

Крім того, на температуру конденсації водяної пари впливає вологість повітря, а саме при збільшенні величини вологості зростає температура конденсації водяної пари. Порівнюючи рис. 2 і 3, зазначимо, що при однаковому розрідженні (100 мм вод.ст.), але при вологості повітря 60% і 80% і температурі повітря 293°К температура конденсації становить 288°К і 291°К відповідно

Згідно з [2] рекомендована температура повітря для захисту поверхонь нагріву від корозії становить 70°С (343°К) при відносній вологості 40%. За результатами досліджень оптимальна температура підігрітого повітря на виході з газоходу котла становить 30÷40°С (303÷313°К). Відповідно температура насичення (користуючись рис. 2 і 3, при розрідженні 100 мм.вод.ст.) знаходиться у межах 297÷310°К, різниця температур становить 3÷4°С. Отже, оптимальні умови захисту від корозії поверхонь нагрівання котлів, які знаходяться у резерві, можуть бути менш жорсткими (використовуючи повітря без осушування), що дозволить суттєво зменшити витрати тепла.

1. Кирилин В.А., Сычев В.В., Шейдлин А.Е., *Техническая термодинамика.* – М., 1974.
2. *Правила збереження устаткування енергоблоків 150, 250, 300 і 800 Мвт у стані довготривалого резерву.* – К., 1997.

### УДК 628.3

**Василь Желих, Анна Пьянікова**  
**Національний університет “Львівська політехніка”,**  
**кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

## **ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК**

*© Желих Василь, Пьянікова Анна, 2002*

**In this article there are presented the methods of energy evaluation for biogas plan with digesters of different volume.**

Нераціональне використання паливно-енергетичних ресурсів, забруднення атмосфери, ґрунту, водних басейнів призвели до незадовільного екологічного стану довкілля та загострило необхідність використання відновлювальних джерел енергії – таких, як біомаса, вітер, сонце. Під «біомасою» вважають відходи вирубки лісу, сільськогосподарських культур і тваринницьких ферм, а також стічні води комунального господарства. Споживання енергії у сільськогосподарському, житлово-комунальному та індустріальному секторах залишається все ще високим. Надмірні ціни на газ, електроенергію й потреба у заощадженні цих енергоносіїв посилюють необхідність використовувати нетрадиційні відновлювальні джерела енергії. На даний час стає все більш поширеним застосування біогазу як альтернативного джерела енергії.

Анаеробна переробка органічної маси відбувається у спеціальних комплексах, які називаються біогазовими установками.

Біогазові установки залежно від свого призначення поділяють на побутові та промислові. Існує поняття пілотних біогазових установок, які застосовують для проведення експериментальних досліджень технологічного процесу метаноутворення.

### Побутові біогазові установки

Побутовими називаються біогазові установки, які використовуються для утилізації побутових органічних відходів і забезпечення господарства енергоресурсами (тепло, електроенергія).

Побутові біогазові установки використовуються на невеликих фермерських господарствах з метою утилізації органічних відходів та отримання альтернативного виду палива – біогазу.

### Промислові біогазові установки

Промисловими називаються біогазові установки, які використовуються з метою утилізації органічних відходів та охорони довкілля, а також отримання екологічно чистого органічного добрива.

Промислові біогазові установки використовують на великих тваринницьких комплексах, в основному з метою утилізації органічних відходів. Біогаз, як правило, використовують для технологічних потреб.

Промислові та побутові біогазові установки надалі класифікуються:

#### 1. За температурним режимом

За температурним процесом БГУ поділяються на:

- мезофільні (діапазон температур +33 ... +37<sup>0</sup>С)
- термофільні (діапазон температур +50 ...+55<sup>0</sup>С)

#### 2. За технологічним процесом

За технологічним процесом БГУ поділяються на:

- безперервної дії
- дискретної дії

БГУ безперервної дії характеризуються постійним процесом метаноутворення. Робота системи припиняється у випадку профілактики або ремонту обладнання.

Особливість БГУ дискретної дії полягає у періодичності їх експлуатації, а саме від часу завантаження біореактора органічною масою до часу повного її розкладу.

