

Отзыв
дополнительного члена диссертационного совета ДС.ТПУ.06
на диссертацию Зайцева Александра Сергеевича
**«КОНВЕРСИЯ ОТХОДОВ УГЛЕБОГАЩЕНИЯ, БУРЫХ УГЛЕЙ И ТОРФА В
СИНТЕЗ-ГАЗ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СФОКУСИРОВАННОГО СВЕТОВОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ»**,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

Актуальность работы. Использование твердых топлив остается одним из основных направлений в производстве энергии. Поэтому актуальными являются проблемы применения горючих отходов углеобогащения, низкосортных видов топлив. Решение этой проблемы позволит снизить себестоимость производства энергии. Но переход к новым видам топлив вызывает необходимость разработки новых комплексных подходов к их применению. Нужны новые методы их переработки, решение вопросов, связанных с экологией и др. В связи с этим, работа, направленная на определение условий конверсии отходов углеобогащения и низкосортных ископаемых топлив безусловно является **актуальной**.

Структура и объем работы. Диссертационная работа Зайцева Александра Сергеевича состоит из введения, 4 глав с описанием состояния проблемы, объектов и методов исследования, результатов экспериментальных исследований, заключения и списка литературы. Работа изложена на 128 страницах, содержит 38 рисунков, 7 таблиц. Список цитируемой литературы содержит 143 наименования.

Содержание диссертации. Во введении показана актуальность направления исследований и степень разработанности, сформулированы основные положения, научная и практическая значимость, новизна полученных выводов.

В первой главе диссертационной работы приведен аналитический обзор структуры энергопотребления, направлений освоения новых источников энергии. Сделан анализ использования энергоносителей разных типов для производства энергии, описаны прогнозы роста энергопотребления. Представлен обзор физико-химических свойств различных видов органических топлив. Рассмотрены перспективы использования угля, методы и технологии переработки угля и отходов углеобогащения.

Во второй главе описаны свойства исходных топлив, используемых в нашем регионе. Изложена методика приготовления образцов топлива для экспериментальных исследований. Описана методика проведения экспериментальных исследований, Для проведения исследований был разработан экспериментальный стенд, позволяющий проводить измерения химического состава продуктов газификации; скорости конверсии топлив в синтез-газ и измерение температуры на поверхности образца при нагреве сфокусированным световым потоком.

В третьей главе приведены результаты исследования процессов газификации отходов углеобогащения при воздействии лазерного излучения. Установлены основные закономерности газификации: составы, скорости конверсии топлив, температуры на поверхности образцов топлива, зависимости от интенсивности светового потока. Определены пороговые значения интенсивности световой накачки для инициирования реакций.

В четвертой главе В четвертой главе представлены результаты исследования процессов газификации торфа и бурого угля при воздействии лазерного излучения.

Установлены основные закономерности газификации этих топлив, исследована зависимость состава синтез газа от интенсивности светового потока и начальной влажности топливной смеси. Также определены пороговые значения интенсивности световой накачки для инициирования реакций, определяющих протекание процесса газификации. Показано, что для конверсии данные видов топлива требуются на порядок меньшие интенсивности нагрева в сравнении с отходами обогащения каменных углей. Для всех трех видов топлива были определены затраты энергии от внешнего источника для конверсии единичной массы топлива. Было отмечено, что уровень удельных затрат энергии на газификацию низкосортных топлив оказывается до 2 раз меньше, по сравнению с затратами на газификацию фильтр-кека каменного угля.

В заключительной части работы была предложен принцип практического применения разработанной методики конверсии топлив за счет использования энергии солнечного излучения. С использованием ранее полученных энергетических параметров процесса газификации была произведена предварительная оценка производительности предложенного проекта установки.

В заключении сформулированы выводы, обозначены перспективы разработанного подхода.

В диссертации сформулированы следующие защищаемые положения.

1. Воздействие сфокусированным световым потоком на водо-угольную смесь отходов обогащения каменных углей позволяет реализовать их высокотемпературную аллотермическую газификацию при атмосферном давлении. Пороговое значение интенсивности светового излучения, обеспечивающее запуск производства СО, составляет 500–800 Вт/см².

Положение основано на результатах исследования зависимости состава синтез-газа от интенсивности лазерного излучения. Превышение порога интенсивности приводит к резкому росту генерации оксидов углерода и азота, а также водорода.

2. Свето-индуцированная конверсия отходов углеобогащения с содержанием воды более 30 масс. % происходит без производства измеримых количеств СО₂ (углерод окисляется только до СО).

Положение подтверждается результатами исследования зависимости состава синтез-газа от исходной влажности топливной смеси. Несмотря на общее снижение газогенерации, синтез-газ, полученный из влажной смеси, содержит на порядок меньшее количество негорючих примесей.

3. Воздействие наносекундных лазерных импульсов на водо-угольную смесь при нормальных условиях приводит к их газификации вместе со сверхтонким распылением (средний размер частиц менее 100 мкм, скорость выброса не превышает 2,7 м/с).

Основанием для этого положения являются результаты прямых исследований состава атмосферы в камере реактора, а также выброса тонкораспыленного топлива оптическими методами.

