

**ПЕРСПЕКТИВА ВИКОРИСТАННЯ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В БІОГАЗ З МЕТОЮ  
ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ**

**ЗМІСТ**

	стор.
ВСТУП .....	3
<b>РОЗДІЛ 1. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНИХ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В СВІТІ ТА В УКРАЇНІ.....</b>	4
<b>РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЗБОРУ БІОГАЗУ В ПРОЦЕСАХ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ .....</b>	11
<b>РОЗДІЛ 3 ТЕХНОГЕННА ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ В КОНТЕКСТІ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПОВОДЖЕННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ.....</b>	15
ВИСНОВКИ.....	23
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	24

## ВСТУП

Прогресивні трансформації у суспільстві і природі неможливі без постійних енергетичних витрат. Жоден вид людської діяльності не може здійснюватись без використання різних форм енергії. Найменша загроза в забезпеченні енергією приводить до зростання цін та песимістичних прогнозів щодо дефіциту енергосировини в майбутньому. Торгівля енергоносіями за обсягом перевищує всі інші статті, адже енергія у вигляді палива служить для підтримки упорядкованості світу: транспорту, будівництва, сільського господарства, промисловості [4].

Виникає своєрідний парадокс: чим швидше вичерпуються запаси газу, нафти, вугілля, тим більше людство їх споживає. Для України найактуальнішою проблемою є необхідність зменшити енергетичні витрати, зокрема вживання природного газу, що, в свою чергу, ставить на межі виживання ряд галузей народного господарства. Саме тому біомаса – четверте за значенням паливо у світі, виходить на перший план, хоча поки що забезпечує лише 14% загальносвітового вживання первинних енергоносіїв. Біомаса, на відміну від газу, нафти і вугілля, які швидко вичерпуються, є джерелом енергії, що постійно поповнюється [4].

За останні десятиріччя на Землі стрімко зростає кількість ТПБВ ТП<sub>6</sub>В. На одного мешканця міста припадає 250-700 кг відходів на рік. Прихильники біологічного напрямку отримання енергії прогнозують початок ери достатку дешевої енергії, що видобувається без шкоди для навколишнього середовища. Цей вид палива не забруднює повітря і водний басейн, ґрунт і посіви внаслідок утилізації і дезодорації домашніх відходів, відходів легкої і харчової промисловості [4]. Саме тому, вивчення можливостей отримання енергоносіїв, зокрема біогазу на основі переробки ТП<sub>6</sub>В є важливим та актуальним.

## **РОЗДІЛ 1. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНИХ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В СВІТІ ТА В УКРАЇНІ**

Після того, як в країнах Європи, США, Японії, Австралії та ін. накопичення відходів стало очевидною і серйозною проблемою, величезні суми виділяються на відновлення порушеного балансу навколишнього середовища. Світовий досвід показує, що з загостренням екологічних проблем і погіршенням зовнішнього середовища, в усіх країнах з розвинутою ринковою економікою стали створюватися і посилюватися централізовані адміністративні системи управління охороною довкілля. Спочатку ці системи базувалися на законодавчому рівні обмеження шкідливих впливів на природу, посиленні жорсткості, державному нормуванні, контролі, і використанні різного роду санкцій до порушників природоохоронного законодавства [14].

Зараз в країнах ЄС йде боротьба зі сміттєспалювальними заводами, які мають застарілі технології, забруднюють довкілля та мають токсичні залишки. Натомість вчені пропонують вводити новації, основою яких є рециклінг [14].

Наприклад, в Японії приділяється особлива увага питанням використання вторинної сировини. Держава використовує адміністративні, фінансові та законодавчі заходи для стимулювання виробників до використання вторинної сировини. Встановлено певні стандарти переробки промислових відходів. Основними напрямками рециклінгу в Японії є: утилізація відходів в якості сировини для виготовлення вихідного продукту, використання відходів для отримання будь-якої товарної продукції, застосування відходів для будівництва дамб, доріг і насипних територій, отримання добрив та біогазу. Активне впровадження в Японії системи рециклінгу дозволило створити нові робочі місця, що з'явилися в результаті розширення виробництва, знизити собівартість виробленої продукції, зменшити витрату первинних матеріальних і енергетичних ресурсів. Досвід Німеччини щодо утилізації відходів теж може служити прикладом. Жителі всіх міст перед тим, як викинути сміття, сортують його за різними контейнерами, розташованими поруч з будинком.

Система збору сміття в Швеції та Швейцарії схожа на німецьку. Шведи також сортують все сміття в залежності від матеріалу по різних контейнерах, які спустошуються двічі на тиждень. Роздільний збір сміття існує і в США. Крім того, наприклад, в штаті Міссурі була організована рада з управління відходами, у фонд якої за рахунок оподаткування щорічно надходить близько 7 млн. доларів. Ці кошти витрачаються на проведення компаній з утилізації, на просування товарів вторинної переробки та на фінансування сміттепереробних компаній. В основі системи комплексного управління відходами лежить наступний принцип: продукт стає сміттям лише тоді, коли він змішується з іншими продуктами в сміттевому кошику. Тому сортування побутових відходів на окремі фракції - основний етап в комплексі заходів, спрямованих на мінімізацію утворення відходів. На підставі зібраних даних побудуємо таблицю, в якій розглянемо структуру переробки сміття у різних країнах світу (табл. 1.1.)[23]. Економічна сторона даного питання пов'язана з тим, що за переробку відходів населення має платити. У країнах Північної Америки і Європи це обходиться близько 50 доларів за тону на рік з однієї людини. Якщо припустити, що кожного дня людина виробляє по 4 кг сміття, то в рік ця величина буде близько 1,5 т. [23].

Утилізація такої кількості сміття складе 75 доларів на рік. Висока ціна за обробку відходів створює можливість ефективного управління цим процесом. Так, в багатьох розвинутих країнах розмір виплат напряму залежить від кількості утвореного сміття [23].

Таким чином, щоб платити менше, компанії починають скорочувати кількість відходів, організують збір та переробку вторресурсів. Разом з тим, у країнах, що розвиваються (до яких належить і Україна), занадто висока плата за утилізацію сміття призводить до появи незаконних звалищ. Тому вкрай важливим є баланс між ціною утилізації та спроможністю громадян сплатити її [12].

