

## Расчетное исследование особенностей течения в сопле с регулируемым критическим сечением

К.А. Вишневский

ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»

В связи с интенсивным развитием вычислительной техники в настоящее время имеется возможность провести численный расчет физического явления, не прибегая к реальным экспериментам с применением натуральных или уменьшенных моделей. Благодаря появлению коммерческих продуктов, так или иначе связанных с пакетами автоматического проектирования, такой способ получает все большее распространение в инженерной практике. Весьма актуальным данный метод оказывается при решении трехмерных задач нахождение параметров потока жидкости или газа в каналах сложного профиля, постольку поскольку в таких случаях точное решение системы уравнений Навье-Стокса неизвестно.

Возвращаемый аппарат (ВА) Перспективной пилотируемой транспортной системы снабжен посадочной твердотопливной двигательной установкой (ПТДУ), ключевым элементом которой является сопло вертикального торможения. Ввиду конструктивных особенностей ПТДУ и ВА в целом, данное сопло имеет нестандартную конструкцию, а именно: наличие сложных соединительных трактов, косой срез сопла и прямоугольное критическое сечение, параметры которого регулируются посредством поворотной рамки.

Для получения интересующих летных и конструкционных параметров была построена модель данного элемента и проведено ее исследование на сопловом дифференциальном стенде ГНЦ ФГУП «Исследовательского центра им. М.В. Келдыша». Моделирование проводилось с помощью воздуха высокого давления и продуктов сгорания воздушно-этаноловой смеси.

Постольку поскольку получить все требуемые параметры при реальном моделировании представляется довольно затруднительным, а в некоторых случаях невозможным, было предложено произвести численный расчет данной модели. С этой целью модель установки была построена в SolidWorks; расчет проводился с помощью программы FlowSimulation – встроенного приложения к SolidWorks.

В работе рассматриваются особенности поведения газа в соединительных трактах, камере сгорания и сопловой части модели двигательной установки, имеющей возможность регулировать параметры критического сечения с помощью поворотной рамки, проводится сравнение полученных результатов с имеющимися экспериментальными данными, полученными при реальных испытаниях модели на дифференциальном стенде Исследовательского центра им. М.В. Келдыша, снятых в определенных участках сопла.

### Литература

1. *Абрамович Г.Н.* Прикладная газовая динамика. - М.: Наука, 1991. —600 с.
2. *Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В., Харитонович А.И., Пономарев Н.Б.* Solid Works 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.: ил.