

Продолжение табл. 4.82

Номинальный диаметр отверстия $d$ , мм	Отверстие		Ширина кольца $B$	Непостоянство ширины кольца $U_p$	Радиальное биение дорожки качения $R_f$	Биение базового торца относительно отверстия $S_f$	Осевое биение дорожки качения $A_f$	Отклонения, мкм					
	цилиндрическое	коническое (конусность 1:12)						верхние		нижние		не более	
								$d_m$	$d^*$	$\Delta d_k - \Delta d$	$d_k$		
	Класс точности P5												
От 0,6 до 2,5	0	-5	-	-	0	-40	5	3,5	7	7			
Св. 2,5 > 10	0	-5	0	+6	0	-40	5	3,5	7	7			
> 10 > 18	0	-5	0	+8	0	-80	5	3,5	7	7			
> 18 > 30	0	-6	0	+9	0	-120	5	4	8	8			
> 30 > 50	0	-8	0	+11	0	-120	5	5	8	8			
> 50 > 80	0	-9	0	+13	0	-150	6	5	8	8			
> 80 > 120	0	-10	0	+15	0	-200	7	6	9	9			
> 120 > 180	0	-13	0	+18	0	-250	8	8	10	10			
> 180 > 250	0	-15	0	+20	0	-300	10	10	11	13			
Класс точности P4													
От 0,6 до 2,5	0	-4	-	-	0	-40	2,5	2,5	3	3			
Св. 2,5 > 10	0	-4	-	-	0	-40	2,5	2,5	3	3			
> 10 > 18	0	-4	-	-	0	-80	2,5	2,5	3	3			
> 18 > 30	0	-5	0	+6	0	-120	2,5	3	4	4			
> 30 > 50	0	-6	0	+7	0	-120	3	4	4	4			
> 50 > 80	0	-7	0	+8	0	-150	4	4	5	4			
> 80 > 120	0	-8	0	+10	0	-200	4	5	5	5			
> 120 > 180	0	-10	0	+12	0	-250	5	6	6	7			
> 180 > 250	0	-12	0	+14	0	-300	6	8	7	8			

Продолжение табл. 4.82

Номинальный диаметр отверстия $d$ , мм	Отверстие		Ширина кольца $B$	Непостоянство ширины кольца $U_p$	Радиальное биение дорожки качения $R_f$	Биение базового торца относительно отверстия $S_f$	Осевое биение дорожки качения $A_f$	Отклонения, мкм					
	цилиндрическое	коническое (конусность 1:12)						верхние		нижние		не более	
								$d_m$	$d^*$	$\Delta d_k - \Delta d$	$d_k$		
	Класс точности P2												
От 0,6 до 2,5	0	-2,5	-	-	0	-40	1,5	1,5	1,5	1,5			
Св. 2,5 > 10	0	-2,5	-	-	0	-40	1,5	1,5	1,5	1,5			
> 10 > 18	0	-2,5	-	-	0	-80	1,5	1,5	1,5	1,5			
> 18 > 30	0	-2,5	0	+4	0	-120	1,5	2,5	1,5	2,5			
> 30 > 50	0	-2,5	0	+4	0	-120	1,5	2,5	1,5	2,5			
> 50 > 80	0	-4	0	+5	0	-150	1,5	2,5	1,5	2,5			
> 80 > 120	0	-5	0	+6	0	-200	2,5	2,5	2,5	2,5			
> 120 > 150	0	-7	0	+8	0	-250	2,5	2,5	2,5	2,5			
> 150 > 180	0	-7	0	+8	0	-300	4	5	4	5			
> 180 > 250	0	-8	0	+10	0	-350	5	5	5	5			

Примечания: 1. Принятые обозначения:  $\Delta d$  — отклонение диаметра  $d$  у подшипников с коническим отверстием;  $\Delta d_k$  — отклонение наибольшего расчетного диаметра  $d_k$  конического отверстия;  $d_k = d + 0,0833B$ . 2. Отклонения  $\Delta d$  диаметра  $d$  у подшипников с коническим отверстием принимаются: для класса 0 по Н8, класса 6 — Н7, класса 5 — Н6, класса 4 — Н5, класса 2 — Н4. 3. Средняя конусообразность отверстий подшипников классов точности 6, 5, 4, 2 и непостоянство диаметра подшипников классов 5, 4, 2 должны быть не более 50% допуска на  $d_m$ . 4. Отклонения размеров и точность вращения подшипников с  $d > 250$  мм см. СТ СЭВ 774—77.

\* В классе 0 — только для подшипников серий диаметров: 8 (до  $d \leq 10$  мм), 9 (до  $d \leq 10$  мм), 0 (до  $d \leq 40$  мм), 2 (до  $d \leq 180$  мм), 3, 4 при двухточечном измерении; в классе 6 — только для подшипников серий диаметров: 8 (до  $d \leq 10$  мм), 9 (до  $d \leq 10$  мм), 0 (до  $d \leq 60$  мм), 1, 2, 3, 4 при двухточечном измерении; в классах 5, 4, 2 — только для подшипников серий диаметров: 8 (до  $d \leq 10$  мм), 9 (до  $d \leq 10$  мм), 0, 1, 2, 3, 4 при двухточечном измерении.

\*\* Только для шариковых подшипников.

Допуски на изготовление гладких калибров. Допуски на изготовление гладких калибров и контракалибров регламентированы СТ СЭВ 157—75.

Номинальные размеры калибров должны соответствовать предельным размерам детали (см. рис. 1).