## Переробка відходів у різних країнах (за даними 2015р.) [23]

Країни	Загальна кількість сміття, млн т	Компостування		Спалювання,%	Поховання,%
		%	млн т		
Данія	15,54	69	10,725	23	7
Бельгія	5,56	67	3,726	30	2
Німеччина	48,85	63	30,774	33	1
Ірландія	2,58	42	1,084	43	57
Італія	32,89	39	12,826	15	46
Норвегія	9,36	33	3,09	30	16
Польща	4,78	18	0,860	1	73
Португалія	5,47	20	1,093	19	16
Іспанія	31,19	39	12,165	7	54
Швеція	4,33	48	2,08	51	1

Окрім плати за утилізацію сміття, у багатьох розвинутих країнах існує екологічне законодавство, де вказані суми штрафів за недотримання норм та правил при поводженні з відходами [23]. У Німеччині, наприклад, кожна упаковка обкладається спеціальним збором, гроші з якого йдуть у компанію DSD, що займається переробкою сміття. Тобто збір на утилізацію сміття вже закладений в ціні товару. Комунальний збір за утилізацію сміття з громадян відсутній, адже майже все сміття сортується та переробляється [23].

Це пояснюється досконалішим законодавством та сформованою системою установ та заводів, що перероблюють сміття. Тобто, існує два основних метода оплати за утилізацію – збір коштів з населення, що включений у користування за житло і комунальні послуги, та включення оплати в ціну товару. У другому випадку товаровиробник чи самостійно

переробляє вторинну сировину чи переводить кошти на рахунок компанії, що займається утилізацією. Однак, все одно плата за утилізацію стягується з покупця. В Європі існує ще один економічний інструмент управління відходами - встановлення заставної ціни, за якою можна здати ті чи інші використані предмети. Заставна ціна встановлюється, як правило, на ті види продукції, попадання яких в загальний потік відходів небажане (наприклад, автомобільні акумулятори). Цей підхід має і негативні сторони - наприклад, занадто висока заставна ціна може стимулювати крадіжки тих же акумуляторів і тому подібне [23].

У країнах Європи відбувається активний розвиток нових і вдосконалення існуючих способів та технологій переробки відходів. При цьому більш широкого впровадження набувають анаеробні технології з виробництва добрива і біометану. Стимулювання розвитку біотехнологій рециклінгу відходів відбуваються завдяки високим еколого-економічним показникам, які досягаються використанням нових типів біогазових установок [23].

У ряді розвинутих країн світу переробка органічних відходів набула широкого впровадження у промислових масштабах. Анаеробні установки створюються з механізованим обслуговуванням і автоматичним регулюванням процесів. В останнє десятиліття інтенсивно почали розвиватися проекти виробництва біометану з подальшим закачуванням у мережі природного газу. Виходячи з даних про кількість проектів виробництва біогазу та біометану в світі, була побудована діаграма відсоткового співвідношення вагомості внеску окремих країн в розвиток біоенергетики (рис.1.1.) [23] .

За даними діаграми видно, що найбільший розвиток виробництва біометану припадають на Німеччину (42%), а на другому місці Швеція (24%). В Україні виробництво енергії з біогазу знаходиться на початковому етапі становлення, єдиний механізм стимулювання є використання фіксованих «зелених» тарифів, який запрацював у квітні 2013 року [12].

Україна, в порівнянні, наприклад з світовим лідером в цій сфері – Німеччиною, має навіть кращі умови для розвитку біогазових технологій.

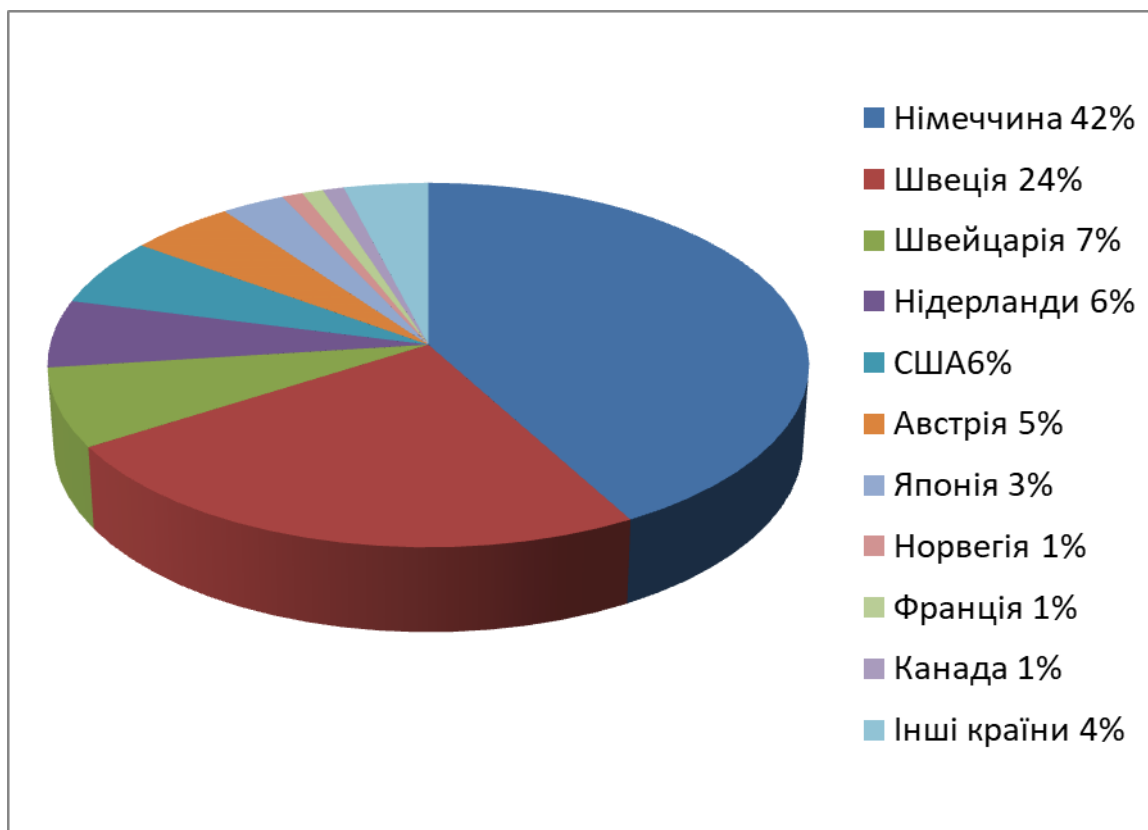


Рисунок 1.1. Розвиток біоенергетики у світі [23]

При майже вдвічі меншому населенні, територія України майже в два рази більше території Німеччини. При цьому Україна через меншу лісистість має майже в 3 рази більше орних земель, основний фонд яких формують чорноземи [23].

