

ЭНЕРГОУСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ВИДОВ ЭНЕРГИИ (05.14.08)

УДК 52-337:628.336.6

DOI: 10.24160/1993-6982-2020-1-28-31

Исследование влияния постоянного магнитного поля на кинетику анаэробного процесса при получении биогаза из твердых коммунальных отходов

А.Р. Сандыбаева

Цель работы — исследование влияния полей постоянных магнитов на объем получаемого биогаза при деградации субстратов муниципальной мусорной свалки. Для увеличения объема выхода биогаза изучено влияние различных физических материалов на микроорганизмы. Освещена тема, как с помощью различных поляризаций поля постоянного магнита можно воздействовать на активность микроорганизмов. Затронуты вопросы производства биогаза из городских отходов (анализировались пищевые отходы, составляющие требуемую биомассу).

Проведенные опыты показали, что наилучший эффект проявляется при температуре 37 °С. На практике поддерживать такую температуру не составляет труда, поскольку в описанных климатических условиях теплый период года составляет более 6 мес. При указанной температуре исключается самовозгорание биомассы.

Описываемый эксперимент проводился в г. Штутгарт (Германия) в лаборатории Государственного института сельскохозяйственного машиностроения и биоэнергии Хойнхаемского университета. Непосредственный руководитель — доктор А. Леммер. Длительность эксперимента составляла 35 дней, при температуре 37 °С и давлении в реакторе 970 мБар.

Доказано, что магнитные поля оказывают значительное влияние на процесс брожения и объем выхода газа. Даны предложения конкретных шагов для улучшения процесса ферментации отходов.

Ключевые слова: процесс деградации, кинетика биогаза, магнитные поля, притягивающая и отталкивающая поляризации.

Для цитирования: Сандыбаева А.Р. Исследование влияния постоянного магнитного поля на кинетику анаэробного процесса при получении биогаза из твердых коммунальных отходов // Вестник МЭИ. 2020. № 1. С. 28—31. DOI: 10.24160/1993-6982-2020-1-28-31.

Investigating the Influence of Constant Magnetic Field on the Anaerobic Process Kinetics in Producing Biogas from Solid Municipal Waste

A.R. Sandybaeva

The aim of the work is to study the effect the magnetic fields of permanent magnets have on the amount of biogas produced during degradation of municipal landfill substrates. To increase the yield of biogas, the influence of various physical materials on microorganisms is studied. The use of different permanent magnet field polarizations for modifying the activity of microorganisms is discussed. Matters concerned with producing biogas from municipal waste are addressed (in so doing, food waste making up the required biomass was analyzed).

Experiments have shown that the best effect is obtained at a temperature of 37 °C. In practice, such temperature can be maintained quite easily because under the described climatic conditions, the warm period of the year is more than 6 months. At this temperature, self-ignition of the biomass is ruled out.

The described experiment was carried out in the city of Stuttgart, Germany at the laboratory of the State Institute of Agricultural Engineering and Bioenergy of the University of Hohenheim. The experiment was carried out under direct scientific leadership of Dr. Andreas Lemmer. The experiment was conducted for 35 days at a temperature of 37 °C and pressure in the reactor of 970 mbar.

It has been shown that magnetic fields have a significant influence on the fermentation process and on the gas yield. Particular steps recommended to improve the waste fermentation process are suggested.

Key words: degradation process, biogas kinetics, magnetic fields, attractive polarization, repulsive polarization.

For citation: Sandybaeva A.R. Investigating the Influence of Constant Magnetic Field on the Anaerobic Process Kinetics in Producing Biogas from Solid Municipal Waste. Bulletin of MPEI. 2020;1:28—31. (in Russian). DOI: 10.24160/1993-6982-2020-1-28-31.

Введение

Внедрение локальных систем энергоснабжения, действующих одновременно с имеющимися энергетическими ресурсами, в том числе нетрадиционными и возобновляемыми, — важная задача современной энергетики [1]. Бесперебойную работу энергосистемы можно заметно повысить за счет правильного использования альтернативной энергии.

Централизованные системы городов обычно подключены к теплоэлектроцентрали (ТЭЦ). В последние два десятилетия не всегда разумная политика энергетических компаний привела к существенному росту тарифов на электрическую и тепловую энергии.

