

В диссертационный совет Д 002.110.02  
на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Объединенный институт высоких температур  
Российской академии наук (ОИВТ РАН)  
125412, Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2.

Отзыв официального оппонента Коротеева Анатолия Анатольевича  
на диссертацию Васильевой Татьяны Михайловны  
"Получение биоактивных соединений и материалов на основе процессов,  
стимулированных пучково-плазменным воздействием на вещество",  
представленную на соискание ученой степени доктора технических наук  
по специальности 01.04.08 – физика плазмы

Диссертационная работа Т.М. Васильевой посвящена разработке устройств для получения биологически активных веществ, а также исследованию новых способов их синтеза. Перспективными в соответствующей области безусловно являются методы, основанные на пучково-плазменном воздействии на вещество.

Актуальность темы диссертационной работы подтверждается постоянно возрастающим интересом к приложениям низкотемпературной плазмы в медицине, фармакологии и ряде смежных научных дисциплин. Подобные исследования проводятся ведущими российскими и зарубежными научными центрами, проводящими исследования в области физики и техники плазмы. Относительно недавно выполнение схожих по тематической направленности работ стали проводить также медицинские научные организации и предприятия биологического и биотехнологического профиля.

Исследования Т.М.Васильевой, результаты которых составляют основу рецензируемой диссертационной работы, ориентированы на решение прикладных и практически важных задач в области разработки плазмохимических технологий получения биоактивных соединений для новых лекарственных препаратов, материалов медицинской техники, биосенсоров.

Автор работы направила основные усилия на экспериментальное обоснование реализуемости и конкурентоспособности методов пучково-плазменного воздействия на вещество, разработку научных основ конструирования пучково-плазменных реакторов, выявление закономерностей, связывающих условия обработки исходных неорганических веществ и органических соединений с биологическими свойствами получающихся продуктов.

Научная ценность проведенного исследования и полученных результатов определяется отличительной особенностью подхода, состоящего в использовании электронно-пучковой плазмы, возбуждаемой инжекцией электронного пучка в плотную газообразную среду. Этот способ генерации плазмы применяется редко, а сама



электронно-пучковая плазма в условиях проводившихся экспериментов является малоизученной. Публикации по медико-биологическим приложениям электронно-пучковой плазмы к моменту начала работы над диссертацией практически отсутствовали, а методы и подходы, предложенные Т.М.Васильевой для получения биоактивных соединений и материалов, характеризуются несомненной научной новизной.

Достоверность полученных результатов и обоснованность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждаются использованием аттестованных современных средств измерений и диагностики, тщательной верификацией методик экспериментов, а также многочисленными обсуждениями результатов работы на научных мероприятиях различного уровня.

Личный вклад автора является достаточно весомым и подтверждается наличием значительного числа публикаций в рецензируемых журналах высокого научного уровня, подготовленных без соавторов.

Соискателем проделана большая и трудоемкая экспериментаторская работа по изучению возможности применения электронно-пучковой плазмы, возбуждаемой непрерывными концентрированными электронными пучками, для целей обработки термолабильных материалов и проведения плазмохимических реакций как в гомогенных, так и в гетерогенных средах. Разработан генератор пучковой плазмы мощностью до 4 кВт при энергии электронов 25-30 кэВ, работающий в диапазоне давлений 0,1-100 Торр. Для транспортировки электронного пучка из вакуума в область повышенного давления использовались многоступенчатые газодинамические выводные окна. Адаптация перспективных малогабаритных выводных систем для реализации производственных технологий является бесспорным достижением диссертанта, сумевшего преодолеть целый ряд технических трудностей, в том числе в части решения задачи обеспечения работоспособности генератора плазмы при использовании в качестве плазмообразующей среды агрессивных газов и паров.

Заслуживают также внимания созданные автором генераторы гибридной плазмы, в которых одновременно работают два ионизатора- поток быстрых электронов и газовый ВЧ-разряд. В этом случае путем варьирования тока и сканирования пучка достигаются новые возможности управления плотностью энерговыведения в плазменном объеме.

Одним из существенных достижений автора является создание плазмохимических реакторов для работы с объемными твердыми телами, тонкими пленками и порошками материалов различной природы. Возможность получения равновесных концентраций электронов и тяжелых химически активных частиц в относительно холодном газе при сравнительно больших размерах рабочей камеры составляет важную особенность



созданных диссертантом аппаратов. Существенной является также возможность управления распределением частиц внутри реакционной камеры с целью получения оптимальных характеристик реактора.

Диссертантом отработаны методики исследования свойств продуктов, получающихся в результате пучково-плазменной обработки материалов, структуры поверхности плазменно-модифицированных образцов, выявления и количественной оценки их биологической активности. Подробному описанию и обоснованию этих методик посвящена значительная часть **главы 2**. Уровень проведенных диагностических исследований и методической отработки экспериментов свидетельствует о высокой квалификации автора и позволяет с доверием отнестись к результатам работы.

