

«УТВЕРЖДАЮ»

и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева,

д.х.н., профессор Е. В. Румянцев

«

20 25 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему: «Основы термического рециклинга растительных отходов Мьянмы в углеродные адсорбенты» по научной специальности 2.6.12 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ (технические науки) выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» на кафедре промышленной экологии.

В процессе подготовки диссертации Со Вин Мьинт, 06 августа 1986 года рождения, был докторантом кафедры промышленной экологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

В 2017 году Со Вин Мьинт защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук на тему: «Переработка скорлупы орехов кокоса республики союз Мьянма в активные угли» по научной специальности 05.17.07 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ в диссертационном совете Д 212.204.08, созданном на базе РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Научный консультант – доктор технических наук по специальности 11.00.11 – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, профессор, профессор кафедры промышленной экологии

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» Клушин Виталий Николаевич.

По результатам рассмотрения диссертации на тему «Основы термического рециклинга растительных отходов Мьянмы в углеродные адсорбенты» принято следующее заключение.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена тем, что:

1. Постоянно растущие во всех странах производство и потребление сопровождается, несмотря на реализуемые в разной степени меры экологического плана, увеличение масштабов антропогенного поступления загрязняющих веществ в окружающую среду, вызывая ряд известных негативных последствий. Их совокупность обуславливает, по высказываемому некоторыми учёными мнению, уже в настоящее время ущерб человечеству, сопоставимый с последствиями использования средств массового уничтожения. Среди загрязняющих веществ, содержащихся в названном поступлении, наиболее опасными полагают таковые органической природы, что связывают с большей лёгкостью их проникновения в живые организмы с риском не только возникновения типичных временных расстройств последних, но и развития многих болезней и патологий вплоть до летальных исходов.
2. С целью минимизации названного негативного воздействия практикуют обработку вредных выбросов и сбросов различными приёмами. Среди них наиболее глубокое извлечение токсичных компонентов обеспечивает углеадсорбционная обработка, обычно являющаяся завершающей стадией очистки. На мировых рынках активные угли – основные агенты этой технологии представлены сравнительно дорогостоящими материалами. Это обстоятельство представляет весьма существенное препятствие для широкого использования этих адсорбентов особенно в таких развивающихся странах, как Мьянма, не располагающих собственными производствами подобной продукции,

побуждая интерес к возможной их организации на базе имеющихся собственных ресурсов.

3. Многие современные источники информации указывают на интенсивные поиски решений такой направленности, основанных на выявлении возможности и эффективности получения углеродных адсорбентов с применением крупнотоннажных мало или нецелесообразно используемых (и потому весьма доступных и дешёвых) местных сырьевых ресурсов в виде, в частности, растительных отходов агропромышленных, деревоперерабатывающих и пищевых производств. Стоимость подобных отходов, по существу, определяемая затратами на их доставку внутри страны, весьма низка.
4. Наряду с этим опубликованные эксплуатационные свойства углеродных адсорбентов, полученных на базе ряда представителей названных отходов, и в разной степени обоснованные достаточно высоки. Эти обстоятельства с учётом известного факта влияния вида и состава сырья на качество получаемых адсорбентов являются серьёзными аргументами целесообразности выполнения ориентированных на насущные нужды экономики Мьянмы исследований, связанных с разработкой новых технологий во влечении в материальное производство с указанной целью наиболее крупнотоннажных растительных отходов предприятий и производств страны в виде рисовой шелухи (РШ), скорлупы кокосовых орехов (СКО), стеблей и корневищ высохших растений хлопка - гуза-паи (ГП), кожуры плодов тамаринда (КПТ), древесины бирманского железного дерева (ЖД), вышедших из употребления букетов роз (БР), оболочек семян манго (ОСМ) и скорлупы косточек сливы (СКС), определяя перспективность научной направленности и высокую актуальность данной проблемы. Последнюю подчёркивает и серьёзная недостаточность в стране собственных производств активных углей,

обусловленная, в частности, практической неизученностью указанных отходов как сырьевой основы для их производства.

