УТВЕРЖДАЮ
Заместитель председателя
по науке ЮНЦ РАН,
кандидат биологических наук
Стахеев Валерий Владимирович
_____
«07» октября 2019 г.

Отзыв

ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Южный научный центр Российской академии наук» 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 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 федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

Актуальность темы диссертации

Обеспечение социально - экономической стабильности государств требует сбалансированного развития производственных мощностей и окружающей среды, в том числе утилизации отходов растительности. Для этого требуется разработка с помощью физико-химических методов получения различных составов адсорбирующих веществ из утилизируемых растительных отходов. Автором работы рассмотрены вопросы получения из скорлупы ореха анакард (СОА) активированного угля (АУ) в качестве адсорбента для очистки воды, так как более 25% мирового объема СОА производится в республике Кот д' Ивуар, а адсорбент АУ используется в очистке природных вод для населения, промышленности и сельского хозяйства. Однако нет данных по получению и применению в водоохранных технологиях активированных углей из скорлупы орехов анакард. Тем более актуальна проблема для условий Африки, где свыше 400 млн. человек имеют дефицит пресной воды, которая вдобавок не соответствует экологическим требованиям и имеет высокие уровни железа (2,5 мг/л) и марганца (0,9 мг/л) и представляют серьезную опасность для потребления человеком, животными и растениями.

Утилизация данного отхода не только снизит нагрузку на окружающую среду, но и может приносить прибыль стране. Для осуществления получения высокоэффективных АУ из растительного сырья требуется разработка и применение различных методологий удаления органических соединений, а также технологических приемов, позволяющих создавать готовые функциональные абсорбенты с последующей возможностью их применения в механизации процессов очистки воды, что является **актуальной** задачей.

В связи с вышеизложенным диссертация Куасси Б. Г., основной **целью** которой явилась разработка технологии получения сорбентов АУ из отходов СОА, а также технических параметров их применения (использование для удаления ионов железа ($Fe_{общ}$) и марганца ($Мп^{2+}$) из поверхностных, подземных и сточных вод), представляется непременно **актуальной.**

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

Научная новизна обусловлена следующем: установлено, что кипячение СОА, измельченной до фракции 3-6 мм, и ее дальнейшая карбонизация при 800°С, удаляет фенольные и карбоксильные группы из скорлупы; при получении активированного угля из СОА физической активацией, увеличивается удельная поверхность адсорбции АУ в 4-6 раз; полученные АУ из СОА с фракцией ≤ 0,16мм позволяют удалить ионы $Fe_{общ}$ и $Мп2^{+}$ из воды на 98%, с фракциями 0,5-2,5 мм могут служить эффективным фильтрующим материалом (ФМ) в сорбционном фильтре для удаления ионов $Fe_{общ}$ и $Мп^{2}$+ из воды.

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития науки в инженерной сфере

Для науки значимыми являются: аналитические зависимости, раскрывающие влияние параметров установки по активации и карбонизации отходов растительного (органического) происхождения (орехов анакард) при получении соединений и адсорбентов (активированных углей).

Значимыми практическими результатами являются: научно-обоснованные параметры установок по получению и применению активированных углей, обеспечивающие эффективное выделение железа и марганца из поверхностных и подземных вод для хозяйственно-питьевого, промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационного исследования

Разработанные автором научные результаты позволяют обеспечить полный цикл технологии получения активированных углей.

Научные результаты могут быть использованы при разработке установок очистки и доочистки природных и сточных вод сорбцией на активированных углях, полученных из кожуры ореха анакард.

Технология и фильтры очистки воды с использованием АУ700 в настоящее время могут внедряться для процессов механизации очистки вод хозяйственно-питьевого (АО «Ростовводоканал» и другие водозаборные организации), промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения, в том числе рыбоводческих хозяйств (ООО "Семикаракорская рыба"), а также в коммуне Димбокро республики Кот-д'Ивуар.

Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, выводов, библиографического списка и приложений. Работа имеет общий объем 164 страницы основного текста, содержит 29 таблиц, 37 рисунков, 189 источников использованной литературы и приложения.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулирована цель, отмочена научная новизна и практическая значимость работы, обосновывается необходимость использования региональных отходов для получения сорбентов для очистки вод, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассмотрены особенности систем водоснабжения и водоотведения населенных мест и аграрных территорий республики Кот-д'Ивуар, имеющих преимущественно сельскохозяйственную производственную деятельность, в т. ч. переработку ореха анакард, отходы которого являются многотоннажным загрязнителем окружающей природной среды и водных источников. Установлено, что из существующих аналогов применительно к республике наиболее перспективной технологией очистки вод является сорбционная на базе сорбентов из отходов скорлупы ореха анакард.

Во второй главе представлены основные понятии АУ и его применения для очистки воды и также в других областях. Проанализированы типы сырья для получения АУ, приведены технологические параметры АУ, а также механизмы адсорбции. Установлено влияние физико-химических факторов и температуры активации на пористость, структуру и удельную поверхность сорбентов из отходов ореха анакард.

В третьей главе изложены методики проведения и контроля экспериментальных исследований. Обоснована технологическая схема и параметры получения АУ из СОА. Модель кинетики псевдо-второго порядка достаточно строго описывает адсорбцию $Fe_{общ}$ и марганца из модельных вод, о чем

свидетельствуют высокие значения коэффициента детерминации R^2, полученные при обработке экспериментальных данных в виде кинетических зависимостей: R^2 = 0,999.

В четвертой главе проанализированы полученные экспериментально параметры применения АУ из СОА при очистке модельных и реальных сточных вод в зависимости от дисперсности, времени контакта и дозы АУ. Установлено, что для удаления $Fe_{общ}$ и $Мп^{2+}$ до норм питьевой воды и ПДК сброса в городскую сеть водоотведения рекомендуется применять АУ700 (180 минут время контакта, эффект очистки - 98,80%).

Кинетика адсорбции описывается моделью кинетики псевдо-второго порядка (модель Хо и Маккея): расхождение экспериментальной и расчетной величин менее 3,5%.

Получены параметры динамической обменной емкости, которые рекомендуется использовать в расчетах установок по очистке вод сорбцией в режиме фильтрования и углевания, на базе которых предложена соответствующая методика расчета.

На основе полученных результатов обоснована технология и устройства для очистки вод с использованием АУ700, которые в настоящее время приняты к внедрению в коммуне Димбокро республики Кот-д'Ивуар.

В пятой главе приведена эколого-экономическая оценка применения АУ из СОА, в водоохранных технологиях. Показано, что производство 1 кг АУ из СОА дешевле (39руб.) в 2-3 раза, чем АУ из других растительных отходов (115руб.). Дана оценка повышения экологической безопасности при использовании скорлупы ореха анакард.

Заключение диссертационной работы включает итоги, которые соответствуют поставленным задачам и в полной мере отражают результаты исследования автора. Представленные рекомендации производству и перспективы дальнейшей разработки темы состоят в промышленном получении эффективного сорбента из отходов СОА и внедрении новой технологии и устройств для очистки вод со снижением нагрузки на окружающую среду.

Замечания по диссертационной работе

В качестве недостатков по работе необходимо отметить следующее:

1. В работе не показано, имеются ли отличия использования отходов СОА для получения активированного угля в «сухой» и «мокрый» периоды?

2. В работе не раскрыто, в чем особенность предложенной установки по карбонизации отходов от известных при парогазовой активации.

3. Не представлены рекомендации по режиму работы установки по карбонизации в течении суток, недели, месяца. Как ведется профилактическое обслуживание?

4. Слабо отражены технологические особенности применения солнечной энергии для карбонизации отходов СОА.

