

ОТЗЫВ

официального оппонента Ашихмина Александра Анатольевича на диссертационную работу Худяковой Галины Ивановны «Экспериментальное исследование термохимической конверсии коксового остатка угля методом термогравиметрического анализа», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника

1. Актуальность темы

Разработка новых эффективных топливоиспользующих агрегатов и энергетических установок на твердом топливе нуждается, в первую очередь, в наличии достоверной информации о самом топливе. Естественно, речь идет не только о техническом анализе топлива и его элементном составе. Важно знать и понимать, как идет процесс горения частиц и каковы границы кинетического и диффузионного режимов горения, иметь достоверные данные о кинетических характеристиках конкретных топлив.

В этом смысле диссертационная работа Худяковой Г.И. является, безусловно, актуальной, так как автор в своей работе использует и популяризирует метод экспериментального термогравиметрического анализа конверсии твердых топлив, который позволяет с большой степенью точности исследовать динамику процесса конверсии и получить новые данные о кинетических характеристиках коксов исследуемых топлив.

2. Новизна исследований и полученных результатов

Диссертантом предложена методика исследования конверсии коксового остатка в неизотермичных и изотермичных режимах в воздушно-кислородной среде. Определены диапазоны режимных параметров, не влияющих на естественный ход процесса конверсии коксов, в том числе расход окислителя, размер частиц топлива, темп нагрева (в неизотермических режимах), высота слоя (по отсутствию перегрева слоя и наличию окислителя в нижних слоях навески). Наиболее прост и понятен режим изотермического исследования конверсии коксовых остатков и получения их кинетических характеристик. Но и в неизотермических экспериментах исследователь получает большой комплекс текущей информации, которая при правильной обработке также позволяет получить достоверные кинетические константы реагирования коксов.

Диссертантом предложена методика обработки экспериментальных данных и выполнения расчетов параметров конверсии, проведена оценка режимов конверсии коксовых остатков различных углей. При этом диссертантом грамотно учтены и выделены диффузионная и кинетическая составляющие конверсии. Программа математической обработки данных экспериментальных исследований защищена свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611878.

Проведены исследования динамики конверсии низкорекреационного антрацита и высокорекреационного бурого угля, выделены диапазоны реагирования, причем диссертантом указано, что экспериментальные данные могут быть описаны зависимостями, характерными или для модели объемного реагирования, или для модели сжимающегося ядра. Соответственно, для разных степеней конверсии диссертантом предложено рассматривать конверсию в низкотемпературной области, протекающей по этим предложенным моделям, а в высокотемпературной области – по диффузионному закону.

Диссертантом получены новые данные по конверсии антрацита и бурого угля в низкотемпературной области и определены кинетические константы реагирования.

Проведены также интересные опыты по исследованию конверсии смесей различных углей – антрацита, газового, тощего и их смесей. Получены качественные кривые удельных скоростей конверсии смесей топлив, которые могут быть объяснены на основе данных по конверсии индивидуальных топлив. Полученные методом ТГА кинетические константы конверсии коксового остатка различных топлив могут быть использованы при расчетах топливосжигающих агрегатов различного назначения.

3. Достоверность результатов и выводов

Проведенные исследования отличаются высокой степенью достоверности. Было проведено огромное количество экспериментов, в том числе весьма длительных. И можно отметить прекрасную методическую проработку организации и выполнения экспериментальных исследований, сбора и обработки информации с использованием современных средств измерений и соответствующего программного обеспечения, устойчивую воспроизводимость результатов и соответствие данным других авторов при проведении тестовых экспериментов. Кроме того, все полученные материалы не противоречат физическим закономерностям и публикациям многих авторов.

4. Практическая ценность

Практическую ценность для науки и производства представленная диссертационная работа имеет, прежде всего, потому, что диссертантом представлена методика экспериментального исследования конверсии коксовых остатков и методика программной обработки результатов экспериментов для получения кинетических констант реагирования, которые могут быть успешно использованы при исследовании различных топлив. Соответственно, полученные результаты могут применяться для расчетов различных топков котлов, реакторов и прочих топливосжигающих устройств. Практическая значимость работы подтверждается использованием результатов исследований в рамках реализации ФЦП «Разработка технологии подготовки рабочего тела для перспективной ПГУ с внутрицикловой газификацией», ряде госбюджетных и хоздоговорных научно-исследовательских работ.

В настоящее время все более актуальной становится тема сжигания смесей различных топлив (в том числе низкорекреационных и высокорекреационных), и представленная диссертационная работа дает методические основы для определения кинетических констант топлив и их последующего использования при разработке технологий и установок различного назначения для сжигания топлив. В частности, ОАО «Инженерный центр энергетики Урала» планирует использовать результаты диссертационной работы при разработке технологий сжигания нефтекоксов и смесей твердых топлив, при разработке систем дожигания твердых топлив в забалластированной смеси окислителя и дымовых газов из турбины, о чем имеется справки в Приложении к диссертации.

5. Полнота изложения материалов в публикациях соискателя

По материалам диссертации опубликовано семнадцать печатных работ, в том числе пять работ опубликованы в изданиях из перечня, определенного ВАК, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ по обработке экспериментальных данных. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на 7 международных и всероссийских конференциях в период с 2009 по 2014 гг.

Автореферат диссертационной работы и публикации с необходимой полнотой отражают содержание и основные положения диссертации.