Таким чином, завдання розробки екологічно безпечної біотехнології утилізації органічних відходів з виробництвом біометану і утилізацією рідких стоків як низькотемпературних джерел тепла є актуальним завданням. При цьому залишаються важливим процес автоматизації роботи біотехнологічних систем та оптимізації їх робочих параметрів, для чого необхідно подальше вдосконалення технологічних рішень і раціоналізація підбору апаратного обладнання [14].

Метод утилізації краще пов'язувати з економічним розвитком країни, що впливає на стратегію поводження з відходами. Україні слід аналізувати досвід інших країн та створити своє екологічне законодавство, що не копіювало би іноземні, а було адаптоване до умов країни. Крім екологічних, сировинних та



інших проблем, в Україні є проблема нераціонального використання земельного фонду, тому що основний метод утилізації відходів – полігонне поховання, що виводить території під сміттєзвалищами та поблизу них з використання [12].

В ситуації, що склалась у сфері поводження з відходами в Україні найкращим буде застосування комплексного методу, який би включав адміністративні, соціальні заходи та утилізацію відходів шляхом сортування та переробку сміття за фракціями та фінансовий контроль для досягнення результату. Сутність фінансових інструментів полягає у створенні податкового механізму (введення акцизів, податків на підприємствах, що забруднюють середовище, пільгове податкування для підприємств, що займаються переробкою сміття та інше), цінового механізму (введення цін на екологічні послуги, повне відображення в цінах на продукцію чи послуги, вартість переробки, введення знижок та надбавок в ціні в залежності від дотримання екологічних стандартів), інформаційного механізму (сертифікація підприємств, екологічний контроль, аудит, інформатизація населення та заохочення до приєднання до програм комплексної переробки сміття та інші), політико-правового механізму (взаємодія з органами влади, приєднання до міжнародних стандартів, формування екологічного законодавства, методи економічного стимулювання) [12].

На наш погляд, раціональним є використання декількох методів утилізації, але основою буде сортування. Такі матеріали, як вироби зі скла, паперу, деревини, текстилю, металів, полімерів потрібно переробляти і повертати у стан товару, тобто використовувати вторинно. Харчові відходи теж сортуються: частину перероблюємо на компост (в якості добрив), частину використовуємо для отримання біогазу та енергії. небезпечні відходи знешкоджуються, а потім максимально їх перероблюємо чи захоронюємо. Тільки комплекс заходів зможе покращити ситуацію, що склалась. Збір, накопичення, зберігання та обробка відходів - складові частини технологічного процесу щодо боротьби з відходами. Але основою цього

повинно бути сформоване природоохоронне законодавство, інструменти оплати за утилізацію, ціноутворення та освіченість населення і його небайдуже ставлення до навколишнього середовища [12].

В країнах з економікою, що розвивається (до яких належить і Україна) такі проекти, як будівництво сміттепереробного комплексу можуть зіткнутися із зовнішніми ризиками, пов'язаними з законодавчими нормами та нормативами. Це ризик інфляції, валютні ризики, політичні ризики, а також ризики, пов'язані з процентними ставками. Вони можуть вплинути на проект, на будь-якій стадії його розвитку. Таким чином, ризики слід враховувати і розподіляти між інвесторами та урядом, що повинен підтримувати такі проекти та створювати умови для стабілізації економіки, надавати пільги та бути допоміжною ланкою по всіх питаннях, що можуть виникати. На даний момент підприємства України не готові самостійно переробляти відходи, як це робиться в деяких розвинутих країнах, через високі темпи інфляції, нездатність акумулювати кошти на утилізацію та відсутністю політико-правових механізмів, тому виходом з цієї ситуації було б будівництво сміттепереробного комплексу на основі рециклінгу, який би фінансувався підприємствами, що випускають продукцію через ціноутворення та населенням (комунальні платежі) [12].

## РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЗБОРУ БІОГАЗУ В ПРОЦЕСАХ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Сьогодні в Україні щорічно утворюється близько 50 млн. м<sup>3</sup> ТП<sub>6</sub>В, що складає близько 1,0 м<sup>3</sup> на одного жителя. Більше 97 % цієї величезної маси вивозиться на більше ніж 700 офіційно зареєстрованих полігонів, на 80 % котрих не витримуються вимоги екологічної безпеки. Для відбору біогазу придатні, перш за все, сміттєсховища, на котрих накопичено, чи передбачається накопичити, значні об'єми ТП<sub>6</sub>В. Сьогодні в Україні близько 30 % ТП<sub>6</sub>В накопичено в 90 найбільших сховищах. Умови України досить сприятливі для розвитку технологій переробки ТП<sub>6</sub>В з отриманням біогазу. З одного боку, на території України спостерігається значний дефіцит природних покладів енергоносіїв, що стимулює розвиток цієї галузі. З іншого - досить м'який клімат та величезні запаси накопичених відходів при досить високому рівні розвитку промислового виробництва дозволяють забезпечити економічно ефективно вирішення екологічних проблем. За оцінками фахівців, ТП<sub>6</sub>В в Україні можуть продукувати біля 400 млн. м<sup>3</sup> біогазу, що еквівалентно 0,3 млн. т. умовного палива [3] .

Теплота згоряння біогазу сягає 15-20 МДж/м<sup>3</sup>, що еквівалентно 0,5 дм<sup>3</sup> мазуту чи 0,3 м<sup>3</sup> природного газу. Основними компонентами ТП<sub>6</sub>В, які можуть бути джерелом біогазу, є харчові відходи, папір, картон, деревина.

За оцінками фахівців, частка вказаних компонентів в загальній масі відходів може коливатися від 56 % для розвинених країн до 62 % для країн, що розвиваються [3].

Межа вибухонебезпечності суміші біогазу з повітрям сягає 5-15 %. Оскільки накопичення біогазу в тілі звалища супроводжується вибухами та пожежами, то перший відбір біогазу на початку 80-х років був продиктований попередженням саме цих явищ. Лише в подальшому вималювались економічний та екологічний фактори процесів відбору та використання біогазу із звалищ [3].

Одним з перших відбір газу було впроваджено в США на полігоні „Стоун" площею 40 га з об'ємом відходів 10 млн. м<sup>3</sup> та товщиною 25-45 м, 20 газо-відбірних свердловин та 2200 газозбірних трубопроводів забезпечували 7500 м<sup>3</sup>/год. біогазу із вмістом метану 50 % [6].

