

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор АО «Наука и инновации» –
управляющей организации АО «ВНИИХТ»,
доктор экономических наук


А.В. Ивакин
«07» августа 2017 г.


ОТЗЫВ

ведущей организации Акционерного общества «Ведущий научно-исследовательский институт химической технологии» Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» на диссертацию Со Вин Мьинт «Переработка скорлупы орехов кокоса Республики Союз Мьянма в активные угли», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.07 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ

Диссертационная работа Со Вин Мьинт – гражданина Республики Союз Мьянма ориентирована на оценку пригодности ежегодно образующихся в этой стране крупнотоннажных отходов в виде фрагментов скорлупы кокосовых орехов (СКО) в качестве сырья для получения активных углей методом активации целевого продукта их пиролиза водяным паром и разработку научных основ данной технологии.

Функционирование многочисленных производств интенсивно развивающейся экономики этого государства сопровождается все увеличивающийся ущерб воздушному и водному бассейнам различными потоками выбросов и сбросов, содержащими, в частности, опасные вещества органической природы. Задачи глубокой очистки таких потоков от названных примесей в мировой практике обычно решают с использованием активных углей. Однако производства этих адсорбентов в Республике Союз Мьянма практически отсутствуют.

Актуальность, важность и значимость темы, которой посвящена диссертационная работа Со Вин Мьинт, в связи с изложенным заключаются в разработке научно обоснованного подхода к потенциально возможному на его родине эффективному решению триединой задачи утилизации крупнотоннажных отходов СКО, получения на их основе с применением простых и широко доступных средств весьма ценной продукции – активных

углей и сокращения с использованием последних загрязнения природной среды производственными выбросами и сбросами.

Состав и содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов и списков литературы из 167 позиций. Работа изложена на 212 с., включая 2 приложения на 28 с., содержит 27 рисунков и 43 таблицы.

Во введении (с. 7-14) приведена общая характеристика работы, включающая ее актуальность, состояние освоенности предмета исследования, сформулированы цели и задачи, изложены научная новизна и практическая значимость, существо концепции и методов исследования, положения, выносимые на защиту, характер достоверности полученных сведений, информацию об апробации результатов исследования.

В первой главе (с. 15-62) изложены результаты достаточно квалифицированного аналитического обзора доступной информации относительно сырьевых источников, объемов и технологий производства, технических характеристик, способов контакта с газовыми и жидкими средами, приемов регенерации/реактивации и ряда других аспектов активных углей. Особенно выделены технологии этих адсорбентов на плотной древесной, в частности кокосовой, основе. Здесь же названы ресурсы растительного сырья республики Союз Мьянма и отходов его переработки как потенциальной базы производства углеродных адсорбентов. Довольно детально освещены направления утилизации СКО и качество активных углей, получаемых на ее основе. Обзор завешен выводами и формулировкой сопряженных с ними задач исследования.

Во второй главе (с. 63-87) представлены основные сведения об объектах выполненных экспериментальных исследований, лабораторных установках, приборах и аналитических методиках, использованных при выполнении соответствующих определений, а также способах оценки получаемых данных. Приведены результаты определений элементного состава СКО, микрофотографии и спектры поверхности ее фрагментов, полученные с привлечением оборудования центра коллективного пользования РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Третья глава (с. 88-112) диссертации содержит обоснование рациональных условий осуществления ключевых стадий переработки СКО на активные угли и состоит из 5 разделов.

Раздел 3.1 содержит данные о термографических исследованиях СКО, выполненных в защитной и окислительной атмосферах, на основании которых с привлечением литературной информации приведены целесообразные границы термического воздействия на это сырье (650-750 °С) при исследовании процесса его пиролиза.

В разделе 3.2 представлены результаты исследований влияния интенсивности нагрева и длительности изотермической выдержки целевого продукта на его выход, поглотительную способность по тестовым веществам и технические характеристики. Охарактеризованы рациональные условия пиролиза СКО, элементный состав и ряд показателей получаемых продуктов. Приведен материальный баланс этого процесса.

Раздел 3.3 посвящен анализу термограмм карбонизата СКО – продукта, полученного в оптимальных условиях пиролиза этого сырья. По результатам анализа с привлечением литературных данных сделан вывод о целесообразности экспериментального исследования процесса активации карбонизата СКО водяным паром в температурной области близкой 850 °С.