В настоящее время во всех без исключения странах увеличивается потребление электрической и тепловой энергии, а запасы традиционного топлива неуклонно сокращаются [2]. Соответственно, рождается вопрос, почему бы не использовать свалки мусора, которые имеются практически везде, в качестве постоянного источника энергии.

Для поиска оптимального решения внимание было сконцентрировано на муниципальной свалке Бишкека, которая занимает 29 гектаров земли в северной части города. Она создана в 1979 г., а ее закрытие планировалось после полного заполнения котлована, глубина которого в тот момент составляла 30 м. Однако захоронение этой свалки так и не состоялось. Ни для кого не секрет, что из свалки отходов можно получить биогаз. Данная свалка так давно заполнена, что, несомненно, в ее недрах образовался биогаз, который можно использовать для собственных нужд населения.

В момент открытия свалка находилась за чертой города, а в настоящее время она граничит с жилой и лесопарковой зонами и наносит большой ущерб экологии города. Рядом протекает река и находится крупнейший в Центральной Азии рынок. Следует отметить, что сейсмичность данного района составляет 9 баллов.

Исходя из исследований многих ученых известно, что уже через 30 лет на глубине 20 м образуется биогаз, использование которого позволило бы разгрузить энергосистему, но при этом необходимо решить вопросы увеличения выхода объема биогаза и ускорения процесса ферментации.

Для ускорения процесса разложения биомассы и увеличения выхода объема биогаза проведен ряд экспериментов, одним из результатов которых стало исследование влияния на кинетику биогаза внешних воздействий [3].

Рассмотрим случай, когда на микроорганизмы, преобразующие биогазовую продукцию, влияет поле постоянного магнита.

Начало такого рода исследований положено работами китайских ученых. Они старались установить напряженность постоянного магнитного поля при взаимодействии с биогазом, но к сожалению, не получили положительных результатов, и работа не имела продолжения. Затем польские ученые М. Дебовски, М. Зиелински и А. Хаждук возобновили эксперименты. Они использовали новую биомассу в виде отходов из водорослей и проводили исследования по семи направлениям, различие между которыми состояло во времени намагничивания воды [4]. Результат также оказался отрицательным.

Следующим этапом стало изменение конструкции анаэробного реактора магнитоактивным заполнением, при этом использовались сточные воды от отходов молочного производства. Магнитоактивное заполнение увеличивали постепенно. Результат оказался положительным. Эффективность обработки сточных вод улучшилась при добавлении магнитно-активных материалов, а именно железа и меди в реакторную зону в процессе гидролиза [5].

Таким образом, представляют интерес эксперименты, определяющие воздействие магнитных полей на объем биогаза и его кинетику. Они проводились автором работы во время стажировки в Хоинхаемском университете (Штутгарт, Германия).

Были использованы редкоземельные неодимовые постоянные магниты и продукты жизнедеятельности крупного рогатого скота (КРС) с добавлением растительного экстракта (отрубей и силоса) в различных вариантах. Длительность эксперимента при постоянных температуре 37 °С и давлении реактора (рис. 1) 970 мБар — 35 дней.

Для более точного результата отдельно рассматривали поля с положительной и отрицательной поляризациями. На рисунке 2, *а* приведены постоянные магниты с тремя магнитодержателями (магнитами с отрицательной поляризацией), а на рис. 2, *б* — с одним магнитодержателем (с положительной поляризацией).

Для обеспечения взаимодействия с биогазом магниты помещали в колбы — сиринксы (рис. 3, *а*), затем, для успешной деградации субстрата, их вставляли в инкубационный реактор (рис. 3, *б*). Для исключения взаимодействия магнитов друг с другом колбы размещали зигзагообразно.

