

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке и инновациям
Федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Национальный технологический
университет МИСИС»



М.Р. Филонов
«06» мая 2024 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу
Макаревич Евгении Анатольевны «Разработка научных основ процессов переработки
твёрдого углеродсодержащего остатка пиролиза резинотехнических изделий»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
2.6.12 – «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»

Актуальность темы выполненной работы и ее связь с планами соответствующих отраслей науки и народного хозяйства

По данным Российского экологического оператора (РЭО), объем образования отходов автомобильных покрышек (шин) в Российской Федерации за 1 год составляет около 1 млн тонн, из которых на переработку направляется только 150 тыс. тонн. По данным Еврокомиссии, объем аналогичных отходов в Европе составлял в 2019 году 3,5 млн тонн, при этом как минимум 90 % отработанных шин перерабатывались, в том числе для получения энергии, гранулированной резины и порошков различного назначения. В соответствии с национальным стандартом ГОСТ Р 54095-2023 «Ресурсосбережение. Требования к сбору, накоплению, транспортированию, обработке и утилизации отходов шин, покрышек, камер», наиболее приемлемые способы утилизации отработанных шин должны ориентироваться на максимально возможное сохранение полезных свойств, которые были привнесены в исходные материалы при их первоначальном производстве. При утилизации отходов шин с применением пиролиза, доля полезного продукта (энергия, вторичное сырье, целевая продукция) должна составлять не менее 95% от общей массы переработанных отходов. Современные технологии пиролиза отработанных резинотехнических изделий (РТИ) позволяют получать жидкие продукты, газ, а также твердый углеродистый остаток, выход которого составляет до 40–50%. Высокое содержание в углеродистом остатке серы, минеральных включений, а также высокая зольность не позволяет напрямую эффективно использовать его в различных отраслях промышленности. В связи с этим, тема диссертационной работы Макаревич Е. А., целью которой является разработка и обоснование научных и технологических основ процесса переработки отходов резинотехнических изделий в Кузбассе с получением твердого

углеродсодержащего остатка с высокими потребительскими характеристиками, является несомненно актуальной.

Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, полученных в диссертации

Автор выполнил большой объем экспериментальных и теоретических исследований, результаты которых обладают научной новизной и практической значимостью. Автором получены новые данные о влиянии условий масляной агломерации на выход и качество обогащенного углеродистого продукта; определены оптимальные условия термической обработки твердого остатка пиролиза для повышения его термостойкости и калорийности, а также снижения содержания в нем серы; установлены закономерности изменения состава и структурных показателей углеродистых материалов при разных способах облагораживания остатка пиролиза РТИ.

Выводы и рекомендации полностью подтверждаются полученными автором результатами, достоверность которых не вызывает сомнений. Технические решения, разработанные автором, защищены пятью патентами Российской Федерации.

Значимость для науки и производства полученных автором диссертации результатов, сопоставление полученных результатов с уровнем современной науки

Технологии эффективной и экологически безопасной переработки РТИ, большую долю которых составляют отработанные шины, основываются на фундаментальных и прикладных исследованиях и должны учитывать реальную потребность в сырье как для традиционных технологий (брикетирование, агломерированное топливо, сорбенты и фильтранты), так и для производства новых материалов с уникальными свойствами, позволяющими использовать их в высокотехнологичных производствах. Результаты диссертационной работы Макаревич Е. А. в этой связи, вносят важный вклад в развитие представлений о механизме термических превращений при пиролизе РТИ, возможности управления этим процессом для получения вторичного сырья и ценной углеродистой продукции. Применение предлагаемой автором технологии обогащения углеродистых остатков пиролиза имеет хорошие перспективы практического применения не только для твердых остатков пиролиза РТИ, но и для других промышленных углеродсодержащих отходов.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты работы по обогащению методом масляной агломерации углеродистого остатка пиролиза отходов РТИ могут быть использованы для других видов отходов, с целью снижения содержания в них минеральных компонентов. Такие подходы рекомендуется использовать в проектных и научно-производственных организациях для разработки технологий обогащения техногенных и промышленных углеродсодержащих отходов.

