

УДК 621.88.084

А. Т. Скойбеда, Д. Эльмессауди

## НЕПОДВИЖНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ С НАТЯГОМ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

Посадки колец подшипников в корпус и на вал назначаются в соответствии со стандартами; ГОСТ 3325-87, DIN 5425, FAG, NSK в Японии. Посадки подшипников, принятые по ГОСТ 3325-87 в соответствии с классами точности подшипников.

Выбор посадок подшипников на вал и отверстие корпуса производят в зависимости от того, вращается или не вращается данное кольцо относительно действующей на его радиальной нагрузки, а также от вида нагружения, величины, направления и динамики действующих нагрузок. При выборе посадок следует учитывать перепад температур между валом и корпусом, монтажные и контактные деформации колец, влияющих на рабочий зазор в подшипнике, материал и состояние посадочных поверхностей вала и корпуса, условия монтажа.

Посадки колец подшипников в отверстия корпусов и на валы выполняются двумя основными методами: прессовыми методом и методом теплового деформирования. Способ сборки неподвижных соединений прессовым методом зависит от конструкции сопрягаемых деталей их габаритов и типа производства [3].

Метод теплового деформирования основан на температурных деформациях сопрягаемых деталей. Сборка этим методом осуществляется путем нагрева охватывающей детали или охлаждения охватываемой. Используется также комбинированный метод путем нагрева охватывающей и охлаждения охватываемой деталей [1,2].

Сборка методом теплового деформирования характерна длительностью процесса, потреблением значительного количества энергии и отсутствием средств контроля качества соединения без разрушения. Она применяется в условиях серийного и мелкосерийного производства при сборке неподвижных соединений с натягом.

Сборки неподвижных соединений с натягом колец подшипников с корпусами и валами в условиях массового производства осуществляется преимущественно прессовым методом.

В процессе сборки прессовым методом происходит механическая деформация сопрягаемых деталей. Погрешности взаимной ориентации деталей при сборке непод-

вижных соединений с натягом прессовым методом существенно влияет на форму поверхностей качения подшипника в опоре.

Упругие перемещения характерны также при сборке деталей правильных геометрических форм (рис. 1). Внутреннее кольцо подшипника качения при напрессовке на шпиндели (валы) вызывает появление погрешности  $\delta$ . Аналогичные погрешности возникают на кольце, дорожке качения. Эти погрешности приводят к снижению долговечности подшипника а также снижают точности вращения шпинделя (вала).

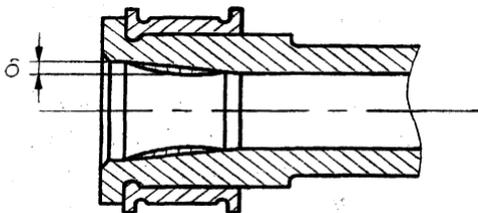


Рис. 1 Погрешности, возникающие от напрессовки колец подшипников

В последнее время находят применение клеевые неподвижные соединения колец подшипников с корпусами и валами. Зазор между кольцом подшипника и сопрягаемой с ним деталью заполняется клеем, который обеспечивает неподвижность соединения. Кольцо подшипника в этих соединениях не деформируется. Особенно широкое распространение в автомобильной и авиационной промышленности нашли анаэробные составы. Они используются при сборке двигателей, в частности при установке роликоподшипников задней оси автомобилей, для соединения наружного кольца подшипника с обоймой. Этот соединения хорошо выдерживает вибрации, возникающие при высоких скоростях.

Однако при сборке клеевого соединения невозможно точно центрировать кольцо подшипника относительно сопрягаемой с ним детали. Соединение выполняется неразборным, что затрудняет восстановление опоры при ремонте. Основным недостатком клеевых соединений является меньшая надежность по сравнению с посадками с натягом, что ограничивает область их применения в частях машин. Свойства клеевых соединений изменяются во времени, а также при длительном воздействии эксплуатационных факторов (различные нагрузки, повышенные и пониженные температуры, вода, тропический климат и т.д.).

Рассмотрим случай установки подшипника с применением клея на вал (рис.2). При установке подшипника на вал вследствие свойств клея (вязкости, температуры) приводит к неравномерному его распределению между поверхностями кольца подшипника и вала. Клей также заполняет микронеровности (зона II). В этих зонах (I и

шипника и вала. Клей также заполняет микронеровности (зона II). В этих зонах (I и II) характер контакта между поверхностями подшипника и вала различный: в зоне I контакт обеспечивается с помощью клея и в основном высоты неровностей (гребешков), а в зоне 2 только клея (рис.2, а, б и в).

