

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Леонід ПЛЯЦУК
(підпис)

_____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр
зі спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
освітньо-професійної програми «Технології захисту навколишнього
середовища»
на тему:

ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ
ВІДХОДІВТВАРІННИЦТВА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ
БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Здобувача групи ТС-01 Веселовського Ярослава Євгеновича

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

_____ Ярослав Веселовський
(підпис)

Керівник – старший викладач кафедри екології
та природозахисних технологій,
кандидат технічних
наук, доцент

_____ Ірина Васькіна
(підпис)

Суми – 2024

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ ____ ” _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Студентові _____ Веселовському Ярославу Євгеновичу _____ Група ТС-01

1. Тема кваліфікаційної роботи: Оцінка техногенного впливу на довкілля відходів тваринництва при застосуванні біогазових технологій.

2. Вихідні дані:

3. Перелік обов'язкового графічного матеріалу:

- Відходи сільського господарства за регіонами України.

- Схема переробки органічних відходів на біогазових установках

- Схеми фермерської біогазової установки з газгольдером, ручною та механічною підготовками, пневматичним завантаженням і перемішуванням сировини, з підігрівом її у реакторі.

4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
1	Літературний огляд	+	+				
2	Аналіз проблеми			+			
3	Оброблення результатів				+		
4	Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях					+	
5	Оформлення роботи						+

Дата видачі завдання – 03.04.2024

Керівник _____

старший викладач, доцент, к.т.н.
Васькіна Ірина Валеріївна

АНОТАЦІЯ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра.
Робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, переліку джерел посилання, який містить 24 найменувань. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 49 сторінок, у тому числі 6 таблиць, 7 рисунків, перелік джерел посилання 3 сторінок.

Мета роботи – дослідження впливу на довкілля відходів тваринництва при застосуванні біогазових технологій.

Для досягнення поставленої мети визначено такі *завдання*:

- провести аналіз стоків тваринницьких ферм та утворення навозу, кількісний і якісний склад відходів та їх вплив на різні компоненти довкілля;
- провести аналіз технологій поводження з відходами тваринництва;
- дослідити конструкційні особливості біогазової установки;
- розрахувати зменшення впливу на довкілля за рахунок переробки відходів на біогаз та вихід біогазу з відходів тваринництва;
- навести перелік заходів щодо охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження: відходи тваринництва (гній, послід).

Предмет дослідження: переробка відходів тваринництва із застосуванням біогазових технологій

Методи дослідження: літературний огляд, аналітичний огляд, критичний аналіз, статистична обробка даних.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1 ВПЛИВ ТВАРИННИЦТВА НА ДОВКІЛЛЯ.....	5
1.1 Аналіз стоків тваринницьких ферм та утворення навозу.....	5
1.2 Статистична інформація про кількість стоків та утворення навозу в Україні та, зокрема, у Сумській області.....	11
1.3 Агрофірми, що займаються тваринництвом та управлінням відходами у Сумській області.....	15
1.4 Якісний склад відходів тваринництва та його вплив на різні компоненти довкілля.....	18
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ТВАРИННИЦТВА ТА БІОГАЗОВА УСТАНОВКА.....	20
2.1 Складування відходів тваринництва.....	20
2.2 Внесення в якості органічного добрива.....	23
2.3 Компостування відходів тваринництва.....	24
2.4 Переробка на біогаз.....	25
2.4.1 Технологічна схема біогазової установки	28
2.4.2 Огляд різних конструкцій біогазових установок.....	29
РОЗДІЛ 3 ЗМЕНШЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА ШЛЯХОМ ПЕРЕРОБКИ НА БІОГАЗ	33
3.1 Дослідження виходу біогазу з відходів тваринництва на прикладі.....	33
3.2 Розрахунок зменшення впливу на довкілля за рахунок переробки відходів на біогаз.....	34
3.3 Економічна ефективність запропонованого рішення	38
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	42
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47

	Підп. і дата		Підп. і дата
	Взаєм. інв. №		Інв. № дубл.
Інв. № подл.			

ТС 20510013

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		Літ.	Аркуш	Аркушів
		Веселовський			Оцінка техногенного впливу на довкілля відходів тваринництва при застосуванні біогазових технологій			
		Васькіна					4	49
		Батальцев				СумДУ, ф-т ТеСЕТ гр. ТС-01		
		Пляцук						

ВСТУП

В сучасних умовах складного стану енергетичної галузі, все більшого розмаху набуває застосування енергозберігаючих технологій та використання альтернативних джерел енергії, здатних забезпечити енергетичну безпеку в умовах постійних обстрілів і атак на інфраструктурні об'єкти.

Вагомою складовою енергетичного потенціалу будь-якої країни є використання енергії біомаси, яка стає ефективною економічно вигідною галуззю, що може конкурувати з енергетикою на викопному паливі. Беручи до уваги міжнародні зобов'язання України згідно з Угодою про Асоціацію з ЄС, невпинний ріст цін на енергоресурси, а також тривалі військові дії та ворожі атаки на енергетичну інфраструктуру, все більше постає питання про використання саме альтернативних джерел енергії, які можна отримати з біомаси, тим паче Україна являється аграрною країною.

В Україні є незадіяний потенціал для виробництва власної енергії з відновлюваних джерел – переробка відходів тваринництва (гною тварин та посліду птахів) з утворенням біогазу, який потім можливо використовувати для виробництва електроенергії, тепла або палива – аналогів природного газу, тому тема роботи є надзвичайно актуальною у сучасних умовах.

Переробка екскрементів тварин для виробництва біогазу забезпечує часткове вирішення екологічних проблем та переваги у вигляді децентралізованого виробництва відновлюваної енергії, що може частково компенсувати дефіцит виробництва енергії та палива. Ратифікація Україною Паризької кліматичної угоди передбачає збільшення частки відновлювальних джерел енергії. Так, відповідно до «Енергетичної стратегії на період до 2030 року», частка відновлюваних джерел енергії у загальному обсязі енергоспоживання має досягнути 11% до 2030 року.

Свіжий гній та рідкі компоненти гною з тваринницьких ферм є забруднювачами довкілля, зокрема атмосфери (емісія парникових газів),

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

ТС 20510013

Арк

5

Вип Арк № докум. Підп. Дата

поверхневих та підземних вод, ґрунту. Сільськогосподарські культури є більш чутливими до свіжого гною, який забруднює ґрунтові води та повітряний басейн і створює сприятливе середовище для забруднення ґрунту шкідливими мікроорганізмами. У гною не припиняється біологічна активність хвороботворних мікроорганізмів і яєць гельмінтів, а насіння бур'янів, що містяться в гною, зберігає свої властивості. Для усунення цих негативних явищ необхідні спеціальні технології переробки гною, які підвищують концентрацію поживних речовин і водночас усувають неприємні запахи, пригнічують патогенні мікроорганізми і знижують вміст канцерогенів

Анаеробне зброджування гною та відходів у біогазових установках для виробництва біогазу є перспективним, екологічно чистим та економічно ефективним рішенням цієї проблеми.

У зв'язку з вищенаведеним, метою кваліфікаційної роботи є дослідження впливу на довкілля відходів тваринництва при застосуванні біогазових технологій.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

- провести аналіз стоків тваринницьких ферм та утворення навозу, кількісний і якісний склад відходів та їх вплив на різні компоненти довкілля;
- провести аналіз технологій поводження з відходами тваринництва;
- дослідити конструкційні особливості біогазової установки;
- розрахувати зменшення впливу на довкілля за рахунок переробки відходів на біогаз та вихід біогазу з відходів тваринництва;
- навести перелік заходів щодо охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження: відходи тваринництва (гній, послід).

