

4. Посадка

4.1 Натяг

Кольца подшипника фиксируются на валу или корпусе таким образом, чтобы не было скольжения или движения между совмещенной поверхностью во время работы или при перенагрузке.

Относительное движение, прокручивание между посадочными поверхностями подшипника и вала корпуса может проявиться в радиальном или осевом направлениях или в направлении в сторону вращения. Это прокручивание при нагрузке может повредить кольца подшипников, вал или корпус в виде абразивного износа, что способствует возникновению трещин из-за коррозийно-механического изнашивания. Это также может привести к тому, что абразивные кусочки попадут в подшипник и вызвать вибрацию, перенагрев и пониженную эффективность вращения. Чтобы убедиться в том, что между посадочными поверхностями подшипниковых колец и корпуса вала нет скольжения, подшипник обычно устанавливают посадкой с натягом.

Самая эффективная посадка с натягом называется тугой посадкой или тепловой посадкой. Преимущество тугой посадки для тонкостенных подшипников в том, что она равномерно распределяет нагрузку по всей поверхности кольца без потери способности выдерживать нагрузку.

Однако при тугой посадке теряется легкость сборки и демонтажа подшипника; а также, при использовании цельного подшипника в качестве нефиксированного подшипника, осевое смещение невозможно.

4.2 Расчет

Натяг и нагрузка

Минимальный требуемый натяг для внутренних колец, монтируемых на сплошной вал, при действии на них радиальной нагрузки, можно вычислить по формулам 4.1 и 4.2.

При $F_r \leq 0.3 C_{or}$

$$\Delta d = 0.08 \sqrt{\frac{d F_r}{B}} \quad 4.1$$

При $F_r > 0.3 C_{or}$

$$\Delta d = 0.02 \frac{F_r}{B} \quad 4.2$$

Где

Δd : требуемый эффективный натяг (для нагрузки) μm

d :名义ный диаметр отверстия мм

B : Ширина внутреннего кольца мм

F_r : Радиальная нагрузка N

C_{or} : основная статичная нагрузка N

Натяг и подъем температуры

Чтобы избежать ослабления внутреннего кольца на стальном валу из-за повышения температуры (разница между температурой подшипника и температурой обтекающего воздуха) вызванного вращением подшипника нужно затянуть посадку.

Необходимый затяг посадки можно вычислить по формуле (4.3).

$$\Delta d_t = 0.0015 \cdot d \cdot \Delta T \quad 4.3$$

Где

Δd_t : Необходимый эффективный натяг (для температуры) μm

ΔT : Разница между температурой подшипника и температурой окружающего воздуха $^{\circ}\text{C}$

d : Диаметр отверстия подшипника мм

Эффективный натяг и наблюдаемый натяг

Эффективный натяг (действительный натяг после монтажа) отличается от наблюдаемого натяга полученного путем измерения значения размеров. Разница заключается в неровности или небольших отклонениях совмещенных поверхностей, и это небольшое отклонение неровных поверхностей учитывается во время монтажа.

Отношение между эффективным и наблюдаемым натягом, которое варьируется в зависимости от окончательной обработки совмещенных поверхностей, вычисляется по формуле (4.4)

$$\Delta d_{eff} = \Delta d_t \cdot G \quad 4.4$$

Δd_{eff} : эффективный натяг μm

Δd_t : наблюдаемый натяг μm

$G = 1.0 \sim 2.5 \mu\text{m}$ пришлифованный вал

$= 5.0 \sim 7.0 \mu\text{m}$ выточенный вал

Максимальный натяг

Когда кольца подшипника устанавливаются тугой посадкой на валы или корпуса, может появиться давление или напряжение сжатия. В том случае, если натяг слишком большой, он может привести к повреждению подшипниковых колец и уменьшить продолжительность эксплуатации подшипника. По этим причинам максимальный объем натяга должен быть менее 1/1 000 диаметра вала.

4.3 Подбор

Подбор подходящей посадки обычно основан на следующих факторах: 1) направление и свойства нагрузки на подшипник 2) в зависимости от того, вращается ли внутреннее или внешнее кольцо 3) в зависимости от того, меняется ли нагрузка на внутреннее или внешнее кольцо 4) в зависимости от того, статична ли нагрузка или индетерминантна.

Для подшипников, подвергающихся нагрузкам вращения или индетерминантным нагрузкам, рекомендуется тугая посадка; но для статичных нагрузок вполне достаточны переходная или свободная посадка.

Натяг должен быть туже при тяжелых нагрузках на подшипник или вибрации и при условиях динамической нагрузки. Также, более тугой, чем обычно посадка должна быть, когда подшипник устанавливается на вал или на корпуса с тонкими стенками или же корпуса, изготовленные из легких сплавов или пластика.

При применении, когда нужно поддерживать высокую вращательную точность, вместо посадки с более тугим натягом должны быть установлены особо точные подшипники и валы, а также корпус для того, чтобы убедиться в устойчивости подшипника. Следует избегать посадок с высоким натягом так как они способствуют тому, что деформации вала или корпуса проникают также в кольца подшипника, тем самым снижая вращательную точность подшипника.

Так как монтаж и демонтаж затруднены, когда внутреннее и внешнее кольцо неразборного подшипника (например, радиальный шариковый подшипник) натянуты тугой посадкой, одно из колец должно быть натянуто слабо.

