

СЕКЦИЯ «ГИБКИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ КОМПЛЕКСЫ»

УДК. 621.822.5.001.5

В.А.Митин (6 курс, каф. ГАК), В.А.Прокопенко, к.т.н., доц., П.П.Петков, к.т.н., доц.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОСТАТИЧЕСКИХ ПОДШИПНИКОВ

Большое практическое значение имеет допущения о возможности использования при расчетах развёртки опор ГСП на плоскость. При смещении цилиндрического шпинделя на величину статической ошибки Δ_{\max} равной рабочему зазору h_0 , как следует из рис.1.а, текущий зазор в окружном направлении равен нулю только в одной точке, где угловая координата α равна нулю. С увеличением α увеличивается и фактический нормальный текущий зазор в каждой из точек на круговой и осевой перемычках, что приводит к дополнительным перетечкам из опоры и снижению величины давления в опоре, а при полном смещении давление в опоре не равно давлению питания (p_H), в отличие от плоской опоры.

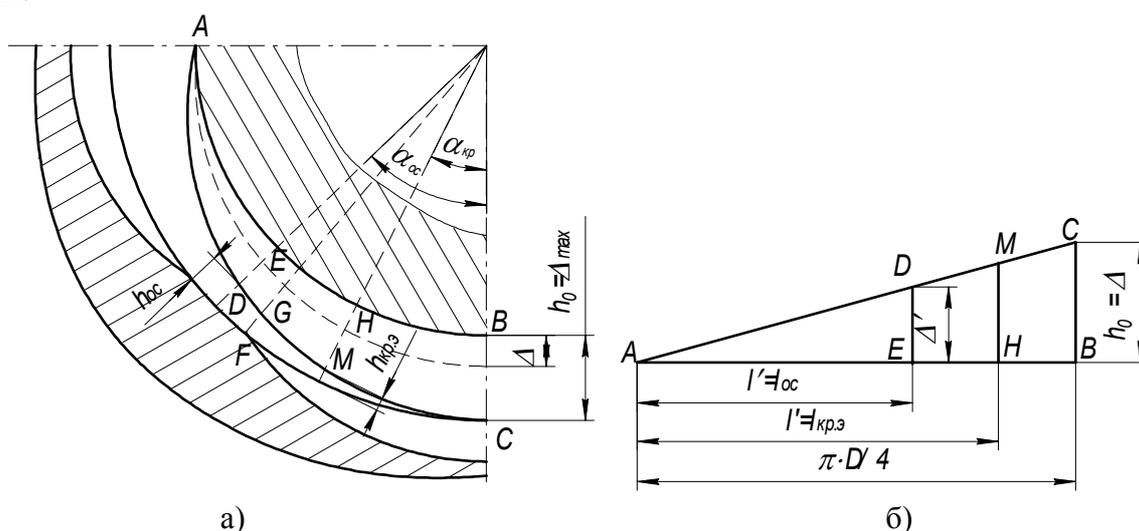


Рис.1. Расчётная схема определения зазоров в опоре ГСП при смещениях шпинделя с учётом её цилиндрической формы (а) и схема распределения текущей ошибки в круговом направлении (б)

В отличие от плоской опоры, расчётные зазоры $h_{ос}$ на осевой перемычке и $h_{кр}$ – на круговой перемычке не равны при одном и том же смещении Δ и находятся с учётом схемы распределения зазора в круговом направлении (рис.1.б). С учётом небольшой ширины осевой перемычки за $h_{ос}$ принимаем величину зазора в её средней точке, а для более протяжённой круговой перемычки величина зазора $h_{кр}$ и его угловая координата $\alpha_{кр}$ определяются по эквивалентному зазору с точки зрения расхода через эту перемычку.

Так как величина расхода через перемычку пропорциональна $h_{кр}^3$, выполнено интегрирование этого переменного параметра по длине перемычки с последующей оценкой соответствующего эквивалентного значения $h_{кр}^3$.

Для сопоставления вариантов рассчитаны зависимости безразмерного давления и реакции ГСП от смещения $\Delta m_{\Sigma} = f(\Delta h)$ и $R = f(\Delta h)$ (рис.2). Сравнительный анализ рабочих характеристик выполнен для трёх основных вариантов конструктивной реализации несущих опор:

- с разделительной осевой канавкой и перемычками 6 мм (вариант 1);
- без разделительной канавки с перемычкой шириной 12 мм между опорами и 6 мм по окружности (вариант 2);
- без разделительной канавки с перемычкой шириной 6мм между опорами (вариант 3).

