

Отзыв на автореферат диссертации

Аунга Мьята Хейна

«Гибридная плазма газовых смесей как инструмент комбинированного воздействия на полимерные материалы с целью повышения их биосовместимости», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.08 – Физика плазмы

Работа касается использования плазменной обработки полимерных материалов с целью повышения их совместимости с живыми тканями. В качестве источника плазмы используется оригинальной конструкции гибридный плазмо-химический реактор, в котором ионизация разряженных газовых смесей осуществляется совместным действием пучка электронов и ВЧ разряда. Далее идут пункты с акцентами рецензирующего.

Актуальность. Работа актуальна, так как в значительной степени расширяет технологические возможности применения плазмы для обработки материалов. Используемый вариант гибридного генератора плазмы позволяет управлять *in situ* пространственным распределением концентрации активных частиц плазмы. В случае относительно высокого давления газа пучок электронов инициирует несамостоятельный объемный разряд, поддерживаемый внешним ВЧ полем, характеризующийся хорошей объемной равномерностью свойств неравновесной плазмы, что важно для множества применений, в т.ч. для обработки материалов с минимальным термическим воздействием, в частности, пластмасс, с целью повышения их биосовместимости.

Научная новизна. Оригинальная конструкция генератора плазмы (гибридного реактора) позволяет осуществлять новые фундаментальные и прикладные исследования. Развиваемый метод позволяет управлять пространственным распределением плотности неравновесной плазмы с помощью пучка электронов с отклоняющей системой, что необходимо для обработки термически неустойчивых материалов. В качестве демонстрации возможностей метода проведена модификация поверхности изделий из ПММА с целью модификации гидрофильно/гидрофобных свойств, влияющих на биосовместимость. На реальных объектах (стоматологических протезах), показана высокая эффективность метода.

Практическая значимость. Разработанный технологический прием, в т.ч. управление пространственным распределением плотности плазмы, обладает высоким технологическим потенциалом и может быть применен не только для обработки поверхности материалов для модификации их различных потребительских свойств. С учетом возможности использования различных плазмообразующих газов, с помощью предлагаемого метода могут реализовываться различные технологические операции обработки материалов, в том числе и CVD и PVD технологии.

В ходе изучения автореферата возникло несколько замечаний и вопросов:

1. Термин «гибридная плазма» не совсем удачен, особенно в заголовке. Обладает ли подобная плазма существенными особенностями, чтобы ее так называть – это отдельный дискуссионный вопрос. «Гибридный реактор», «гибридный метод генерирования плазмы» - эти термины тоже применяются, и именно они обычно используются в статьях, на которые ссылается диссертант и соавторы, говоря о примерах «гибридной плазмы».

2. В описании «вычислительных экспериментов» не хватает технических параметров, из-за этого возникает ряд вопросов. Так, в описании Главы 4 (стр. 11) приводится моделирование процессов внутри «цилиндрического кварцевого контейнера». Какие размеры этого контейнера? Также речь идет о температурах газа, «частиц» и поверхности



образца (которые в условиях равновесия равны). Но какой величине эти температуры равны – не указывается. Очевидно, что температура вблизи поверхности образца не должна быть высокой (для исключения термической деструкции полимеров, в т.ч. ПММА). **Вопрос: какова температура образца при плазменной обработке?**

Далее идет речь о моделировании процесса для титановой трубы диаметром 22 мм. И в данном случае, речь идет, по-видимому, уже о равновесной температуре (судя по графикам на рис. 4, порядка 500-600° С. Как эти условия относятся к условиям обработки термически лабильного полимерного материала плазмой?

Величина Q , определяемая формулой на с. 11 автореферата, названа «энергией пучка, выделяющейся в плазмообразующем газе при неупругих столкновениях электронов с молекулами газа». Далее, на с. 12, эта величина названа «энерговкладом (скоростью ионизации)». Поскольку размерность Q , исходя из формулы - $[см^{-3}с^{-1}]$, то эту величину корректнее было бы называть скоростью ионизации. Энерговклад в газ в рассматриваемом приближении пропорционален скорости ионизации, но имеет другую размерность.

3. Не указаны **параметры ВЧ разряда (ток, напряжение и т.п.)**.

4. В содержании Главы 5, описание рис. 7 (стр 16, 2-ой абзац сверху): На рис.7 представлены только линии азота (в области между 310-460 нм), в то время как в обсуждении с ссылкой на рис. 7 речь идет и о линиях аргона и кислорода в области между 750-850 нм.

5. Описание Главы 6 (стр. 16): «Хотя небольшое снижение Θ_W при увеличении времени хранения до 7 дней продолжалось, его конечное значение не достигало значения Θ_W исходного, немодифицированного ПММА». По логике изложения, вместо «снижение Θ_W », по-видимому, должно быть «повышение Θ_W ». Хотя смысл происходящего ясен и так: изменяется незначительно.

6. **О списке публикаций.** Значительная часть публикаций посвящена обработке хитина и хитозана, о которых ничего не сказано в автореферате. Поэтому возникает **вопрос: каковы результаты действия «гибридного метода» обработки плазмой на эти биополимеры?**

... Обнаружено по 2 опечатки на 3-й и 11-й стр.

Замечания относятся скорее к некоторой неоднозначности отдельных формулировок и вполне могут быть скомпенсированы акцентами в докладе и/или ответами на вопросы. Они не ставят под сомнение какие-либо результаты и достижения, поэтому не имеют принципиального значения.

Диссертация Аунга Мьята Хейна, судя по автореферату, отражает большой объем проделанной работы, имеет признаки оригинального законченного научного исследования при значительной практической значимости полученных результатов. Работа соответствует требованиям действующего Положения ВАК РФ о присуждении ученых степеней, а сам соискатель заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.08 – «Физика плазмы».

Дата: 28.11.2019 г.

Руководитель группы низкотемпературной плазмы
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института электрофизики Уральского отделения Российской
академии наук, с.н.с., к.х.н.,
Филатов Игорь Евгеньевич

Адрес: 620016, Екатеринбург, ул. Амундсена, 106.
Телефон: +7(343) 267-88-28; e-mail: fil@iep.uran.ru

Подпись Филатова И.Е. заверяю:
ученый секретарь ИЭФ УрО РАН, к.ф.-м.н.

Скопец

