

Отзыв

дополнительного члена диссертационного совета ДС.ТПУ.06

Заворина Александра Сергеевича на диссертацию Зайцева Александра Сергеевича на тему «Конверсия отходов углеобогащения, бурых углей и торфа в синтез-газ под действием сфокусированного светового излучения» по специальности «01.04.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук

Обостряющиеся и взаимосвязанные проблемы антропогенного изменения климата, энергетической безопасности и экологической ситуации определяют усиление внимания к технологиям глубокой переработки углеводородов, включая большие объёмы накопленных отходов углеобогащения и низкосортные топлива, а также различные углеродсодержащие смесевые комбинации. В свете этого магистральным направлением развития инновационных технологий может стать газификация, основанная на методах, обеспечивающих как повышение экономической эффективности, так и минимальный экологический ущерб. С теоретической и практической точек зрения перспективными для этого являются исследования и обоснования таких методов газификации, которые использовали бы тепло, получаемое от возобновляемых источников энергии. В связи с изложенным можно сделать вывод о том, что **тема диссертационной работы А.С. Зайцева, целью которой является экспериментальное определение условий конверсии отходов углеобогащения и низкосортных ископаемых топлив (торф, бурый уголь), обеспечивающих максимальное соотношение концентраций горючих и негорючих компонентов синтез-газа посредством сфокусированного светового излучения, безусловно актуальна.**

Диссертация А.С. Зайцева изложена на 128 страницах, состоит из введения, четырёх глав и заключения. В объем текстовой части работы включены 38 рисунков, 7 таблиц и список цитируемых источников из 143 наименований.

Во введении приведены: обоснования актуальности темы диссертационной работы, формулировки цели и задач исследований, научной новизны и практической значимости работы; выносимые на защиту научные положения и результаты; сведения о личном вкладе диссертанта, достоверности полученных результатов, о связи тематики исследований с научными программами и грантами; сведения о публикациях по теме диссертации и апробации результатов на конференциях.

В первой главе приведены результаты анализа работ о структуре энергопотребления в России и в мире с учётом прогнозных оценок вплоть до 2040 года, а также сведения о свойствах и запасах различных видов органических топлив. Представлен обзор основных направлений использования угля как первичного ресурса в производстве энергии, а также альтернативные методы и технологии, основанные

на переработке угля и отходов углеобогащения, рассматривавшиеся российскими и зарубежными исследованиями.

Во второй главе приведены методические положения диссертационных исследований. Даны описания свойств топлив, выбранных для проведения экспериментов, и процедуры приготовления из них образцов. Собственно эксперименты состояли из трёх типов измерений: химического состава продуктов газификации; скорости конверсии топлив в синтез-газ; температуры на поверхности образца в ходе нагрева. Для этого разработан экспериментальный стенд, в котором для нагрева использовалось сфокусированное световое излучение, в качестве источника которого использован Nd-YAG лазер непрерывного действия. Для конверсии водо-угольного топлива использован импульсный лазерный нагрев. В каждом из экспериментов применено высокоточное и современное аппаратное оснащение измерений.

В третьей главе представлены результаты, полученные при исследованиях процессов конверсии отходов углеобогащения в виде фильтр-кека угля марки Г, происходящих под воздействием лазерного излучения непрерывного и импульсного действия. Получены зависимости изменения максимальной температуры на поверхности топлива от интенсивности светового потока, а также концентрации компонентов синтез-газа от влажности топливной смеси, от интенсивности светового потока непрерывного излучения, от интенсивности импульсного излучения, зависимость массы газифицированного и тонко распылённого топлива от количества поглощённых импульсов при различных интенсивностях излучения.

В четвертой главе представлены методически подобные приведённым в третьей главе исследования процессов конверсии низкосортных натуральных топлив – торфа и бурого угля. Здесь же приведены соображения о практическом применении светоиндуцированной газификации для реализации технологии конвертирования в синтез-газ как натуральных низкосортных углей, так и горючих отходов углеобогащения.

В заключении выделены ключевые результаты диссертационных исследований, на базе которых сформулированы основные выводы.

Содержание автореферата соответствует рецензируемой диссертации.

Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем:

- 1) доказана возможность использования лазерного излучения как источника энергии для аллотермической конверсии распространённых в Сибирском регионе твёрдых топлив и отходов углеобогащения в синтез-газ;
- 2) определены основные особенности и физические параметры процессов аллотермической газификации низкосортных натуральных топлив в виде торфа и бурого угля, а также отходов углеобогащения под действием сфокусированного потока видимого света (лазерного излучения);

- 3) проанализированы процессы взаимодействия наносекундных лазерных импульсов с порциями водо-угольной суспензии и проведено сравнение с их обработкой непрерывным потоком энергии.

Практическая ценность диссертации заключается в том, что получены основные макропараметры аллотермической конверсии исследованных топлив, соответствующие диапазону эффективной газификации. Результаты работы систематизированы как свод необходимых условий для реализации технологий свето-индуцированной газификации низкосортных ископаемых топлив и отходов углеобогащения.

Достоверность результатов выполненного исследования подтверждена: использованием современных высокоточных средств измерений и проверенных автоматизированных методик; оценками погрешности измерений; наработкой больших объёмов данных, позволяющих при обработке получать достаточную детализацию и точность зависимостей.