Предмет дослідження: переробка відходів тваринництва із застосуванням біогазових технологій.

Методи дослідження: літературний огляд, аналітичний огляд, критичний аналіз, статистична обробка даних.

Підп. і дата	Підп. і дата
Інв.№дубл.	Взаєм.інв.№
Підп. і дата	Інв.№подел.

ТС 20510013

Арк

6

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

РОЗДІЛ 1
ВПЛИВ ТВАРИННИЦТВА НА ДОВКІЛЛЯ

1.1 Аналіз стоків тваринницьких ферм та утворення навозу

Однією з найбільших екологічних проблем на тваринницьких фермах є велика кількість гною та відходів, що утворюються в результаті тваринницької діяльності. Кількість тваринницьких ферм у всьому світі зростає з кожним роком. Україна не є винятком: у 2022 році в країні налічуватиметься близько 13 мільйонів голів великої рогатої худоби, 5,7 мільйона голів свиней та 1,5 мільйона курей [3].

Якщо кожна тварина великої рогатої худоби виробляє в середньому 10 кг гною на день, це означає 50 млн тон гною на рік; 1,5 млн курей виробляють понад 100 тонн гною на день. Загалом в Україні виробляється близько 500 000 тонн пташиного посліду на рік [12].

Поточна ситуація свідчить про повну відсутність належного управління побічними продуктами тваринництва. Через низькі штрафи для тваринницьких ферм та неефективний державний контроль фермери вносять гній на поля нерегульованим способом, не дотримуючись вимог щодо дозрівання, дезінфекції, стандартів та методів внесення в ґрунт, що призводить до забруднення ґрунту та води екскрементами худоби, поширення забруднення та неприємних запахів на сусідні будинки.

Побічні продукти тваринного походження, що належать до категорії II, включаючи гній, можуть бути безпосередньо спалені без попередньої обробки або піддані стерилізації під тиском після попередньої обробки та постійного маркування отриманого матеріалу. [12]

Незважаючи на прийняття цього законодавства, на практиці не відбулося значного поліпшення екологічних умов, і тваринницькі ферми продовжують забруднювати навколишнє середовище та питну воду, а також завдавати шкоди родючим ґрунтам через надмірне використання цих органічних добрив та

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

					ТС 20510013	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		7

недотримання умов дозрівання перед внесенням їх у ґрунт [9].

Вимоги до видалення, оброблення, зберігання, знезараження та розміщення місць видалення посліду худоби та птиці відносно житлової забудови викладені в Наказі Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів». [Інформація про правила видалення, зберігання, оброблення та використання гною з тваринницьких приміщень міститься у відомчому стандарті ВНТП-АПК-09.06 «Система видалення, оброблення, заготівлі та використання гною» за технічним проектом Міністерства аграрної політики України.

Відповідно до ВНТП-АПК-09.06 «Система видалення, обробки, підготовки та використання гною», введення в експлуатацію тваринницького об'єкта без організації та одночасної експлуатації системи видалення та підготовки гною до використання не допускається. Гній слід зберігати у прифермських або польових сховищах секційного типу, що мають не менше двох секцій. Регулярний контроль якості гною повинен здійснюватися санітарно-епідеміологічною службою (нині Держпродспоживслужба), а термін зберігання для всіх видів гною повинен становити 4-8 місяців (гній ВРХ) та 8-12 місяців (гній свиней), залежно від структури, вологості та технології зберігання [9].

Для підстилкового гною сховища можуть бути заглибленими, напівзаглибленими або наземними, мають бути прямокутної або круглої форми, огорожені та обладнані насосом для відкачування рідкого гною. Сховища для зберігання рідкого та напіврідкого гною повинні бути не більше 5 м завглибшки і не більше 12 м завширшки. На дні та на схилах повинні бути передбачені водонепроникні покриття. Криті сховища (заглиблені, напівзаглиблені або наземні) призначені для підстилкового гною. Гноєсховища для нерозділеного рідкого гною можна не використовувати на підприємствах з поголів'ям понад 12 000 свиней на рік, обладнаних гідравлічною системою видалення гною зі свинарника.

Для карантинування підстилки і твердих речовин використовують

Інв. № подел.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 20510013	Арк
						8
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

Твердий гній транспортується з майданчика за допомогою фронтальних навантажувачів або ланцюгових конвеєрів. Гній зберігається на відкритому повітрі або в закритому приміщенні на непроникній бетонній підлозі. Система зберігання може бути забезпечена бічними стінками для запобігання витоку рідкого вмісту. Зберігання твердого гною на непроникних поверхнях є найбільш поширеним у Європі. Зберігання гною на полях також поширене. У деяких країнах, таких як Данія, твердий гній повинен бути накритий і зберігатися на непроникних поверхнях (наприклад, бетонних). Часто використовують двоповерхові споруди, щоб рідкий вміст гною і дощова вода стікали у водозбірник, розташований нижче місця зберігання твердого гною [3].

Середній період зберігання гною в Європі становить шість місяців, хоча в деяких країнах, таких як Нідерланди, Данія, Німеччина, Фінляндія та Швеція, максимальний період зберігання становить 12 місяців. Період зберігання також залежить від клімату, регуляторних вимог, розподілу ризиків для землі, розміру ферми та кількості гною. За цей час відбуваються складні біохімічні процеси (наприклад, бродіння, ферментація), в результаті яких гній дезінфікується і перетворюється на гумус (органічне добриво). У такому вигляді він вноситься в ґрунт, кількість якого визначається на основі розрахунків поживного статусу гною та результатів лабораторних аналізів ґрунту. Середні норми в європейських країнах коливаються в межах 20-40 м³ на гектар [9].

В європейських країнах поширене анаеробне зброджування екскрементів тваринництва для отримання біогазу, який потім використовується для виробництва енергії. У Німеччині на біомасу припадає понад 90% виробництва біогазу: у 1999 році працювало близько 50 біогазових установок загальною встановленою потужністю близько 80 МВт; до 2014 року кількість установок перевищила 7 000 із загальною встановленою потужністю близько 3 000 МВт.

У 2010 році частка виробництва електроенергії з біогазу становила близько 12,8 млрд кВт-год, що відповідає приблизно 2,1% загального споживання електроенергії в Німеччині та 12,6% постачання електроенергії з відновлюваних

Підп. і дата	
Взаєм. інв. № Інв. № дубл.	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

					ТС 20510013		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			10

обсяг відходів з тканин тварин в Україні оцінюється в 0,9 млн т [18], що становить менше 2% розрахункового обсягу відходів з гною та посліду.

Таблиця 1.1 - Відходи сільського господарства України (тваринництво), 2022 р.

