

ДИНАМИКА УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ ПЛАВАЮЩИХ КОЛЕЦ И РАСЧЁТ ИХ ДЕФОРМАЦИЙ

Деревянко И. М., студентка

Уплотнения с плавающим кольцом представляет собой комбинацию кольцевого дросселя (бесконтактное щелевое уплотнение) и торцового контакта, выполняющего роль механического уплотнения.

Поведения плавающих колец определяется соотношением сил в кольцевом и торцовом дросселях. Характеристики торцового дросселя могут изменяться в зависимости от контактного давления p_c . Если контактное давление не превышает давления уплотняемой среды ($p_c \leq p_1$), то на торцовой поверхности обеспечивается жидкостный режим трения (рис. 1, а). В противном случае режим трения становится граничным и может приближаться к режиму сухого трения (рис. 1, б). В этом случае, если выполняется самоцентрировка, колебания кольца становятся нелинейными. Третий вариант – условие самоцентрировки не выполняется, кольцо теряет радиальную подвижность, и возможны лишь угловые колебания (рис. 1, в), когда суммарный уровень, действующий на кольца, раскрывает торцовый стык. Наконец, крайний случай, когда системы сил и моментов, действующих на кольцо, уравновешены, кольцо при отсутствии соударений с валом неподвижно. Последний вариант условий работы (условно подвижное кольцо) является наиболее простым и надёжным. Плавающее кольцо работает как неподвижное щелевое уплотнение, а гидродинамические силы, возникающие в кольцевом зазоре, целиком передаются ротору, предопределяя его вибрационное состояние.

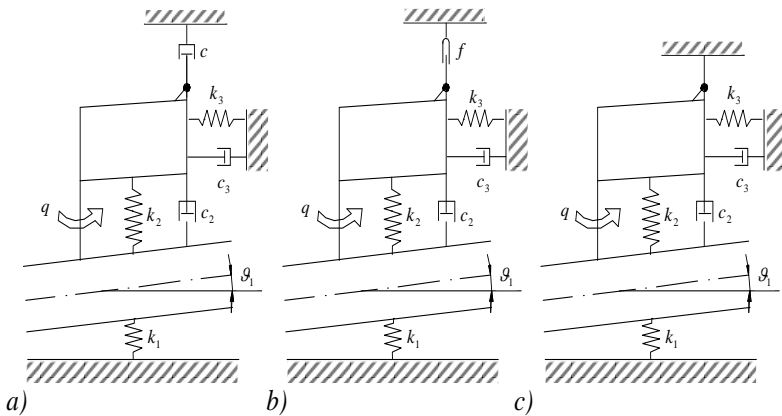


Рисунок 1 - Варианты условий работы плавающего кольца

На рис. 1 обозначено: k_1 - коэффициент изгибной жёсткости вала; k_2, c_2 - коэффициенты радиальной гидростатической жёсткости и демпфирования шелевого уплотнения; q_2 - коэффициент циркуляционной силы, т.е. составляющей радиальной гидродинамической силы, направленной перпендикулярно эксцентриситету e ; k_3, c_3 – коэффициенты угловой жёсткости и демпфирования в торцовом зазоре.

Радиальные и угловые смещения кольца могут возникать под действием радиальных гидродинамической силы F_x и момента M_x в кольцевом зазоре, а также под действием силы тяжести и её момента относительно точки возможного поворота a .

В рассматриваемом положении равновесия сохраняются лишь гидростатическая сила и момент:

$$F_y = F_{py2} = k_p \left[(\theta_0 + N\chi_m)\varepsilon + (1 + 2\Delta\chi)\theta_x \right]$$

$$M_x = M_{px2} = k_p \frac{l}{6} (N\Delta\chi\varepsilon + 2\chi_m\theta_x)$$

Используя выражения сил и момента, запишем условие неподвижности уплотнительного кольца:

$$k + \frac{p_2}{\Delta p} \geq \frac{1}{f\Delta p A_c} \left\{ k_p \left[(\theta_0 + N\chi_m)\varepsilon + (1 + 2\Delta\chi)\theta_x \right] + mg \right\}$$

Широкие возможности по оптимизации расходных характеристик связаны с применением деформируемых плавающих колец. Соответствующим подбором геометрии радиального сечения кольца (рис. 2) можно добиться, чтобы в результате деформаций под действием уплотняемого перепада давления дросселирующие зазоры приобретали такую форму, при которой увеличивается гидростатическая жёсткость и в то же время уменьшается расход. Такие кольца позволяют стабилизировать протечки за счёт уменьшения зазора из-за деформаций, а также обеспечивают динамическую устойчивость в широком диапазоне перепадов давления уплотняемой жидкости.

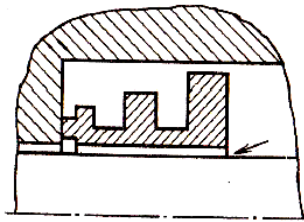


Рисунок 2 – Деформируемое плавающее кольцо

Работа выполнена под руководством профессора Марцинковского В. А.

Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів факультету технічних систем та енергоефективних технологій, м. Суми, 23-26 квітня 2013 р.: у 2-х ч. / Ред.кол.: О.Г. Гусак, В.Г. Євтухов. - Суми : СумДУ, 2013. - Ч.1. - С. 138-139.