

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ З ВІДХОДІВ І СИРОВИНИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ФЕРМ

Василенко О. О., к.т.н, доц.

Сумський національний аграрний університет

*Розглядається використання ефекту кавітації для підготовки субстрату-матеріалу для отримання біогазу з відходів та сировини сільськогосподарського виробництва у новій розробленій біогазовій установці, в якій застосований гідродинамічний теплогенератор-деструктор двоспірального термодинамічного типу. Особливістю цієї біогазової установки, призначеної для середніх і великих фермерських господарств, є наявність спеціальної ємності для підготовки сировини, звідки воно подається за допомогою компресора в реактор. Установка забезпечена автоматичним відбором біогазу і газгольдером для його зберігання. Наявність системи обігріву дозволяє експлуатувати біогазову установку у всіх режимах зброджування. Такі біогазові установки оснащені блоковими теплоелектроцентралями, які виробляють теплову та електричну енергію. Ці прилади дуже прості в експлуатації і не вимагають частого ремонту. Під впливом спрямованої і керованої кавітації в біологічному сировину рвуться складні зв'язку волокон органічних речовин на молекулярному рівні. Як наслідок цього процесу, дисперсність біологічної сировини значно збільшується, і її частки зменшуються в розмірах. Таким чином, для штамів бактерій, які беруть участь в процесі утворення біогазу, створюються більш сприятливі умови для розкладання біогенних матеріалів завдяки руйнуванню неоднорідності їх структури і, відповідно, збільшення площі покриття бактеріями біологічної сировини. У даній установці можливо використовувати як сировину найрізноманітніші субстрати. По-перше, поновлюване джерело енергії - наприклад, рослинні культури, такі як кукурудза, трава, хлібні злаки і, по-друге, залишки від продуктів харчової та переробної промисловості, такі як гній великої рогатої худоби та свиней, пташиний послід, жири, відходи рослин і т.д.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Біогаз – це газ, який виробляється із органічних відходів (відходів їжі, тваринництва) з допомогою бактерій і має склад, подібний до природного газу: до 98% метану, а також сірководень, вуглекислий газ, воду тощо. Біогаз має низку переваг перед природним газом, а саме [1]. В умовах зростаючого попиту на енергоресурси і зростання тарифів на них, за статистичними даними в Україні, загальна кількість органічних відходів сільського господарства щорічно складає 158 млн т, з яких можна отримати 6 млрд м<sup>3</sup> біогазу або близько 15 млрд кВт/год електроенергії. Велика частина відходів припадає на АПК - стебла, гній, солома. При цьому щорічний збиток від відходів агропромислового комплексу оцінюється в 45 млн.гривень. Таким

чином, розвиток біогазової промисловості має йти в двох напрямках: створення великих біоенергетичних станцій і створення фермерських біогазових установок, що має стимулювати розвиток біогазових технологій. Використання нових технологій дозволить вирішити в сільській місцевості:

- проблему відходів;
- допомогти в енергозабезпеченні та енергозбереженні;
- підвищити родючість ґрунтів, а відповідно, і врожаю, що значно збільшить рентабельність установок і скоротить терміни окупності.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які посилається автор.**

Над проблемами виробництва і споживання біогазу працює низка зарубіжних та вітчизняних вчених, серед яких D. Deublein, A. Steinhäuser, N. Board, D. House, Г. М. Калетнік, Таврійський державний агротехнологічний університет 339 В. О. Дубровін, М. О. Корчемний, Г. Г. Гелетуша, Ю. В. Кернасюк, М. О. Корчемний, М. Кобець та інші. Більшість авторів роблять акцент або на технічних сторонах процесу отримання біогазу, або на зарубіжному досвіді, тому необхідним є обґрунтування економічних аспектів біогазового виробництва в Україні.

**Формулювання мети статті.** Метою дослідження є вивчення перспектив виробництва та використання біогазу в Україні, а також дослідження ефекту кавітації для підготовки субстрату-матеріалу для отримання біогазу з відходів та сировини сільськогосподарського виробництва у новій розробленій біогазовій установці, в якій застосований новостворений гідродинамічний теплогенератор - деструктор двозернистого термодинамічного типу.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових даних.**

Біогазова установка - це елемент сучасного, безвідходного виробництва в багатьох галузях сільського господарства та харчової промисловості.

Основа будь-якої біогазової установки - біореактор. До його конструкції пред'являються досить жорсткі вимоги. Так, корпус повинен бути міцним, при абсолютній герметичності стінок. Обов'язкова хороша теплоізоляція стінок і їх здатність надійно протистояти корозії. При цьому повинна бути передбачена можливість завантаження і спорожнення реактора, а також доступ до його внутрішнього простору для обслуговування [2].

