

## **Отзыв официального оппонента**

кандидата технических наук Спиридоновой Елены Анатольевны на диссертационную работу Зин Мое «ИССЛЕДОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ПЛОДОВ МАНГО НА АКТИВНЫЕ УГЛИ», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.07 – «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ».

### **Актуальность темы исследования**

Разработка технологии получения активных углей из отходов различных углеродсодержащих материалов является востребованным направлением исследований, позволяющим утилизировать твердые отходы и получать широко применяемые для защиты человека и окружающей среды пористые углеродные материалы. Активные угли, получаемые из прочного сырья регулярного строения, таких как скорлупа кокосовых орехов, косточки различных плодов, обладают высокими сорбционными и прочностными характеристиками. Количество отходов косточек манго Республики Союза Мьянма позволяет говорить о целесообразности и возможности освоения технологии получения активных углей на их основе, потребность в которых очень велика. Таким образом, актуальность выбранной темы диссертационной работы не вызывает сомнений.

### **Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций**

В диссертационной работе применялся широкий спектр современных методов исследования с использованием стандартных методик и современного инструментального оборудования, поэтому научные

положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, являются обоснованными и достоверными.

Выводы и рекомендации соответствуют полученным результатам. Основные достигнутые результаты и выводы прошли апробацию на нескольких конференциях.

### **Значимость для науки и практики полученных автором результатов**

Наибольший интерес из представленных результатов, с точки зрения научной новизны, представляет информация о зависимости выхода и пористой структуры и адсорбционных свойств целевых продуктов с учетом рациональных условий реализаций стадий карбонизации и активации при получении активных углей из отходов пищевых производств республики Союз Мьянма в виде оболочек семян манго. Также научное значение имеют данные, выделенные в виде основных закономерностей проведения процессов глубокой очистки сточных вод, представленных широким разнообразием загрязняющих веществ.

Практическая значимость полученных результатов не вызывает сомнений. Впервые показана возможность использования оболочек семян манго для получения активных углей методом парогазовой активации. Подробно рассмотренная аппаратурно-технологическая схема с ориентировочным экономическим обоснованием технологии показывает целесообразность использования данной технологии получения активных углей. На основании результатов исследований обоснован широкий спектр возможных областей использования, включающих очистку сточных вод коксохимического производства, осветления раствора желатина, удаление нефтепродуктов, для рекуперационных процессов. Показана возможность замены парогазовой активации на химическую активацию с использованием хлорида цинка с получением активного угля более высокого качества.

## **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Разработанная технология получения активных углей на основе оболочек семян манго как с использованием парогазовой, так и химической активаций, является экономически целесообразной для ее осуществления на территории Республики Союза Мьянма, что позволит утилизировать пищевые отходы с получением востребованного продукта.

Получаемые активные угли могут быть реализованы в рамках решения экологических проблем страны - для очистки газовых и жидких сред. Причем дальнейшие исследования позволят расширить области возможного использования получаемых углеродных сорбентов.

### **Содержание диссертации, ее завершенность**

Диссертация изложена на 146 с., состоит из введения, четырех глав, выводов и списка литературы из 176 позиций, содержит 57 рисунков и 41 таблицу.

**Во введении** представлена краткая характеристика диссертационной работы, указана ее актуальность, заключающаяся в использовании в качестве исходного углеродсодержащего сырья отходов переработки плодов манго, которые являются серьезной проблемой экономического и экологического плана, научная новизна, практическая значимость, цели и задачи исследования.

**Первая глава** (литературный обзор) содержит информацию о современном состоянии данного направления. Приводятся общие сведения об активных углях и их структуре, определяющей области их использования. Рассматриваются классические технологии получения активных углей из углеродсодержащего сырья разной природы. Отдельно необходимо отметить раздел, посвященный обобщению научно-технической литературы по вопросу использования растительных отходов как сырья для производства

активных углей и сферы их использования. Приведены особенности строения плодов манго, что является базовыми данными для разработки технологии получения активных углей.

Заключения из аналитического обзора и задачи, представленные на их основе, полностью соответствуют обобщенной научно-технической информации, на основе которых возможно проведение научно-исследовательской работы для решения данной проблемы.

**Во второй главе** подробно представлены объекты и методы исследования, которые автор применял в диссертационной работе. Приведено подробное описание исходного углеродсодержащего материала, рассмотрены схемы лабораторных установок для проведения процессов карбонизации и активации, описание объектов исследования, а также аналитические средства и методики, используемые в работе для установления показателей.

**В третьей главе** диссертационной работы представлены результаты экспериментов, включающие в себя определение оптимальных технологических режимов проведения процессов карбонизации и активации водяным паром, с обоснованием условий методом термографических исследований. Представлены изотермы адсорбции и распределение пор по размерам, определен элементный состав и приведены электронные фотографии поверхности материалов на всех стадиях, полученные с использованием современных методов исследования, позволяющие судить об изменении пористой структуры. Также дана оценка состава образующихся конденсатов и газов пиролиза и активации.