Перші спроби використання біогазу в Україні були зроблені ще в 1989 році. Тоді на закритому сміттєховищі в м. Житомирі було відсипано шар глини, обладнано 11 свердловин та з'єднано їх в систему для збору біогазу. На жаль, до теперішнього часу проект не реалізовано і система не запущена в роботу. Найбільш успішним проектом збору біогазу в Україні можна вважати систему, споруджену у 2002 р. на сміттєховищі у Луганську, розміщеному за 25 км від міста. З 1979 р. на звалищі накопичилось 1,626 млн. т. ТП<sub>6</sub>В, а щорічно на полігон вивозиться ще 0,35-0,5 млн. м<sup>3</sup>. Передбачається, що до 2010 р. на полігоні накопичиться 2,154 млн. т. ТП<sub>6</sub>В, що забезпечить збір 750-950 м<sup>3</sup>/год. біогазу з концентрацією метану близько 50 %. Проект передбачав влаштування 30 свердловин, об'єднання їх в систему збору та утилізації біогазу. Як показали перші дослідження, кожна свердловина забезпечує 30 м<sup>3</sup>/год. біогазу при концентрації метану біля 60 % [21].

Останнім часом галузь відбору та використання біогазу із звалищ ТП<sub>6</sub>В розвивається досить швидко, тому розглянуті технології не є повним переліком розроблених в цьому напрямку.

Система збору та підготовки біогазу включає [4]:

- свердловини;
- газозбірні пункти з трубопроводами біогазу від свердловин;
- проміжний та магістральний газопроводи;
- вакуум-насосну станцію для видалення газу із свердловин;
- систему підготовки біогазу (осушення та очищення);
- газгольдер (накопичення біогазу);
- свічу для спалювання біогазу (в аварійних ситуаціях або за наявності надлишку).

В загальному випадку система збору біогазу представляє собою мережу

вертикальних (при товщині шару відходів менше 8м- горизонтальних) свердловин діаметром 0,6-1,2 м, об'єднаних в одну систему з допомогою труб. В свердловинах розміщено пластикові перфоровані труби діаметром 12-25 см з поліетилену низького тиску, полівінілхлориду чи азбестоцементу. Отвори на пластикових трубах виконують у вигляді щілин шириною 3-6 мм. Свердловина на 50-90 % заглиблюється в шар сміття. Для ефективного відбору біогазу вертикальними свердловинами товщина сміття не повинна бути меншою 8 м. Для попередження закупорення отворів перфорованих труб їх відділяють від сміття шаром щебеню, гравію чи гальки фракції 40-70 мм. У верхній частині свердловини влаштовують глиняний чи бетонний замок товщиною близько 0,5 м для попередження виходу біогазу в атмосферу та притоку повітря у свердловину [4] .

В загальному випадку система збору біогазу може бути представлена схемою, зображеною на рисунку 2.1. [4].

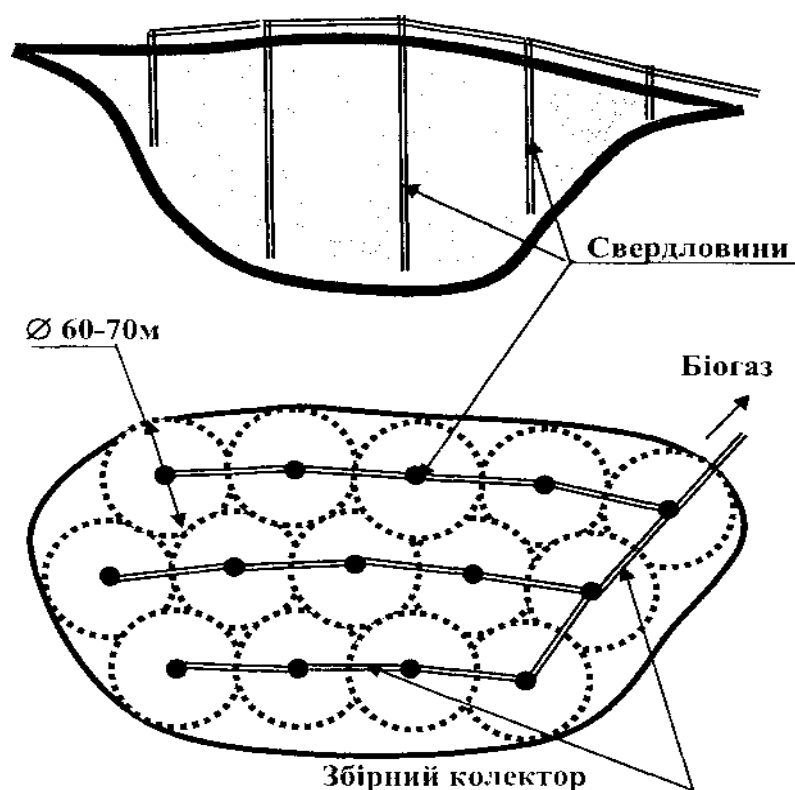


Рисунок 2 .1. Система відбору біогазу із сховища ТПБВ [4]

Середній радіус дії свердловини сягає 30-35 м, тому на 1 га полігона

влаштувають близько 2,5 свердловини. Вихід біогазу в значній мірі залежить від конкретних умов і може коливатися від 5-50 до 250 м<sup>3</sup>/год на одну свердловину. Оскільки газ починає виділятися через 3-4 роки, а термін заповнення полігона розраховується і триває 20-25 років, то біогаз можна відбирати як з повністю рекультивованих звалищ, так і одночасно з відсипанням сміття та заповненням окремих ділянок сховища [4].

Технологічно система збору біогазу може влаштовуватися за двома варіантами [4]:

- облаштування свердловин в процесі відсипання відходів;
- облаштування свердловин після заповнення робочої карти та завершення формування газоносного шару.

Вартість системи збору біогазу орієнтовно оцінюється в 50 тис. грн. за 1 га площі полігона ТП<sub>6</sub>В. Найбільш рентабельним вважається використання звалищного газу на відстанях до 3 км від полігона. Якщо така можливість відсутня, то раціональним видається використання біогазу для отримання електроенергії із застосуванням двигунів внутрішнього згорання вітчизняного виробництва. Термін окупності такої системи складає близько 2 років [4].

В окремих випадках рекомендується, крім газозбірних труб, влаштовувати водорозподільні системи, котрі дозволяють зволожувати ТП<sub>6</sub>В, регулювати рН середовища, обробляти ТП<sub>6</sub>В необхідними реагентами, впливаючи відповідним чином на умови розкладання відходів.

Біогаз можна використовувати в двох основних напрямках [4]:

- в якості енергоносія, котрий після відповідного очищення за властивостями наближається до природного газу;
- в якості сировини для отримання метану та вуглекислого газу шляхом їх розділення.

