

УДК 621.43.06

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАСШИРИТЕЛЬНОЙ КАМЕРЫ МЕТОДОМ КОНТРОЛЬНЫХ ОБЪЕМОВ

М.Б. Сейфетдинов, Р.Р. Кутузов

Научный руководитель – аспирант Р.Б. Сейфетдинов
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва

Для обеспечения конкурентоспособности двигателей современные системы выхлопа наряду с требованиями по снижению шума должны обеспечивать как можно меньшие потери мощности и малые массовые и габаритные характеристики. Однако данные требования, предъявляемые к выхлопным системам, являются противоречивыми. Повышение эффективности снижения шума выхлопной системы приводит к ее усложнению и, как следствие, к увеличению вносимых гидравлических потерь. Кроме того, увеличиваются ее габариты и масса. Таким образом, разработка выхлопных систем современных поршневых двигателей является сложной задачей, а в некоторых случаях и задачей оптимизации. Такая постановка задачи требует детального исследования как газодинамических, так и акустических процессов в каждом конкретном случае. В связи с этим многие двигателестроительные фирмы внедряют в процесс проектирования выхлопных систем поршневых двигателей методы численного моделирования газодинамических и акустических процессов.

Цель работы – определить возможность применения метода контрольных объемов в сочетании со спектральным анализом сигналов для исследования акустических характеристик выхлопных систем на примере расширительной камеры.

Исследование проводилось в программе численного моделирования гидрогазодинамики Star-CD, реализующей для получения дискретных аналогов метод контрольных объемов. С целью проведения спектрального анализа был написан алгоритм на базе дискретного преобразования Фурье в пакете математического моделирования MATLAB. Выполнен выбор типа и размера ячейки сетки в соответствии с шагом временной дискретизации с целью обеспечения сходящегося решения по критерию Куранта-Фридрихса-Леви. Выбран входной, тестовый сигнал в виде временной реализации давления. Определены размеры расчетной области с учетом исключения из сигналов нежелательных отражений, а также типы граничных условий. Задача решена в плоской и трехмерной постановке. Получены временные реализации давления на входе и выходе из расчетной области без учета несущего потока. Проведен спектральный анализ входного и выходного сигналов. Получены спектры входного и выходного сигналов, а также спектр вносимых акустических потерь. Определено влияние на точность расчета типа и параметров расчетной области, а также параметров решения. Определена зависимость гидравлического сопротивления расширительной камеры от входной скорости потока при статической продувке. Получена пространственная картина течений. Выполнено сравнение полученных результатов с экспериментальными данными.

Проект представляется на рассмотрение экспертному совету по отбору инновационных научных разработок в рамках программы У.М.Н.И.К. (участник молодёжного научно-инновационного конкурса) в связи с возможностью дальнейшей коммерциализации.