

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОТОКА ЖИДКОСТИ В КОРОТКОМ ЩЕЛЕВОМ КОЛЬЦЕВОМ КАНАЛЕ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ С ЭКСЦЕНТРИСИТЕТОМ

М. В. Бондарева\*, Е. Н. Коржов\*, А. И. Шашкин

*Воронежский государственный университет,  
Dobrosotskaya\_masha@mail.ru*

Во многих технических устройствах короткий щелевой кольцевой канал образован цилиндрическими поверхностями. Течения в такого рода системах изучены теоретически и экспериментально достаточно хорошо. Однако в некоторых практически важных случаях внешняя поверхность канала является конической. Напорные течения в кольцевых каналах, когда внутренняя поверхность его образующая является цилиндрической, а внешняя – конической, исследовались в [1]. Представляет интерес изучение основных закономерностей и особенностей течения и гидродинамического сопротивления для случая, когда между осями цилиндра и конуса имеется эксцентриситет.

Первоначально исследуется ламинарный режим течения. Уравнения, описывающие течение вязкой несжимаемой жидкости в узком щелевом зазоре между эксцентрическими цилиндрической и конической поверхностями под действием постоянного перепада давления, получены из уравнений Навье-Стокса, записанными в цилиндрической системе координат [2]. Геометрическая модель рассматриваемого течения показана на рис.1.

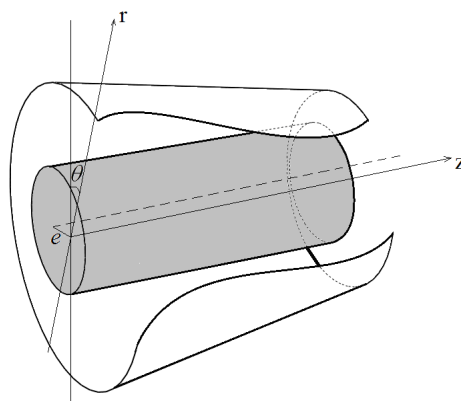


Рис.1 Геометрическая модель области течения

Математическая модель с помощью введения нормирующих величин для зависимых и независимых переменных была приведена к безразмерному виду. Установлена полная совокупность безразмерных параметров модели, которая даёт возможность обобщать полученные ранее экспериментально и имеющиеся в литературных источниках результаты для простых гидросистем на рассматриваемый случай [3].

$$\eta = \frac{r_1}{r_2}, \quad \delta = \frac{l_0}{2(r_2 - r_1)}, \quad \alpha, \quad \varepsilon = \frac{e}{r_2 - r_1}, \quad (1)$$

Решения системы дифференциальных уравнений в безразмерном виде ищется с помощью метода контрольных объемов для  $0.97 \leq \eta < 1$ . На первом этапе компьютерного эксперимента была установлена зависимость времени счета и погрешности численного

решения от размеров вводимой конечно-объемной сетки. Результаты компьютерного эксперимента, полученные при вычислениях на различных сеточных моделях для случая соосных цилиндрических поверхностей, сравнивались с имеющимся аналитическим решением, а также численными решениями, полученными с помощью другого метода вычислений [4]. Была построена сеточная модель области решения, для которой погрешность получаемых результатов по сравнению с аналитическими вычислениями не превышает величины порядка 1%.

Произведена серия вычислений при различных значениях безразмерных параметров модели. Получены зависимости коэффициента гидравлического сопротивления от угла раствора конуса, величины эксцентриситета и других безразмерных параметров модели, а так же выведена инженерная формула для расчетов гидравлического коэффициента сопротивления

$$\xi = (1 + \eta)^n (1 + \operatorname{tg} \alpha)^r (1 - \varepsilon)^p \delta \frac{64}{\operatorname{Re}}. \quad (2)$$

На основании результатов компьютерного эксперимента выявлены также основные закономерности и особенности течения, изменения распределенных и интегральных характеристик рассматриваемого потока.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Ерофеев И.В., Коржов Е.Н., Иванов А.В., Добросоцкая М.В.* Изучение основных закономерностей турбулентного течения жидкости в кольцевом конфузоре под действием перепада давления // *Ракетно-космическая техника и технология* 2010. Воронеж: ВГТУ, 2010. С. 38-44.
2. *Лойцянский Л.Г.* Механика жидкости и газа. М.: Дрофа, 2003. 840 с.
3. *Идельчик И.Е.* Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Машиностроение, 1992. – 672 с
4. *Nikitin N., Wang H., Chernyshenko S.* Turbulent flow and heat transfer in eccentric annulus // *J. Fluid Mech.* 2009, v.638. p. 95-116.