

В диссертационный совет Д 212.204.05
при Российском химико-технологическом
университете имени Д.И. Менделеева
125047 Российская Федерация,
г. Москва, Миусская пл., 9.

ОТЗЫВ

официального оппонента Харламовой Татьяна Андреевны на
диссертационную работу Якушина Романа Владимировича «Интенсификация
окислительно-восстановительных процессов в водных растворах с
использованием метода электроразрядной плазмы», представленной на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
02.00.04 — Физическая химия

Диссертационная работа Якушина Р.В. выполнена в соответствии с
общепринятой структурой и изложена на 163 страницах, содержит 79
рисунков, 23 таблицы и состоит из введения, обзора литературы, методики
эксперимента, экспериментальной части, технологической части, выводов,
списка публикаций (15 публикаций по теме работы), списка литературных
источников (118 источников) и приложения.

Исследование низкотемпературной плазмы, реализуемой путем
возбуждения электроразрядами различного типа на границе раздела фаз и
непосредственно над поверхностью жидкости, представляет большой
интерес как с научной, так и практической точки зрения.

В настоящее время работы по исследованию процессов, протекающих в
низкотемпературной плазме, проводятся в ряде российских научных
организаций гг. Иваново, Томска, Казани, а также ряда московских
университетов и институтов (МЭИ, ОИВТ РАН, Курчатовский институт).
Особый интерес вызывает возможность применения плазменной обработки в
отношении систем газ-жидкость.

Широкую популярность в последние годы приобрели работы, где плазменная обработка применяется в целях разрушения органических веществ в водных системах и их обеззараживание, однако многие из них находятся на стадии научных разработок и не вышли из рамок лабораторных испытаний, поэтому тема диссертация Якушина Р.В. безусловно *актуальна*.

В работе Якушина Р.В. прослеживается несколько направлений исследования – интенсификация окисления ионов металлов (Mn, Fe, Ni, Co) с целью их дальнейшего извлечения из растворов; деструкция органических соединений, содержащихся в сточных водах, с целью снижения негативного воздействия на экосистему предприятий нефтехимического профиля; обеззараживание воды при водоподготовке.

На первом этапе работы соискателем был проведен обзор как фундаментальных научных трудов, посвященных неравновесным системам и процессам, протекающим при различных типах разрядов, так и анализ современных российских и зарубежных литературных данных по физико-химическим, электротехническим и инженеринговым направлениям в приложении к плазменным процессам. Большое внимание уделено рассмотрению различных конструкций плазмохимических реакторов.

Определена цель диссертационного исследования, а также выбран комплекс экспериментальных методов исследования и сформулирован методический подход к изучению окисления ионов металлов переменной валентности, органических веществ и инактивации микроорганизмов.

Диссертантом проведена большая работа по исследованию влияния искрового и барьерного разрядов на физико-химические параметры систем (рН, окислительно-восстановительный потенциал, электропроводимость растворов), а также на характеристики процесса, обладающие технологической ценностью (степень извлечения малорастворимых соединений металлов, химическая окисляемость растворов – химическое

потребление кислорода (ХПК), показатель индекса колониеобразующих единиц (КОЕ) – стандартный показатель, указывающий на число бактерий, образующих колонии в 1 мл раствора.

Степень достоверности результатов проведенных исследований не вызывает сомнений и обеспечена применением стандартной измерительной аппаратуры и разнообразием методик.

Необходимо отметить, что в целом диссертант справился с поставленными в работе задачами.

Научная ценность и новизна работы заключается в том, что впервые проведена сравнительная эффективность двух типов разрядов – искрового и барьерного на конструктивно новом по реакторе переменного тока частотой 45 кГц на достаточно обширном количестве объектов. Рассмотрены процессы окисления катионов марганца, железа и кобальта, восстановления трехвалентного никеля, окисления органических соединений алифатического и ароматического ряда, проведен сравнительный анализ влияния обработки на различные виды микроорганизмов и нефтепродуктов. Исследовано влияние положения заместителей на глубину окисления спиртов и обнаружен ряд общих закономерностей. Установлен неизвестный факт различного бактерицидного эффекта двух типов разрядов на изучаемые классы микроорганизмов.