Область	Відходи тваринництва (гній, послід)						Усього відходів тис.т
	ВРХ		Свині		Птиця		
	тис.голів	відходи тис.т	тис.голів	відходи тис.т	тис.голів	відходи тис.т	
Вінницька	220,7	2207,0	245,6	736,8	37505,4	262,5	3206,3
Волинська	121,8	1218,0	270,4	811,2	7759,5	54,3	2083,5
Дніпропетровська	114,8	1148,0	342,5	1027,5	17763,0	124,3	2299,8
Донецька	55,3	553,0	454,6	1363,8	6104,9	42,7	1959,5
Житомирська	179,1	1791,0	126,6	379,8	7416,5	51,9	2222,7
Закарпатська	123,4	1234,0	248,8	746,4	3572,8	25,0	2005,4
Запорізька	78,4	784,0	187,8	563,4	4952,2	34,7	1382,1
Івано-Франківськ	128,2	1282,0	304,6	913,8	4908,4	34,4	2230,2
Київська	108,4	1084,0	519,7	1559,1	31387,7	219,7	2862,8
Кіровоградська	82,0	820,0	213,5	640,5	5481,0	38,4	1498,9
Луганська	45,0	450,0	45,5	136,5	931,4	6,5	593,0
Львівська	157,3	1573,0	332,4	997,2	9914,9	69,4	2639,6
Миколаївська	86,9	869,0	77,6	232,8	2453,2	17,1	118,9
Одеська	145,7	1457,0	150,4	451,2	2624,5	18,4	1926,6
Полтавська	209,8	2098,0	273,7	821,1	5388,2	37,7	2956,8
Рівненська	105,5	1055,0	235,5	706,5	7266,6	50,9	1807,4
Сумська	137,2	1372,0	111,7	335,1	5310,0	37,2	1744,3
Тернопільська	138,9	1389,0	298,9	896,7	5197,2	36,4	2322,1
Харківська	164,6	1646,0	200,7	602,1	8151,8	57,1	2305,2
Херсонська	80,7	807,0	97,6	292,8	5703,4	39,9	1139,7
Хмельницька	221,3	2213,0	312,2	936,6	8157,3	57,1	3206,7
Черкаська	152,9	1529,0	334,8	1004,4	25261,6	176,8	2710,2
Чернівецька	76,9	769,0	44,5	133,5	3726,1	26,1	928,6
Чернігівська	157,2	1572,0	195,0	585,0	3548,2	24,8	2181,8
разом	3092,0	30920,0	5727,4	17182,2	220485,8	1543,4	49 645,6

Для картографічного зображення обсягів утворення відходів сільського господарства за регіонами України здійснено групування їх з використанням формули Стерджесса. За річним розрахунковим обсягом утворення відходів виділено п'ять груп регіонів [9]:

I група – Полтавська (13,229 млн т) і Вінницька (13,002 млн т) області;

II група – Дніпропетровська (10,647 млн т), Чернігівська (10,537), Черкаська (10,441), Кіровоградська (10,338), Харківська (10,330) і Київська (9,686

Підп. і дата
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№поодл.

ТС 20510013

Арк

13

Вип Арк № докум. Підп. Дата

млн т) області;

III група – Сумська (9,378 млн т), Хмельницька (9,337), Одеська (7,876), Запорізька (7,038), Житомирська (6,681), Тернопільська (6,262) і Миколаївська (5,827 млн т) області;

IV група – Херсонська (5,587 млн т), Донецька (5,461), Львівська (4,963), Волинська (3,969), Рівненська (3,947) і Луганська (3,867 млн т) області;

V група – Івано-Франківська (3,366 млн т), Закарпатська (2,552) і Чернівецька (1,861 млн т) області. Отримані результати картографування відображені на рис. 1.1.

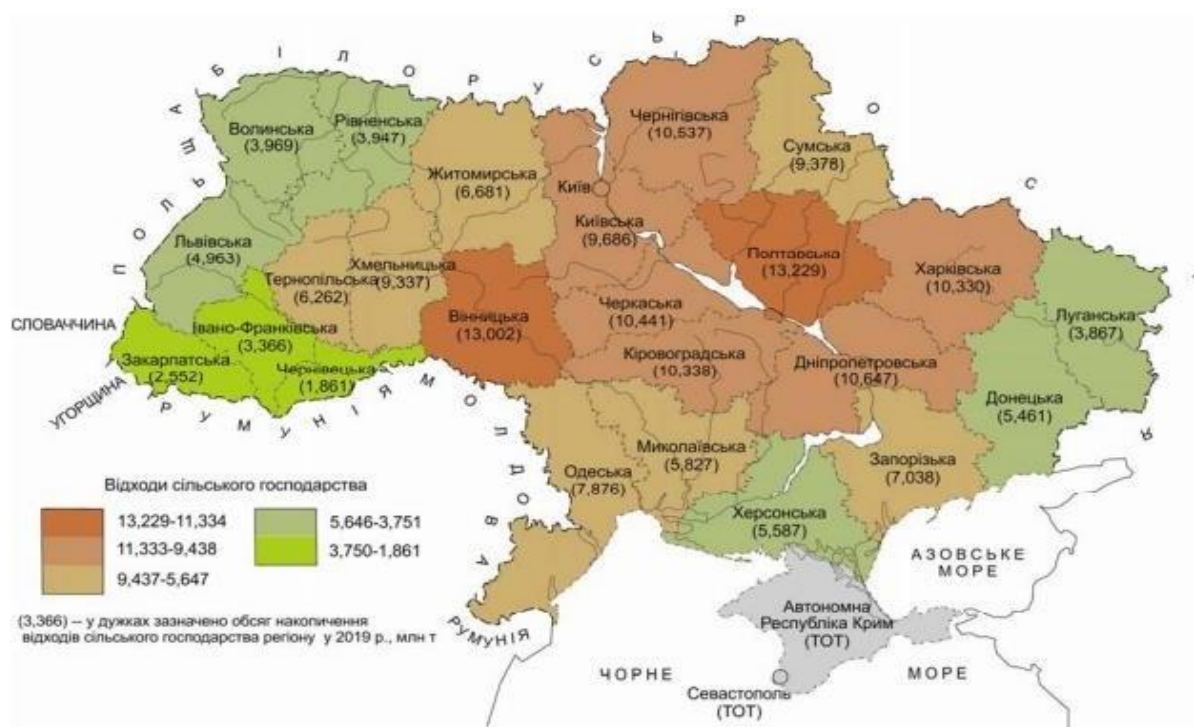


Рисунок 1.1 - Відходи сільського господарства за регіонами України

Видове різноманіття відходів сільського господарства потребує диференційованого розгляду питань поводження з ними. У Законі України «Про відходи» поводження з відходами визначається як дії, спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, сортування, зберігання, оброблення та перероблення й утилізацію (рециклінг), видалення, знешкодження і захоронення, включно з контролем за цими операціями та наглядом за місцями видалення. Рециклінг як повторне корисне використання є

Підп. і дата
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.
Підп. і дата
Інв.№подл.

одним з першорядних завдань у поводженні з відходами. Його можливості зумовлюються особливостями складу відходів [3].

1.3 Агрофірми, що займаються тваринництвом та управлінням відходами у Сумській області

Департаментом агропромислового розвитку Сумської обласної державної адміністрації, районними державними адміністраціями вживалися заходи по забезпеченню виконання запланованих показників галузі тваринництва в 2022 році [18].

Протягом року вироблено 67,9 тис. тонн м'яса (+2,1% до 2015 року та 101,3% до плану), 414,3 тис. тонн молока (-0,8%, 98,6% до плану), 400,6 млн. штук яєць (-3,6%, 93,4% до плану).

Станом на початок 2022 у всіх категоріях господарств утримується 159,9 тис. голів великої рогатої худоби, в тому числі 83,1 тис. голів корів. поголів'я свиней становить 117,9 тис. голів, овець та кіз – 48,8 тис. голів, птиці – 4 518,7 тис. голів[8].

