

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ
ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ:
ЕКОНОМІЧНИЙ, ТЕХНІКО-
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ТА
ЕКОЛОГІЧНИЙ
АСПЕКТИ**

Колективна монографія

**Полтава
2019**

УДК 330
Е 65



Рекомендовано до друку вченою радою Полтавської державної аграрної академії (Україна) (протокол № 17 від 15.05.18 р.).

Рекомендовано до друку вченою радою Опольського університету (Польща) (протокол № 01/05/2018 від 28.05.18 р.).

Рецензенти:

С. В. Іванов – член-кореспондент НАН України, заслужений діяч науки і техніки України, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри фінансів і маркетингу ДВНЗ “Придніпровська державна академія будівництва та архітектури”.

В. І. Гавриш – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації і технічного сервісу Миколаївського державного аграрного університету.

О. В. Семко – доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, академік Академії будівництва України, завідувач кафедри архітектури та міського будівництва Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка.

В. Л. Курило – доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, професор кафедри сільськогосподарських машин Вінницького аграрного університету.

Даріуш Сушанович – кандидат технічних наук, заступник директора Інститута технічних наук Опольського університету.

Енергоефективність та енергозбереження: економічний, техніко-технологічний та екологічний аспекти: колективна монографія / Кол. авторів; за заг. ред. П. М. Макаренка, О. В. Калініченка, В. І. Аранчій. Полтава : ПП “Астра”, 2019. 603 с.

У монографії викладено теоретико-методологічні засади та методичні й практичні рекомендації енергоефективності і енергозбереження на національному, галузевому, регіональному рівнях і на підприємствах за видами економічної діяльності. Охоплено питання розвитку енергетичної безпеки ринково розвинених країн і України, використання нетрадиційних відновлювальних і альтернативних джерел енергії. Запропоновано організаційно-економічні, технологічні, технічні та екологічні рішення подальшого розвитку енергоефективності й енергозбереження. Сформовано пропозиції щодо економічної та енергетичної оцінки та ефективності використання теплових, механічних, біологічних і природних джерел енергоресурсів, їх енергетичного аудиту і консалтингу в господарській та галузевій структурі національної економіки.

Розрахована на здобувачів вищої освіти, викладачів, науковців, фахівців з енергоефективності і енергозбереження різних форм і напрямів економічної діяльності.

ISBN 978-617-7669-24-0

Energy efficiency and energy saving: economic, technical, technological and ecological aspects : collective monograph / Authors edited: P. M. Makarenko, O. V. Kalinichenko, V. I. Aranchii. – Poltava : PC “Astraya”, 2019. – 603 p.

The collective monograph outlines theoretical and methodological researches, and practical aspects of implementing the energy efficiency and energy saving technologies at national and regional levels and certain enterprises and branches of economic activity. The peculiarities of the global energy supply development and the prospects of renewable energy sources' implementation are revealed, the methodological and practical concepts of efficient energy consumption are proposed. The theoretical concepts and propositions provided, allow conducting a complex estimation of various technologies and technological processes in different branches of the national economy of Ukraine. The ways of optimizing the energy consumption, and its influence on the development of national economy, the ecological state of the territories, and forming the technical and technological levels of management are investigated.

The materials of this collective monograph may be useful to scholars, applicants of higher education, teachers of higher educational establishments, as well as public authorities, specialists and managers of business entities.

ISBN 978-617-7669-24-0

© ПДАА

© Колектив авторів, 2019

ЗМІСТ

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ	7
--------------------------------	----------

ПЕРЕДМОВА	9
------------------------	----------

РОЗДІЛ 1. ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА: ДОСВІД РИНКОВО-РОЗВИНЕНИХ КРАЇН, СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ УКРАЇНИ

1.1. Енергетична безпека ринково-розвинених країн: державна політика та інструменти регулювання енергоефективності	11
1.2. Енергетична безпека країни: світовий досвід та вітчизняні реалії.....	15
1.3. Перспективи та проблеми гармонізації енергетичного законодавства України зі стандартами Європейського Союзу	18
1.4. Енергетична безпека України в умовах євроінтеграції: проблеми та перспективи.....	24
1.5. Енергетична концепція Сергія Подолинського у контексті розвитку низьковуглецевої економіки....	30
1.6. Оцінка сучасного стану енергетичної безпеки у світі	36
1.7. Оцінка сучасного стану паливно-енергетичного комплексу та енергетичної безпеки України	40
1.8. Оцінки кластерних ініціатив в контексті забезпечення енергетичної безпеки соціально-економічних систем.....	45
1.9. Ретроспективний аналіз підходів до енергетичного планування на місцевому рівні	51
1.10. Передумови енергетичної бідності в контексті трансформації взаємовідносин на енергетичному ринку.....	59
1.11. Соціо-енерго-еколого-економічна система промислового регіону: аспекти енергетичної безпеки ..	62
1.12. Енергозберігаюча стратегія завдяки економному використанню енергоресурсів при проведенні досліджень продуктивних свердловин.....	69
1.13. Перспективні напрямки реалізації енергетичної безпеки України.....	72
1.14. Напрями забезпечення енергетичної безпеки України	80

