

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Синцова Сергея Владиславовича:  
«Разряд атмосферного давления, поддерживаемый в сфокусированных квазиоптических пучках непрерывного миллиметрового излучения»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы.

В настоящее время разряды атмосферного давления используются в широком спектре промышленных плазмохимических приложений. Разложение молекулярных газов в плазме позволяет получить целевой продукт реакции и его соединения в различных агрегатных состояниях. Учитывая масштабы потенциальных промышленных приложений, они должны проводиться при атмосферном давлении, где возможна реализация режима с большой скоростью прокачки сырьевых газов через активную зону. К недостаткам такого способа можно отнести высокую скорость процессов выравнивания температурных характеристик плазмы, приводящих к существенному снижению скорости разложения высокостабильных молекул и эффективности проводимых реакций. Поскольку активация плазмохимических процессов зачастую имеет пороговый энергетический характер, в неравновесной плазме, где температура электронов значительно превышает поступательную температуру, возможна реализация режима селективного вклада энергии в целевой канал реакции. Также создание низкотемпературных источников плазмы атмосферного давления важно с точки зрения процессов закалки продуктов плазмохимической реакции и снижения скорости обратных реакций, что также влияет на производительность. Поэтому одной из перспективных задач современной плазмохимии является создание мощных и надежных источников плазмы атмосферного давления с существенно неравновесными температурными характеристиками. В настоящее время одним из перспективных способов поддержания химически активной плазмы атмосферного давления является микроволновый нагрев, что обусловлено возможностью локализации энерговклада и зоны поддержания разряда. В таких разрядах атмосферного давления могут быть реализованы особые режимы нагрева плазмы с неравновесными температурными характеристиками и неоднородной пространственной структурой.

В работе Синцова С.В. исследуется возможность использования мощных и надежных источников миллиметрового излучения – гиротронов, для создания плазмы в потоке газа при атмосферном давлении в непрерывном режиме со существенно неравновесными температурными характеристиками. В современной плазмохимии нагрев плазмы высокого давления миллиметровыми волнами в непрерывном режиме является

новым и перспективным направлением исследований. Применение систем квазиоптической фокусировки миллиметрового излучения позволяет добиться высокого удельного энерговклада в разряд и пространственной локализации области поддержания плазмы с характерным масштабом, порядка длины волны греющего поля, что важно с точки зрения поддержания неравновесной химически активной плазмы. В исследованном разряде наблюдаются тонкие нитевидные филаментарные образования, окруженные плазменным ореолом. В рамках данной работы было показано, что электронная температура в таком плазменном ореоле превышает температуру газа более чем на порядок, а электронная плотность на два порядка. С точки зрения плазмохимических приложений, локализация разряда сфокусированным квазиоптическим пучком миллиметрового излучения позволяет организовать динамический режим подмешивания в плазменный факел газов окружающей его атмосферы. Это приводит к эффективной активации молекулярных газов на поверхности локализованного плазменного факела, имеющего существенно неравновесные температурные характеристики. Эффективность представленного способа организации неравновесных плазмохимических процессов была подтверждена в рамках диссертационной работы на примере задачи разложения углекислого газа.

Автореферат в целом дает представление о проделанной автором научной работе. Основные результаты работы опубликованы в уважаемых рецензируемых журналах, их новизна, научная и практическая значимость не вызывает сомнений.

В качестве замечаний к автореферату следует отнести следующее:

1. Недостаточно охарактеризован термин «распределение температурных характеристик плазмы». Создается впечатление, что речь идет об измерении функции распределения частиц по энергиям.
2. Из текста автореферата непонятна методика определения степени разложения углекислого газа - каким методом и в каком месте проводилось измерение.
3. Нет разъяснения к термину «энергоэффективность конверсии углекислого газа».

Указанные замечания являются незначительными и не умаляют высокой ценности работы, новизны и достоверности ее результатов.

Можно заключить, что автореферат соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», а Синцов Сергей Владиславович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – «физика плазмы».

Выражаю согласие на обработку моих персональных данных, связанных с защитой диссертации.

Отзыв составил:

Ведущий научный сотрудник ИМЕТ РАН

Кандидат технических наук

Самохин Андрей Владимирович

Адрес: 119334, г. Москва, Ленинский проспект, 49, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН)

Email: samokhin@imet.ac.ru

Тел.: +7-499-134-4364



*А.В. Самохин*

Подпись А.В. Самохина заверяю.

Ученый секретарь ИМЕТ РАН

Фомина Ольга Николаевна

*О.Н. Фомина*