

ОТЗЫВ

официального оппонента Худайбергенова Гамзата Жапаровича
о диссертации Ижойкина Дмитрия Александровича
«Плазменное окисление изотопов углерода в магнитном поле»,
представленной на соискание учёной степени кандидата физико-
математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и
плазмы

Диссертация посвящена изучению физико-химических процессов в высокочастотной низкотемпературной плазме, распределению изотопов углерода между продуктами плазмохимических реакций во внешнем магнитном поле. Приводятся результаты экспериментальных исследований.

Актуальность диссертационного исследования Ижойкина Д.А. обусловлена широким развитием плазменных технологий, в том числе при разработке технологий создания новых материалов с измененным изотопным составом. При этом важной является, в том числе, разработка научных основ новых методов разделения изотопных смесей. Исследования применения магнитного поля на интенсификацию плазмохимических процессов являются одним из перспективных научных направлений.

Основные результаты, определяющие новизну и ценность работы следующие.

Впервые обнаружено значительное обогащение монооксида углерода по изотопу ^{13}C при неполном окислении углерода в результате радикальных процессов в низкотемпературной плазме, находящейся в магнитном поле. Различие в скоростях плазменного окисления изотопов углерода в постоянном магнитном поле позволяет создавать основы нового метода разделения изотопов.

Разработана феноменологическая модель процесса разделения изотопов с магнитными и немагнитными ядрами в низкотемпературной плазме, помещенной во внешнее постоянное магнитное поле. Это расширяет рамки использования известных закономерностей воздействия постоянного магнитного поля на плазмохимические процессы.

Новизна исследований подтверждена 2 изобретениями.

Практическая ценность результатов исследований связана с разработкой методов и устройств контроля параметров низкотемпературной плазмы и отбора газовых проб.

Разработано устройство для определения газовой температуры плазменного потока, в котором реализован контактный способ определения температуры. Конструкция устройства для определения газовой температуры плазменного потока позволяет фиксировать факт превышения заданного значения газовой температуры в разных точках плазменного потока по температурам плавления металлических проводов. При помощи устройства оценено осевое распределение температуры высокочастотного факельного (ВЧФ) разряда.

Разработано устройство для возбуждения высокочастотного факельного разряда без механического контакта дополнительного электрода с высоковольтным электродом, что позволяет инициировать разряд в полуавтоматическом режиме и создавать герметичные плазмохимические реакторы.

Разработано устройство для отбора пробы из высокотемпературного химически реагирующего потока, позволяющее совмещать отбор пробы газовых продуктов плазмохимической реакции с процессом их закалки для повышения достоверности анализа.

Современный уровень и достоверность полученных результатов диссертации не подлежат сомнению и обусловлены корректным использованием широко известных научных положений, математических уравнений, пакетов программ и аттестованных приборов для экспериментальных исследований. Теоретические и экспериментальные исследования проведены, квалифицировано и технически грамотно. Достоверность результатов обеспечена отсутствием противоречий между полученными автором данными и выводами с научными результатами других авторов.

Все основные результаты диссертационной работы опубликованы в журналах, входящих в список ВАК, рекомендованных для опубликования научных результатов, используемых в диссертациях, а также в журналах, индексируемых в Scopus.

По результатам рассмотрения диссертационной работы Ижойкина Д.А. выявлены следующие недостатки.

1. Отмечая, неравновесность ВЧФ разряда, автор не рассматривает электронную компоненту плазмы: кинетику электронов, их концентрацию, вид и форму функции распределения электронов по энергиям. В то время как, электронно-индуцированные процессы в химической модели учитываются.

2. В работе не указана мощность, вкладываемая в разряд для различных газовых составов плазмообразующего газа. Следует отметить, что проблема согласования ВЧ мощности с нагрузкой на частоте 27 МГц является серьезной и для различных условий, вкладываемая мощность может быть разной, тем более в присутствии внешнего магнитного поля.

3. В третьей главе диссертации рисунки спектра излучения светодиода представлены как скриншоты программы и совершенно не читаются. Тем более спектр поглощения плазмы следовало бы совместить с исходным спектром, без плазмы (рис.3.8).

4. В главе 4 описано устройство для концентрирования компонентов газовой смеси, содержащее баллон, откачиваемый форвакуумным насосом, однако, такой насос даже после длительной откачки не обеспечит требуемую глубину вакуума для газового анализа. В спектре остаточных газов будут присутствовать линии азота, кислорода, паров воды и др., высокой интенсивности.

5. Автор приводит пример спектра отобранной смеси, а спектр остаточных газов не приводится, поэтому нельзя однозначно утверждать, что пик массы 28 относится именно к монооксиду углерода, а не к молекулярному азоту.

6. Химические реакции в таблице А.3 приводятся без констант химического равновесия, например, процесс А.10 сильно зависит от температуры разряда, а сама реакция протекает как прямом, так и в обратном направлении, автор приводит только константу скорости.

К незначительным замечаниям следует отнести:

- а) автор использует внесистемные единицы измерения давления (атм), в то время как постановление правительства РФ от 31 октября 2009 г. N 879 допускает использование только технической атмосферы (ат);
- б) в работе упоминаются коммерческие пакеты ANSYS, COMSOL, TERRA, следует указывать конкретную программу, например, ANSYS HFSS, на которую ссылается автор;
- в) автор использует термины и названия, не употребляемые в научно-технической литературе, например, «угарный газ»;
- г) на стр. 116 имеется ссылка на рис. 4.8, которая по смыслу не подходит под описание, очевидно, что ссылка на рис. 4.7.

Отмеченные замечания не принципиальны и не снижают общей высокой научной оценки диссертации.

Автореферат в полной мере отражает структуру и содержание диссертации.

Заключение. Считаю, что диссертационная работа удовлетворяет современным требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы, а Ижойкин Дмитрий Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры экспериментальной физики и радиофизики Омского государственного университета им. Ф. М. Достоевского

Худайбергенов Г.Ж.

Подпись Худайбергенова Г.Ж. заверяю:

Ученый секретарь Ученого совета ОмГУ



Ковалевская Л.И.