РОЗДІЛ 2. ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

2.1. “Зелена” енергетика як провідна ланка “зеленої” економіки: досвід Європейського Союзу	85
2.2. Потенціал відновлюваних джерел енергії в Україні.....	92
2.3. Відновлювальні джерела енергії та їх вплив на збалансований сталий розвиток господарського комплексу регіонів України.....	97
2.4. Економічна оцінка використання відновлюваних джерел енергії	104
2.5. Відновлювальні джерела енергії: тенденції розвитку, інвестиції, smartgrid	107
2.6. Використання відновлюваних джерел енергії в Україні	113
2.7. Аналіз потенціалу відновлюваних джерел енергії на територіях непридатних для сільськогосподарського виробництва.....	116
2.8. Використання біомаси в енергетичних цілях (досвід Польщі).....	120

5.8. Експериментальні дослідження виготовлення пелет з опалого листя у відкриту матрицю.....	438
5.9. Експериментальне дослідження виготовлення біопалива з опалого листя, рослинних відходів та композитів на їх основі в закритій матриці	441
5.10. Удосконалена технологія виготовлення матриць пелетоутворюючих пресових пристроїв	447
5.11. Приклад визначення витрати композитного біопалива у газогенераторі автономної енергетичної установки	451

РОЗДІЛ 6. ЕКОЛОГІЧНІ ВИМОГИ ТА ЇХ ВИРІШЕННЯ В ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННІ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

6.1. Екологічні витрати та енергозбереження: облікові аспекти	454
6.2. Роль біомаси для досягнення глобальних та національних цілей зі зниження викидів парникових газів	457
6.3. Забезпечення екологічних вимог при виробництві енергії з біомаси	463
6.4. Енергетичні властивості біомаси та економічна ефективність виробництва теплової енергії ...	469
6.5. Аналіз впливу впровадження міжнародних екологічних обмежень на енергоефективність у розрізі галузевої структури національної економіки	475
6.6. Екологічні аспекти спалювання низькокалорійних органічних палив	483
6.7. Екологічні аспекти сільськогосподарського виробництва	489
6.8. Екологічні аспекти використання біогазового потенціалу твердих побутових відходів.....	494
6.9. Використання концентрованих відходів тваринницьких ферм для отримання біогазу	499
6.10. Підвищення енергетичної ефективності шляхом ресурсозбереження.....	505
6.11. Енергоефективність та екологізація логістичної діяльності	510
6.12. Інноваційні технології ресурсозбереження в технологіях очищення забрудненого водного середовища.....	516
6.13. Високоєфективні системи енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосними установками: енергетичний, економічний та екологічний аспекти ефективності.....	524
6.14. Еколого-економічні системи опалення.....	531
6.15. Математична модель аналізу матеріальних потоків міського середовища.....	536
6.16. Відходи вуглевидобутку та вуглезбагачення стан та технології використання	544
ПІСЛЯМОВА.....	551
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	553

6.8. Екологічні аспекти використання біогазового потенціалу твердих побутових відходів

© **Приходько В. Ю.**

*к.геогр.н., доцент, доцент кафедри екології та охорони довкілля,
Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна*

© **Сафранов Т. А.**

*д.г.-м.н., професор, завідувач кафедри екології та охорони довкілля,
Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна*

© **Шаніна Т. П.**

*к.х.н., доцент, доцент кафедри екології та охорони довкілля,
Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна*

У сучасних умовах зростання енергоспоживання і обмеженості паливних ресурсів велику увагу привертають альтернативні джерела енергії, до яких можна віднести тверді побутові відходи (ТПВ). У ТПВ міститься від 50 до 80 % (від сухої маси) органічних речовин, які обумовлюють теплотворну здатність: 2,2 – 6,5 Мдж/кг (залежно від морфологічного складу і сезону року) [13]. Проте пряме спалювання ТПВ з метою отримання теплової енергії не є доцільним з ряду причин – це і висока вологість відходів, отже, додаткові енерговитрати на спалювання, вторинне забруднення довкілля продуктами горіння. Перспективнішим напрямом використання енергетичного потенціалу ТПВ є отримання біогазу, теплотворна здатність якого, в середньому, складає 21 Мдж/м³, що еквівалентно 0,7 кг умовного палива [2; 5; 13].

Тому дослідження можливостей використання біогазового потенціалу ТПВ, техніко-економічних і екологічних аспектів його виробництва або отримання є актуальними. Використання відходів як вторинних енергетичних ресурсів визначене як один з принципів в Національній стратегії управління відходами в Україні до 2030 р. [4].

Мета цього дослідження – оцінити потенціал і екологічні аспекти отримання біогазу з ТПВ за різних моделей поводження з ними.

Методи дослідження: метод масового балансу, системний аналіз, моделі газоутворення.

При оцінці можливостей використання біогазового потенціалу ТПВ слід розглядати:

- 1) отримання біогазу з існуючих місць захоронення ТПВ;
- 2) виробництво біогазу в спеціальних установках;
- 3) вплив біогазу на стан довкілля (в т.ч. вплив процесів видобутку).

Наразі основним методом поводження з ТПВ у світовій практиці є їхнє захоронення на полігонах і звалищах. За даними Доповіді “What a Waste: a Global Review of Solid Waste Management” [17], більше половини ТПВ, що утворюються у світі, розміщується на звалищах і полігонах, причому, чим вище рівень соціально-економічного розвитку країни, тим більше полігони ТПВ відповідають основній вимозі – захисту довкілля від негативного впливу відходів.

За даними Міжурядової групи експертів з питань змін клімату (МГЕЗК) [6] у Західній Європі частка ТПВ, що розміщують на полігонах, склала 47 %, а в середньому по світу – 68 %. Очікується, що екологічні проблеми, пов’язані з ТПВ, тільки посилюватимуться, оскільки кількість відходів неухильно зростає: так, до 2025 р. у світі очікується подвоєння показників утворення ТПВ відносно показників 2012 р.; а до 2100 р. очікується потроєння маси утворених ТПВ на рівні 11 млн. т за день [17].

В Україні 94 % утворених ТПВ захоронюють на звалищах і полігонах, яких, за станом на 2016 р., налічувалося 5470. Практично усі офіційні місця видалення відходів експлуатуються з порушенням термінів експлуатації (15 – 20 років) і гранично допустимих обсягів розміщення відходів. За даними [4], 30 % місць поховання ТПВ не відповідають національним вимогам екологічної безпеки, і 99 % – вимогам європейського законодавства.

Для видобутку біогазу, який утворюється внаслідок анаеробної деструкції органічних відходів на полігонах ТПВ, є певні перспективи, які обумовлені такими причинами:

- 1) основним методом поводження з ТПВ залишатиметься їх захоронення;
- 2) неухильне збільшення норм накопичення ТПВ під впливом змін в споживанні і рівні соціально-економічного розвитку;
- 3) продукування біогазу впродовж тривалого періоду після закриття полігону (до 50 – 80 років).

Першим об’єктом в Україні, на якому була обладнана система збору біогазу, став Житомирський полігон ТПВ (1989 р.). Проте ця система так і не була запущена в дію [5]. Фактично збір і знешкодження біогазу (спалювання) з полігонів ТПВ розпочалося ще в 2003 р. на Луганському полігоні. А вже в 2012 р. з біогазу була отримана електроенергія (м. Київ). У 2014 р. на 12 полігонах ТПВ були обладнані системи збору біогазу. Станом на 2015 р., було зібрано 11,72 тис. т метану, з них 6,46 тис. т було використано для виробництва електроенергії [16].

Відомо, що біогаз є не лише альтернативним джерелом енергії, але й джерелом забруднення атмосферного повітря. Він складається, в основному, з метану (50 – 60 %) і вуглекислого газу (30 – 40 %), які є парниковими газами (ПГ). Це означає, що відсутність системи збору і утилізації біогазу робить місця захоронення ТПВ джерелом емісії ПГ.

Звалища і полігони ТПВ є третім за величиною антропогенним джерелом метану і забезпечують 11 – 12 % від його загальної кількості, що надійшла з антропогенних джерел в 2010 р. [3; 17].

Поводження з відходами розглядається як джерело емісії ПГ. Основні процеси, для яких проводиться інвентаризація викидів ПГ [16]: видалення відходів, біологічна обробка відходів, інсинерація і відкрите спалювання відходів, очищення і скид стічних вод. Усі ці процеси об'єднані в сектор “Відходи”.

За даними Національного Кадастру [16], у 2015 р. на частку сектору “Відходи” припало 4 % від загальних викидів ПГ і 19,3 % – метану. Відносно 1990 р., викиди ПГ в секторі “Відходи” зросли на 2 %. Частка метану в загальних викидах ПГ сектору складає 91 % (у CO₂-екв.). Основний вклад в загальну емісію метану в секторі “Відходи” припадає на видалення відходів – 74 %. В порівнянні з 1990 р., в 2015 р. викиди метану із звалищ і полігонів зросли на 24,6 %.