В усіх категоріях господарств збільшилось поголів'я великої рогатої худоби на 11 тис. голів, у тому числі корів – на 0,5 тис. голів, овець та кіз – на 9,6 тис. голів. В об'єкти галузі тваринництва вкладено 103,6 млн. гривень, зокрема найбільші з них: будівництво доїльної зали на 600 голів корів у ФГ «Віталія» Буринського району (інвестиційна вартість – 15 млн. гривень), реконструкція тваринницького приміщення для утримання 100 голів ВРХ у ТОВ «Вітчизна» (45,6 млн. гривень) та молочнотоварної ферми для утримання 400 голів корів у ТОВ АФ «Козацька» (40 млн. гривень) Конотопського району, тваринницьких приміщень для утримання 200 голів корів у ПСП «Онікс» (4 млн. гривень) та ТОВ «Контакт плюс» (3 млн. гривень) Шосткинського району, молочнотоварної ферми у ПСП «Комишанське» Охтирського району (3 млн. гривень); капітальний ремонт приміщення для утримання 150 голів телят у ТОВ «Довіра2008» (2,9 млн.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

ТС 20510013

Арк

15

Вип. Арк. № докум. Підп. Дата

гривень) та пташника на 30 тис. голів у ТОВ «Пташине подвір'я» (3 млн. гривень) Недригайлівського району.

Сучасний світ наразі переживає бум так званого екологічного стилю життя, в основі якого лежить турбота про здоров'я, захист природи і прагнення до всього натурального. Еко-бум, який з кожним днем все більше і більше захоплює Америку та країни Європи, потихеньку приходить і в Україну [12].

Останнім часом ми стали не лише серйозніше ставитися до довкілля, ай приділяти особливу увагу своєму стилю життя, харчуванню. І те, що екостиль вже докотився до нашої держави, зовсім не випадково. Адже наукові відкриття екологів змушують серйозно задуматися над тим, чи правильно ми живемо. Медики стверджують, що більше половини шкідливих речовин потрапляє в організм сучасної людини разом з їжею: гербіциди та пестициди ми споживаємо разом з молоком, м'ясом, хлібом. Поступово накопичуючись, ці речовини сприяють розвитку багатьох хвороб, викликаючи алергії та онкологічні захворювання [10].

Збільшення виробництва сільськогосподарської продукції впродовж останніх десятиріч досягнуто за рахунок інтенсифікації агротехнологій. Однак, надмірне інтенсивне та не завжди науково-обґрунтоване використання землі зумовило низку проблем, пов'язаних з деградацією ґрунтового покриву, забруднення навколишнього середовища, зниження якості продукції, що в кінцевому результаті призводить до погіршення здоров'я населення. Поряд з цим відбувається здорожчання виробничих ресурсів та посиленням вимог до якості сільськогосподарської продукції, що спонукає до розвитку та поширення альтернативного органічного сільського господарства [12].

Тому в умовах Сумщини необхідно розробляти ефективні органічні технології вирощування сільськогосподарських культур, які б гарантували високу якість вирощуваної продукції, зниження витрат енергетичних ресурсів та збереження родючості ґрунту й навколишнього довкілля.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 20510013

Арк

16

В області 7 підприємств мають сертифікати з органічного виробництва. ТОВ «Сумифітофармація» (м. Суми), ТОВ «Велесверміорганіка» (с. Голубівка Середино-Будського району), ФОП «Цвільов М.М.» (м. Ромни), СТОВ «Хлібороб» (м. Лебедин), ТОВ «Липоводолинський райснаб» (с. Подільки Липоводолинського району), ТОВ «СК-Агро» (с. Суха Грунь Липоводолинського району) та ОСГ «Марченко А.М.» (с. Клишки Шосткинського району) мають сертифікати відповідно до стандарту МАОС з органічного виробництва і переробки та ОСГ «Марченко А.М.» (с. Клишки Шосткинського району) має сертифікат НОП (США). Разом з цим два підприємства: ТОВ Агрофірма «ІНБЕРРІ» (м. Суми) та ФГ «Мрія-СК» (с. Токарі Сумського району) подали документи на сертифікацію.

З переходом на ринкові умови торгівлі з країнами Євросоюзу все більше аграріїв області вивчають досвід і застосовують технології виробництва органічної продукції. З метою забезпечення населення області продуктами харчування, що безпечні для здоров'я, та популяризації якісної продукції місцевих товаровиробників і підвищення її конкурентоспроможності Програмою розвитку агропромислового комплексу та сільських територій Сумської області на період до 2030 року, передбачено із обласного бюджету відшкодування суб'єктам господарювання витрат, пов'язаних з отриманням сертифікату на виробництво органічної продукції.

1.4 Якісний склад відходів тваринництва та його вплив на різні компоненти довкілля

За даними Всесвітньої продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (WFPO), на тваринництво припадає 18% викидів парникових газів, що більше, ніж на транспортний сектор [15]. На гній та екскременти припадає 7% загальних викидів закису азоту, одного з найнебезпечніших парникових газів [16]. Промислове тваринництво є одним з основних джерел викидів аміаку,

Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Підп. і дата	Інв. № покл.
	Інв. № дубл.		

					ТС 20510013		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			17

у лагунах (переважно відкритого типу – див. рис. 2.1-2.2).



Рисунок 2.1 – Лагуна відкритого типу для зберігання відходів тваринництва (джерело: <https://agropolit.com>)



Рисунок 2.2. – Накопичення та зберігання гною ВРХ фермі на відкритих майданчиках (джерело: <https://agropolit.com>)

Інв.№подел.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 20510013

Арк

22

обладнання і або спалюється безпосередньо в блочних ТЕЦ, або концентрується до біометану (очищеного біогазу), який використовується як заміник природного газу у виробничій зоні або подається в загальну газову мережу, зокрема, як транспортне паливо. Біометан може використовуватися як заміник природного газу у виробничих зонах або подаватися в загальну газову мережу, особливо як транспортне паливо.

Однак потенціал виробництва біогазу з анаеробного зброджування відходів тваринництва є набагато більшим. В Україні налічується 2,5 мільйона голів великої рогатої худоби, 7,9 мільйона свиней та 230,3 мільйона голів птиці. У перерахунку на відходи це становить 15 млн. м³ гною великої рогатої худоби, 166 млн. м³ свинячого гною та 175 млн. м³ пташиного посліду. З цих відходів можна виробляти від 2831 Нм³ до 4711 Нм³ біогазу на рік або від 179 млн. м³ до 282 млн. м³ біометану на рік [8].

Якщо порівняти оцінений потенціал тваринницьких екскрементів в Україні з потенціалом інших видів біомаси (Таблиця 2.1), то потенціал виробництва енергії з тваринницьких екскрементів в Україні може здатися невеликим.

Таблиця 2.1 - Енергетичний потенціал біомаси в Україні за різними розрахунками

Вид біомаси	Теоретичний потенціал, млн т. у. п. (за розрахунками БАУ)	Економічний потенціал, млн т. у. п./рік (за розрахунками БАУ)	Економічний потенціал, млн т. у. п./рік (за розрахунками НЕЦУ)
Біогаз із гною (або посліду)	1,6 млрд м ³ метану	0,97	1,6
Біогаз із полігонів ТПВ	0,6 млрд м ³ метану	0,26	0,3
Біогаз із стічних вод	1,0 млрд м ³ метану	0,27	0,2
Торф	-	0,4	0,6

Зокрема, за розрахунками Української біоенергетичної асоціації, економічний потенціал екскрементів тваринництва у п'ять разів вищий за економічний потенціал соломи зернових та у 4,5 рази вищий за потенціал

Підп. і дата	
Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 20510013	Арк
						26

відходів переробки кукурудзи. За іншими оцінками Національного екологічного центру України, економічний потенціал тваринницьких екскрементів у 3,5 рази вищий, ніж у соломи, і в 1,5 рази вищий, ніж у відходів кукурудзи [8]. У таблиці 2.2, представлено вихід біогазу та вміст метану, в залежності від виду відходів тваринництва