Таблица 4.1 Радиальная нагрузка и посадка подшипника

Вращение и нагрузка на подшипник	Иллюстрация	Нагрузка на кольцо	Посадка
Внутреннее кольцо : Вращается Внешнее кольцо : Неподвижно Направление нагрузки : Постоянная		Статичная нагрузка Нагрузка на вращающееся внутреннее кольцо	Внутреннее кольцо : тугая посадка
Внутреннее кольцо : Неподвижно Внешнее кольцо : Вращается Направление нагрузки : Вращается		Несбалансированная нагрузка Статичная внешняя	Внешнее кольцо : слабая посадка, нагрузка на кольцо
Внутреннее кольцо : Неподвижно Внешнее кольцо : Вращается Направление нагрузки : Постоянная		Статичная нагрузка Нагрузка на статичное внутреннее кольцо	Внутреннее кольцо : слабая посадка
Внутреннее кольцо : Вращается Внешнее кольцо : Неподвижно Направление нагрузки : Вращается		Несбалансированная нагрузка Нагрузка на вращающееся внешнее кольцо	Внешнее кольцо : тугая посадка

4.4 Рекомендуемая посадка

Метрический размер стандартного поля допуска для диаметров вала подшипника и диаметров отверстия корпуса определяются стандартами ISO 286.

Следовательно, посадка подшипника определяется точностью (размерный допуск) диаметра вала и диаметра отверстия корпуса. Широко используются посадки для разных допусков диаметра вала и отверстия корпуса. На изображении 4.1 показаны отверстие подшипника и внешние диаметры.

Рекомендуемая посадка, относящаяся к основным коэффициентам размера подшипника, объема и условиям нагрузки перечислены в Таблицах 4.2 и 4.3

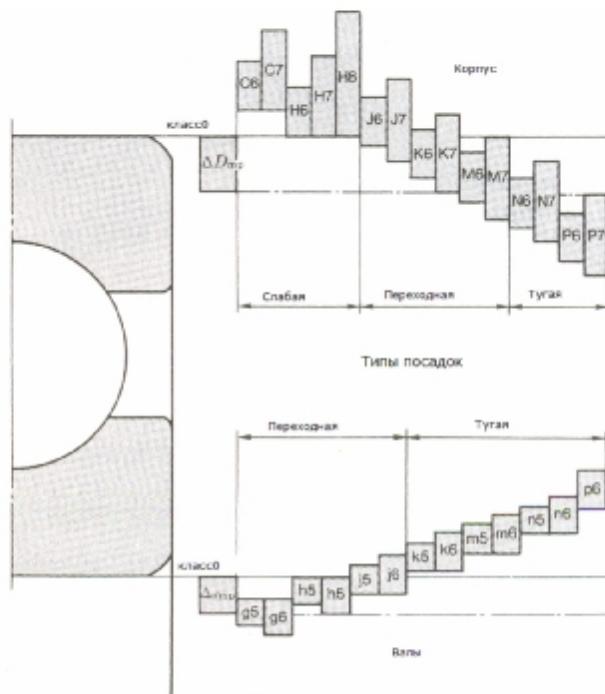


Рис. 4.1

**Таблица 4.2 Общие стандарты для посадки радиальных подшипников
Посадка корпуса**

Вид корпуса	Условия нагрузки		Посадка корпуса
Сплошной или раздельный корпус Сплошной корпус	Статичная нагрузка на внешнее кольцо	Все условия нагрузки	H7
		Тепло проведенное через вал	G7
	Неопределенное направленная нагрузка	От легкой до нормальной	JS7
		От нормальной до тяжелой	K7
		Тяжелая ударная	M7
		Легкая или изменчивая	M7
		От нормальной до тяжелой	N7
		Тяжелая (тонкие стенки корпуса)	P7
Сплошной корпус	Нагрузка на внешнее кольцо при вращении		P7

Примечание: Посадки применяются для чугунных или стальных корпусов. Для корпусов из легких сплавов необходима посадка туже указанной.

Таблица 4.2 Радиальные подшипники с цилиндрическим отверстием, посадка вала

Вид нагрузки	Вид подшипника	Диаметр вала	Вид нагрузки	Посадка вала
Точка нагрузки внутреннего кольца	Шариковые подшипники, роликовые подшипники	Все размеры	Плавающие подшипники со скользящим внутренним кольцом Радиально-упорные шариковые подшипники и конические роликовые подшипники с установленным внутренним кольцом	g6 (g5) h6 (j6)
Периферическая нагрузка на внутреннее кольцо или неопределенная нагрузка	Шариковые подшипники	до 40 мм	Нормальная нагрузка	j6 (j5)
		до 100мм	Низкая нагрузка	j6 (j5)
			Нормальная или высокая нагрузка	k6 (k5)
			до 200 мм	Низкая нагрузка
		Нормальная или высокая нагрузка		m6 (m5)
	Роликовые подшипники	более 200 мм	Нормальная нагрузка	m6 (m5)
		до 60 мм	Высокая, ударная нагрузка	n6 (n5)
			Низкая нагрузка	j6 (j5)
			Нормальная или высокая нагрузка	k6 (k5)
		до 200 мм	Низкая нагрузка	k6 (k5)
	до 500 мм		Нормальная нагрузка	m6 (m5)
			Высокая нагрузка	n6 (n5)
	до 500 мм		Нормальная нагрузка	m6 (n5)
			Высокая, ударная нагрузка	p6
	более 500 мм	Нормальная нагрузка	p6 (p6)	
Высокая нагрузка		p6		

Таблица 4.2 для подшипников электромотора, посадка вала / корпуса

Вал или корпус	Радиально-шариковые подшипники			Цилиндрические роликовые подшипники		
	Диаметр вала или отверстие корпуса, мм		посадка	диаметр вала или отверстия корпуса мм		посадка
	более	включая		более	включая	
Вал	-	18	j5	-	40	k5
	18	100	k5	40	160	m5
	100	160	m5	160	200	n5
корпус	Все размеры		H6 или J6	Все размеры		N6 или J6