

Э. Ш. Насибуллаева, И. Ш. Насибуллаев, Е. В. Денисова, Е. А. Налобина (Уфа, ИМех УНЦ РАН). **Динамика течения жидкости в гидравлических сопротивлениях.**

В различных технических устройствах, использующих жидкости или газы, широко применяются элементы с калиброванными отверстиями, так называемые гидросопротивления или жиклеры, позволяющие дозировать расход рабочего тела за счет создания требуемого перепада давления на определенном участке системы. По форме рабочей поверхности жиклеры делят на цилиндрические и остrokромочные, расход через которые отличается и рассчитывается по эмпирическим формулам с различными поправочными коэффициентами. Если для устройств, имеющих «классические» размеры, грубость расчетов по этим формулам вполне допустима и может быть компенсирована за счет различных технических решений, то для микроэлектромеханических систем (МЭМС), имеющих характерные размеры менее 0,5–0,2 мм, требуется более высокая точность расчетов. Поэтому актуальным представляется синтез более точных математических моделей, позволяющих, благодаря использованию современных вычислительных средств и методов, получить требуемые результаты за приемлемое время.

В работе изучается динамика течения вязкой несжимаемой жидкости через цилиндрическую трубу диаметром $d = 10^{-2}$ м и длиной $L = 4 \cdot 10^{-2}$ м с гидросопротивлением диаметра $d_g = 0.6 \cdot 10^{-2}$ м на основе решения уравнений Навье–Стокса [1] методом конечных элементов. На рисунке представлена геометрия в осесимметричном случае и введены следующие обозначения: Γ_1 — входное отверстие канала; Γ_2 — выходное отверстие канала; Γ_3 — стенка канала; Γ_4 — центральная ось канала (ось симметрии).

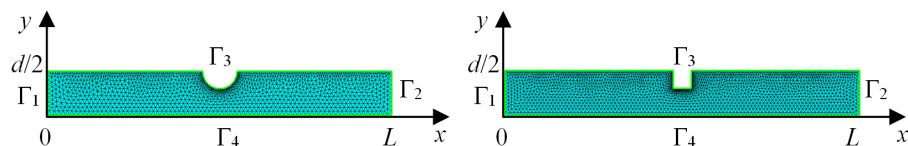


Рис. Геометрия и сетка цилиндрического сопротивления (слева) и остrokромочного сопротивления (справа)

Современные методики, реализованные в виде вычислительных пакетов, позволяют проводить численное моделирование динамических параметров исполнительного механизма как элемента системы автоматического управления. Одной из таких программ является открытый полнофункциональный инженерный пакет конечноэлементного моделирования Elmer FEM [2]. С помощью этого пакета было смоделировано течение жидкости в сопротивлениях для разных значений перепада давления. Получено,

что в случае цилиндрического жиклера режим устанавливается на 40% быстрее, а при установившемся течении расход топлива на 44% выше, чем в случае острокромочного жиклера.

Экспериментальные результаты подтверждают адекватность и целесообразность принятых при моделировании допущений, характер полученных зависимостей аналогичен характеристикам изделий, полученным в ходе натурных стендовых испытаний. В дальнейшем планируется провести исследование более сложных конструкций, оценить влияние внешних параметров, выявить эффективные размерные соотношения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № № 14-01-97019, 14-08-97027), Академии наук Республики Башкортостан (договор № 40/11-П) и программы Президиума РАН I.40П.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ландау Л., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Т. 6. М.: Наука, 1988, 736 с.
2. URL: www.csc.fi/web/elmer (дата обращения 28.04.2015).