

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию
Чукаловского Александра Александровича
на тему:

"ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С УЧАСТИЕМ ВОЗБУЖДЁННОГО В
ПЛАЗМЕ СИНГЛЕТНОГО КИСЛОРОДА В КИСЛОРОД-ЙОДНЫХ И ВОДОРОД-
КИСЛОРОДНЫХ ГАЗОВЫХ ПОТОКАХ",

представленную на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.08 - физика плазмы

Чукаловский А.А. обучался на кафедре атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники физического факультета МГУ до 2008 г. С 2005 г. принимает участие в НИР, проводимых в ОМЭ НИИЯФ МГУ. Чукаловский А.А. закончил с отличием Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова в 2008 г. по специальности «Физика». После окончания аспирантуры в 2011 г. Чукаловский А.А. продолжил работу в отделе микроэлектроники НИИЯФ МГУ на должности младшего научного сотрудника. С 2014 года работает на должности научного сотрудника.

Научная работа Чукаловского А.А. за время деятельности на кафедре и в отделе микроэлектроники НИИЯФ МГУ была связана с теоретическим исследованием кинетических процессов с участием электронно-возбужденных атомов и молекул применительно к проблеме кислород-йодного лазера и к проблеме плазменно-стимулированного горения. В ходе исследований Чукаловский А.А. проявил самостоятельность и способность вдумчиво анализировать широкий спектр задач, от процессов в плазме до кинетики в проточных реакторах и ударных трубах, включая детальный анализ литературных экспериментальных результатов.

Чукаловским А.А. разработаны самосогласованные математические модели для описания физико-химических процессов в различных газовых потоках и средах с учётом детальной кинетики химических реакций. Чукаловский А.А. принимал участие в ряде всероссийских и международных конференций, имеет 19 печатных работ, является участником грантов РФФИ, РНФ и государственных контрактов.

Диссертация Чукаловского А.А. посвящена актуальным задачам: 1) повышения эффективности создания инверсии в рабочей среде электроразрядного кислород-йодного лазера (ЭР КИЛ), 2) разработки детальных кинетических схем для описания процессов в топливо-содержащих смесях в с плазменной активацией окислителя.

В частности с помощью разработанных моделей проведено моделирование системы дозвукового ЭР КИЛ и анализ процессов в смеси $I_2/He-O_2/O_2(^1\Delta_g)/O$. Получена оценка константы скорости реакции $I^*(^2P_{1/2})+O \rightarrow I(^2P_{3/2})+O$. Для модельной системы непрерывного дозвукового ЭР КИЛ на основе ВЧ-разряда найден оптимальный режим по расходу и степени предварительной диссоциации потока йода.

Детальное рассмотрение имеющихся в литературе экспериментальных данных помогло получить новые сведения по кинетике процессов в смесях $H_2-O_2-O_2(^1\Delta_g)$. Так, впервые было показано, что константа скорости тушения электронно-возбужденных состояний молекулы $HO_2^*(^2A')$ не превышает константы скорости V-T релаксации молекул $HO_2(v)$, что позволило получить оценки констант скоростей процессов с участием молекул $O_2(^1\Delta_g)$ и радикалов HO_2 в

основном и электронно-возбуждённом состояниях. Моделирование всех стадий эксперимента по воздействию активированного в плазме синглетного $O_2(^1\Delta_g)$ кислорода на воспламенение H_2-O_2 смеси в проточном реакторе позволило впервые получить оценку для константы скорости ключевого процесса - $H+O_2(a^1\Delta_g)\rightarrow O+OH$, ускоряющего развитие цепного окисления водорода в присутствии $O_2(^1\Delta_g)$, в области высоких температур - 780 К. На основании имеющихся экспериментальных и теоретических данных по константе скорости и каналам реакции $H+O_2(a^1\Delta_g)\rightarrow products$ в работе был предложен новый механизм этого процесса с учётом взаимодействия нижних электронных состояний $^2A'$ и $^2A''$ молекулы HO_2 за счёт эффекта Реннера-Теллера, а также дано объяснение высокой вероятности спин-запрещённой реакции $H+O_2(^1\Delta_g)\rightarrow H+O_2(^3\Sigma)$. Моделирование экспериментов как в проточных реакторах, так и в ударных трубах в смесях $H_2-O_2-O_2(^1\Delta_g)$ в диапазоне температур 300 - 1000 К позволило получить температурную зависимость константы скорости реакции $H+O_2(a^1\Delta_g)\rightarrow O+OH$, а также дать рекомендации по зависимости константы скорости реакции $H+O_2(a^1\Delta_g)(+M)\rightarrow HO_2(^2A', ^2A'')(+M)$ от давления. Итогом проведённых исследований стала оригинальная детальная кинетическая модель для описания процессов в смесях $H_2-O_2-O_2(a^1\Delta_g)$ с учётом электронно-возбуждённых молекул HO_2^* .

Полученные в диссертационной работе результаты актуальны для проведения дальнейших работ по оптимизации параметров системы ЭР КИЛ в различных режимах работы с целью увеличения коэффициента усиления и мощности выходного излучения. Разработанная модель кинетических процессов в смесях $H_2-O_2-O_2(^1\Delta_g)$ представляет ценность как для дальнейших работ по созданию детальной плазмохимической модели процессов в различных топливосодержащих смесях ($H_2-O_2/воздух$; $C_xH_y/воздух$), так и для моделирования процессов, протекающих в верхней и средней атмосфере.

Чукаловский А.А. зарекомендовал себя серьезным и талантливым молодым ученым с большим творческим потенциалом, способным самостоятельно решать поставленные научные задачи. Выполненная им диссертация актуальна, носит характер законченного исследования и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Считаю, что Чукаловскому Александру Александровичу может быть присуждена ученая степень кандидата физико-математических наук.

Ведущий научный сотрудник

НИИЯФ МГУ им. М.В. Ломоносова

к.ф.-м.н.

Подпись Т. В. Рахимовой удостоверяю:

 

Рахимова Т. В.

Учёный секретарь

НИИЯФ МГУ им. М.В. Ломоносова

д.ф.-м.н., профессор



Страхова С. И.

