

УДК 574.36

Ю. В. КУРИС, канд. техн. наук

Институт вугільних енерготехнологій НАН України, Київ

С. І. ТКАЧЕНКО, д-р техн. наук

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Н. В. СЕМЕНЕНКО, магістр

Запорізька державна інженерна академія, м. Запоріжжя

СПОСОБИ УТИЛІЗАЦІЇ БІОГАЗУ

Много стран, в том числе Украина, имеют существенный потенциал в производстве биогаза из отходов сельскохозяйственных животных.

Отсутствие обобщенных данных о балансе энергии биогаз-заводов и методов экономической оценки не дает возможности объективно оценить её производство, сдерживает привлечение в народное хозяйство огромного потенциала энергии большого количества отходов животноводческих ферм.

Теоретические и экспериментальные исследования подтвердили, что использование биогаза, как дополнительного, возобновляемого, экологически чистого источника энергии, очень перспективно. Экономическая выгода от использования биогаза, выражается в сохранении большей части различных природных ресурсов и сокращении загрязнения окружающей среды.

Багато країн, у тому числі Україна, мають істотний потенціал у виробництві біогазу із відходів сільськогосподарських тварин.

Відсутність узагальнених даних про баланси енергії біогаз-заводів і методів економічної оцінки не дає можливості об'єктивно оцінити її виробництво, стримує залучення в народне господарство величезного потенціалу енергії великої кількості відходів тваринницьких ферм.

Теоретичні і експериментальні дослідження підтвердили, що використання біогазу як додаткового, поновлюваного і екологічно чистого джерела енергії дуже перспективне. Економічна вигода від використання біогазу, відображається в збереженні великої частини різних природних ресурсів і скороченні забруднення довкілля.

Класифікація біогазів

Біогази – метановмісні гази, що утворюються при анаеробному розкладанні органічного субстрату. В залежності від джерела отримання, біогази поділяють на три основні види:

- газ метантенків, отриманий на міських очисних каналізаційних спорудах;
- газ, що утворюється від бродіння відходів сільськогосподарських виробництв;
- газ зі звалищ.

Склад біогазу, а також його кількість, змінюється, та залежить від виду субстрату та технології його зброджування. Результати різних досліджень, що наводяться в українських та зарубіжних публікаціях, досить різняться. Проте можна привести усереднені показники складу біогазів (рис. 1).

Газ метантенків міських очисних каналізаційних споруд (КОС) характеризується більш стабільним складом. Об'ємна частка основного горючого компоненту – метану – на різних очисних спорудах змінюється від 60 до 65 %. Більш значні коливання складу газу можна спостерігати при переробці відходів сільського господарства, в яких об'ємна частка метану може змінюватись від 50 до 75 %. Крім того, при зброджуванні сільськогосподарських відходів утворюється достатньо значна кількість сірководню (до 3 %), тому біогаз перед використанням необхідно обов'язково очистити.