Таблиця 2.2 - Характеристики біогазового субстрату(дані лабораторії Екотехнологій, PULS)

Субстрат	Вихід біогазу (м ³ на 1т субстрату)	Середній вміст СН ₄ , (%)
Послід ВРГ	60.0	63
Гній свинячий	62.0	60
Послід птиці	115.0	60
Послід овець	96.0	66

Залежно від технології обробки, залишки бродіння з біогазових установок можна використовувати як добриво в сільському господарстві. Залишки бродіння є повноцінними добривами, і їхня дія подібна до дії мінеральних добрив. Хімічно вони набагато менш агресивні, ніж сировинні добрива, містять більше мінералізованого азоту і мають менший запах. Крім азоту, ферментні залишки містять значну кількість фосфору, калію, сірки та мікроелементів, які є легкодоступними для рослин (Таблиця 2.3). Склад поживних речовин у залишках бродіння широко варіюється залежно від використовуваного субстрату, але в середньому вміст азоту в залишках бродіння, на відміну від сирого гною та підстилки, становить 70%, тоді як вміст калію та фосфору зберігається на рівні 100%. Тому фермерам потрібно доповнити мінеральними добривами лише 30% вмісту азоту, тоді як калій і фосфор можна вносити у співвідношенні 1:1.

Використання залишків бродіння зменшує вплив попереднього циклу на навколишнє середовище, як з точки зору викидів парникових газів, так і з точки зору використання мінеральної сировини [10].

Інв.№поодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Таблиця 2.3 - Характеристики залишків бродіння

Показники	Залишки процесу бродіння
Суша маса	6,10%
Кислотно-лужний баланс	8,3
Органічна речовина (нітрати)	42 кг/т СМ
Азот	4,8 кг/т СМ
Амоній	2,9 кг/т СМ
Фосфор	1,8 кг/т СМ
Калій	3,9 кг/т СМ

Біогаз, вироблений шляхом анаеробного зброджування відходів тваринництва, можна використовувати для виробництва електроенергії та тепла, замінюючи викопні види палива, такі як вугілля, природний газ і нафта, які є основними джерелами викидів парникових газів.

2.4.1 Технологічна схема біогазової установки

Біогазові установки зазвичай являють собою закриті ємності, в яких органічні матеріали, такі як відходи або стічні води, ферментують при постійній температурі для виробництва біогазу [3].

Принцип роботи всіх біогазових установок однаковий. Сировина збирається і готується до необхідної вологості в спеціальних ємностях, а потім подається в реактор, де створюються умови для оптимізації процесу переробки сировини (рис.2.3.).

Підп. і дата	
Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.
Підп. і дата	
Інв. № покл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510013

Арк
28



Рисунок 2.3 – Схема переробки органічних відходів на біогазових установках

Процес виробництва біогазу та біодобрив із сировини називається ферментацією. Ферментація сировини відбувається завдяки активній життєдіяльності спеціальних бактерій. Під час ферментації на поверхні сировини утворюється кірка, яку необхідно зруйнувати шляхом перемішування сировини. Перемішування здійснюється вручну або за допомогою спеціального обладнання в реакторі, що сприяє виділенню біогазу, який утворюється з сировини [2,3].

Отриманий біогаз збирається після очищення і зберігається в газгольдері до моменту його використання. Біогаз транспортується по газових трубах від газгольдерів до місця його використання в побутових та інших приладах. Сировина переробляється в реакторі біогазової установки і перетворюється на біодобриво, яке виводиться через вихідний отвір і вноситься в ґрунт або використовується як кормова добавка для худоби.

Основні компоненти біогазової установки показані на рисунку 2.4. Сировина потрапляє в реактор з ферми за допомогою шнекового навантажувача, але завдяки мішалці тверді частинки не осідають. Газ, відокремлений від біосировини, накопичується в газгольдері [15]. Використаний біосубстратом газ відкачується спеціальним краном і може бути використаний як добриво.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

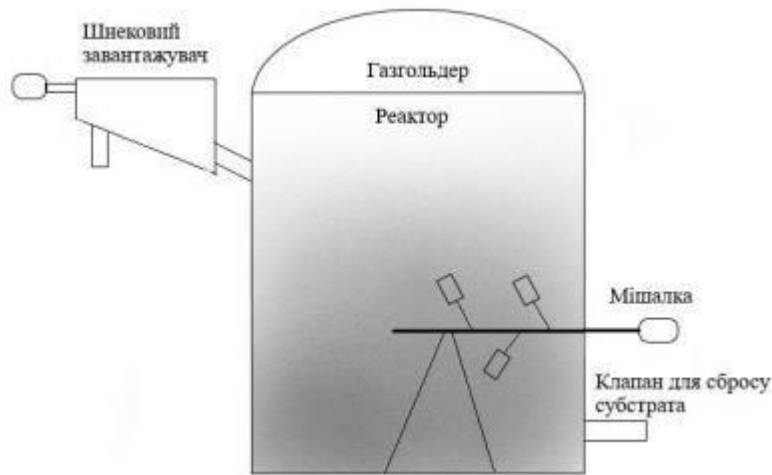


Рисунок 2.4 – Біогазова установка

2.1.1 Огляд різних конструкцій біогазових установок

Існують різні конструкції біогазових установок. Вони відрізняються способом подачі сировини, зовнішнім виглядом, конструктивними елементами та будівельними матеріалами [1,2,3,4]. Залежно від способу подачі сировини розрізняють установки періодичної та безперервної дії, з різною тривалістю ферментації та регулярністю подачі сировини.

Зовнішній вигляд установки залежить від способу накопичення та зберігання біогазу. Газ збирається в твердій частині над реактором, під гнучким куполом або в спеціальних газгольдерах, які встановлюються плаваючими або відокремленими від реактора.

Для малих і середніх фермерських господарств пропонується установка (рис. 2.5) з можливістю переробки від 0,3 до 1,5 тонн сировини на добу. Об'єми реакторів – від 5 до 25 м³.

Подача і перемішування сировини механізована і здійснюється за допомогою пневматичної системи. Сировина нагрівається в реакторі біогазової установки за допомогою теплообмінника з водогрійним котлом, що працює на біогазі. Трубопровід відведення сировини має відгалуження для рекуперації біодобрива у сховищі та для завантаження у транспортні засоби для транспортування на поле.

Інв.№лодл.	Підп. і дата
Взаєм.інв.№	Підп. і дата
Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510013

Арк

30

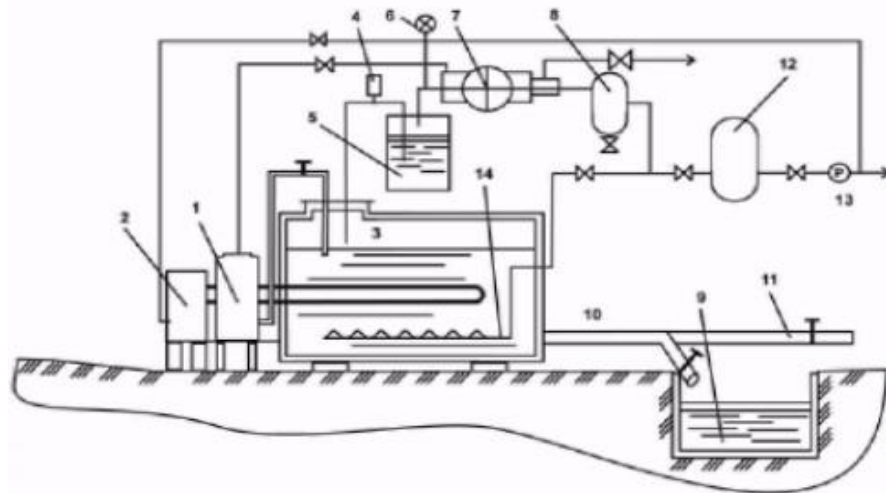


Рисунок 2.5. – Схема фермерської біогазової установки з газгольдером, ручною підготовкою і пневматичним завантаженням і перемішуванням сировини, з підгрівом сировини в реакторі 1 – бункер завантаження сировини; 2 – водонагрівальний казан, 3 – реактор; 4 – запобіжний клапан; 5– водяний затвор; 6 – манометр електроконтактний; 7 – компресор; 8 – ресивер; 9 – сховище для біодобрив; 10 – вивантаження сировини; 11 – відведення труби для завантаження в транспорт; 12 – газгольдер; 13 – редуктор газовий; 14 – перемішувачий пристрій.

