

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Солодов Вячеслав Сергеевич на тему «Процесс получения твердого формованного топлива из отходов химических производств», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12 – химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ

Актуальность темы диссертационной работы.

Одним из крупнотоннажных некондиционных продуктов коксохимического производства является коксовая пыль, объемы которой в среднем на одном предприятии могут достигать 18000-20000 т/год. Обычно коксовая пыль возвращается в шихту коксования в количестве около 1% к массе шихты, однако это уменьшает объем полезной загрузки угольной шихты и может влиять на качество кокса. Тонкодисперсное состояние и высокая зольность затрудняют также ее использование в доменном производстве и энергетике.

Поэтому проблема квалифицированного и экономически обоснованного использования коксовой пыли для коксохимиков является весьма актуальной.

Традиционные методы брикетирования бурых и каменных углей малоприспособлены для коксовой пыли. В настоящее время единого научно обоснованного подхода к выбору эффективного связующего и технологического регламента производства брикетов из коксовой пыли, близких по качеству к металлургическому коксу, в России нет. В связи с этим исследование процесса брикетирования коксовой пыли является актуальной научно-практической задачей.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с планами научно-исследовательских работ Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева и в рамках базовой части и проектной части государственного задания №10.782.2014К, исследования также поддержаны федеральной программой «У.М.Н.И.К.» Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

С учетом вышеизложенного тема диссертационной работы В. С. Солодова представляется актуальной.

Целью диссертационной работы является разработка эффективного способа получения твердого формованного топлива из отходов коксования и химических производств – коксовой пыли со связующим.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- разработка эффективного способа обогащения коксовой пыли;
- выбор связующего для получения твердого формованного топлива на основе коксовой пыли;
- выявление закономерностей изменения свойств получаемых топливных брикетов от условий их формования;
- изготовление опытной партии и испытание топливных брикетов на основе коксовой пыли со связующим в условиях производственного предприятия;
- оценка количества выбросов оксидов углерода, серы, азота при сжигании топливных брикетов на основе коксовой пыли со связующим.

Научная новизна исследования и полученных результатов диссертации Солодова В. С.:

1. Впервые показано, что использование метода масляной агломерации позволяет снизить зольность коксовой пыли в три раза за счет избирательной смачиваемости углеродистых частиц пыли.

2. Впервые показана возможность утилизации промышленных отходов – коксовой пыли и некондиционного карбамида, за счет их специфических свойств при взаимодействии друг с другом, с получением топливных брикетов с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

3. В результате обработки экспериментальных данных взаимодействия коксовой пыли и карбамида впервые разработана математическая модель, позволяющая прогнозировать прочность получаемых брикетов в зависимости от применяемых технологических параметров процесса брикетирования коксовой пыли со связующим – некондиционным карбамидом.

4. Впервые показано, что при сжигании топливных брикетов, полученных из коксовой пыли и некондиционного карбамида как связующего, происходит значительное (до 50%) снижение выбросов в атмосферу твердых веществ, NO_2 , SO_2 . Уменьшение количества оксидов азота реализуется за счет эффекта их селективного некаталитического восстановления.

Практическая значимость работы.

Полученный в ходе проведения исследований опыт обогащения коксовой пыли методом масляной агломерации (Патент РФ №2468071) может быть использован на коксохимических предприятиях для получения концентрата с низкой зольностью.

Проведенные промышленные испытания показали, что предложенные подходы к производству брикетов могут служить основой для их практического использования на коксохимических и металлургических производствах, что будет способствовать решению проблемы утилизации коксовой пыли.

Содержание диссертационной работы и ее завершенность.

Диссертация состоит из введения, литературного обзора, 5 глав, выводов, списка литературы, содержащего 167 наименований отечественных и зарубежных авторов и приложения. Объем диссертации составляет 137 стр., включая 20 рисунков и 23 таблицы. В целом диссертация имеет логичную структуру, материал изложен последовательно.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи работы, приведены основные положения, выносимые на защиту, показана научная новизна полученных результатов и их практическая значимость, дана общая характеристика структуры работы.

В первой главе приведен анализ литературных источников по состоянию вопроса брикетирования углей и дисперсных материалов в мировой и отечественной промышленности и обоснованы задачи исследований. Подробно изложено значение процессов подготовки угольного топлива к окускованию. Показано, что коксовая пыль может использоваться в качестве сырья для получения качественного брикетированного топлива для энергетики и коксования.

Рассмотрены и проанализированы основные способы применения связующих материалов для брикетирования веществ. Показаны пути повышения технических характеристик брикетов, путем использования органических и неорганических связующих. На основании результатов анализа существующих технологий установлена возможность использования коксовой пыли для производства топливных брикетов и гранул с добавлением связующих веществ.

Во второй главе представлены характеристики использованных в исследовании материалов, описание экспериментальных установок для обогащения и брикетирования коксовой пыли, описаны методы экспериментальных исследований и обработки полученных результатов.