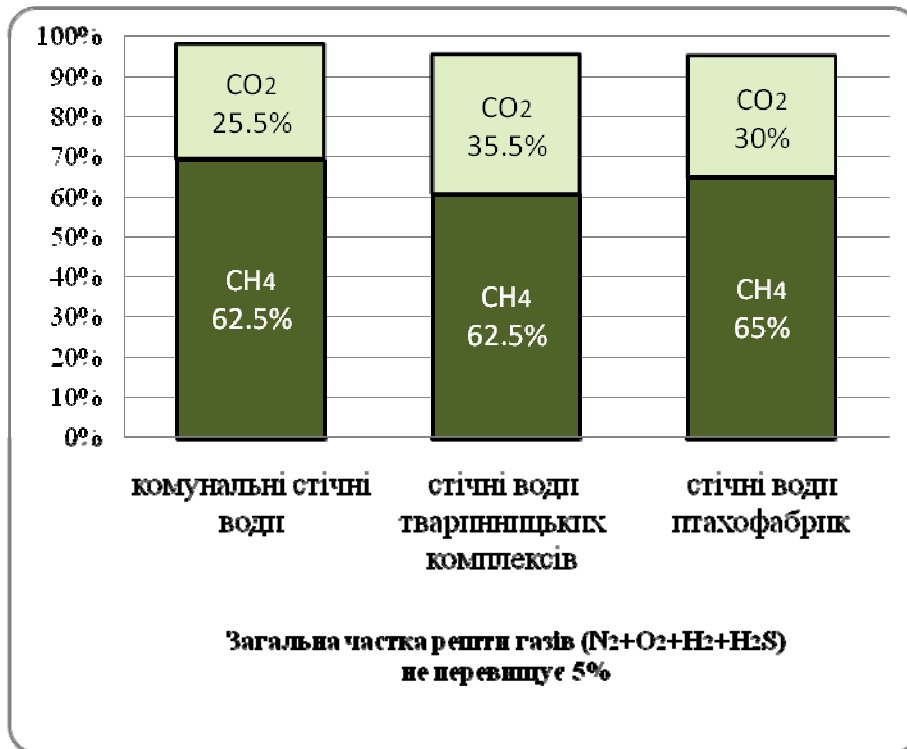


Рис. 1. Склад біогазів, отриманих зброджуванням осаду в метантенках(біореакторах). Усереднені дані

Також, в літературі не виявлено відомостей відносно присутності інших шкідливих компонентів (аміаку, оксидів азоту, канцерогенних сполук).

Кількість газу, отриманого на міських КОС, приймаємо рівним 1г на 1 г розкладеної беззольної сухої речовини завантаженого осаду (близько 500 м³ на 1 т вихідного субстрату) [1¹].

Кількість біогазу, отриманого при переробці сільськогосподарських відходів з 1 тони сухої органічної речовини в результаті анаеробного зброджування, приведена на рис. 2.

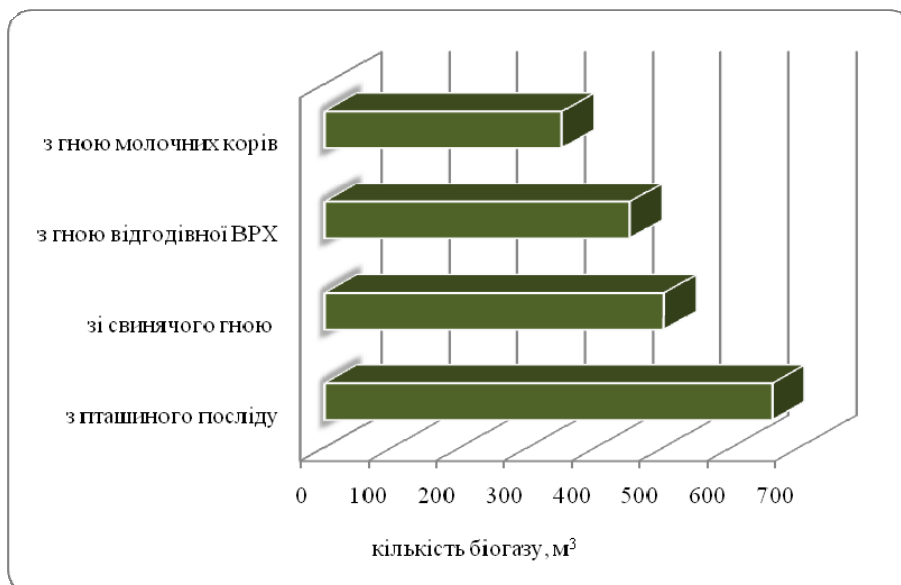


Рисунок 2. Кількість біогазу, яку можна отримати з 1т сухої органічної речовини в результаті анаеробного зброджування

1 _____

Дослідженнями, проведеними спеціалістами різних країн, визначена розрахункова кількість виходу біогазу при переробці сільськогосподарських відходів (табл. 1).

Таблиця 1

Вихід біогазу при зброджуванні відходів сільського господарства

Вид тварин	Кількість біогазу на 1 м ³ об'єму реактору, м ³ /добу	Кількість біогазу на 1 голову, м ³ /добу	Кількість біогазу на 1 м ³ (1т) біомасу, м ³	Кількість біогазу на 1 кг внесеної органічної речовини, м ³
ВРХ	0,5-2	0,6-1,5	15-25	0,2-0,45
Свині	0,5-2	0,8-1,8	25-35	0,3-0,5
Птахи	0,5-2	1,0-2,0	40-50	0,5-0,6