Устрій цієї біогазової установки (рис. 2.5.) передбачає ручну підготовку і пневматичне завантаження сировини в реактор, частину виробленого біогазу використовується для підгріву сировини в реакторі. Перемішування проводиться біогазом.

Для середніх і крупних селянських господарств пропонується біогазова установка (рис. 2.6.), відмітною особливістю якої є наявність спеціальної ємкості для підготовки сировини, звідки вона подається за допомогою компресора в бункер завантаження, а потім, за допомогою стислого біогазу – в реактор установки [11].

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 20510013

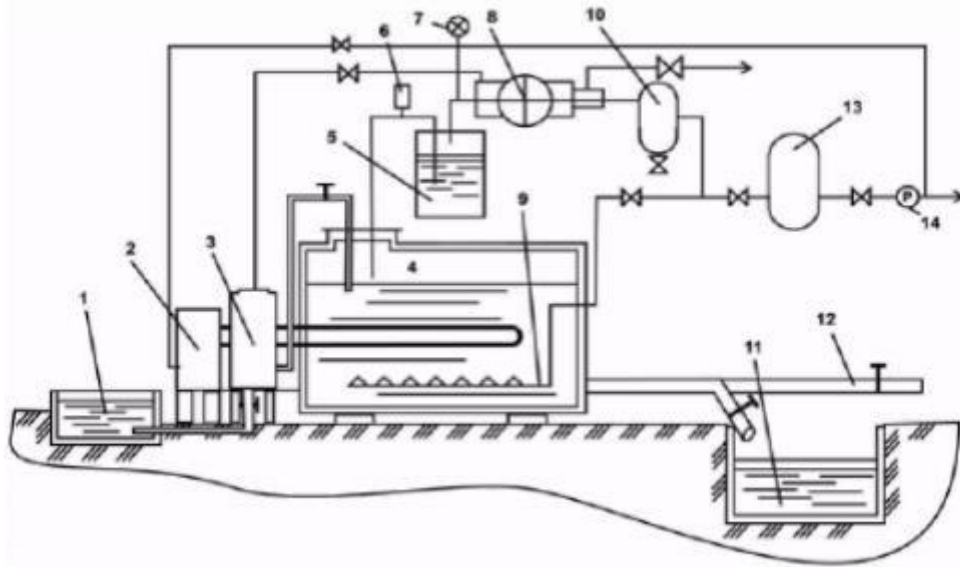


Рисунок 2.6. – Схема фермерської біогазової установки з газгольдером, механічною підготовкою і пневматичним завантаженням і перемішуванням сировини з підгрівом сировини в реакторі 1 – приймач гною; 2 – водонагрівальний казан; 3 – бункер завантаження; 4 – реактор; 5 – водяний затвор; 6 – запобіжний клапан; 7 – манометр електроконтактний; 8 – компресор; 9 – мішалка газова; 10 – ресивер; 11 – сховище для біодобрив; 12 – відведення труби для завантаження в транспорт; 13 – газгольдер; 14 – редуктор газовий.

Система опалення використовує частину виробленого біогазу. Установка обладнана автоматичним екстрактором біогазу та газгольдером для його зберігання. Система опалення дозволяє біогазовій установці працювати у всіх режимах ферментації. Видобуток біогазу здійснюється автоматично. Біогаз зберігається в газгольдері. Установка може працювати у всіх температурних діапазонах ферментації сировини [11].

Стабільна щоденна робота біогазової установки вимагає високого рівня дисципліни з боку обслуговуючого персоналу для отримання великої кількості біогазу та біодобрив і тривалого терміну служби установки. Багато проблем виникають через експлуатаційні помилки.

Підп. і дата	
Підп. і дата	
Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.
Інв. № подл.	

РОЗДІЛ 3
ЗМЕНШЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ВІДХОДІВ
ТВАРИННИЦТВА ШЛЯХОМ ПЕРЕРОБКИ НА БІОГАЗ

3.1 Дослідження виходу біогазу з відходів тваринництва на прикладі середньостатистичного фермерського господарства

Вихідні данні для розрахунку: поголів'я тварин виробничої групи складає 300 корів, добовий вихід екскрементів на 1 гол. за добу – 55 кг, відносна вологість екскрементів – 86 %, система гноєвидалення – гідрозмив, спосіб утримання тварин – прив'язний.

Вихід гною без використання підстилки (добовий) визначається за формулою:

$$Q_{г.доб} = (M_{EJ} + VJ) \cdot nJ \cdot 1000 \quad (3.1)$$

де $Q_{г.доб}$ - добовий вихід гною, т;

M_{EJ} - добова маса екскрементів від однієї тварини, кг (табл.3.1);

VJ - добова кількість води, в системі гноєвидалення, кг;

nJ - поголів'я тварин або птахів виробничої групи, що одночасноутримується на комплексі, гол.

Кількість води (VJ), яка потрапляє в систему гноєвидалення, розраховується за формулою:

$$VJ = K \cdot M_E \cdot J \quad (3.2)$$

де K - коефіцієнт (за табл.3.2).

Таблиця 3.1 - Добовий вихід екскрементів (M_{EJ}) від тварин, кг [23]

Вікові групи тварин	Вихід на 1 гол, кг за добу		
	кал	сеча	всього
ВРХ			
Корови	35	20	55
Нетелі	20	7	27
Телята (0-6міс)	5	2,5	7,5

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№поодл.	

Таблиця 3.2 - Добова кількість води, яка потрапляє в систему гноєвидалення [23]

Систем видалення	Коефіцієнт, який розраховується від добового виходу екскрементів
Транспортна	0,1-0,2
Самосплавна	0,3-0,5
Лотково-змивна з сухою чисткою підлоги	2,0-2,5
Лотково-змивна з вологою чисткою підлоги	5,0-6,0
Гідрозмив	7,0-8,0

Для гідрозмиву $K=8,0$

$$VJ = 8 \cdot 55 = 440 \text{ кг}$$

$$Q_{\text{г.доб}} = (55 + 440) \frac{400}{1000} = 198, \text{ т}$$

Вихід гноєвої маси на рік:

$$Q_{\text{г.річ}} = Q_{\text{г.доб}} \times t \quad (3.3)$$

де t – кількість днів у році (365)

$$Q_{\text{г.річ}} = 198 \times 365 = 72270 \text{ т.}$$

3.2 Розрахунок зменшення впливу на довкілля за рахунок переробки відходів на біогаз

3.2.1 Визначення виходу залишкової продукції

Після зброджування гноєвої біомаси і одержання біогазу залишається тверда фракція гною (шлам) і надосадова рідина (рідка фракція). Кількість твердої і рідкої фракції залежить як від вологості гною, який завантажується, так і вологості фракцій, які одержуємо (твердої і рідкої).

