

УДК 621.822.5.001.5

А.С. Хавроничева (6 курс, каф. ГАК), В.А. Прокопенко, к.т.н., доц.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОСТАТИЧЕСКИХ ОПОР РАЗЛИЧНОГО КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ

При разработке гидростатических опорных систем, прежде всего для подшипниковых узлов, одним из принципиальных вопросов является выбор варианта конструктивной реализации самих опор в части наличия или отсутствия разделительных осевых канавок. Рекомендации в технической литературе носят качественный характер [1,2] и не позволяют оценить по совокупности преимущества вариантов. На базе гидростатических подшипников гибкого производственного модуля модели ЛР400ПМФ4 (производство завода им. Я.М. Свердлова) выполнен сравнительный анализ основных рабочих характеристик для трёх вариантов конструктивной реализации несущих опор:

- с разделительной осевой канавкой и перемычками 6 мм;
- без разделительной канавки с перемычкой шириной 6 мм между опорами;
- без разделительной канавки с перемычкой шириной 12 мм между опорами и 6 мм по окружности.

Эксплуатационные параметры подшипников: 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.

Выполнены расчёты относительного снижения нагрузочной способности вариантов без разделительных канавок относительно варианта с канавками по значению суммарного относительного перепада давления в опорах (Δp_{Σ}), которое связано с перетечками рабочей жидкости между опорами в осевом направлении. С учётом клиновидной формы рабочего зазора при нагружении подшипника с узкой перемычкой $\Delta p_{\Sigma} = 35\%$ при статической ошибке $\delta = 5 \text{ мкм}$ и $\Delta p_{\Sigma} = 15\%$ при $\delta = 22,5 \text{ мкм}$ (половина рабочего зазора). Для подшипника с широкой перемычкой снижение составляет 28 и 18% соответственно.

Полученные результаты показывают, что по нагрузочной способности рассматриваемые варианты могут удовлетворять требованиям точности обработки в случае компенсации потерь грузоподъёмности для вариантов без разделительных канавок конструктивными средствами (увеличение давления питания, диаметра шпинделя, геометрии опор и т.п.).

Проведён анализ потерь мощности и тепловой расчёт вариантов [2]. При максимальной частоте вращения шпинделя для случая с узкой перемычкой скоростные потери на 27% меньше, чем в двух других вариантах. Однако температура рабочей жидкости при этом составляет 55°C, что превышает допустимое значение ($[t] = 50^\circ\text{C}$). Ещё большая температура – 75°C имеет место для варианта с широкой канавкой. Условие по допускаемой температуре выполняется только для варианта с разделительными канавками, при котором нагрев жидкости не превышает 48°C.

Таким образом, хотя последний вариант является наименее технологичным из-за относительной сложности выполнения разделительных канавок, только он в наибольшей степени соответствует условиям использования на современных станках и гибких производственных модулях.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Проектирование гидростатических направляющих металлорежущих станков и станочных комплексов. Методические указания./М.А. Болотников, В.Г. Лебедев, П.П.Петков и др.- СПб: ГТУ, 1993.-28 с.

2. Методические указания по выполнению расчетов и проектированию подшипников современных высокопроизводительных металлорежущих станков./ Л. Дудески, П.П. Петков, В.А. Прокопенко и др.,- Л: ГТУ,1990.- 37 с.