При складуванні відходів на звалищах в Україні, збирання та утилізація біогазу не передбачалися. В той же час, досвід західних країн (Німеччині, Великобританії, США, Нідерландів, Італії, Франції та інших) доводить доцільність використання газу зі звалищ. Як правило, на звалищах близько 80 % всієї кількості відходів складають побутові відходи, які містять значну частку органіки [2]. З часом, органічна складова, без доступу повітря, анаеробними бактеріями переробляється в біогаз, який можна використовувати як паливо в різних установках замість цінних традиційних видів палива. Переважно, процес на звалищах некерований. Це обумовлено гетерогенним складом міських відходів, геологічними умовами звалищ, технологіями укладання та методами видобутку газу. При створенні умов, які сприяють анаеробній ферментації (вибір території з водонепроникним ґрунтом навколо звалища, попереднє сортування відходів для регулювання процесу утворення газу, створення газонепроникного покриття на поверхні полігону звалища) та збору біогазу, що утворюється (прокладання збірних колекторів, обмуровання стін з відповідною ізоляцією для розміщення колодязів), з 2 тон відходів можна виробляти до 240 м³ біогазу калорійністю 18–25 МДж/м³.

Опубліковані дані [3, 4, 5] про склад біогазу, що отримується зі звалищ Німеччини, наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Склад біогазу зі звалищ

Місцезнаходження звалища	Компоненти біогазу, % об.					
	CH ₄	CO ₂	N ₂	O ₂	H ₂	H ₂ S, ppm
Опубліковані дані	0-85	0-88	0-82,5	0-20	0-3,6	0-70
Бенсберг	65,8	18,7	12,6	2,8	0,06	сліди
Брауншвайг	54	44	1,9	0,1	-	-
Датгельн	36	36	27	-	-	-
Герольштайн	10-40	10-40	-	1-9	-	1-1000
Мошхайм	65-72	25-77	-	-	-	-
Пфорцхайм	59-61	39-41	0,1-1	0-0,3	-	32
Варден	0-80	0-80	0-78	0-21	0-3	0-1000

Економічні аспекти виробництва та застосування біогазу Газ метантенків

В Технічних рішеннях з використання газу метантенків [6] відзначається, що застосування газу метантенків котельнями міських очисних споруд зменшує забруднення навколишнього природного середовища та значно скорочує витрати на традиційні види палива. Економічний ефект від використання газу метантенків полягає в економії значної кількості природних ресурсів (природного газу, мазуту), що витрачаються для технологічних потреб, опалення та гарячого водопостачання очисних споруд каналізації.

За нашими розрахунками, за рік, очисні споруди м. Запоріжжя, продуктивність яких складає близько 1 млн м³ за добу, дозволять одержати понад 27 млн. м³ газу метантенків та заощадять понад 15 млн м³ природного газу. Економічний ефект заміщення такої кількості природного газу біогазом складе приблизно 950 тис. грн.

Техніко-економічні показники установок, що використовують газ метантенків на міських очисних спорудах різної потужності, наведені на рис. 3.

