

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО РЕЦЕНЗЕНТА**

на диссертационную работу Жирновой Оксаны Викторовны на тему «Разработка автоматизированной системы диагностики и управления процессом сжигания биогаза», представленную на соискание степени доктора PhD по специальности 6D070200 – «Автоматизация и управление»

### **1 Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами (запросами практики и развития науки и техники)**

Диссертационная работа Жирновой О.В. посвящена разработке автоматизированной системы диагностики и управления процессом сжигания биогаза. В связи с ростом потребления всех видов энергии и цен на топливо актуальной становится задача энергосбережения за счет использования нетрадиционных источников энергии, решению которой уделяется значительное внимание во всём мире. Бесперебойное снабжение потребителей электричеством и теплом требуемых параметров является одной из главных задач государства. Для реализации этого потенциала принята Стратегия "Казахстан-2050". Современная технология очистки городских сточных вод связана с потреблением значительных объемов электрической и тепловой энергии. Поэтому оптимизация процессов получения и сжигания биогаза на основе создания новых методов и средств контроля качества горения является актуальной научно-технической задачей. В работе предлагается разработать и испытать интеллектуальные алгоритмы диагностики и управления сложными технологическими процессами получения и сжигания биогаза.

### **2 Научные результаты в рамках требований к диссертациям (п.п.2,5,6 Правил присуждения ученых степеней и паспортов соответствующих специальностей научных работников)**

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель исследований, определены основные задачи для достижения цели, отражена научная новизна и практическая ценность работы, дана общая характеристика работы.

Первый раздел диссертации носит обзорный характер, в котором рассмотрено состояние проблемы поставленных задач исследования. При этом рассматриваются технологические особенности процесса сжигания биогаза. Показано, что оптимальное соотношение «воздух-биогаз» обеспечивает качественное горение топлива, при котором КПД топочной камеры достаточно высок, а содержание NOx и CO в продуктах сгорания незначительно. Вторым условием качественного сжигания биогаза является поддержание разрежения в топочной камере на некотором оптимальном уровне, что помимо обеспечения высокого КПД и экономии топлива, исключает аварийные ситуации по факту отрыва пламени от горелок или превышения давления в топке над допустимым уровнем. Рассмотрено

**основное оборудование и технологические линии, обеспечивающие работу топочной камеры.**

Второй раздел посвящен синтезу математической модели процесса сжигания биогаза, которая учитывает основные факторы, оказывающие влияние на процессы, протекающие в топочной камере. Рассмотрены классические, а также современные методы и модели описания процесса сжигания биогаза. Реальный процесс сжигания биогаза в топочной камере смоделирован с помощью специальных прикладных пакетов, позволяющих рассчитывать объёмную картину движения газовой смеси в трёхмерной модели тонки с учётом химических процессов горения. В качестве инструмента компьютерных исследований работы АСДУ ТП с регулируемой частотой вращения вентилятора дымососа и отрицательным перепадом давления был выбран программный комплекс MATLAB, FLUENT CFD, Aspen Plus, предназначенный для численного моделирования трёхмерных ламинарных и турбулентных, стационарных и нестационарных течений жидкости и газа.

В третьем разделе предложены рекомендации по совершенствованию АСДУ процессом сжигания биогаза на основе результатов исследования компьютерной модели. Для синтеза экстремального регулятора разработана линеаризованная модель БГУ. Результаты моделирования показали, что синтезированный автором регулятор обеспечивает оптимальные переходные процессы.

В четвертом разделе произведен синтез и исследование подсистемы оперативной диагностики процесса сжигания биогаза.

В пятом разделе предложены различные варианты реализации АСДУ сжиганием биогаза на промышленных объектах.

В приложение диссертации вынесены полученные соискателем акты научно - экспериментальных, производственных испытаний в Люблинском политехническом университете, ТЭЦ «МегаТерм» (г. Люблин, Польша), на очистном сооружении ГКП «Астана Су Арнасы».

Научные результаты, полученные в диссертационной работе Жирновой О.В., соответствуют требованиям специальности 6D070200 -Автоматизация и управление, а также пп. 1-3 п. 5 «Правил присуждения ученых степеней».

### **3 Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата, выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации**

Обоснованность и достоверность полученных в работе результатов основаны на анализе большого объема фактического материала, полученного с помощью традиционных и современных методов исследования.

Основные положения, выводы, практические рекомендации, приведённые в диссертации, теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены.