Отже, використання біогазового потенціалу місць захоронення ТПВ дозволяє не лише отримати паливо і енергію, але і запобігти емісії ПГ в атмосферу, що є одним із зобов'язань України у рамках ратифікованого Кіотського протоколу.

Для оцінки емісії біогазу та/або його компонентів (зокрема, метану) використовують методи масового балансу і згасання (розкладання) першого порядку, в основу яких покладений процес анаеробної деструкції органічної речовини з утворенням відповідних продуктів розкладання. На основі методу згасання першого порядку розроблені дві найбільш використовувані моделі:

1) модель IPCC, запропонована МГЕЗК [6];

2) модель LandGEM (Landfill Emission Gas Model – LandGEM), розроблена Агентством з охорони довкілля США (U.S. EPA) [15].

В Україні використовуються модифіковані варіанти цих моделей, адаптовані до місцевих умов. Так, оцінка емісії метану з місць захоронення ТПВ при складанні Національного Кадастру проводиться за Національною багатокомпонентною моделлю на основі методу згасання першого порядку третього рівня деталізації (далі – Національна модель). Ukraine LFG Model – це адаптований до українських умов варіант моделі LandGEM, яка проводилася у рамках програми U.S. EPA's Landfill Methane Outreach Program.

Як відзначалося вище, біогаз з місць захоронення ТПВ може бути як вторинним матеріальним ресурсом, так і джерелом забруднення атмосфери. У першому випадку, при оцінці об'ємів утворення біогазу-ресурсу, більше орієнтуються на конкретний об'єкт – полігон або звалище ТПВ. Оцінку емісії ПГ проводять відносно територій, на яких розташовується сукупність місць захоронення ТПВ. Національна і IPCC моделі визначають масу лише метану, так званий “метановий потенціал”.

Отже, використовуючи моделі [6; 15; 16], можна оцінити:

1) метановий потенціал регіону як кількість метану, яка надходить до атмосфери від усіх місць захоронення відходів, розташованих на цій території;

2) метановий потенціал конкретного об'єкту захоронення ТПВ.

Модель LandGEM переважно орієнтована на об'єкт, а модель IPCC і Національна модель – на територію. Критичний аналіз моделей і адаптація їх до регіональних умов (на прикладі Одеської області) приведені в роботі [9]. Відмітимо, що Національна модель представляється найбільш опрацьованою і універсальною, може бути використана як для певного місця поховання, так і для територій регіонального і національного рівня організації.

Слід зазначити, що розрахункові значення емісії метану вищі за реальні (у 2 – 5 разів за даними [7]), які значною мірою визначаються складом відходів, технічними особливостями їх захоронення і експлуатації системи збору біогазу. До того ж, реально можливо відібрати не більше 70 % генерованого в тілі полігону біогазу [5].

Морфологічний склад депонованих ТПВ є основним фактором, який визначає утворення біогазу в тілі полігону. До компонентів, які містять біодоступний вуглець, відносять: папір і картон, харчові і садово-паркові відходи, деревину, текстиль, а також шкіру, гуму і засоби особистої гігієни. Усі вони розрізняються за вмістом біодоступного вуглецю (DOC_j), швидкості розкладання і продукції метану (k_j) і вмісту в загальній масі ТПВ (MWS_j) (табл. 6.25). Наприклад, харчові відходи з найменшим вмістом біодоступного вуглецю, розкладаються найшвидше. А такий компонент, як деревина, розкладатиметься повільніше, але, у підсумку, продукує більше метану, аніж харчові відходи.

Характеристика компонентів ТПВ, що здатні до біорозкладання

№	Компонент	DOC _i , тС/тТПВ	K _i , год. ⁻¹)		MWS _i , %	
			національний рівень	регіональний рівень	національний рівень	регіональний рівень
I	Папір та картон	0,40	0,048	0,024	14,6	15,0
II	Текстиль	0,24	0,048	0,024	4,0	3,0
III	Харчові відходи	0,15	0,110	0,120	33,1	27,5 (35)
IV	Деревина	0,43	0,024	0,012	1,7	2,5 (2,0)
V	Садово-паркові відходи	0,2	0,07	0,06	3,8	3,0 (10,0)
VI	Засоби особистої гігієни	0,24	0,048	0,120	1,1	–
VII	Шкіра, гума	0,39	0,048	0,012	1,7	1,9 (2,0)

¹⁾ дані регіонального рівня – дані для Одеської області [9]

Джерело: довідкові дані з [1, 14 – 16]

При розрахунках величини біогазового потенціалу ми рекомендуємо спиратися на регіональні значення відповідних параметрів, особливо – на дані щодо морфологічного складу ТПВ, які характеризуються значною варіабельністю, але саме вони, в основному, визначають величину генерації біогазу (відповідно до моделей газоутворення [6; 15; 16]). Приведені дані (табл. 6.25) дозволяють обґрунтувати інші моделі системи поводження з ТПВ, коли частина відходів використовується в якості вторинних матеріальних ресурсів, отже, не видаляється на звалища і полігони. Загально визнано, що захоронення є найменш ефективним і найменш привабливим варіантом поводження з ТПВ, то необхідно створити необхідні умови для розвитку другого напрямку, коли біогаз виробляють шляхом зброджування частини ТПВ в спеціальних установках. Для забезпечення біогазових установок сировиною необхідно здійснити перехід від валового збору ТПВ, коли усі відходи, без розділення на складові, розміщуються в контейнерах, до роздільного збору або, краще, до диференціації потоків ТПВ.

