

АННОТАЦИЯ

диссертации, представленной на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D07101 – Возобновляемая энергетика» (группа образовательных программ «D098 – Теплоэнергетика»)

АНУАРБЕКОВА МАКСАТА АРГАНАТОВИЧА

«Разработка горелочного устройства для сжигания синтетических газов (биогазов) на основе закрученных потоков»

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) в современном мире являются наиболее актуальной темой. В частности, для Казахстана это получения биогазов от растительного животного мира и использования биогазов для выделения тепла при сгорании для различных нужд фермерских хозяйств. Поэтому биогазы представляют собой состав различных газов и где содержание метана CH_4 гораздо меньше по сравнению с природным газом, так как, они низко реакционные и состав постоянно меняется в зависимости от режима работы газогенератора. Работы газогенератора зависит от добавления ферментов и температуры биомассы. Для того, чтобы сжигать разный состав биогазов, полученных от газогенераторов, необходимо создать универсальные горелочные устройства, которые бы эффективно могли сжигать синтетические или биогазы разного состава. Анализ различных горелочных устройств показал, что наиболее подходящими и приемлемыми являются горелки при использовании микрофакельного сжигания, с различными закрутками, с различными возвратными течениями, к тому же, необходимо добиться циркуляционного эффекта. По результатам литературного обзора, для воспламенения в горячей зоне биогаза и синтетического газа необходимо поддерживать как можно большего объёма этих газов. Также, температура воспламенения будет гораздо выше чем у метана. Поэтому, необходимо провести всесторонние исследования по массам горячих газов и по устойчивому горению и выбрать рационально наилучший вариант.

Актуальность исследований. Возобновляемые источники энергии, в том числе использование биогазов для Казахстана являются актуальными. А индивидуальные аграрные хозяйства все больше нуждаются в универсальных горелочных устройствах, в которых эффективно можно было бы сжигать синтетические газы разного состава. Это возможно в микрофакельных горелках с изменением степени закрутки потока воздуха.

Объект исследования. Объектом исследования является микрофакельная горелка с разными уголковыми стабилизаторами, которые относятся к микрофакельному способу сжигания синтетических газов, биогазов на основе закрученных потоков.

Материалы и методы исследований: Материалы для изготовления горелки – нержавеющая сталь; методы исследования: теоретическое с использованием современных пакетов программы Ansys fluent и COMSOL Multiphysics; экспериментальное исследование с оценкой погрешностей измерения.

Целью диссертационной работы является разработка новой микрофакельной горелки для сжигания синтетических газов, биогазов и исследования физико-математических моделей, описание процессов в закрученных потоках для сокращения экспериментов.

Для реализации данной цели были поставлены следующие **задачи исследования:**

- На основе анализа конструкций микрофакельных горелок и патентных поисков, разработать новую эффективную малотоксичную горелку для сжигания биогаза;
- Изучить на ANSYS fluent теорию описания процессов в закрученных потоках для сокращения экспериментов, просчитать эффективные размеры и их соотношение;
- выявить степень крутки потока, образование токсичных веществ, характеристики горелки при разных степенях крутки;
- Разработать чертежи деталей горелки и организовать его изготовление;
- Провести всестороннее экспериментальное исследование горелки на стенде;
- Провести сравнение экспериментальных и расчетных характеристик горелки и выработать рекомендации по их эксплуатации.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- Разработана, реализована в конструкции новое микрофакельное горелочное устройство для эффективного сжигания синтетических газов, биогазов (получены 3 патента на изобретение);
- Результаты теоретических исследований с использованием пакетов программы Ansys Fluent, Comsol Multiphysics и выбор геометрических размеров и формы стабилизаторов МФГУ.
- Результаты экспериментальных исследований характеристик МФГУ, определяющих совершенство конструкции, эффективность и качество работы горелки при сжигании различных газов.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в том, что:

- разработанная и исследованная горелка может быть использована в различных топливо сжигающих устройствах, где будет использован биогаз в качестве топлива;
- полученные результаты исследования будут полезны для создания малотоксичных камер сгорания, теплогенераторов и водогрейных котлов;
- материалы диссертации и учебного пособия «Агроенеркәсіпте биоотынды алу және пайдалану негіздері» могут быть использованы по дисциплине «Возобновляемые источники энергии».