Технологічний процес здійснюється наступним чином. Субстрат з тваринницького приміщення надходить в ємність для попередньої підготовки, далі фекальних насосом субстрат циркулює по замкнутому контуру через деструкцію. Спеціально спроектований деструктор дозволяє створювати в його порожнині ефект кавітації, руйнівна сила якої використовується для додання вихідній сировині однорідної і гомогенної консистенції.

Під впливом спрямованої і керованої кавітації в біологічному сировину рвуться складні зв'язки волокон органічних речовин на молекулярному рівні. Як наслідок цього процесу, дисперсність біологічної сировини значно збільшується, і його частки зменшуються в розмірах. Таким чином, для штамів бактерій, які беруть участь в процесі утворення біогазу, створюються більш сприятливі умови

для розкладання біогенних матеріалів завдяки руйнуванню неоднорідності їх структури і, відповідно, збільшення площі покриття бактеріями біологічної сировини. Після підготовки завантажують в реактор попереднього бродіння, де протягом 2 - 3 діб відбувається попереднє бродіння продукту, при цьому нагрів на даній стадії не потрібен, що дозволяє економити. Одночасно пристроєм, субстрат переміщується в метантенк, де здійснюється анаеробне зброджування.

Використання двоспірального деструктора, обумовлено в'язкістю субстрату, а також довжиною реактора. При переміщенні, в якому досить важко використовувати інші типи перемішуючих пристроїв. Установа забезпечена автоматичним відбором біогазу і газгольдером для його зберігання. Наявність системи обігріву дозволяє експлуатувати біогазову установку у всіх режимах зброджування. Такі біогазові установки оснащені блоковими теплоелектроцентралями, які виробляють теплову та електричну енергію. Ці прилади дуже прості в експлуатації і не вимагають частого ремонту. Під впливом спрямованої і керованої кавітації в біологічному сировину рвуться складні зв'язку волокон органічних речовин на молекулярному рівні. Як наслідок цього процесу, дисперсність біологічної сировини значно збільшується, і її частки зменшуються в розмірах. Таким чином, для штамів бактерій, які беруть участь в процесі утворення біогазу, створюються більш сприятливі умови для розкладання біогенних матеріалів завдяки руйнуванню неоднорідності їх структури і, відповідно, збільшення площі покриття бактеріями біологічної сировини. Для нормального протікання бродіння необхідна слабко - лужна реакція середовища (рН = 6,7 - 7,6). Розщеплення органіки на окремі складові і перетворення в метан може проходити лише у вологому середовищі, оскільки бактерії можуть переробляти речовини тільки в розчиненому вигляді. У зв'язку з цим бродіння твердих субстратів має відбуватися з додаванням води.

Реактор сконструйований так, що йде безперервний процес газоутворення, так як присутні всі стадії анаеробної переробки гною. У зв'язку з об'єднанням режимів зброджування в єдиний цикл (реактор) трьох стадій метанового зброджування був розроблений дослідний зразок установки для отримання біогазу безперервної дії. Біореактор є газонепроникним, повністю герметичним резервуаром, що покритий теплоізолюючим шаром утеплювача. У середині біореактора підтримується фіксована температура, необхідна для життєдіяльності мікроорганізмів. Підігрів біореактора здійснюється теплою водою. Система підігріву - це мережа трубок, які перебувають на внутрішній стінці поверхні біореактора, в якому відбувається утворення газу з субстратів [3-4].

#### **Висновки з даного дослідження.**

Виходячи з вищевикладеного, можна сказати, що прогрес у використанні біогазових установок призводить до суттєвого підвищення ефективності їх роботи. Можливість вирішення не тільки енергетичних, але і екологічних і агрохімічних проблем дозволили значно підвищити рентабельність таких установок і істотно скоротити терміни окупності. Кризові явища в економіці України так і не зупинили зростання тарифів, що ще більше підвищить привабливість біогазових установок в нових економічних реаліях.

