

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Куасси Бру Гийома «Обоснование технологии и технических средств получения активированных углей из отходов ореха анакард для очистки вод (на примере Республики Кот д'Ивуар)», представленную к защите в диссертационный совет Д 220.057.03 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (по техническим наукам).

1. Актуальность избранной темы

Прогрессирующий дефицит пресной воды во многих частях света, в т.ч. и в Африке, определяется, в том числе и несбалансированным взаимодействием природных и неприродных материалов. Одним из них является и утилизация отходов растительности, в частности, - ореха анакард, более 25% мирового объема которого производится в Республике Кот д'Ивуар. При этом образуется в год около 1 млн. т. скорлупы, вызывающей загрязнение окружающей среды и отторжение потенциально полезных для развития сельского хозяйства территорий. Поэтому разработка технологий и технических решений по утилизации отходов в виде сорбента из скорлупы ореха анакард подтверждают актуальность данного направления научных исследований. Тем более, что известны способы получения активированного углей из скорлупы орехов (кокоса, ореха, миндаля и т. п.) и применения в разнообразных отраслях, в первую очередь, – в очистке природных вод для населения, промышленности и сельского хозяйства. Однако в литературных источниках отсутствуют сведения о получении и применении активированных углей из скорлупы орехов анакард.

2 Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна.

Подтверждаю достоверность результатов диссертационной работы и ее научную новизну, которые заключаются в следующем.

Обоснованность и достоверность большинства полученных автором научных и практических результатов, сделанных по ним выводов и рекомендаций, подтверждается сравнительным анализом теоретических и экспериментальных исследований, широким использованием Российских и иностранных источников по теме диссертации, системного подхода, апробированных методик, результатами анализа параметров технологических процессов в лабораторных и в опытно - промышленных условиях в соответствии с нормативными требованиями. Исследования подтверждены высокой степенью достоверности и адекватности результатов математической обработки достаточно большого объема экспериментальных данных.

Основные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы являются новыми, они полностью вытекают из результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Вывод 1 констатирует, что, выявлена возможность использования отходов СОА для производства АУ и обоснованы технологическая последовательность и конструкции устройств обработки СОА физико-химическими и термическими методами.

Вывод отражает решение первой задачи исследования и вытекает из материалов первой главы диссертации.

Вывод 2 устанавливает физико-химический состав и его влияние на технологические характеристики полученных АУ из СОА, значения которых находятся в рамках ГОСТ РФ на активированные угли.

Вывод отражает решение второй задачи исследования и вытекает из материалов второй главы диссертации.

Вывод 3 определяет, что процесс адсорбции ионов $\text{Fe}_{\text{общ}}$ и Mn^{2+} полученными АУ описывается моделью кинетики псевдо-второго порядка (модель Хо и Маккея).

Вывод отражает решение третьей задачи исследования и основан на материалах второй и третьей глав диссертации.

Вывод 4 формулирует, что АУ из СОА (фракция 1,0-2,5 мм) является эффективным фильтрующим материалом в сорбционном фильтре для удаления ионов $\text{Fe}_{\text{общ}}$ и Mn^{2+} при очистке хозяйственно - питьевых вод, вод для полива сельскохозяйственных угодий, а отработанный АУ рекомендуется к применению в качестве удобрения.

Вывод отражает решение четвертой задачи исследования по материалам третьей и четвертой глав диссертации.

Вывод 5 характеризует разработанные рекомендации и предложенную методику расчета по получению и применению АУ из СОА в водоохраных технологиях, принятых к внедрению в республике Кот д' Ивуар.

Вывод отражает решение пятой задачи исследования и вытекает из материалов 5-й главы диссертации.

Вывод 6 отражает эколого-экономическую составляющую разработки: себестоимость производства АУ из СОА меньше в 8 раз, чем стоимость на мировом рынке АУ из других видов растительности.

Вывод отражает решение шестой задачи исследования и является решением 5-й главы диссертации.

Значимость для науки и практики полученных результатов

Научную новизну работы представляют

1. Установлено, что кипячение СОА, измельченной до фракции 3-6 мм, и ее дальнейшая карбонизация при 800°C , позволяет удалить фенольные и карбоксильные группы из скорлупы.

2. Показано, что при получении АУ из СОА физической активацией, увеличивается удельная поверхность АУ в 4 -6 раз.

3. Показано, что полученный АУ из СОА (фракция $\leq 0,16\text{мм}$) позволяет удалить ионы $\text{Fe}_{\text{общ}}$ и Mn^{2+} из воды на 98% в (полученный АУ может служить для удаления ионов $\text{Fe}_{\text{общ}}$ и Mn^{2+} из воды по методу "Акти - фло").

