

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ГИДРОСТАТИЧЕСКИХ ОПОР ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ

А. В. Михневич, Н. Н. Михневич

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Надежность и долговечность объемных гидромашин в значительной степени определяются состоянием гидростатических опор. В соответствии с наметившейся тенденцией форсирования гидромашин по давлению рабочее давление в их гидростатических опорах может достигать 60–80 МПа, вызывая значительные деформации контактирующих поверхностей.

С учетом упругой деформации контактных поверхностей под воздействием давления жидкости толщина смазочного слоя в зазоре между башмаком и рабочей поверхностью опоры $h = h_0 + kp$, где h_0 – величина зазора по внешней окружности башмака; p – давление на расстоянии r от оси опоры; k – коэффициент пропорциональности, зависит от геометрии деформируемого тела и его упругих свойств.

Решено уравнение Навье-Стокса применительно к данному случаю течения жидкости в зазоре при условии, что вязкость жидкости зависит от давления по закону $\mu = \mu_0 e^{\alpha p}$, где α – пьезокоэффициент вязкости, и получено распределение давления в виде неявной зависимости:

$$\frac{A(p) - A(0)}{A(p_0) - A(0)} = \frac{\ln \frac{R_2}{r}}{\ln \frac{R_2}{R_1}}, \quad (1)$$

где $A(p)$ – полином третьей степени давления p ; $A(p_0)$ – значение $A(p)$ при $p = p_0$; $A(0)$ – значение $A(p)$ при $p = 0$; R_1 и R_2 – радиусы опорного кольца башмака.

Определяемое выражением (1) распределение давления в зазоре гидростатической опоры при наличии упругих деформаций существенно отличается от распределения давлений в недеформируемом зазоре.

Численным интегрированием распределения давления, определяемого выражением (1), по грузонесущей поверхности башмака получены оценки отжимающей силы гидростатических опор различных геометрических размеров. Полученные оценки, а также результаты стендовых испытаний гидростатических опор аксиально-поршневых гидромашин показали, что при невысоких давлениях рабочей жидкости (до 30 МПа) упругие деформации контактных поверхностей опор практически не влияют на их грузонесущую способность. То есть в этом случае можно пользоваться расчетными зависимостями, полученными без учета деформируемости контактных поверхностей.

При более высоких давлениях расчеты гидростатических опор без учета деформируемости контактных поверхностей дают существенно заниженные (на 20–30 %) значения отжимающей силы. Расчеты отжимающей силы гидростатических опор с учетом распределения давления (1) дают значения, практически совпадающие с результатами стендовых испытаний. Отсюда следует, что упругая деформируемость контактных поверхностей приводит к увеличению отжимающей силы и большей возможности нарушения герметичности стыка гидростатической опоры.

Таким образом, при разработке объемных гидромашин высокого давления необходимо учитывать упругую деформируемость контактных поверхностей.