## Список використаних джерел

1. Сидоров Ю. І., Мельниченко О. С., Новіков В. П., Влязло Р. Й. Розрахункова модель безперервноговиробництвабіогазу та їїекономічнийаналіз // Вісник НУ «Львівськаполітехніка». - 2004. - № 497. - С. 65-70.
2. Сидоров Ю. І., Дрога Т. О., Влязло Р. Й. Розрахунковімоделівиробництвагексоз з деревиникислотним і ензиматичним способами та їхпорівняння // Там само. - 2005 - № 536. - С. 87-94.
3. Ацакатов М. Биоэнергия - иллюзия или реальность? // Полярная Звезда - сетевой журнал. - <http://zvezda.ru/econo-mics/2007/06/26/bio.htm>.
4. Смирнов О. П. Энергосбережение и экология. Перспективы развития производства биогаза в Украине. - [eneco.com.ua/libra-ry/7/52/](http://eneco.com.ua/libra-ry/7/52/).
5. Vandevivere P., De Baere L., Verstraete W. Types of anaerobic digesters for solid wastes // Biomethanization of the Organic Fraction of Municipal Solid Wastes, J. Mata-Alvarez, Editor. - Barcelona: IWA Publishing, 2002. - P. 111-140.
6. ЕринаТ. Э., ВинароваА. Ю. Биотехнология ускоренной аэробной переработки навоза и ее аппаратурное оформление. - [http://conf.bstu.ru/articles/list/?conf\\_id=11&sort=day&page](http://conf.bstu.ru/articles/list/?conf_id=11&sort=day&page).
7. Brochure: ID 2PAD™ Two-phase Anaerobic Digestion System. - [www.wateronline.com/download.mvc/ID-2PAD-Two-phase](http://www.wateronline.com/download.mvc/ID-2PAD-Two-phase).
8. Nizami A. S., Murphy J. D. What type of digester configurations should be employed to produce biomethane from grass silage? // Renewable and Sustainable Energy Reviews. - 2010. - V. 14. - P. 1558- 1568.

## Аннотация

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ БИОГАЗА ИЗ ОТХОДОВ И СЫРЬЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ФЕРМ

**Василенко О. А.**

*Рассматривается использование эффекта кавитации для подготовки субстрата-материала для получения биогаза из отходов и сырья сельскохозяйственного производства в новой разработанной биогазовой установке, в которой применен вновь гидродинамический теплогенератор - деструктор двухспирального термодинамического типа. Особенностью этой биогазовой установки, предназначенной для средних и крупных фермерских хозяйств, является наличие специальной емкости для подготовки сырья, откуда оно подается с помощью компрессора в реактор. Установка снабжена автоматическим отбором биогаза и газгольдером для его хранения. Наличие системы обогрева позволяет эксплуатировать биогазовую установку во всех режимах сбрасывания. Такие биогазовые установки оснащены блочными теплоэлектроцентралями, которые производят тепловую и электрическую энергию. Эти приборы очень просты в эксплуатации и не требуют частого ремонта. Под воздействием направленной и управляемой кавитации в*

*биологическом сырье рвутся сложные связи волокон органических веществ на молекулярном уровне. Как следствие этого процесса, дисперсность биологического сырья значительно увеличивается, и ее доли уменьшаются в размерах. Таким образом, для штаммов бактерий, которые участвуют в процессе образования биогаза, создаются более благоприятные условия для разложения биогенных материалов благодаря разрушению неоднородности их структуры и, соответственно, увеличение площади покрытия бактериями биологического сырья. В данной установке можно использовать как сырье сами субстраты. Во-первых, возобновляемый источник энергии - например, растительные культуры, такие как кукуруза, трава, хлебные злаки и, во-вторых, остатки от продуктов пищевой и перерабатывающей промышленности, такие как навоз крупного рогатого скота и свиней, птичий помет, жиры, отходы растений и т.д.*

## **Abstract**

### **MODELING OF THE PROCESS FOR BIOGAS PRODUCTION FROM WASTE AND RAW MATERIAL OF AGRICULTURAL FARM**

**O. Vasylenko**

*The use of the cavitation effect to prepare the substrate material for the production of biogas from waste and raw materials of agricultural production in a new biogas plant developed in which a hydrodynamic heat generator - a destructor of a dual thermodynamic type is used. The peculiarity of this biogas plant, intended for medium and large farms, is the availability of a special container for the preparation of raw materials, from which it is supplied with a compressor to the reactor. The plant is equipped with automatic biogas selection and gas storage for storage. The existence of a heating system allows the biogas plant to be operated in all fermentation regimes. Such biogas plants are equipped with block thermal power plants that produce heat and electric energy. These devices are very easy to operate and do not require frequent repair. By the action of directed and controlled cavitation in the biological raw material, complex interactions of the fibers of organic substances at the molecular level are torn. As a consequence of this process, the dispersion of biological feedstocks increases significantly, and its proportions decrease in size. Thus, strains of bacteria that participate in the process of biogas production create more favorable conditions for the decomposition of biogenic materials due to the destruction of the heterogeneity of their structure and, consequently, the increase of the area of coverage with bacteria of biological raw materials. In this installation you can use as the raw material of the substrate. First, the renewable energy source - for example, plant crops such as corn, grass, cereals and, secondly, residues from food and processing industries such as cattle and pigs, bird droppings, fats, waste plants, etc.*