Исследование инициации горения пропано-воздушной смеси с помощью СВЧ плазменных образований в сверхзвуковом потоке

Виноградов В.А.1, Комратов Д.В.1,2, Чирков А.Ю.2

1ФГУП ЦИАМ им. П.И. Баранова, komratovdv@gmail.com
2МГТУ им. Н.Э. Баумана

Использование СВЧ-генераторов для инициации плазменных разрядов обусловлено рядом их преимуществ. Практически все другие типы электрических разрядов в газе, которые применяются как в России, так и за рубежом, имеют низкую эффективность вложения энергии источников питания в разряд. Высокая энергетическая эффективность СВЧ-разряда является основным преимуществом при создании систем воспламенения в камерах сгорания (КС) и реактивных систем управления полетом. Это преимущество подкрепляется и высоким к.п.д. мощных магнетронов. При этом требования к стабильности параметров генерации для приборов, которые необходимы в этой технологии, весьма низкие. Также стоит отметить доступность СВЧ-оборудования, благодаря применению в различных областях техники.

Использование СВЧ плазменных образований для нагрева рабочего газа в условиях относительно низких давлений может оказаться более предпочтительным [1, 2], т.к. при этом реализуется привязанный глубоко подкритический стримерный разряд и зона воздействия на газовую смесь шире, чем, например, с искровым разрядом. Особенно это важно в случае организации горения бедных смесей, по составу близких к пределам воспламенения и горения. Использование СВЧ-энергии расширяет диапазон возможного применения внешнего энергоподвода как в целях организации рабочего процесса в промышленных энергоустановках и силовых установок летательных аппаратов, так и оптимизации характеристик и управляемости летательных аппаратов.

В данной работе проведены пробные экспериментальные исследования зажигания горючей пропано-воздушной смеси при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях потока, соответствующих числу Маха М = 0.5–0.8 и M = 2. Исследованы процессы инициации в модельном цилиндрическом канале как стехиометрических, так и бедных по составу горючих смесей, которые возможно применять в условиях высотного запуска, на нерасчетных режимах работы авиационного двигателя или в трактах прямоточных двигателей с малыми расходами. В ходе исследований были предложены несколько вариантов центральных тел с целью оптимизации процессов в рабочей части, а также способов подвода горючей смеси в рабочую область. Газодинамические испытания проведены при различных режимах по скорости на входе в канал и коэффициенту избытка топлива α = 1.38–0.75. Показаны распределения давлений по длине канала и в выходном сечении по режимам работы, а также влияние на температуру факела.

Литература.

1. V. Vinogradov, I. Esakov, D. Komratov, A. Makarov. Influence of MW Plasma Formations on Subsonic Diffuser Flowfield. 14th International Workshop on Magneto-Plasma Aerodinamics, Moscow, JIHT RAS, 2015. P.
2. В.А. Виноградов, И.И. Есаков, Д.В. Комратов, А.Ю. Макаров. Активное управление течением в пристеночной области дозвуковых диффузоров инициированными СВЧ-разрядами // XLII международная звенигородская конференция по физике плазмы и управляемому термоядерному синтезу: сборник тезисов докладов. М.: ЗАО НТЦ «ПЛАЗМАИОФАН», 2015. С 367.