Раздел 3.4 демонстрирует экспериментальное обоснование рациональных условий реализации процесса активации карбонизата СКО водяным паром. В качестве таковых приняты: скорость нагрева 15 °С/мин, удельный расход пара 3 кг на 1 кг получаемого активного угля, температура 850 °С и длительность изотермической выдержки материала при этой температуре около 60 мин. Для целевого продукта охарактеризованы величины выхода, ряда важных свойств и поглотительной способности. Выявлены потенциальные резервы рассматриваемой технологии. Представлен материальный баланс стадии активации.

Раздел 3.5 характеризует данные термографии активного угля, полученного активацией карбонизата СКО водяным паром, и результаты их анализа, свидетельствующие о существенных различиях в механизмах термической и термоокислительной деструкции активного угля (как и таковых собственно СКО и продукта ее пиролиза) и подтверждающие отмеченную в научно-технической литературе определяющую роль в них сырьевого фактора.

Глава 4 работы (с. 113-146), содержащая результаты исследования характеристик и свойств целевых и побочных продуктов разрабатываемой технологии, состоит из трех разделов.

Раздел 4.1 характеризует целевые продукты ключевых стадий изученного процесса – карбонизат СКО и активный уголь на его основе. Для этих материалов представлены полученные методом электронной

микроскопии изображения поверхностей и спектры их произвольных точек, сопоставлены результаты анализа элементного состава; с привлечением метода низкотемпературного поглощения азота охарактеризована их пористая структура. Выявлены характерные различия процессов адсорбции-десорбции азота на обоих материалах. Отсутствие гистерезисной петли для карбонизата и длительность достижения адсорбционного равновесия положены в основу гипотезы о существовании действующего одновременно с адсорбционным хемосорбционного связывания молекул азота, обладающих квадрупольным моментом, кислотными центрами этого материала, экранируемыми в процессе активации продуктами термической деструкции его угольной основы. Представлены оценки ряда важных эксплуатационных показателей активного угля, полученного на базе СКО, включающего зольность, выщелачивание в дистиллированной воде, ионообменную способность и некоторые другие свойства.

Раздел 4.2 освещает эксплуатационные свойства полученного в работе из СКО активного угля в сопоставлении с таковыми активного угля на древесной основе российского производства марки БАУ. Приведенные результаты исследований кинетики очистки стока с территории коксохимического производства ОАО «Москокс» (с содержанием органического углерода 75 мг/л) и кинетики и равновесия адсорбции паров бутанола из их смесей с воздухом этими адсорбентами убедительно свидетельствуют о существенных преимуществах использования адсорбента на основе СКО. В этом разделе показано, что активные угли, полученные из исследуемой СКО в условиях, отличных от таковых, охарактеризованных в главе 3, весьма эффективны в извлечении тригалометанов (в частности, хлороформа и хлорфенолов) из их водных растворов, что явилось предметом заявки на изобретение, направленной в Роспатент. Показана возможность эффективного циклического использования активного угля, полученного из СКО, с примерно 7 %-ной потерей активности в двух начальных циклах адсорбции-регенерации.

Раздел 4.3 включает наиболее важные для практической реализации сведения о побочных продуктах осуществления обеих ключевых стадий разрабатываемой технологии в виде конденсатов и неконденсируемых при 20 °С газов, а также о ее пылевидных образованиях, определяющие возможные направления их использования, часть которых охарактеризована в тексте раздела.

В Главе 5 представлены принципиальная аппаратурно-технологическая схема переработки СКО на активные угли с перечнем используемого оборудования и обозначением соответствующих материальных потоков. Описана сущность предлагаемой технологии в виде набора и последовательности операций. Приведено технико-экономическое обоснование внедрения предлагаемой технологии в условиях Республики Союз Мьянма, включающее предпосылки организации производства 30 т/год активного угля из СКО.

Выводы, следующие за основным текстом работы и состоящие из 9 позиций (с. 153-155), достаточно полно отражают ее существо.

В приложении 1 представлены данные аналитической оценки условий получения из СКО углеродных адсорбентов, способных к глубокому извлечению из воды тригалометанов.

В приложении 2 приведено ориентировочное технико-экономическое обоснование реализации периодических процессов пиролиза СКО и активации карбонизата СКО водяным паром с получением 30 т/год активного угля.