Научная новизна. В работе в соответствии с направлениями исследований паспорта научной специальности 2.6.12. «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ» впервые:

- систематическими исследованиями сырья и продуктов его деструкции научно обоснована принципиальная возможность термической переработки большинства использованных в работе крупнотоннажных растительных отходов Мьянмы на активные угли, конкурентоспособные в решении задач охраны окружающей среды и здоровья человека, что потенциально обеспечивает существенный вклад в экономику государства и номенклатуру этих адсорбентов на мировом рынке (п. 8–11 области исследования)
- путём термографических, физико-химических и химических исследований установлена совокупность показателей доставленных отходов, указывающая на целесообразность их исследования в качестве сырья для получения углеродных адсорбентов, чем внесён вклад в область научных знаний об этих ресурсах Мьянмы (п. 10 области исследований);
- выявлены закономерности влияния сырьевых факторов и управляющих процессами пиролиза названного сырья и активации продуктов пиролиза водяным паром параметров (интенсивности нагревания, предельной температуры, длительности изотермической обработки при ней, удельного расхода пара) на выход и структурно-адсорбционные свойства полученных углеродных адсорбентов (п. 8–11 области исследований);
- обоснованы условия получения из рисовой шелухи товарных продуктов высокой чистоты (жидкого стекла и диоксида кремния) и активных углей повышенного качества путём активации с ZnCl_2 углеродной части карбонизированного продукта пиролиза этих отходов, а также возможность изменения ионообменных свойств активного угля на базе древесины железного дерева путём его пропитки тиомочевинной и

пиролиза результирующего её импрегната (п. 8 – 11 области исследований);

- установлены кинетические закономерности интенсивного контакта мелких фракций полученных целевых продуктов с образцами многокомпонентных стоков с территории коксохимического производства АО «Москокс» и их взаимодействия с плавающими плёнками дизельного топлива, свидетельствующие о высокой эффективности использования их большинства для удаления органических примесей и принципиальной пригодности для фиксации разливов нефтепродуктов (п. 12 области исследований);

- оценены кинетические и равновесные закономерности извлечения зёрнами полученных активных углей паров летучих органических растворителей (на примере н-бутанола) из потоков их смесей с воздухом (ПВС), указывающие на целесообразность использования ряда из них для предварительной обработки ПВС повышенных концентраций (п. 12 области исследований);

Теоретическая и практическая значимость работы.

- выявлена важность использованных при исследованиях крупнотоннажных растительных отходов Мьянмы как сырьевых резервов для производства углеродных адсорбентов (п. 8 и 9 области исследований);

- определён характер влияния названных отходов на режимные параметры операций их пиролиза и активации водяным паром его науглероженных продуктов (п. 9 и 10 области исследований);

- обоснованы целесообразные условия реализации обоих термических переделов, обеспечивающие рациональные сочетания выхода и структурно-адсорбционных свойств получаемых углеродных адсорбентов (п. 8 и 9 области исследований);

- охарактеризованы тестированные показатели технических характеристик, пористой структуры и поглотительных свойств полученных углеродных адсорбентов, совокупность которых наряду с результатами

прикладного использования указывает на их очевидную конкурентоспособность и даже уникальность использования в решении ряда практически важных задач охраны окружающей среды и здоровья населения (п. 12 области исследований);

- для большинства полученных на базе использованного сырья активных углей паровой активации осуществлена ориентировочная технико-экономическая оценка себестоимости их производства, результаты которой свидетельствуют о принципиальной возможности и целесообразности реализации в условиях Мьянмы разработанных технологий, способных обеспечить своей продукцией национальные потребности и расширить номенклатуру активных углей на мировых рынках (п. 8 и 9 области исследований);

- оригинальность и техническая новизна ряда предложенных в работе технологических решений защищена патентами РФ.

Работа характеризуется логичностью построения, аргументированностью основных научных положений и выводов, а также чёткостью изложения.

Основные положения диссертации получили полное отражение в 11 статьях, в том числе в 10 статьях в изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus, Georeff, Chemical Abstracts и WoS, а также в монографии и в 5 патентах РФ на изобретения.

Результаты диссертации представлены на международных и всероссийских конференциях, в том числе на: Международных конференциях TheIRED, Ninth International Conference on Advances in Bioinformatics, Biotechnology and Environmental Engineering – ABBE 2019 (Italy, Rome, 2019); Международных конгрессах молодых учёных по химии и химической технологии (МКХТ–2017, МКХТ–2021, МКХТ–2023, МКХТ–2024; место проведения: г. Москва); Международных конференциях «Химическая технология функциональных наноматериалов – 2017» и «Химическая технология функциональных наноматериалов – 2022» (г. Москва, 2017 и 2022 гг.); IV Международной научно-практической конференции «Графен и родственные структуры: синтез, производство и применение» (GRS-2021) (г.

