

К РАСЧЕТУ МОЩНОСТИ ДИСКОВОГО ТРЕНИЯ ДЛЯ НЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ РАБОЧЕГО КОЛЕСА ПОГРУЖНОГО НАСОСА

Косоруков А. В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Диски колес насосов вращаются в узких кожухах, ширина которых мала по сравнению с радиусом диска. В боковой полости (пазухе) между диском колеса и стенкой корпуса жидкость движется в окружном и радиальном направлениях. При этом на дисках появляются моменты трения. Кроме того, имеются моменты трения на наружных цилиндрических поверхностях дисков. Суммарную мощность трения этих поверхностей называют мощностью дискового трения. Мощность трения дисков существенно зависит от направления радиального тока жидкости в «пазухе» и условий движения на границах полости.

Для ламинарных течений жидкости, когда пограничные слои смыкаются и распределение окружной скорости в зазоре подчиняется линейному закону, задача определения потерь мощности на дисковое трение определяется следующим образом. Потери мощности на одном диске равны:

$$N_{\text{дк}} = \omega \cdot M_{\text{дт}}$$

где $M_{\text{дт}}$ – момент трения одного диска. Этот момент трения можно определить, проинтегрировав выражение для вязкого трения Ньютона по всей боковой поверхности диска. Тогда получим

$$M_{\text{дт}} = \int_{r_1}^{r_2} (\tau \cdot 2 \cdot \pi \cdot r^2) dr,$$

где r_1 – радиус втулки, r_2 – радиус выхода рабочего колеса, τ – вязкое касательное напряжение (трение) для ньютоновской жидкости, которое вычисляется следующим образом:

$$\tau = \pm \frac{dU(y)}{dy}$$

где μ – динамическая вязкость жидкости, под $U(y)$ понимается скорость жидкости в зазоре, y – осевая координата.

Для нахождения производной $dU(y)/dy$ необходимо знать зависимость изменения скорости U от координаты y . В итоге получаем потери мощности на дисковое трение

$$N_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot \mu}{s \cdot 2} \cdot (r_2^4 - r_1^4).$$

Если принять обозначения $Re_d = \frac{R_2^2 \cdot \omega}{\nu}$, то формула для расчета потерь мощности на один диск имеет классический вид:

$$N = \frac{1}{4} c_{\text{ф}} \cdot \omega^3 \cdot \rho \cdot R_2 \cdot (R_2^4 - R_1^4),$$

где $c_{\text{ф}} = 2\pi \frac{R_2}{s} \frac{1}{Re_d}$ – коэффициент трения для ламинарного течения $Re_d \pm 10^5$.