АКтивное управление течением в пристеночной области дозвуковых диффузоров инициированными СВЧ-разрядами

Виноградов В.А., \*Есаков И.И., Комратов Д.В., Макаров А.Ю.

ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», Москва, РФ, slavavino@ciam.ru
\*ФНПЦ ОАО «МРТИ РАН», Москва, РФ, ira.mrti@mail.ru

Представлены результаты экспериментального исследования и численного моделирования воздействия плазменных образований, инициированных СВЧ излучением с длиной волны 12,4 см на дозвуковое течение при скоростях воздушного потока на входе М = 0,1 – 0,8 и параметрах торможения P\* = 1 атм и T\* = (280 – 290) К в диффузорном плоском канале с лемнискатным входом и степенью расширения 1,8. Рассмотрены различные типы электродов и варианты их расположения в исследуемом канале, обеспечивающие инициирование плазменных образований при непрерывном и импульсно-непрерывном подводе СВЧ энергии с изменением частоты f = (100 – 200) Гц, длительности разряда τ = (100 – 300) мкс и максимальной импульсной мощностью, равной N = 6 кВт. Расчеты выполнены с использованием программного кода «ESI-CFD», позволившего получить распределения локальных и интегральных характеристик течения в рассматриваемом диффузорном канале с энергоподводом и без. Параметры течения получены в стационарной трехмерной постановке с использованием подхода RANS и «k – ε» модели турбулентности. Энергоподвод моделировался заданием области объемного выделения энергии в зоне СВЧ разрядов.

В результате работы отлажен комплекс оборудования для генерации СВЧ излучения, изготовлен и смонтирован плоский канал со степенью диффузорности 1,8, отлажена система измерения давлений в условиях воздействия СВЧ излучения, проведены калибровочные испытания канала без воздействия и с установленными электродами без энергоподвода, проведено исследование влияния уровня энергоподвода при различных вариантах электродного узла. При малых скоростях λвх = 0,1 – 0,45 потери полного давления в канале с различными электродными блоками, но без энергоподвода, практически не отличаются от соответствующих значений для гладкого канала. С ростом скорости до λвх = 0,5 – 0,8 потери возрастают на 0,5 – 1%. При энергоподводе, составляющем от 1,5 до 0,5% от энергии воздушного потока, потери полного давления в канале с исследованными электродными узлами возрастают на (0,5 – 1)% при скоростях, соответствующих λвх = 0,5 – 0,8, тогда как при меньших λвх = 0,1 – 0,4 имеет место увеличение полного давления на 0,2 – 0.5%. Проведенный анализ позволяет отметить качественное соответствие данных расчета и эксперимента.