Тамбов, 2021 г.); VI Международной научной конференции «Теория и практика процессов химической технологии (Марушкинские чтения)» (г. Уфа, 2021 г.); V всероссийской научной конференции (с международным участием) «Актуальные проблемы теории и практики гетерогенных катализаторов и адсорбентов» (г. Иваново, 2021 г.); Всероссийской студенческой конференции с международным участием «Геоэкология: теория и практика» (г. Москва, 2021 г.); IV Международной научно-практической конференции «Научные исследования: теория, методика и практика» (г. Тамбов, 2021 г.); Всероссийской конференции с международным участием «Проблемы и инновационные решения в химической технологии ПИРХТ-2022» (г. Воронеж, 2022 г.); IV Всероссийской научно-практической конференции «Технологии переработки отходов с получением новой продукции» (г. Киров, 2022 г.); XVIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Экология родного края: проблемы и пути их решения» (г. Киров, 2023 г.); VII Всероссийской научной конференции «Актуальные проблемы теории и практики гетерогенных катализаторов и адсорбентов» (гг. Иваново – Суздаль, 2023 г.); Научно-практических конференциях с международным участием «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность» (2019 – 2021, 2023 гг.; место проведения: г. Севастополь); International Russian Conference on Ecology and Environmental Engineering (RusEcoCon) (г. Сочи, 2022 и 2023 гг.).

Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных:

1. Сое Н.Л. Углеродные адсорбенты на базе растительных отходов Мьянмы как средства очистки производственных выбросов и сбросов / Н.Л. Сое, З. Мое, М. Тху, М.М. Тху, **С.В. Мьинт**, А.В. Нистратов, В.Н. Клушин // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2019. – Т. 19, № 5. – С. 574-581. (**Scopus**)
2. Saw W. M. Inexpensive resources of Myanmar as a source of carbon adsorbents / **W.M. Saw**, Z.Y. Naing, M. Thu, M.M. Thu, V.N. Klushin //

International Journal of Modern Agriculture. – 2020. – Vol. 9, No. 3 – P. 342 – 350. (**Web of Science**)

3. Найнг Л. С., Зин Мое, Со Вин Мьинт, Нистратов А.В., Клушин Н.В. Технологические аспекты и показатели переработки отходов древесины железного дерева и оболочек семян манго на углеродные адсорбенты / Л.С. Наинг, М.Р. Зин, **В.М. Со** [и др.] // Химическая промышленность сегодня. – 2018. – № 4. – С. 28-34. (**Chemical Abstracts**)
4. Со В.М. Особенности активных углей, полученных химическим модифицированием из отходов растительного сырья Республики Союз Мьянма / **В.М. Со**, Т. Мин, Л.С. Наинг [и др.] // Химическая промышленность сегодня. – 2020. – № 1. – С. 32-35. (**Chemical Abstracts**)
5. Зо Е.Н. Предпосылки и технологические основы получения активных углей из доступного сырья Мьянмы / Е.Н. Зо, **В.М. Со**, А.В. Нистратов, В.Н. Клушин // Химическая промышленность сегодня. – 2021. – № 6. – С. 32-35. (**Chemical Abstracts**)
6. Зо Е.Н. Исследование переработки ископаемых углей месторождений «Калейва» и «Тиджит» как сырья для производства активных углей парогазовой активацией / Е.Н. Зо, **В.М. Со**, А.В. Нистратов, В.Н. Клушин // Chemical Bulletin. – 2024. – Т. 7, № 3. – С. 93-101. (**Chemical Abstracts**)
7. Со В.М. Удаление вредных газов из потока воздуха с использованием углеродные сорбенты на основе растительных отходов Республика Союз Мьянма / **В.М. Со**, Е.Н. Зо, А.А. Курилкин [и др.] // Chemical Bulletin. – 2024. – Т. 7, № 4. – С. 118-130. (**Chemical Abstracts**)
8. Saw W. M. New carbon base nano absorbents from Myanmar macadamia nutshells, applied for the adsorption of n-butanol from vapor-gas mixture / **W.M. Saw**, Y.N. Zaw, L.S. Naing [et al.] // International Research Journal. – 2024. – № 12 (150). – P. 1-7. – DOI: 10.60797/IRJ.2024.150.4 (**GeoRef**)

