

Ministry of Education and Science of the Russian Federation  
Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education  
"National Research Tomsk Polytechnic University" (TPU)  
30, Lenin ave., Tomsk, 634050, Russia  
Tel. (3822) 60 63 33, (3822) 70 17 79,  
Fax (3822) 56 38 65, e-mail: tpu@tpu.ru, tpu.ru  
OKPO (National Classification of Enterprises and Organizations):  
02069303,  
Company Number: 1027000890168,  
VAT / KPP (Code of Reason for Registration)  
7018007264/701701001, BIC 046902001

Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет» (ТПУ)  
Ленина, пр., д. 30, г. Томск, 634050, Россия  
тел.: (3822) 60 63 33, (3822) 70 17 79,  
факс: (3822) 56 38 65, e-mail: tpu@tpu.ru, tpu.ru  
ОКПО 02069303, ОГРН 1027000890168,  
ИНН/НПП 7018007264/701701001, БИК 046902001



**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор по научной работе и инновациям  
Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
доктор технических наук, профессор  
А.Н. Дьяченко  
« 5 » сентября 2016 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Кулеша Михаила Владимировича на тему «Автотермическая переработка углей методом частичной газификации в слое с пульсирующим дутьем», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика

#### **Актуальность исследований. Объект и предмет исследований.**

В «Энергетической стратегии России на период до 2035 года» поставлена задача обеспечения конкурентоспособности угольной продукции с другими энергоносителями на внутреннем рынке и повышения её экспортного потенциала. При этом увеличение потребления ископаемых углей сопровождается ростом экологической нагрузки на окружающую среду, поскольку при сжигании и переработке угля образуется больше вредных побочных продуктов и парниковых газов по сравнению с нефтью и природным газом.

Значительный интерес представляет разработка новых способов переработки угля, которые обеспечивают качественное повышение энергоэффективности использования угля, а также высокий уровень экологической безопасности как получаемой продукции и ее последующего использования, так и самих способов переработки.

Перспективным сырьем для переработки являются угли низкой степени метаморфизма – длиннопламенные и бурые, которые необходимо рассматривать не только как топливо для сжигания, но и как ценное технологическое сырье для переработки в продукцию с улучшенными потребительскими свойствами, что, в свою очередь, обеспечит расширение сферы их применения.

Анализ содержания рукописи диссертации показывает, что ее тема находится в рамках приоритетного направления развития науки, технологии и техники а Российской Федерации «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика» и полностью соответствует критическим технологиям РФ «Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе». В диссертационной работе выполнен анализ технологий термической переработки угля для оценки перспективности их промышленного применения и на его основе определены направления исследований. Экспериментальное исследование процесса термообработки частиц выполнено для определения

основных управляющих параметров процесса и для оценки влияния этих параметров на теплотехнические и прочностные характеристики получаемого полукокса. Обоснован выбор конструкции установки для нового процесса производства полукокса и выполнены экспериментальные исследования по переработке углей. Разработан технологический процесс термической переработки углей низкой степени метаморфизма и выполнена оценка эффективности его применения в промышленном масштабе.

Таким образом, диссертационная работа Кулеша М.В., направленная на разработку и совершенствование технологий термического облагораживания низкосортных углей для производства энергетического топлива с улучшенными характеристиками, несомненно **актуальна**.

**Объектом исследования** является технологический процесс термической переработки углей низкой степени метаморфизма. **Предмет исследования** – взаимосвязь тепловых процессов переработки углей с характеристиками конечных продуктов.

#### **Цель и задачи исследований**

Цель работы сформулирована конкретно и заключается в разработке научно обоснованного технологического процесса термической переработки углей низкой степени метаморфизма для получения топлив с повышенными потребительскими свойствами в части теплотехнических, экологических и прочностных характеристик.

Для достижения поставленной цели поставлены и решены следующие задачи:

выполнить критический анализ технологий термической переработки угля для оценки перспективности их промышленного применения и на основе полученных результатов определить направление исследований;

выполнить экспериментальное исследование процесса термообработки одиночных частиц угля для определения основных управляющих параметров, изучить влияние этих параметров на теплотехнические и прочностные характеристики получаемого полукокса;

опираясь на результаты исследований, полученных на одиночных частицах угля, обосновать выбор конструкции установки для нового процесса производства полукокса и на этой установке выполнить экспериментальные исследования по переработке углей;

разработать технологический процесс термической переработки углей низкой степени метаморфизма и оценить эффективность его применения в промышленном масштабе.

