

**Розробка технології та обладнання для біотехнологічного отримання нетрадиційних енергоносіїв**

**Разработка технологии и оборудование для биотехнологического получения нетрадиционных энергоносителей**

**Development of technology and equipment is for the biotechnological receipt of untraditional power mediums**

- 1. Номер державної реєстрації теми - 01090000726.**
- 2. Науковий керівник - д.т.н., проф. Карачун В.В, Карачун В.В. Karachun VV**
- 3. Суть розробки, основні результати.**

**(укр.)**

Розроблена технологія та експериментальне обладнання для реалізації процесів синтезу біогазу. Визначені раціональні параметри процесу за умов переробки відходів сільськогосподарського виробництва та комунальних підприємств. На основі проведених досліджень визначені гідродинамічні та тепло- і масообмінні характеристики процесів біосинтезу, що відбуваються у анаеробному біореакторі з іммобілізованою на інертних носіях мікрофлорою.

Наукова цінність роботи полягає в розробці математичних моделей процесу синтезу біогазу в біореакторах з іммобілізованою на нерухомих інертних носіях мікрофлорою. В роботі визначений вплив гідродинамічних режимів та тепломасообміну на біосинтетичні властивості мікробного біоценозу продуцентів біогазу.

Практична цінність роботи реалізована у створенні лабораторної установки для дослідження гідродинаміки руху газорідної дисперсії в каналах біореакторів з іммобілізованою на полімерних носіях мікрофлорою. Розроблений комплект конструкторської документації для виготовлення пілотної установки для дослідження метаногенезу.

Субстрати, як джерело біогазу за походженням відносяться до стічних вод (комунальні та промислові з високою концентрацією БСК) та відходи сільського господарства (тверді та рідкі). Визначена роль двох груп субстратів, що застосовують у напрацюванні біогазу (тверді відходи і стічні води).

Визначено, оскільки метаноутворюючі бактерії мають низьку швидкість росту, важливо технологічними методами забезпечити їх високу концентрацію в біореакторі. Один з таких методів — іммобілізація клітин на поверхні носіїв.

Розроблені технологічні рекомендації стосовно способів метаногенезу, в основу яких покладений принцип двохстадійності процесу де на першій стадії здійснюються процеси кислої фази анаеробного ферментації – протеоліз і ацитогенез при використанні стійких до механічного перемішування мікроорганізмів. На другій стадії проходить метаногенез. В роботі визначена доцільність використання на другій фазі очистки біореакторів типу UASB, що дозволяє регулювати інтенсивність потоків рідкої фази через шар гранульованого метаногенного активного мулу. Встановлено, що метаногенний консорціум схильний до адгезії на різних поверхнях, тому в другій секції можна поміщати спеціальні засоби для іммобілізації – плівки щітки, гранули та ін. В якості матеріалу для інертного носія мікрофлори доцільне використання вторинних полімерних матеріалів.

**(рос)**

Разработана технология и экспериментальное оборудование для реализации процессов синтеза биогаза. Определены рациональные параметры процесса при условиях переработки отходов сельскохозяйственного производства и коммунальных предприятий. На основе проведенных исследований определены гидродинамические и тепло-массообменные характеристики процессов биосинтеза, которые происходят в анаэробном биореакторе с иммобилизованной на инертных носителях микрофлорой.

Научная ценность работы заключается в разработке математических моделей процесса синтеза биогаза в биореакторах из иммобилизованной на неподвижных инертных носителях микрофлорой. В работе определено влияние гидродинамических режимов и

теплообмена на биосинтетические свойства микробного биоценоза продуцентов биогаза.

Практическая ценность работы реализована в создании лабораторной установки для исследования гидродинамики движения газожидкостной дисперсии в каналах биореакторов из иммобилизованной на полимерных носителях микрофлорой. Разработан комплект конструкторской документации для изготовления пилотной установки для исследования метаногенеза.

Субстраты, как источник биогаза по происхождению относятся к стоковым водам (коммунальные и промышленные с высокой концентрацией БПК) и отходы сельского хозяйства (твердые и жидкие). Определена роль двух групп субстратов, которые применяют в наработке биогаза (твердые отходы и стоковые воды).

Определенно, поскольку метанообразующие бактерии имеют низкую скорость роста, важно технологическими методами обеспечить их высокую концентрацию в биореакторе. Один из таких методов — иммобилизация клеток на поверхности носителей.

Разработаны технологические рекомендации относительно способов метаногенеза, в основу которых положен принцип двухстадийности процесса, где на первой стадии осуществляются процессы кислой фазы анаэробного ферментации – протеолиз и ацетогенез при использовании стойких к механическому перемешиванию микроорганизмов. На второй стадии проходит метаногенез. В работе определена целесообразность использования на второй фазе очистки биореакторов типа UASB, что позволяет регулировать интенсивность потоков жидкой фазы через слой гранулированного метаногенного активного ила. Установлено, что метаногенный консорциум склонен к адгезии на разных поверхностях, потому во второй секции можно помещать специальные средства для иммобилизации – пленки щетки, гранулы и др. В качестве материала для инертного носителя микрофлоры целесообразное использование вторичных полимерных материалов.