9. Saw W.M. Myanmar agricultural wastes processing by using the method of pyrolysis to produce new nano sorbents for environmental pollution control / **W.M. Saw**, Y.N. Zaw, A.V. Nistratov, V.N. Klushin // International Research Journal. – 2025. – № 1 (151). – P. 1-6. – DOI: 10.60797/IRJ.2025.151.62 (**GeoRef**)
10. Saw W.M. Oxidation – adsorption method of wastewater treatment from synthetic dyes / **Saw Win Myint**, Zaw Ye Naing, T.G. Lyubushkin, Timofey G., A.V. Nistratov, A.A Kurilkin // Journal of Siberian Federal University: Chemistry. – 2025. – 18 (1). – P. 85-93. (**Scopus**)

Публикации в рецензируемых изданиях:

1. Со В.М., Наинг Линн Сое, Зин Мое, Мин Тху, Мьят Мин Тху, Нистратов А.В., Клушин В.Н. Термический рециклинг растительных отходов Мьянмы с получением углеродных адсорбентов / **В.М. Со**, Л.С. Наинг, М. Зин [и др.] // Башкирский химический журнал. – 2020. – Т. 27, № 1. – С. 61-67. (**БАК**)

Патенты:

1. Патент № 2609802 С1 Российская Федерация, МПК С01В 31/08. Способ получения активного угля из растительного сырья : № 2015149673 : заявл. 19.11.2015 : опубл. 06.02.2017 / В.Н. Клушин, Т.А. Си, **В.М. Со** [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева».
2. Патент № 2605967 С1 Российская Федерация, МПК С01В 31/08. Способ получения дробленого активного угля : № 2015149672 : заявл. 19.11.2015 : опубл. 10.01.2017 / В.Н. Клушин, **В.М. Со**, В.М. Мухин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».
3. Патент № 2675576 С1 Российская Федерация, МПК С01В 32/318, С01В 32/324. Способ получения активного угля на основе растительных

отходов : № 2018116213 : заявл. 28.04.2018 : опубл. 19.12.2018 / В.Н. Клушин, В.М. Мухин, **В.М. Со** [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

4. Патент № 2675569 С1 Российская Федерация, МПК C01B 32/318, C01B 32/324. Способ получения активного угля на основе древесного сырья : № 2018116211 : заявл. 28.04.2018 : опубл. 19.12.2018 / В.Н. Клушин, В.М. Мухин, **В.М. Со** [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».
5. Патент № 2829815 С1 Российская Федерация, МПК C01B 32/312, B01J 20/30. Способ получения активного угля : № 2024104709 : заявл. 26.02.2024 : опубл. 06.11.2024 / В.Н. Клушин, Й.Н. Зо, **В.М. Со** [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

Монографии:

1. Модифицирование в технологии углеродных адсорбентов / В.М. Мухин, В.Н. Клушин, А.В. Нистратов А.В., **Со Вин Мьинт** [и др.]. – Москва : Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 2022. – 326 с. – ISBN 978-5-7237-1955-2.

Публичные доклады на всероссийских и международных научных мероприятиях (конференциях, съездах, симпозиумах, конгрессах):

1. Сое Н.Л. Сопоставительные характеристики активных углей, полученных на основе отходов механической обработки железного дерева / Н.Л. Сое, З. Мое, **В.М. Со**, А.В. Нистратов, В.Н. Клушин // Труды III Всероссийской научной конференции (с международным участием) «Актуальные проблемы теории и практики гетерогенных