Результати роботи біогазових установок різних розмірів та дослідження на пілотних установках показують, що можна отримувати біогаз із таких субстанцій :

*Таблиця 1*

**Добовий вихід біогазу від тварин**

Органічні відходи від тварин (птахів)	Вихід біогазу	
	На 1 голову, м <sup>3</sup> /добу	На 1 м <sup>3</sup> органіки, м <sup>3</sup>
Велика рогата худоба	0,6...1,5	15...25
Свині	0,6...1,8	25...35
Птиця	1,0...2,0	40...50

У табл. 2 відображені результати виходу метану із різних сільськогосподарських відходів, отримані різними авторами [1].

**Вихід біогазу (метану) під час метанового бродіння  
сільськогосподарських відходів**

Органічні відходи	Вихід CH <sub>4</sub> , м <sup>3</sup> /кг сухої органічної речовини	Вміст, CH <sub>4</sub> , %
Органічні відходи свиней	0,20...0,58	55...81
Органічні відходи великої рогатої худоби	0,20...0,41	52...80
Послід курей	0,37...0,64	54...62
Органічні відходи овець	0,63	70
Силосні відходи	0,25...0,30	51...88
Молочні відходи	0,625	82
Трава	0,36...0,63	52...84
Каналізаційні стоки	0,60	70

Отже, після ферментації трави з одного гектара можна отримати таку кількість метану, енергетичний еквівалент якої 20 МВт на рік.

Вироблений газ можна після простого очищення використати для генерування електричної та теплової енергії, використовуючи газовий двигун та електрогенератор. Якщо утилізувати теплоту, що утворюється при роботі газового двигуна, то ККД такої установки може бути аж до 90 %. ККД електрогенератора 35 ÷ 40 % [2]. Протягом останніх років було розроблене обладнання для відбору вуглекислого газу CO<sub>2</sub> з біогазу, який містить близько 65 % метану CH<sub>4</sub>. Після очищення біогаз може містити більше ніж 97 % метану. Після стиску його до 20 МПа в компресорі біогаз може використовуватись як паливо для автомобіля. Звичайний бензиновий двигун після простого переобладнання може працювати на біогазі. Дизельні двигуни потребують дещо більших змін, щоб працювати на біогазі. На заході, зокрема у Швеції, здійснюються проекти з переведення автомобілів на біогаз.

Авторами оцінювалося вироблення енергії біогазової установки з різним об'ємом біореактора. Кількість енергії, що може бути генерована E<sub>б</sub>, МДж є функцією, яка залежить від багатьох факторів:

$$E_b = f(Q_{CH_4}, V_{CH_4}, V_b, OP, k, L_{пит}), \text{ МДж}, \quad (1)$$

Тому для попередніх інженерних розрахунків приймалися деякі допущення, використовувались усередненні величини, а зокрема:

- Q<sub>CH<sub>4</sub></sub> – питома теплота згорання метану, Q<sub>CH<sub>4</sub></sub> = 35,8 МДж/м<sup>3</sup>;
- V<sub>CH<sub>4</sub></sub> – процентний вміст метану в біогазі, V<sub>CH<sub>4</sub></sub> = 60 %;
- V<sub>б</sub> – об'єм біореактора, V<sub>б</sub> = 10 ... 200 м<sup>3</sup>;
- OP – вміст органічної речовини в субстанті, OP = 85 %;
- k – коефіцієнт збродження органічної маси, k = 0,4;
- L<sub>пит</sub> – питомий вихід біогазу з органічної речовини, м<sup>3</sup>/кг (табл.2).

У результаті отримано графічну залежність (див. рисунок) яка дозволяє зробити енергетичну оцінку біогазової установи при різних об'ємах біореактора та для різних органічних відходів.