Приведены результаты исследований сорбционных свойств полученных активных углей для оценки возможности их использования в различных сферах, включающих в себя очистку стоков коксохимического производства, для осветления раствора желатина. Показана возможность применения полученного активного угля для удаления пленочных нефтепродуктов с возможностью десорбции методом экстракции с

использованием четыреххлористого углерода. Приведена оценка возможности использования активных углей из семян манго, полученных методом парогазовой активации водяным паром, для очистки воздуха от паров летучих органических соединений при высоких относительных давлениях адсорбата в цикловых условиях работы.

Отдельным блоком представлены результаты оптимизации получения и исследования активных углей методом химической активации. Показана обоснованность применения хлорида цинка с целью получения эффективных адсорбентов. Также как и в случае парогазовой активации приведены характеристики структуры активного угля. По результатам исследования сорбционных свойств полученных активных углей и их сравнения при получении методом парогазовой и химической активации в сравнении с промышленно выпускаемыми углями можно судить о преимуществах активного угля, получаемых методом хлорцинковой активации для очистки газов от н-бутанола

**В четвертой главе** представлена аппаратно-технологическая схема гипотетической реализации процесса получения активных углей на основе отходов оболочки семян манго, описание предлагаемой технологии, предпосылки организации производства и итоги его технико-экономической оценки, позволяющие судить о возможности и целесообразности организации в Республике Союз Мьянма производства активных углей из семян манго.

**Выводы** по диссертации соответствуют поставленным целям и задачам, отражают результаты исследований, полученных в диссертационной работе, и являются обоснованными.

Таким образом, представленная работа является завершенным исследованием. Диссертационная работа содержит все необходимые разделы, позволяющие судить о целесообразности, актуальности, научной новизне и практической значимости исследований.

**Автореферат диссертации** достаточно полно отражает достигнутые результаты.

По результатам исследований опубликовано 9 подготовленных в соавторстве статей и тезисов докладов, в том числе 1 статья в журнале перечня ВАК и получен патент РФ.

По работе имеются следующие **замечания и вопросы**:

– рекомендуется раздел "растительные отходы как сырье для производства активных углей и использование полученных адсорбентов для очистки производственных выбросов и сбросов" литературного обзора обобщить, представить в виде классификации или по сырью, или по областям использования, чтобы можно было проследить связь между исходным углеродсодержащим сырьем и получаемыми активными углями;

– при определении условий стадии карбонизации в качестве оптимальных приведены минимальные значения скорость нагрева температуры и времени выдержки, исследованные в работе, поэтому остается открытым вопрос о возможности снижения данных показателей с целью получения активных углей более высокого качества.

– не приводятся объяснения изменения пористой структуры материалов, полученных на стадиях активации и карбонизации. В частности, нет пояснений с чем связано увеличение суммарного объема пор по воде карбонизата, чем обусловлены представленные в табл. 16 зависимости сорбционных параметров от выхода продукта?

– при изучении процессов в цикле адсорбции-десорбции не приводятся данные о степени десорбции адсорбата.

– при определении сорбционных характеристик синтезированных активных углей не для всех экспериментов имеются результаты сравнения с аналогичными материалами в тех же условиях, применяемыми в данной области для оценки качества полученного угля;

– в работе приводятся экспериментальные значения без учета точности используемых методик, например, значения выхода продукта после стадий карбонизации и активации не представляется возможным оценить с точностью  $\pm 0,1$  % или 0,01 %, аналогично и при измерении таких величин как сорбционная активность по метиленовому голубому, йоду и др.

– в диссертации встречаются опечатки и неточности. Так на с. 74. в название таблицы 10 указывается, что приводятся характеристики карбонизатов до 550 °С, хотя в сравнении с таблицей 9 видно, что это результаты, полученные при температуре 600 °С; на с. 58 приводится информация, что "свойства адсорбентов, полученных из карбонизата железного дерева", в то время как в диссертации рассматриваются материалы из семян манго и др;

– не приведены расшифровки всех условных обозначений, используемых в работе (W, A и др.), некоторые характеристики обозначаются разными буквами (сорбция по йоду - F, J<sub>2</sub>), что затрудняет работу с рукописью.

– имеется дублирование результатов представленных в виде рисунков и таблиц (рис. 43 и табл. 27 и др.), что в данном случае, по мнению оппонента, не целесообразно.

При этом следует отметить, что приведенные замечания не носят принципиального характера и в целом не уменьшают значимость диссертационной работы.

### **Квалификационная оценка диссертации**

Диссертация Зин Мое «ИССЛЕДОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ПЛОДОВ МАНГО НА АКТИВНЫЕ УГЛИ», представленную на соискание

ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.07 – «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, полностью соответствующую требованиям п. 9. «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (ред. от 30 июля 2014 г.). В работе, на основании выполненных исследований, показана возможность и целесообразность использования оболочек семян манго для производства активных углей, имеющее практическое значение для Республики Союз Мьянма.

На основании выше изложенного считаю, что Зин Мое заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.07 - «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ».

Официальный оппонент,

к.т.н., научный сотрудник кафедры химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»

190013, Санкт-Петербург, Московский пр., дом 26

Тел.: +7 (812) 494-93-95, электронная почта: spiridonova\_elena@live.ru

Дата 18.05.2019



Спиридонова Елена Анатольевна