#### **4 Степень новизны каждого научного результата (научного положения), выводов и заключений соискателя, сформулированных в диссертации**

В диссертационной работе получены следующие новые научные результаты:

- синтезирована модель управления процессом сжигания биогаза;
- составлена матрица планирования полного факторного эксперимента (ПФЭ);
- проведены исследования модели сжигания биогаза на адекватность, устойчивость, однозначность и чувствительность;
- проведены испытания алгоритмов управления на промышленной установке;
- предложен метод создания автоматизированных систем управления и оперативной диагностики состояния технологического объекта;
- разработаны и исследованы алгоритмы оперативной диагностики технического состояния БГУ.
- впервые предложена методика получения адаптивных прогнозирующих моделей технологического процесса для синтеза алгоритма идентификации и адаптивной системы управления ТП.

#### **Практическая значимость научных результатов**

- предложена трёхуровневая иерархическая структура АСУ ТП с подсистемами контроля, управления и диагностики;
- разработана и внедрена подсистема контроля основных технологических параметров процесса сжигания биогаза;
- разработаны подсистема управления процессом и подсистема оперативной диагностики технического состояния БГУ;
- проведены длительные испытания интеллектуальной подсистемы управления процессом сжигания биогаза и подсистемы оперативной диагностики в промышленных условиях;
- результаты исследований используются в учебном процессе в дисциплинах «Методы искусственного интеллекта в системах управления», «Автоматизация типовых технологических процессов».

#### **5 Оценка внутреннего единства полученных результатов**

Диссертационное исследование является логически завершенным научным трудом, в котором четко сформулированы цель и задачи, решенные последовательно в каждом разделе работы. Все результаты, выводы и заключения внутренне взаимосвязаны, каждое следующее положение вытекает из предыдущего с соблюдением принципа от общего к частному. Диссертация обладает внутренним единством, имеет логическую научную связность.

#### **6 Направленность полученных соискателем результатов на решение соответствующей актуальной проблемы, теоретической и прикладной задачи**

В исследованиях, проведенных соискателем, присутствуют в высокой степени научная новизна и практическая значимость. Научные результаты диссертационной работы внедрены в процесс обучения в Люблинском политехническом университете, а также в работу ТЭЦ «МегаТерм» (г. Люблин, Польша). Практическая ценность диссертационной работы подтверждается имеющимися актами производственных испытаний на очистном сооружении ГКП «Астана Су Арнасы» ТЭЦ-2 в г.Астана, проведенными совместно с компанией «Yokogawa».

### **7 Подтверждение достаточной полноты публикаций основных положений, результатов, выводов и заключения диссертации**

По основным результатам выполненных исследований и разработок подготовлены и опубликованы более 40 научных работ, в том числе 1 учебное пособие на английском языке, 11 статей опубликованы в изданиях, входящих в международную базу данных по цитируемости Scopus, Web of science, 5 работ опубликованы в изданиях, рекомендованных комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК, более 10 статей опубликованых в материалах международных конференций.

По представленным соискателем материалам, результаты проведенных исследований обсуждались на семинаре института электроники и информационных технологий Люблинского технического университета (г. Люблин, Польша) в рамках научно-исследовательской стажировки по программе докторантury, а также на заседаниях кафедры «Автоматизация и управление» КазНИТУ им. К.И.Сатпаева.

### **8 Соответствие аннотации (автореферата) содержанию диссертации**

Аннотация полностью соответствует содержанию диссертации.

### **9 Недостатки по содержанию и оформлению диссертации**

По диссертации имеются следующие замечания:

1. Стиль изложения диссертации не совсем четкий, из-за чего возрос объем диссертации. Можно было бы уменьшить на страниц 20-30 без потери смысла.
2. Встречаются отдельные грамматические ошибки (стр. 37, первая строка абзаца после подрисуночной надписи, стр. 65 последний абзац и др.).
3. Отсутствуют конкретные ссылки по тексту на статьи диссертанта и это затрудняет оценку вклада диссертанта в полученные результаты.

Выявленные недостатки не влияют на безусловные достоинства полученных результатов, изложенных в диссертационной работе.

### **10 Соответствие диссертации предъявляемым требованиям раздела 2 «Правил присуждения ученых степеней»**

Диссертационная работа Жирновой Оксаны Викторовны по характеру проведенных исследований, методической основе, обобщенного фактического материала, глубине теоретических разработок и их

практической значимости соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам, а Жирнова Оксана Викторовна заслуживает присвоения ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070200 «Автоматизация и управление».

Рецензент,  
доктор технических наук,  
генерального директора  
ТОО «Системотехника»



Топоров В.И.

Подпись Топорова В.И. заверяю

