

УДК 631.333.92 : 631.22.018

## ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ГОСПОДАРСТВ УКРАЇНИ

Скляр О.Г., к.т.н.,

Скляр Р.В., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-05-70

**Анотація** - роботу присвячено обґрунтуванню схеми біогазової установки для господарств України.

**Ключові слова** – біогаз, метан, зброджувана маса, анаеробний процес, гній, біореактор, газгольдер.

*Постановка проблеми.* Разом із збільшенням виробництва товарів широкого вжитку росте й кількість різноманітних відходів (у тому числі й органічних відходів сільськогосподарського виробництва), які не використовуються для виготовлення вторинних продуктів - органічних добрив та біогазу. Аналізуючи сучасне положення справ із застосуванням органічних добрив, слід зазначити, що за останні 10-12 років загальна їхня кількість скоротилася в 3-4 рази. За середньостатистичними даними, у цей час добрив вноситься не більше 3,3 т/га. Подібна ситуація склалася й з використанням мінеральних добрив. Дефіцит органічних добрив тільки для основних споживачів, насамперед сільськогосподарських підприємств різних форм власності, становить понад 65%. Разом з тим ринок споживачів значно поповнився фермерськими господарствами, здебільшого виробниками зернових культур, садівничими суспільствами, які не мають і не виробляють власних органічних добрив.

Крім досить відчутного недоліку органічних добрив при їхньому застосуванні виникають проблеми іншого порядку. По-перше, гній, як правило, використовується без відповідної підготовки шляхом прямого внесення на поля або, у найкращому разі, накопичується і якийсь час витримується в буртах, що супроводжується значною втратою органічної речовини й азоту. Втрати азоту досягають 40-50%. По-друге, використання свіжого гною пов'язане з певними агротехнічними труднощами, що приводить не тільки до забруднення посівних площ насінням бур'янів, але й несе небезпеку забруднення навколишнього середовища.

*Аналіз останніх досліджень.* У мережі Інтернет на англomовних і інших сайтах є багато інформації про сучасні промислові та фермерські біогазові установки, але вони або розраховані на великі об'єми вихідної сировини, або необхідно витрати великі кошти на їх виготовлення, або не підходять для нашого клімату.

*Формулювання цілей статті.* В Україні розроблено ряд серійних біогазових установок, наприклад «Кобос» та БЭУ-50, але їх призначено для переробки великої кількості гною. Тому нами поставлено за мету розробити та обґрунтувати схему біогазової установки для фермерських господарств України, використання якої буде економічно вигідним.

*Основна частина.* Установки для виробництва біогазу з органічних відходів зазвичай підрозділяють на чотири основні типи:

- без підведення тепла і без перемішування зброджуваної біомаси;
- без підведення тепла, але з перемішуванням зброджуваної маси;
- з підведенням тепла і з перемішуванням біомаси;
- з підведенням тепла, з перемішуванням біомаси і із засобами контролю і управління процесом зброджування.

Обов'язкові компоненти біогазової установки — сам біореактор і газгольдер для збору біогазу, пристрій для підігріву біомаси, її перемішування, а також засоби контролю.

Біореактор — основа будь-якої біогазової установки, і до його конструкції пред'являються достатньо жорсткі вимоги. Так, корпус біореактора має бути достатньо міцним при абсолютній герметичності його стінок. Обов'язкові хороша теплоізоляція стінок і їх здатність надійно протистояти корозії. При цьому необхідно передбачити можливість завантаження і спорожнення реактора, а також доступ до його внутрішнього простору для обслуговування.

Форми реакторів вельми різноманітні (рис. 1). Так, з погляду створення найбільш сприятливих умов для перемішування рідкого субстрату, накопичення газу, відводу опадів і руйнування кірки, яка утворюється, доречно використання резервуару, формою яйця. Крупні реактори такої форми зазвичай споруджують з бетону, тому для них характерна висока вартість виготовлення, що істотно обмежує їх застосування. Зате підсобні реактори менших об'ємів достатнє неважко виконати з склопластику, тобто з поліефірної смоли, армованої скловолокном, і обходяться вони не так вже і дорого.

