

О Т З Ы В

официального оппонента, доктора геолого-минералогических наук, доцента Таловской Анны Валерьевны на диссертацию Дука Арины Александровны на тему: «Совместная термическая утилизация углесодержащих отходов и отходов растительного сырья», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология.

1. Актуальность темы диссертации

Актуальность диссертационной работы Дука Арины Александровны определяется необходимостью разработки технологий переработки отходов угольной отрасли для решения геоэкологических проблем, связанных с их хранением. Актуальность работы также обусловлена современными направлениями развития страны – переход к ресурсосберегающим технологиям и вовлечение в хозяйственный оборот отходов производства и потребления.

Несмотря на существующие научно-технические разработки российских и зарубежных ученых по переработке отходов угольной промышленности для их использования в народном хозяйстве и минимизации негативного влияния на окружающую среду, все же уделено мало внимания вопросам утилизации отходов обогащения угля и при сжигании твердого топлива одновременно с отходами растительного сырья. В этой связи, исследование Дука Арины Александровны, направленное на снижение антропогенного воздействия объектов размещения углесодержащих отходов на компоненты природной среды путем разработки экологически эффективного способа термической утилизации отходов обогащения углей и золошлаковых отходов совместно с отходами растительного сырья, является актуальным как в научном, так и практическом плане.

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна работы заключается в определении зависимости содержания фотосинтетических пигментов в газонной растительности от уровней пылевой нагрузки на почвенно-растительной покров, создаваемой объектами размещения углесодержащих отходов; выявлении механизмов действия карбонатов щелочных и щелочноземельных металлов, содержащихся в золе отходов растительного сырья (солома и опилки), на процессы горения углесодержащих отходов; определении оптимальных диапазонов температуры сжигания и соотношения компонентов композиционного топлива, полученного из углесодержащих и растительных отходов, для снижения удельных выбросов оксидов азота и диоксида серы.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав и заключения, изложенных на 216 страницах машинописного текста. Диссертация включает 43 таблицы и 62 рисунка, 7 приложений. Список литературы содержит 213 источников.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9 340 от 28.07.2016
АУ УС

В своей диссертационной работе Дука Арина Александровна выносит на защиту три защищаемых положения, которые четко аргументированы и отражают научную новизну выполненной работы. Защищаемые научные положения являются логическим обобщением данных, приведенных во всех разделах диссертации.

Первое защищаемое положение содержит вывод о негативном влиянии пыли на почвенно-растительный покров, поступающей от объектов размещения углесодержащих отходов, которое проявляется в виде угнетения растительности за счет высоких уровней накопления пылевых частиц на поверхности листа и потери содержания хлорофилла.

По результатам полевых исследований и расчета рассеивания пыли от объектов размещения углесодержащих отходов А.А. Дука убедительно показывает формирование атмосферических ореолов загрязнения на прилегающих территориях, в которых содержание взвешенных веществ превышает предельно допустимые концентрации и уровни пылевой нагрузки изменяются от низкого до высокого.

Научную ценность представляют результаты лабораторного вегетационного опыта по влиянию угольной пыли на состояние растительности, проведенного лично диссертантом. Выявлено, что при увеличении уровней пылевой нагрузки происходит интенсивное накопление пыли на поверхности листьев, угнетение роста и фотосинтетического аппарата, ухудшение общего физиологического состояния, увеличение биоаккумуляции фосфора и серы газонной растительности.

Второе защищаемое положение посвящено активирующим механизмам карбонатов щелочных и щёлочноземельных металлов, содержащихся в растительной биомассе, на интенсификацию процесса горения углесодержащих отходов.

Выводы по второму научному положению основаны на обширном фактическом материале, полученного при проведении лично Дука Ариной Александровной большого объема лабораторных и экспериментальных исследований с целью разработки технологии получения твердого композиционного топлива из углесодержащих отходов и отходов растительного сырья для термической переработки этих отходов.

Проведен достаточно полный анализ характеристик углесодержащих отходов (отходы обогащения угля и золошлаковые отходы), по итогам которого сделан вывод о возможности их использования в качестве сырья для получения композиционных топлив. Установлена необходимость введения активирующих добавок в топливные композиты из углесодержащих отходов, поскольку высокое содержание фиксированного низкорреакционного углерода ограничивает их самостоятельное применение.

Научный интерес представляют результаты экспериментальных исследований механизмов активирующего действия карбонатов щелочных и щёлочноземельных металлов на процесс термической деструкции углесодержащих отходов. В этом плане установлено, что наибольшей эффективностью характеризуется карбонат калия, введение которого

способствует снижению температур воспламенения, увеличению комплексного индекса горения, а также уменьшению кажущейся энергии активации процесса.

