

«УТВЕРЖДАЮ»

И. о. проректора по научной работе и
инновационной деятельности,

к.х.н В.М. Непочатов



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

на диссертационную работу **Новикова Дмитрия Олеговича**
«Разработка методов и устройств окислительного разложения сложных
органических соединений под воздействием высокоинтенсивного
импульсного излучения сплошного спектра»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики»

Развитие цивилизации сопровождается постоянным увеличением производственных мощностей, что в свою очередь приводит к усилению давления на окружающую среду путем все возрастающих объемов отходов техногенного характера. Наибольшую опасность из всех представляют жидкие отходы, содержащие растворенные вещества. В диссертационной работе автор решает, несомненно, **актуальную** задачу по разработке методов и устройств для очистки сточных вод от сложных органических соединений. Диссертация направлена на исследование возможности применения импульсных ксеноновых ламп и разработки оборудования на их основе для решения актуальных задач по очистке сточных вод фармакологической и атомной промышленности. Применительно к решению данной задачи обоснованы преимущества использования высокоинтенсивных импульсных источников сплошного спектра по сравнению с традиционно применяемыми источниками УФ излучения, такими как, ртутные лампы низкого и среднего давления, эксимерные лампы и светодиоды.

В работе большое внимание уделено не только разработке методов деструкции органических соединений, но и разработке основного технического средства новых технологий - фотохимического реактора с

импульсным источником высокоинтенсивного излучения сплошного спектра. Предложенная автором расчетная модель устройства учитывающая комплекс гидродинамику течения жидких сред, пространственные и спектральные характеристики поля излучения, импульсный характер энергетического воздействия и адсорбционные свойства загрязнителя. позволит значительно сократить объем необходимых экспериментальных и технологических исследований при создании промышленного оборудования.

Практическая значимость работы не вызывает сомнений. Автором проведено исследование, которое в перспективе позволит сократить объем радиоактивных отходов, подлежащих захоронению, за счет снижения нагрузки на фильтрующие элементы и увеличения их ресурса. Также результаты работы найдут применение и для прочих отраслей промышленности, в первую очередь, химической и фармакологической.

Новизна работы состоит в:

- проведении многофакторных исследований деструкции сложных органических соединений, под действием высокоинтенсивного излучения сплошного спектра в комбинированных фотоокислительных процессах;
- сравнении эффективности применения высокоинтенсивных источников излучения и ртутных ламп низкого давления в процессах УФ+H₂O₂ для разрушения металлоорганических комплексов и комплексонов;
- демонстрации возможности применения разработанных методов для деструкции металлоорганических комплексов и комплексонов;
- разработке расчетной модели фотохимического реактора с импульсной ксеноновой лампой;
- применению исследованных процессов и разработанных устройств на практике.

Достоверность положений диссертационной работы подтверждается повторяемостью экспериментальных результатов, полученных в нескольких организациях НИИ ЭМ МГТУ им. Баумана (Москва), ИФХЭ РАН (Москва), АО «Красная звезда» (Москва), ЦКП ИЦЧ РАН (Черноголовка), ЦКП ИПХФ РАН (Черноголовка) с использованием современных приборов, методов и средств измерения, их непротиворечивостью, хорошим согласием с опубликованными в крупных научных журналах данными других исследователей.

Результаты работы и защищаемые положения прошли апробацию на семи российских и международных конференциях. Автором опубликовано четыре статьи в журналах из списка ВАК РФ, из них один входит в международные системы цитирования Web of Science и Scopus, также автором было получено два патента и подана заявка на получение еще одного. Публикации соискателя полностью отражают содержание диссертационной работы и подтверждают его **личный вклад** в проведенные исследования.

Диссертация посвящена научным исследованиям в области моделирования физических явлений и процессов, а также разработки и созданию устройств для экспериментальных исследований в различных областях, что соответствует формуле специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики».

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения и четырех приложений (акты внедрения результатов), изложена на 155 страницах, включает 72 рисунка, 10 таблиц и список литературы с общим числом ссылок 124.

Во введении обосновывается актуальность темы, приведены цель и задачи исследования, указана научная новизна и практическая ценность, сформулированы положения, выносимые на защиту, отмечен личный вклад автора. Представлен список научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, в которых были использованы полученные результаты, перечислены конференции, где были сделаны доклады по тематике работы. Имело смысл поместить во введение, также список публикаций и патентов, полученных автором, а не ограничиться лишь указанием их количества.

