Распад плазмы, создаваемой повторяющимся высоковольтным наносекундным разрядом в водород- и углеводородсодержащих газовых смесях [[1]](#footnote-1)\*)

1Попов М.А., 2,3Кочетов И.В., 1Александров Н.Л.

1Московский физико-технический институт, Долгопрудный, Россия,  
 [maksim.popov@phystech.edu](mailto:maksim.popov@phystech.edu)  
2Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований, Москва, Россия,   
 [kochet@triniti.ru](mailto:kochet@triniti.ru)  
3Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, Москва, Россия,  
 [kochetoviv@lebedev.ru](mailto:kochetoviv@lebedev.ru)

Одним из актуальных направлений использования плазмы газового разряда является плазменно-стимулированное воспламенение и горение топливно-воздушных смесей. Для этой задачи часто используется плазма высоковольтного наносекундного разряда. С помощью такой плазмы удается ускорить воспламенение топлива, сделать возможным воспламенение топлива при температурах ниже температуры самовоспламенения и снизить количество вредных выбросов [1]. Для обоснования и прогнозирования величины этих эффектов требуется совместное численное решение уравнений плазмохимии и химической кинетики, содержащих константы скорости различных элементарных реакций. В данной работе основное внимание уделяется процессам электрон-ионной рекомбинации в послесвечении высоковольтного наносекундного разряда, зажигаемого в газовых смесях при температурах ниже порога самовоспламенения. Изучение распада такой плазмы представляет интерес, так как имеется мало информации по коэффициентам рекомбинации электронов с простыми и в особенности кластерными углеводородными ионами [2].

В работе проведено экспериментальное исследование распада плазмы высоковольтного наносекундного разряда в газообразной стехиометрической смеси пропана и кислорода в диапазоне давлений 1-3 Торр при газовых температурах 300-600 К. Также изучался распад плазмы стехиометрической смеси водорода и кислорода в диапазоне давлений 1-4 Торр при комнатной температуре газа. Высоковольтный наносекундный разряд повторялся с частотой 10 Гц, что обеспечивало постепенное окисление исследуемых горючих смесей. После каждого импульса с помощью СВЧ интерферометра регистрировалась динамика изменения плотности электронов в послесвечении разряда. Измерения сопровождались численным моделированием распада плазмы. Оно было выполнено для исследуемой смеси пропана и кислорода при температурах 300-600 К после первого разрядного импульса и после очень большого числа разрядных импульсов, когда практически все топливо было окислено. Для смеси водорода и кислорода была решена более трудоёмкая задача – численное моделирование изменения состава нейтралов после каждого разрядного импульса и последующее моделирование распада плазмы с учётом изменяющегося состава нейтралов и ионов. В обоих случаях было получено согласие между экспериментальными данными и результатами численного моделирования с учетом неравновесности газоразрядной плазмы. Сопоставление результатов численного моделирования и экспериментальных данных позволило уточнить температурную зависимость и значения коэффициентов рекомбинации электронов с простыми и кластерными углеводородными ионами, а также с гидратированными ионами, образующимися при наработке паров воды в ходе окисления топлива.

Литература

1. Starikovskiy A.Yu., Aleksandrov N.L., Progress in Energy and Combustion Science, 2013, 39, 61-110
2. Florescu-Mitchell A.I., Mitchell J.B.A., Physics Reports, 2006, 430, 277-374

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVII/Pt/en/GN-Popov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)