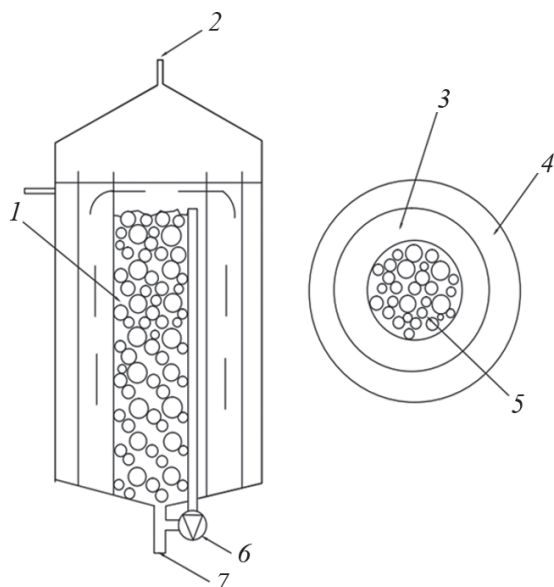
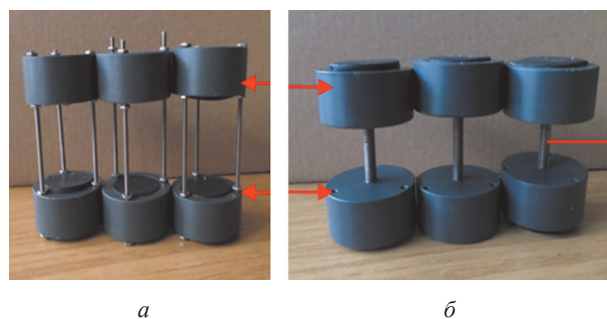


Рис. 1. Реактор с магнитными материалами:

1 — магнитоактивное заполнение; 2 — биогаз; 3 — центральный бак для преобразования метана; 4 — внешний бак для осадки твердой биомассы; 5 — внутренний бак для гидролиза; 6 — циркуляционный насос; 7 — поток намагничиваемой воды



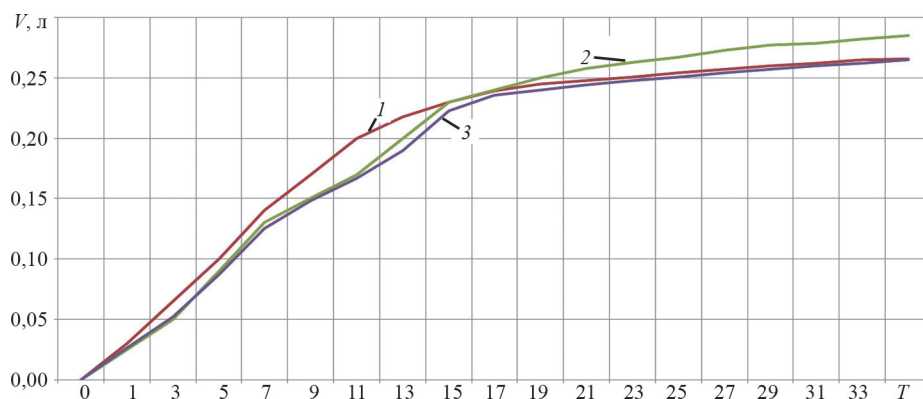
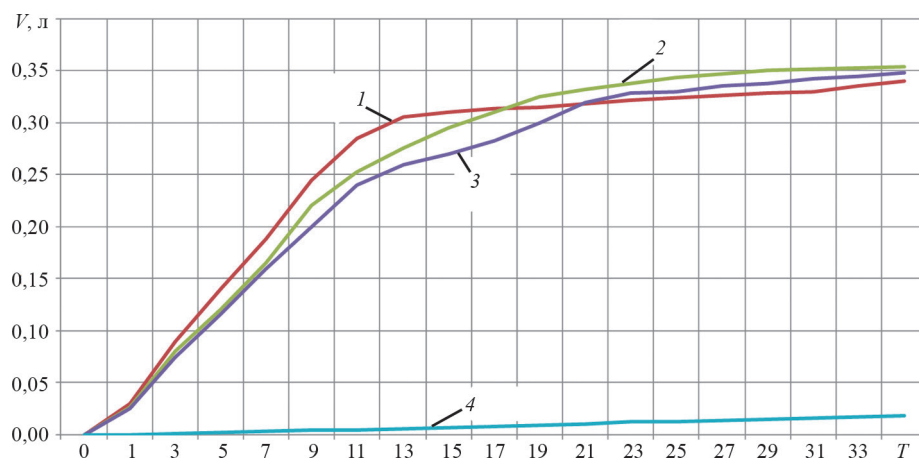
а

б

Рис. 3. Неодиимовые постоянные магниты с тремя (с отрицательной поляризацией) (а) и одним (с положительной поляризацией) (б) магнитодержателями



Рис. 4. Колбы (сиринксы) с постоянными магнитами, разделенными поляризациями (а), и реактор для ферментации продукции (б)

Рис. 4. Графики зависимости объема выхода биогаза V от времени T (экспериментальные дни):

1 — биомасса с примесью флоры; 2, 3 — биомассы с примесью флоры и положительной и отрицательной поляризациями постоянного магнита; 4 — стандарт, установленный в 2013 г. в лаборатории Хоинхаемского университета

В течение всего эксперимента постоянно контролировали температуру и давление. Объем выкачанного метана рассчитан по методу Бассвела–Бойла [6].

Полученные результаты довольно интересны. Магнитные поля действительно сильно влияют на процесс брожения. В большей степени это относится к магнитам с положительной поляризацией, а магниты с отрицательной поляризацией не дали желаемого эффекта.

При получении биогаза в обычных условиях микроорганизмы жизнеспособны всего около двух недель, однако в нашем случае на 17 день активность микроорганизмов не только не угасла, а наоборот, выход объема газа увеличился.

На графиках, приведенных на рис. 4, даны зависимости выхода метана от времени в днях. Видно, что

магнитные поля магнитов с положительной поляризацией активно влияют на выделение газа, а расчеты показали, что процесс ферментации увеличился на 7,6%

Заключение

Доказано, что положительная поляризация постоянного магнита эффективно влияет на жизнеспособность микроорганизмов при выработке биогаза. Магнитные поля с отрицательной поляризацией магнитов не дают подобного результата. Возможно, это связано с использованием большого количества железа (для получения отрицательной поляризации), поскольку оно отрицательно влияет на активность микроорганизмов. Следующим этапом работы будет получение полей с отрицательной поляризацией без использования железосодержащих фиксаторов.

Литература

1. Шаратов В.И., Орлов М.Е., Рогов П.В. О концепции модернизации городских теплофикационных систем // Энергосбережение и водоподготовка. 2012. № 1 (75). С. 32—37.
2. Faaij A.P.C. Bioenergy in Europe: Changing Technology Choices // Energy Policy. 2006. V. 34. No. 3. Pp. 322—342.
3. Prochnow A. e. a. Bioenergy from Permanent Grassland: a Review. Ch. 1. Biogas // Bioresource Techn. 2009. V. 100. Pp. 4931—4944.
4. Yavuz H., Celebi S.S. Effects of a Magnetic Field on the Activity of Activated Sludge in Wastewater Treatment // Enzyme and Microbial Techn. 2000. V. 26. No. 1. Pp. 22—27.
5. Dębowski M. e. a. Algae Biomass as an Alternative Substrate in Biogas Production Technologies — Review // Renew Sustain Energy Rev. 2013. V. 27. Pp. 596—604.
6. Sialve B., Bernet N., Bernard O. Anaerobic Digestion of Microalgae as a Necessary Step to Make Microalgal Biodiesel Sustainable // Biotechn. Adv. 2009. V. 27. Pp. 409—416.

References

1. Sharapov V.I., Orlov M.E., Rogov P.V. O Konceptsii Modernizatsii Gorodskikh Teplofikatsionnykh Sistem. Energoberezhenie i Vodopodgotovka. 2012;1 (75): 32—37. (in Russian).
2. Faaij A.P.C. Bioenergy in Europe: Changing Technology Choices. Energy Policy. 2006;34;3:322—342.
3. Prochnow A. e. a. Bioenergy from Permanent Grassland: a Review. Ch. 1. Biogas. Bioresource Techn. 2009;100:4931—4944.
4. Yavuz H., Celebi S.S. Effects of a Magnetic Field on the Activity of Activated Sludge in Wastewater Treatment. Enzyme and Microbial Techn. 2000;26;1:22—27.
5. Dębowski M. e. a. Algae Biomass as an Alternative Substrate in Biogas Production Technologies — Review. Renew Sustain Energy Rev. 2013;27:596—604.
6. Sialve B., Bernet N., Bernard O. Anaerobic Digestion of Microalgae as a Necessary Step to Make Microalgal Biodiesel Sustainable. Biotechn. Adv. 2009;27: 409—416.

Сведения об авторе:

Сандыбаева Аида Рысमतовна — старший преподаватель кафедры электромеханики Кыргызского государственного технического университета имени И. Раззакова, e-mail: aida.kgtu@gmail.com

Information about author:

Sandybaeva Aida R. — Senior Lecturer of Electromechanics Dept., Kyrgyz State Technical University Named after I. Razzakov, e-mail: aida.kgtu@gmail.com

Статья поступила в редакцию: 22.04.2019

The article received to the editor: 22.04.2019