Конструкция пучково-плазменного реактора, работа его отдельных подсистем и их интеграция в единую систему описаны в **главе 3**. Особенности конструктивных и схемных решений реактора, обусловленные спецификой технологических задач, рассматриваются также в других разделах при описании методик проведения соответствующих экспериментов. **Глава 4** посвящена решению задачи формирования реакционного объема при инъекции электронного пучка в зону, содержащую диспергированные порошки биополимеров. Цель исследования состояла в обеспечении устойчивости реакционного объема, управляемости процессов обработки порошкообразных материалов, а также достижении ее высокого качества.

На основе исследования характеристик плазмы и свойств полученных материалов установлены закономерности, связывающие параметры пучково-плазменного воздействия с физико-химическими и биологическими свойствами образующихся продуктов плазмохимических реакций. Выявленные закономерности позволили разработать методы оптимального управления процессом получения биоактивных низкомолекулярных соединений на основе белков и полисахаридов, а также биоактивных покрытий и материалов.

Процессы получения низкомолекулярных биоактивных продуктов при деструкции биополимеров (белков и полисахаридов) в электронно-пучковой плазме рассмотрены в **главе 5**. Автором получены низкомолекулярные пептиды и олигосахариды, обладающие антиагрегационной, антибактериальной, фунгицидной и фитостимулирующей активностью; эффективные гемостатические материалы на основе тонких пленок и губок полисахаридов; композиционные и гибридные материалы и покрытия с улучшенной биосовместимостью; комплексы «биополимер-низкомолекулярное органическое лекарственное соединение». Значительный объем накопленных экспериментальных данных и их аргументированная интерпретация дают основания рассматривать



полученные результаты как основу нового технологического направления при решении задач глубокой переработки природного органического сырья нетрадиционными методами.

В главе 6 рассмотрены процессы синтеза биоактивных покрытий и новых функциональных материалов, а также комплексов «биополимер-низкомолекулярное органическое соединение», стимулированные электронно-пучковой плазмой. Подробно описаны синтез неорганических соединений на поверхности компактных твердых тел сложной геометрии и частиц дисперсных порошков; осаждение однослойных и многослойных покрытий в различных комбинациях материалов подложки и осаждаемого вещества; модификация структуры и свойств поверхности материалов неорганической и органической природы.

Интерпретации результатов, приведенных в главах 5 и 6, посвящена глава 7, в которой дан анализ физико-химических механизмов воздействия электронно-пучковой плазмы на вещество и рассмотрены аспекты верификации физико-химических моделей, использовавшихся автором. Совместно с экспериментами проведено компьютерное моделирование процессов, происходящих в электронно-пучковой плазме и характеризующих ее взаимодействие с поверхностями твердого тела или частиц диспергированного в реакционном объеме материала.

К недостаткам диссертации следует отнести:

- отсутствие описания технических решений, позволивших использовать агрессивные газы и пары в качестве плазмообразующих сред; некоторые газы, попав на катод электронной пушки, способны быстро вывести его из строя;
- отсутствие в работе анализа влияния возможных загрязнений плазмообразующей среды на свойства продуктов, получаемых в пучково-плазменных реакторах рассматриваемого типа.

Перечисленные замечания не ставят под сомнение основные научные положения и выводы, сформулированные в диссертации, не снижают научной и практической значимости полученных автором результатов и не влияют на общее положительное восприятие работы.

Результаты диссертации опубликованы в авторитетных научно-технических журналах и докладывались на представительных научных конференциях. Работа хорошо оформлена, подбор иллюстраций облегчает восприятие и понимание излагаемого материала.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.



Диссертация Васильевой Татьяны Михайловны является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны положения, совокупность которых можно классифицировать как научное достижение в области физики плазмы. В диссертации сформулированы новые принципы организации технологических процессов получения биоактивных соединений и материалов, основанные на действии электронно-пучковой плазмы, приведены новые технические решения плазменных установок, обоснованы рекомендации по выбору условий осуществления процессов.

Таким образом, диссертация Васильевой Татьяны Михайловны "Получение биоактивных соединений и материалов на основе процессов, стимулированных пучково-плазменным воздействием на вещество" соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (п. 9), утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы.

Доктор технических наук по специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов, академик РАН, директор научно-образовательного инновационного центра «Новые космические технологии и наземные высокотехнологичные процессы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

А.А. Коротеев



22 сентября 2016 г.

Почтовый адрес: 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, А-80, ГСП-3  
Контактный телефон: +7(499) 158-17-41 +7(499) 158-48-30  
Адрес электронной почты: [chkt@yandex.ru](mailto:chkt@yandex.ru)

Подпись д.т.н., академика РАН Коротеева А.А. заверяю:

Ученый секретарь

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

кандидат технических наук

Почтовый адрес: 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, А-80, ГСП-3  
Контактный телефон: +7(499) 158-58-62 +7(499) 158-51-35  
Адрес электронной почты: [uch\\_sovet@mail.ru](mailto:uch_sovet@mail.ru)



А.О.Шемяков