Для получения обогащенных коксовых концентратов коксовая пыль была обогащена на экспериментальной установке, основанной на методе масляной агломерации. После получения концентрата коксовой пыли было проведено ее брикетирование. Брикетирование осуществлялось как чистого концентрата, так и концентрата с добавлением связующего.

В третьей главе проведена оценка качества сырья для получения топливных брикетов, а также рассмотрен альтернативный способ утилизации коксовой пыли. Для разработанных брикетных составов (брикетов) определены следующие основные характеристики: прочность при сжатии, зольность, выход летучих веществ, общее содержание серы, массовая доля влаги, высшая и низшая теплоты сгорания, прочность брикетов и др.

Для оценки качества кокса с участием коксомолярного концентрата в шихте коксования для его получения составлено несколько вариантов шихт и проведены лабораторные коксования.

В четвертой главе представлена разработка технологического процесса брикетирования коксовой пыли со связующим. Технологический процесс брикетирования коксовой пыли со связующим включает в себя следующие последовательно протекающие технологические стадии: подготовки коксовой пыли (обогащение методом масляной агломерации), смешения коксомолярного концентрата со связующим веществом (образование шихты), брикетирование шихты (получение брикета).

Проведен эксперимент по подбору наиболее эффективного реагента для технологии обогащения методом масляной агломерации. После проведения обогащения коксовой пыли были проведены исследования на возможность получения прочных брикетов с добавлением связующего компонента и без него, а также полученные брикеты были испытаны на качественные характеристики. В результате анализа полученных данных оптимальными качественными характеристиками обладают брикеты с добавлением связующего в виде карбамида.

В рамках данной работы выявлена зависимость прочности на сжатие от концентрации связующего компонента в виде некондиционного карбамида для топливных брикетов из коксовой пыли, полученных на установке со смесительным узлом экструдерного типа с подогревом. В ходе эксперимента было показано, что для получения прочных топливных брикетов из коксовой пыли с добавлением в качестве связующего некондиционного карбамида, процесс смешения необходимо вести при температуре 130°C.

Для исследования влияния технологических факторов получения топливного брикета из коксовой пыли на прочность получаемого брикета были проведены эксперименты по плану полного факторного эксперимента.

Полученное уравнение регрессии удовлетворительно описывает зависимость прочности брикета от давления прессования, концентрации карбамида, используемого в качестве связующего, и температуры смешивания коксовой пыли и связующего в ходе изготовления брикетов. Показано, что в области низких температур самое сильное влияние на прочность брикета оказывают концентрация карбамида и давление прессования, которые применяются при получении брикета, а в области высоких температур самое сильное влияние оказывает температура, при которой происходит смешивание коксовой пыли и связующего (карбамида).

На фабрике брикетирования компании ООО «Кузбрикетуголь», используя полученные в ходе исследования рекомендации, было произведено 10 т коксовых брикетов, которые были испытаны при плавке чугуна в вагранке РМЦ ПАО «Кокс».

Показано, что введение до 20 % брикетов в вагранку взамен кокса не приводит к отклонению от стандартного режима плавки, а затраты на сырье при этом снижаются на 6,4 %.

В пятой главе показана возможность получения из коксовой пыли и некондиционного карбамида как связующего агента топливных брикетов, при сжигании которых эмиссия твердых веществ, NO_x , SO_2 снижается до 50%.

Одной из причин выбора некондиционного карбамида в виде связующего для брикетов стала возможность некаталитического восстановления NO_x в процессе горения. Для проверки предположения о возможности восстановления NO_x в процессе горения брикетов на первом этапе проведен расчет выбросов загрязняющих веществ при сжигании

угля марки СС, кокса и кокса совместно с карбамидом. По результатам проведенных расчетов видно, что добавление некондиционного карбамида позволяет снизить содержание оксидов азота в дымовых газах на 40%. После был проведен эксперимент по сжиганию этих же твердых топлив в трубчатой печи с замером образующихся при этом выбросов. В печи смоделирован процесс сжигания топлива в промышленных котлах, с постоянной температурой 1000 °С и коэффициентом избытка воздуха 1,7.

Таким образом, при сжигании пробы топливных брикетов происходит снижение количества вредных компонентов дымового газа, по сравнению со сжиганием проб традиционных видов топлив, а также происходит снижение содержания NO_x в дымовом газе в результате селективного некаталитического восстановления.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций. Достоверность полученных результатов, представленных в диссертационной работе, подтверждается использованием широкого комплекса современных физико-химических методов исследований с применением аттестованных приборов и апробированных методик измерения, обсуждением основных положений работы на научных конференциях и их публикации в рецензируемых научных журналах, правильности проведения эксперимента и хорошей сходимости опытных и расчетных данных, на отсутствии противоречий полученных результатов существующим представлениям и теориям протекающих процессов.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Впервые предложен метод обогащения тонкодисперсной коксовой пыли методом масляной агломерации, а также разработана технологическая схема получения брикетов из промышленных отходов. По результатам проведенных экспериментов и теоретических расчетов возможно выдать конструктивные рекомендации к ведению технологического процесса брикетирования. Проведенные опытно-промышленные испытания указывают на пригодность и целесообразность применения данных брикетов как в промышленных, так и в бытовых целях.

