

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.

Согласно информации, представленной в автореферате, диссертационная работа С.В. Синцова посвящена исследованию разрядов атмосферного давления, поддерживаемых в потоке газа в квазиоптических пучках непрерывного миллиметрового излучения. В качестве источников миллиметрового излучения были использованы гиротроны с частотами излучения 24 и 263 ГГц. Целью настоящей работы являлось изучение возможности использования мощных источников миллиметрового излучения для поддержания плазмы в потоке газа при атмосферном давлении в непрерывном режиме с существенно неравновесными температурными характеристиками. Для этого были проведены измерения температурных характеристик и электронных плотностей в разрядах атмосферного давления, поддерживаемых в сфокусированных квазиоптических пучках непрерывного миллиметрового излучения. Было показано, что в обоих типах разрядов температура электронов на порядок превышает температуру газа, а электронная плотность больше критического значения для частоты греющего поля. Эффективность данного типа неравновесного разряда атмосферного в решении современных промышленных плазмохимических задач была продемонстрирована на примере плазменного разрушения углекислого газа. Исследованный микроволновый разряд атмосферного давления, поддерживаемый в потоке аргона в окружающей атмосфере воздуха в квазиоптическом пучке непрерывного миллиметрового излучения К-диапазона, имеет неоднородную пространственную структуру. Появление нитевидных плазменных каналов, ориентированных вдоль направления потока газа, обусловлено развитием ионизационно-перегревной неустойчивости с газодинамическим выносом плазмы вдоль направления потока газа. При этом характерный размер нитевидных филаментарных структур определяется амбиполярной диффузионной длиной, которая не зависит от мощности внешнего нагрева. Также в исследованном разряде атмосферного давления в потоке газа, поддерживаемом в сфокусированном квазиоптическом пучке мощного непрерывного миллиметрового излучения, продемонстрирован новый механизм формирования неравновесного плазменного ореола, обусловленный динамическим диффузионным турбулентным выносом плазмы из филамент. В рамках данной работы впервые исследованы свойства и параметры плазмы разряда атмосферного давления,

поддерживаемого в потоке газа в сфокусированном квазиоптическом пучке мощного непрерывного субтерагерцового излучения. В качестве источника был использован гиротрон с частотой излучения 0.263 ТГц. Продемонстрированы существенная неравновесность температурных характеристик разряда данного типа и близость электронной плотности к критическому значению для частоты греющего поля. Также впервые для решения задачи плазменного разложения углекислого газа при атмосферном давлении был использован разряд, локализованный в сфокусированном квазиоптическом пучке непрерывного миллиметрового излучения К-диапазона. В качестве источника был использован гиротрон с частотой излучения 24 ГГц. Продемонстрированы многообещающие результаты конверсии углекислого газа (до 31%) и энергоэффективности процессов (до 16%), превышающие многие современные рекордные значения для бескатализаторных разрядов атмосферного давления. Продемонстрирован новый механизм формирования плазменного ореола в разряде атмосферного давления, поддерживаемого в потоке аргона в окружающей атмосфере воздуха в квазиоптическом пучке непрерывного миллиметрового излучения, обусловленный диффузионным турбулентным выносом плазмы из областей с развитой ионизационно-перегревной неустойчивостью. Результаты, представленные в данной диссертационной работе, могут иметь практическое применение в задачах промышленного плазмохимического разложения газовых молекулярных соединений при атмосферном давлении. Использование мощных и надежных источников мощного непрерывного миллиметрового излучения для поддержания разряда в потоке газа при атмосферном давлении позволяет пространственно локализовать область поддержания разряда и реализовать режим турбулентного смешения плазмообразующих газов. В рамках данной работы была продемонстрирована высокая эффективность разложения углекислого газа в плазме, поддерживаемой непрерывным миллиметровым излучением К-диапазона.

Проведенные в диссертационной работе исследования, несомненно, практически значимы. Определение критических величин зачастую дублируется, а потому полученные результаты измерения плазменных параметров являются достоверными. На основе представленной в автореферате информации можно заключить, что диссертационная работа С.В. Синцова выполнена на высоком научном уровне. Основные результаты работы опубликованы в высокорейтинговых иностранных журналах.

В качестве замечаний можно отметить:

- 1) Как известно, высокочастотное электромагнитное излучение действует, прежде всего, на электронную подсистему стационарной неравновесной плазмы. Такой первичный электронный

нагрев распространяется и распределяется по колебательным, вращательным и поступательным степеням свободы. В этой связи требует пояснения утверждение о том, «... что температура электронов не изменяется с ростом поглощенной мощности и составляет 1 эВ...» (стр. 10 автореферата).

2) Приводимые в автореферате значения мощности нагрева плазмы, например, 1300 Вт на стр. 14 не дают представления об удельном воздействии на единицу объема и требуют т.о. «расшифровки».

3) Рецензент в автореферате не нашел, как определялась степень конверсии?

Отмеченные недостатки не снижают общего положительного впечатления от автореферата. Автореферат излагает материалы законченной научно-квалификационной работы по актуальной теме, которая соответствует всем требованиям п. 9 «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 ИХВВ РАН, доктор химических наук
Кутьин Александр Михайлович

Адрес: 603951, г. Нижний Новгород, Бокс-75, ул. Тропинина, д. 49, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девярых Российской академии наук.

Email: kutyin@ihps-nnov.ru

Тел.: 8 905 6611818; служ.8(831) 4629619



5.11.2020 Кутьин А.М.

Подпись Кутьина А.М. заверяю.

Начальник отдела кадров

Федоренко М.Ю.

Подпись