4. Установлено, что кинетика адсорбции $\text{Fe}_{\text{общ}}$ и Mn^{2+} соответствует модели псевдо-второго порядка.

5. Показано, что полученный АУ из СОА (фракция 0,5-2,5 мм) может служить эффективным фильтрующим материалом (ФМ) в сорбционном фильтре для удаления ионов $\text{Fe}_{\text{общ}}$ и Mn^{2+} из воды.

Теоретическая значимость работы:

1. Прогнозирование технического прогресса и экологической безопасности при производстве и применении сорбентов из отходов СОА.

2. Разработана методика для проведения численного эксперимента, позволяющего удалить $\text{Fe}_{\text{общ}}$ и Mn^{2+} на АУ из СОА.

3. Математически адсорбция $\text{Fe}_{\text{общ}}$ и Mn^{2+} из вод на полученных АУ описывается моделью кинетики псевдо-второго порядка (модель Хо и Маккея).

Практическая значимость работы:

1. Впервые обоснованы использование отходов СОА для получения АУ и технологическая последовательность обработки СОА физико-химическими и термическими методами.

2. По результатам рентгенофазового анализа (РФА) степень графитации, межплоскостное расстояние и размеры кристаллитов полученного АУ изменяются незначительно и характерны для неграфитированного аморфного материала.

3. Получен вид АУ из СОА для извлечения $\text{Fe}_{\text{общ}}$ и Mn^{2+} из водных растворов и сточных вод. Разработан способ и создана опытно-промышленная установка для получения нового типа АУ.

4. Разработаны рекомендации и предложена методика расчета по применению СОА в водоохраных технологиях, которые внедрены в коммуне Димбокро республики Кот д'Ивуар.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом и замечания по ее оформлению

Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы и приложений. Общий объем работы 164 страницы основного текста, в том числе 151 страница основного текста, включает 29 таблиц, 67 рисунков, список литературы - 189 источников и 14 Приложений.

Во введении раскрывается актуальность проблемы, обосновывается необходимость использовать региональные отходы для получения сорбентов для очистки вод, сформулированы цель и задачи исследований, показаны научная новизна и практическая значимость работы, приведены положения, выносимые на защиту.

В первой главе: описание коммуны Димбокро и ее системы водоснабжения и водоотведения рассмотрены особенности системы водоснабжения и водоотведения населенных мест и аграрных территорий республики Кот-д'Ивуар, имеющих преимущественно сельскохозяйственную производственную деятельность, на примере коммуны Димбокро. Показано, что в дождливый период высокие уровни $Fe_{общ}$ (2,5 мг/л) и Mn^{2+} (0,9 мг/л) зарегистрированы во многих населенных пунктах республики и являются серьезной проблемой, что требует ее решения для безопасного употребления воды в быту и сельском хозяйстве, в т. ч. с применением АУ из местного сырья в виде СОА.

Замечания:

1. В чем отличие конструктивных и технологических решений на установках водоподготовки в «сухой» и «мокрый» сезоны республики Кот-д'Ивуар.
2. Каким образом в республике организовано сжигание кожуры ореха анакард с получением газа на бытовые и промышленные нужды?
3. Что из опыта сжигания отходов ореха анакард может быть использовано в водоподготовке?

Во второй главе – обзор литературы, теоретические основы понятия и получении активированного угля - изложены теоретические основы получения АУ из отходов растительности. Проанализированы типы растительного сырья для получения АУ, их технологические параметры, а также механизмы адсорбции.

Показаны области применения АУ для удаления ионов $\text{Fe}_{\text{общ}}$ и Mn^{2+} . Рассмотрены физические факторы и химические свойства, которые влияют на рабочие характеристики АУ в процессе их получения и применения.

Замечания:

1. Какие отходы растительности республики Кот-д'Ивуар могут быть также использованы для производства сорбентов?
2. Какие физические факторы и химические свойства отходов орехаアナкард в наибольшей степени влияют на рабочие характеристики АУ в процессе их получения и применения.

В третьей главе - экспериментальная часть - материалы и методы исследований - изложены методики проведения и контроля экспериментальных исследований. Приведено обоснование и последовательность взаимосвязанных операций по получению активированных углей из СОА. Контроль параметров процесса пиролиза и полученных характеристик (пористость, удельная поверхность и т. п.) вели с применением современных аккредитованных приборов, в т. ч. производства Японии, Италии, США, Германии.

Описание процесса адсорбции вели по уравнениям псевдо-первого порядка (модель Лагергрена), псевдо-второго порядка для получения наиболее адекватной по величине коэффициента детерминации.

Замечания:

1. Какова повторность опытов экспериментальных исследований?
2. Какой по технологической эффективности параметр режима получения сорбента является определяющим?

3. Какие вспомогательные реагенты и оборудование используются в технологической схеме получения АУ из СОА.