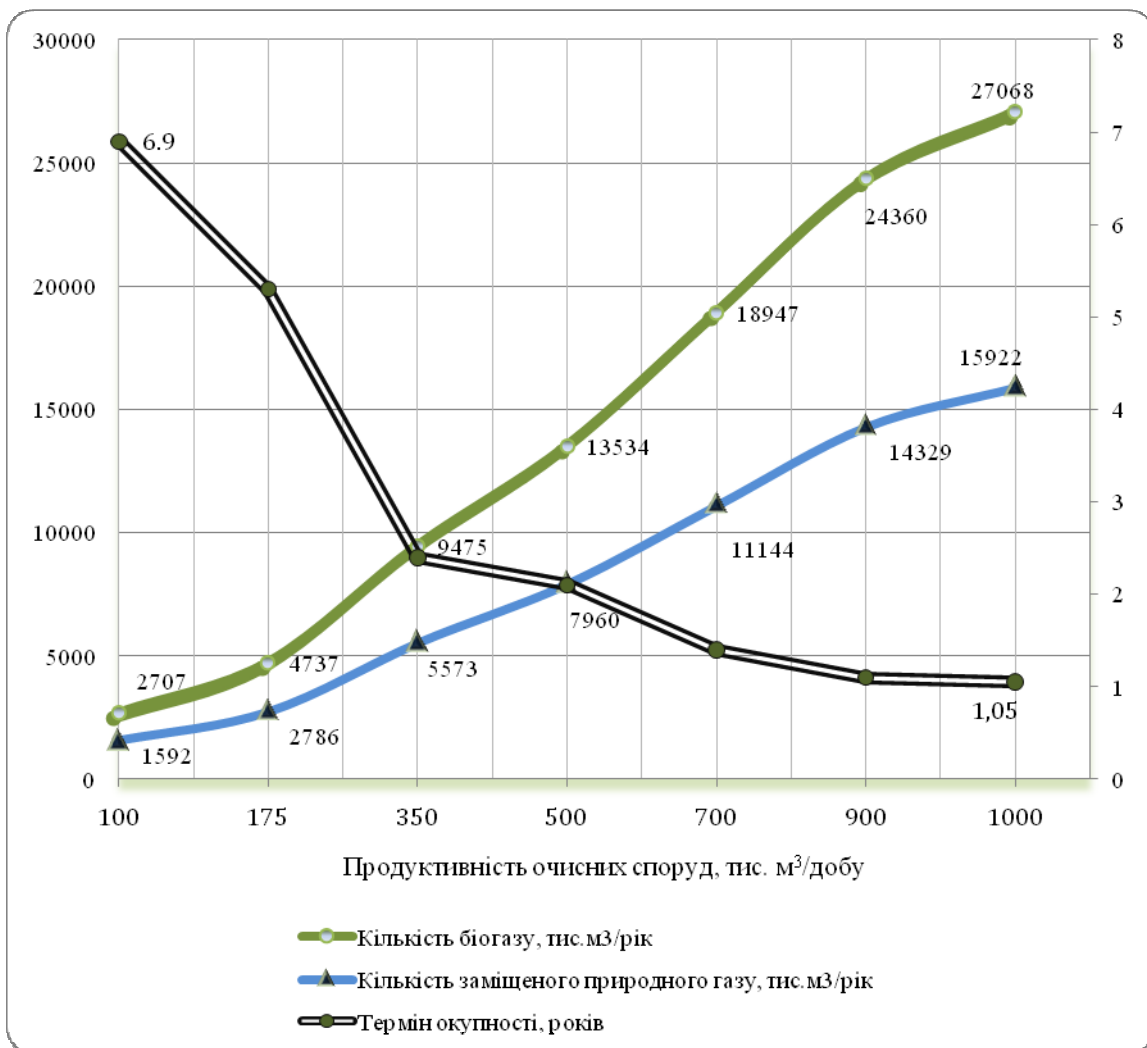


Рис. 3. Техніко-економічні показники установок, що використовують газ метантенків в котельнях очисних споруд

Біогаз сільськогосподарських БГУ

Проведені розрахунки виявили, що використання типовим тваринницьким комплексом біогазу дозволить заощадити щорічно від 150 до 2600 т у. п. Розрахунки проводили для мезофільного режиму (температура біореактору 35 °С), відповідно до норм [7], вихід біогазу

приймали в залежності від вмісту абсолютно сухої речовини біомасу за даними [8], з теплою згоряння біогазу 22 МДж/м³. Результати розрахунків наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Енергетичні показники застосування типовими тваринницькими комплексами технології анаеробного зброджування

Найменування промислових тваринницьких комплексів	Продуктивність, гол/рік	Кількість рідких відходів, кг/добу	Кількість біогазу, м ³ /добу	Річний вихід біогазу, тис.м ³ за рік	Еквівалентна кількість заміщеного палива, т у.п. за рік
Свинарський комплекс	12 000	79 200	2 780	1 015	797
	24 000	158 400	5 570	2 033	1 597
	54 000	356 400	12 530	4 573	2 593
	108 000	712 800	25 070	9 151	7 190
Комплекси ВРХ молочного напрямку	400	28 000	520	190	149
	800	56 000	1 040	380	299
	1 200	84 000	1 600	584	459
	1 600	112 000	2 090	793	587
Комплекси ВРХ відгодівельного напрямку	2 000	140 000	2 620	956	751
	5 000	215 000	4 170	1 522	1 196
	10 000	430 000	8 330	3 040	2 389

Критичний аналіз економічних проблем, пов'язаних з впровадженням біогазової технології [9, 10], доводить, що виробництво біогазу економічно виправдано, якщо є:

- повне забезпечення сировиною з мінімальними транспортними витратами;
- система використання біогазу без нагромадження та зберігання;
- дешево джерело низько потенційного тепла для обігріву та термостатування метантенків.