В середньому з 1 кг органічної речовини, біологічно розкладеної на 70%, можна одержати 0,5 кг біогазу, 0,2 кг води і 0,3 кг нерозщепленого залишку шламу.

Вихід твердої фракції (шламу)

Тверда фракція гною містить значну кількість поживних речовин і може використовуватись як цінне знешкоджене органічне добриво або кормові добавки.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № поодл.	

Річний вихід твердої фракції визначається за формулою:

$$M_{\text{ш.річн}} = Q_{\text{г.річн}} \frac{W_q - W_{\text{г.зв.}}}{W_q - W_{\text{ш}}} \quad (3.4)$$

де: $M_{\text{ш.річн}}$ – річна маса

шламу, т; $Q_{\text{г.річн}}$ – річний

вихід гною, т;

W_q – вологість рідкої фракції, % (98-99);

$W_{\text{г.зв.}}$ – вологість гною, що завантажується, %

(88-92); $W_{\text{ш}}$ – вологість шламу, % (87).

$$M_{\text{ш.річн}} = 72270 \frac{98 - 92}{98 - 87} = 39420 \text{т}$$

Відносний вихід шламу:

$$M_{\text{ш.відн}} = \frac{M_{\text{ш.річн}} * 100}{Q_{\text{г.річн}}}$$

$$M_{\text{ш.відн}} = \frac{39420 * 100}{72270} = 54,3$$

Добовий вихід шламу:

$$M_{\text{ш.доб}} = \frac{39420}{365} = 107,5 \text{т}$$

Вихід рідкої фракції

Рідка фракція містить у середньому: сухої речовини – 1,0-5,0; органічної речовини - 0,25-4,2; фосфору - 0,05-0,7; азоту - 0,31 1,14; рН рідкої фракції - 6,5- 8,3.

Рідка фракція після анаеробної переробки гною відповідає вимогам, які пред'являються органами охорони природи до якості стічних вод.

Оскільки вона містить значну кількість поживних речовин, то може використовуватись як рідке органічне добриво, а також може бути субстратом для вирощування гідробіонтів (мікрободоростей) і частіше спіруліни (синезеленої водорості), яка в свою чергу, є цінною білковою і вітамінно-мікромінеральною кормовою добавкою до раціонів сільськогосподарських тварин, а також сировиною для фармацевтичної промисловості.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№поодл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 20510013	Арк
						35

Річний вихід рідкої фракції визначається за формулою:

$$M_{q.річн} = Q_{г.річн} \frac{W_{г.зв.} - W_q}{W_q - W_{ш}} \quad (3.5)$$

де $M_{q.річн}$ – річна маса рідкої фракції, т.

$$M_{q.річн} = 72270 \frac{92 - 87}{98 - 87} = 32850$$

Добовий вихід рідкої фракції:

$$M_{q.доб} = \frac{32850}{365} = 90\text{т.}$$

3.2.1 Визначення виходу товарного біогазу

Товарний біогаз – це частка біогазу від загальної кількості біогазу, який отримують а процесі анаеробного бродіння, з якого можна одержати теплову або електроенергію, або замінити біогазом природні носії енергії (природний газ, нафту, дизпаливо, бензин тощо).

Вихід товарного біогазу залежить від кількості біогазу, який використовується для підігрівання збродживальної біомаси та витрат теплової енергії при анаеробному бродінні, які у свою чергу залежать від природнокліматичних умов, розміщення господарства, режиму роботи, складу і конструкційних особливостей БГУ.

Визначення теплової енергії, необхідної для підігрівання біомаси.

$$E_{бгу} = C \cdot Q_{г.річн} \Delta t . = \dots \quad (3.6)$$

де: $E_{бгу}$ – теплова енергія, необхідна для підігріву гною до температури бродіння, МДж;

$Q_{г.річн}$ – річна кількість гною, яка виходить з ферми, кг;

Δt – різниця температури збродживання і температури вихідного гною ($t_{збр} - t_{гною}$), °С; $t_{збр}$ залежить від режиму роботи БГУ, а $t_{гною}$ вихідного гною складає у теплий період року (245 діб) в середньому +20°С; в холодний – +10°С (120 діб).

C – питома теплоємність рідкого гною (4,19 кДж/кг град).

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№поодл.	

$$E_{\text{бгг}} = 4,19 \cdot 72270 \cdot 20 = 6056226 \text{ МДж.}$$

Визначення кількості біогазу, необхідного для підігріву біомаси:

$$Q_{\text{бг}} = \frac{E_{\text{бгг}}}{q}$$

де: $Q_{\text{бг}}$ - кількість необхідного для підігріву біомаси біогазу, м^3 ;

q - чиста теплотворна здатність біогазу ($q=22\text{МДж}/\text{м}^3$).

$$Q_{\text{бг}} = \frac{6056226}{22} = 275283 \text{ м}^3$$

Частка біогазу, необхідного для підігріву гною:

$$\eta_{\text{Н}} = \frac{Q_{\text{бг}}}{V_{\text{г.річн}}}$$

де: $Q_{\text{бг}}$ - необхідна кількість біогазу для підігріву біомаси, м^3 ;

$V_{\text{г.річн}}$ - річний вихід біогазу, м^3

$$\eta_{\text{Н}} = \frac{275283}{112426570} = 0,0025$$

Кількість отриманого товарного біогазу:

$$V_{\text{тг}} = V_{\text{г.річн}} - Q_{\text{бг}}$$

$$V_{\text{тг}} = 112426570 - 275283 = 112151287 \text{ м}^3 = 112151 \text{ тис. м}^3$$

Кількість отриманого біометану:

$$V_{\text{сн4}} = V_{\text{тг}} \cdot 0,65 = 112151 \cdot 0,65 = 72898 \text{ тис. м}^3$$

Потенціал електроенергії від біогазових установок розраховувався з урахуванням прогнозованого обсягу виробленого біометану, його енергетичної цінності та коефіцієнта електричної ефективності когенераційної установки за формулою:

$$E_e = V_{\text{сн4}} \cdot W_{\text{сн4}} \cdot \eta_e \quad (3.7)$$

де:

E_e - кількість виробленої електроенергії (МВт);

$V_{\text{сн4}}$ - об'єм біометану (м^3);

$W_{\text{сн4}}$ - енергетична цінність метану ($0.009968 \text{ МВт}/\text{м}^3$); η_e - електричний ККД ТЕЦ (0.4).

Підп. і дата	
Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

$$E_e = 72898150 \cdot 0,009968 \cdot 0,4 = 290659,5 \text{ МВт}$$

3.3 Економічна ефективність запропонованого рішення

Однією з причин використання біогазових установок на основі тваринницьких екскрементів в інших країнах є також економічні переваги, які пропонує ця технологія. Основними перевагами виробництва біогазу є наявність відновлюваної сировини в країні, відсутність викопного палива та імпорту, а також децентралізація енергопостачання [17].

Гній та підстилка є побічними продуктами тваринництва і можуть бути шкідливими для навколишнього середовища та здоров'я людей. З іншого боку, гній та відходи є біомасою, яку можна використовувати для виробництва відновлюваної енергії. Екскременти тваринництва утворюються регулярно, незалежно від клімату та топографії, оскільки тваринницькі ферми є по всій території України. Тому використання тваринницьких екскрементів для виробництва біогазу можливе на всій території України. Завдяки постійно доступній сировині – гною та гноївці – біогаз, а отже, електроенергію та тепло, можна виробляти цілий рік, незалежно від погодних умов [20].

