

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА КОМПЛЕКСНОГО СУБСТРАТА ДЛЯ АНАЭРОБНОГО СБРАЖИВАНИЯ В СПИРТОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

© 2014 Р.Я. Дыганова, Ю.С. Беляева

Казанский государственный энергетический университет

Поступила в редакцию 13.01.2014

Рассмотрены отходы, образующиеся при производстве этилового спирта с целью использования их для получения биогаза. В качестве продуктивного сырья для биогазовых установок выбраны спиртовая барда и осадок сточных вод биологических очистных сооружений. Представлены результаты экспериментов по определению оптимального состава комплексного субстрата для анаэробного сбраживания. Протестированы четыре вида субстратов с различным составом.

Ключевые слова: спиртовая промышленность, отход, биоэнергетическая установка, осадок сточных вод, биогаз, метан, экспериментальное определение.

Проблема переработки отходов становится всё более важной и актуальной как в России, так и в мировом масштабе [1-12]. В федеральном законе № 218 от 18.07.2011 «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции», в пункте 5, статьи 8 говорится о необходимости обязательной переработке барды (основного отхода спиртового производства). В связи с этим на предприятиях отрасли актуальной задачей стал поиск технологий по переработке барды. Решение этой проблемы на предприятиях потребует больших капитальных затрат и, в последствии, дополнительных затрат на энергоресурсы. В мировой практике существует опыт анаэробного сбраживания барды с получением биогаза, который становится дополнительным источником энергоресурсов для предприятия. Вместе с тем, на спиртзаводах, имеющих БОС, регулярно образуется отработанный активный ил, который подвергают компостированию и вывозят на поля. Есть положительные примеры более эффективного использования отработанного активного ила, с получением биогаза, которое возможно применять и на предприятиях спиртовой промышленности [1]. Цель данной работы – определение оптимального состава субстрата для анаэробного сбраживания отходов спиртовой промышленности. Поставлена задача экспериментального тестирования субстратов различного состава.

Для исследования возможности совместного использования отходов спиртовой промышленности в биоэнергетических установках рассмот-

рены несколько типов жидких отходов.

1. Основным отходом производства этилового спирта является барда. Образование барды происходит на стадии ректификации, представляет собой жидкость (суспензия) светло-коричневого цвета с содержанием сухих веществ – 5-6 %. Зерновая спиртовая барда богата клетчаткой, углеводами, белками и микроэлементами.

Все предлагаемые технологии переработки барды можно условно разделить на несколько типов схем [1]:

1. С использованием биотехнологических операций:

- схемы с получением кормовых дрожжей;
- схемы с получением биогаза в метантенках.

2. Основанных только на физических методах:

- схемы с выпарными станциями и сушкой для получения сухой барды;

- схемы с физико-химическим осаждением;
- схемы с сепарированием и фильтрацией.

Из приведенной выше классификации на предприятиях Республики Татарстан чаще используется схема с получением сухих кормовых дрожжей или сушкой и гранулированием барды. Такие технологии являются энергозатратными и требуют больших капитальных затрат при строительстве.

По нашему мнению, оптимальной, с точки зрения энергоэффективности и экологичности является технология переработки спиртовой барды путем анаэробного сбраживания с получением биогаза.

2. Для спиртзаводов характерно и образование большого количества производственных сточных вод:

- при выработке спирта (от мойки и стерилизации бродильных чанов и дрожжанок, при ректификации спирта, мойке и стерилизации

Дыганова Роза Яхиевна доктор биологических наук профессор, заведующая кафедрой инженерной экологии и энергосбережения. E-mail: Dyganova.roza@yandex.ru
Беляева Юлия Сергеевна, аспирант кафедры инженерной экологии и энергосбережения. E-mail: y_medvedeva87@mail.ru

технологического оборудования затворного отделения);

- при производстве сухих кормовых дрожжей из отходов спиртового производства.

Производственные сточные воды содержат значительные количества растворенных, коллоидных и взвешенных органических загрязнений и, как правило, направляются в очистные сооружения с механической очисткой, физико-химической, биологической очисткой (БОС). В результате их деятельности образуется отработанный активный ил, который также может быть использован в биоэнергетических установках для получения биогаза [2]. Ранее, авторами проведено экспериментальное тестирование субстрата отработанного активного ила БОС одного из спиртзаводов республики Татарстан, работающего на зерновом сырье. Результаты эксперимента позволяют утверждать, что субстрат из осадка сточных вод БОС спиртового завода характеризуется высоким содержанием метана в полученном биогазе и большим объемом выделившегося биогаза [3].

