

## ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ЖИДКОСТИ ВРАЩЕНИЮ ЧАСТИЧНО ПОГРУЖЕННОГО КОЛЬЦА

И. Б. Цесарский  
(Новосибирск)

Излагаются некоторые результаты экспериментального исследования гидродинамического сопротивления вязкой жидкости вращению частично погруженного кольца. Исследования проводились для колец, имеющих форму поперечного сечения, близкую к прямоугольной, применительно к условиям, имеющим место при работе смазочных колец.

Определялся момент  $M$  сил гидродинамического сопротивления вязкой жидкости вращению частично погруженного кольца.

Для отыскания формулы момента  $M$  были проведены на специальной установке опыты с кольцами, имеющими форму поперечного сечения, близкую к прямоугольной (равнобокая трапеция, отношение оснований которой 0.8—1.0), позволяющие производить измерения этого момента в зависимости от параметров движения кольца.

Методы теории подобия и размерности дают возможность указать следующий вид зависимости  $M$  от величин, влияющих на течение

$$M = \rho \omega^2 D^5 f\left(\frac{h}{b} \frac{s}{D} \frac{H}{D} RF\right) \quad \left(R = \frac{\omega D^2}{\nu}, F = \frac{\omega^2 D}{g}\right) \quad (1)$$

Здесь  $\rho$  — плотность жидкости,  $\omega$  — угловая скорость вращения кольца,  $D$  — средний диаметр кольца (полусумма его внешнего и внутреннего диаметров),  $h$  — высота поперечного сечения кольца,  $b$  — ширина кольца (в случае трапециевидного поперечного сечения — полусумма оснований трапеции),  $s = b + h$  — полупериметр поперечного сечения кольца,  $H$  — расстояние от линии уровня жидкости в ванне до нижней точки среднего диаметра кольца,  $R$  — критерий Рейнольдса,  $\nu$  — кинематическая вязкость,  $F$  — критерий Фруда,  $g$  — ускорение свободного падения.

В результате исследований установлено, что в случае ламинарного режима при изменении величин, указанных в выражении (1), в пределах

$$0.3 \leq \frac{h}{b} \leq 0.7, \quad 0.13 \leq \frac{s}{D} \leq 0.20, \quad 0.2 \leq \frac{H}{D} \leq 0.4, \quad 2500 \leq R \leq 65000, \quad F < F_*$$

момент  $M$  не зависит от  $h/b$  и числа  $F$  и прямо пропорционален  $s$  и  $\sqrt{(1 - H/D)H/D}$ .

Здесь  $F_*$  — критическое значение числа  $F$ , которое определяется по формуле

$$F_* = \frac{15}{1 + h/D} \sqrt[3]{\frac{b}{D + h}} \times \left(0.83 + \frac{H + 0.5h}{D + h}\right)^2 \quad (2)$$

Используя эти результаты, введем коэффициент сопротивления

$$k_c = \frac{M}{\rho \omega^2 s D^4 \sqrt{(1 - H/D)H/D}} \quad (3)$$

зависящий от числа  $R$ .

Экспериментальные данные зависимости  $k_c$  от  $R$  представлены на фигуре, из которой видно, что имеет место зависимость, близкая к степенной. Метод наименьших квадратов дает для этой зависимости по результатам эксперимента выражение

$$k_c = \frac{1.26}{\sqrt{R}} \quad (4)$$

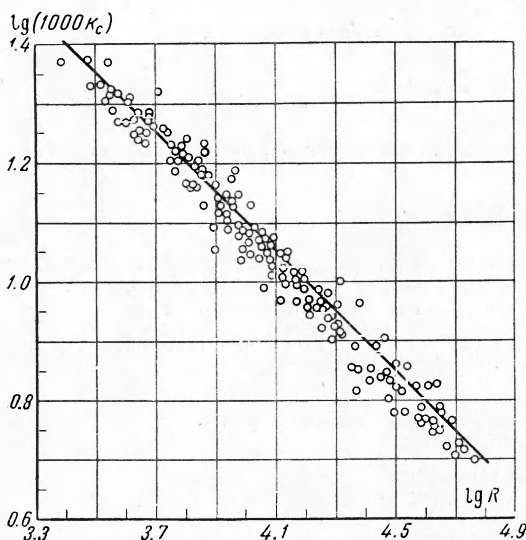
вероятная погрешность которого около 6.5%.

При  $F > F_*$  наблюдается отрыв струи жидкости, увлекаемой кольцом от внешней поверхности кольца. В этом случае при

$$F = (1.0 - 1.55) F_*$$

коэффициент сопротивления, несколько уменьшается и равен приблизительно 0.85 от значения, получаемого по формуле (4).

Полученные результаты могут быть использованы при технических расчетах смазочных колец.



Зависимость коэффициента сопротивления  $k_c$  от числа Рейнольдса