

КОМБИНИРОВАНИЕ МЕТОДА ХАРАКТЕРИСТИК С ДРУГИМИ МЕТОДАМИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ГАЗОДИНАМИКИ В ОКОЛОКРИТИЧЕСКИХ СЕЧЕНИЯХ СОПЛА ЛАВАЛЯ

Душков Р.Е.

РТУ МИРЭА, Россия, 119454, ЦФО, г. Москва, Проспект Вернадского, д. 78
roman.dushkov@gmail.com

В данной рассмотрена задача профилирования сверхзвуковой части сопла Лавалья с применением метода характеристик в комбинации с другими методиками. Точное решение, полученное для течения Прандтля-Майера, можно применять для решения задачи в критическом сечении сопла Лавалья, некоторые методы подходят только для решения в нестандартных формах каналов, а моделирование методом конечных элементов уже реализовано во многих коммерческих программных продуктах (ANSYS, FlowVision и др.).

В качестве примера можно привести метод "квадратного" сопла, когда длина сверхзвуковой части равна диаметру выходного сечения программных продуктов, позволяющих получить решение методом конечных элементов, с применением точного решения для течения Прандтля-Майера, решение для прямоугольного сопла RANS/ILES-методом, численное моделирование течения продуктов сгорания в сопле.

Основное внимание в работе автор акцентирует на применении метода характеристик для различных зон сверхзвуковой части сопла [1], где для изменения скорости проходящего по нему газового потока сопло расширяется. К применению метода характеристик при решении обратной задачи газодинамики добавлены другие численные методики и аналитические решения [2]. Комбинирование методов [3] позволяет решать задачу с начальными и граничными условиями в критическом сечении и найти форму сопла для достижения его максимальной эффективности.

Сам метод характеристик основан на решении основного кинематического уравнения газодинамики в физической плоскости (для определения положения узлов расчётной сетки) и плоскости годографа скорости (для определения скоростей). А в качестве начальных условий можно использовать результаты, полученные другими методиками, например [4].

Литература

1. *Шифрин Э.Г.* Потенциальные и вихревые трансзвуковые течения идеального газа, Москва. - Москва, 2001. 320 стр.
2. *Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В.* Теоретическая гидромеханика. Часть 2. - Москва, 1963. 728 стр.
3. *Скоморохов Г.И.* Моделирование газодинамического тракта тарельчатого сопла жидкостного ракетного двигателя с обратным потоком в кольцевой камере сгорания // *Вестник ВГТУ* том 15, номер 1, год 2019. Стр. 100-106.
4. *Ernest Shifrin, Aleksandr Chikitkin, Mikhail Petrov, Roman Dushkov*, Design of Laval nozzle with account for real gas effects // *Aerospace* Volume 5, issue 3, 2018. 96-102.