5. Не ясно, проводилось ли в рамках исследований изучение возможности применения полученных углей для очистки вод рыборазведения?

6. Рассматривает ли автор возможность регенерации выработанного фильтра? После выработки ресурса фильтр может оказаться мало применим при использовании материала фильтра АУ в сельском хозяйстве, так как это может являться источником загрязнения почвы солями $Fe_{общ}$ и $Мп^{2+}$. В этом вопросе необходимы дополнительные исследования.

7. На рисунках не отражены пределы погрешностей приведенных экспериментальных точек, и какая их погрешность.

Завершенность и качество оформления диссертационной работы

Основные положения, научные результаты, выводы и рекомендации диссертационной работы Куасси Б. Г. являются обоснованными и имеют научную новизну. Они базируются на основе фундаментальных рентгеноструктурных и рентгенофазовых характеристик материалов СОА и математического описания сорбционных процессов.

Достоверность научных результатов, положений выводов и рекомендаций диссертационной работы обеспечивается сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований (расхождение не превышает 3,5%), при точности 95,5%, а также использованием современных аттестованных средств измерения.

Материалы диссертации опубликованы в 5 научных работах, из них 3 статьи в журналах, включенных в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» ВАК РФ, 1 - цитируемая в базе Scopus, 1 - РИНЦ.

Основные научные результаты, положения, выводы, результаты и рекомендации, разработанные в рамках диссертационной работы Куасси Б. Г.

прошли достаточную апробацию в печати и на международных научно-практических конференциях.

Диссертационная работа и автореферат изложены технически грамотным языком.

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства, в частности пунктам 7, 8 и 11, так как в работе рассмотрены вопросы по разработке методов оптимизации конструкционных параметров, технологий и режимов работы технических систем и средств позволяющих эффективно утилизировать отходы растительного происхождения (СОЭ) путем их переработки в адсорбенты с последующим применением в механизации процессов очистки вод хозяйственно-питьевого, промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения, что обеспечивает экологическую безопасность.

Содержание автореферата соответствует предъявляемым требованиям и достаточно полно отражает основные положения и научные результаты диссертации, выносимые на защиту.

Заключение

Диссертационная работа Куасси Бру Гийом на тему: «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 технологии и устройствам для получения активированных углей из отходов ореха анакард и повышению эффективности их применения для очистки вод и соответствует паспорту специальности 05.20.01 - Технологии и средства механизации сельского хозяйства, в частности, пунктам: 7 - Разработка методов оптимизации конструкционных параметров и режимов работы технических систем и средств в растениеводстве и животноводстве по критериям эффективности и ресурсосбережения технологических процессов; 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.

Диссертационная работа Куасси Бру Гийома является законченной самостоятельной научно-квалификационной работой, которая по своей актуальности, новизне и практической значимости, а также объему выполненных

исследований соответствует критериям, изложенным в пунктах 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степенней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации 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.

Отзыв рассмотрен и утвержден на расширенном заседании отдела физики, химии и информатики присутствовало – 16, за - 16, против – нет, воздержалось – нет (протокол № 4 от 07.10.2019 г.)

Саяпин Юрий Анатольевич

Заведующий лабораторией
физической органической химии ЮНЦ РАН
Кандидат химических наук
по специальности 02.00.03 – органическая химия
Тел. (863)250-98-29,
E-mail: sayapin@ipoc.rsu.ru

Ведущий научный сотрудник ЮНЦ РАН
Кандидат технических наук Юрасов Юрий Игоревич
по специальности 05.27.06 – Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники.
Тел 8(863)250-98-32
E-mail: yucomp@ya.ru

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ЮЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК», ЮНЦ РАН
344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, .41
www.ssc-ras.ru, ssc-ras@ssc-ras.ru
(863)266-64-26

«Подписи Саяпина Ю.А. и Юрасова Ю.И. заверяю»
Ученый секретарь ЮНЦ РАН,
к.б.н. Н.И. Булышева