Оцінюючи економічну ефективність роботи сільськогосподарських біогазових установок (БГУ), на наш погляд, потрібно враховувати не тільки вартість заміщеного природного палива та ефект від зменшення шкоди, завданої навколишньому середовищу, але й також заощадження за рахунок повної або часткової відмови від закупівлі мінеральних добрив.

В роботі пропонується оцінити економічну ефективність біогазових технологій, враховуючи наступні фактори:

- первинний субстрат – вид тварин, вміст сухої речовини, кількість відходів, склад осаду;
- місцеві умови – транспортування вхідних та вихідних продуктів, наявне обладнання, споживання енергії, характер місцевості;

- технологія – попередня обробка субстрату, конструкція реактора (форма, ізоляція, перемішування, підігрів тощо);
- виробництво біогазу – вихід газу (м^3 на кг завантаженого субстрату), продуктивність (м^3 газу на м^3 об'єму реактору за добу), вміст метану в газі, потреба в газі для підтримання технологічних параметрів процесу;
- вартість технології – амортизація, вартість монтажу, вартість енергії, заробітна плата обслуговуючого персоналу, інші витрати;
- ступінь використання біогазу – розміри акумуляторів енергії, споживання енергії протягом року, можливості перетворення енергії;
- побічні фактори впливу виробництва біогазу – на придатність субстрату після зброджування (в якості добрива), на навколишнє середовище, на продуктивність рослин (врожайність після внесення добрив).

На сьогодні, в Україні не існує єдиної методики розрахунку економічної ефективності біоенергетичних установок (БЕУ), тому дані різних авторів, що наводяться в літературі, не можна зіставляти.

Так, наприклад, автори [11, 12] використовують підхід до оцінки економічної ефективності біотехнології, яка ґрунтується на принципі кінцевого економічного ефекту від впровадження цієї технології, де замикальними елементами системи є зовнішньоторговельні операції зі скорочення імпорту продовольчої сировини та збільшення експорту високоякісного палива. Прибутки від підвищення врожайності пов'язано зі скороченням імпорту зерна та заощадженням валюти, та наведено результати розрахунків на імітаційній моделі БЕУ, описаної в [12].

Термін окупності БЕУ, за умови повного використання осаду в якості добрива, визначається за формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{180 \cdot V}{55 \cdot G + 140 \cdot V_0 \cdot \varepsilon \cdot G - I},$$

де $T_{\text{ок}}$ – термін окупності БЕУ, рік;

G – кількість осаду за рік (за сухою речовиною), т;

V – об'єм біореактору, м^3 ;

V_0 – об'єм біогазу за рік, тис. м^3 ;

ε – екологічна складова ефекту, грн./т сухого залишку;

I – експлуатаційні видатки, грн./рік.

В табл. 4 зібрані результати розрахунку ТЕП для біогазових установок для об'єктів сільського господарства Центрального району Російської Федерації.

Експлуатаційні витрати пропонується визначати за формулою:

$$I = K \cdot \left(\frac{\Phi}{100} + 0,05 + 0,01 + 140 \cdot V_{\text{сн.}} \right);$$

де K – первісне капіталовкладення, грн.;

Φ – заробітна плата в відсотках від капіталовкладень;

$$\Phi = 31 - 3 \cdot \ln V + \frac{300}{V};$$

$V_{\text{сн.}}$ – річний об'єм біогазу, якого не вистачає для покриття власних потреб БГУ, тис. м^3 .

Ефективність використання збродженого осаду в якості добрив оцінюється в 55 грн на тону сухого органічного залишку, ефект утилізації 1000 м^3 товарного біогазу 140 грн, додаткові капіталовкладення на 1 т субстрату прийняті 180 грн./ м^3 , ефект від зменшення забруднення навколишнього середовища визначено за [13, 14].

В реальных условиях, согласно опыту эксплуатации БГУ, затраты энергии биогазу на собственные потребности выше, чем в модели, которую исследовали. Термины окупаемости сокращаются с увеличением их производительности (за данными табл.4 – наоборот).