### **РОЗДІЛ 3. ТЕХНОГЕННА ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ В КОНТЕКСТІ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПОВОДЖЕННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ**

Техногенна та екологічна безпека в області розглядається як невід’ємна складова її національно-економічного розвитку. Ситуація в регіоні в 2015 р., в порівнянні з попередніми роками, дещо поліпшилася, але викликає стурбованість. Причиною є моральна і фізична зношеність обладнання техногенних об’єктів та відсутність необхідних коштів для їх модернізації. Найбільшими техногенними забруднювачами навколишнього природного середовища в області є підприємства житлово-комунального господарства та переробної промисловості, зокрема харчової. Основна причина — відсутність на ряді цих підприємств необхідних очисних споруд, незадовільний стан експлуатації наявних очисних споруд, їх перевантаження та повний вихід окремих з них з ладу. У зв’язку з відсутністю фінансування будівництво нових, реконструкція та розширення існуючих здійснюється повільно. Через неефективно працюючі очисні споруди в 5-ти містах районних центрах регіону досліджень стічні води попадають в транскордонні річки. Серед наявних небезпечних відходів значну частку зайняли відходи чорних металів – 910,1 т, осад промислових стоків 115,2т, деревні відходи 17720,4 т, скляні відходи 819,8 т, побутові та подібні відходи 135699,1 та інші [20].

З метою забезпечення екологічної безпеки при поводженні з небезпечними хімічними речовинами проводилось лімітування господарської діяльності підприємств, пов’язаної з використанням небезпечних хімічних речовин. Регулярно здійснювались перевірки з питань дотримання встановлених правил поводження з ними, видавались приписи щодо усунення виявлених недоліків. Аварій під час поводження з небезпечними хімічними речовинами та відходами протягом 2015 року не було. В 2010 році за межі області було вивезено 15,94 тонн непридатних до використання пестицидів та агрохімікатів, на що з Держбюджету виділено 300 тис. грн., таким чином на даний час непридатні до використання пестициди та агрохімікати на території

області відсутні. На погіршення стану екологічної обстановки в області в значній мірі впливають зростання контрастності гідрометеорологічних умов.

Досить актуальними є питання щодо поводження з відходами. Промислові та побутові відходи створюють безліч проблем, таких як транспортування, зберігання, утилізація та видалення. Протягом 2015р. в області утворилось 398,1 тис. т відходів I–IV класів небезпеки, що на 2,4% більше, ніж у 2014р., у т.ч. від економічної діяльності підприємств та організацій – 277,3 тис. т. (на 8,0% більше), у домогосподарствах – 120,7 тис. т. (на 8,6% менше). Майже всі утворені відходи належали до IV класу небезпеки (малонебезпечні відходи), з яких 34,1% – побутові та подібні відходи. Слід зауважити, що майже половина всіх відходів (187,0 тис. т. або 47,0%) була утворена на підприємствах обласного центру. Серед районів найбільшим цей показник був у трьох районних центрах (61,3 тис.т, 53,3 тис. т. та 41,3 тис. т. відповідно), що разом становило більше третини (або 39,2%) від загального обсягу утворених відходів [20].

У 2015р. було утилізовано 69,1 тис. т відходів, передано на сторону іншим підприємствам 416,7 тис. т. відходів, у т.ч. їх виробниками – 177,4 тис. т, переробниками відходів – 239,3 тис. т. У загальному обсязі утворених у 2015р. відходів частка спалених (у вигляді палива чи іншим чином для отримання енергії) становила 5,4%, утилізованих – 17,3% [20].

У чотирнадцяти підприємств області була в наявності 31 установка для спалювання відходів та у трьох підприємствах – 5 установок для утилізації та перероблення відходів загальною потужністю відповідно 38,0 тис. т/рік та 0,4 тис. т/рік [20].

Основні показники утворення та поводження з відходами на підприємствах регіону досліджень у 2015 році зображено на таблиці 3.1. [20].



Таблиця 3.1

Основні показники утворення та поводження з відходами на підприємствах регіону досліджень у 2015 році [20].

Показники утворення та поводження відходів	Всього	У тому числі I-III класів небезпеки
Утворено	398060,2	66,1
Спалено з метою отримання енергії	21299,7	-
Спалено з метою теплової переробки відходів	-	-
Утилізовано	69050,8	24,6
Підготовлено до утилізації	-	-
Видалено у спеціально відведені місця чи об'єкти	205072,1	—
у тому числі на спеціально обладнані звалища	179346,4	—
Видалено іншими методами видалення	—	—
Знешкоджено	—	—
Розміщено на стихійних звалищах	—	—
Вилучено внаслідок витікання, випаровування, пожеж, крадіжок	—	—
Експортовано		
у тому числі	—	—
для утилізації	—	—
для видалення	—	—
Імпортовано	—	—
Загальний обсяг відходів, накопичених у спеціально відведених місцях чи об'єктах на кінець 2015 року <sup>1</sup>	2774789,3	—

У спеціально відведені місця та об'єкти (загальна проектна площа яких по області склала 3,0 км<sup>2</sup>) було видалено 205,1 тис. т. відходів, майже всі з яких

становили побутові та подібні відходи. Станом на 1 січня 2016р. у спеціально відведених місцях та об'єктах видалення відходів накопичилось 2774,8 тис. т. відходів, майже всі вони – побутові та подібні відходи IV класу небезпеки. Основна частина накопичених відходів (79,5% або 2205,1 тис. т.) розміщена на території обласного центру. Серед районів найбільше відходів зосередилось в одному із районів – 260,7 тис. т. або 9,4%. Динаміка утворення відходів I-III класів небезпеки зображено на таблиці 3.2 [20].

Таблиця 3.2.

Динаміка утворення відходів I-III класів небезпеки [20].

Показники утворення відходів	2013 рік	2014 рік	2015 рік
Утворення відходів I-III класів небезпеки у розрахунку на 1 км <sup>2</sup> , т	0,01	0,008	0,008
Утворення відходів I-III класів небезпеки у розрахунку на 1 особу, кг	0,11	0,07	0,073

У розрахунку на одну особу населення області в 2015р. було утворено по 0,073 кг відходів I-III класів небезпеки, а в розрахунку на 1 км<sup>2</sup> території – по 0,018 т. Станом на 1 січня 2016р. на території підприємств області у тимчасовому зберіганні зосередилось 23,6 т. шкідливих небезпечних відходів (на 31,3% менше, ніж на початок 2015р.), з яких 20,0% (4,7 т.) становили відходи I класу небезпеки, 77,9% (18,4 т.) – II класу, 2,1% (0,5 т.) – III класу небезпеки. Значна частина цих відходів (58,8% або 13,9 т.) розміщена на підприємствах обласного центру [20].

