

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертацию 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 на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» (по техническим наукам) в диссертационный совет Д 220.057.03 при ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

Актуальность избранной темы

Обеспечение социально-экономической стабильности государств требует сбалансированного развития производственных мощностей и окружающей среды, в том числе утилизации отходов растительности, одним из которых является скорлупа ореха анакард (СОА), более 25% мирового объема которого производится в республике Кот д' Ивуар.

Широко известны способы получения активированного угля (АУ) из скорлупы орехов (кокоса, грецкого ореха, миндаля и т. п.) и применения в разнообразных отраслях, в первую очередь, – в очистке природных вод для населения, промышленности и сельского хозяйства. Однако нет данных по получению и применению в водоохраных технологиях активированных углей из скорлупы орехов анакард. Тем более актуальна проблема для условий Африки, где свыше 400 млн. человек имеют дефицит пресной воды.

Характерным примером африканских стран является республика Кот д'Ивуар, большинство населения которой живет в деревнях и занимается земледелием, централизованное водоснабжение имеет не более 40 % населения, а водоотведение - менее 10%. Практически все сточные воды в стране в настоящее время сбрасывается непосредственно в реки и лагуны, вызывая их эвтрофикацию и загрязняя источники водоснабжения. Во многих регионах республики физико-химические показатели поверхностных и

подземных вод, особенно в дождливый сезон, имеют высокие уровни железа (2,5 мг/л) и марганца (0,9 мг/л) и представляют серьезную опасность для потребления человеком, животными и растениями. Требуется их выделение из вод, в т. ч. с применением активированного угля из местного сырья, отходов СОА. Поэтому разработка технологии получения сорбентов, а также технических параметров их применения подтверждают актуальность данного направления научных исследований.

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

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 и третьей глав 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 вытекает из материалов 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 из материалов 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 пятой 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 «Активфло»).

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 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 степень графитации, межплоскостное расстояние и размеры кристаллитов полученного АУ изменяются незначительно и характерны для неграфитированного аморфного материала.

3. Получен тип 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, республика Кот д'Ивуар.

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

Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы и приложений. Общий объем работы 164 страницы основного текста, включает 29 таблиц, 37 рисунков, список литературы из 189 источников и 12 приложений.

Научные результаты достаточно полно изложены в 5 научных публикациях, из которых 3 опубликованы в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий ВАК, 1 работа опубликована в журнале, индексируемом в международной реферативной базе Scopus и 1 публикация РИНЦ.

Структура диссертации соответствует логике построения научных работ с детально проработанным содержанием. Оформление диссертации соответствует ГОСТ Р 7.0.11 - 2011.

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 - на примере коммуны Димбокро рассмотрены особенности систем водоснабжения и водоотведения населенных мест и аграрных территорий республики Кот-д'Ивуар, имеющих преимущественно сельскохозяйственную производственную деятельность.

Показано, что в дождливый период зарегистрированы высокие концентрации $\text{Fe}_{\text{общ}}$ (2,5 мг/л) и Mn^{2+} (0,9 мг/л) что является серьезной проблемой и требует ее решения для безопасного употребления воды в быту и сельском хозяйстве.

Замечания:

1. В тексте первой главы встречаются стилистические неточности и не правильные падежные окончания.

2. В автореферате говорится об использовании СОА для получения энергии, однако в тексте диссертации об этом не упоминается. Если речь идет о сжигании СОА, то можно ли использовать образующуюся золу для получения АУ?

3. Как обрабатываются жидкие коммунальные отходы из септиков, которыми пользуются свыше 97% населения страны?

Во второй главе: обзор литературы, теоретические основы понятия и получения 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. В ссылках на используемую литературу последовательно указываются номера 6– 8, а то и 20 источников (например, [56, 57, 58, 59, 60, 61] вместо рационального [56 - 61]).

2. Излишне подробно описаны стандартные методы определения объема и размера пор, а также методы определения удельной площади поверхности АУ.

3. Какие растения Республики Кот-д'Ивуар имеют коммерчески привлекательные объемы и технологически эффективны для производства сорбентов?

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. Можно ли составить технологический ряд влияния параметров процесса на получение сорбента для разных по составу древесных пород?
2. Какой по технологической эффективности параметр режима получения сорбента является определяющим?
3. Неясно, какой объем лабораторного котла для выработки пара при парогазовой активации.

В четвертой главе: экспериментальные результаты и обсуждение - изложены методики проведения, результаты и обсуждение полученных АУ из СОА , а также показатели их применения для удаления $\text{Fe}_{\text{общ}}$ и Mn^{2+} из модельного раствора и химстока машиностроительного предприятия.

На основе полученных экспериментальных данных 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, куда отводится вода, используемая для обратной промывки фильтра в предлагаемой схеме очистки воды?

2. Неясно, как ведется регенерация сорбента после исчерпания адсорбционной емкости?

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 и изложена методика расчета.

Показана экономичность нового 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 1632 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.

Подтверждение опубликованных основных результатов в научной печати и соответствие автореферата 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 издания «Перечня ВАК», 1 - SCOPUS и 1 - РИНЦ. Основные результаты исследований по теме диссертации доложены и обсуждены на международных и региональных научных конференциях в 2015-2019 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)» содержит научно-обоснованные технические решения по получению сорбента из отходов кожуры ореха анакард 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, 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» и 11 «Разработка инженерных методов и технических средств обеспечения экологической безопасности в сельскохозяйственном производстве».

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 научной новизной. По своей

актуальности, новизне, практической значимости, а также объему выполненных исследований соответствует критериям, изложенным в пунктах 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.), а её автор, Куасси Бру Гийом, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки).

Официальный оппонент - кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение» института архитектуры и строительства (ИАиС)

«25» сентября 2019 года



Юрьев Юрий Юрьевич

Подпись доцента Юрьева Юрия Юрьевича заверяю:

Ученый секретарь Ученого совета Института архитектуры и
строительства ВолГТУ, к.т.н., доцент



А.В. Савченко



Россия, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, д. 1
Тел. +7 (8442) 96-99-13, E-mail: yuriy-yuriev@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Волгоградский государственный технический
университет»