

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университеті
Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет имени К.И. Сатпаева
The Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev



Ақпарттық және телекоммуникациялық технологиялар
институты

Институт информационных и телекоммуникационных
технологий

Institute of information and telecommunication technologies
Тел. 8 (727) 257-70-44, 257-71-34

Казакстан Республикасы,
050013, Алматы қаласы, Сәтбаев көшесі 22
№ 03-25-02-31 от 13.10.17

Республика Казахстан
050013, Алматы, ул. Сатпаева 22

ОТЗЫВ
научного консультанта – доктора технических наук, профессора
Сулейменова Батырбека Айтбаевича
на диссертационную работу PhD докторанта
Казахского национального исследовательского технического
университета имени К.И.Сатпаева,
Жирновой Оксаны Викторовны
на тему «Разработка автоматизированной системы диагностики и
управления процессом сжигания биогаза»,
представленный на соискание ученой степени доктора PhD
по специальности 6D070200 – «Автоматизация и управление»

Магистр технических наук Жирнова О.В. поступила в докторантuru КазНИТУ имени К.И.Сатпаева по специальности 6D070200 – «Автоматизация и управление» в 2014 году. За время обучения она полностью освоила учебную программу теоретического курса в объеме 30 кредитов, а также научно-исследовательской работы и исследовательской практики – 30 кредитов. Дважды была на зарубежной научной стажировке (в 2015, 2016 году) в Люблинском политехническом университете института электроники и информационных технологий, где в лаборатории «Микропроцессорной техники и оборудования для исследования процесса сжигания биогаза» под руководством профессора Waldemar Wojcik проводила экспериментальные исследования.

Диссертационная работа посвящена актуальной теме по исследованию и разработке автоматизированной системы диагностики и управления процессом сжигания биогаза. Актуальность темы диссертационной работы заключается в том, что эта система позволяет решать комплекс проблем, связанных с использованием некачественных и возобновляемых ресурсов для производства тепла и энергии очистных сооружений. В то же время гетерогенность используемых сырьевых материалов, сложность и разнообразие химических реакций, необходимость увеличения теплотворной способности получаемого биогаза (синтез-газа) обуславливают необходимость создания эффективной системы для диагностики и контроля, позволяющей производить оптимизацию процесса сжигания биогаза.

Исходным материалом для диссертации стали экспериментальные исследования на экспериментальной установке в лабораторных условиях Люблинского политехнического университета (г. Люблин, Польша), на экспериментальной установке в промышленных условиях ТЭЦ MEGATEM (г.Люблин, Польша), на экспериментальной установке в

промышленных условиях очистных сооружений ГКП «Астана Су Арнасы» (г.Астана, Казахстан).

В ходе работы над диссертацией ею были решены следующие задачи:

- произведен анализ технологического процесса как объекта управления;
- разработана математическая модель процесса сжигания биогаза;
- проведены экспериментальные исследования в лабораторных и промышленных

условиях;

- проведено параметрическая идентификация математической модели процесса сжигания биогаза;

- синтезированы уравнения взаимосвязи входных и выходных переменных по управляющим каналам и произведена оценка динамических характеристик этих каналов;

- произведен статистический анализ динамических характеристик объекта управления;

- разработаны структура автоматизированной системы и алгоритмы диагностики и управления;

- проведены испытания автоматизированной системы диагностики и управления процессом сжигания биогаза.

Объект исследования. Объектом исследования является камера сжигания биогаза.

Методы исследований. Для решения поставленных задач в работе используются методы математического и физического моделирования, методы синтеза и структурного анализа систем, теории автоматического управления, а также методы статической динамики, методы планирования и обработки результатов экспериментов.

Научная новизна исследования, обеспечившая достижение цели работы, заключается в следующем:

- выделены определяющие факторы и разработана математическая модель процесса сжигания биогаза;

- проведена параметрическая идентификация математической модели;

- предложена структура системы управления процессом сжигания биогаза;

- разработаны алгоритмы расчета режимов процесса сжигания биогаза;

- предложены алгоритмы диагностики процесса сжигания биогаза.