Для циліндрового резервуару з конусними верхньою і нижньою частинами, як і для яйцеподібного, характерні невеликий простір для накопичення газу, обмежений об'єм плаваючої кірки, а також хороше відведення шламу. Однак в подібних реакторах створюються менш сприятливі умови для переміщення рідкого субстрату. Резервуари великого об'єму такої форми, використовувані в комунальних

установках для очищення і розкладання стоків, як і реактори у формі яйця виготовляють з бетону. Проте «циліндричні» реактори декілька дешевше. У індивідуальних господарствах реактори вищезгаданої форми, але, природно, меншої місткості, роблять із сталі або з склопластику. В реакторах з склопластику легко досягти кращих умов переміщення субстрату.

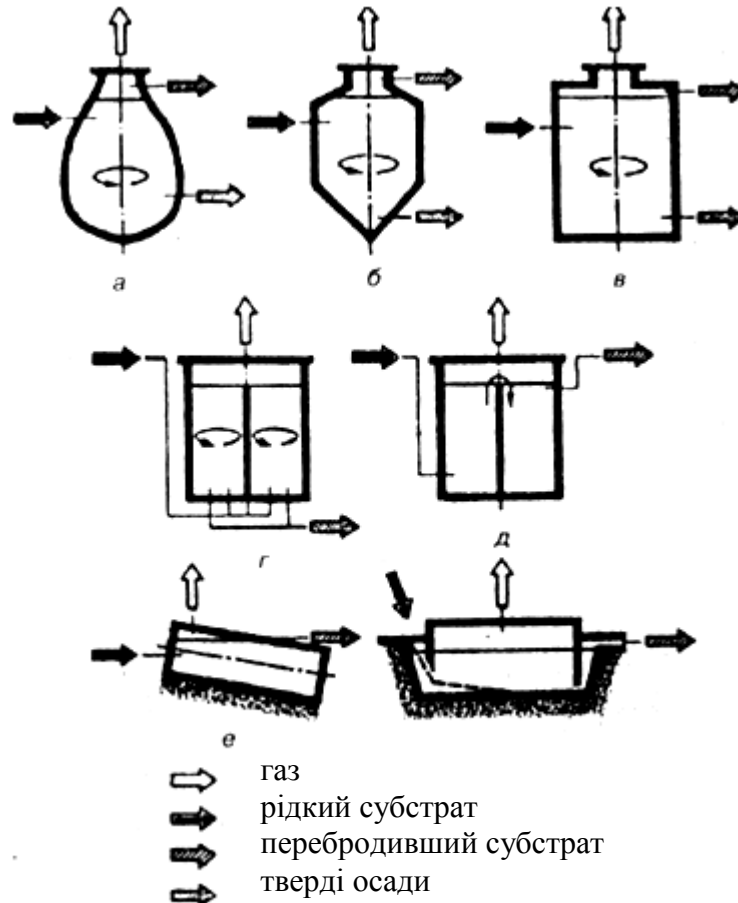


Рис. 1. Найбільш поширені типи резервуарів біореакторів а- у вигляді яйця, б- циліндровий з конусними верхньою і нижньою частинами, в- циліндровий, г- циліндровий з перегородкою, д- у вигляді паралелепіпеду (з перегородкою), е- циліндровий (похило розташований), ж- траншея в ґрунті (з кришкою).

Циліндрові резервуари відносно прості у виготовленні, що пояснюється великим досвідом будування ємкостей для сільськогосподарських цілей (сталеві, бетонні, склопластикові, цистерни-бункери для силосу і інших кормів). Проте в порівнянні з резервуарами попередніх форм в циліндровому резервуарі неможливо організувати достатньо хороші умови для переміщення субстрату, при цьому доводиться зважати на вищі витрати на видалення осаду і руйнування плаваючої кірки, що пов'язане із збільшенням витрати енергії на перемішування маси.

Якщо резервуар циліндрової форми розділити поперечною вертикальною перегородкою на дві камери (рис. 2), то можна організувати систему отримання біогазу з почерговим використанням камер резервуару. Причому будівництво резервуару з перегородкою обійдеться дешевшим, ніж спорудження двох окремих резервуарів. Відмітимо також, що при такій компоновці зменшується значення теплоізоляції зовнішніх стінок резервуару, а в перегородку, що виконується з достатньо теплопровідного матеріалу, не дуже складно вбудувати який-небудь нагрівальний пристрій, що надає установці додаткові конструктивні вигоди.