У дев'ятнадцяти підприємств області були в наявності 33 установки для спалювання відходів та у чотирьох підприємствах – 6 установок для утилізації та перероблення відходів, загальною потужністю відповідно 16,2 тис. т/рік та 0,5 тис. т/рік [20].

У 2015р. було утилізовано, оброблено 69,1 тис. т відходів I – IV класів небезпеки (у 2014 році 55,6 тис. т.). Відносно низький відсоток утилізованих та перероблених відходів призводить до надмірного розміщення їх у

навколишньому природному середовищі, що в комплексі з не облаштованістю загально-сільських сміттєзвалищ відповідно до вимог санітарно-екологічної безпеки приводить до засмічення та забруднення землі і водних ресурсів. Виходячи із ситуації, що склалася в зазначеній сфері, одним із пріоритетних напрямів природоохоронної роботи є налагодження діяльності щодо лімітування утворення, розміщення та знешкодження відходів. Окремий розділ з цієї діяльності включено до Комплексної програми з охорони довкілля та раціонального використання природних ресурсів “Екологія” у регіоні, затвердженої рішенням XXVIII сесії обласної ради VI скликання від 26 вересня 2014 р. № 110-28/14 [20].

Департаментом екології та туризму обласної державної адміністрації був виданий наказ від 09.10.2013 року №41 “Про проведення інвентаризації полігонів твердих побутових відходів та місць видалення відходів у досліджуваному регіоні. Станом на 01.01.2016 року оновлено та внесено до реєстру 45 паспортів місць видалення відходів, у тому числі 43 сміттєзвалища та 1 полігон твердих побутових відходів [20].

На рисунку 3.1. зображено схему утилізації ТПБВ для регіону досліджень.

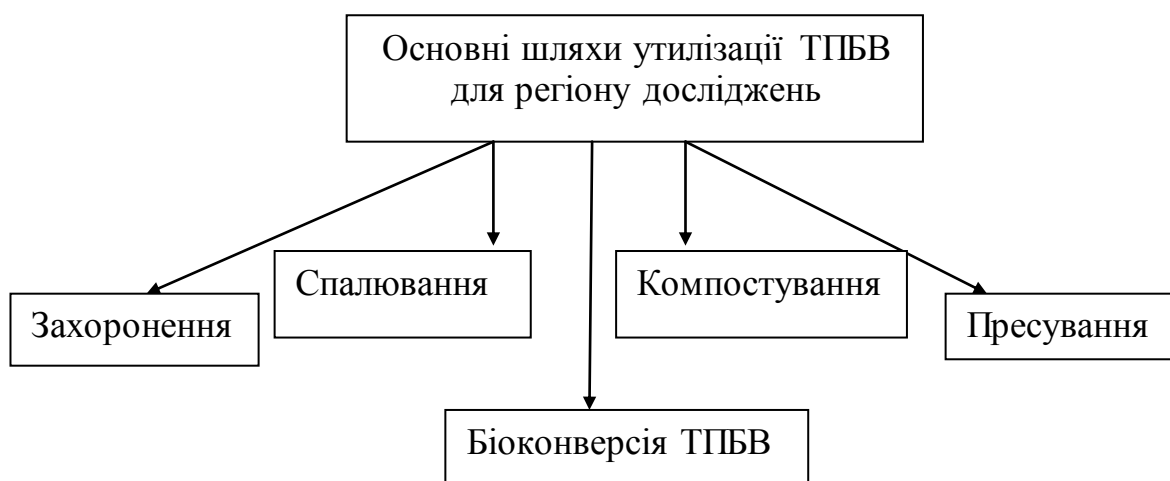


Рисунок 3.1. Схема утилізації ТПБВ для регіону досліджень

В запропонованій нами даній схемі зображено основні шляхи утилізації ТПБВ для регіону досліджень (рисунок 3.1). Серед них такі, як: захоронення, спалювання, компостування, пресування та біоконверсія ТП<sub>6</sub>В.

Інформація про площі сміттєзвалищ (полігонів) в 12-ти районах адміністративно-територіального устрою регіону, станом на 2016 рік зображено в таблиці 3.3 [20].

Таблиця 3.3

Інформація про площі сміттєзвалищ (полігонів) в 12-ти районах адміністративно-територіального устрою регіону, станом на 2016 рік [20].

№	Досліджувані райони адміністративно-територіального устрою регіону	Площі під твердими побутовими відходами, га
1.	Район 1	15,96
2.	Район 2	12,29
3.	Район 3	28,27
4.	Район 4	23,5
5.	Район 5	21,45
6.	Район- 6	23,6
7.	Район-7	33,27
8.	Район-8	2,48
9.	Район-9	19,06
10.	Район-10	23,18
11.	Район-11	37,92
12.	Район 12	47,39
	Всього	288,27

На сьогодні загальна площа території сміттєзвалищ (полігонів) твердих побутових відходів в регіоні досліджень становить – 288 гектар на якій зосереджено 390 тис т. відходів [20].

Варто зауважити, що на сьогодні найбільш актуальним та ефективним шляхом утилізації для нашого регіону досліджень є біоконверсія ТП<sub>6</sub>В. Тобто

для забезпечення техногенної та екологічної безпеки в регіоні досліджень найбільш доцільно було б реалізувати саме цей шлях утилізації. Тому, що це дасть змогу:

- зменшити обсяги ТП<sub>6</sub>В та кількість території зайнятих під них;
- зменшити кількість забруднень атмосферного повітря метаном та діоксидом вуглецю;
- зменшити кількість забруднень водного та ґрунтового середовища регіону;
- переробка ТП<sub>6</sub>В в біогаз для отримання еколого-економічного ефекту у вигляді біопалива та електроенергії для забезпечення регіону;

В ході аналізу та вивчення нами статистичних даних та способів утилізації ТП<sub>6</sub>В на сьогодні в регіоні дослідження в середньому накопичується 390 тис. т відходів за рік [20].