Проведенные автором промышленные испытания твердого углеродистого материала, полученного из остатка пиролиза отработанных РТИ, показали возможность увеличения доли полезного продукта утилизации отходов, что позволяет использовать предлагаемые автором решения в качестве лучших практик в области управления отходами.

Замечания

1. Отсутствуют ссылки на источники информации к данным, приведенным на стр. 23: «Высокая зольность твердого углеродного остатка обусловлена составом резины автошин, содержащим около 9 % масс. компонентов неорганического характера.». Жестко ли фиксирован состав резины автошин по неорганическим компонентам? Такой же вопрос возникает при изучении данных, приведенных в таблице 1.1.

2. Перечисленные в Главе 2 стандартные методы технического анализа, определения общей и аналитической влаги, зольности, выхода летучих веществ и т.д. не распространяются на объекты исследований настоящей работы. В связи с этим, автору следовало бы указать в описании методов (глава 2) или представленных результатах (глава 3) метрологические характеристики результатов определения показателей качества твердых остатков пиролиза РТИ. Это бы позволило автору более оценить изменение диапазонов измеряемых показателей зольности, содержания влаги и т.д. в твердых остатках пиролиза РТИ до и после обработки.

3. Раздел 3.2.3. В описании результатов обогащения методом масляной агломерации отсутствуют данные о выходе концентрата для всех использованных реагентов и «омасленности» продуктов обогащения. Это затрудняет анализ сделанных автором выводов.

4. Раздел 3.2.4. Из текста подраздела не ясно, были ли проведены параллельные испытания на образцах в рамках описанного метода термического анализа.

5. Раздел 3.3.3-3.3.4. Автору следовало бы более подробно описать результаты определения функциональных кислородсодержащих групп в необлагороженном и облагороженном остатке пиролиза, например, дать их количественное содержание в таблицах. Это позволило бы более убедительно обосновать сделанные выводы.

6. В тексте диссертации отмечено некоторое количество опечаток и неточностей. Также следует указать, что применяемое автором словосочетание «содержание компонента» применительно к показателям «зольность» и «выход летучих веществ» не корректно, так как зольность и выход летучих веществ не содержатся в углеродистом продукте, а образуются в стандартных условиях испытаний.

Сделанные замечания имеют рекомендательный характер и не снижают высокой оценки диссертационной работы.

Основные результаты, положения и выводы диссертации полностью отражены в 24 печатных работах, в том числе: 11 статей в научных журналах, входящих в перечень ВАК, Web of Science и Scopus; 8 публикаций в материалах российских и международных конференций; 5 патентов Российской Федерации.

Тема диссертационной работы, ее основные научные положения, результаты и выводы полностью соответствуют паспорту специальности 2.6.12 – «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ». Автореферат соответствует структуре и содержанию диссертации.

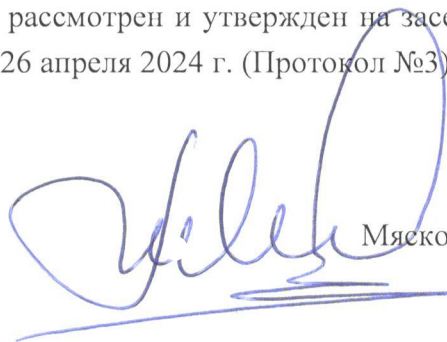
Диссертационная работа Е. А. Макаревич является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании экспериментальных и теоретических

исследований решена актуальная научная проблема разработки технических решений по улучшению качества твердых продуктов пиролиза резинотехнических отходов как компонентов электрохимических устройств, топливных брикетов, водоугольного топлива, адсорбционных материалов и т.п.

Диссертационная работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом №103ОД от 14.09.2023 г. (с последующими редакциями), а её автор заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12. - «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ».

Отзыв на диссертационную работу рассмотрен и утвержден на заседании Ученого совета Горного института НИТУ МИСИС 26 апреля 2024 г. (Протокол №3).

Директор Горного института
НИТУ МИСИС,
д.э.н., профессор



Мясков А.В.

Старший научный сотрудник
НУИЛ «Физико-химии углей»
Горного института НИТУ МИСИС,
д.т.н.



Коссович Е.Л.