

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

**ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ
им. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИТ СО РАН)**

проспект Академика Лаврентьева, 1
г. Новосибирск, 630090
Тел.: (383)330-90-40; 330-84-80; факс 330-84-80
Эл. почта: director@itp.nsc.ru
ИНН/КПП 5408100040/540801001
ОКПО 03534009 ОГРН 1025403648786

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИТ СО РАН
академик РАН



Маркович Дмитрий Маркович

23 августа 2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию

Логинова Дмитрия Александровича

на тему «Комбинированное производство тепловой энергии

и углеродной продукции из энергетических углей»

по специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика

на соискание ученой степени доктора технических наук

Актуальность исследований.

Необходимость функционирования энергетической отрасли России на принципах экологической чистоты и ресурсосбережения закреплена в основополагающих документах профильных министерств и ведомств страны. Разработка новых решений в теплоэнергетике, позволяющих осуществлять экологически чистое и экономически эффективное производство тепловой энергии, предусмотрена Энергетической стратегией Российской Федерации на период до 2035 года. Программой развития угольной промышленности России на период до 2035 года закреплены приоритетная разработка и внедрение инновационных технологий, в том числе создание кластеров по производству из угля термококса, бездымного топлива, брикетов и др. продуктов. Диссертация Логинова Дмитрия Александровича посвящена разработке новых энерготехнологических процессов производства из угля тепловой энергии и различных углеродных продуктов (термококса, сорбентов, кускового полукокса) при низком уровне воздействия этих процессов на окружающую среду, что соответствует приоритетам, указанным в

вышеперечисленных государственных документах. Тем самым, **актуальность** темы диссертации не вызывает сомнений.

Целью исследований является экспериментальная разработка энерготехнологических процессов переработки угля с получением углеродсодержащих продуктов с высокой добавленной стоимостью и тепловой энергии. Поставленные **задачи исследований** сформулированы в соответствии с целью работы, их решение позволило усовершенствовать существующий энерготехнологический процесс переработки угля в кипящем слое, а также разработать новые энерготехнологические процессы получения кусковых углеродистых материалов из энергетических углей. Поставленные в исследовании цели и задачи соответствуют современным тенденциям как в области энергетического использования угля для производства тепловой энергии на объектах централизованной и автономной теплогенерации, так и в области применения углеродистых продуктов в смежных отраслях промышленности: нефтепереработке и металлургии. Цель диссертационного исследования Логинова Д.А. достигнута полностью.

В работе использован экспериментальный метод научных изысканий с применением аппаратурно-приборной базы высокой точности, результаты исследований получены на стендовых высокопроизводительных установках опытно-промышленного масштаба и впоследствии подтверждены на промышленных агрегатах, приведенные в диссертации данные согласуются с результатами ранее проводимых в этой области работ. Таким образом, **достоверность** полученных данных не вызывает сомнений.

Энерготехнологические процессы, разработанные на основе полученных в диссертации результатов, применимы на энергетических объектах для генерации тепловой и электрической энергии с одновременным снижением выбросов вредных веществ и парниковых газов. Полученные результаты способствуют диверсификации производства угледобывающих предприятий Красноярского края, Кузбасса, Забайкалья, Дальнего Востока и других регионов страны, обладающих запасами качественных энергетических углей.

Научная новизна состоит в установлении зависимости показателей рассмотренных энерготехнологических процессов переработки угля от влажности и крупности применяемого сырья, влияния давления на показатели получаемой

продукции, в углубленном исследовании процесса частичной газификации угля в процессе с обращенным дутьем и разработке на основе полученных данных новых энерготехнологических процессов, что подтверждается полученными патентами.

Анализ содержания диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 6 разделов, заключения, списка литературы и 10 приложений. Работа содержит 424 страницы машинописного текста, в том числе 296 страниц основного текста диссертации и 128 страниц приложений, 141 рисунок и 58 таблиц. Список литературы включает 156 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, изложены основные положения, выносимые на защиту.

В первом разделе выполнен обзор существующих технологических процессов термической переработки угля, проведен сравнительный анализ их преимуществ и недостатков, определены сферы применения углеродной продукции.

Второй раздел посвящен совершенствованию процесса энерготехнологической переработки угля «ТЕРМОКОКС-КС». Приведены результаты экспериментальных исследований процессов тепло- и массопереноса при пиролизе частиц угля с различной исходной влажностью, на основании которых сделан вывод о том, что предварительное снижение влаги перед подачей угля в кипящий слой позволяет интенсифицировать процесс термообработки и увеличить производительность технологического процесса. Подсушивание угля позволило также реализовать стабильный процесс термической переработки угля в кипящем слое при пониженных температурах, необходимый при получении бурого угольного полукокса. Показано снижение удельной эмиссии углекислого газа и загрязняющих веществ в атмосферу при использовании подсушенного угля в технологии «ТЕРМОКОКС-КС» с существенным ростом производительности по углеродистому продукту.

Третий раздел посвящен разработке автотермической технологии производства углеродных сорбентов различного назначения и тепловой энергии из бурого угля. Исследования были проведены на специально сконструированном экспериментальном стенде в широком диапазоне изменения режимных параметров. Показано, что путем изменения режимных параметров из бурого угля возможно получать сорбенты для современных технологий переработки нефти и очистки

сточных и производственных вод. При этом ввиду довольно высокой стоимости углеродных сорбентов при отнесении всех затрат на его себестоимость производимая одновременно тепловая энергия может иметь условно нулевую стоимость. Выбросы вредных веществ при производстве сорбента ниже, чем при полном сжигании угля, что подтверждает экологическую безопасность технологии.