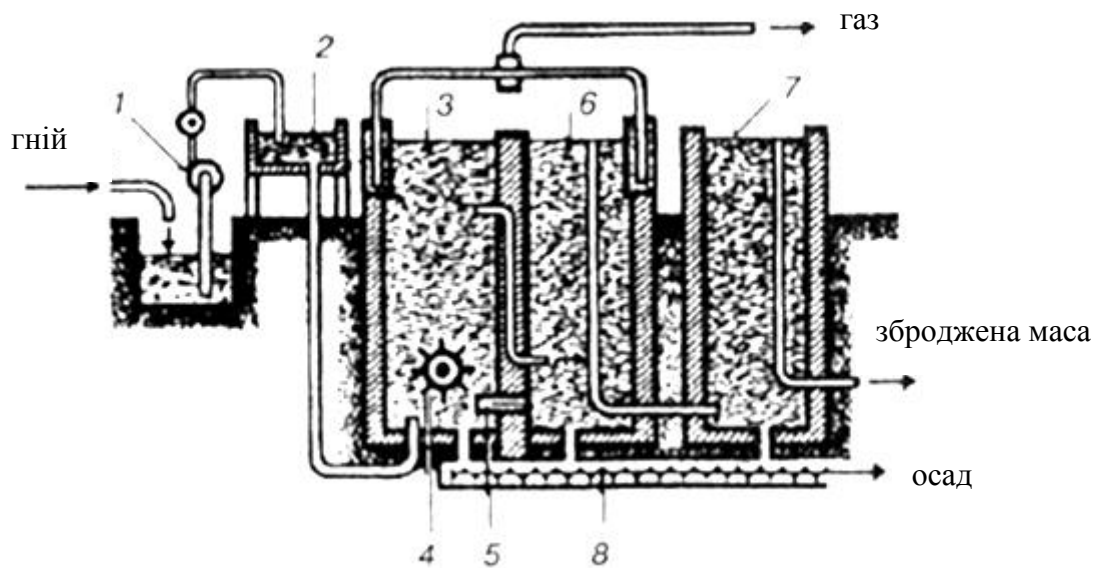


Рис. 2. Двокамерна біогазова установка проточного типу: 1-насос; 2-приймальна камера; 3-бродильна камера; 4-перемішувач; 5-нагрівач; 6-камера доброджування; 7-збірник зброженої маси; 8-шнек.

У простих, переважно невеликих, біогазових установках, що споруджуються власними силами (рис. 3), зазвичай бродильна камера має форму паралелепіпеда (басейн або яма з кришкою). Для підвищення ефективності такий реактор перегороджують вертикальною стінкою, створюючи головну бродильну камеру і камеру для остаточного зброжування і осадження шламу. Правда, установки подібного типу не дозволяють досягти високого ступеня розкладання субстрату, оскільки в них практично неможливо забезпечити ні рівномірне перемішування маси, ні управління завантаженням робочого об'єму камери, ні дотримання часу перебування маси в реакторі, що необхідно для отримання максимальної кількості газу. Та і руйнування плаваючої кірки і осаду зв'язане тут з великими витратами.

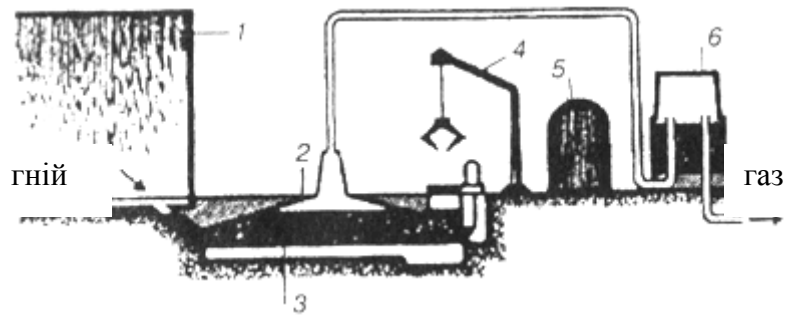


Рис. 3. Траншейна біогазова установка 1-приміщення для тварин; 2-біореактор; 3-мішалка; 4-грейфер; 5-сховище для збродженого гною; 6-газгольдер.

У горизонтально розташованому резервуарі субстрат переміщується в подовжньому напрямі. Тут для невеликих установок придатні циліндрові реактори із сталі або склопластику. Горизонтальні резервуари значної місткості мають форму паралелепіпеда, і виконують їх з бетону.

Похиле розташування таких резервуарів полегшує набрякання шламу до вивантажувального отвору. Така конструкція зручна для розміщення простого перемішуючого механізму.