Нами проведено исследование возможности совместного использования спиртовой барды и отработанного активного ила БОС для получения биогаза в биоэнергетических установках. С целью определения оптимального состава комплексного субстрата для анаэробного брожения проведен ряд экспериментов. Задачей экспериментов было определение максимального объема биогаза из субстратов различного состава, а также определение концентрации метана в составе полученного биогаза. В аккредитованной эколого-химической лаборатории кафедры “Инженерная экология и рациональное природопользование” КГЭУ (аттестат аккредитации № РОСС RU 0001 517412) были созданы экспериментальные (тестовые) установки для получения биогаза.

Протестированы субстраты отработанного активного ила БОС с добавлением 3%, 10%, 15%,

50% спиртовой барды. Субстраты помещались в герметичную емкость из темного стекла (биореактор), соединенного с накопителем газа (газгольдером). Изменение объема биогаза наблюдалось по уровню его накопления в экспериментальном газгольдере. Результаты экспериментов снимались ежедневно с оформлением в табличной форме и составлением графиков. Содержание метана в полученном биогазе определялось на газовом хроматографе «Кристаллюкс – 4000М». По наполнению газгольдера, избыток полученного биогаза сжигался. Образование биогаза наблюдалось на второй день с момента загрузки субстрата. Горение биогаза фиксировалось при содержании метана более 40%. Выделявшийся газ не подвергался какой-либо очистке, при сжигании давал устойчивое пламя светло-голубого цвета.

В первом эксперименте по получению биогаза анализировался субстрат, в состав которого входило: 97% осадка сточных вод БОС и 3% спиртовой барды. В течение эксперимента фиксировалось изменение объема биогаза, температуры субстрата и определялась концентрация метана в составе биогаза. Результаты эксперимента представлены в виде графика изменения объема биогаза и концентрации метана во времени (рис. 1).

На графике (рис. 1) видно, что увеличение объема биогаза и концентрации метана в нем происходит в первые 30 дней эксперимента. В последующие дни наблюдений не наблюдалось изменение показателей, это позволяет говорить о завершенности процесса брожения. Исходя из результатов эксперимента, продуктивный срок сбраживания для субстрата из осадка сточных вод БОС с 3% содержанием спиртовой барды составляет один месяц.

Во втором эксперименте наблюдался субстрат, в состав которого входило: 90% осадка сточных вод БОС и 10% спиртовой барды.

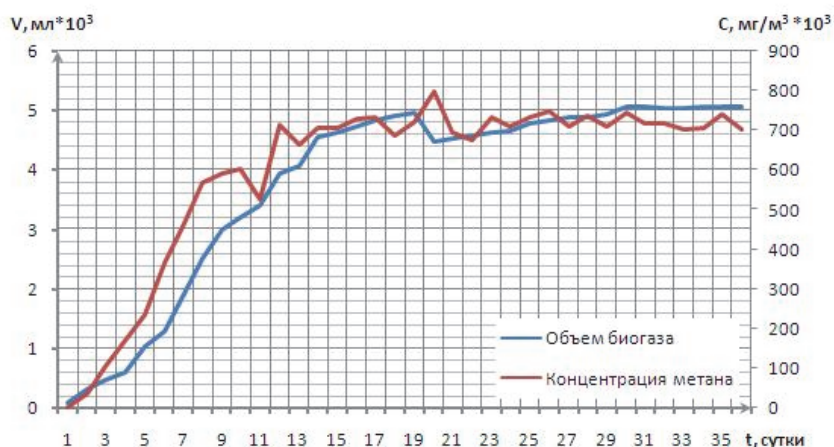


Рис. 1. График образования биогаза и концентрация метана для субстрата из осадка сточных вод БОС с 3% содержанием спиртовой барды

По результатам эксперимента (рис. 2), продуктивным периодом сбраживания для субстрата из осадка сточных вод БОС с 10% содержанием спиртовой барды составляет примерно 2,5 месяца.

В третьем эксперименте анализировался субстрат, в состав которого входило: 85% осадка сточных вод БОС и 15% спиртовой барды.

На графике (рис. 3) видно, что активный период брожения длится около 3 месяцев. За этот период концентрация метана в биогазе достигает

высоких значений: 600 000 мг/м³.

В четвертом эксперименте наблюдался субстрат, в состав которого входило: 50% осадка сточных вод БОС и 50% спиртовой барды.