Кількість біогазу залежить від морфологічного складу ТП<sub>6</sub>В. Загальноприйнята норма утворення біогазу з 1 тони ТП<sub>6</sub>В – від 140 до 280 м<sup>3</sup> біогазу з відсотковим вмістом метану 50 %. Нами була спроба визначити економічну оцінку заходів по утилізації біогазу на звалищах регіону досліджень. Приймаючи до уваги те, що однієї тони органічних відходів виділяється близько 100 м<sup>3</sup> біогазу [11] і враховуючи, що органічна складова в ТП<sub>6</sub>В складає 13-15 % можна вирахувати кількість отриманого біогазу в регіоні досліджень.

Як правило, найбільш інтенсивно процес біоконверсії відходів протікає в перші 5 років, за які виділяється близько 50% повного запасу газу. При цьому звалищний газ являє собою реальну небезпеку у зв'язку з ризиком спалаху або вибуху, а також негативним впливом на здоров'я людей.

Макрокомпонентами звалищного газу є метан (CH<sub>4</sub>) і діоксид вуглецю (CO<sub>2</sub>), їх співвідношення може змінюватися від 40-70% до 30-60% відповідно.

В середньому газогенерація вичерпується в звалищному тілі протягом 10-50 років, при цьому питомий вихід метану складає 120-200 м<sup>3</sup> на тонну ТПВ [11].

Тобто, якщо взяти до уваги, що в середньому накопичується 390 тис. т відходів за рік у регіоні досліджень, тоді можна визначити скільки ж виділяється метану із поверхні сміттєзвалищ (полігонів) [20]. Якщо перемножити середньорічний приріст відходів 390 тис. т на показник  $120 \text{ м}^3$ , тоді отримується 38, 4 млн.  $\text{м}^3$  метану, що виділяється із поверхні сміттєзвалищ (полігонів) в регіоні досліджень. На основі вищесказаного побудуємо схему отримання біогазу при технології утилізації в регіоні

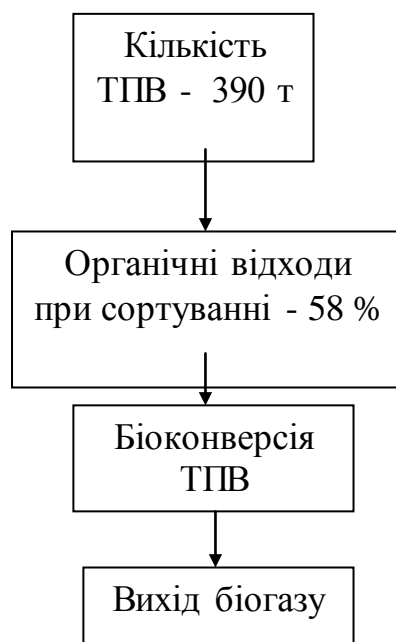


Рисунок 3.2. Схема отримання біогазу при технології утилізації в регіоні

Показано перспективність використання біоконверсії як найбільш ефективного шляху їх утилізації ТП<sub>В</sub> для нашого регіону. Даний підхід дає можливість майже на 10 % забезпечити населення регіону енергоносіями (біопаливом), вивільнити значні площі земель з під сміттєзвалищ, а також суттєво зменшити забруднення ґрунтових вод та атмосферного повітря.

## ВИСНОВКИ

1. В Україні виробництво енергії з біогазу знаходиться на початковому етапі становлення. На сьогодні переробка ТП<sub>6</sub>В в біогаз є досить актуальною, так за оцінками фахівців, ТП<sub>6</sub>В в Україні можуть продукувати біля 400 млн. м<sup>3</sup> біогазу.

2. На сьогоднішній день у регіоні досліджень в середньому за рік нагромаджується 390 тис. тон ТП<sub>6</sub>В.

3. Виходячи із запропонованої нами схеми в ході аналізу та вивчення шляхів утилізації ТП<sub>6</sub>В у регіоні досліджень, найбільш ефективною є біоконверсія. Даний підхід дає можливість майже на 10 % забезпечити населення регіону енергоносіями (біопаливом).

4 При застосуванні утилізації при біоконверсії ТП<sub>6</sub>В буде вивільнено 288 га під полігони та сміттєзвалища в регіоні, вагомо зменшаться викиди метану в атмосферу, що дасть можливість підвищити рівень екологічної безпеки регіону досліджень.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Бахарєв, В. С. Оцїнка рївня техногенної небезпеки промислових пїдприємств в умовах пилового забруднення атмосферного повітря [Текст] / В.С. Бахарєв // Вісник КДПУ. – Кременчук: КДПУ. – 2005. – № 5 (34). – С. 121–125.
2. Водянников В. Т. Научно-технический прогресс и энергетика в АПК: экономика и тенденции развитие / В. Т. Водянников, А. В. Шахов; под ред. В. Т. Водяникова. – Липецк: Издат. дом «Липецкая газета», 2010. – 288 с.
3. Гелетуха Г.Г. Оцїнка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. Частина 1. Відходи сїльського господарства та деревна біомаса / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Желєзна, М.М. Жовмір, Ю.Б. Матвєєв, О.І. Дроздова // Промышленная теплотехника. — 2010. — Т. 32, № 6. — С. 58 – 65.
4. Гелетуха Г. Г. Перспективы производства и использование биометана в Украине / Г. Г. Гелетуха, П. П. Кучерук, Ю. Б. Матвеев // Аналитическая записка БАУ. – 2014. – №11. – 44 с.
5. Гелетуха Г. Г. Перспективы производства и использования биогаза в Украине / Г. Г. Гелетуха, П. П. Кучерук, Ю. Б. Матвеев // Аналитическая записка БАУ. – 2013. – №4. – С.15 – 20.
6. Горобець О. В. Напрями удосконалення управління поводженням з відходами в Україні //Економіка. Управління. Інновації. – 2013. – №. 1.
7. Гродзинський Д. Обрії вітчизняної біоенергетики / Д. Гродзинський, О. Дембновецький, О. Левчук //Вісник НАН України. – 2008. – № 1. – С. 22–31.
8. Єфремов, І.С. Проблеми поводження з твердими побутовими відходами [Текст] / І.С. Єфремов, С.В, Марчук // IV-й всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2013), 25-27 вересня, 2013. Збірник наукових статей. – Вінниця: Видавництво- друкарня ДІЛО, 2013. – С. 31-33.
9. Калюжный С. В. Биотехнология защиты окружающей среды: единство биокаталитических и инженерных подходов / С. В. Калюжный // Известия академии наук. Серия химическая. – 2001. – №10. – С. 1735-1742.



