ВОЗМОЖНОСТЬ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ  УГЛЕВОДОРОДО-ВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ В ПРИЭЛЕКТРОДНОЙ ЗОНЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА. 1-D МОДЕЛИРОВАНИЕ

В.А. Битюрин, А.Н. Бочаров, Е.А. Филимонова

Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва, Россия, valentin.bityurin@gmail.com, bocharov@ihed.ras.ru, helfil@mail.ru

Работа посвящена исследованию условий воспламенения и последующего формирования волны горения в ацетилено-воздушной стехиометрической смеси вблизи высоковольтного электрода поверхностного диэлектрического барьерного разряда. В ряде работ, например, [1] такой разряд рассматривается в качестве источника активных частиц и нагрева топливно-воздушной смеси. В эксперименте [1] наблюдали воспламенение и распространение волны горения в смеси воздуха и C2H2 при Р = 1 атм, Т0 = 300 К. На основе проведенных 2-D расчетов разряда и сделанных оценок по воспламенению в [1] был сделан вывод о возможности поджига горючей смеси в прикатодной области данного разряда одним наносекундным импульсом.

В данной работе постановка задачи была следующая. Вблизи металлической стенки, имитирующей поверхность электрода, с помощью теплового источника за 40 нс создавался горячий слой толщиной 0,01 мм. Мощность источника подбиралась такой, чтобы к концу его действия максимальная температура в слое была приблизительно Т0 ~ 1500 К согласно расчетам [1]. Начальная концентрация атомов О в слое, [O]0 = 1,5 · 1018 см–3,бралась из [1] в горячей зоне вблизи кромки электрода. Целью моделирования было определение условий, при которых смесь загорится и сформируется волна горения прежде, чем слой охладится за счет ухода тепла на металлический электрод.

Одномерное численное моделирование основано на решении уравнения Навье-Стокса совместно с уравнениями сохранения массы для каждого компонента [2]. Система кинетических уравнений записывалась для 103 компонентов и 700 реакций. Результаты тестирования системы и основные реакции, представлены в [3]. Расчеты показывают, что еще во время разрядной стадии (40 нс), в смеси начинается конверсия топлива, приводящая к образованию СO и H2. Горячая область с частично преобразованным топливом расширяется и на 4-й мкс начинается воспла-менение. Температура возрастает, в том числе и за счет сгорания СО и H2. Сначала волна горения движется в сторону электрода, потом температура падает за счет охлаждения, волна горения меняет направление, потом все повторяется, в целом, область расширяется. Воспламенения только горячим слоем (Т = 1500 – 2100 К), без учета наработанных в разряде атомов кислорода, не происходит.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Международной Ассоциированной Лаборатории “Кинетика и физика импульсных разрядов и их послесвечения” (Франция-Россия).

Литература

1. Anokhin E. M., Kuzmenko D.N., Kindysheva S.V., Soloviev V. R. and Aleksandrov N.L., Plasma Sources Sci. Technol., 2015, V.24, 045014.
2. Битюрин В.А., Бочаров А.Н., Механика жидкости и газа, 2006, №5, с.188.
3. Filimonova E.A., J. Physics D: Applied Physics., 2015, V.48, 015201.