Гній і гнойова рідина є ідеальними субстратами і можуть бути легко змішані з іншою сировиною. Наприклад, часто використовуються сільськогосподарські відходи та біогенні відходи харчової промисловості. Таким чином, можна створювати програми, орієнтовані на конкретний об'єкт, які ефективно використовують наявні ресурси.

Біогаз пропонує дуже цікаві можливості для децентралізованого енергопостачання. Біогаз можна спалювати одразу після виробництва для отримання електроенергії та тепла, або ж подавати безпосередньо в котел для виробництва тепла. Біогаз також може бути очищений і сконцентрований у біометан [21] і поданий в діючу газову мережу. Крім того, концентрований біогаз (біометан) можна використовувати як паливо для автомобілів, що працюють на природному газі, у великих центральних когенераційних установках

Інв. № покл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

					ТС 20510013		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			38

або для виробництва тепла у високоефективних газоконденсаційних котлах.

Наприклад, на фермах, де гній анаеробно зброджується в біогазових реакторах, біогаз можна використовувати для виробництва тепла та електроенергії (біогаз спалюється для нагрівання води і вироблення пари, яка використовується для виробництва електроенергії за допомогою турбіни).

Використання біогазу в децентралізованому енергопостачанні також може допомогти зменшити імпорту енергоносіїв і підвищити надійність енергопостачання, особливо в сільській місцевості. Фермерські господарства в Європі будують біогазові установки для власних потреб і для постачання електроенергії та тепла в навколишні села. У багатьох випадках проблема децентралізованого виробництва електроенергії та тепла полягає в тому, що відведення тепла неможливе [9].

Тому перед будівництвом біогазової установки необхідно визначити потенційних споживачів тепла, щоб підвищити ефективність всієї системи. Незважаючи на відсутність відведення тепла в Німеччині в останні роки (чому сприяв Закон про відновлювану енергетику – EEG), було побудовано ряд установок, які в основному використовуються для децентралізованого виробництва електроенергії і викидають невикористане тепло в навколишнє середовище.

Виробництво та використання біогазу робить значний внесок у скорочення імпорту енергоресурсів та підвищення безпеки енергопостачання. На місцевому рівні виробництво біогазу з місцевих ресурсів створює нові робочі місця (логістика, інженерні послуги, будівництво об'єктів) у сільській місцевості. У Німеччині біоенергетика є найбільшим сектором, що створює 122 000 робочих місць, за ним слідує сонячна енергетика (120 900 робочих місць). Для компаній переваги встановлення біогазової установки включають економію коштів за рахунок виробництва електроенергії та тепла з власної сировини, зменшення залежності від зовнішніх джерел енергії та можливість постачати енергію іншим споживачам. Однак економічні вигоди від використання біогазу в кожному

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

						ТС 20510013		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата				39

конкретному випадку залежать від типу відходів, які можна переробляти, інвестиційних можливостей, наявності місцевих енергетичних ринків та урядових ініціатив. [22].

При плануванні спочатку визначаються всі наявні ресурси та розраховується їх використання за різних сценаріїв, після чого визначається місце розташування, тип, потужність та завантаження заводу. В Європейському Союзі середній термін окупності біогазової установки для переробки сільськогосподарських відходів становить 6-14 років, або 4-8 років, якщо враховувати «зелені» тарифи на продаж електроенергії в мережу [23]. Як було розраховано раніше потенціал електроенергії від біогазових установок становить 290659,5 МВт, що є економічно вигідно за теперішніх умов.

Інв.№подел.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
ТС 20510013				
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
				Арк
				40

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Установки для виробництва біогазу в ряді випадках можуть виступати джерелом небезпеки:

- 1) при вдиханні концентрованого біогазу та затримання його на певний час, може викликати смерть внаслідок отруєння або задухи. Не очищений від сірки біогаз, має сильний токсичний вплив. Найбільш небезпечна ситуація, коли при високій концентрації сірки, гнильний запах сірководню більше не сприймається людиною як небезпека;
- 2) очищений від сірки біогаз, також може привести до летального результату через удушення від нестачі кисню. Біогаз легший за повітря (щільність = 1,2 кг / нм³), але схильний до розшарування. При цьому важкий вуглекислий газ збирається (щільність = 1,85 кг / нм³) внизу, а більш легкий метан (щільність = 0,72 кг / нм³) піднімається до верху;
- 3) біогаз в суміші з повітрям, при його концентрації від 6 до 12% і тепловим джерелом більш 700°C, - вибухонебезпечний, також небезпека вибуху виникає при концентрації біогазу в повітрі більше 12% (без джерела запалювання);

Для захисту від можливого потрапляння умовно-патогенної та патогенної мікрофлори потрібно використовувати засоби індивідуального захисту.

Наявність вогнегасників, пожежної сигналізації, клапанів для спуску надлишкового газу на обладнанні (в метантенку на трубопроводах) є необхідними заходами в роботі з біогазовою установкою.

Дотримання відповідних правил і норм техніки безпеки може обмежити ступінь небезпеки, що виходить від біогазового обладнання.

Були розроблені «Правила техніки безпеки для біогазових установок» спеціально для обладнання з виробництва біогазу. Всі біогазові установки

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510013

Арк

41

Сепаратори для конденсату і запобіжні пристрої повинні знаходитися доступному місці. Доступ до працюючих під тиском пристроїв, повинен бути простим для обслуговування, а також ці прилади зобов'язані мати захист від промерзання і витікання робочої рідини.

Газгольдери і газові резервуари повинні забезпечуватися обмежувачами граничного тиску газу.

Установка газових котлів повинна відповідати технічним правилам по установці газового обладнання. Приміщення для генераторів повинні мати площі, що дозволяють мати вільний доступ до генератора з 3 сторін.

Двері повинні відкриватися у напрямку виходу з приміщення. Донні зливи повинні бути оснащені сепараторами масла [20].

Вогнегасник на 12 кг порошку і захисний ковпак для пожеж категорій А, В і С згідно DIN EN 319 повинен знаходитися в добре видному місці у приміщенні біля генератора [19].

Орган, який видає дозвіл перед запуском біогазової установки повинен отримати свідоцтво про перевірку на непроникність газгольдера з вказівками міцності на розрив, щодо метану і стійкості використаного матеріалу плівки до температури, необхідно надати зразок матеріалу плівки.

Також обов'язковим є наявність протоколу про прийняття з боку експерта в газовій галузі, яке б свідчило що газова установка, включаючи всі газопроводи відповідає всім загальноприйнятим правилам безпеки техніки, а також вимагає підтвердження цього з боку фахівця з електротехніки про те, що електричне обладнання відповідає вимогам безпечної експлуатації [23].

Дотримання всіх правил безпеки дозволить зменшити небезпеку при роботі з газовим обладнанням та мінімізує можливість отримання травм на виробництві.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

						ТС 20510013	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			44

використовуватись як цінне знешкоджене органічне добриво або кормові добавки. Річний вихід твердої фракції становить 39420 т.

Рідка фракція містить у середньому: сухої речовини – 1,0-5,0; органічної речовини – 0,25-4,2; фосфору – 0,05-0,7; азоту – 0,31 1,14; рН рідкої фракції – 6,5-8,3. Річний вихід рідкої фракції становить 32850 т.

Кількість розрахованого отриманого товарного біогазу становить 72898 тис.м³, а потенціал електроенергії від біогазових установок складає 290659,5 МВт.

Враховуючи потенціал біогазових установок для вирішення екологічних проблем у тваринництві та економічні вигоди від використання цієї технології, варто просувати ініціативи з повторного використання тваринницьких відходів шляхом анаеробного зброджування.

Інв. № покл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 20510013	Арк
						46
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

