ВЛИЯНИЕ ЗОНЫ, АКТИВИРОВАННОЙ НЕРАВНОВЕСНЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ РАЗРЯДОМ, НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОЛНЫ ГОРЕНИЯ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ В ЗАМКНУТОМ ОБЪЕМЕ

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

Объединенный институт высоких температур РАН, Москва, РФ, helfil@mail.ru, dobrovolskaya.anastasia@gmail.com, bocharov@ihed.ras.ru, valentin.bityurin@gmail.com

Для расширения условий работы компрессионного двигателя внутреннего сгорания с гомогенным зарядом (HCCI engine) рассматривается создание гибридных двигателей (spark-assisted HCCI engines), в которых предлагается использовать искровой разряд небольшой мощности на стадии сжатия топлива [1]. Образование горячей области в окрестности искры стимулирует выделение тепла на низкотемпературной стадии окисления в остальной части топливно-воздушной смеси за счет повышения давления перед фронтом распростра-няющегося пламени. Этот процесс приводит к авто-воспламенению несгоревшей части смеси и вызывает более быстрое выделение тепла в результате роста полного давления в цилиндре. Таким образом можно управлять временем задержки воспламенения в камере сгорания.

Для уменьшения времени возникновения фронта пламени в бедных смесях, вместо одного очагового образования горячей области предлагается создавать вблизи верхней «мертвой» точки распределенный поджиг, который осуществляется при помощи наносекундных импульсных разрядов в многоимпульсном режиме с длительностью импульса ~200-300 нс. Объем зоны активации, состоящей из множества разрядных филаментов, достигает несколько см3 и больше [2]. Однако механизм неравновесного разрядного воздействия на процессы воспламенения и горения в закрытом объеме во многом остается непонятым.

Данная работа посвящена исследованию воспламенения и формирования волны горения с возможным последующим переходом в авто-воспламенение всего объема в пропано-воздушной смеси. Инициатором волны горения является неравновесный разряд, часть энергии которого идет в тепло, а часть – на создание химически активных частиц. Размер области активации разрядом варьировался: *d*=0.25, 0.5, 1 см; радиус цилиндра *D*=5 см. Численная модель 1D основана на решении уравнений Навье-Стокса в осе-симметричной постановке. Химическая кинетическая модель включает 103 компонента, участвующих в 700 реакциях. Начальные концентрации химически активных частиц, наработанных разрядом, определялись в приближении постоянного электрического поля для различных величин энерговклада *Q*. Начальные условия соответствуют параметрам на стадии сжатия в компрессионном двигателе. Выбраны три пары значений: 1) Т0=600 К, P0=6.7 бар; 2) Т0=700К, P0=12.4 бар; 3) Т0=925 К, P0=42 бар.

В результате расчетов было показано, что для *Q*=0.05 эВ/молек только в третьем случае происходит формирование волны горения с переходом в авто-воспламенение при всех указанных  *d* на временах 3.6 мс, 2.5 мс и 0.9 мс. Чем больше область активации, тем быстрее происходит авто-воспламенение всего объема. Однако, если энерговклад увеличить в два раза, то при *d*=1 см и Т0=700 К, P0=12.4 бар также происходит формирование волны горения с авто-воспламенением на временах ~7 мс. Без активации разрядом смеси волна горения не формируется и авто-воспламенения не происходит. В работе показан механизм инициации волны горения и последующего авто-воспламенения в условиях активации разрядом.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 17-52-16002 и 17-52-16003) в рамках проекта Международной Ассоциированной Лаборатории (Франция-Россия).

Литература.

1. Dahms R., Felsch C., Rohl O., Peters N. Proceed. Comb. Instit., 2011, v. 33**,** p.3023.
2. Schenk A., Rixecker G., Bohne S. Laser Ignition Conference (LIC), 2015, W4A.4.