Автором изучен большой объем литературы, качественно выполнен анализ существующих технологий и способов переработки углей низкой степени метаморфизма. Выполненные поисковые экспериментальные исследования на одиночных частицах угля позволили: определить температуру греющей среды для отвода влаги при сохранении прочности; определить основные управляющие параметры процесса карбонизации угля; определить температурный диапазон и максимальную скорость нагрева; определить динамику изменения прочности образцов угля. Результаты поисковых исследований позволили разработать конструкцию установки для нового процесса производства полукокса, а экспериментальные исследования на данной установке позволили: обосновать вариант аппаратного оформления технологического процесса карбонизации угля; определить основные управляющие параметры процесса карбонизации в аппарате; определить оптимальные значения управляющих параметров процесса карбонизации по критерию прочности куска. Можно констатировать, что автотермический режим карбонизации в пульсирующем потоке научно обоснован.

По результатам выполненной работы можно констатировать, что сформулированные автором задачи исследования решены в полном соответствии с существующими тенденциями развития промышленной теплоэнергетики, а поставленная цель достигнута.

**Значимость для науки** полученных результатов заключается в создании научных основ, реализованных в разработке нового теплотехнологического процесса автотермической переработки углей с высоким содержанием летучих веществ в высококалорийное твердое топливо, отличающегося возможностью применения слоевых аппаратов с пульсирующим обращенным воздушным дутьем. Кроме этого, установлены новые закономерности и характер взаимосвязи темпа нагрева и прочности отдельных частиц бурого и длиннопламенного (каменного) углей в процессе их термообработки, определены режимы нагрева для достижения высокой прочности полукокса.

**Значимость для производства** полученных результатов заключается в том, что прикладные результаты работы (технологический регламент производства, рекомендации по проектированию углеперерабатывающего производства, экономические расчеты) приняты компанией ООО «Сибуголь» (г. Красноярск), проектным институтом СибНИИУглеобогатение (АО «СУЭК»), ООО «СУЭК-Хакасия» (г. Черногорск) для использования при проектировании углеперерабатывающих предприятий, что подтверждается соответствующими актами внедрения.

Внедрение технологического процесса переработки углей низкой степени метаморфизма позволит в большей степени вовлекать бурые и длиннопламенные угли в топливный баланс страны, а также производить востребованное топливо на экспорт. Техничко-экономическая оценка показала рентабельность перерабатывающего предприятия мощностью 50 тыс. т в год бездымного топлива из угля марки ЗБ. Прикладные результаты диссертационного исследования рекомендуются для дальнейшего использования в названных выше организациях и других предприятиях сферы углепереработки для нужд промышленной теплоэнергетики

#### **Опубликование и апробация результатов работы.**

По теме диссертации опубликовано 5 научных работ, в том числе 3 в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК для опубликования основных результатов диссертаций (из них 2 статьи переведены на английский язык и опубликованы в журналах, индексируемые Scopus, Web of science, Thomson Reuters), 2 доклада в сборниках международных и российских конференций, индексируемых РИНЦ.

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на международной заочной научно-практической конференции «Наука, образование, общество: актуальные вопросы и перспективы развития» (2015 г.), IX всероссийской конференции с международным участием «Горение топлива: теория, эксперимент, приложения» (г.Новосибирск, 2015 г.), на научном семинаре научно-исследовательского отдела ООО «ЭТК Термококс» (2015, 2016 гг.).

**Достоверность результатов исследований** обосновывается автором (в автореферате и в вводной части диссертации) использованием аттестованных методик исследований и откалиброванных и поверенных средств измерений и современного оборудования, позволяющих проводить требуемые измерения с высокой точностью, удовлетворительной сходимостью экспериментальных результатов при повторных воспроизведениях в одних и тех же условиях, а также непротиворечивостью исследованиям других авторов.