Проведены следующие научно-экспериментальные работы диссертационного исследования:

1. Разработана методика проведения экспериментальных исследований, на основе которой были рассчитаны коэффициенты зависимости для расчета коэффициента местных сопротивлений ζ_{bt} устройства барботажного перемешивания оригинальной конструкции биореактора, коэффициенты, определяющие максимальную удельную скорость роста микроорганизмов и коэффициент местных сопротивлений системы барботажного перемешивания. Получена эмпирическая зависимость для определения максимальной удельной скорости роста микроорганизмов μ_m при анаэробной ферментации субстрата в мезофильном температурном режиме. Найдена эмпирическая зависимость удельного выхода биогаза Q_{ud} от частоты перемешивания, продолжительности процесса, влажности и температуры биомассы.

2. Проведено экспериментальное исследование качественного и количественного состава биогаза на различных стадиях жизненного цикла технологического процесса сжигания биогаза.

3. Разработаны пошаговый алгоритм и математическая модель, позволяющие оптимизировать параметры технологического комплекса по утилизации отходов и выделению метаносодержащего газа, математическая модель процесса получения биогаза в биореакторе с барботажным перемешиванием биомассы. Разработана математическая модель процесса барботажного перемешивания биомассы, основанная на рассмотрении циркуляции двухфазного газожидкостного потока в турбулентном режиме.

4. Проведены натурные экспериментальные исследования процесса получения биогаза на экспериментальной и промышленной установках в г.Люблине (Польша), а также на экспериментальной установке в промышленных условиях очистных сооружений ГКП «Астана Су Арнасы» в г.Астана, Казахстан.

5. Разработана инженерная методика расчета биореактора получения биогаза с системой барботажного перемешивания, реализованной в виде пакета программных комплексов.

6. Получены результаты вычислительного эксперимента, позволившего определить основные параметры процесса перемешивания и получить визуальную картину потоков биомассы в биореакторе, результаты экспериментальных исследований в виде уравнения регрессии по определению удельного выхода биогаза в биореакторе с системой барботажного перемешивания.

В результате исследований собраны экспериментальные данные по технологическому процессу получение и сжигание биогаза в виде электронных таблиц, разработанных в программной среде Excel. Данный материал может быть использован для создания и внедрения в практику автоматизированной системы диагностики и управления процессов сжигания биогаза.

Результаты диссертационного исследования и их практическая значимость.

Проведенное Жирновой О.В. диссертационное исследование свидетельствует о том, что автор обладает достаточно высоким уровнем подготовленности к проведению глубоких научных исследований и имеет широкую эрудицию в области автоматизации и управления.

В процессе работы над диссертацией Жирнова Оксана Викторовна сумела реализовать свои способности к проведению научно-исследовательской работы, продемонстрировав умение не только глубоко и полно обобщать научно-техническую литературу, но и обосновывать выводы с элементами научной новизны. Результаты исследований были полно и своевременно опубликованы в периодических изданиях и докладывались на международных научных конференциях. Диссертационная работа написана хорошим литературным языком, обладает всеми признаками научной новизны, теоретической и практической значимости.

По результатам диссертационной работы опубликованы 43 научных статьи и докладов на международных конференциях, из которых 11 входят в международную базу Scopus, 7 в базу Thomson Reuters, 10 в журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК.

Считаю, что диссертационная работа «Разработка автоматизированной системы диагностики и управления процессом сжигания биогаза» подготовленная Жирновой Оксаны Викторовны, выполнена на высоком научном и инженерном уровне, а Жирнова О.В. заслуживает присвоения ученого звания доктора PhD по специальности 6D070200 – «Автоматизация и управление».

научный руководитель

д.т.н., профессор

зав.кафедрой Аи

Сулейменов Б.А.