Резервуар у вигляді виритої в ґрунті траншеї дозволяє обробляти великі кількості субстрату. Як будівельний матеріал для стінок реактора використовують, як правило, бетон.

Тепер детальніше розглянемо пристрій деяких видів біогазових установок, що вже застосовуються в практиці. Зараз на основі резервуару у формі паралелепіпеда з перегородкою розроблено і надійно діє двокамерна біогазова установка проточного типу, де субстрат прямує спочатку в одну частину резервуару (бродильну камеру), а потім самопливом поступає в іншу частину (камеру доброджування). Для підвищення ефективності роботи така установка забезпечена перемішуючим пристроєм в бродильній камері, нагрівачем, шнеком для видалення крупних включень в осіданні.

Всього більшого поширення набувають траншейні біогазові установки. Візьмемо, наприклад, траншейну установку з ФРН. Тут прямо з приміщення, де містять тварин, гній, розведений водою, йде в біореактор, в якому зброджується. У установці передбачено механічне перемішування субстрату і грейфер для вантаження збродженого гною.

У іншій траншейній установці США (рис. 4) свіжий рідкий гній поступає в бродильну камеру зверху, а підігріта вода — знизу. Газозбірник установки еластичний, а на поверхні зброджуваного субстрату для теплоізоляції розташовані плити пінопластів.

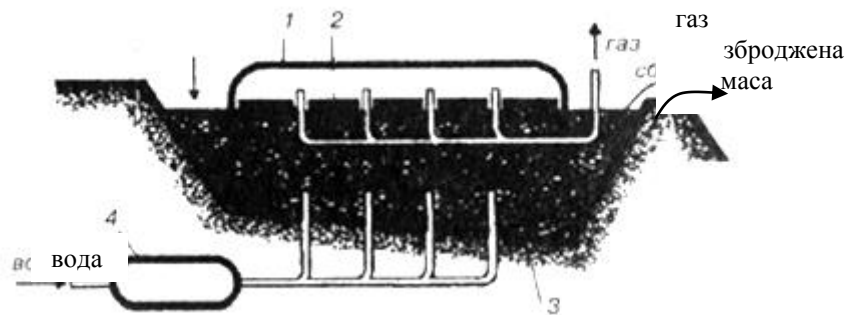


Рис. 4. Траншейна біогазова установка: 1-еластична збірка; 2-плити з пінопласту; 3-бродильна камера; 4-нагрівач (бойлер).

Звернемо ще увагу на еластичні реактори (рис. 5), зазвичай використовувані в країнах Південно-східної Азії. Подібні реактори (ємкості) роблять з щільної прорезиненої тканини або з синтетичної плівки. Для організації роботи таких біореакторів їх доводиться або заглиблювати у ґрунт, або поміщати усередині достатньо міцної «кругової» огорожі.

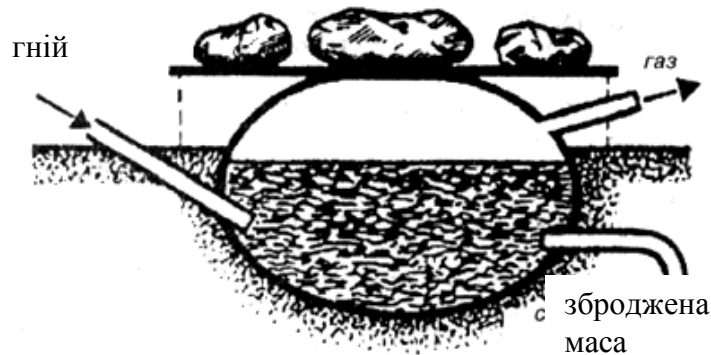


Рис.5. Установка з еластичним реактором.

Біоенергетичні установки (БЕУ) ІМТ УААН (рис. 6) призначені для прискореної (10-20 діб) переробки гною, органічних речовин, відходів в екологічно чисті високоякісні добрива і біогаз. Сприяють самозабезпеченню ферм паливом. Але в таких установках є проблема утворення кірки, яка призводить до зниження тиску біогазу та нестабільного його виділення [7]. Також в таких установках відсутнє регулювання температурного режиму, що в холодні пори роки призводить до різкого зменшення виходу біогазу.

З вище наведеного аналізу конструкцій біогазових установок та раніше розглянутих параметрів оптимізації процесу зброджування [7] пропонується наступна схема біогазової установки з газгольдером, пневматичним завантаженням і перемішуванням сировини та з підігрівом її в реакторі (рис. 7).

