

УДК 621.88.084

А. Т. Скойбеда, Д. Эльмессауди

МОМЕНТ ТРЕНИЯ И УПРУГИЕ ДЕФОРМАЦИИ В ПОДШИПНИКАХ КАЧЕНИЯ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Повышение надежности и долговечности подшипников качения во многом зависит от улучшения качества поверхностного слоя деталей подшипников.

Физико-механические свойства поверхностного слоя связаны с величиной контактных напряжений и рабочей температурой, с величиной остаточных напряжений, микротвердостью, а также со степенью пластической деформаций металла в поверхностном слое, что является следствием технологических процессов изготовления деталей, методов и режимов обработки.

Контакт шариков с дорожками качения колец подшипников происходит на эллиптических площадках, полуоси которых определяют по уравнениям Герца.

Момент трения на эллиптической площадке в прямоугольных координатах [1].

$$M_{тр} = \frac{6P}{\pi a} \frac{v(n)}{v(n)} \frac{f_0}{b} \int_s \sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}} \rho ds. \quad (1)$$

Можно предположить, что площадь контакта между шариками и дорожками качения неодинакова, т.е. оно зависит от неравномерность распределения микротвердости, напряжения в микрообъемах и т.д. Это объясняется тем, что при тонкой обработке (шлифование, полирование) удаляются лишь наиболее интенсивно наклепанные слои, а значительная часть наклепа все же остается. В работе [2] отмечается, что при шлифовании стали ШХ15 часто образуются две различные зоны структурного состояния: первая зона вторичной закалки, имеющая аустенитно-мартенситную структуру и вторая зона состоящая из феррита, остаточного аустенита и цементита. Кроме того, не удачное проведение термических операций обуславливает наличие повышенного содержания остаточного аустенита. Поскольку пластичность аустенита выше, чем мартенсита, то пластическая деформация начнется в объемах остаточного

аустенита. Следовательно, в этих зонах площадь контакта между шариками и дорожками качения будет значительно больше (рис.1).

Поэтому уравнение (1) принимает следующий вид:

$$M_{\text{тp}i} = \frac{6P_{\sigma(n)i} f_0}{\pi a_{\sigma(n)i} b_{\sigma(n)i}} f_s \sqrt{1 - \frac{x^2}{a_{\sigma(n)i}^2} - \frac{y^2}{b_{\sigma(n)i}^2}} \rho ds_i \quad (2)$$

Чтобы уменьшить или исключить указанное влияние и повысить долговечность подшипника, в определенных случаях применяют монтаж подшипников с предварительным натягом. Этот случай особенно эффективен для шарикоподшипников, где упругие деформации более значительны вследствие точечного контакта, чем у роликоподшипников (рис.2). Тогда на дорожки кроме нормальной нагрузки P еще действует ΔP поэтому, описываемое уравнением принимает следующий вид:

$$M_{\text{тp}i} = \frac{6(P_{\sigma(n)i} + \Delta P) f_0}{\pi a_{\sigma(n)i} b_{\sigma(n)i}} f_s \sqrt{1 - \frac{x^2}{a_{\sigma(n)i}^2} - \frac{y^2}{b_{\sigma(n)i}^2}} \rho ds_i \quad (3)$$

Суммарный момент от сил трения в подшипнике

$$M_{\text{тр}} = \sum_{i=1}^{i=z} M_{\text{тp}i}(\sigma) + \sum_{i=1}^{i=z} M_{\text{тp}i}(n) \quad (4)$$

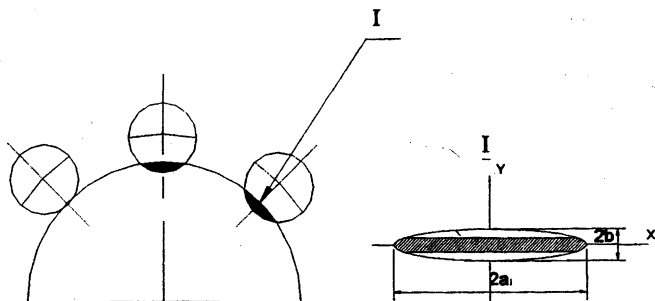


Рис.1. Эллипс контакта Герца

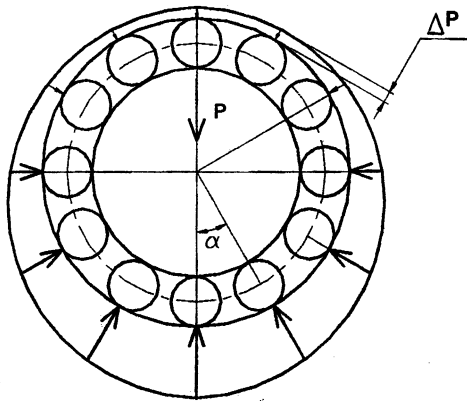


Рис.2, Распределение нагрузки между телами качения

В формулах (1), (4):

$P_{\sigma(n)}$ - нормальная нагрузка, передаваемая шариком на дорожки

качения внутреннего и наружного колец подшипника;

$a_{\sigma(n)}$ и $b_{\sigma(n)}$ - длина большой и малой полуоси эллипса контакта;

f_s - коэффициент трения в подшипнике;

s - площадь контакта шарика с кольцом подшипника;

ρ - приведенный радиус кривизны контактирующих поверхностей;

i - число шариков $i=1 \dots z$;

ΔP - действующая нагрузка на дорожке качения вследствие предварительного натяга;

$M_{тр\ i(n)}$, $M_{тр\ i(\sigma)}$ - моменты трения на контактных площадках i -го шарика с дорожками качения для внутреннего и наружного колец.

Значения дополнительной нормальной нагрузки ΔP определяется с учетом натяга, температурного расширения элементов подшипника (колец, тел качения) и условий монтажа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гасвик Д.Т. Подшипниковые опоры современных машин. - М.:Машиностроение, 1985. - 248 с. 2. Яцерицын П.И. Повышение эксплуатационных свойств шлифованных поверхностей.-Мн.: Наука и техника, 1966.

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-