Таблица 4

Результаты расчетов технико-экономических показателей БГУ для объектов сельского хозяйства Центрального района Российской Федерации

Тип худоби	Поголів'я, тис. голів	Час експозиції, доба		Кількість свіжого субстрату (сухої речовини), т/рік	Повний вихід біогазу, на 1 гол., т у.п./рік		Витрати газу на власні потреби, %		Термін окупності, рік	
		При температурі процесу 37°C	При температурі процесу 55°C		При температурі процесу 37°C	При температурі процесу 55°C	При температурі процесу 37°C	При температурі процесу 55°C	При температурі процесу 37°C	При температурі процесу 55°C
ВРХ	1,0	9	7	1470	233	256	22	32	1,3	1,1
	5,0	12	9	7350	258	273	19	29	1,5	1,2
Свині	10,0	10	7	2220	66	68	29	45	2,8	2,3
	20,0	13	8	1140	70	71	27	42	3,3	2,7
Птахи	20,0	25	22	1140	11	14	28	35	6,9	5
	40,0	37	29	2280	14	16	22	30	7,2	5

Показники роботи деяких діючих БГУ, наведені в табл. 5.

Як видно з таблиці, для забезпечення технологічних параметрів процесу витрачається 40-50% виробленого біогазу. Частку залишкового біогазу можна визначити за формулою:

$$\eta = \frac{Q_{нб}}{\left(\frac{N_{эл}}{\eta_{эл}} + \frac{Q_T}{\eta_T}\right)} - 1;$$

де $Q_{нб}$ – нижча теплота згоряння біогазу, МДж/м³;

$N_{эл}$ – потрібна електрична потужність на виробництво 1 м³ біогазу, МДж/м³;

Q_T – потрібна кількість теплової енергії на виробництво 1 м³ біогазу, МДж/м³;

$\eta_{эл}, \eta_T$ – ККД використання біогазу відповідно до електричної та теплової енергії, що генерується.

Враховуючи частку товарного біогазу, отриману шляхом удосконалення енергопостачання установки, можна суттєво підвищити ефективність її роботи.

Заміна біогазом твердого та рідкого палива забезпечує не тільки економічний зиск, але й дозволяє досягнути значного скорочення збитків від забруднення навколишнього середовища.

Таблиця 5

Показники роботи деяких сільськогосподарських біогазових установок (БГУ)

Показники	"КОБОС-1"	"Біогаз-ЗОІС", Сумське НПО ім. Фрунзе	УкрНП-агропроекта	Ферми "Папарес, с/г "Огре"	Пярнузької свиноферми	Фірма "Енбом", Фінляндія
Об'єм реактору, м ³	2 x 15	300	150	2 x 75	2 x 3260	120
Температура зброджування, °С	40±2	40±1	40±1	54±2	38	35-40
Вихід біогазу за добу, м ³	500	350	178	265	6210	140
Добова переробка біомаси, т	до 50	30,9	16,5	20	400	7
Вихід біогазу з 1т біомаси, м ³	2	1,1	1,2	2,65	1,04	1,46
Час обігу біомаси, діб	5	10	9	5	16	14
Вологість вхідної біомаси, %	96,2	99,5	93,7	93,6	94,1	95,2
Товарний біогаз, %	59,3	55,2	52,1	52,1	60,6	60
Споживана потужність, кВт год/добу	100,2	151	24,5	-	-	-
Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	4	4	4	4	15	4
Капітальні вкладення, тис. грн.	170	350	25,2	66,54	2790	308,64
Капітальні витрати, грн.						
а) на переробку 1т біомаси	6,01	11,65	4,2	10,12	19,1	105,8
б) на отримання 1м ³ газу	0,5	1,03	0,4	6,73	1,23	6,17

Проведено дослідження для ВТК «Запоріжсталь» міста Запоріжжя. Хазяйство має комплекс продуктивністю 8000 голів свиней. Енергопостачання ферми здійснюється котельнею, яка працює біопаливі та природному газі. Продукти згоряння перед викидами в атмосферу не очищуються. Оцінку економічного збитку від забруднення навколишнього середовища проведено за методикою [15, 16]. В результаті досліджень встановлено, що

річний економічний ефект від заміни природного палива біогазом складе понад одного мільйона гривень.