Четвертый раздел посвящён разработке технологического процесса термической переработки энергетического угля под давлением. Повышенное давление эндогенного газа позволяет получить низкопористый и прочный кусковой полукокс даже из бурого угля, который в прочих технологических процессах полукоксования в результате нагрева разрушается. Результаты, полученные в лабораторных условиях, подтверждены экспериментальными исследованиями на специальном стендовом реакторе, являющимся прототипом промышленной установки.

В пятом разделе приведено описание разработанного энерготехнологического процесса комбинированного получения карбонизата и тепловой энергии в плотном слое угля с разнонаправленным дутьем. Единственным управляющим параметром такого процесса является расход воздуха. Исследован высокотемпературный интервал среднетемпературного коксования каменного угля в процессе с обращенным дутьем, рассчитаны параметры частичного сжигания получаемого в этом процессе генераторного газа и исследован процесс пиролиза угля образующейся смесью дымовых газов и генераторного газа. Экспериментально подтверждена возможность реализации процесса, определены необходимые параметры первичного и вторичного дутья для достижения в каждой из зон реактора необходимой температуры. Приведены характеристики получаемых энергоносителей: высокотемпературного каменноугольного кокса и горючего газа. Показано, что удельная эмиссия углекислого газа в этом процессе более чем на 20% ниже, чем при сжигании каменного угля той же марки, а приведенные протоколы инструментальных замеров выбросов загрязняющих веществ свидетельствуют о высокой экологической безопасности этой технологии.

В шестом разделе представлены итоги внедрения разработанных технологических процессов, показатели эксплуатации промышленных агрегатов,

определены направления использования получаемой продукции, а также перспективы расширения сфер её применения.

В заключении сформулированы основные результаты работы. Основные выводы и результаты работы не вызывают сомнений.

Значимость для науки полученных результатов, выражается, прежде всего, в большом объеме полученных новых экспериментальных данных, которые являются базой для последующего создания и совершенствования аналитических подходов к описанию явлений, протекающих при частичной газификации угля в разработанных процессах.

Значимость для производства выражается в повышении эффективности действующего процесса переработки угля в кипящем слое в части увеличения его производительности по дорогостоящей твердой углеродистой продукции, выявления возможности производства в этом процессе сорбентов для нефтепереработки, очистки сточных и технологических вод. Определенные в исследовании технологические параметры энерготехнологической переработки угля в слоевых процессах являются основой для проектирования промышленных аппаратов и крупнотоннажных производств.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Разработанные в исследовании процессы переработки угля в кипящем слое **внедрены в промышленное производство** и успешно применяются в производстве сорбентов, бездымного бытового топлива, зернистого металлургического восстановителя (акт об использовании результатов диссертационной работы АО «СУЭК-Красноярк», АО «Разрез Березовский»).

Результаты исследования процессов энерготехнологического использования под давлением и частичной газификации в процессе с разнонаправленным дутьем **использованы** при разработке рабочей конструкторской документации на промышленные аппараты и проектов по энерготехнологической переработке угля на базе угледобывающих предприятий региона (акт об использовании результатов диссертационной работы ООО «Сибниинуглеобогащение»). При дальнейшей реализации энерготехнологических производств на базе разработанных процессов приведенные результаты диссертации рекомендуются к использованию на стадии

режимно-наладочных испытаний в качестве основы для настройки регулирующих параметров процессов.

В качестве **замечаний** по диссертации можно отметить следующее.

1. В диссертации не указаны параметры применяемых для исследований стендовых установок по мощности тепловой энергии и по производимой твердой углеродной продукции.

2. Показатели массовых выбросов вредных веществ при пиролизе угля под давлением определены только расчетным путем без проведения инструментальных замеров, тем самым, вопрос о характерных для практики значениях показателей требует уточнения.

3. Полученные зависимости приведены на ряде графиков без указания погрешности определения величин (см. рисунки 49 – 53).

4. Коэффициенты в полученных аппроксимирующих зависимостях содержат до 5 значащих цифр, что является превышением точности (в том числе – см. рисунки 107, 109, 110, 112 и др.).

5. В диссертации не представлены в достаточном объеме сведения для обоснования преимуществ разрабатываемых технологий по сравнению с применяемыми альтернативными методами.

6. В качестве пожелания следует отметить важность включения в программу дальнейших исследований численного моделирования с целью прояснения ограничений и путей совершенствования предложенных технологий.

Заключение.

Отмеченные замечания не снижают оценку значимости диссертационного исследования. Автор диссертации выполнен большой объем исследований, в ходе которых экспериментально изучены процессы частичной газификации угля в кипящем слое, в процессе с обращенным дутьем, а также пиролиза угля под давлением. На основе полученных данных усовершенствован существующий процесс «Термококк-КС» и разработаны новые процессы энерготехнологической переработки угля. Все приведенные в диссертации разработки защищены патентами РФ, полученные результаты отражены в публикациях автора, в том

числе в 11 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК, и 9 патентах. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Диссертация Логинова Дмитрия Александровича соответствует специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика, имеет внутреннее единство и является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические, технологические решения в области энерготехнологического использования угля энергетических марок, внедрение которых вносит значительный вклад в инновационное развитие отрасли и страны.

Диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении учёных степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор Логинов Дмитрий Александрович достоин присуждения учёной степени доктора технических наук по указанной специальности.

Диссертация заслушана и обсуждена, отзыв одобрен на заседании научно-исследовательской лаборатории проблем теплопереноса и общепланетарного семинара ИТ СО РАН 12 июля 2022 года, протокол № 3.

Отзыв составлен:

Заместитель директора по научной работе ИТ СО РАН

д-р физ.-мат. наук, доцент

Шарыпов Олег Владимирович

630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, д. 1

Тел: +7(383) 330-90-40

E-mail: director@itp.nsc.ru

