дИССОЦИАЦИЯ O2 И БЫСТРЫЙ НАГРЕВ ГАЗА В КИСЛОРОДНЫХ СМЕСЯХ, ВОЗБУЖДЕННЫХ импульсным ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ

Попов Н.А.

НИИ Ядерной физики им. Д.В. Скобельцына, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

В пучковой плазме молекулярных газов энергия вторичных электронов затрачивается в основном на ионизацию и диссоциацию молекул [1, 2]. Энергетическая эффективность диссоциации O2 электронным ударом в пучковой плазме кислорода составляет GO ≈ 6.3 (где GO – число атомов кислорода на 100 эВ вложенной энергии). Это согласуется с данными измерений GO3 -эффективности генерации молекул озона - при малых значениях удельной мощности Wb [1, 2]. Однако в целом ряде работ было зафиксировано увеличение значения GO3 с ростом удельной мощности, что может свидетельствовать о дополнительной наработке атомарного кислорода в реакциях с участием заряженных частиц.

Для проверки этого предположения в данной работе были проведены расчеты наработки O3 в кислороде, возбужденном электронным пучком [1] с длительностью импульса τb = 30 нс, током пучка Ibmax = 5 кА и энергией электронов ≈ 1.5 МэВ при РO2 = 200 - 800 Тор. Полученное в [1] значение GO3 составило 12.8 ± 0.6.

На **Рис. 1** приведены данные измерений и расчеты зависимости концентрации O3 от удельного энерговклада в кислороде при Р = 760 Тор и удельной мощности Wb = 1026 - 2∙1027 эВ/грамм/сек для условий [1].

При описании воздействия электронного пучка использовалась модель [2], в кото-рой предполагалось, что рекомбинация ионов O4+ с электронами и отрицательными ионами O2-, O4- приводит к наработке атомарного кислорода:

 e + O4+ → 2⋅O + O2, O2- + O4+ → 2⋅O + 2⋅O2, O4- + O4+ → 2⋅O + 3⋅O2. (1)

Именно в результате этих процессов и происходит увеличение (вдвое) энергетической эффективности генерации O3 с ростом удельной мощности. При малой мощности пучка, концентрация заряженных частиц относительно мала и их рекомбинация происходит медленнее, чем перезарядка на образующихся молекулах озона. В этом случае вместо реакций (1), приводящих к наработке атомарного кислорода, происходит перезарядка отрицательных ионов O2- и O4- на O3 с последующей рекомбинацией образующихся ионов O3-. В результате энергетическая эффективность генерации озона уменьшается до величины GO3 ≈ 6.3, соответствующей наработке атомов кислорода только электронным ударом [1]. Следует отметить, что учет диссоциации кислорода в реакциях (1) существенно сказывается на доле энергии, поступающей в быстрый нагрев газа. Это относится как к пучковой плазме, так и к плазме разрядов с высокими значениями приведенного электрического поля E/N [2].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 17-52-16001 НЦНИЛ\_а) в рамках проекта Международной Ассоциированной Лаборатории (Франция-Россия).

Литература.

1. Willis C., Boyd A.W., Young M.J., Armstrong D.A. // Canadian J. Chem. 1970. P. 1505.
2. Popov N.A. // J. Phys. D: Appl. Phys. 2011. V. 44. P. 285201.