### **Замечания по диссертации и автореферату.**

1. Заявленная формулировка п.2 научной новизны, а именно «Установлено, что в процессе...газификации... снижение скорости нагрева кускового угля обеспечивается применением пульсирующего режима дутья», по нашему мнению, нуждается в конкретизации, поскольку в этой редакции интерпретировано известное положение о том, что при подаче дутья окислительные процессы форсируются и, наоборот, при отсутствии дутья – затухают. Соответственно меняются и температуры и скорость процессов в активной зоне газификации.

2. Заявка на изобретение вплоть до выдачи охранного документа не может считаться подтвержденным элементом новизны.

3. Вывод №3 об обнаружении эффекта восстановления прочности исследованных угольных частиц в области температур 400-500 °С требует более основательного подтверждения того, что это сделано впервые. Во-вторых, не менее важно и доказательство правомерности этого вывода, поскольку он сделан по результатам исследования одиночных частиц. В-третьих, не является ли обнаруженное в экспериментах упрочнение одиночных частиц свидетельством их вероятной агломерации в слое с последующими затруднениями для проницаемости газифицируемого слоя?

4. В диссертации речь идет об исследовании обращенного процесса газификации, однако на рис. 3.1 и 3.2 иллюстрируется прямой процесс газификации. В классическом понимании (по З.Ф.Чуханову) при обращенном процессе дутье подается сверху, а газы отводятся снизу. Отсутствие авторского пояснения на этот счет затрудняет понимание того, какой все-таки процесс исследуется.

5. Термограмма режима газификации, представленная на рис. 3.3 диссертации, малоинформативна, поскольку не сопровождается обозначениями показанных на ней кривых и пояснениями полученных пульсаций в текстовой части.

6. В диссертации не представлен анализ погрешностей измерений в экспериментах, что усилило бы обоснованность доказательств достоверности результатов.

7. В методической части работы (глава 2) не приведены ряд нужных обоснований. В частности, по выбору формы и размеров одиночных угольных образцов, а также о разделении процесса термообработки на сушку и полукоксование, а не исследовании непрерывного нагрева.

8. Автореферат содержит досадные огрехи: есть опечатки, хотя их количество не критично для восприятия текста; дважды подряд указан объект исследования; в полном наименовании ведущей организации она названа «бюджетным учреждением», а не «автономным», как на самом деле.

### **Выводы**

Приведенные замечания не являются доминирующими при оценке научной и практической значимости рецензируемой диссертации, которая выполнена на высоком научном уровне. Текст диссертации и автореферата написан ясным и в целом доступным для читателей языком, с преобладанием доказательного стиля изложения основных положений. Автореферат соответствует основным положениям и выводам диссертации. Материалы диссертационной работы в полной мере опубликованы в периодических рецензируемых изданиях и достаточно апробированы на конференциях.

На основании вышеизложенного можно констатировать, что диссертация М.В.Кулеша «Автотермическая переработка углей методом частичной газификации в слое с пульсирующим дутьем» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании

выполненных автором исследований содержится решение задачи по теплотехнологии полукоксования бурых и длиннопламенных углей в слоевом реакторе с обращенным воздушным дутьем для получения полукокса высокой прочности, имеющее существенное значение как для развития промышленной теплоэнергетики, так и угольной промышленности.

Диссертация соответствует критериям, установленным для кандидатских диссертаций п.9, абзац 2, действующего «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а её автор, Кулеш Михаил Владимирович, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – «Промышленная теплоэнергетика».

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен и одобрен на научном семинаре кафедры парогенераторостроения и парогенераторных установок Томского политехнического университета «2» сентября 2016г., протокол №1.

Заведующий кафедрой «Парогенераторостроение  
и парогенераторные установки»,  
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет»,  
д.т.н., профессор  
Проспект Ленина, 30  
Томск 634050 (Россия)  
E-mail: [zavorin@tpu.ru](mailto:zavorin@tpu.ru),  
тел. 8(3822)563910

 Заворин Александр Сергеевич

Доцент кафедры «Парогенераторостроение  
и парогенераторные установки»,  
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет»,  
к.т.н.  
Проспект Ленина, 30  
Томск 634050 (Россия)  
E-mail: [kazakov@tpu.ru](mailto:kazakov@tpu.ru),  
тел. 8(3822)606363



Казakov Александр Владимирович

Подписи Заворина А.С. и Казакова А.В.  
заверяю  
Ученый секретарь  
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет»





Ананьева Ольга Афанасьевна