Авторами розроблена концепція поводження з ТПВ (далі – Концепція), яка дозволяє реалізувати принцип диференціації потоку ТПВ і досягти рівня “нульових відходів” [8]. Відповідно до цієї Концепції, загальний потік відходів в місці утворення розподіляється на такі потоки:

- 1) органічні речовини, що легко розкладаються;
- 2) потенційні вторинні матеріальні ресурси, в т. ч. інертні мінеральні великогабаритні відходи;
- 3) небезпечні відходи.

Принцип диференціації потоків ТПВ реалізується наступним чином. На початковому етапі життєвого циклу ТПВ необхідно забезпечити відділення потоку органіки, що легко розкладається, в момент її утворення. Потік потенційних вторинних матеріальних ресурсів розподіляється за складовими, а потік небезпечних відходів виділяється із загального потоку ТПВ за допомогою організації адресного збору компонентів. Для кожного з представлених потоків розроблені принципи управління та поводження, що дозволяють мінімізувати видалення відходів [8; 9]. Перевагою Концепції є те, що, відділяючи органічну фракцію, яка легко розкладається, із загального потоку ТПВ у момент утворення, ми тим самим підвищуємо ресурсну цінність як потоку вторинних матеріальних ресурсів, так і забезпечуємо екологічну чистоту продуктів біохімічної переробки органічних відходів, що легко розкладаються.

Для попередження зниження якості вторинних матеріальних ресурсів відділення органічної компоненти повинно відбуватися в мінімально короткі терміни після її утворення. Можливі три варіанти досягнення необхідної умови:

- 1) відділення органічних відходів, що легко розкладаються, від загального потоку відбувається у момент утворення цієї фракції за допомогою її подрібнення в диспозері з подальшою переадресацією в систему каналізації (висотні будинки і будинки підвищеної комфортності, об'єкти міської інфраструктури);

- 2) вилучення органічних відходів, що легко розкладаються, здійснюється за рахунок компостування, зброджування та/або вермікультування за місцем утворення (будинки приватного сектора);

- 3) виділення органічної фракції із загального потоку ТПВ проводиться шляхом організації “роздільного збору” за місцем утворення з переадресацією на підприємства по промислому виробництву біоорганічної продукції (для будь-якого типу селітебного району, але найбільш доцільне в районах типової забудови) [8].

Для потоку відділеної в момент утворення органічної фракції, що легко розкладається, розроблений спосіб комплексної утилізації, при якому її піддають послідовній обробці: анаеробній ферментації з отриманням біогазу і твердого продукту, а отриманий твердий продукт піддають аеробному компостуванню [12]. Технологічна схема реалізації цього способу утилізації органічних відходів представлена на рис. 6.19. Додатковим джерелом органічної сировини можуть бути промислові органічні відходи, що легко розкладаються (наприклад, від харчової промисловості), сільськогосподарські відходи і осади із загальноміських очисних споруд.

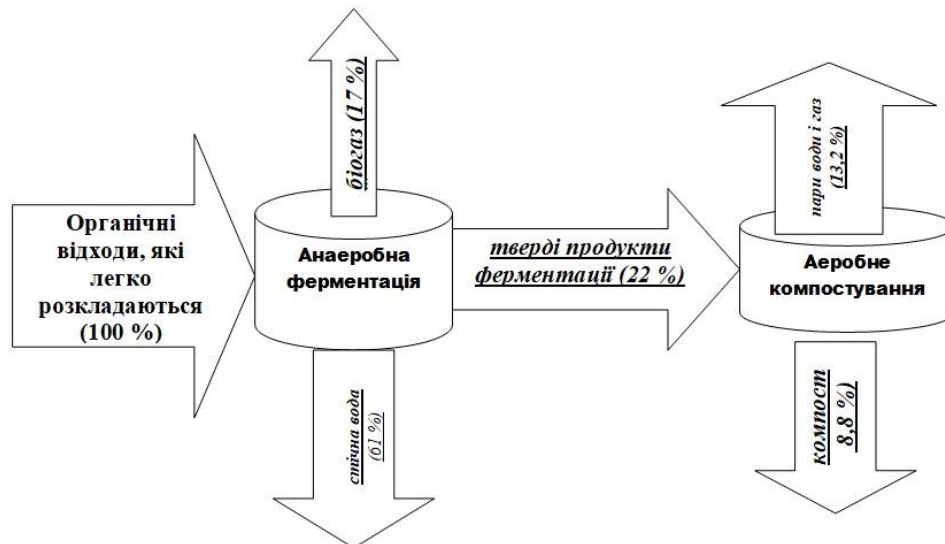


Рис. 6.19. Схема комплексної утилізації органічних відходів
Джерело: авторська розробка (патент на корисну модель [12])

Диференціація потоку ТПВ дозволить більш ефективно використати біогазовий потенціал відходів. В якості прикладів, що ілюструють різні моделі поводження з ТПВ з точки зору оптимізації біогазового потенціалу відходів, розглянемо два варіанти і порівняємо їх з базовим методом поводження – видаленням усіх відходів на звалища і полігони (рис. 6.19). Кількісні оцінки моделей поводження з ТПВ виконані на прикладі Одеської області, яка є однією з найбільших областей України, за чисельністю населення займає 15 місце. Як показали проведені дослідження [10], проблема неефективного поводження з відходами є актуальною для Одеської області, де майже весь обсяг утворених відходів підлягає видаленню в спеціально відведених місцях. На сьогодні в Одеській області утворюється близько 5,6 млн. м³ ТБО, а це 9 % від загального об’єму утворюваних відходів в Україні. У південному регіоні Одеська область є найбільш великим “утворювачем” ТПВ. Загальна кількість полігонів і звалищ в 2016 р. склала 608 площею 1274,9 га. Найбільший полігон області, що обслуговує Одеську агломерацію, – Дальницькі кар’єри – входить в сімку найбільш небезпечних полігонів ТПВ України.

В Одеській області є основа для створення ефективної системи поводження з ТПВ: існують організації по утилізації вторсировини, розроблена інтерактивна карта розташування міських пунктів прийому вторсировини і предметів, які вимагають особливої утилізації “Куди здати відходи” і т.п. Розроблена основа для ефективного управління і поводження з ТПВ – Програма поводження з ТПВ в Одеській області на 2013 – 2017 рр. Основними напрямками цієї Програми були: 1) будівництво нових полігонів (близько 40); 2) роздільний збір; 3) впровадження смітесортувальних комплексів; 4) будівництво заводів по переробці ТПВ (м. Ізмаїл, м. Котовськ). Але через відсутність фінансування програма не була реалізована. Нині розробляється новий проект Програми поводження з ТПВ в Одеській області на 2018 – 2022 рр.

Розрахунки утворення метану виконані за Національною моделлю з використанням уточнених даних по морфологічному складу ТПВ Одеської області [1] та інших параметрів [9]. Оцінка утворення метану та інших продуктів виконана для маси ТПВ, що утворюється за рік, і не враховує захоронення відходів за попередні роки. Відповідно до Звіту [1], в Одеській області в 2016 р. утворилося 922000 т ТПВ, з них 544,6 тис. т було захоронено на Дальницьких кар’єрах.

Перший варіант поводження з ТПВ (рис. 6.20, а) полягає в розміщенні усієї маси відходів на звалищах і полігонах. Як бачимо, в наступному 2017 р., з цієї маси в атмосферне повітря виділиться 1,6 тис. т метану.

Другий варіант (рис. 6.20, б) полягає в облаштуванні системи збору біогазу на полігоні Дальницькі Кар’єри. При цьому враховуємо, що максимально можлива кількість зібраного метану не перевищує 70 %.

Отже, розміщення річної маси відходів на полігоні забезпечить отримання приблизно 900 т метану за 2017 р. Якщо врахувати, що полігон експлуатується з 1968 р., то реальний об’єм метану, який можна отримати, буде на порядок вище. Більш детальні розрахунки не проводилися.

Третій варіант (рис. 6.20, в) полягає в реалізації Концепції на території Одеси, а також Біляївського, Овідіопольського і Білгород-Дністровського районів. Вибір цих районів обумовлений значними об’ємами відхідної “сировини” – за 2016 р. тут було згенеровано 581490 т ТПВ.

На початковому етапі впровадження Концепції, з компонентів ТПВ, які містять біодоступний вуглець (табл. 6.25) найбільш реально виділити і використати харчові, садово-паркові відходи і деревину, які можна розглядати в якості сировини для компостування. Припустимо, що рівень їх вилучення із загального потоку складе 100 %.

Отже, виключаючи харчові відходи із загального потоку ТПВ, отримаємо незабруднений потік вторинних матеріальних ресурсів, одним з компонентів якого є папір і картон, що характеризуються найбільшим вмістом біодоступного вуглецю. Відомо, що близько 15 % макулатури не придатні для переробки, отже, мають бути переспрямовані на полігони і звалища або для виробництва компосту. Припустимо, що достатньо повно утилізували шкіра, гума і текстиль.