Газ зі звалищ

Приведені в публікаціях дані з економічної оцінки утилізації біогазу зі звалищ, значно відрізняються один від одного. У більшості випадків, думки збігаються в тому, що видобуток та утилізацію газу доцільно проектувати не більш ніж на 20–25 річний період. Розрахункова кількість біогазу з однієї тони відходів протягом 20 років складає 30–100 м³, передбачається, що кількість біогазу протягом 50-річного періоду повного розкладання повинна скласти 100–150 м³ на тону відходів [17]. За іншими даними, загальний вихід газу за весь час зброджування може досягати 250 м³ на тону відходів. Нами було зроблено спробу зробити економічну оцінку заходів з організації видобування біогазу на міському звалищі Запоріжжя.

Приймемо, що із однієї тони сміття виділяється 100 м³ біогазу. Площа звалища, що придатна для збору газу складає 36 га (400 x 900 м²), висота шару в середньому 8 м; щільність сміття 1350 кг/м³. Загальний вихід біогазу складе:

$$V_{\text{газ}} = 360000 \cdot 8 \cdot 1350 \cdot 100 = 3,9 \cdot 10^8 \text{ м}^3.$$

Якщо передбачити двадцятирічну експлуатацію звалища з метою видобутку газу, річний вихід біогазу складатиме $1,95 \cdot 10^7$ м³/рік, що відповідає годинній витраті - приблизно 2000 м³/год.

Вартість будівництва системи біогазу, збору та утилізації складає, за попередніми розрахунками, 142,5 тис. грн. Економія від заміни мазуту біогазом, якщо вартість 1 тони мазуту складає 35 грн., з урахуванням вартості установки для збору газу, вже після першого року експлуатації оцінюється в 177 тис. грн. Варто також зазначити, що із-за відсутності реального досвіду використання в Україні подібних установок, наведені дані можуть бути неточними.

Очевидно, потрібні більш глибокі дослідження з встановлення достовірної методики оцінки потенційного виходу біогазу, способів консервації та експлуатації звалищ, методам обробки та утилізації газу. Проте, навіть приблизні розрахунки, що ґрунтуються на даних закордонних джерел, доводять безперечно доцільність використання газу зі звалищ.

Обробка біогазу

Умови отримання біогазів та наявність в їх складі шкідливих та баластних речовин, свідчить про необхідність попередньої обробки біогазу перед використанням в теплових установках. Основні етапи підготовки газу до використання на схемі 1:

В залежності від способу використання газу, ступінь очищення може бути різною [18].

Процес відокремлення зважених частинок для попередження засмічення арматури та трубопроводів, є вкрай необхідним. В більшості випадків достатньо застосування грубої фільтрації в гравійному фільтрі. [19], але іноді використовують тонкі фільтри зі скловолкна, що пов'язано з додатковими витратами.

Висновки

1. Багато країн світу, в тому числі і Україна, мають значні потенційними можливостями виробництва біогазу з біомасу сільськогосподарських тварин.

2. Відсутність узагальнюючих даних про енергетичному балансі біогазових установок і методів економічної оцінки не дозволяє об'єктивно судити про їхню ефективність, що стримує залучення в народне господарство країни величезного енергетичного потенціалу мільйонів тонн біомасу сільськогосподарських тварин.

3. Проведені теоретичні та експериментальні дослідження підтвердили, що використання біогазу як додаткового, поновлюваного, екологічно чистого джерела енергії вельми перспективно. Економічний ефект від використання біогазу виражається в економії значної частини вичерпних природних ресурсів і зниження забруднення навколишнього середовища.