- катализаторов и адсорбентов», г. Иваново, 26 – 30 июня 2018 г. – Иваново, 2018. – С. 151-153.
2. Мое З. Побочные продукты переработки в активные угли оболочек семян манго / М. Зин, Л.С. Наинг, **В.М. Со** [и др.] // Успехи в химии и химической технологии. – 2018. – Т. 32, № 12 (208). – С. 61-63.
 3. Мин Т. Технологические основы переработки отходов возделывания хлопчатника и консервирования сливы с получением активных углей / Т. Мин, М.Т. Мъят, **В.М. Со** [и др.] // Успехи в химии и химической технологии. – 2018. – Т. 32, № 12 (208). – С. 64-66.
 4. Наинг Л.С. Показатели выхода и состава побочных продуктов получения активных углей из древесины пуинкадо / Л.С. Наинг, М. Зин, **В.М. Со** [и др.] // Успехи в химии и химической технологии. – 2018. – Т. 32, № 12 (208). – С. 67-69.
 5. Мое З. Пористые углеродные материалы, полученные парогазовой и хлорцинковой активацией отходов переработки плодов манго / М. Зин, Л.С. Наинг, **В.М. Со**, А.В. Нистратов, В.Н. Клушин // Труды III Всероссийской научной конференции (с международным участием) «Актуальные проблемы теории и практики гетерогенных катализаторов и адсорбентов», г. Иваново, 26 – 30 июня 2018 г. – Иваново, 2018. – С. 112-113.
 6. Мъят М.Т. Условия получения и технические характеристики углеродных адсорбентов на базе гуза-паи / М.Т. Мъят, **В.М. Со**, А.В. Нистратов, В.Н. Клушин // Труды III Всероссийской научной конференции (с международным участием) «Актуальные проблемы теории и практики гетерогенных катализаторов и адсорбентов», г. Иваново, 26 – 30 июня 2018 г. – Иваново, 2018. – С. 148-149.
 7. Тху М. Показатели эффективности переработки фрагментов оболочек косточек сливы на углеродные адсорбенты путём парогазовой активации / М. Тху, М.Т. Мъят, **В.М. Со**, А.В. Нистратов, В.Н. Клушин // Труды III Всероссийской научной конференции (с международным

- участием) «Актуальные проблемы теории и практики гетерогенных катализаторов и адсорбентов», г. Иваново, 26 – 30 июня 2018 г. – Иваново, 2018. – С. 144-145.
8. Мин Т. Условия получения активных углей из фрагментов скорлупы косточек сливы / Т. Мин, М.Т. Мъят, **В.М. Со** [и др.] // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2018: сборник статей по материалам международной конференции, Севастополь, 24 – 27 сентября 2018 года / под ред. Л.И. Лукиной, Н.А. Бежина, Н.В. Ляминой. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», 2018. – С. 796-798.
 9. Зин М. Оценка технологических параметров и технических характеристик продуктов переработки оболочек семян манго на углеродные адсорбенты / М. Зин, Л.С. Наинг, **В.М. Со** [и др.] // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2018: сборник статей по материалам международной конференции, Севастополь, 24 – 27 сентября 2018 года / под ред. Л.И. Лукиной, Н.А. Бежина, Н.В. Ляминой. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», 2018. – С. 470-473.
 10. Мъят М.Т. Гуза-пая как источник получения углеродных адсорбентов / М.Т. Мъят, Т. Мин, **В.М. Со** [и др.] // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2018: сборник статей по материалам международной конференции, Севастополь, 24 – 27 сентября 2018 года / под ред. Л.И. Лукиной, Н.А. Бежина, Н.В. Ляминой. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», 2018. – С. 857-859.
 11. Наинг Л.С. Исследование переработки отходов разделки стволов железного дерева на активные угли / Л.С. Наинг, М. Зин, **В.М. Со** [и

- др.] // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2018: сборник статей по материалам международной конференции, Севастополь, 24 – 27 сентября 2018 года / под ред. Л.И. Лукиной, Н.А. Бежина, Н.В. Ляминой. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», 2018. – С. 860-863.
12. Мьинт С.В. Возможное направление сокращения пожарной и экологической опасности, связанной с обращением с растительными отходами в Республике Союз Мьянма / **С.В. Мьинт**, Н.Л. Сое, З. Мое [и др.] // Безопасность жизнедеятельности: проблемы и решения – 2018 : Сборник статей по материалам II Международной научно-практической конференции, Курган, 04 – 05 октября 2018 года / Под общей редакцией Сухановой С.Ф. – Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2018. – С. 121-124.
13. Сое Н.Л. Экспериментальная оценка вовлечения в производство активных углей древесины железного дерева / Н.Л. Сое, З. Мое, **С.В. Мьинт** [и др.] // Безопасность природопользования в условиях устойчивого развития: Материалы II Международной научно-практической конференции, Иркутск, 19 – 21 ноября 2018 года. – Иркутск: Иркутский государственный университет, 2018. – С. 341-345.
14. Мин Т. Показатели пористой структуры и адсорбционной способности целевых продуктов трансформации в активные угли оболочек косточек сливы / Т. Мин, М.Т. Мьят, **В.М. Со** [и др.] // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2019: Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Севастополь, 23 – 26 сентября 2019 года / Под редакцией Л.И. Лукиной, Н.В. Ляминой. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Севастопольский государственный университет», 2019. – С. 1055-1059.

