

руемого колеса. При этом используются восемь экспериментальных параметров деформируемой периферии.

Л и т е р а т у р а

1. Левин М.А. Понижение порядка зависимостей для реакций связей катящегося деформируемого колеса. — "ДАН БССР", 1974, № 6.

УДК 532.135

А.Х. Ким, докт. техн.наук, Г.Н. Алехнович
(Белорусский политехнический институт)

ТЕЧЕНИЕ СТЕПЕННОЙ ЖИДКОСТИ В ЗАЗОРЕ МЕЖДУ ЦАПФОЙ И КОРПУСОМ ОПОРЫ СКОЛЬЖЕНИЯ

Применение новых смазочных масел в гидродинамических опорах скольжения привело к тому, что при расчете опор скольжения стало необходимым учитывать неньютоновское поведение смазочных масел [1]. В задаче рассматривается движение жидкости, подчиняющейся степенному закону

$$\tau = k(\dot{\gamma})^n$$

в зазоре между цапфой и корпусом опоры скольжения. Под действием силы, действующей на вал, центр цапфы смещается так, что между центрами цапфы и корпуса подшипника имеется расстояние e . Таким образом, зазор между цапфой и корпусом опоры получается переменный: от δ в точке В до 0 в точке А. Практически зазор очень мал по сравнению с радиусом цапфы, что и позволяет для решения задачи принимать упрощенную модель. Половину области движения от точки А до точки В (вследствие малости размера δ по сравнению с радиусом цапфы R_1) принимаем в виде клина с прямолинейными стенками, из которых одна движется с постоянной скоростью ωR_1 , а другая неподвижна. Так как зазор очень мал по сравнению с длиной опоры, то изменением распределения скоростей и напряжений вдоль оси цапфы можно пренебречь и рассматривать плоскую задачу (рис. 1).

Выразим в координатах r и φ компоненты тензора напряжений через компоненты тензора скоростей деформаций:

$$P_{rr} = -P + 2kh^{n-1} \frac{\partial v_r}{\partial r} ; \quad (1)$$

$$P_{\varphi\varphi} = -P + 2kh^{n-1} \left(\frac{\partial V_{\varphi}}{r \partial \varphi} + \frac{V_r}{r} \right); \quad (2)$$

$$P_{rr} = kh^{n-1} \left(\frac{\partial V_r}{r \partial r} + \frac{\partial V_{\varphi}}{\partial r} - \frac{V_{\varphi}}{r} \right), \quad (3)$$

где V_r и V_{φ} — компоненты скорости; h — интенсивность скорости деформации.

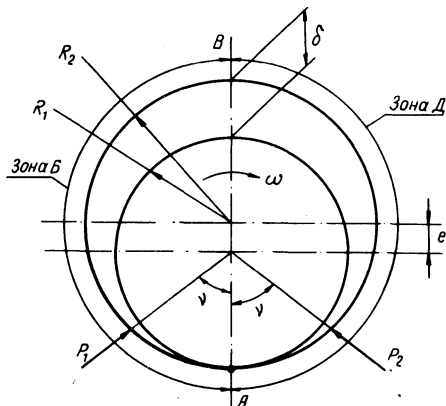


Рис. 1. Схема опоры скольжения.

Полагаем, что смазка является несжимаемой, поэтому должно удовлетворяться уравнение неразрывности деформаций

$$\frac{\partial V_r}{\partial r} + \frac{\partial V_{\varphi}}{r \partial \varphi} + \frac{V_r}{r} = 0. \quad (4)$$

Введем функцию тока $\psi(r, \varphi)$

$$V_r = -\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial \varphi}; \quad V_{\varphi} = -\frac{\partial \psi}{\partial r}.$$

Представим функцию тока в виде

$$\psi(r, \varphi) = rW(\varphi).$$

Тогда $V_r = W'(\varphi); \quad V_{\varphi} = -W(\varphi). \quad (5)$

Для решения задачи силами инерции пренебрегаем и уравнения гидромеханики запишем в виде

$$\frac{\partial P_{rr}}{\partial r} + \frac{\partial P_{r\varphi}}{r \partial \varphi} + \frac{P_{rr} - P_{\varphi\varphi}}{r} = 0; \quad (6)$$

$$\frac{\partial P_{r\varphi}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial P_{\varphi\varphi}}{\partial \varphi} + \frac{2 P_{r\varphi}}{r} = 0. \quad (7)$$

Подставляя значения компонентов скорости деформации (5) в уравнения (1), (2), (3), получаем

$$P_{rr} = P_{\varphi\varphi} = -P;$$

$$P_{r\varphi} = \pm \left| \frac{W''(\varphi) + W(\varphi)}{r} \right|_k^n \cdot k; \quad h = \left| \frac{W''(\varphi) + W(\varphi)}{r} \right|.$$

Подставляя полученные значения в уравнения гидромеханики (6), (7), получаем при n близком к 1,

$$W^{IV}(\varphi) + W''(\varphi) + (2-n) [W''(\varphi) + W(\varphi)] = 0.$$

Решение этого уравнения будет иметь вид

$$W(\varphi) = C_1 \sin \varphi + C_2 \cos \varphi + C_3 \sin(\sqrt{2-n} \varphi) + C_4 \cos(\sqrt{2-n} \varphi) = 0.$$

Определив постоянные интегрирования, можно построить эпюру скоростей смазки в зазоре, а также линии тока.

Найдем давление в зазоре, обозначив $P_{r\varphi} = \tau$, и перепишем уравнение (7) в виде

$$-\frac{\partial P}{r \partial \varphi} + \frac{\partial \tau}{\partial r} + \frac{2\tau}{r} = 0.$$

$$\text{Отсюда } P = \int \left(r \frac{\partial \tau}{\partial r} + 2\tau \right) d\varphi + (r).$$

Вычислив постоянные интегрирования и рассматривая две зоны (Б и Д), обозначив при этом давление смазки на цапфу P_1 и P_2 , можно определить несущую способность цапфы опоры скольжения

$$N = \sqrt{N_x^2 + N_y^2},$$

$$\text{где } N_x = R_1 \int_{\varphi_0}^{\pi} P_1(\varphi) \cos \varphi d\varphi + R_1 \int_{\varphi_0}^{\pi} P_2(\varphi) \cos \varphi d\varphi;$$

$$N_y = R_1 \int_{\varphi_0}^{\pi} P_1(\varphi) \sin \varphi d\varphi - R_1 \int_{\varphi_0}^{\pi} P_2(\varphi) \sin \varphi d\varphi.$$

Резюме. Рассмотрено течение неньютонской смазки в радиальном гидродинамическом подшипнике. Получено уравнение функции тока смазки в зазоре.

Л и т е р а т у р а

1. Коровинский М.В. Теоретические основы работы подшипников скольжения. М., 1959.