

ПСЕВДОСКАЧКИ В СВЕРХЗВУКОВОМ ТЕЧЕНИИ ГАЗА В РАДИАЛЬНОМ СОПЛЕ

^{1,2}С.П. Киселев, ¹В.П. Киселев, ¹В.Н. Зайковский

¹*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича
630090, Новосибирск, Россия*

²*Новосибирский государственный технический университет,
630092 г. Новосибирск, Россия*

В работе приведены результаты экспериментов и численных расчетов, в которых исследованы сверхзвуковые течения газа в радиальных соплах при наличии псевдоскачков. Схема проведения эксперимента и постановка задачи приведены в [1, 2]. Радиальное сопло представляет собой два диска, между которыми происходит сверхзвуковое течение газа. В эксперименте измерялось статическое давление на различных расстояниях от оси сопла с помощью датчиков, расположенных на поверхности внешнего диска. Численно рассчитывалось нестационарное течение газа в осесимметричном приближении. Решались уравнениями вязкого турбулентного течения газа в рамках SST k - omega модели турбулентности. На выходе из сопла струя была перерасширенной, поэтому производился также расчет течения струи в затопленном пространстве.

Если ширина сопла больше 0,25 мм, то течение в сопле близко к изоэнтропическому течению. При ширинах сопла меньше 0,25 мм, за счет трения о стенки в сопле образуется псевдоскачок конечной ширины. В псевдоскачке происходит торможение газа, что приводит к росту давления и падению числа Маха. За псевдоскачком устанавливается дозвуковое течение с постоянным градиентом давления, который компенсирует силу трения газа о стенки сопла. Для толщины сопла $h = 0,15$ мм псевдоскачок образуется в радиальном слое $0,17 < r < 0,19$ мм. Для толщины сопла $h = 0,075$ мм псевдоскачок образуется вблизи входного сечения сопла.

Проведенные численные расчеты позволяют построить качественную картину течения газа в радиальном сопле. На входе в радиальное сопло происходит разгон газа до сверхзвуковой скорости. За счет торможения газа о стенки сопла в течении возникает псевдоскачок PSW , в котором газ тормозится до дозвуковой скорости. Вблизи выходного сечения поток снова разгоняется до сверхзвуковой скорости за счет возмущений, проникающих по пограничному слою из окружающего объема.

Данная работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, грант № 16-01-00156.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kiselev S.P., Kiselev V.P., Zaikovskiy V.N. and G.V. Trubacheev G.V. Shock-Wave Structure of Supersonic Gas Flows in a Radial Nozzle. Int. conf. on the Method of Aerophysical Research (ICMAR 2016). In: AIP Conf. Proc. 1770, 040012 (2016), doi: 10.1063/1.4964081.
2. Киселев С.П., Киселев В.П., Зайковский В.Н. О механизме автоколебаний сверхзвуковой радиальной струи, истекающей в затопленное пространство // ПМТФ. 2016. Т. 57, № 2. С. 53 – 63.