15. Наинг Л.С. Новые адсорбенты из растительных отходов Мьянмы для решения экологических задач / Л.С. Наинг, М. Зин, **В.М. Со** [и др.] // Успехи в химии и химической технологии. – 2019. – Т. 33, № 5 (215). – С. 54-58.
16. Мин Т. Свойства зернёных адсорбентов, полученных на базе гуза-паи / Т. Мин, **В.М. Со**, А.В. Нистратов [и др.] // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2019: Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Севастополь, 23 – 26 сентября 2019 года / Под редакцией Л.И. Лукиной, Н.В. Ляминой. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», 2019. – С. 1142-1146.
17. Наинг Л.С. Способность дисперсных отходов переработки растительного сырья в активные угли к фиксации плёночных нефтепродуктов / Л.С. Наинг, **В.М. Со**, В.Н. Клушин [и др.] // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2019: Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Севастополь, 23 – 26 сентября 2019 года / Под редакцией Л.И. Лукиной, Н.В. Ляминой. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», 2019. – С. 1152-1155.
18. Павлищева Т.А. Показатели продуктов активации карбонизата древесины пуинкадо углекислым газом / Т.А. Павлищева, Л.С. Наинг, **В.М. Со** [и др.] // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2019: Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Севастополь, 23 – 26 сентября

- 2019 года / Под редакцией Л.И. Лукиной, Н.В. Ляминой. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», 2019. – С. 1237-1240.
19. Со В.М. Продукты щелочной обработки карбонизата рисовой шелухи / **В.М. Со**, Х.Т. Аунг, В.Н. Клушин // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2019: Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Севастополь, 23 – 26 сентября 2019 года / Под редакцией Л.И. Лукиной, Н.В. Ляминой. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», 2019. – С. 1520-1523.
20. Уханова А.А. Условия и результаты хлорцинковой активации оболочек семян манго / А.А. Уханова, Л.С. Наинг, **В.М. Со** [и др.] // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2019: Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Севастополь, 23 – 26 сентября 2019 года / Под редакцией Л.И. Лукиной, Н.В. Ляминой. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», 2019. – С. 1655-1658.
21. Наинг Л. С. Сопоставительные характеристики очистки сточных вод АО «МОСКОС» активными углями из отходов оболочек семян манго и древесины железного дерева / Л.С. Наинг, **В.М. Со**, В.Н. Клушин [и др.] // IV Всероссийский научный симпозиум (с международным участием) «Актуальные проблемы теории и практики гетерогенных катализаторов и адсорбентов». 1 – 3 июля 2019 г., Иваново – Суздаль: Материалы конференции. – ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет. – Иваново, 2019. – 468 с. – С.106-109.

22. Со В.М. Термографическое исследование компонентов плодов тама­ринда / **В.М. Со**, А.В. Жуков, В.Н. Клушин // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2020: Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Севастополь, 14 – 17 сентября 2020 года / Под редакцией Г.В. Кучерик, Ю.А. Омельчук. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», 2020. – С. 527-531.
23. Со В.М. Оптимизация условий пиролиза оболочек плодов тама­ринда / **В.М. Со**, А.В. Нистратов, В.Н. Клушин // Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды: Сборник материалов VIII Всероссийской конференции, посвященной 60-летию ПАО «Химпром», Чебоксары, 16 – 17 апреля 2020 года. – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2020. – С. 70-71.
24. Со В.М. Кинетика и равновесие адсорбции паров летучих органических растворителей из их паровоздушных смесей активным углем, полученным из кожуры плодов тама­ринда / **В.М. Со**, А.В. Нистратов, В.Н. Клушин [и др.] // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2021: сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Севастополь, 20 – 23 сентября 2021 года. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», 2021. – 687 с. – ISBN 978-5-6043402-4-0. – С. 583-587.
25. Со В.М. Погло­тительные свойства углеродных адсорбентов на базе кожуры плодов тама­ринда / **В.М. Со**, А.В. Нистратов, В.Н. Клушин // Перспективы инновационного развития химической технологии и инженерии: II Международная научная конференция, Сумгаит, 18 – 19

ноября 2021 года. Том 7. – SUMQAYIT: Сумгаитский государственный университет, 2021. – С. 124-125.