Дука Ариной Александровной предложено и обосновано добавление в состав композиционного топлива из углесодержащих отходов еще растительного сырья, в частности соломы и опилок, в качестве активирующих компонентов за счет содержания в них щелочных и щелочноземельных металлов. Убедительно показано, что использование данных видов отходов растительного сырья приводит к интенсификации горения углесодержащих отходов.

Несомненным достижением диссертанта является определение оптимального состава композиционного топлива из углесодержащих отходов и отходов растительного сырья на основе энергетических и экологических характеристик процесса их совместного сжигания.

В *третьем защищаемом положении* содержатся результаты оценки влияния золы отходов растительного сырья на снижение удельных выбросов оксидов азота и диоксида серы при термической переработке углесодержащих отходов.

В качестве доказательной базы выступают данные, полученные в ходе эксперимента по термической утилизации углесодержащих отходов совместно с отходами растительного сырья. Научную и практическую ценность представляют результаты о механизмах связывания кислых газов (NO_x и SO_2) с минеральной частью биомассы, а также зависимости их удельных выбросов от состава топливных композитов и температуры их сжигания.

Диссертант в полной мере обосновал оптимальные температурные интервалы сжигания композиционного топлива, в которых наблюдается наибольшая эффективность снижения удельных выбросов оксидов азота и диоксида серы при сохранении высокой полноты сгорания углеродной матрицы. Установлено существенное уменьшение удельных выбросов кислых газов при сжигании разработанного композиционного топлива в сравнении с выбросами от сжигания угля.

Представлено возможное практическое использование разработанного твердого композиционного топлива из углесодержащих отходов и отходов растительного сырья в виде пеллет в энергетических установках, а также обоснована высокая экологическая и экономическая эффективности от внедрения разработанной технологии в производство.

В целом следует отметить, что научные положения, защищаемые диссертантом, выводы и рекомендации, приведенные в диссертации, в достаточной мере раскрыты и обоснованы.

Достоверность результатов работы подтверждается большим фактическим материалом по полевым, лабораторным и экспериментальным исследованиям углесодержащих отходов и отходов растительного сырья с применением современных высокочувствительных методов на высокотехнологичном оборудовании; использованием методов математического и компьютерного моделирования; сходимостью экспериментальных данных с теоретическими исследованиями; грамотной интерпретации результатов.

Автореферат соответствует содержанию диссертации и отражает доказательства защищаемых положений.

Тема диссертации, направленность проведенных исследований и полученных результатов соответствует паспорту научной специальности 1.6.21. Геоэкология по пунктам 17 и 24.

4. Научные результаты, их ценность

Дука Арина Александровна выполнила большую, интересную и содержательную научную работу, успешно решила все поставленные в диссертации задачи, что позволило получить ряд ценных научных результатов в области геоэкологии:

- выявлены уровни пылевой нагрузки на почвенно-растительный покров в зоне воздействия объектов размещения углесодержащих отходов, обуславливающие увеличение объёмов осаждения пыли на листовую поверхность травы, выраженные морфологические изменения, снижение содержания хлорофилла, повышение биоаккумуляции фосфора и серы в газонных растениях;
- предложен способ получения композиционного топлива с удовлетворительными теплотехническими характеристиками из отходов обогащения угля и золошлаковых отходов с использованием активационного потенциала отходов растительного сырья для теплоэнергетических установок;
- определено, что интенсификация горения углесодержащих отходов достигается при использовании активирующих добавок в виде щелочных и щелочноземельных металлов, источником которых являются отходы растительного сырья;
- установлены оптимальные технические параметры для термической утилизации углесодержащих отходов совместно с отходами растительного сырья для снижения удельных выбросов оксидов азота и диоксида серы.

Ключевые результаты исследования были представлены с докладами на 7-ми научно-практических конференциях различного уровня.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 9 печатных работах, в том числе в одной статье – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (Перечень ВАК), в 3-х статьях – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus; получен патент РФ на изобретение и свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическое значение работы заключается в том, что полученные результаты расширяют представления о механизмах воздействия углесодержащих отходов на почвенно-растительный покров, а также об экологических и энергетических характеристиках горения композиционного топлива, состоящего из отходов угольной, сельскохозяйственной и деревообрабатывающей отрасли.

Диссертационная работа имеет важное практическое значение, которое состоит в оценке экологической опасности объектов размещения углесодержащих отходов и разработанном техническом решении по совместной термической утилизации углесодержащих отходов и отходов растительного сырья, которое обеспечивает снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду и положительный экономический эффект при ее внедрении в производственную деятельность. Разработанное диссертантом брикетированное топливо из отходов углеобогащения защищено патентом на изобретение № 2854163 от 29.12.2025 г.

Практическая значимость полученных результатов также обусловлена внедрением в практику предприятия ООО «НПК ЭКОДРАЙВ» (наличие акта о внедрении), а также выполнением исследований в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSRW-2024-0005).

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Научные результаты, полученные в диссертации, рекомендуется использовать:

- для применения в качестве совершенствования технических решений по утилизации углесодержащих отходов на предприятиях угольной отрасли для минимизации их негативного воздействия на окружающую среду;
- для опытно-промышленных испытаний разработанного композиционного топлива в производственном процессе действующих теплоэлектростанций и котельных для снижения объемов выбросов газообразных веществ в атмосферный воздух;
- для разработки технологического регламента совместной термической утилизации углесодержащих и растительных отходов;
- в учебном процессе по подготовке студентов и аспирантов по экологическим специальностям.

7. Замечания и вопросы по работе

1. В главе 1 представлено в обобщенном виде описание потенциала использования углесодержащих отходов в качестве компонента твердых композиционных топлив, но интересно было бы также увидеть детальный обзор существующих российских и зарубежных разработок топливных композитов из различных видов углесодержащих и растительных отходов для лучшего понимания отличительных характеристик и преимуществ разработанного диссертантом твердого композитного топлива.

2. В разделе 2.3 «Воздействие объектов размещения углесодержащих отходов на почвенно-растительный покров», на стр. 80 (последний абзац), следовало бы привести литературные ссылки на первоисточники, в которых изначально была представлена градация по пылевой нагрузке (Методические рекомендации ИМГРЭ по геохимической оценке источников загрязнения, 1982 г.; Ю.Е. Сает с соавторами, Геохимия окружающей среды, 1990 г.).

3. В разделе 2.4 «Оценка степени воздействия объектов размещения углесодержащих отходов на природные компоненты» диссертанту следовало бы указать является ли методика отбора атмосферной пыли авторской или заимствованной из научных

публикаций, а также привести доводы о выборе времени экспозиции пыли – всего лишь сутки, а не длительного периода наблюдений, например, как при проведении лабораторного вегетационного опыта. При оценке уровней пылевой нагрузки в зависимости от расстояния до объектов размещения углесодержащих отходов, результат анализа соотношения угольных и почвенных частиц в пробах пыли был бы хорошим дополнительным аргументом о негативном воздействии отходов на прилегающую территорию.

4. На сколько, по мнению диссертанта, правомерно использовать градацию по пылевой нагрузке для анализа полученных данных при отборе атмосферной пыли в полевых условиях в летнее время (раздел 2.4) и при проведении лабораторного вегетационного опыта (раздел 2.5), если эта градация была изначально разработана научным коллективом ИМГРЭ (1982, 1990 гг.) для определения среднесуточного выпадения пыли из атмосферы на снежный покров в период снегостава?

5. В разделе 2.5.6 «Определение элементного состава почвенных и растительных образцов» диссертант не в полной мере обосновывает расчет коэффициента биологического поглощения (коэффициент биоаккумуляции) относительно состава сухого вещества растений. В нормативном документе (ГОСТ 26929–94), методических указаниях и многих научных публикациях по оценке экологического состояния территорий рекомендовано проводить минерализацию (озоление) проб растительности в муфельной печи для получения золы с целью определения концентрации химических элементов. Во многих научных публикациях для определения биодоступности макро-и микроэлементов в системе «почва-растение» расчет коэффициента биологического поглощения выполняют по данным состава золы растений.

6. В разделе 3.3.3 «Оценка влияния золы отходов растительного сырья на снижение удельных выбросов оксидов азота и диоксида серы при термической переработке углесодержащих отходов» диссертант акцентирует внимание только на анализ эмиссий кислых газов при сжигании разработанного композиционного топлива. Для тиражирования разработанного диссертантом способа термической утилизации углесодержащих отходов было бы полезно оценить эмиссии других дымовых газов и твёрдых веществ, которые также являются составляющими выбросов от сжигания твердого топлива.

Указанные замечания не снижают общего хорошего впечатления от работы, научную и практическую ценность диссертационной работы, носят рекомендательный характер и могут быть учтены при дальнейших исследованиях.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Совместная термическая утилизация углесодержащих отходов и отходов растительного сырья», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-

Петербургского горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – *Дука Арина Александровна* – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология.

Официальный оппонент

Профессор отделения геологии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Доктор геолого-минералогических наук, доцент

Таловская Анна Валерьевна

Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Почтовый адрес: 634050, город Томск, проспект Ленина, дом 30

Официальный сайт в сети Интернет: tpu.ru

эл. почта: talovskaya@tpu.ru

телефон: +7 (3822) 70-63-44

Подпись Таловской Анны Валерьевны оппонента заверяю.

Ученый секретарь ТПУ

20 июля 2026 г.

М.П.



В.Д. Новикова