Замечания и рекомендации по работе:

1. При обосновании выбора связующего не приведены технические характеристики «некондиционного» карбамида. На основании каких показателей он считается некондиционным, как утилизируется и не будут ли эти показатели «некондиционности» препятствием для использования его в качестве связующего по экологическим соображениям?
2. Не приведен анализ потенциальных количеств некондиционного карбамида, его цены и доступности, в том числе транспортной, для организации производства брикетов на коксохимических предприятиях, территориально не всегда расположенных рядом с производством карбамида (как, например, в г. Кемерово).
3. В табл.1 Приложения отсутствует цена карбамида. Как тогда рассчитывалась себестоимость брикетов? В таблице также указана весьма не малая цена коксовой пыли. Вопрос – так это отход коксового производства, который необходимо утилизировать, тогда он вообще не должен иметь цены или она не должна быть столь высокой? Или это не совсем кондиционный продукт, которому надо найти экономически приемлемое применение?
4. На стр. 108 не точность формулировки – «...некоторые связующие [90], [161-163], такие как оксид железа, оксид магния, оксид кальция и другие реагируют с серой, снижая выброс диоксида серы в атмосферу.». Видимо автор имел в виду, что наличие таких компонентов в составе связующего может приводить к такому результату. Поскольку сами они не являются связующими.
5. В табл. 4.2.1 (стр. 69) количество серы указано, а азота нет. Но он также может выделяться при горении в виде вредных оксидов.

6. В методической части не указано как определялось количество масла в концентрате.
7. Учитывая, что использованное связующее является водорастворимым, следовало бы провести испытание брикетов на влагоустойчивость.
8. На стр. 61-62 приводится весьма интересный экспериментальный результат с «активацией» масла перед процедурой агломерации. К сожалению, автор не попытался объяснить механизм этого процесса, сославшись на достаточно спорное и экзотическое «... сохранение в системе механической энергии при изначальной активации масла [149]...». Физически более обоснованным видится образование тонкодисперсной системы масло-воздух (газовой эмульсии) при интенсивном перемешивании масла. Наличие микропузырьков воздуха в масле существенно улучшает процесс прилипания угольных частиц к капелькам масла и формирование агломератов уголь-масло. Наличие воздуха в таких агломератах также способствует лучшему формированию всплывшего слоя концентрата. Данное явление достаточно известно при флотации углей («микропузырьковые газовые среды»).
9. В тексте диссертации есть некоторое количество опечаток и неточностей, например, стр. 15 – «трОмбование», стр. 34 «бе(Н)тонит» и др.

Сделанные замечания не меняют принципиального значения работы, носят рекомендательный характер и не умаляют впечатления от рассматриваемой диссертации, как о законченной работе, выполненной на современном научно-техническом уровне.

Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям.

Результаты исследований отражены в 28 публикациях: в 10 статьях в научных журналах, входящих в перечень Web of Science, Scopus и ВАК, 13 докладах и тезисах докладов научно-практических конференций, получены 5 патентов РФ. Автореферат диссертации достаточно полно отражает основное содержание диссертации и достигнутые результаты.

По тематике исследования, методам, предложенным новым научным положениям, диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.6.12 – химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ в пунктах: 8. Разработка новых процессов переработки органических и минеральных веществ твердых горючих ископаемых с целью получения продуктов топливного и нетопливного назначения. 12. Экологические аспекты переработки топлив. Разработка технических и технологических средств и способов защиты окружающей среды от вредных выбросов производств по переработке топлив.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация Солодова В. С. на тему «Процесс получения твердого формованного топлива из отходов химических производств», представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, выполненную самостоятельно на высоком научном уровне, на актуальную тему, в которой получены новые и важные сведения о возможности получения высокоэффективного твердого топлива с помощью научно и технически проработанной технологической схемы брикетирования коксовой пыли со связующим.

Научные положения и выводы, сформулированные автором, не вызывают сомнений. Результаты диссертационной работы оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью. Большая часть результатов отражена в публикациях и апробирована на профильных конференциях.

Диссертация Солодова Вячеслава Сергеевича на тему «Процесс получения твердого формованного топлива из отходов химических производств» соответствует

требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Солодов Вячеслав Сергеевич **заслуживает** присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12 – химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Официальный оппонент,

Заведующий лабораторией научных основ технологий обогащения угля Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр угля и углекислоты СО РАН» (ФИЦ УУХ СО РАН), доктор химических наук, профессор

 Патраков Юрий Федорович
25.08.2022

650000, г. Кемерово, Советский просп., д. 18,
Тел.: +7 (384 2) 74-13-94, e-mail: yupat52@gmail.com

Подпись Патракова Ю.Ф. заверяю
заместитель директора ФИЦ УУХ СО РАН

по научной работе, к.т.н.





В.В. Зиновьев