

УДК 621.822.5.001.5

А.Б.Богданова (3 курс, каф. ГАК), В.А.Прокопенко, к.т.н., доц.

МОДЕРНИЗАЦИЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ ШПИНДЕЛЬНОЙ БАБКИ МОДУЛЯ ЛР400-ПМФ4

Цель работы – замена направляющих качения шпиндельной бабки серийного гибкого модуля ЛР400-ПМФ4 на гидростатические направляющие. Основными компонентами гидростатических направляющих (ГСН) являются несущая опора (НО) и система управления – способ подачи рабочей жидкости в НО. По характеру восприятия нагрузки ГСН можно разделить на две группы: незамкнутые ГСН, воспринимающие нормально действующие прижимающие нагрузки, и замкнутые, воспринимающие, кроме того, значительные опрокидывающие моменты (отрывные реакции). ГСН каждого подвижного узла (ПУ) обычно содержит несколько НО, имеющих индивидуальные подводы питания рабочей жидкости. НО выполняются непосредственно на направляющих поверхности ПУ. Основным параметром НО – ее эффективная площадь $F_{эф} = F_{Г} \cdot C_{Ф}$, где $F_{Г}$ – полная эффективная площадь НО; $C_{Ф}$ – коэффициент несущей способности. При этом $F_{Г} = B \cdot L$, где B и L – размеры НО. Физически $C_{Ф}$ – коэффициент уменьшения геометрической площади опоры, обусловленный наличием дросселирования рабочей жидкости через зазор h на перемычках НО. Давление P_0 , необходимое для уравнивания внешней нагрузки P на НО, составляет $P_0 = \frac{P}{F_{эф}}$. Если

давление в НО будет меньше P_0 , то имеет место частичная (неполная) разгрузка, без всплытия на рабочий зазор h , характерная для соответствующих систем разгрузки.

Идеальные ГСН должны обладать абсолютной жесткостью. Этого можно достигнуть, изменяя расход через НО прямо пропорционально нагрузке на нее, т. е. система питания НО должна содержать управляющие устройства, идеальные характеристики которых описываются зависимостью $Q = k \cdot P$. Реальные системы питания далеко не всегда обеспечивают требуемый закон. В связи с этим, жесткость ГСН, равная $j = \frac{dP}{dh}$, ограничена

и в зависимости от используемого управляющего устройства колеблется в весьма широких пределах. Среди большого разнообразия систем питания (управления) ГСН можно выделить следующие группы:

- с подачей рабочей жидкости в каждую НО от отдельного насоса постоянной производительности (такие конструкции называют ГСН системы “насос-карман”);
- с одним большим насосом и дросселями питания постоянного гидросопротивления перед входом в карман каждой НО;
- с общим насосом и различными регуляторами на входе каждой из НО, изменяющими свое гидросопротивление по функции различных параметров.

Для станков нормального класса точности обычно принимается дроссельная схема управления.

Расчет реакций выполнен с допущением, что вылет консольной части шпинделя составляет 300 мм (реальный вылет консольной части равен 850 мм). Схема нагружения шпинделя от сил резания (расчетная схема) приведена на рис. 1.

В результате анализа различных возможных режимов и схем обработки установлена максимальная суммарная реакция для одной опоры $R_{МАХ} = 4249$ Н и минимальная суммарная реакция $R_{МИН} = -3999$ Н.

Для определения эффективных площадей базовой и замыкающей опор – F_0 и $F_{ЗАМ}$ –

составлена система уравнений равновесия для ГСН при внешней нагрузке на опору R_{MAX} и R_{MIN} .

$$\begin{cases} R_{\text{max}} + p_{\text{замmin}} \cdot F_{\text{зам}} = p_{\text{оmax}} \cdot F_{\text{о}} \\ R_{\text{max}} + p_{\text{замmax}} \cdot F_{\text{зам}} = p_{\text{оmin}} \cdot F_{\text{о}} \end{cases}, \quad (1)$$

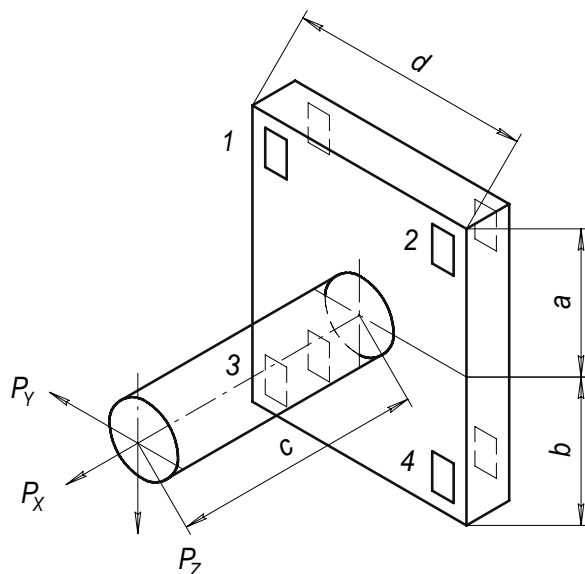


Рис. 1. Схема нагружения НО составляющими силы резания

Предельные значения давлений в опорах задаются по соответствующим статическим характеристикам $m = f(h)$ ГСН таким образом, чтобы диапазон изменения давления в опоре соответствовал требуемой точности поддержания зазора. Так для дроссельной системы ГСН, задавая наибольший уровень статической ошибки 50% от начала зазора, что характерно для большинства МРС класса точности Н, имеем для НО $P_{\text{ОМАХ}} = 0,85 \cdot P_{\text{Н}}$, $P_{\text{ОМИН}} = 0,2 \cdot P_{\text{Н}}$, $P_{\text{ЗАММАХ}} = 0,85 \cdot P_{\text{Н}}$, $P_{\text{ЗАММИН}} = 0,2 \cdot P_{\text{Н}}$.

Подставляя значения реакций и величины давлений в систему уравнений (1) и, решая ее, относительно $F_{\text{О}}$ и $F_{\text{ЗАМ}}$, получаем значения эффективных площадей базовой и замыкающей опор:

$$F_{\text{О}} = 4.67 \cdot 10^{-3} \text{ [м}^2\text{]}, F_{\text{ЗАМ}} = 3.93 \cdot 10^{-3} \text{ [м}^2\text{]}.$$

Пользуясь рекомендациями нормы станкостроения Н20-6, выбраны размеры опор и карманов: для базовой опоры: $L = 0,25$ м; $B = 0,04$ м; $l = 0,17$ м; $b = 0,003$ м, для замыкающей опоры: $L = 0,2$ м; $B = 0,04$ м; $l = 0,12$ м; $b = 0,003$ м.