В четвертой главе - экспериментальные результаты и обсуждение - изложены обсуждение и интерпретация полученных АУ из СОА и результатам их применения для удаления $\text{Fe}_{\text{общ}}$ и Mn^{2+} из модельного раствора и химстока машиностроительного предприятия.

На основе установленных экспериментальных результатов и расчетных зависимостей предложены технология и устройства для очистки вод из скважины с использованием АУ700, которые в настоящее время внедряются в коммуне Димбокро республики Кот д'Ивуар.

Замечания:

1. Неясно, какой режим работы установки водоподготовки в течение суток ?
2. Как ведется обработка промывных вод фильтров и твердой фазы на водопроводных очистных сооружениях.
3. Каким образом в исследованиях определяли насыпную плотность сорбента?

В пятой главе - эколого-экономическая оценка производства активированного угля из скорлупы ореха анакарда - проведена эколого-экономическая оценка применения АУ из СОА в водоохраных технологиях, разработаны рекомендации по проектированию и изложена методика расчета.

Показана экономичность разработанного АУ: себестоимость производства АУ из СОА равна 39 руб/кг, что в 8 раз меньше, чем АУ, продаваемый на рынке (315 руб/кг). Использование отходов СОА для производства АУ (918 т в год) снижает количество сельскохозяйственных отходов на 1 632 т в год.

Заключение диссертационной работы содержит результаты, соответствующие поставленным задачам, и в полной мере отражают исследования автора. Представленные рекомендации производству и

перспективы дальнейшей разработки темы следуют из материалов исследований.

Оценка диссертационной работы в целом

Диссертационная работа Куасси Бру Гийома «Обоснование технологии и технических средств получения активированных углей из отходов орехаアナкард для очистки вод (на примере Республики Кот д'Ивуар)» содержит научно-обоснованные технические решения по получению сорбента из отходов кожуры орехаアナкард в условиях Республики Кот д'Ивуар, внедрение которых является важной эколого-экономической задачей и соответствует паспорту специальности 05.20.01 — Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки) в частности, пунктам 2. Разработка теории и методов технологического воздействия на среду и объекты (почва, растение, животное, зерно, молоко и др.) сельскохозяйственного производства; 8. Разработка технологий и технических средств для обработки продуктов, отходов и сырья в сельскохозяйственном производстве 11. Разработка инженерных методов и технических средств обеспечения экологической безопасности в сельскохозяйственном производстве.

Подтверждение опубликованных основных результатов в научной печати и соответствие авторефера диссертации

В диссертации присутствуют материалы, опубликованные автором в печатных работах.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в печати в 5 научных работах, из них 3 статьи в журналах, включенных в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы научные результаты докторской и кандидатской диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» ВАК РФ, 1 - SCOPUS и 1- РИНЦ. Основные результаты исследований по теме диссертации доложены и обсуждены на 7 международных и региональных научных конференциях в 2016-2018 гг.

Количество публикаций, в которых изложены основные научные результаты диссертации, в рецензируемых журналах соответствуют п. 12 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 «О порядке присуждения ученых степеней».

Основное содержание и материалы первой главы диссертации содержатся в опубликованных работах по перечню автореферата (номера 1, 3).

Материалы второй главы диссертации по теоретическим исследованиям отражены в работах (номера 2,4).

Материалы третьей главы диссертации по экспериментальным исследованиям представлены в работах (номера 2,4,5).

Диссертационная работа и автореферат изложены технически грамотным языком. Содержание автореферата соответствует предъявляемым требованиям и достаточно полно отражает основные научные положения и научные результаты диссертации, выносимые на защиту.

Заключение

Диссертационная работа Куасси Бру Гийома «Обоснование технологии и технических средств получения активированных углей из отходов ореха анакард для очистки вод (на примере республики Кот д'Ивуар)» является завершенной, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. Диссертация на тему «Обоснование технологии и технических средств получения активированных углей из отходов ореха анакард для очистки вод (на примере республики Кот д'Ивуар)» по своей структуре, объему, содержанию и оформлению отвечает критериям, изложенными в пунктах 9, 10, 11, 13 и 14, «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Куасси Бру Гийом, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по

специальности 05.20.01 — Технологии и средства механизации сельского хозяйства.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры
«Водопользование и экология»
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский
государственный архитектурно -
строительный университет»

Ким

Ким Аркадий Николаевич

«30» сентября 2019 г.

Адрес: 190005, г. Санкт – Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4

E-mail: kimkan17@mail.ru

Тел.: (8-812)575-05-34; 8(921)900-36-55 (моб.).

Подпись д.т.н., профессора кафедры «Водопользование и экология»
Кима Аркадия Николаевича заверяю:

