки життєвого циклу (interpretation) проволдиться підготовка документації з проведених випробувань, створення рекомендацій, покликаних якомога зменшити негативний вплив від означеного індустріального циклу. Також одним із завдань є екологізація виробничого процесу та всього, що пов'язано з виробництвом продукції (пакування, відходи тощо). Результатом процесу екологізації продукції є трансформація екологічного ефекту у економічний, шляхом зменшення кількості сировини, відходів пакування та ін.

Незважаючи на те, що ОЖЦ є комплексним поєднанням усіх наведених стадій, вона може виконуватись повторно, причому дані, що були отримані на заключних стадіях, є підставою до корегування процесів попередніх оцінок в майбутньому.

**3.2. Проектні дані щодо будівництва сміттєпереробного заводу у   
м. Кривий Ріг.**

На сьогодні для нашого міста створено проект будівництва потужного комплексу із сортування та переробки сміття. Реалізація даного проекту покликана зменшити до мінімуму обсяг відходів, які потрапляють у звалища. Більше того, планується застосування комплексу для переробки того сміття, яке вже заскладоване у полігони.

Продукування відходів у м. Кривий Ріг сягає кількості трьохсот тисяч тон кожного року. Більшість утворених відходів є придатною для переробки на означеному комплексі, що відкриває перспективи його вторинного використання та, таким чином, скорочення інтенсивності зростання площ та масштабів полігонів.

Потужність проектованого об'єкту планується на рівні 150 тисяч тон несортованих відходів на рік. Такий показник забезпечить відповідність нормативам, які пред'являються до подібних об'єктів у Європейській співдружності. Завод забезпечить сортування та комплексну переробку сміття. Відходи паперу та картону планується використовувати як сировину для виробництва брикетів та гранул RDF. Органічні залишки планується переробляти за допомогою компостування та отриманий продукт використовувати у якості ґрунтопокращуючого компонента для оптимізації субстратів техногенних ландшафтів.

Для реалізації проекту необхідно вирішити завдання зробити цю роботу рентабельною. Для цього необхідно знайти ринок збуту для продукції, яку буде виробляти завод. Найбільш перспективним є використання РДФ палива на підприємствах Кривого Рогу, зокрема на металургійних та гірничодобувних заводах. На сьогодні, підприємство «Кривий Ріг Цемент» вже повідомило про готовність купувати РДФ паливо для використання його в своєму виробництві. Також розглядається можливість та раціональність використання технічного компосту у якості ґрунтопокращуючого компоненту для нанесення на поверхню техногенно порушених об’єктів при виконанні рекультиваційних заходів, що також буде сприяти покращенню екологічної ситуації у місті.

Кінцевим результатом введення в дію запланованого переробного комплексу стане оптимізація стану навколишнього середовища та умов проживання громадян. Крім екологічних перспектив відкриються також нові економічні можливості, пов'язані зі збільшенням інвестування.

Реалізація первинного етапу – завершення процесу будівництва та запуск сміттєперероблюючого підприємства зробить можливим перероблення 50% новоутворених відходів. Подальша розбудова заводу забезпечить майже стовідсоткову утилізацію всього сміття міста.

Загальна схема циклу переробки сміття на заводі наведена на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1. Технологічна схема сміттєпереробного заводу

**3.3. Побудова схеми життєвого циклу продукції**

Загалом схема аналізу життєвого циклу будь-якого продукту складається з наступних основних етапів:

1. Видобуток сировини;
2. Первинна обробка сировини;
3. Отримання корисних компонентів з сировини;
4. Отримання елементів кінцевого продукту (деталей, з’єднань тощо);
5. Збирання продукту;
6. Експлуатація продукту;
7. Утилізація або поховання.

У разі необхідності деталізації процесу до схеми можуть бути включені проміжні етапи, зокрема:

1. Транспортування;
2. Утворення відходів обробки сировини;
3. Ремонт та заміна компонентів продукту;
4. Інше.

Нами було вирішено розглянути у якості прикладу схему аналізу життєвого циклу стільникового телефону, як одного із найбільш вживаних у побуті предметів сьогодення (Рис. 3.2).

Таким чином схема життєвого циклу телефону складається з 53 блоків,:

* 11 видобуток сировини;
* 12 первинна обробка сировини;
* 9 отримання корисних компонентів;
* 9 отримання елементів кінцевого продукту;
* 3 збирання елементів;
* 3 експлуатація продукту;
* 6 утилізація відходів.



Рисунок 3.2. Схема життєвого циклу стільникового телефону

**3.3. Розробка оптимальної системи управління відходами у місті Кривий Ріг на основі аналізу життєвого циклу.**

На основі проведених досліджень нами розроблено схеми життєвого циклу твердих побутових відходів міста Кривий Ріг за умови будівництва сміттєперероблюючого заводу та застосування різних підходів до їх збирання, сортування та утилізації (Рис. 3.3-3.4).



Рисунок 3.3. Схема життєвого циклу відходів без застосування попереднього сортування



Рисунок 3.4. Схема життєвого циклу відходів з застосуванням попереднього сортування

Аналізуючи отримані схеми життєвих циклів відходів можна стверджувати, що більш ефективним є застосування попереднього сортування сміття безпосередньо на місці його утворення. Такий підхід дозволяє суттєво скоротити витрати на повторне відбирання відходів з полігонів та сортування на заводі.

Вивчення схеми життєвого циклу сміттєперероблюючого заводу дозволило увесь життєвий цикл розділити на декілька етапів та виділити основні проблеми та негативні впливи від кожного з них.

**Етап 1. Збирання.** Сутність даного етапу буде залежати від того, яким чином збирається сміття. Тобто, можливі два варіанти виконання першого етапу – роздільне збирання сміття за типами або збирання невідсортованого сміття зі звалищ та сміттєвих контейнерів. Перший варіант виключає процедуру сортування сміття безпосередньо у сортувальному цеху заводу, скорочуючи таким чином час на обробку матеріалу, витрати людської праці та енергії на сортування. При цьому, найважливішим негативним явищем процесу збирання сміття з полігонів та несортованого сміття з контейнерів є наявність серед простих, нешкідливих побутових відходів, небезпечних відходів, які змішані з загальною масою сміття. До таких відносять хімічні продукти, мастила, батарейки та акумулятори, ртутні лампи тощо. Потрапляння цих відходів до загальної маси несе потенційну небезпеку не тільки щодо забруднення навколишнього середовища, але і щодо безпосереднього впливу на персонал, який здійснює збирання та сортування відходів. При первинному сортуванні відходів з застосуванням окремого збирання різних видів можливо попередити проблему потрапляння небезпечних відходів до оточуючого середовища, тому що для відходів даного типу виділяються окремі спеціалізовані контейнери, відповідно, їх захоронення проводиться з урахуванням усіх норм безпеки, передбачених при поводженні з такими відходами.

**Етап 2. Транспортування.** Перевезення відходів від місць збирання до сміттєперероблюючого заводу переважно здійснюється автотранспортом незалежно від наявності або відсутності попереднього сортування. Екологічна небезпека при цьому проявляється у вигляді викидів автотранспорту, задіяного для перевезення відходів, а також у вигляді розсіювання дрібнодисперсних відходів на прилеглі території та протікання рідких відходів при відсутності герметизації контейнерів транспортного засобу.