Научная новизна работы состоит в том, что:

- впервые на базе образующихся в Республике Союз Мьянма отходов в виде фрагментов СКО разработаны основы технологии активных углей, заключающейся в пиролизе этого сырья и активации получаемых карбонизатов водяным паром;

- впервые выявлены закономерности влияния на выход и поглотительные свойства карбонизатов СКО интенсивности нагревания, уровня конечной температуры и длительности изотермической обработки материала при конечной температуре;

- впервые изучен характер зависимости массы и сорбционной способности получаемого из карбонизата СКО активного угля от интенсивности нагрева, величины конечной температуры, времени изотермической выдержки материала при этой температуре и удельного расхода водяного пара;

- впервые методом низкотемпературной адсорбции азота установлены: параметры пористой структуры карбонизата и активного угля, полученных на базе отходов СКО Республики Союз Мьянма, характер их эволюции при переходе от карбонизата к активному углю, а также практическое отсутствие петли гистерезиса и длительное время установления адсорбционного равновесия для карбонизата;

- впервые на основании названных фактов низкотемпературной адсорбции азота предложена гипотеза о наличии наряду с адсорбционным хемосорбционным каналом связывания молекул азота, обладающих квадрупольным моментом, кислотными центрами карбонизата СКО, экранируемыми в процессе активации продуктами термической деструкции угольной основы;

- впервые обнаружены и реализованы вариативные резервы разработанной технологии, позволяющие модифицировать поглотительные свойства ее целевых продуктов; показано, что изменением условий проведения ее ключевых стадий могут быть получены активные угли, способные, в частности, к глубокому извлечению из воды тригалометанов; способ их производства получил статус изобретения согласно решению Роспатента № 2015149672/05(076390) от 01.11.2016 г;

- впервые установлены физико-химические закономерности (кинетические и равновесные характеристики) адсорбции органических примесей из парогазовых и жидких сред полученными из СКО активными углями, свидетельствующие о высокой эффективности этих адсорбентов в сравнении с производимым в России активным углем на древесной основе марки БАУ.

Наиболее значимые научно-технические результаты, полученные в диссертации, состоят в том, что:

- обоснована принципиальная возможность получения из ежегодно образующихся в Республике Союз Мьянма крупнотоннажных отходов СКО эффективных активных углей различного качества;

- реализация разработанной технологии в условиях Республики Союз Мьянма потенциально обеспечивает решение насущных задач эффективной утилизации отходов СКО, глубокой очистки производственных сбросов и выбросов от органических загрязняющих веществ с использованием получаемых активных углей и, тем самым, совершенствования в стране охраны окружающей среды.

Достоверность результатов работы обоснована применением для выполнения экспериментальных исследований современных аттестованных методик и приборов (термография, хроматография), а также оборудования аккредитованного центра коллективного пользования РХТУ им. Д.И. Менделеева (элементный анализ, электронная микроскопия, спектрометрия). Автором охарактеризованы причины расхождений (в пределах ~0,2-12,3 %) в ряде определений массового выхода целевых продуктов процессов пиролиза СКО и активации карбонизатов СКО водяным паром.

Практическая значимость диссертации в том, что:

- установлены возможность и целесообразность переработки отходов СКО Республики Союз Мьянма на активные угли активацией их карбонизаторов водяным паром;
- обоснованы величины технологических параметров, управляющих стадиями пиролиза СКО и активации карбонизаторов СКО водяным паром, обеспечивающие рациональное сочетание выхода и адсорбционных свойств их целевых продуктов;
- оценены значения выходов и свойства твердых, жидких и газообразных продуктов стадий пиролиза СКО и активации карбонизаторов СКО водяным паром, сведены их материальные балансы и обсуждены направления использования побочных продуктов;
- результатами сопоставительных исследований с использованием активного угля на древесной основе марки БАУ выявлены существенные преимущества и перспективность использования активных углей на базе СКО в решении задач глубокого извлечения органических загрязняющих веществ из газовых и жидких сред;
- показана возможность цикличной, стабильной и эффективной эксплуатации активного угля, полученного из СКО, в процессах рекуперации паров органических растворителей при регенерации насыщенного поглотителя водяным паром при ~ 150 °С после примерно 7 %-ной потери активности в первых двух циклах адсорбции-регенерации;
- выполнено технико-экономическое обоснование разработанной технологии на предполагаемое производство из СКО 30 т/год активного угля, свидетельствующее об экономической целесообразности его реализации даже в периодическом режиме эксплуатации оборудования.

Содержание автореферата диссертации в должной степени соответствует ее основным положениям.

По теме диссертации опубликовано 9 печатных работ, в том числе 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, и 6 докладов на конференциях различного уровня, получено решение Роспатента о выдаче патента на изобретение.

По диссертационной работе Со Вин Мьинт имеются следующие замечания и пожелания:

В части существа работы:

1. Потенциал образующихся в Республике Союз Мьянма отходов СКО, как сырья для получения активных углей, в работе вскрыт лишь

частично. Рассмотрена только парогазовая активация. Нечетко обоснован оценочный критерий результата исследования (рациональное сочетание выхода и поглотительных свойств целевых продуктов).