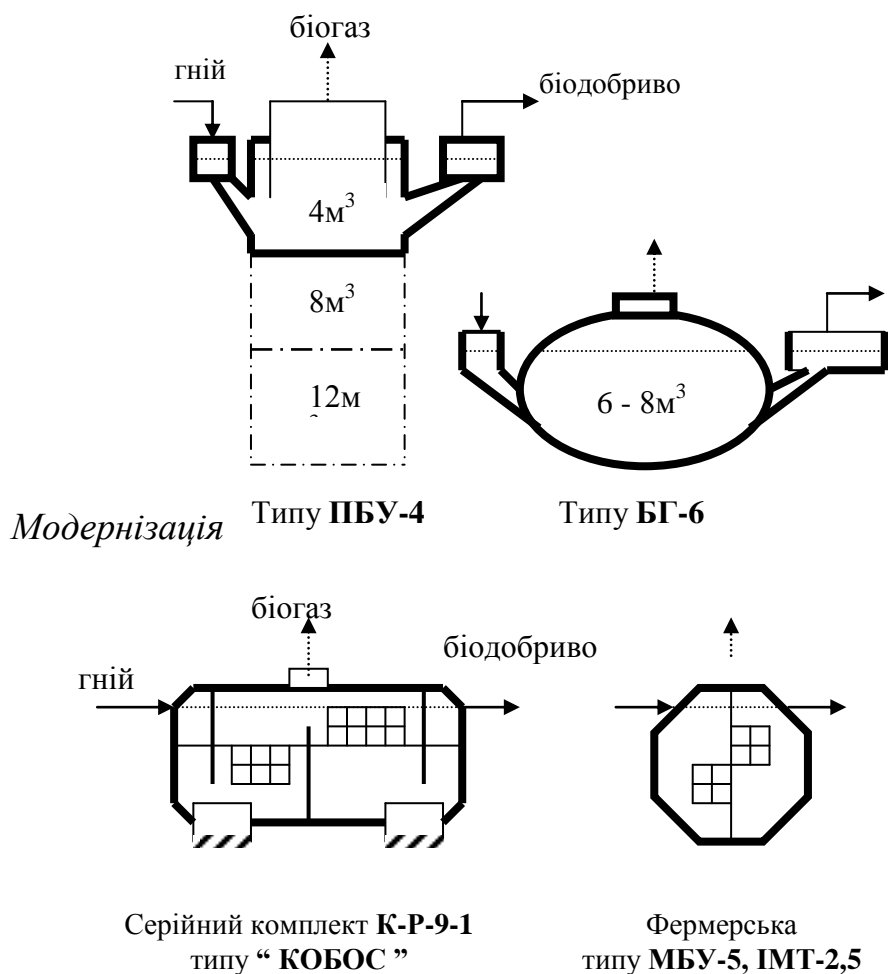


Рис. 6. Схеми БЕУ конструкції ІМТ УААН

Завантаження і перемішування сировини механізовані і проводяться за допомогою пневматичної системи. Підігрів сировини в реакторі біогазової установки проводиться за допомогою теплообмінника з водонагрівальним котлом, який працює на біогазі. Трубопровід вивантаження сировини має розгалуження для збору біодобрив в сховищі і для завантаження в транспортні засоби для вивозу на полі. Пристрій цієї біогазової установки передбачає ручну підготовку і пневматичне завантаження сировини в реактор, частина біогазу, що виробляється, використовується для підігріву сировини в реакторі. Перемішування проводиться біогазом. Відбір біогазу проводиться автоматично. Біогаз зберігається в газгольдері. Установка може працювати в будь-якому температурному режимі зброджування сировини.