**Етап 3. Сортування та переробка.** Етап сортування є необхідним лише у випадку відсутності попереднього сортування сміття безпосередньо у місці утворення. Етап включає подачу несортованого сміття з бункеру до сортувальної кабіни. На початковій стадії можливе відокремлення деяких компонентів сміття з застосуванням механічних, фізичних та хімічних автоматизованих процесів, але на кінцевій стадії для здійснення якісної сепарації складових потрібно проводити ручну сепарацію. У результаті механічного відокремлення збираються грубі відходи, відходи будівництва тощо, які підлягають подальшому захороненню. Переробка частково сортованого сміття на RDF-паливо дозволяє уникнути ручного сортування, натомість застосовуючи шредер-подрібнювач. Таким чином зменшується кількість необхідної людської фізичної праці, але збільшуються енерговитрати на подрібнення відходів та гранулювання RDF-палива. Відсортовані за типами відходи пакуються та відправляються у вторинне використання, або перероблюються. Отримане RDF-паливо можна використовувати у якості основного або додаткового палива в печах цементних заводів, ТЕЦ, металургійних печах тощо. Органічна речовина, відібрана на етапі сортування відходів підлягає подрібненню та компостуванню у резервуарах з запровадженням аеробного та анаеробного процесів розкладу. Після проходження процесу бродіння отриманий компост планується використовувати для рекультивації техногенних ландшафтів, зокрема, кар’єрно-відвальних ландшафтних комплексів, у якості ґрунтопокращуючого компоненту, або поверхневого рекультиваційного шару, що наноситься безпосередньо на субстрати відсипаних відвалів та відпрацьованих кар'єрів. Негативні ефекти від даного етапу наступні: виділення площ під захоронення відходів, що не підлягають утилізації; транспортування відсортованої вторинної сировини до місць утилізації; транспортування RDF-палива до місць використання; перевезення компосту на місця його складування; розсіювання компосту у процесі перевезення та відсипки на техногенних ділянках, яке призводить до засмічення прилеглих територій; викиди від спалення RDF-палива, що спалюється у печах підприємств гірничо-металургійної, будівельної, енергетичної промисловості тощо.

Для зменшення кількості утворення сміття необхідним є державне регулювання та стимулювання програм щодо утилізації та зменшення продукування відходів, заохочення громадськості до екологічних ініціатив у сфері поводження з відходами, домашнього сортування сміття, розроблення програм для малого, середнього та крупного бізнесу щодо зменшення кількості відходів (пакування, рекламні проспекти тощо). Реалізація таких заходів на державному рівні дозволить суттєво скоротити кількість утвореного сміття та, відповідно, зменшить потребу у його вторинній переробці та подальшій утилізації з кінцевим похованням у полігони.

ВИСНОВКИ

1. В Україні на даному етапі є істотне перевищення утворення відходів над їх утилізацією та вторинною переробкою. З усіх відходів, що утворюються, 96% складаються на полігони, лише 3% перероблюється та 1% спалюється.
2. Нормативи Європейського Союзу, які регламентують поводження з відходами передбачають надання переваги таким видам: запобігання утворенню; вторинне використання; переробка; інша утилізація; поховання.
3. Реформа щодо збирання та переробки сміття, що впроваджується в Україні до 2030 року передбачає зростання частки населення, яке збирає побутові відходи окремо, щонайменше до 23%. До 2030 року ці показники мають зрости до 50%.
4. Серед найбільш перспективних та дієвих методів переробки та сортування відходів виділено гідросепарацію, тобто сортування відходів при їх змочуванні, виготовлення гранульованого палива при пресуванні дрібнодисперсної фракції з домінуванням пластику та паперу, переробка органічних відходів в анаеробних умовах з утворенням метану, виготовлення великогабаритних блоків з застосуванням пресування ТПВ, а також гідроліз і зброджування відходів з метою отримання етилового спирту.
5. Потужності підприємства, що планується до будівництва у м. Кривий Ріг запланована на рівні 150 тисяч тон відходів (у перерахунку на невідсортоване сміття) на рік. Цей показник є цілком задовільним та відповідає стандартам і вимогам, що пред'являються аналогічним підприємствам у Євросоюзі.
6. При виконанні технологічного циклу підприємства з переробки невідсортованого сміття, а також транспортуванні його від місць збирання до сміттєперероблюючого заводу, найбільший екологічний ризик пов'язаний з небезпечними відходами, що містяться у загальній масі сміття та можуть спричинити негативний вплив як на оточуюче середовище, так і на обслуговуючий персонал заводу, що контактує з відходами під час переробки.
7. Аналіз життєвого циклу відходів показує, шо негативний вплив від їх переробки можна суттєво скоротити застосовуючи попереднє сортування відходів та домашнє компостування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