Первая глава «Аналитический обзор и выбор направления исследований – современные методы и устройства очистки сточных вод техногенного характера» разбита на два части. Раздел 1.1 представляет собой обзор существующих методов деструкции органических веществ и их соединений в техногенных сточных водах с уклоном в сторону разрушения комплексонов и металлоорганических комплексов в жидких радиоактивных отходах. Также в этом же разделе рассматриваются различные источники УФ излучения, способные к применению в методах и устройствах, предлагаемых в данной работе. Представляется более удачным, если бы автор вынес это описание в отдельный раздел. Раздел 1.2 посвящен обзору методик математического моделирования турбулентных потоков жидкости и движения частиц в этих

потоках. Наконец, в разделе 1.3 подводятся итоги проведенному анализу и выполняется постановка задач исследования.

Вторая глава «Разработка расчетной модели фотохимического реактора на основе источника высокоинтенсивного излучения сплошного спектра» как следует из названия, полностью посвящена описанию расчетной методики, позволяющей упростить разработку конструкции фотохимического реактора. Подробно рассматривается каждый из расчетных модулей: модуль расчета формы течения, модуль расчета траектории загрязнителя, модуль расчета излучательных характеристик, модуль фотометрического расчета. Особое внимание уделяется расчету характеристик ксеноновой плазмы - используется методика, сочетающая как эмпирические зависимости, так и базовые зависимости из физики газового разряда. Достаточно оригинально решен вопрос с расчетом поля излучения импульсной лампы в поглощающей среде, где была применена модель теплопередачи излучением в поглощающей среде. Автором была успешно решена задача учета ключевых отличий применяемых им источников излучения от традиционных - работа в импульсно-периодическом режиме и сплошной спектр излучения, о чем, в разделе 2.6, дано исчерпывающее описание. Проверка расчетной модели проведена путем экспериментального сравнения эффективности двух типов конструкции фотохимических реакторов. Показана, хорошая согласованность расчетных значений с экспериментальными данными.

Третья глава «Процессы взаимодействия высокоинтенсивных потоков импульсного оптического излучения сплошного спектра и органических соединений» подробно описывает значительный объем экспериментальных исследований проведенных автором, также она включает в себя и описание всех разработанных стендов и установок, от простых, представляющих собой источник излучения на штативе, до достаточно сложных, предназначенных для работы с радиоактивными веществами. Глава разделяется на две части по типам изучаемых веществ. В первой части изучаются процессы деструкции металлорганических комплексов и комплексонов. Выполнено прямое сравнение ртутной лампы низкого давления с импульсной ксеноновой лампой, показано преимущество последней. Изучен механизм разложения комплексона ЭДТА под действием высокоинтенсивного излучения сплошного спектра. Проведена оценка влияния на эффективность процесса деструкции веществ экранирующего УФ излучение. Отдельно хочется выделить эксперименты непосредственно с реальными жидкими радиоактивными отходами, содержащими ^{60}Co и ^{137}Cs , посредством которых автором была продемонстрирована возможность реального применения разработанных

методов и устройств. Во второй части главы исследовались водные растворы, содержащие высокомолекулярные органические соединения (гемоглобин) высокой концентрации. Оптическая плотность подобных растворов огромна, что полностью исключает применение любых методов, имеющих в своей основе фотоокисление, в работе были использованы физико-химические процессы – коагуляция и фильтрация, а затем, после снижения оптической плотности, уже используется УФ излучение.

Четвертая глава «Практическое применение импульсных комбинированных фотоокислительных деструкции органических соединений» кратко описывает практическую реализацию разработанных в данной работе методов и устройств. Описаны технологическая схема очистки сточных вод фармацевтических производств и опытно-промышленный фотоокислительный модуль для комплекса переработки жидких радиоактивных отходов.

Заключение содержит перечень основных результатов работы. Выводы, сделанные в диссертации, представляются обоснованными.

В приложениях к диссертации находятся четыре акта о внедрении результатов диссертационной работы, подтверждающие что:

- материалы раздела 1.1 использованы НИИ «Энергетического Машиностроения» МГТУ им. Н.Э. Баумана (г. Москва) для постановки задач экспериментальных исследований на макете фотоокислительного модуля
- материалы разделов 3.1.2 и 3.1.3 использованы НИИ «Энергетического Машиностроения» МГТУ им. Н.Э. Баумана (г. Москва) в виде рекомендаций для подготовки технического задания на экспериментальный стенд.
- материалы раздела 3.1 «Экспериментальные исследования процессов деструкции металлорганических комплексов и комплексонов в ЖРО» использованы АО «Красная Звезда» (г. Москва) в виде рекомендаций по проектированию фотоокислительных модулей для комплекса переработки жидких радиоактивных отходов
- материалы раздела 2 «Разработка расчетной модели фотохимического реактора на основе источника высокоинтенсивного излучения сплошного спектра», использованы ФГУП «Экспериментальный завод научного приборостроения со Специальным конструкторским бюро

Российской академии наук» (г. Черноголовка) и ООО «Научно-Производственное Предприятие Мелитта» (г. Москва) в качестве основы для разработки конструкции фотохимических реакторов .