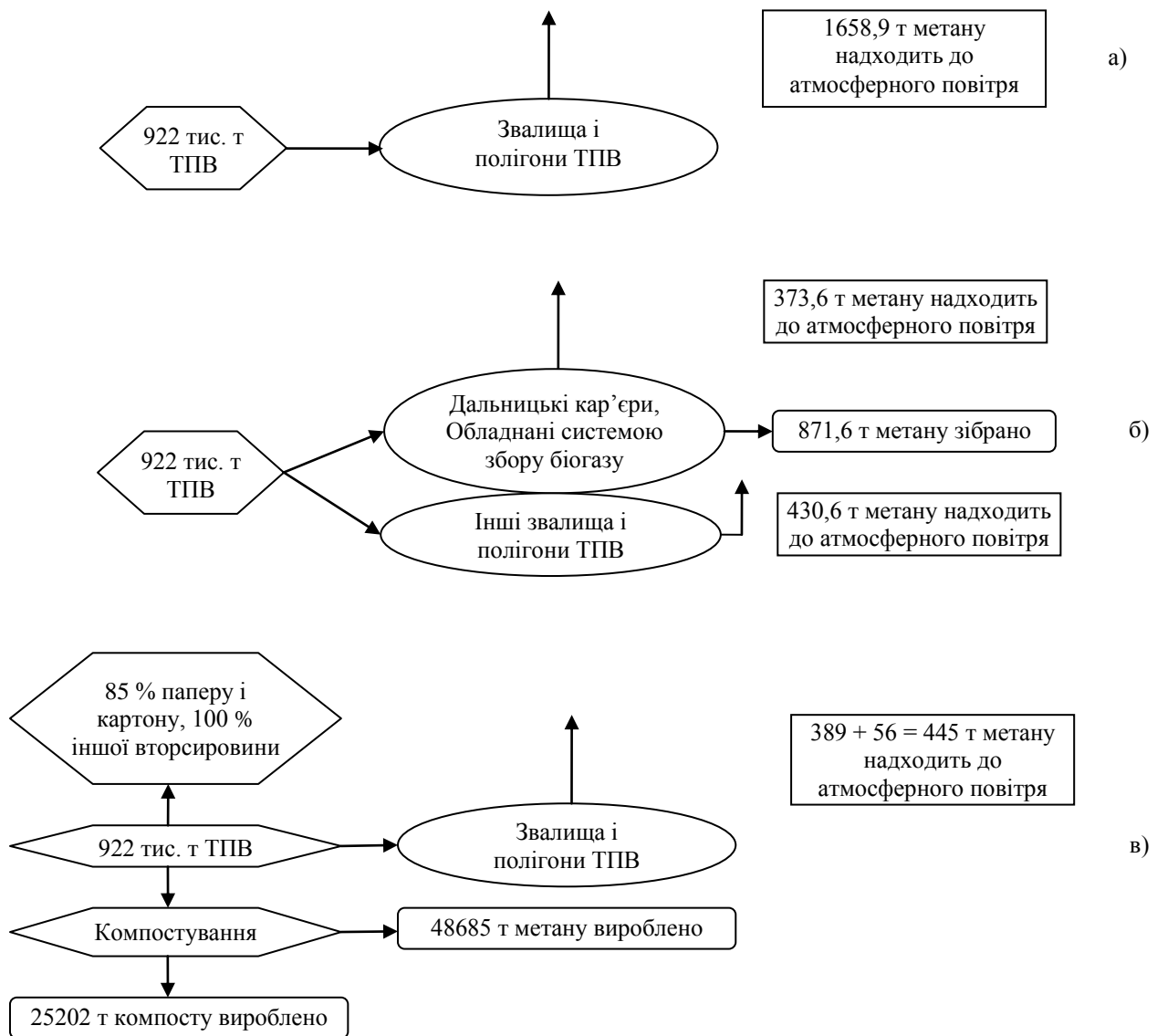


Рис. 6.20. Моделювання емісії метану за різних варіантів поводження з ТПВ (Одеська область)
Джерело: авторська розробка

Маса харчових і садово-паркових відходів, а також некондиційної макулатури, які подаються на комплексну утилізацію за способом складе 286383,8 т. Переробивши ці відходи, отримаємо близько 25 тис. т компосту і 48 тис. т біогазу. З компонентів, що містять біодоступний вуглець, на захоронення спрямовуються лише засоби особистої гігієни. За рахунок цього на Дальницьких кар'єрах і звалищах Овідіопольського, Біляївського і Білгород-Дністровського районів утворюється 56 т метану за перший рік розміщення річної маси цих відходів. На звалищах інших районів області, де не реалізується Концепція і відбувається захоронення загального потоку ТПВ, за перший рік розміщення виділиться 389 т метану (від річної маси відходів).

