

УТВЕРЖДАЮ
Директор Исследовательского центра
проблем энергетики
ФГБУН КазНЦ РАН
д.т.н., профессор
Шляников В.Н
“20” декабря 2013 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
Исследовательского центра проблем энергетики
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Казанского научного центра Российской академии наук

Диссертация «Повышение эффективности анаэробной переработки органических отходов в метантенке с гидравлическим перемешиванием на основе численного эксперимента» выполнена в Исследовательском центре проблем энергетики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Казанского научного центра Российской академии наук. В период подготовки диссертации соискатель Трахунова Ирина Александровна работала в Исследовательском центре проблем энергетики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Казанского научного центра Российской академии наук, в лаборатории энергоэффективных технологий и перспективных источников энергии, в должности младшего научного сотрудника. В 2009 г. окончила Казанский Государственный Технологический Университет по специальности Промышленная биотехнология. Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2014 г. Государственным научным учреждением Всероссийским научно-исследовательским институтом электрификации сельского хозяйства.

Научный руководитель – Вачагина Екатерина Константиновна, Исследовательский центр проблем энергетики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Казанского научного центра Российской академии наук, лаборатория теплофизических исследований, заведующий лабораторией, д.т.н.

По итогам обсуждения было принято следующее заключение:

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук Трахуновой И.А. является завершенной научно-исследовательской работой, в которой изложены научно обоснованные технические разработки по повышению эффективности анаэробной переработки органических отходов в метантенке на основе численного эксперимента путем модернизации системы гидравлического перемешивания, обеспечивающей увеличение выхода биогаза.

Актуальность работы. Количество органических отходов разных отраслей народного хозяйства РФ составляет более 390 млн. т в год, из которых отходы сельскохозяйственного производства составляют 250 млн. т. В большинстве стран мира биогазовые технологии стали стандартом переработки биоотходов с целью получения дополнительных сырьевых и энергетических ресурсов.

Главной причиной ограниченного применения биогазовых технологий в России являются большие энергозатраты на технологические нужды оборудования, при этом следует отметить, что основные энергетические потери

возникают в метантенке. Интенсификация процесса метанового брожения может осуществляться микробиологическими или конструктивно-технологическими методами. Перемешивание является ключевым способом повышения эффективности работы биогазовой установки. Согласно ГОСТ Р 53790-2010, оптимальное перемешивание субстрата в метантенке увеличивает выход биогаза на 50 %. Результаты экспериментальных исследований промышленных аппаратов метанового брожения показали, что недостаточное перемешивание снижает эффективный объем метантенка на 70% и является основной причиной отказа оборудования.

Применение системы гидравлического перемешивания позволяет поддерживать наиболее благоприятные гидродинамические и температурные условия для жизнедеятельности метаногенного сообщества бактерий на протяжении всего технологического процесса.

Существующие модели процессов гидродинамики и теплообмена в метантенках с системой гидравлического перемешивания являются малоэффективными, что объясняется малой изученностью процессов производства биогаза, сложностью моделирования и решения задачи. Оценка качества процесса перемешивания на основании этих моделей затруднена, а получаемые результаты противоречат друг другу.

В связи с этим, возникает задача разработки математической модели процесса гидравлического перемешивания в метантенках с системой гидравлического перемешивания, ориентированной на совершенствование технологического процесса с позиций энерго- и ресурсосбережения.

Достоверность результатов исследований

Поставленные задачи решались путем проведения численных и экспериментальных исследований. При этом использовались основы теории механики сплошных сред, метаногенеза, математического моделирования и математической обработки экспериментальных данных.

Научная новизна.

Предложена математическая модель процесса гидравлического перемешивания органического субстрата в метантенке БГУ на основе уравнений Навье-Стокса и массопереноса с соответствующими краевыми условиями, позволяющая обосновать контролируемые и регулируемые параметры метантенка БГУ.

Предложен и обоснован модернизированный способ гидравлического перемешивания органического субстрата в метантенке БГУ, новизна которого подтверждена патентом (патент № 115350).

Получены экспериментальные данные зависимости коэффициента динамической вязкости свиного навоза от температуры, концентрации и скорости сдвига, позволяющие численно определять контролируемые и регулируемые параметры метантенка БГУ.

Предложен и обоснован показатель качества перемешивания органического субстрата в метантенке БГУ, позволяющий прогнозировать выход биогаза.

Получены эффективные контролируемые и регулируемые параметры модернизированной системы гидравлического перемешивания в метантенке БГУ.

Получены результаты теплового и термодинамического анализа технологии метанового брожения с типовой и модернизированной системой гидравлического перемешивания.

Практическая ценность.

Предложена математическая модель, позволяющая решать задачи модернизации биогазовых установок с гидравлическим перемешиванием. Использование данной модели позволяет определять эффективные конструктивные и режимные параметры метантенка: геометрические характеристики аппарата, вид перемешивания (струйное, циркуляционные трубы), внутренние конструктивные особенности (наличие перегородок).

Получены основные эксплуатационные характеристики модернизированной системы гидравлического перемешивания в метантенке, которые позволяют определить время, эффективность и интенсивность процесса перемешивания для метантенков с различными геометрическими параметрами и гидродинамическими режимами.

Полученные экспериментальные данные по вязкости органического субстрата могут быть использованы при проектировании устройств для хранения, транспортировки и переработки свиного навоза.

Предложена установка анаэробной переработки органических отходов (патент № 115350, дата 27 апреля 2012г.).

Реализация результатов исследований.

Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы (госконтракты №14.740.11.0518, №П560, №8196, №14.B37.21.0299); гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых и средств для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (МК-2323.2009.8).

Основные положения, выносимые на защиту

Математическая модель процесса гидравлического перемешивания органического субстрата в метантенке БГУ на основе уравнений Навье-Стокса и массопереноса с соответствующими краевыми условиями, позволяющая обосновать контролируемые и регулируемые параметры метантенка БГУ.

Показатель качества перемешивания органического субстрата в метантенке БГУ, позволяющий прогнозировать выход биогаза.

Модернизированный способ гидравлического перемешивания органического субстрата в метантенке БГУ, обеспечивающий эффективное перемешивание и более глубокое протекание процесса анаэробного сбраживания, новизна которого подтверждена патентом (патент № 115350).

Результаты численных исследований процесса гидравлического перемешивания в метантенке, позволяющие определять эффективные контролируемые и регулируемые параметры модернизированной системы гидравлического перемешивания в метантенке БГУ.

Публикация результатов работы. По материалам диссертации опубликована 20 печатных работ, в том числе 8 статей в научных журналах, входящих в перечень ВАК и 1 патент на полезную модель РФ.

Диссертация «Повышение эффективности анаэробной переработки органических отходов в метантенке с гидравлическим перемешиванием на основе численного эксперимента» Трахуновой Ирины Александровны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 50.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства.

Заключение принято на заседании лаборатории Энергоэффективных технологий и перспективных источников энергии Исследовательского центра проблем энергетики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Казанского научного центра Российской академии наук.

Присутствовало на заседании 28 чел. Результаты голосования: «за» - 28 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол № 6 от «20» декабря 2013 г.

Председатель заседания

В. Н. Шлянников

Секретарь заседания

Р. Ф. Камалов