

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки/профиль: 03.06.01 Физика и астрономия / 01.04.17 Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

Школа: Инженерная школа энергетики

Отделение: Научно-образовательный центр И.Н. Бутакова

**Научный доклад об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы**

Тема научно-квалификационной работы
Газификация низкосортных углеводородных топлив под действием сфокусированного светового излучения

УДК 662.613.128:662.65:535.3

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A5-13	Зайцев Александр Сергеевич		

Руководителя профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ИШФВП	Стрижак Павел Александрович	д.ф.-м.н., профессор		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель НОЦ И.Н. Бутакова	Заворин Александр Сергеевич	д.т.н., профессор		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Научный сотрудник ИШФВП	Егоров Роман Игоревич	к.ф.-м.н.		

Томск – 2019 г.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы базируется на том факте, что использование твердых топлив - это один из самых популярных в наши дни способов получения энергии. Пост-фукусимский синдром, сильно притормозивший развитие атомной энергетики в Японии, Евросоюзе и ряде других стран, привел к витку заинтересованности в технологиях эффективной переработки углеводородов. Постоянный рост потребления требует расширять топливную базу экономики, вводя новые типы топлив. Применение горючих отходов углеобогащения, а также низкосортных топлив (торфов и бурых углей) дает доступ к залежам дешевых энергоносителей, однако нужно разработать оптимальные технологии их применения, обеспечивающие высокий уровень эффективности при минимальном ущербе для экологии. Имеющиеся технологии глубокой переработки углей (различные методики автотермической газификации) обладают рядом неустраняемых недостатков, которые ярко видны именно при использовании высокосольных и низкокалорийных топлив. С одной стороны, высокая зольность приводит либо к быстрому зашлаковыванию реакторов, либо делает их применение вообще неэффективным (в случае газификации в пылевом потоке). С другой, затраты топлива на поддержание самого процесса конверсии в случае низкокалорийных топлив делают его экономически невыгодным. Применение аллотермических методик, с использованием возобновляемых источников энергии в качестве источника тепла, потенциально позволяет обойти проблемные места и создать эффективный метод получения энергии из отходов и низкосортных топлив. Таким образом, научившись эффективно газифицировать высокосольные и низкокалорийные топлива, можно решить, как проблему дефицита энергоносителей, так и задачу утилизации промышленных отходов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении раскрывается актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи работы, приведены выносимые на защиту положения научной новизны, отражается теоретическая и практическая значимость.

В первой главе диссертационной работы приведен аналитический обзор причин исторического роста энергопотребления, а также освоения новых источников энергии для удовлетворения потребностей в энергии. Проанализировано текущее состояние структуры энергопотребления по видам используемых различных типов энергоносителей и их доли для производства первичной энергии, а также предполагаемые темпы роста энергопотребления до 2040 года в России и мире, согласно ряду различных

прогнозов. Проведен анализ влияния развития энергетики на окружающую среду, за счет глобального производства вредных выбросов в атмосферу и водоемы, а также формирования гигантских отвалов промышленных отходов. Представлен обзор физико-химических свойств различных видов органических, газообразных и жидких топлив, о количестве их запасах в мире. Рассмотрены преимущества и недостатки использования угля для производства первичной энергии, а также перспективные технологии переработки угля.

Во второй главе описаны характеристики исходных топлив, в качестве которых были выбраны: фильтр-кек каменного угля марки «Г», который является отходом обогащения одного из самых распространенных энергетических углей в России и в мире; бурый уголь марки «Б2» с разреза Бородинский Красноярского края; торф с месторождения «Аркадьевское» Томской области. Изложена методика приготовления образцов топлива, состоящая из трех основных этапов. Описана методика проведения экспериментальных исследований, которая принципиально включает в себя три основных типа измерений: экспериментальное определение химического состава синтез-газа; определение скорости газификации топливных смесей и измерение температуры на поверхности образца под действием нагрева сфокусированным световым потоком.

В третьей главе представлены результаты исследований процесса газификации отходов углеобогащения фильтр-кека угля марки Г непрерывным и импульсным лазерным излучением. Показано, что воздействие сфокусированного (в пятно радиусом в ~ 70 мкм) светового излучения приводит к быстрому нагреву освещенной поверхности образца. При достижении температурного порога пиролиза начинается разложение углеводородов с выделением оксидов углерода, водорода, метана, а также диоксида серы и оксидов азота. При воздействии мощных лазерных импульсов в дополнение к газификации происходит выбивание микроскопических капель водо-угольной суспензии. Измерены максимальные температуры на поверхности образцов достигаемые под действием светового потока; определены пороги интенсивности лазерного излучения, при переходе которых процесс резко ускоряется за счет усиления производства СО; а также максимальные концентрации продуктов газификации.

В четвертой главе представлены результаты исследования процессов газификации низкосортных ископаемых топлив (торф и бурый уголь) непрерывным лазерным излучением.