

**ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ УНІВЕРСАЛЬНОГО БАГАТОКАМЕРНОГО  
БІОГЕНЕРАТОРА**

*Ф.І. Гончаров, доцент;*

*В.М. Штепа, старший викладач,*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Технологічно та техніко-економічно обґрунтовано застосування на агропідприємствах України універсального багатокамерного біогенератора (УББ).*

**Ключові слова:** універсальний багатокамерний біогенератор.

**ВСТУП**

У зв'язку з вичерпністю традиційних енергоносіїв, відповідно сталим зростання їх вартості надзвичайно гостро постає питання використання альтернативних енергетичних джерел. Причому обов'язкове обмеження характеристик останніх – екологічна безпека застосування. До альтернативних енергетичних джерел, переробка яких паралельно підвищує і безпеку людей, фауни та флори, належить гній сільськогосподарських тварин [1]. Однак на сьогодні в Україні широкого використання як енергоносіїв гній не знайшов. Це пов'язано із неврахуванням у розробках, особливо закордонних, специфіки нашого регіонального сільськогосподарського виробництва [2]. Тому питання виготовлення та впровадження ефективних біогенераторів належить до актуальних та важливих у контексті інтенсивного розвитку агропромислового комплексу України.

Мета роботи полягає у встановленні перспективності використання гною великої рогатої худоби (ВРХ) як альтернативного джерела енергії, виявленні причин неефективності роботи сучасних біогенераторів на великих сільськогосподарських підприємствах із подальшим усуненням таких недоліків у власній розробці, встановленні вартості такого біогенератора та апробації його на виробництві.

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Відомо, що добовий вихід гною з однієї молочної тварини масою 500 кг становить 0,031-0,036 м<sup>3</sup>/добу, за мокрою масою – 27,7-36,6 кг [3].

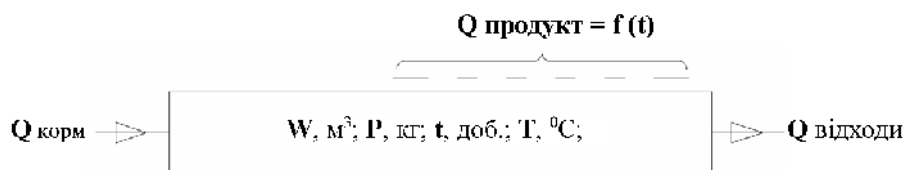
Згідно з даними П.А. Коломійця (1959 р.) склад одиниці гною: 77,30% води; 20,30% органічних речовин; 0,45% азоту загального; 0,14% азоту аміачного; 0,23% фосфору; 0,50% калію; 0,40% вапна; 0,11% магнію; 0,06% сірки, 0,51% інших компонентів.

Згідно з даними С. Соуфера (1985 р.) вологість гною становить 85%, у ньому: летких компонентів – 7,98%, азоту – 0,38-0,53%, фосфору – 0,10%, калію – 0,13-0,3%.

У середньому з 1 кг гною великої рогатої худоби при 70% його біологічного розкладання виробляється 0,18 кг метану, 0,32 кг вуглекислого газу, 0,2 кг води та 0,3 кг нерозкладеного залишку. Отже, з гною однієї корови можна отримати за добу 4,2 м<sup>3</sup> біогазу (рис. 1). А при переробці гною ВРХ у промислових біогенераторних установках з тонни сировини вихід біогазу може становити близько 60 м<sup>3</sup>.

Щодо енергетичної цінності такого біогазу, то у його складі приблизно 50-70% метану (СН<sub>4</sub>), 50-30% вуглекислого газу (СО<sub>2</sub>) та незначна кількість сірководню (Н<sub>2</sub>С). Енергія згорання його 1 м<sup>3</sup> еквівалентна енергії згорання: 0,6 м<sup>3</sup> природного горючого газу; або 0,74 л нафти; або 0,65 л дизельного пального; або 0,48 л бензину. З 1 м<sup>3</sup> біогазу можна

виробити 2 кВт електроенергії собівартістю 0,01 у.о./кВт. Відповідно умовна собівартість метану – 20 євро за 1000 м<sup>3</sup>. Вартість же дизельного пального – 900 євро/тис.л, при сталій тенденції до росту.



*Рисунок 1 - Функціональна схема природного ферментатора – тварини:  
W – вихід горючого газу; P – органічні добрива; t – час перебування корму у тварині; T – внутрішня температура тварини*

Крім того від охолодження одного електрогенератора біогазової установки можна обігрівати близько 2 га теплиць. Довідково: до бродіння мінералізація природного гною ВРХ становить 40%, а після бродіння – 60%. Причому кількість доступних для рослин поживних речовин збільшується на 15%. У собівартості ж тепличних огірків, помідорів та квітів 90% становлять затрати саме на тепло та добрива. Отже, розміщена біля біогазової установки теплиця може працювати з 300-500% рентабельністю.

