

Гидродинамическое сопротивление каналов гидроприводов при пульсирующем течении жидкости

Веренич И.А.

Белорусский национальный технический университет

При расчетах гидродинамического сопротивления каналов и трубопроводов часто используют чрезмерно упрощенные модели течений жидкости и процессов взаимодействия ее с элементами гидроприводов. Однако, наличие каналов смежной формы, возникновение пульсаций скорости и давлений потока, обусловленных кинематикой насосов, гидродвигателей и другими факторами вызывает необходимость дальнейшего развития методик расчета сопротивления трения каналов приводов с учетом этих явлений, что позволит более обоснованно выбирать мощность насосов и находить пути снижения энергозатрат.

В докладе предложена методика расчета гидродинамического сопротивления каналов гидроприводов при гармоничных пульсациях потока. В основу взяты уравнения механики жидкости и газа для неустановившегося течения жидкости. Математическая модель представляет собой уравнения Навье-Стокса в цилиндрических координатах с учетом изменения давления и скорости потока не только во времени, но и по длине трубопровода. Нестационарные касательные напряжения на стенках каналов определяются по выражениям, учитывающим безразмерную частоту пульсаций потока, предложенным Д.Н. Поповым:

$$\tau_n = 4 \cdot \varepsilon \cdot \mu \cdot v / r_0,$$

где ε – коэффициент, учитывающий пульсации потока; μ – динамическая вязкость, Па·с; v – скорость в каждый момент времени, м/с; r_0 – приведенный радиус канала, м.

$$\varepsilon = \sqrt{\bar{\omega}} / 2 + 0,4, \quad \bar{\omega} = 2\pi \cdot f \cdot r_0^2 \cdot \rho / (8\mu).$$

Была проведена оценка изменения гидродинамического сопротивления трения в канале с приведенным диаметром $d_0 = 10$ мм, кинематической вязкостью жидкости $\nu = 20$ мм²/с и частотой пульсаций потока $f = 10$ Гц. По сравнению с расчетом для установившегося ламинарного течения гидродинамическое сопротивление при пульсации потока увеличивается в 1,3 раза.