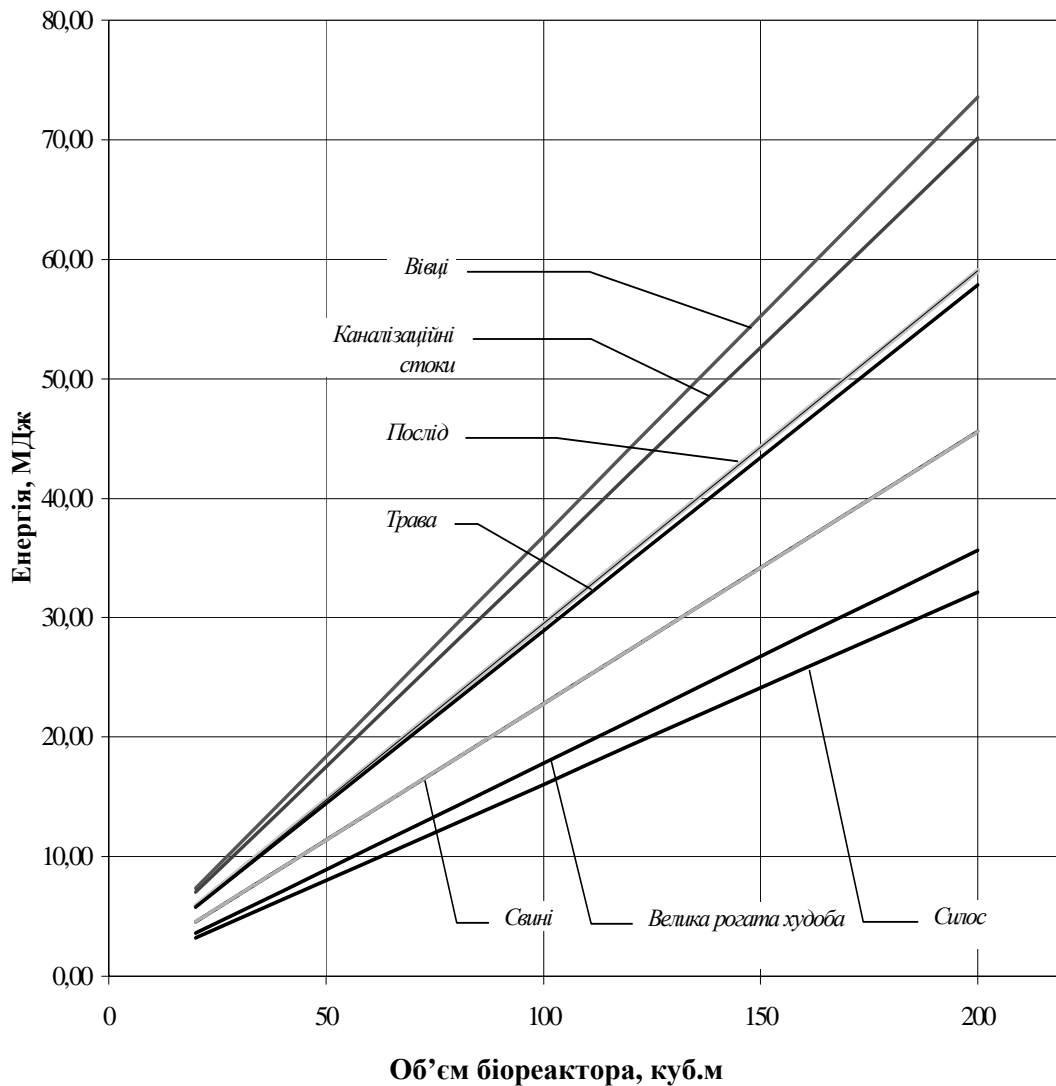


Рис. 1. Енергетичний потенціал біогазової установки залежно від об'єму біореактора та виду органічних відходів

Застосування даної графічної залежності та інженерних розрахунків є досить ефективним для попередньої оцінки сільськогосподарського підприємства з метою застосування біогазових установок як альтернативного джерела енергії.

1. Дубровский В.С., Внестур У.Э. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов. – Рига, 1988. 2. Энергосберегающие технологии на животноводческих фермах. Ч.3 / Под ред. акад. Городова М.И. – Симферополь, 1992.