6. Замечания по работе

1. Цель диссертации сформулирована не совсем корректно: «исследовать процесс конверсии методом термогравиметрического анализа (ТГА) от начала до полного выгорания частицы топлива...». Но на самом деле из топлива получают кокс для дальнейших исследований, избавляясь от летучих методом нагрева, но сами процессы выхода летучих в работе не рассматриваются. Вся работа посвящена только конверсии коксового остатка топлив.

2. По методике экспериментов методом ТГА.

В экспериментах высота слоя частиц кокса в тигле варьировалась в пределах от 0,1 до 3 мм. Из измерительного оборудования для оценки линейных размеров указан только штангенциркуль с ценой деления 0,05 мм. Как реально определялась высота навески частиц в тигле?

В тигли для последующей конверсии засыпались узкие фракции топливных частиц, полученные методом отсева исходного топлива. При выходе летучих частицы топлива могли дополнительно трескаться, от них могли отваливаться тонкие чешуйки или какие-то небольшие фрагменты, в результате часть исходных частиц после выхода летучих могла попасть в другую размерную категорию. Проводился ли сев полученных коксов для количественной оценки такого эффекта и более корректного сравнения результатов конверсии?

Навески коксов готовились предварительным нагревом в печи до 900°C в инертной атмосфере в течение ~35 мин. и выдержке при этой температуре в течение 20 мин. Зачем так долго? Это лишь увеличивает общее время эксперимента. Ведь летучие при этой температуре выходят за 5-7 минут (именно на это время ориентирует ГОСТ по определению летучих в углях).

3. При оценке скорости разогрева печи (в неизотермических экспериментах) диссертантом отмечено, что при одних и тех же степенях конверсии более высокая скорость разогрева печи определяет более высокую удельную скорость конверсии (рис. 3.8). На самом деле такие сравнения не совсем корректны, так как при этом уже имеет место более высокий уровень температуры.

4. В экспериментах по оценке влияния высоты навески топлива на удельную скорость конверсии было установлено, что высота навески должна быть в диапазоне 4 – 10 калибров (размеров) частиц. Верхняя граница определена по наличию кислорода в нижних слоях частиц, т.е. чтобы диффузия кислорода извне не лимитировала процесс. А чем обусловлена нижняя граница?

5. Чем объясняются более высокие удельные скорости конверсии коксов различных углей (и их смесей) в установке ТГА по сравнению с данными других исследователей в установках кипящего слоя (рис. 3.25, 3.26)?

6. При проведении анализа результатов экспериментов в изотермических режимах диссертант обращает наше внимание, что массовая скорость конверсии коксов антрацита и бурого угля в основном периоде конверсии не зависит от количества непрореагировавшего углерода: для антрацита – в диапазоне 800-1000°C (рис. 4.3), для бурого угля – при температурах 700-1000°C (рис. 4.7). Однако в данном случае это – не важно, так как при этих температурах все тормозит диффузия кислорода. Интересно, что массовая скорость конверсии этих топлив была при этом численно почти одинакова.

7. Сравнивая экспериментальные данные по удельным скоростям выгорания в зависимости от степени конверсии, диссертант описывает их с помощью зависимостей, характерных для моделей сжимающегося ядра и объемного реагирования. Но расчетная программа, предложенная диссертантом для обработки данных экспериментов, позволяла вести расчеты в том числе и для модели хаотически распределенных пор. Однако в данной работе этого сделано не было. Почему? Не совпали результаты расчета с экспериментом? Модель не верна?

8. В тексте диссертации имеются опiski, неточности:

С.18. Записано «Чем меньше размер частиц, тем больше площадь массообмена...». Вероятно имеется в виду удельная площадь.

С.36. Внешняя зольность названа материнской.

С.38. В тексте цитируемый диапазон температур конверсии кокса антрацитового штыба 420-750°C не соответствует таковому в табл.1.3.

С.54. Вместо высоты слоя h в граничных условиях (2.6.) указано δ .

С.66. Начальная масса m_0 ошибочно названа убылью массы.

Зольность ВБУ на с. 43 указана равной $A^d = 40,5\%$, на с.80 -35%.

Имеются другие редакционные неточности и ошибки.

Приведенные замечания не меняют общего хорошего впечатления от работы и не снижают научной и практической ценности диссертационного исследования в целом.

7. Заключение

В целом диссертационная работа Худяковой Г.И. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая выполнена на актуальную тему, имеет научную ценность и практическое значение. Результатами работы являются: разработанные методика исследования процесса конверсии коксового остатка угля в изотермических и неизотермических условиях методом термогравиметрического анализа, методика обработки экспериментальных данных и расчета кинетических характеристик реагирования топлив, экспериментальные данные по исследованию кинетики конверсии низкорекреационного антрацита и высокорекреационного бурого угля в условиях изотермического и неизотермического режимов, результаты экспериментов по исследованию влияния параметров процесса на динамику конверсии коксового остатка углей и эффективные кинетические характеристики использованных топлив.

Диссертационная работа Худяковой Г.И. соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней (утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842) предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Худякова Галина Ивановна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Официальный оппонент,
кандидат технических наук,
заместитель заведующего лабораторией
Теплотехники и систем отопления
нагревательных печей
ОАО «Научно- исследовательский
институт металлургической
теплотехники» (ОАО «ВНИИМТ»)

Ашихмин Александр
Анатольевич
24.11.2015 г.

620137, Россия, г. Екатеринбург, ул. Студенческая, 16.
Рабочий телефон 8 (343) 383-74-76.
E-mail: ashaa@mail.ru

Подпись Ашихмина А.А. удостоверяю
Начальник отдела кадров ОАО «ВНИИМТ»



Пятунина Л.А.
24.11.2015 г.