

ОТЗЫВ
официального оппонента
к.т.н. Соловей Валерии Николаевны
на диссертационную работу Наинг Линн Сое
«Переработка отходов древесины железного дерева в активные угли»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.17.07 – Химическая технология топлива и
высокоэнергетических веществ

Диссертационная работа Наинг Линн Сое посвящена прикладным исследованиям в области технологии переработки отходов древесины железного дерева (пуинкадо) с целью получения активных углей.

Активные угли являются важными и широко применяющимися сорбентами для поглощения различных веществ из газовых и жидких сред. В связи с обостряющимися проблемами экологии потребность в этих продуктах ежегодно возрастает.

Диссертационная работа Наинг Линн Сое изложена на 150 страницах, содержит введение, 4 главы, выводы по работе, библиографический список, 47 рисунков, 44 таблицы, цитирует 114 источников.

Во введении автором дана краткая характеристика проблемы, связанной с современным состоянием производства активных углей в Республике Союз Мьянма. Оценивается перспективность переработки крупнотоннажных отходов механической обработки древесины железного дерева (пуинкадо) с целью получения активных углей, а также возможность организации собственного производства активных углей в Мьянме.

В аналитическом обзоре (Глава 1) рассматриваются древесные ресурсы Мьянмы, основные направления их использования, общие сведения об активных углях, сырье для их производства и приемах его переработки, пористая структура и технические характеристики адсорбентов на основе различных углеродсодержащих отходов.

На основании анализа литературы сформулированы цель и задачи диссертационного научного исследования.

Глава 2 диссертации посвящена описанию объектов исследования, экспериментальных установок карбонизации и парогазовой активации, а также методик оценки пористой структуры полупродуктов и целевых продуктов, с привлечением как классических, многие годы использующихся на практике методов, так и современных методах исследования сорбционных материалов. Отдельные разделы главы описывают методики исследования полученных материалов применительно к очистке жидких и газовых сред. Глава завершается оценкой достоверности выполненных измерений.

В **Главе 3** рассматриваются основные технологические решения, направленные на получение активных углей, проводится разработка основ технологии активных углей на базе древесины железного дерева.

Охарактеризованы результаты исследования исходного сырья и условия реализации процессов его карбонизации и парогазовой активации. Подобраны, по мнению диссертанта, рациональные условия процессов карбонизации и парогазовой активации.

Уделено достаточно внимания исследованию свойств побочных продуктов карбонизации и активации, а именно неконденсирующихся и конденсирующихся в условиях проведения данных процессов газов. Оценены практически важные показатели побочных продуктов термической переработки древесины железного дерева.

Разработанные активные угли проанализированы в сфере прикладного использования, а именно в очистке воздуха от паров углеводородов, в очистке производственных (АО «Москокс», «Киндекор») и модельных сточных вод. Достигнутые результаты по очистке сточных вод оказались малопригодными.

Оценены возможные направления повышения поглотительной способности полученных активных углей. Изучено влияние азотсодержащих модификаторов различного происхождения на пористую структуру и

сорбционные свойства получаемых активных углей, по результатам проведенных исследований выбран органический азотсодержащий модификатор – тиомочевина. Показано, что при использовании данного модификатора происходит изменение количественного состава поверхностных функциональных групп – повышение ионообменной емкости активных углей без существенных изменений параметров его пористой структуры.

Диссертантом показано, что модифицированные тиомочевиной образцы превосходят, как исходный немодифицированный активный уголь, так и промышленно выпускаемый березовый активный уголь (БАУ), при поглощении органических загрязнений из промышленных сточных вод предприятий АО «Москокс» и «Киндекор».

Оценена возможность регенерации модифицированных активных углей на примере очистки сточных вод АО «Москокс». Показано, что к 5 циклу степень очистки воды регенерированным углем снижается на 15 %, при недостаточно высокой исходной эффективности очистки воды на 1 цикле – 65 %.

Активность модифицированных углей проверена и по отношению к ионам тяжелых металлов (Cu^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{3+}), находящихся в водной среде. Показано, что модифицированные угли снижают концентрацию ионов металлов на (25 – 35) % при исходной концентрации 100 мг/л.

Глава 4 завершает основную часть диссертации, в которой приведена технико-экономическая оценка разработанной технологии, а именно:

- принципиальная аппаратурно-технологическая схема переработки отходов древесины железного дерева с целью получения активных углей;
- технико-экономические показатели планируемого производства активных углей.