Личный вклад автора диссертации состоит в выполнении экспериментальных исследований, обработке и анализе результатов с оценкой погрешностей, разработке рекомендаций о принципах использования полученных результатов, формулировании защищаемых положений и выводов. Совокупность перечисленных составляющих личного вклада автора свидетельствует о высокой степени его самостоятельности при работе над диссертацией.

Анализ содержания диссертации и автореферата даёт основания для ряда нижеприведённых **вопросов, замечаний и рекомендаций**.

1. Аналитический обзор известных публикаций других исследователей по данной тематике является необходимым элементом диссертационных исследований, поскольку позволяет обозначить роль и место выполняемой работы относительно научных и прикладных аспектов конкретной проблемы. В рецензируемой диссертации этот обзор не в полной мере несёт данную функцию. Приведено довольно много статистических сведений общего характера, рассмотрены достоинства и недостатки использования угля в производстве энергии, а также методы и технологии переработки угля и отходов углеобогащения. Однако в этих материалах не хватает сфокусированности на цели диссертационной работы. По-видимому, по этой причине рассмотрение использования светового излучения для зажигания углей не содержит полезных для методической постановки исследования критических составляющих.

2. Задачи диссертационной работы приведены в заявительной форме во введении сразу после формулировки целей работы. Такой информативный фрагмент не вызывал бы вопросов, если бы в конце первой главы в завершение анализа состояния проблемы, как его закономерный итог, автор изложил бы обоснование всех

шести задач. Но это не сделано и поэтому остаётся недоказанной необходимость решения именно этих задач в предпринятом исследовании.

3. Не понятны некоторые особенности структурного построения диссертационной работы, в частности, целесообразность включения итоговой информации о «практическом применении аллотермической газификации горючих отходов» в главу 4 «Газификация торфа и бурого угля под действием мощного светового потока», а не в главу 3 «Газификация отходов углеобогащения под действием мощного светового потока».

4. Противоречивы сведения о исходных топливах. В главе 2 (стр. 44) в этом качестве указаны бурый уголь марки Б2 с разрезом «Бородинский» Красноярского края; торф с месторождения «Аркадиевское» Томской области. В главе 4 (стр. 93) речь идёт о торфе «Аркадиевского месторождения Томской области», а также о бурых углях месторождения «Суховское» Томской области и разрезов «Бородинский» и «Балахтинский» Красноярского края. Эти данные вносят неопределённость; тем более, что в Томской области нет Суховского бурого угольного месторождения.

5. Вызывает сомнение достоверность результатов технического анализа образцов бурого угля, приведённых в таблице 2.1. Не известны данные о бурых углях Канско-Ачинского бассейна с влажностью рабочей массы 14,1 %. Приведённое в таблице данное значение незначительно превышает величину гигроскопической влажности для этих углей, поэтому возникает вопрос о происхождении (предыстории) исследованных проб.

6. Методика приготовления образцов топлива предусматривает (стр. 48) «измельчение насыпной массы сухих низкосортных топлив до образования однородного порошка». Однако не приводятся значения показателей, характеризующих однородность. В связи с этим возникает вопрос, использовался ли для этого анализ зерновой характеристики полидисперсной смеси по уравнению Розина-Рамлера?

7. Сообразно цели диссертационной работы, а именно определению условий, обеспечивающих максимальное соотношение концентраций горючих и негорючих компонентов, следовало бы сравнить результаты в этом отношении с наиболее распространёнными традиционными технологиями генерирования синтез-газа.

8. Рекомендации по применению предложенного в работе подхода к конверсии отходов углеобогащения, торфа и бурых углей в условиях ограничения толщины и скорости подачи обрабатываемого слоя уменьшают практическую значимость работы для реального использования при промышленном производстве синтез-газа. В связи с этим следовало бы проработать другие направления использования технологии, более совместимые с отмеченными выше ограничениями.

Сделанные замечания не сказываются решающим образом на **общей положительной оценке** диссертационной работы А.С. Зайцева.

По теме диссертации автором опубликованы в общей сложности 16 работ, из них 2 – в рецензируемых журналах из списка, рекомендованных ВАК РФ («Химия твёрдого топлива», «Кокс и химия»), 6 – в международных рецензируемых изданиях, индексируемых базами данных «Web of Science» и «Scopus» (в том числе 4 в изданиях с импакт-фактором от 2,287 до 5,4), 8 – в материалах всероссийских научных конференций (в том числе 5 в статусе международных и или с международным участием).

Диссертационная работа А.С. Зайцева удовлетворяет требованиям п.п.8–9 **Порядка присуждения учёных степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (приказ № 93/од от 06.12.2018 г.)** и является **законченной научно-квалификационной работой**, в которой содержится решение задачи, имеющее существенное значение в области фундаментальных основ развития технологий конверсии низкосортных топлив в синтез-газ, а её автор, Зайцев Александр Сергеевич, **заслуживает присуждения учёной 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
заведующий кафедрой – руководитель НОЦ И.Н. Бутакова
на правах кафедры

Инженерной школы энергетики Национального исследовательского
Томского политехнического университета,
доктор технических наук, профессор (01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника)

Заворин Александр Сергеевич

почтовый адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, учебный корпус № 4, ауд. 405

электронный адрес: zavorin@tpu.ru

номер телефона: +7 (3822) 563-910, 701-777, вн. 1612

10 августа 2020 года

Подпись Заворина А.С. заверяю:

Учёный секретарь Национального исследовательского
Томского политехнического университета
Ананьева Ольга Афанасьевна