**(англ)**

Technology and experimental equipment is developed for realization of processes of synthesis of biogas. The rational parameters of process are certain at the terms of processing of wastes of agricultural production and communal enterprises. On the basis of the conducted researches hydrodynamics is certain and transmission of mass of description of processes of biosynthesis of, which take a place in an anaerobic farmantors from immobilisation on inert transmitters microorganism.

The scientific value of work consists in development of mathematical models of process of synthesis of biogas in farmantors from immobilisation on immobile inert transmitters microorganism. In work, influencing of the hydrodynamic modes is certain and heat-exchange on biosynthesis properties of microorganism population synthetik of biogas.

The practical value of work is realized in creation of the laboratory setting for research of hydrodynamics of motion of gas- liquid dispersion in the channels of farmantors from immobilisation on polymeric transmitters microorganism. The complete set of designer document is developed for making of the pilot setting for research of synthesis of methane.

Substrat , as a biogas source originally behave to flow waters (communal and industrial with a high concentration substrat) and wastes of agriculture (hard and liquid). The role of two groups of substrats which apply in work of biogas is certain (hard wastes and flow water).

Certainly, as synthesis of methane bacteria have low speed of growth, it is important technological methods to provide their high concentration in a farmantor. One of such methods — immobilisation cages on the surface of transmitters.

Technological recommendations are developed in relation to the methods of synthesis of methane, in basis of which principle of two stages process is fixed where on the first stage the processes of sour phase are carried out anaerobic fermentation – hydrolysis at the use of proof to mechanical interfusion microorganisms. On the second stage passes synthesis of methane. In work expedience of the use on the second phase of cleaning of farmantors is certain as UASB, that allows to regulate intensity of streams of liquid phase through the layer of granular synthesis of methane active a silt. It is set that a synthesis of methane consortium feels like attachment on different surfaces, that is why in the second section it is possible to place the special facilities for

immobilisation are tapes of brush, granule and other In quality material for the inert transmitter of microorganism there is the expedient use of the second polymeric materials.

#### **4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.**

1. Тривайло М.С., Карачун В.В., Мельник В.М., Морозова Є.В. (ст.) Борода М.А. (ст.) Лабораторний ферментер; Патент № 40140 на корисну модель, Україна, МПК (2009). – U2008 12688. Заявл. 29.10.2008. – Опубл. 25.03.2009. – Бюл. № 6.–1 с.; Дата отримання - 25.03.2009.
2. Баранова І.Г., Ружинська Л.І. «Завантаження для анаеробного біореактора». Патент на корисну модель №43876 Україна, МПК (2009).
3. Тривайло М.С., Карачун В.В., Мельник В.М., Резенчук О.Є., (ст.) Заброда А.О. (ст.) Газліфтний барботаажний апарат; Патент № 40230 на корисну модель, Україна, МПК (2009). – U2008 13427. – Заявл. 20.11.2008. – Опубл. 25.03.2009. – Бюл. № 6. – 1с.; Дата отримання - 25.03.2009.
4. Тривайло М.С., Карачун В.В., Сердитов О.Т., Мельник В.М., Кузьменко К.В. (ст.) Установа для культивування клітин; Патент № 40830 на корисну модель, Україна, МПК (2009) С 12М1/00. – U2008 13842. – Заявл. 01.12.2008. – Опубл. 27.04.2009. – Бюл. №8. – 1 с.; Дата отримання - 27.04.2009.
5. Тривайло М.С., Карачун В.В., Мельник В.М., Герасимов Г.В., Ковальчук В.В. (ст.) Установа для культивування мікроорганізмів; Патент № 40831 на корисну модель, Україна, МПК (2009) С 12М1/00. – U2008 13429. – Заявл. 20.11.2008. – Опубл. 25.03.2009. – Бюл. №6. – 1 с.; Дата отримання - 25.03.2009.
6. Тривайло М.С., Карачун В.В., Мельник В.М., Кривець О.О. (ст.), Савченко О.В. (ст.) Установа для культивування клітин; Патент № 40833 на корисну модель, Україна, МПК (2009) С 12М3/00. – U2008 13845. – Заявл. 01.12.2008. – Опубл. 27.04.2009. – Бюл. №8. – 1 с. Дата отримання - 27.04.2009.
7. Карачун В.В., Мельник В.М., Ключко В.М. (ст.), Пригорницька К.І. (ст.) Апарат для культивування клітин. Патент № 42450 на корисну модель, Україна, МПК (2009) С 12М3/00. – U2008 15004. – Заявл. 25.12.2008. – Опубл. 10.07.2009. – Бюл. №13. – 1 с.
8. Карачун В.В., Мельник В.М., Литвиненко Д.В. (ст.) Газліфтний барботаажний апарат. Патент № 43558 на корисну модель, Україна, МПК (2009) С12М1/04. U200901835. – Заявл. 02.03.2009. – Опубл. 25.08.2009. – Бюл. №16. – 1 с.

#### **5. Порівняння зі світовими аналогами**

Результати роботи відповідають світовому рівню у колі питань анаеробного зброджування рідких та твердих субстратів з метою отримання біогазу. Апаратурне оформлення технологічного процесу відповідає сучасному рівню конструювання біореакторів з іммобілізованою мікрофлорою.

#### **6. Економічна привабливість для просування на ринок**

Застосування даної розробки в промисловості дозволить знизити витрати на використання енергоносіїв (газу) на 20%.

Використання вторинних полімерних матеріалів при виготовленні інертного носія іммобілізованої мікрофлори дозволить знизити витрати на спорудження установок на 54%.

#### **7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).**

Підприємства фармацевтичної та мікробіологічної промисловості підприємства АПК, індивідуальні фермерські господарства, підприємство «Стіролбіотех», ЗАТ «Біофарма».

Дана розробка мають значення для створення пілотних установок для відпрацювання режимів анаеробного зброджування.

#### **8. Стан готовності розробки.**

Розроблені та виготовлені макети обладнання, відпрацьовані відповідні технології і розроблені технологічні рекомендації щодо ефективного застосування експериментального обладнання. Можлива розробка дослідно-промислових зразків нового устаткування, які повністю адаптовані до існуючого різноманіття стічних вод та твердих відходів.

#### **9. Існуючі результати впровадження.**

Видана монографія Мельник В.М. Тривайло М.С. Карачун В.В. Масообмін і аерація в біореакторах– Київ: «Корнейчук», 2009. – 96 с.

Виданий навчальний посібник. Ружинська Л.І., Буртна І.А., Баранова І.Г. «Біотехнологічні методи та обладнання виробництва нетрадиційних енергоносіїв.» Навчальний посібник для студентів спеціальності "Обладнання фармацевтичної та мікробіологічної промисловості". Київ: НТУУ "КПІ", 2010. – 76 с.

Підготовлені нові курси лекцій для напряму підготовки 0902– «Інженерна механіка» спеціальності 7.090226 «Обладнання фармацевтичної та мікробіологічної промисловості» (спеціаліст) та 8.090226 (магістр).

#### **10. Назва організації, телефон, E-mail**

НТУУ"КПІ", кафедра біотехніки та інженерії Факультету біотехнології і біотехніки, 044-406-83-12.



Рис 1. Установа для дослідження впливу гідродинамічних режимів та тепломасообміну на біосинтетичні властивості мікробного біоценозу продуцентів біогазу.

#### **11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки**

1. Ружинська Л.І., Баранова І.Г. Математична модель процесу анаеробного очищення стічної води в біореакторі з іммобілізованого на нерухомих носіях мікрофлорою" / Наукові вісті НТУУ "КПІ". 2009. №2. - С.6

2. Ружинська Л.І., Баранова І.І. Аналітичний огляд методів очищення стічних вод в анаеробних фільтрах/ Коммунальное хозяйство городов.-2009- Выпуск №86. Серия: Технические науки и архитектура.- С.180-185.

3. Ружинська Л.І., Баранова І.І. Дослідження процесів очищення стічних вод анаеробних

біореакторах / Коммунальное хозяйство городов.-2009- Выпуск№87. Серия: Технические науки и архитектура. С.23-28.

4. Карачун В.В. Тривайло М.С. Мельник В.М Газліфтний барботаажний апарат. Materialy V mezinarodni vedecko-praktika konference "Strategiczne pytania swiatowej nauki-2009", 07-15 lutego 2009 roku –Volume 11: Przemysl. Nauka I studia 2008. – Str. 14-16.

5. Карачун В.В. Мельник В.М., Тривайло М.С. Підвищення ефективності масообміну культуральної рідини при механічному перемішуванні // MATERIALY VII MEZINARODNI VEDECKO-PRAKTICKA KONFERENCE "EFEKTIVNI NA'STROJE MODERNICH VED-2010", 27.04.-05.05.2010. Dil 19.. Ekologie. Chemie a chemicka technologie. Organicka chemie.: Praha, Publishing House "Education and Science", 2010.- Str. 45-47.

6. Карачун В.В. Математична модель гідродинаміки і масопереносу в анаеробному біореакторі / Карачун В.В. Поводзинський В.М., Ружинська Л.І., Шибецький В.Ю. // Межд. науч. конф. «Научные исследования современности». – К. – т.1. – с. 40-46.

7. В.В.Карачун, В.Ю.Шибецький, В.М.Поводзинський. Використання математичного моделювання гідромеханічних режимів руху рідини для визначення величин лімітуючи характеристик процесу культивування. Біотехнологія XXI ст. Тези доповідей учасників IV науково-практичної конференції студентів та аспірантів 13-23 квітня 2010 року.