

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИСТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ ИЗ МАЛОРАСХОДНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ФОРСУНОК ЖРДМТ ТЯГОЙ 13,34 Н

©2016 Е.В. Семкин

Научно-исследовательский институт машиностроения, г. Нижняя Салда

SCIENTIFIC RESEARCH OF LIQUID FLOW PROCESS FROM LOW CONSUMPTION CENTRIFUGAL NOZZLES OF 13.34 N LIQUID PROPELLANT THRUSTER

Semkin Ye.V. (Research & development institute of mechanical engineering, Nizhnyaja Salda, Russian Federation)

This paper describes simulation results of working liquid (water) flow from centrifugal nozzle in the hydraulic duct of 13.34 N liquid propellant thruster into air at atmospheric pressure. Has been presented results of flow simulation for single oxidizer nozzle and single fuel nozzle and mixing elements of coaxial centrifugal nozzles. Has been used double-speed and one-speed models of two-phase liquid flow. Menter models (SST, BSL) and Wilcox model (k-w) are used as turbulence models. The calculation results has been compared with hydraulic test results.

Для реализации высокой эффективности преобразования компонентов топлива в продукты сгорания, современных жидкостных ракетных двигателей малой тяги (ЖРДМТ) необходимо обеспечить качественное перемешивания компонентов топлива в жидкой фазе за время жидкофазной индукции [1]. В конструкциях ЖРДМТ, работающих на самовоспламеняющихся компонентах топлива АТ+НДМГ, для обеспечения коэффициента расходного комплекса $\varphi_{\beta} = 0,93 - 0,96$ перемешивание в жидкой фазе протекает за 0,0005-0,001 с, начиная с момента соприкосновения компонентов топлива в смесительном элементе. За это время компоненты топлива перемешиваются, в основном, за счёт действия гидравлических сил. Тепловыделением и фазовыми переходами за счёт химических реакций в течение времени жидкофазной индукции можно пренебречь. В таком случае об эффективности процессов преобразования компонентов топлива в продукты сгорания можно судить по эффективности процессов перемешивания в жидкой фазе в смесительном элементе двигателя. Оценку эффективности перемешивания компонентов топлива можно проводить по результатам расчётов процесса истечения не реагирующего рабочего тела (воды), а также по результатам анализа гидравлических испытаний смесительных элементов двигателей.

В работе рассматриваются результаты численного моделирования течения несжимаемой жидкости по гидравлическому тракту центробежных форсунок и в свободном факеле распыла при массовым расходе жид-

кости (воды) через форсунку 1,8-2,6 г/с. Такие форсунки применялись ФГУП "НИИ-Маш" в конструкции смесительных элементов ЖРДМТ тягой 13,34 Н перспективной конструкции.

Показаны результаты моделирования при истечении жидкости из форсунок в атмосферу.

Приводятся результаты моделирования течения рабочей жидкости (воды) через гидравлический тракт как одиночных форсунок, так и смесительных элементов, выполненных в виде двух установленных соосно центробежных форсунок.

Расчёт проводился для двухскоростной и односкоростной моделей течения двухфазного потока жидкости [1]. В качестве моделей турбулентности применялись модели Ментера (SST, BSL) и модель Вилкокка (k-w) [2].

Результаты расчётов сопоставлены с результатами гидравлических испытаний.

Библиографический список

1. Андреев Ю.З. Исследование зависимостей характеристик ЖРДМТ тягой 50...400Н на топливе АТ+НДМГ от основных параметров двухкомпонентной сосной центробежной форсунки и струйных форсунок завесы. Специальность 05.07.05 «Тепловые, электро-ракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов». Дис... канд. техн. наук. - Нижняя Салда: 2004. 181 с.
2. ANSYS CFX-Solver, Release 10.0: Theory. – ANSYS Europe Ltd, 2005. 266 p.
3. Гарбарук А.В., Стрелец М.Х., Шур М.Л. Моделирование турбулентности в расчётах сложных течений: учебное пособие. – СПб: Изд-во Политех. Ун-та, 2012. 88 с.