На графике (рис. 4) видно, что образование биогаза увеличивается на протяжении 2,5 месяцев. В тоже время концентрация метана в получаемом биогазе составляет в среднем 5000 мг/м³, тогда как в других образцах концентрация достигает 800000 мг/м³.

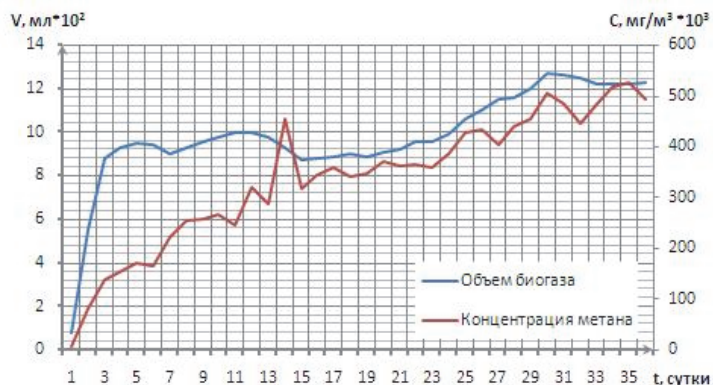


Рис. 2. График образования биогаза и концентрация метана для субстрата из осадка сточных вод БОС с 10% содержанием спиртовой барды

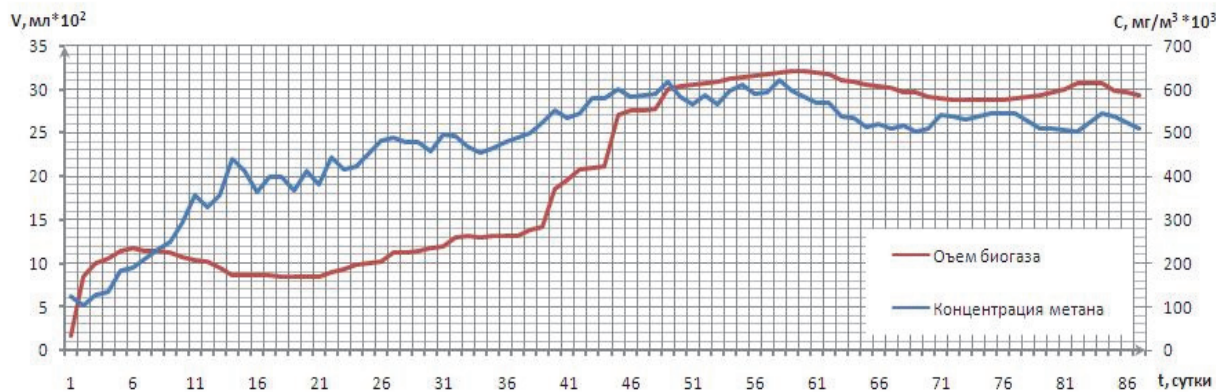


Рис. 3. График образования биогаза и концентрация метана для субстрата из осадка сточных вод БОС с 15% содержанием спиртовой барды

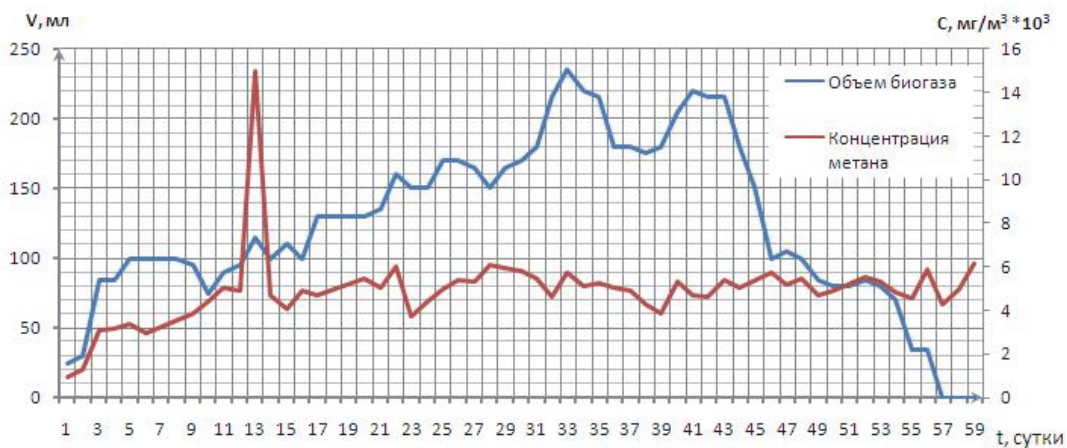


Рис. 4. График образования биогаза и концентрация метана для субстрата из осадка сточных вод БОС с 50% содержанием спиртовой барды

Результаты эксперимента позволяют утверждать, что субстрат из осадка сточных вод БОС с 15% содержанием спиртовой барды характеризуется высоким содержанием метана в полученном биогазе и большим объемом выделившегося биогаза, по отношению к субстратам с большим содержанием спиртовой барды.