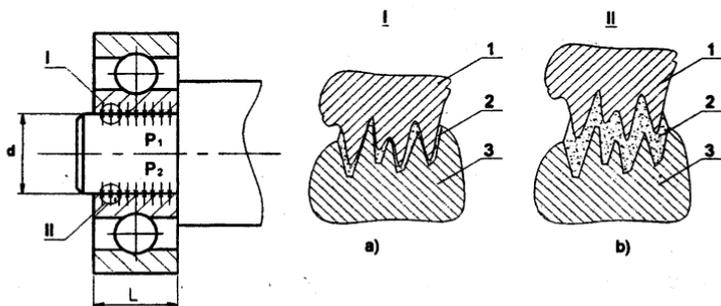
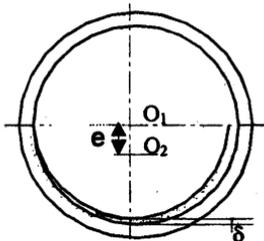


Рис. 2 Схема установки подшипника на вал с применением клея: 1 - внутреннее кольцо подшипника; 2- клей; 3-вал. Смещение оси подшипника (в):  $O_1$  – центр вала;  $O_2$  – центр подшипника;  $e$  – эксцентриситет между  $O_1$  и  $O_2$ ;  $\delta$  - толщина клея

в)



Полагая, что удельные давления  $P_1$  и  $P_2$  распределены по контактной поверхности равномерно, можно написать зависимости:

$$\begin{aligned} Q &\leq \phi_1 p_1 \pi d l; \\ Q &\leq \phi_2 p_2 \pi d l; \end{aligned} \quad (1)$$

или

$$\begin{aligned} M_{кр} &\leq \frac{1}{2} \phi_1 p_1 \pi d^2 l; \\ M_{кр} &\leq \frac{1}{2} \phi_2 p_2 \pi d^2 l. \end{aligned} \quad (2)$$

Необходимое среднее удельное давление на контактных поверхностях будет:

$$\begin{aligned} p_1 &Q / \phi_1 \pi d l; \text{ или } p_1 \geq 2 M_{кр} / \phi_1 \pi d^2 l; \\ p_2 &\geq Q / \phi_2 \pi d l; \text{ или } p_2 \geq 2 M_{кр} / \phi_2 \pi d^2 l. \end{aligned} \quad (3)$$

В случае совместного действия осевой силы  $Q$  и момента  $M_{кр}$  расчет следует вести по равнодействующей  $R$  осевой и окружной сил

$$R = \sqrt{Q^2 + \left(\frac{2M_{кр}}{d}\right)^2}; p_1 \geq R / \phi_1 \text{ п } d l; \quad (1)$$

$$p_2 \geq R / \phi_2 \text{ п } d l. \quad (2)$$

Коэффициенты  $\phi_1$  и  $\phi_2$  определяются по формуле

$$\phi_1 = \frac{T_1}{N + F_1 \cdot A_1}, \quad \phi_2 = \frac{T_2}{N + F_2 \cdot A_2} \quad (5)$$

Как видно из уравнений (4) условия обеспечения надежного соединения подшипника на вал зависит от коэффициентов  $\phi_1$  и  $\phi_2$ .

В формулах (1...5)

$p_1$  - удельная давление на контактной поверхности (зона I);  $p_2$  - удельная давление на контактной поверхности (зона II);  $l$  - длина контакта;  $\phi_1, \phi_2$  - коэффициенты трения (зона I и II);  $Q$  - осевая сила;  $M_{кр}$  - крутящий момент;  $R$  - равнодействующая осевая и окружная сила;  $N$  - нормальная нагрузка;  $F_1, F_2$  - удельные прилипания (адгезия), действующее на фактические площади контакта  $A_1$  и  $A_2$  (зона I и II).  $T_1, T_2$  - силы трения в зоне I и II.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

В случае установки колец подшипников на вал (в корпусе) с помощью клеевого соединения клей должен удовлетворять следующим требованиям: склеивание необходимо проводить без больших осевых усилий, следует обеспечивать точность посадки колец подшипников; в случае неточной обработки сопрягаемых деталей клей должен заполнить зазоры, в процессе отверждения не должно происходить усадки, клеевое соединение должно иметь высокую прочность, при нанесении клея необходимо обеспечивать вращения подшипника для устранения его неравномерного распределения между кольцом и валом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев Г.Я. автоматизация сборки соединений с натягом на основе теплового метода. В сб. научные основы автоматизации сборки машин. Под ред. Новикова М. П. - М.: Машиностроение, 1976.- С. 260- 269.
2. Карпунин И.М. Посадки приборных и шпиндельных шарикоподшипников. Справочник. - М.: Машиностроение, 1978.- 246с.
3. Цуб Е.Ф. Реконструкция и эксплуатация опор с подшипниками качения. Справочник.- М.: Машиностроение, 1981.- 365с.