Практическая значимость работы заключается в том, что диссертантом успешно проведена апробация исследуемого метода и разработанного устройства на предприятии ПАО «НК «Роснефть» - МЗ «Нефтепродукт», а также на участке линии по производству питьевой бутилированной воды первой категории марки «Да! Вода» (Тверская обл.).

Результаты работы полностью опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК РФ, апробированы на научных конференциях и выставках российского и международного уровня.

При написании диссертационной работы использован современный научный стиль изложения, а автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации. Структура, объем и уровень оформления диссертационной работы отвечают требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям.

Содержание диссертации включает области исследований, соответствующие п. 5 «Изучение физико-химических свойств систем при воздействии внешних полей, а также в экстремальных условиях высоких температур и давлений», п. 6 «Неравновесные процессы, потоки массы, энергии и энтропии пространственных и временных структур в неравновесных системах», п. 9 «Элементарные реакции с участием активных частиц» паспорта специальности 02.00.04 – Физическая химия.

Однако по содержанию диссертационной работы следует сделать следующие *критические замечания*:

1. Обеззараживающий эффект электроразрядных технологий давно известен, поэтому формулировка в разделе диссертации “научная новизна” о том, что “установлена возможность обеззараживания воды, содержащей условно-патогенные микроорганизмы, методом электроразрядной плазмы” считаю не корректным;
2. Не верно в некоторых фразах указывается словосочетание “степень извлечения”, когда речь идет о деструктивном разрушении.
3. Не выдержана общепринятая запись радикалов, например, $\text{OH}\cdot$, а не просто OH радикал.
4. На с.105 отмечается, что при окислении фенола и гидрохинона “токсичность продуктов меньше, чем исходных веществ за счет раскрытия ароматического кольца..”. Это заключение должно быть подтверждено анализами на токсичность, поскольку может проявиться эффект синергизма, за счет чего токсичность продуктов может возрасти.

5. Термин “простейшие альдегиды и карбоновые кислоты” (с.112) в органической химии не используется.
6. Графические зависимости степени деструкции вещества от циклов обработки имеют определенный смысл для качественной оценки процесса в данном типе реактора, однако эти зависимости не дают характеристику эффективности процесса в целом.
7. Недостаточно аналитических данных по идентификации продуктов деструкции, в том числе сравнимых данных до и после проведения электроразрядной обработки. Отсутствуют данные по достигнутому проценту полного окисления ароматических соединений до углекислого газа и воды, что требует проведение дополнительного газового анализа.
8. В табл.4.3 на с.135 приведены “параметры селективности деструкции, обеззараживания, окисления ионов металлов, в то время как в тексте диссертации селективность процесса не исследовалась.
9. В табл.4.3 на с. 135 приведены параметры воды, подлежащей обработке в разработанном плазмохимическом реакторе, в том числе температура. Однако в тексте диссертации отсутствуют объяснения, в связи с чем связано ограничение верхнего температурного предела обрабатываемой воды - до +40⁰С.
10. Не уделено внимания такому важному вопросу, как коррозионная устойчивость электродных материалов, применяемых в плазмохимическом реакторе, учитывая высокую агрессивность системы.
11. Не приведены энергозатраты на деструкцию 1 г органического соединения.

Изложенные замечания не снижают общей положительной оценки работы. Диссертация представляет собой самостоятельное и законченное научное исследование, выполненное на актуальную тему, соответствует

пункту 9 Положения ВАК РФ ВАК РФ № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» от 24 сентября 2013 г., а ее автор Якушин Роман Владимирович заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия.

Официальный оппонент

Доктор технических наук по специальности 05.17.03,

профессор кафедры общей и неорганической химии

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский

технологический университет «МИСиС»

119991 г. Москва, Ленинский проспект, д.6

Тел.: +7 916 8787573

E-mail: harlamova_tanya@list.ru



Татьяна Андреевна Харламова

«26» сентября 2016 г.

Ученый секретарь Ученого совета

НИТУ МИСиС, профессор



Делян В.И.