Выводы. Проведенные эксперименты подтверждают возможность совместного использования несколько типов жидких отходов спиртовой промышленности в биоэнергетических установках. При совместном использовании двух жидких отходов спиртового завода для биоэнергетических целей, субстрат с 15% содержанием спиртовой барды и 85% содержанием осадка сточных вод БОС, является наиболее оптимальный с точки зрения образования газа и дальнейшего его использования в промышленных биоэнергетических установках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новиков В.Б., Зверев С.В. Барда в законе // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2007. № 2. С. 20–23.
2. Дыганова Р.Я, Медведева Ю.С. Сокращение сточных вод на предприятиях спиртовой отрасли при использовании биотехнологий // Материалы докладов II Международного конгресса «Чистая вода. Казань». Казань 2011г. С. – 53-54.
3. Дыганова Р.Я, Беляева Ю.С., Егорова Е.С. Экспериментальное определение возможности использования осадка сточных вод БОС в биоэнергетических целях // Наука и образование в XXI веке: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 сентября 2013 г.: в 34 частях. Часть 28; М-во обр. и науки РФ. Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2013. С. – 47-50.
4. Васильев А. “Зеленая политика”: проблемы и структура // Pro et Contra. 2002. Т. 7. № 1. С. 84-93.
5. Васильев А. Политика, право и бизнес в международных экологических отношениях // Международные процессы. 2003. № 3. С. 84-89.
6. Васильев А.В. Обеспечение экологической безопасности в условиях городского округа Тольятти: учебное пособие. Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. 201 с., ил.
7. Васильев А.В., Перешивайлов Л.А. Глобальный экологический кризис и стратегии его предотвращения. Региональные аспекты защиты окружающей среды. Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по экологическим специальностям. Федеральное агентство по образованию, Тольяттинский гос. ун-т. Тольятти, 2005.
8. Васильев А.В., Васильева Л.А. Основы кластерного подхода. Кластер вторичных ресурсов Самарской области // В сборнике: ELPIT-2013. Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов. Сборник трудов IV международного экологического конгресса (VI Международной научно-технической конференции). Научный редактор: А.В. Васильев. 2013. С. 34-40.
9. Васильев А.В., Мельникова Д.А., Дездерева М.С. Особенности организации системы обращения с отходами в условиях Самарской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 1. С. 313-316.
10. Васильев А.В., Рябов В.М. Курс лекций по экологическому праву. Учебное пособие. Тольятти, 1997.
11. Vasilyev A.V., Khamidullova L.R., Podurueva V.V., Solovyov S.G. Investigation of toxicity of waste water of “AVTOVAZ” company by using biological testing methods // Safety of Technogenic Environment. 2012. № 2. С. 72-75.
12. Vasilyev A.V., Gusarova D.V. Analysis of lubricating cooling liquids negative influence to the human's health and the ways of it reduction // Safety of Technogenic Environment. 2013. № 4. С. 37-41.

EXPERIMENTAL ESTIMATION OF OPTIMAL COMPOSITION OF COMPLEX SUBSTRATE FOR ANAEROBIC DIGESTION IN ALCOHOL INDUSTRY

© 2014 R.Ya. Dyganova, Ju. S. Belyaeva

Kazan State Energetic University

Waste of ethyl alcohol production for the purposes of biogas extraction are considered. As a raw material for biogas plants distillery stillage and sewage sludge of biological wastewater treatment facilities are selected. Results of experiments of estimation of optimal composition of complex substrate for anaerobic digestion are submitted. Four kinds of substrates with different composition are tested.

Keywords: alcohol industry, waste, biological energetic plant, sewage sludge, biogas, methane, experimental estimation.

Roza Dyganova, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head at the Engineering Ecology and Energy Conservation Department. E-mail: Dyganova.roza@yandex.ru
Julia Belyaeva, Postgraduate Student at the of Engineering Ecology and Energy Conservation Department.
E-mail: y_medvedeva87@mail.ru