Выводы содержат основные результаты диссертационной работы, отражающие поставленные цель и задачи исследования, основные разделы диссертации и полученные результаты.

Научная новизна работы заключается в теоретически и практически обоснованной технологии получения активных углей из древесины железного дерева. Научное значение имеют данные, показывающие генезис пористой структуры и ее развитие при термоокислительном воздействии. В качестве **практической значимости** работы можно отметить, что показана принципиальная возможность использования древесины железного дерева для получения активных углей с заданным параметрами пористой структуры и выходом готового продукта.

Содержание и структура автореферата соответствуют содержанию диссертации.

По материалам диссертации опубликовано 9 подготовленных в соавторстве статей и тезисов докладов, получен патент РФ на изобретение.

В качестве **замечаний и вопросов по работе** можно отметить следующее:

1 В аналитическом обзоре (С. 29, таблица 4) приведены сведения об активных углях с объемом микропор $1,923 \text{ см}^3/\text{г}$, $2,419 \text{ см}^3/\text{г}$, $1,566 \text{ см}^3/\text{г}$, при этом объем адсорбционного пространства составляет $0,267 \text{ см}^3/\text{г}$, $0,381 \text{ см}^3/\text{г}$, $0,244 \text{ см}^3/\text{г}$ соответственно. Вероятно, вкрались ошибки, поскольку такой объем микропор маловероятен.

2 В методической части при описании установок карбонизации и активации, представленных на рисунках 4, 5 (С. 41 – 43), не предусмотрено создание в реакторе инертной среды, например, азота. Тем временем термический анализ, являющийся прототипом процессов карбонизации и активации, проводился в условия инертной среды или при доступе воздуха. Хотелось бы уточнить, в каких условиях проводилась карбонизация и активация образцов.

3 В работе не пояснено, чем обосновывается выбор изотермической выдержки карбонизата в течение 60 минут (С. 76, таблица 19), почему эта продолжительность выдержки является оптимальной.

4 Аналогичный вопрос возникает и при выборе скорости нагрева образца в процессе карбонизации: на основании каких показателей выбрана оптимальная скорость нагрева 10 °С/мин (С. 77, таблица 21).

5 Чем объясняется, что йодное число для БАУ-А составляет (600 – 700) мг/г при объеме микропор (0,22 – 0,25) см³/г, а для образца активного угля на основе железного дерева – 981 мг/г при объеме микропор (0,13 – 0,16) см³/г (С. 93, таблица 31).

В соответствии с ссылкой [78] ГОСТ 6217-74 «Уголь активный древесный дробленый», которая приводится в методической части (С. 47), при определении адсорбционной активности по йоду получаемая величина должна выражаться в %, что наблюдается только в таблице 25 (С. 83). Если анализ и расчет проводился в соответствии с ГОСТ 33618-2015 «Уголь активированный. Стандартный метод определения йодного числа», где требуется выражение в единицах мг/г, стоило указать данный ГОСТ в списке использованных источников.

6 Вид уравнения изотермы Фрейндлиха для адсорбированного газа на С. 104 представлен как $a = K(P/P_s)^{1/n}$, а на С. 107 как $a = K(P/P_s)^n$.

7 Отсутствует пояснение, каким образом производился расчет величины «удельной фиксации пленочного дизельного топлива» на активном угле (С. 117, рисунок 40).

8 Не объяснено, чем вызваны различные кинетические зависимости для полученного образца активного угля на основе железного дерева (и его модификации) и образца промышленного угля марки БАУ при исследовании очистки сточных вод АО «Москокс» (С. 123, таблица 40, рисунок 43).

Следует отметить, что обнаруженные недостатки не отражаются на оценке качества проведенного исследования, все приведенные вопросы не затрагивают основные положения работы и не влияют на ее общую положительную оценку.

Диссертационная работа Наинг Линн Сое «Переработка отходов древесины железного дерева в активные угли», представленная на соискание

ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.07 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований, научно обоснована и разработана технология активных углей из растительного сырья – железного дерева. Считаю, что диссертация соответствует требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (ред. от 30 июля 2014 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Наинг Линн Сое, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.07 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Официальный оппонент
старший преподаватель кафедры
Химии и технологии материалов и
изделий сорбционной техники
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский
государственный технологический
институт (технический университет),
кандидат технических наук



Соловей Валерия Николаевна

190013, г. Санкт-Петербург
Московский пр., д. 26
Тел.: +7 (967) 5512259
Эл. почта: lera_solovei@mail.ru