10. Ковалев А. А. Возможные пути повышения энергетической эффективности биогазовой установки / Ковалев А. А., Ковалев Д. А. // Вестник ВНИИМЖ. ежеквартальный научный журнал. Серия: механизация, автоматизация и машинные технологии в животноводстве. – 2012. – №4(8) – С. 36–41.
11. Куріс Ю.В. Способи переробки біогазу / Куріс Ю.В., Ткаченко С.І., Семененко Н.В. // Фаховий журнал «Енергозбереження·Енергетика·Енергоаудит» – №7(77) – 2010.– С. 20–30.
12. Малей О.В. Щодо питання розвитку сучасної системи поводження з відходами в Україні [Текст] / О.В. Малей, А.О. Ключка // Екологічний менеджмент у загальній системі управління: збірник тез доповідей Тринадцятої щорічної всеукраїнської наукової конференції, м. Суми, 17-18 квітня 2013 р. / Відп. за вип. О.М. Теліженко. — Суми : СумДУ, 2013. — С. 91 – 94.
13. Орфанова М.М. Использование механохимических процессов для решения проблем утилизации отходов / М.М. Орфанова, В.И. Пустогов // Екологія. – Луганськ: Східноукраїнський нац. ун-т ім. В. Даля. - №1(3). – 2008. – С 71-73.
14. Парфенюк, А. С. Эффективный шлях вирішення проблеми твердих відходів в Україні – індустріальна термолізно-енергетична рекуперация [Текст] / А. С. Парфенюк, А. А. Топоров, І. В. Кутняшенко // Безпека життєдіяльності. – 2005. – № 12. – С. 36–41.
15. Петрова, М.А. Напрямки підвищення екологічної безпеки термічної утилізації твердих побутових відходів [Текст] / М.А. Петрова, М.О. Войтович // IV-й всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2013), 25-27 вересня, 2013. Збірник наукових статей. – Вінниця: Видавництво - друкарня ДІЛО, 2013. – С. 77-80.
16. Ровенская И. А. Моделирование процесса очистки сточной воды молокоперерабатывающего производства в анаэробных биореакторах различных типов / И. А. Ровенская, Н. С. Ручай, О. Ю. Фролова, Т. П. Сергеева // Труды Белорусского государственного технологического

университета. Серия 4: Химия, технология органических веществ и биотехнология. – 2008. – № 4, том 1.– С. 239–242.

17. Семенов М. Ю. Биологическая очистка поверхностных сточных вод от органических загрязнений и соединений азота: автореф. дисс. на соискание степени к.т.н. 05.23.04 – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов. – М., 2007. – 23 с.
18. Слесаренко В. В. Перспективы применения тепловых насосов при утилизации теплоты стоков / В. В. Слесаренко, В. В. Князев, В. В. Вагнер. // Энергосбережение и водоподготовка. – 2012. – №3 (77). – С.28–33.
19. Статюха, Г.А. Устойчивое развитие – концепция, подходы и модели [Текст] / Г.А. Статюха // Системний аналіз та інформаційні технології. Матеріали Міжнародної конференції SAIT 2011. К.: УНК «ИПСА» ННТУ «КПІ», 2011. С.38.
20. Статистичний щорічник Чернівецької області за 2015 рік / За ред. А.В. Ротаря. – Чернівці, 2016 [Електронний ресурс].– Режим доступу до ресурсу: – [www.cv.ukrstat.gov.ua/publii/.../shor2014.pdf](http://www.cv.ukrstat.gov.ua/publii/.../shor2014.pdf)
21. Технічна та економічна оцінка утилізації біогазу на Луганському полігоні твердих побутових відходів через механізми Кіотського протоколу. – Луганськ, 2008. – 85 с.
22. Трофімов І.Л. Оцінка впливу відходів побутового походження на екологічний стан України / І.Л. Трофімов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Т. 2, № 10(68). – С.25-39.
23. E. Stengler, "Confederation of European Waste-to-Energy Plantse.V.," [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: [www.cewep.eu](http://www.cewep.eu).

## АНОТАЦІЯ

### **Актуальність дослідження.**

На сьогодні у світі, зокрема в Україні, виникла істотна небезпека забруднення довкілля побутовими та промисловими відходами. Під час проведення досліджень, пов'язаних з вивченням проблеми забруднення побутовими відходами промислово розвинутих урбосистем, значна увага приділялась джерелам небезпеки промислового походження. При цьому роль негативного впливу твердих побутових відходів (ТП<sub>6</sub>В) на екологічний стан України та формуванні рівня екологічної небезпеки вивчена недостатньо.

Проблема ТП<sub>6</sub>В є досить гострою для України. Питання поводження з ТП<sub>6</sub>В, пошуку нових та удосконалення існуючих методів переробки відходів в Україні на сьогодні є досить актуальними. Скорочення запасів нафти, збільшення об'ємів її видобування, а також стрімко зростаючий негативний вплив на навколишнє середовище від забруднення відходами, зумовлюють необхідність розробки та впровадження альтернативних видів палива, що чітко прослідковується у програмах енергоефективного розвитку усіх провідних країн світу.

**Мета дослідження.** Метою роботи є вивчення перспективи використання існуючих технологій утилізації твердих побутових відходів з метою підвищення техногенної безпеки в регіоні.

### **Завдання дослідження.**

- Порівняти основні характеристики технологій утилізації ТП<sub>6</sub>В в світі та Україні;
- вивчити існуючі системи збору біогазу в процесах утилізації твердих побутових відходів на полігонах;
- розробити схему енергетичної ефективності переробки ТП<sub>6</sub>В в регіоні досліджень.

**Методика дослідження** передбачала вивчення та аналіз показників утворення та поводження з відходами на підприємствах регіону дослідження..

**Загальна характеристика роботи.** Регіоном дослідження служила Чернівецька область - найменша в Україні адміністративно-територіальна одиниця чисельністю населення до одного млн. осіб. Робота складається з вступу, трьох розділів, висновків та списку джерел літератури.

Робота складається з вступу, трьох розділів, висновків та списку джерел літератури. Перший розділ присвячений порівняльній характеристиці основних існуючих технологій утилізації твердих побутових відходів в світі та в Україні.

В другому розділі розглянуто аналіз системи збору біогазу в процесах утилізації твердих побутових відходів.

В третьому розділі розглянуто аналіз техногенної та екологічної безпеки регіону досліджень в контексті існуючих технологій поводження та утилізації твердих побутових відходів.

Робота нараховує 28 сторінок тексту, містить 4 таблиці та 3 рисунки, використано 23 джерел літератури.

Результати досліджень опубліковані в тезах 2-х наукових конференцій.

**Ключові слова:** технології, утилізація, екологічна безпека, тверді побутові відходи, біогаз

Підпис керівника :

\_\_\_\_\_