26. Со В.М. Показатели углеродных адсорбентов на базе кожуры опада плодов тамаринда / **В.М. Со**, А.В. Нистратов, В.Н. Клушин // Материалы V Всероссийской научной конференции (с международными участием) «Актуальные проблемы теории и практики гетерогенных катализаторов и адсорбентов». 30 июня – 2 июля 2021 г. Иваново: Материалы конференции. – ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет. – Иваново, 2021. – 506 с. – С. 157-160.
27. Со В.М. Поглотительные свойства активных углей, полученных из кожуры плодов тамаринда и скорлупы кокосовых орехов Мьянмы, при адсорбции паров летучий растворителей / **В.М. Со**, А.В. Нистратов, В.Н. Клушин // Успехи в химии и химической технологии. – 2021. – Т. 35, № 12 (247) – С. 142-145.
28. Со В.М. Удаление дизельного топлива с поверхности воды с использованием отходов производства активного угля из кожуры плодов тамаринда / **В.М. Со**, Л.С. Наинг, А.В. Нистратов, В.Н. Клушин // Успехи в химии и химической технологии. – 2021. – Т. 35, № 13 (248). – С. 70-72.
29. Едигарян А.Г. Оценка смоляных остатков перегонки конденсатов пиролиза растительных отходов в качестве связующих при формировании активных углей / А.Г. Едигарян, **В.М. Со**, В.Н. Клушин // Успехи в химии и химической технологии. – 2021. – Т. 35, № 12 (247). – С. 43-47.
30. Мьинт С.В., Нистратов А.В., Клушин В.Н. Активный уголь из кожуры плодов тамаринда - отхода пищевых производств Мьянмы / **С.В. Мьинт**, А.В. Нистратов, В.Н. Клушин // Технологии переработки отходов с получением новой продукции: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием,

- Киров, 30 ноября 2022 года. – Киров: Вятский государственный университет, 2022. – С. 159-163.
31. Со В.М. Нистратов А.В., Клушин В.Н. Удаление фенола из воды с использованием активного угля на основе кожуры плодов тамаринда / **В.М. Со**, А.В. Нистратов, В.Н. Клушин // VII Всероссийская конференция с международным участием, посвященная 50-летию академической науки на Урале «Техническая химия. От теории к практике»: сборник тезисов докладов. – Пермь: Институт технической химии УрО РАН, 2022. – С. 203.
32. Зо Е.Н. Мелкозернистый активный уголь на основе ископаемого угля месторождения Тиджит как средство фиксации плавающих нефтепродуктов / Е.Н. Зо, **В.М. Со**, А.В. Нистратов [и др.] // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2023: Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Севастополь, 18 – 21 сентября 2023 года. – Севастополь: Севастопольский государственный университет, 2023. – С. 37-42.
33. Со В.М. Структурно-адсорбционные показатели углеродных адсорбентов на базе отходов пищевых производств Мьянмы / **В.М. Со**, Е.Н. Зо, А.В. Нистратов, В.Н. Клушин // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2023: Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Севастополь, 18 – 21 сентября 2023 года. – Севастополь: Севастопольский государственный университет, 2023. – С. 232-236.
34. Myint S.W. Activated carbon based on rice husks of Myanmar enterprises as a remover of organic solvent vapors from the air / **S.W. Myint**, Z. Ye. Naing, A.V. Nistratov, V.N. Klushin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 1061, No. 1. – P. 012033. – DOI 10.1088/1755-1315/1061/1/012033
35. Myint S.W. Technical indicators of active coal obtained by chemical activation of the carbon residue of rice hazel pyrolysis / **S.W. Myint**, A.H. Thu, V.N.