Представлена модель (рис. 6.20, в) дозволяє оцінити кількість отриманих товарних продуктів з органічної вторсировини – компосту і біогазу, а також емісію ПГ внаслідок неможливості залучення деяких видів відходів у вторинну переробку. Модель (рис. 6.20, в) не враховує такі фактори:

- 1) глибину сортування і переробки окремих видів вторсировини, що залежить від готовності населення та наявності комплексів з переробки і утилізації відходів;
- 2) наявність відходів зі змішаних матеріалів, що потребують розділення на складові (наприклад, полімер і шкіра);

3) вторинні ефекти, що виникають внаслідок здійснення збору і переробки, – це емісія ПГ, пов’язана з витратою енергії на транспортування і переробку, відвернення викидів ПГ при роботі на вторинній сировині тощо.

Врахування всіх цих факторів, безумовно, зменшить вихід корисних продуктів.

У табл. 6.26 приведена оцінка вільного (у вигляді ПГ) і локалізованого (у вигляді енергоресурсу) виділення метану за різних варіантів поводження з відходами (рис. 6.20). Для розрахунку заміни котельного палива біогазом використаний множник 0,95 [2].

Таблиця 6.26

Оцінка метанового потенціалу варіантів поводження з ТПВ

Показники	1-й варіант (рис. 9.20, а)	2 варіант (рис. 9.20, б)	3 варіант (рис. 9.20, в)
Емісія ПГ			
Емісія метану, тCO ₂ -екв.	34837	16888	9345
Отриманий біогаз			
Обсяг, м ³	–	726,3 (14876) ¹⁾	40570,8
Обсяг заміни котельного палива, м ³	–	690,0	38542,3

¹⁾ загальний обсяг метану за 50 років

Джерело: розрахунки авторів

Як видно з даних табл. 6.26 і рис. 6.20, впровадження Концепції дозволить максимально використати ресурсний потенціал компонентів ТПВ, що містять біодоступний вуглець. Значно більше біогазу можна отримати у разі відділення і подальшої комплексної утилізації компостованих компонентів ТБО – ця величина в 55 разів вища, ніж при видобутку біогазу з полігону ТПВ (за перший рік генерації) і в 2,7 разів вища за сумарний об’єм згенерованого за 50 років газу.

Отже, отримання біогазу в штучних умовах дозволяє набагато швидше і повніше отримати загальний обсяг метану, який утворюється при анаеробному розкладанні органічних речовин.

Впровадження Концепції дозволить значно підвищити можливості використання біогазового потенціалу ТПВ і додатково отримати високоякісні вторинні матеріальні ресурси, не забруднені харчовими відходами, і компост, вироблений лише з органічних відходів, отже, високої якості. Все це ілюструє перевагу Концепції перед традиційним роздільним збиранням.

6.9. Використання концентрованих відходів тваринницьких ферм для отримання біогазу

© Бублієнко Н. О.

*к.т.н., доцент, доцент кафедри екології та збалансованого природокористування,
Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна*

© Семенова О. І.

*к.т.н., доцент, завідувач кафедри екології та збалансованого природокористування,
Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна*

© Сулейко Т. Л.

*асистент кафедри біотехнології і мікробіології,
Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна*

Сталий соціально-економічний розвиток будь-якої держави, в тому числі й України, має супроводжуватись створенням та гарантуванням безпечного стану довкілля для життєдіяльності як суспільства, так і кожної пересічної людини, спираючись на систему правових приписів, яка базувалась би на гуманістичних та демократичних ідеях та принципах міжнародного права.

На сучасному етапі розвитку суспільних відносин в Україні питання щодо управління в галузі охорони довкілля, раціонального природокористування та забезпечення екологічної безпеки користується підвищеним інтересом з огляду на кризові екологічні показники в державі [1]. У цьому контексті взаємовідносини між сучасним виробництвом і природою виходять на новий рівень сприйняття. Ці взаємовідносини стосуються виробництва, розподілу, споживання та, особливо, утилізації відходів.

Сьогодні мало просто забезпечити виробництво необхідною суспільству кількістю продукції – відходи, що утворюються при виробництві цієї продукції повинні бути раціонально використані з досягненням найбільшого економічного, екологічного та соціального ефекту [2].

Кінцевою метою раціонального природокористування повинно бути максимальне залучення у виробництво сировини: чим менша відходоємність виробництва, тим вищий рівень розвитку продуктивних сил, тим більш економічно ефективно працює виробництво.

Так, у результаті розвитку агропромислового комплексу України виникають питання не тільки переробки сировини, але й утилізації відходів. І особливо гостро це питання стоїть щодо утилізації