Достоверность работы. Достоверность полученных результатов в диссертационной работе обеспечивалось:

- с использованием в экспериментах приборов с высокой точностью измерений газоанализаторов Testo 350, счетчик измерения расхода топлива, термоанемометра для измерения скорости и температуры уходящих газов и др.;

- сравнительным анализом теоретических и экспериментальных исследований, а также, анализом по сжиганиям синтетических газов и биогазов зарубежных авторов;

- выполнением по всем параметрам оценки погрешностей измерений;

Положения, вносимые на защиту:

- Результаты теоретических и экспериментальных данных по эффективному сжиганию синтетических газов, биогаза в МФГУ;

- Результаты разработки новой МФГУ с улучшенными основными характеристиками, определяющие совершенство конструкции по экономическими и экологическими показателями;

- Новые конструкции горелок по сжиганию биогаза, синтетических газов, подтвержденные патентами на изобретения.

Публикации. По данной теме диссертации опубликованы: 3 статьи в журнале, входящих в базу данных Web of Science, 3 статьи в журналах, рекомендуемых КОКСНВО, а также, получены 3 патента на изобретение в РК, 7 докладов в сборниках международных и зарубежных конференциях (Приложение Д).

Личный вклад автора состоит: в проведении литературного обзора и патентного поиска по теме диссертации, выполнения теоретических исследований в программных комплексах Ansys Fluent и Comsol Multiphysics, проведения опытов, обработка результатов экспериментальных данных, публикации статей в научно-технических журналах, получения патентов на изобретения, апробация результатов исследования. При участии научного и зарубежного консультанта выявлены основные направления работы.

Объем и структура. Содержания диссертационной работы: введение, разделы из 4 глав, заключение, список использованной литературы и приложения. Объем диссертации содержит 122 страниц, из них 90 рисунков и 23 таблиц.

Введение содержит выявленные проблемы по тематике исследования и актуальность выбранной темы. Представлены постановка цели и задач исследования, научная новизна работы, достоверность, личный вклад автора, статьи и апробация результатов исследования.

В первом разделе предоставляет обзор ключевых аспектов по особенностям закрученных струй в горелочных устройствах, проблемы сжигания биогазовых топлив, в частности, перспективы развития вихревых горелочных устройств ТСУ. Предоставлены обзор горелочных устройств для топливо сжигающих устройств, принципом сжигания которого является микрофакельное сжигание. Приведены преимущества и недостатки данного горения. Определены постановка задач и цель работы.

Во втором разделе представлено описание стенда для проведения опытов и самой физической модели для экспериментального исследования горелок на основе микрофакельного сжигания закрученных потоков. Обоснована методика проведения опытов, описание и характеристики измерительных приборов, основные уравнения для расчетов искомых параметров, а также приведена оценка погрешностей измерения.

В третьем разделе изложены результаты математического моделирования процессов горения в программе Ansys для исследуемой горелки и определены образования вредных токсичных выбросов. Для исследования преимуществ микрофакельного устройства произведен выбор эффективного стабилизатора для устойчивого горения с применением Comsol и Ansys fluent. Исходя из проведенного теоретического исследования, в процессе моделирования было исследовано влияние степени крутки потока и образование токсичных веществ, и определения характеристик горелки при разных степенях крутки.

В четвертом разделе результаты экспериментальных исследований процессов горения, эффективность сжигания биогазого и синтетического топлива на экспериментальном стенде. Результаты экспериментальных исследований по выбору эффективной модели конструкции новой горелки. Результаты сравнения экспериментальных и расчетных показателей моделей горелки. Изложены новые технические решения, по которым автором получены патенты на изобретения, также приводятся анализ инновационных горелочных устройств по полученным патентам.

Заключение включает в себя подробные результаты и выводы, которые свидетельствуют о высоком уровне исследования и значимости для топливо сжигающих устройств.