

Э. Ш. Н а с и б у л л а е в а, И. Ш. Н а с и б у л л а е в, Е. А. Н а л о б и н а (Уфа, ИМех УНЦ РАН). Влияние температуры на динамику течения жидкости в гидросопротивлениях.

В работе исследовано влияние температуры на расход жидкости в цилиндрической трубе диаметром 10 мм и длиной 40 мм с гидродинамическим сопротивлением, радиус R_1 проходного отверстия которого менялся от 0 до 5 мм, на основе решения уравнений Навье–Стокса [1] методом конечных элементов. Расчеты проводились с учетом зависимости плотности ρ и динамической вязкости μ жидкости от температуры T , меняющейся в диапазоне рабочих температур от -40°C до $+160^\circ\text{C}$. Исследовались две важные с точки зрения приложений области малых и больших перепадов давления Δp : малые Δp имеют место при течении рабочей жидкости в гидроэлементах микроэлектромеханических систем, а большие Δp — в элементах гидроавтоматики (например, в элементах агрегата дозирования топлива).

На рисунке продемонстрированы следующие результаты. Получено, что область малых Δp зависит от значения температуры жидкости T . В этой области расход жидкости обратно пропорционален μ и с ростом T увеличивается (например, в рабочем диапазоне температур для марки топлива РТ расход жидкости может отличаться почти в 67 раз). В области больших Δp , которая практически не зависит от T , расход жидкости обратно пропорционален ρ и с ростом T увеличивается (в рабочем диапазоне температур изменения порядка 10%).

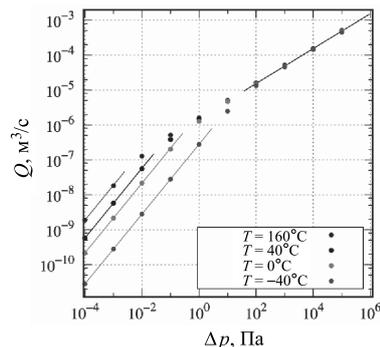


Рис. Расход жидкости от перепада давления для различных температур при $R_1 = 2$ мм. Символы — численный расчет; сплошные линии — аппроксимация для малых давлений; пунктирная линия — аппроксимация для больших давлений

Для областей низких и высоких перепадов давления получены формулы, позволяющие с высокой точностью вычислить расход жидкости во всей рабочей области температур по единичному измерению расхода жидкости для одной фиксированной температуры. В промежуточной области предложен способ построения зависимости расхода жидкости от температуры в виде кусочно-линейной интерполяции.

Полученные результаты позволяют построить аналитическую модель в виде элемента вычислительного стенда стационарного течения жидкости в цилиндрическом

жиклере, которая учитывает перепад давления, радиус проходного отверстия жиклера и температуру жидкости. Обобщенная модель обладает высокой точностью (относительная погрешность не более $10^{-5}\%$ для малых Δp и не более 1% для больших Δp) по четырем численным расчетам для малых Δp и трем численным расчетам для больших Δp .

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№ 14-01-97019, 14-08-97027), АН РБ (договора №№ 40/11-П, 40/59-П) и Программы Президиума РАН № П-31.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ландау Л., Лифшиц Е. М.* Теоретическая физика. Т. 6. М.: Наука, 1988, 736 с.