В целом диссертация написана хорошим языком, содержит необходимое количество рисунков и таблиц, иллюстрирующих полученные данные. Автореферат диссертационной работы полностью отражает ее содержание.

Несмотря на общее положительное впечатление от работы в ней обнаружен ряд недостатков:

1. На рис. 1-4 приведен механизм разложения ЭДТА в комбинированном окислительном процессе с использованием ртутной лампы низкого давления, известный из литературных данных, а на рис. 3-9 приведен механизм разложения ЭДТА комбинированном окислительном процессе, но с использованием импульсной ксеноновой лампы - эти механизмы имеют некоторые отличия, обсуждение которых в работе не проводится, хотелось бы получить пояснения автора по данному вопросу.
2. В разделе 2.7 упомянуто, что выбор конкретного типа источника излучения осуществлялся по результатам предварительных расчетов, но нет их конкретного описания. Что это были за расчеты?
3. Автором приводится избыточное количество экспериментальных данных в разделе 3.1.2 (рис. 3-5 – 3-17), которые мало комментируются в самой работе и служат для цели определения констант реакций; следовало бы выбрать более удачную форму представления результатов.
4. Исходя из данных приведенных на рис. 3-33, очистку сточных вод от гемоглобина можно выполнить исключительно посредством коагуляционных процессов, для чего потребовалось использование фотоокислительных технологий?

Высказанные замечания не носят принципиального характера, не опровергают научной новизны или значимости результатов исследования, а также состоятельности защищаемых положений.

Диссертация является самостоятельной завершенной научно-исследовательской квалификационной работой, посвященной разработке новых методов и устройств окислительного разложения сложных органических соединений, содержащей результаты моделирования

физических процессов и включающей разработку оригинальных установок, предназначенных как для проведения экспериментальных исследований, так и для практического внедрения новых физических методов очистки и обезвреживания загрязненных объектов окружающей среды. Тема и содержание диссертационной работы полностью соответствует выбранной специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики».

Полученные автором результаты представляют практический интерес и могут быть использованы в организациях выполняющих работы и проводящих исследования в рамках Приоритетных направлений развития науки, технологии и техники РФ в части «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика» и «Рациональное природопользование». К таким организациям относятся, в первую очередь, компании входящие в ГК «Росатом»: Акционерное общество АО «Концерн Росэнергоатом» (входящие в него все российские АЭС), Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е. И. Забабахина (г. Снежинск), Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (г. Саров), Акционерное Общество «Всероссийский научно-исследовательский институт по эксплуатации атомных электростанций» (г. Москва), Акционерное общество «Красная Звезда» (г. Москва). Результаты работы могут также быть использованы в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт физиологически активных веществ Российской академии наук (г. Черноголовка), Акционерном обществе «Федеральный научно-производственный центр «Научно-исследовательский институт прикладной химии» (г. Сергиев Посад), Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт проблем химической физики РАН (г. Черноголовка), Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии» (г. Москва), Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук (г. Москва), Федеральном государственном учреждении науки Институт фундаментальных проблем биологии Российской академии наук (г. Пущино).

Полученные автором результаты могут быть использованы в учебном процессе для бакалавров, магистров и аспирантов по направлению

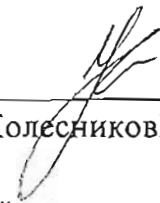
«Химическая технология» и «Энергосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» в РХТУ имени Д. И. Менделеева.

По научной новизне, актуальности, объему и обоснованности научных результатов диссертационная работа Новикова Дмитрия Олеговича полностью отвечает всем требованиям ВАК РФ, изложенным в п.9. Положения ВАК РФ «О присуждении ученых степеней», (утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842), а ее автор, Новиков Дмитрий Олегович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики».

Диссертационная работа доложена Новиковым Д.О. на научном семинаре лаборатории «Физико-химических технологий обработки воды» кафедры «Технология неорганических веществ и электрохимических процессов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» 17 марта 2016 года.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры «Технология неорганических веществ и электрохимических процессов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» и утвержден протоколом № 8 от 22 марта 2016 г.

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технология неорганических веществ и электрохимических процессов Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева
Адрес: 125047 Москва, Миусская пл., 9
Моб. тел.: +7-925-740-2660
e-mail: kolesnikov-tnv-i-er@yandex.ru



(В.А. Колесников)
Колесников Владимир Александрович

Кандидат технических наук, доцент, ученый секретарь кафедры технология неорганических веществ и электрохимических процессов Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева
Адрес: 125047 Москва, Миусская пл., 9
Моб. тел.: +7-985-260-7820
e-mail: el-liberman@mail.ru



(Е.Ю. Либерман)
Либерман Елена Юрьевна





Либерман Елена Юрьевна
и Либерман Е.Ю. заверено
Нач. кафедры Либман Е.Ю.