2. Следовало бы более детально охарактеризовать составы побочных продуктов стадий пиролиза СКО и активации полученных карбонизатов водяным паром: они оценены в работе недостаточно четко, что обусловило относительную узость сформулированных рекомендаций по их использованию.

3. Представляются излишне увеличивающими объем работы части сведений по разделу 1.4 главы 1 и по разделу 2.3 главы 2 (последние по существу дублируют тексты соответствующих государственных стандартов).

4. Данные таблиц 2-1, 4-1 и 4-3 достоверны, однако их специфичность (определение состава в произвольных точках поверхности соответствующих образцов) обуславливает определенное сомнение в корректности данных таблиц 2-2, 4-2 и 4-4.

В части оформления текста диссертации допущены довольно многочисленные небрежности:

1. Ряд страниц имеет низкое текстовое заполнение (с. 14, 112, 124, 144, 152), большие разрывы между словами в строках (с. 18, 98) и разрывы в самом тексте (с. 43, 44, 130, 139), с. 55 не имеет номера.

2. Многие таблицы размещены в тексте на двух листах с разрывом, что неудобно для восприятия (1-2 на с. 60-61, 2-3 на с. 67-68, 3-8 на с. 104-105, 4-8 на с. 131-132, П 1-3 на с. 172-173, П 1-6 на с. 175-176, П 2-1 на с. 205-206, П 2-2 на с. 206-207, П 2-5 на с. 208-209), название «Таблица 3-6» на с. 99 слито с текстом.

3. Ряд рисунков «оторван» от подрисовочных надписей или рисунки сами по себе раздроблены (2.2 на с. 64-65, 3.3 на с. 99-100, 4.2 на с. 114-115, 4.4 на с. 118-119, 5.1 на с. 147-148), подрисовочная надпись к рис. 2.1 слита с текстом работы, рис. 3.3 размещен на с. 99 некорректно.

4. В разделе автореферата «Структура диссертации» неверно указано число страниц работы, а характеристика в нем главы 1 работы не полностью адекватна ее содержанию в тексте диссертации.

В целом, тексты диссертации и автореферата достаточно хорошо оформлены графически и изложены вполне ясным и четким языком. Существо, стиль и характер изложения рассматриваемых вопросов в целом свидетельствуют о достаточно высокой научной компетенции автора диссертации в рассматриваемой области знаний. Как способы организации выполненных исследований, так и интерпретация и обобщение полученных результатов весомых принципиальных возражений не вызывают.

Отмеченные выше замечания не сказываются на общей ценности изложенного в диссертации Со Вин Мьинт очевидно важного, прежде всего для национальной экономики Республики Союз Мьянма, достаточно объемного, завершено в части поставленной цели, трудоемкого, целенаправленного и результативного исследования, выполненного на современном научно-техническом уровне.

Диссертация Со Вин Мьинт на тему «Переработка скорлупы орехов кокоса Республики Союз Мьянма в активные угли» соответствует паспорту специальности 05.17.07 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ, формуле этой специальности и областям исследований по позициям 8 (**Разработка новых процессов переработки органических и минеральных веществ твердых горючих ископаемых с целью получения продуктов топливного и нетопливного назначения**), 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) и 11 (**Научные основы и закономерности физико-химической технологии и синтеза специальных продуктов. Новые технологии производства специальных продуктов**), а также требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года в редакции постановления от 20 июня 2011 года № 842, включая требования п. 9, и представляет собой законченную самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи оценки пригодности к переработке в активные угли крупнотоннажных отходов Республики Союз Мьянма в виде скорлупы орехов кокоса их пиролизом и последующей активацией получаемых карбонизатов водяным паром.

Автор работы – Со Вин Мьинт достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.07 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Отзыв на диссертацию Со Вин Мьинт на тему «Переработка скорлупы орехов кокоса Республики Союз Мьянма в активные угли», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук, рассмотрен, обсужден и одобрен на научно-техническом совещании отделения Переработки промышленных отходов Акционерного общества «Ведущий

научно-технический институт химической технологии» 31 июля 2017 г. (протокол № 7).

Начальник отделения Переработки
промышленных отходов АО «ВНИИХТ»,
кандидат технических наук



В.Ю. Кольцов

Кольцов Василий Юрьевич, кандидат технических наук, начальник отделения Переработки промышленных отходов акционерного общества «Ведущий научно-исследовательский институт химической технологии» Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» (Россия, 115409, Москва, Каширское шоссе, 33, раб. тел. + 7 (499) 324 6395, e-mail:basilik2@yandex.ru).