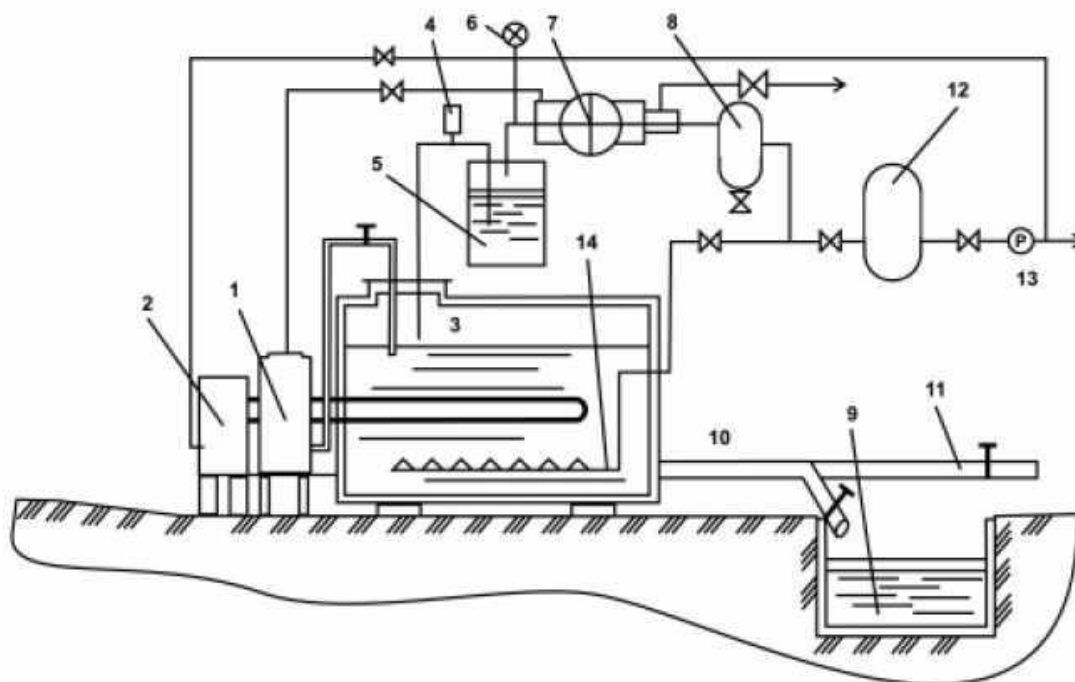


Рис. 7. Схема фермерської біогазової установки з газгольдером, ручною підготовкою і пневматичним завантаженням і перемішуванням сировини, з підігрівом сировини в реакторі:

1- бункер завантаження сировини, 2- водонагрівальний казан, 3- реактор, 4 -запобіжний клапан, 5- водяний затвор, 6 - манометр електроконтакт, 7-компресор, 8 – ресівер, 9- сховище для біодобрих, 10 - вивантаження сировини, 11- відвідна труба для завантаження в транспорт, 12- газгольдер, 13 - редуктор газовий, 14 - перемішуючий пристрій.

*Висновки.* Проаналізовано схеми невеликих біогазових установок, які використовуються фермерами на Україні та за кордоном та запропоновано схему фермерської біогазової установки з газгольдером, ручною підготовкою і пневматичним завантаженням і перемішуванням сировини, з підігрівом сировини в реакторі, яка забезпечить стабільне виділення біогазу в любую пору року.

#### Література

- 1 Некрасов В. Микробиологическая анаэробная конверсия биомассы
- 2 AT Information: Biogas, GTS project Information and Advisory Service on Appropriate Technology (ISAT), 1996, Eshborn, Deutschland
- 3 Дубровский В. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов/ В. Дубровский, У. Виестур. - Рига: Зинатне, 1988.
- 4 ОФ «Флюид». Биоэнергетические модули для анаэробного сбраживания навоза типа БЭМС с реакторами объемом 5,0; 25,0; 50,0; 100,0 м<sup>3</sup> / Руководство по эксплуатации. - Бишкек. - 2004.



5 Веденев А.Г. Биогазовые установки / А.Г. Веденев. - ОФ «Флюид»: Ассоциации «Фермер», 2005.

6 BiogasWorks. - 2002. – Режим доступа: [www.biogasworks.com](http://www.biogasworks.com)

7 Скляр О.Г. Основи біогазових технологій та параметри оптимізації процесу зброджування / О.Г. Скляр, Р.В. Скляр // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2009. – Вип. 9. – Т. 1. – С. 20 - 30.

## **ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ХОЗЯЙСТВ УКРАИНЫ**

Скляр А.Г., Скляр Р.В.

### *Аннотация*

**Работа посвящена обоснованию схемы биогазовой установки для хозяйств Украины.**

## **GROUND OF CHART OF BIOTGAS SETTING FOR ECONOMIES OF UKRAINE**

A. Sklyar, R. Sklyar

### *Summary*

**Work is devoted the ground of chart of biotgas fluidizer economies of Ukraine.**