Эксплуатационные параметры ГСП приняты для серийного гибкого производственного модуля модели ЛР 400 ПМФ4 (производство ЛСПО им. Свердлова): диаметр шпинделя – 125 мм, давление питания – 10 МПа, расчетная динамическая вязкость жидкости – 0,06 Па·с, размеры опоры - 90×90 мм, рабочий зазор – 45 мкм, наибольшая частота вращения – 4000 мин⁻¹.

При смещении шпинделя на $\Delta h = 45$ мкм по варианту 1 приращение суммарного давления Δm_{Σ} больше на 10%, чем в случае отсутствия разделительных канавок по варианту 2 и на 25% - по варианту 3. Учёт цилиндричности опоры, даёт снижение суммарного перепада давления на 18% относительно плоского варианта для опоры с разделительными канавками и для опоры без канавок с широкими перемычками и на 24% для опоры без канавок с узкими перемычками.

При учёте цилиндричности профиля опоры реакция ГСП при одной и той же статической ошибке ($\Delta h = 45$ мкм) уменьшается на 20%, 8% и 30% для опоры с разделительными канавками (вариант 1) и для опор без разделительных канавок с широкими и узкими перемычками соответственно (рис.2.б). Таким образом, опора без разделительных канавок с широкой осевой перемычкой способна воспринимать наибольшую нагрузку, превышая нагрузку для опоры с разделительными канавками на 10%.

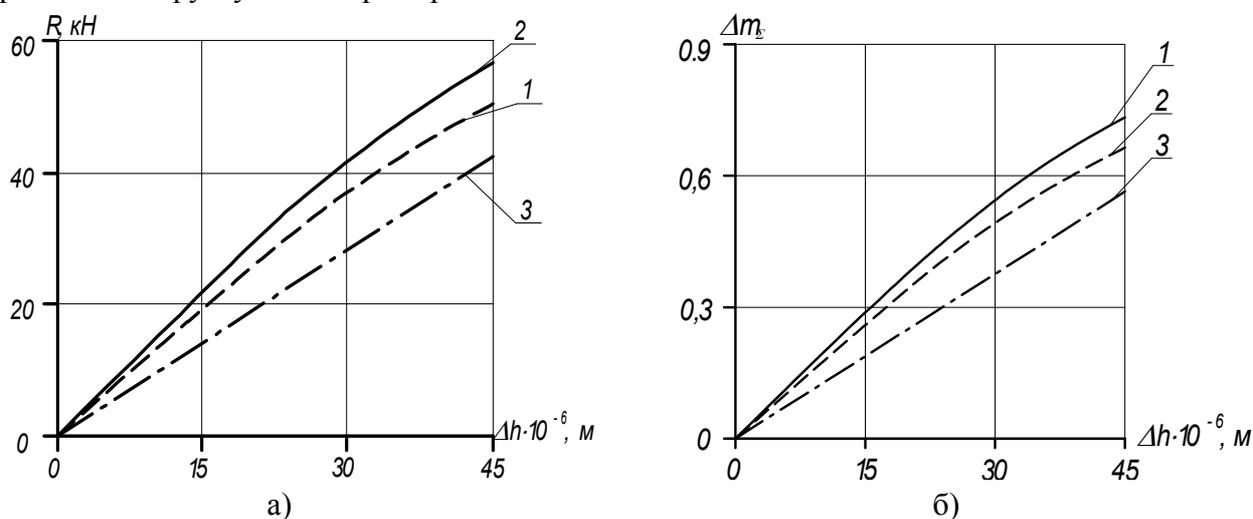


Рис.2. Зависимости суммарных приращений давления в ГСП (а) и реакции ГСП (б) от величины статической ошибки с учётом кривизны профиля опоры для: 1 – опоры по варианту 1; 2 - опоры по варианту 2; 3 - опоры по варианту 3

Из вышесказанного следует вывод, что использование для каких-либо расчётов значений характеристик, полученных для развёртки опор ГСП на плоскость, приводит к погрешности более 10% и может использоваться лишь для расчётов на предварительных стадиях проектирования.