Схема 1. Основні етапи підготовки біогазу для використання в теплових установках

Список літератури

1. СНиП 2.04.03.-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М., ЦТП Госстроя СССР, 1986.– С. 57.
2. Обезвреживание и утилизация отходов. Информационный бюллетень координационного центра стран-членов СЭВ. – 1984. – РІ. – 62 с.
3. Майстренко, О. Ю. Еволюція та досвід використання альтернативних енергоносіїв у двигунах внутрішнього згоряння біомаси / О. Ю Майстренко, Ю. В. Куріс // Фаховий журнал “Новини Енергетики”. м. Київ, – № 8. – 2009. – С. 19–29.
4. Майстренко О. Ю. Біогазові установки та методи їх розрахунку: Міжнародна конференція «Наука і Inowacja 2009» / О. Ю Майстренко, Ю. В. Куріс, О. В. Ряснова // Poland – 2009. – С. 6–14.
5. Розробка математичної моделі роботи біогазової установки для вироблення біопалива: Міжнародна конференція «Modern scientific achievements 2010» / І. В. Літвішков, О. Ю Майстренко, Ю. В. Куріс, // Praha – 2010. – С. 17–22.
6. Установки по использованию газа метантенков в котельных очистных канализационных сооружений/Типовые проектные решения 902-09-27.85. –М.,1985.
7. Методы и средства контроля загрязнений атмосферы от промышленных выбросов. – Л.: Гидрометеиздат, 1987.
8. Установки по использованию биогаза метантенков в котельных очистных канализационных сооружений: Технические решения/ Сорзводоканал, МосгазНийпроект. – М. Д983.
9. Курис Ю. В. Экономические и экологические области использования методов биотехнологий в окружающей среде. // Сборник конференции “Понт Эвксинский III”/ Ю. В. Курис, Е. Н. Крючков, Л. М. Шинкаренко – № 1 – С. – 2003. – г. Севастополь, С. 27–30.

10. Майстренко О. Ю. Дослідження показників біореактору при анаеробному зброджуванні біомаси: Міжнародна конференція «Problems of light science 2009» / О. Ю. Майстренко, Ю. В. Куріс, О. В. Ряснова; В. М. Власенко // Volgariya, – 2009. – С. 19–29.
11. Авдеева А. А. Хроматография в энергетике.4L .Энергия, #80. – 271 с
12. Авизов А. Х. Экономическая эффективность технологии конверсии биомассы в топливо и удобрения/Биотехнология кормопроизводства переработки отходов: Сб.ст./АК Латв,ССР.-Рига, 1987. СД97-202.
13. Курис Ю. В. Анализ энергетического баланса производственно – животноводческого комплекса ЗАО “Запорожсталь” с использованием биоэнергетической установки: Сборник конференции «Биотехнология: Образование, наука» / Ю. В. Курис, Е. Н. Крючков; НТУ КПИ. – 2003. – г. Киев, С. 141–143.
14. Курис, Ю. В. Преимущества биотехнологий в решение энергетических вопросов / Ю. В. Курис – Запорожье: Запорожсталь, 2003. – С. 53–57.
15. Майстренко О. Ю. Розробка математичної моделі чисельного методу розрахунку використання енергії біомаси / О. Ю. Майстренко, Ю. В. Куріс, Ю. С. Калінцева // Фаховий журнал “Енергетика і електрифікація”. м. Київ, – № 2. – 2010. – С. 35–41.
16. Майстренко О. Ю. Методи та технології анаеробної переробки тваринницької біомаси / О. Ю. Майстренко, Ю. В. Куріс, Ю. С. Калінцева, І. В. Літвішків // Фаховий журнал «Енергозбереження · Енергетика · Енергоаудит». м. Харків, – № 2. – 2010. – С. 29–37.
17. Обезвреживание и утилизация отходов. Информационный бюллетень координационного центра стран-членов СЭВ. – 1984. – РІ. – 62 с.
18. Курис Ю. В. Адсорбционно-каталитические технологии обессеривания биогаза: Сборник тезисов IX научно технической конференции ЗДИА / Ю. В. Курис, Е. Н. Крючков; Из. – 2005. – С. 19–21.
19. Курис Ю. В. Увеличение эффективности дальнейшего использования и сжигания биогаза: «Достижения и перспективы»./ Ю. В. Курис, Д. В. Степанов, М. А. Хажмурадов, Л. В. Карнацевич// Профессиональный журнал “Энергетика и электрификация”. г. Киев, – № 12. – 2006. – С. 67–79.

METHODS BIOGAS UTILIZATION

JU. V. KURIS, Cand. Tech. Sci., S. I. TKACHENKO D-r Tech. Sci.
N. V. SEMENENKO, The majster

Many countries, including Ukraine, have significant potential in production of biogas from manure agricultural tvaryn.

Lack of generalizing data on the energy balance of biogas plants and methods of economic evaluation cannot objectively judge their performance, restraint at attracting national economy a huge energy potential of millions of tons of manure of farm animals.

The theoretical and experimental dosliduvannya confirmed that the use of biogas as an additional, renewable and environmentally clean source of energy very promising. Economic benefit of using biogas expressed in saving a large part of comprehensive natural resources and reduce pollution.

Поступила в редакцію 12.05 2010 г.