Однак, урахувуючи багатостадійність, багатопараметричність і нелінійність процесів, існує ряд невирішених проблем щодо ефективного застосування на великих українських агропідприємствах сучасних, особливо закордонних, промислових біогазових установок [4, 5], які викликані:

- 1) великою кількістю органічних речовин у гної;
- 2) участю в утворенні метану більше чотирьох видів бактерій з різними параметрами оптимізації за швидкістю, температурою, концентрацією, тиском тощо;
- 3) неузгодженістю схем метанового бродіння гною: переробка азотних речовин, переробка неазотних речовин, аеробні та анаеробні процеси тощо;
- 4) багатостадійністю процесу утворення метану: білок → амінокислоти → жирна кислота, аміак → вуглекислота, водень → метан, вода, похідні речовини;
- 5) залежністю процесу метаноутворення від умов бродіння (кислотне, лужне, змішане);
- 6) значними об'ємами споживання та скиду екологічно небезпечної забрудненої води;
- 7) низьким рівнем захищеності об'єкта від небезпечних факторів техногенного і природного походження.

Завдання, враховуючи перспективи, полягало у створенні такого універсального багатокамерного біогенератора, який би усував виявлені недоліки.

Спочатку було уточнено: середньо добовий вихід гною з корівника – 8 м<sup>3</sup>; усереднена подача гною на переробку становить 333 л/год; вологість гною в режимі переробки 89-96%; в 1 м<sup>3</sup> гною міститься 4-11 кг сухої речовини; вихід газу з 1 м<sup>3</sup> переробленої маси 89% вологості – 18 м<sup>3</sup> з температурою згоряння 5000 Ккал/м<sup>3</sup> (при 60% CH<sub>4</sub>); вихід газу з 1 кг сухої речовини – 1,63 м<sup>3</sup>; температура маси при відновлюванні метану – 35-45° С.

Технологічні характеристики створеного УБР (авторське свідоцтво на винахід № 540589. МПК F04D 15/00, рис. 2 [2]): заповнення камер становить 4/5 (80%); повний об'єм перероблюваної маси – 86,4 м<sup>3</sup>; кратність повного циклу обертання перероблюваної маси – 10,8 діб;

кількість камер – 6. Об'єми камер: попередньої стабілізації – 10 м<sup>3</sup>; первинного накопичення білка для подальшого кислотного процесу переробки з утворенням амінокислот – 20 м<sup>3</sup>; камера утворення жирних кислот і аміаку – 20 м<sup>3</sup>; лужного бродіння з утворенням вуглекислоти, водню та подальшого відновлювання метану – 40 м<sup>3</sup>; відновлювання метану та розділення продуктів переробки на органічну і неорганічну складові – 18 м<sup>3</sup>. Час знаходження перероблюваної маси у відповідних камерах: 1,0; 2,0; 2,0; 4,0 та 1,8 доби. Подача маси на переробку в кожен камеру відповідно: 333; 666; 666; 1332 та 600 л/год.

Досліджено, що усереднена річна температура гною на виході з корівника із використанням зворотної води для змиву гною у замкнутому циклі – 25°C. Для забезпечення оптимального метаноутворення при температурі 45°C необхідно підвести для нагріву 333 л/год, відповідно потрібно спалювати отриманий газ в об'ємі 1,33 м<sup>3</sup>/год (при ККД нагрівача 0,99 умовна потужність водонагрівача – близько 7,73 кВт·год.). Тоді витрати горючого палива для технологічного обігрівання комплексу на добу – 32 м<sup>3</sup> (185,52 кВт·год. електроенергії) при очікуваному добовому виході газу: 8 · 18 = 144 м<sup>3</sup>. Отже, товарного газу залишається з урахуванням ККД системи обігрівання – 112 м<sup>3</sup>.

Технологія переробки гною в УБР передбачає такі етапи: приймання гною з ферми; попередня стабілізація вологості маси; переробка гною в камерах комплексу (білок → амінокислоти → жирна кислота, аміак → вуглекислота, водень → метан, вода, похідні речовини); розділення продукту переробки на органічну і неорганічну складові; розділення освітленої та дезінфікованої системою безпечного водопостачання (СБВ) води на мінеральну та очищену для потреб комплексу і корівника; відведення залишків горючого газу.

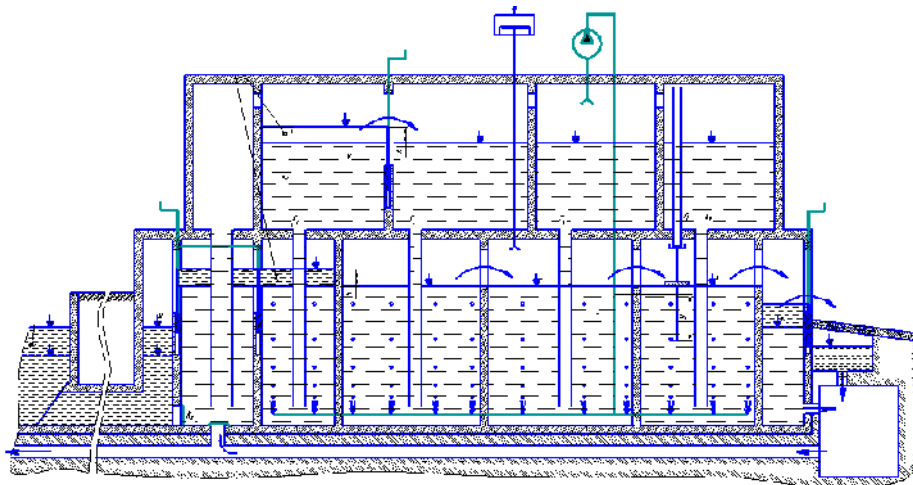


Рисунок 2 - Універсальний багатоканальний біогенератор

Проектний розрахунок вартості будівництва УББ (об'єм 108 м<sup>3</sup>), який виконувався за цінами станом на січень 2010 року:

1. Залізобетонна панель (6000 × 1500), 5 шт – 1470 грн · 5 = 7350 грн.
2. Об'єм цегляної кладки (стіни, перегородки), 24 м<sup>3</sup> – 16700 шт · 2,0 грн = 33400 грн.
3. Керамзит – 11 м<sup>3</sup> · 469 грн/м<sup>3</sup> = 5159 грн.
4. Цементний розчин – 5 м<sup>3</sup> · 510 грн/тон = 6885 грн.
5. Щебінь ф40 – 3564 грн.
6. Труби сталеві 108 × (6,8) безшовні ГОСТ 8732-78, Ду 100 мм – 31 п.м · 50 грн = 1550 грн.

7. Труби азбестоцементні, Ду 500 мм – 16 п.м · 80 грн. = 1280 грн.
8. Труби поліетиленові напірні ДСТУ 18599-83 – Ду 25 мм: 48 п.м. x 3,83 грн = 183,84 грн; Ду 90 мм: 60 п.м. · 38,8 грн = 2328 грн.
9. Котел, 23 кВт 0,35/12 бар, 13 Мбар, 28 кг мідь/сталь – 4892,00 грн.
10. Покрівля – 100 грн/м<sup>2</sup> · 36 м<sup>2</sup> = 3600 грн.
11. Система безпечного водопостачання – 30000 грн.
12. Будівельно-монтажні роботи – 70191,84 грн.
13. Непередбачені витрати – 29000,00 грн.

Повна вартість універсального багатокамерного біогенератора – приблизно 200 тисяч гривень.

Термін окупності зазначених витрат визначається обсягом отриманої додаткової продукції та економією експлуатаційних витрат на виробництво молока. Продукцією на виході з УББ є добрива, горючий газ, тепло та змивна вода.

Виробниче впровадження, здійснене у Дніпропетровській області, показало, що тільки за реалізацією біогазу термін окупності УБР становить 2,1 року (25,5 місяця) [6].

### ВИСНОВКИ

Обґрунтований, спроектований, виготовлений та впроваджений біогенератор є вітчизняним засобом підвищення екологічної безпеки, енерго- та ресурсоефективності функціонування агропідприємств, їхньої захищеності від негативної дії можливих надзвичайних ситуацій природного та техногенного походження. Перспективність подальших досліджень полягає у створенні автоматичних систем керування технологічними процесами в УББ.

### SUMMARY

#### SUBSTANTIATION OF WORKING OUT AND TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF THE UNIVERSAL MULTICHAMBER BIOGENERATOR

*F. Goncharov, V. Shtepa*

*National university of the bioresources and natureuses of Ukraine,  
shns-4@bigmir.net*

*It is a feasibility study of the use of the universal multichamber biological generator at the enterprises of agroindustrial sector of Ukrainian economy.*

**Key words:** *universal multichamber biological generator*

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Коломийцев П.А. Комплексное использование органических отходов для получения высококачественных удобрений и горючего газа метана / П.А. Коломийцев, В.Н. Солодеников. – М.: Гостоптехиздат, 1959. – 98 с.
2. Авторское свидетельство на изобретение № 540589. МПК F04D 15/00. «Бродильная камера для биогазовых установок» / Гончаров Ф.И. – М.: ЦНИИПИ, 1976. – № 48. – С.32.
3. Гончаров Ф.И. Кінетика та каталіз в системах обробки води // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции "Современные направления теоретических и прикладных исследований 2009". Медицина, ветеринария и фармацевтика. Химия. – Одесса: Черноморье, 2009. – С. 57-58.
4. Патент України на винахід №22010, МПК F04 D15/00. "Автоматична насосна станція" / Гончаров Ф.И. Опубл. 15.12.1998. Бюл. №3. – С.12.
5. Гончаров Ф.И. Про стан водопостачання в АПК / Ф.И. Гончаров // Materiály V mezinárodní vědecko - praktická conference "Vědecký pokrok na roumez millennium – 2009". – Díl 15.Technické vědy. Výstavba a architektura. – Praha: Pudlishing House "Education and Science" s.r.o., 2009. – S. 70-74.
6. Гончаров Ф.И. Удосконалена технологія та обладнання по переробці комунально-побутового та виробничого призначення / Ф.И. Гончаров // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции "Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте 2008". Технические науки. – Одесса: Черноморье, 2008. – С. 78-80.

*Надійшла до редакції 22 квітня 2010 р.*