4. Свето-индуцированная конверсия низкосортных ископаемых топлив не является полностью аллотермической. Диапазон интенсивности светового излучения, обеспечивающий эффективное производство СО, составляет 50–130 Вт/см² для бурых углей и торфа.

Подтверждается это положение прямыми исследованиями состава синтез-газа, полученного из торфа и бурого угля, зависимостей производства СО от интенсивности лазерного излучения, от времени облучения.

5. Конверсия отходов углеобогащения за счет энергии солнечного излучения (до 3,5 МДж/кг) позволяет получать синтез-газ без затрат невозполнимых энергоресурсов.

Свето-индуцированная конверсия на основе торфа и бурых углей в синтез-газ требует порядка 2,2 МДж/кг и 1,3 МДж/кг, соответственно.

Положение основано на результатах анализа зависимостей изменения массы смесей от поглощенной образцами световой энергии (при различных интенсивностях лазерной накачки).

В целом защищаемые положения, научная, практическая новизна и значимость работы достаточно хорошо подтверждены проведенными в работе исследованиями.

Имеются замечания по работе:

1. На стр. 50 написано: Линзовая система подбиралась таким образом, чтобы обеспечить радиус пятна излучения порядка 70 мкм. Такая схема позволяет получать на поверхности топлива интенсивности (плотности мощности) светового излучения до 1400 Вт/см². Но при радиусе 70 мкм и мощности 1 Вт, получается 6500 Вт/см²

2. Насколько мне известно, подобные работы по зажиганию угля лазерным излучением проводятся в Кемерово в Институте Угля СО РАН. Но ссылок на работы Адуева Б. П. я не обнаружил.

3. На стр.68: «распределение интенсивности по поперечному сечению лазерного пучка представляет собой гауссов профиль». Это важно, но нужно доказать экспериментально, что это так. Нужно точно описывать структуру пучка, распределение по сечению, учитывать распределение потока излучения по поверхности образца, которая не перпендикулярна к направлению распространения излучения и т. д. Без учета этих характеристик трудно считать корректными указанные в диссертации пороговые значения.

4. На стр 84: «плотность потока импульсов (интенсивность) обычно измеряется в джоулях на единицу площади». В соответствии с этим определением «интенсивность» одинакова при воздействии одного импульса с энергией 1 Дж за 1 нс и миллиона импульсов с энергией 1 мкДж и не зависит от длительности воздействия. Под интенсивностью обычно понимается величина параметра, характеризующая мощность.

5. Не описана методика измерения мощности потока лазерного излучения. Поэтому приведенные цифровые характеристики носят относительный характер.

Мои замечания в основном касаются аспектов освещения образцов, световых измерений. Для не специалиста в области оптики и светотехники использованные в настоящей работе методы, анализы результатов световых воздействий в первом приближении вполне приемлемы. Однако, в продолжении исследований в этом очевидно перспективном направлении необходимо более тщательное обращение со световым воздействием. Поэтому высказанные замечания, надеюсь, будут полезны при дальнейшей работе автора и коллектива, в котором он работает.

Апробация. Материалы исследований, изложенные в диссертации, опубликованы в 8 статьях в журналах из списка рекомендованных ВАК и в зарубежных журналах, индексируемых международными базами Scopus, WOS. Все положения, выносимые на защиту, достаточно полно опубликованы. Результаты работы обсуждались на 7 конференциях, в том числе и международных.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации и опубликованных работ.

Изложенные выше замечания по работе не снижают высокой оценки полученных соискателем результатов и значимости диссертационной работы в целом.

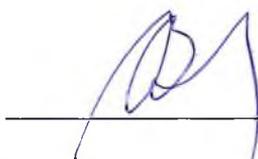
Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 01.04.17 Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества в пункте: 8) Процессы аналоги горения, детонации и взрыва; взаимодействие волн горения и взрывчатого превращения со средой, объектами и веществами; явления, порождаемые горением и взрывчатым превращением; процессы горения и взрывчатого превращения в устройствах и аппаратах для производства энергии, работы, получения веществ и продуктов; управление процессами горения и взрывчатого превращения.

"Диссертационная работа соответствует п.п. 8-12 порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете, утвержденного приказом ректора ТПУ 93/од от 06.12.2018"

С учётом сказанного выше считаю, что диссертация «**КОНВЕРСИЯ ОТХОДОВ УГЛЕБОГАЩЕНИЯ, БУРЫХ УГЛЕЙ И ТОРФА В СИНТЕЗ-ГАЗ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СФОКУСИРОВАННОГО СВЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**», является законченной научно-исследовательской работой, удовлетворяющей требованиям пункта 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор Зайцев Александр Сергеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

Дополнительный член диссертационного совета ДС.ТПУ.06
профессор-консультант отделения материаловедения
Инженерной школы новых производственных технологий
Национального исследовательского Томского политехнического университета,
доктор физико-математических наук (01.04.07 – Физика конденсированного состояния),
профессор

22 августа 2020 года.



/ Лисицын Виктор Михайлович /

Адрес: Россия, 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30.
Тел.: 8 (913) 8242469,
email: lisitsyn@tpu.ru

Подпись Лисицына Виктора Михайловича заверяю
Ученый секретарь
Национального исследовательского Томского политехнического университета



/ Ананьева Ольга Афанасьевна /