- Klushin // Proceedings of 9th International Conference of Advances in Bio-Informatics, Bio-Technology and Environmental Engineering ABBE 2019. – P. 28-31. DOI 10.15224/978-1-63248-180-1-08
36. Naing Z.Ye. Kinetics and balance of adsorption of n-butanol from its vapor-air mixtures by activated carbon from the fossil coal of the Kalewa deposit / Z. Ye. Naing, **S.W. Myint**, A.V. Nistratov, V.N. Klushin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 1061, No. 1. – P. 012032. – DOI 10.1088/1755-1315/1061/1/012032
37. Naing Z.Ye. Chemical activation as a promising method of converting fossil coal from the Tigyt deposit into activated carbons / Zaw Ye Naing, **Saw Win Myint**, A.V. Nistratov, A.A. Kurilkin, V.N. Klushin // Radionova, L.V., Ulrikh, D.V. (eds.). Advances in Ecology and Environmental Engineering. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Springer, Cham. P. 469-478. doi.org/10.1007/978-3-031-64423-8_41
38. Myint S.W. Efficiency of using granular activated carbon obtained from Tamarind fruit processing waste for the purification of multi components impurities in industrial draining wastewater // Radionova, L.V., Ulrikh, D.V. (eds.). Advances in Ecology and Environmental Engineering. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Springer, Cham. P. 217-228. doi.org/10.1007/978-3-031-64423-8_19

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ в части пунктов:

п. 8 Разработка новых процессов переработки органических и минеральных веществ твёрдых горючих ископаемых с целью получения продуктов топливного и нетопливного назначения;

п. 9. Научные основы промышленного процесса коксования углей. Теория формирования кускового кокса, пластического состояния, спекание углей и

угольных шихт. Новые способы подготовки углей к производству кокса и химических продуктов коксования. Производство углеродистых восстановителей и сорбентов. Непрерывные способы коксования. Разработка путей и способов сохранности огнеупорной кладки коксовых печей;

п. 10. Неметаллические углеродсодержащие материалы. Физико-химические принципы технологии углеродных материалов и изделий, включают стадии подготовки исходных материалов, смешивания и гомогенизации компонентов, формования заготовок или изделий, их упрочнения, высокотемпературных процессов, обработки материалов и изделий для придания им требуемых свойств, формы и размеров. Технологии производства углеродных материалов различного назначения, технический углерод. Сырьевые углеродсодержащие материалы;

п. 11. Научные основы и закономерности физико-химической технологии и синтеза специальных продуктов. Новые технологии производства специальных продуктов;

п. 12. Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов на основе цифрового прогнозирования, математических методов, системного анализа и информационных технологий применительно к производствам.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Со Вин Мьинта является завершённой научно-квалификационной работой, содержащей результаты, полученные на основании исследований, проведённых на высоком научном и техническом уровне с применением современных методов исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и не вызывают сомнений. Представленные в работе результаты принадлежат Со Вин Мьинту; они оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью.

С учётом научной зрелости автора, актуальности, научной новизны и практической значимости работы, а также ее соответствия требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней в федеральном

государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к подобным работам, диссертация на тему: «Основы термического рециклинга растительных отходов Мьянмы в углеродные адсорбенты» рекомендуется к защите на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.6.12 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Диссертация рассмотрена на заседании кафедры промышленной экологии, состоявшемся 24 апреля 2025 года, протокол № 11. В обсуждении приняли участие: заведующий кафедрой, к.т.н., доцент Кузин Е.Н.; профессор, д.т.н., профессор Кручинина Н.Е.; профессор, д.т.н., профессор Клушин В.Н.; доцент, к.т.н., доцент Тихонова И.О.; доцент, к.т.н., доцент Зайцев В.А.; доцент, к.х.н., доцент Иванцова Н.А.; доцент, к.т.н. Курбатов А.Ю.; доцент, к.т.н. Курилкин А.А.; профессор кафедры мембранной технологии, д.т.н., доцент Самбурский Г.А.

Принимало участие в голосовании 9 человек. Результаты голосования: «За» – 9 человек, «Против» – 0 человек, воздержались – 0 человек, протокол № 11 от «24» апреля 2025 г.

Заведующий кафедрой
промышленной экологии
к.т.н., доцент

Е.Н. Кузин

Секретарь заседания
к.т.н., доцент

А.А. Курилкин