СТ СЭВ на гладкие калибры устанавливает допуски на изготовление:  $H$  — рабочих калибров (пробок) для отверстий ( $H_s$  — тех же калибров, но со сферическими измерительными поверхностями);  $H_1$  — калибров (скоб) для валов и  $H_p$  — контрольных калибров для скоб (рис. 4, 5). Для калибров для отверстий от IT6 до IT10 включительно допуски  $H_1$  для скоб примерно на 50% больше допусков  $H$  для пробок, что объясняется большей сложностью изготовления скоб. Для калибров для валов от IT6 до IT10 включительно допуски  $H_1$  для скоб примерно на 50% больше допусков  $H$  для пробок, что объясняется большей сложностью изготовления скоб. Для калибров для валов от IT11 и грубее допуски  $H$  и  $H_1$  равны. Допуски для всех типов контрольных калибров  $H_p$  одинаковы.

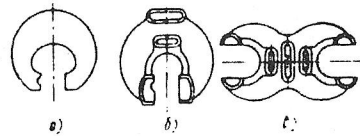


Рис. 2. Основные типы калибров для валов

Установлены допуски на отклонение формы и шероховатость поверхностей калибров.

Допуски на изготовление калибров и отклонения формы их поверхностей, установленные в зависимости от качества контролируемой детали, приведены в табл. 1.

Установлены допуски на отклонение формы и шероховатость поверхностей калибров.

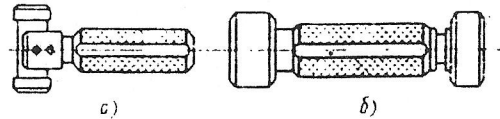


Рис. 3. Основные типы калибров для отверстий  
а — односторонние; б — двусторонние

Допустимая шероховатость поверхностей калибров не должна превышать 10% от допуска на размер калибра, но не более  $Ra = 0,16$  мкм.

Для проходных калибров, которые в процессе контроля изнашиваются, предусматривается поле допуска на их износ.

У всех проходных калибров поля допусков  $H$  ( $H_s$ ) и  $H_1$  сдвинуты внутрь поля допуска изделия на величину  $Z$  для калибров-пробок и  $Z_1$  — калибров-скоб. Допустимый выход размера изношенного проходного калибра за границу поля допуска изделия регламентируется величиной  $Y$  — для контроля отверстия и  $Y_1$  — для контроля вала.

При номинальных размерах свыше 180 мм поле допуска проходного калибра и граница износа проходного калибра сдвигаются внутрь поля допуска изделия детали на величину  $\alpha$  и  $\alpha_1$ .

Расчет исполнительных размеров гладких калибров. Исполнительным называют предельный размер калибра, по которому изготавливают новый калибр. Исполнительным размером скобы служит ее наимень-

ший предельный размер с положительным отклонением, для пробки и контрольного калибра — их наибольший предельный размер с отрицательным отклонением. Таким образом, на чертеже отклонение представляют «в тело» калибра, что обеспечивает максимум металла на изготовление и большую вероятность получения годных калибров.

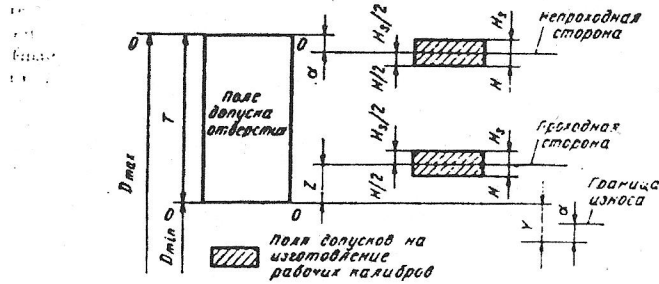


Рис. 4. Схема расположения полей допусков калибров для отверстий

Размеры калибров определяют по формулам, указанным в табл. 2. Ниже даны примеры расчета исполнительных размеров и размеров изношенных калибров.

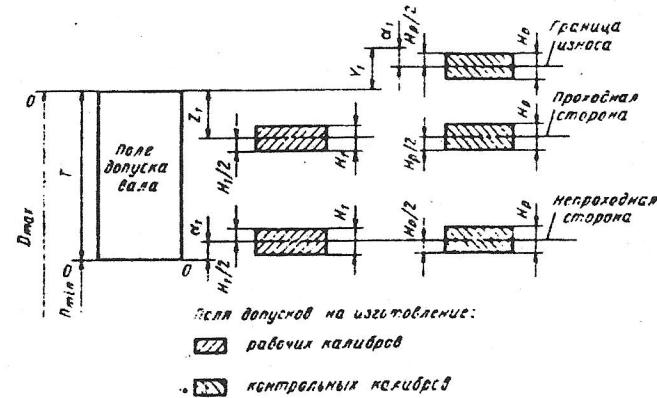


Рис. 5. Схема расположения полей допусков калибров для валов

Пример 1. Определить размеры рабочих калибров-пробок для отверстия 25H8.

По СТ СЭВ 144—75 (см. табл. 1, гл. 4) находим допуск IT8 = 33 мкм и подсчитываем предельные отклонения для контролируемого отверстия:  $ES = +33$ ;  $EI = 0$ . Следовательно, наибольший и наименьший предельные размеры отверстия  $D_{max} = 25,033$  мм;  $D_{min} = 25,000$  мм.

4.43. Точность размеров, формы и взаимного расположения поверхностей. Подшипники шариковые и роликовые радиальные и шарикополые радиально-упорные. Колеса наружные (по СТ СЭВ 774—77)

Номинальный наружный диаметр $D$ , мм	Допусковые отклонения, мкм															
	наружного диаметра колеса															
	Классы точности						$D_m$ и $D_o$									
	0, 6		6		0		6		5, 4, 2		5		4		2	
	верхние	нижние	верхние	нижние	верхние	нижние	верхние	нижние	верхние	нижние	верхние	нижние	верхние	нижние	верхние	нижние
От 2,5 до 6	0	-8	-7	+1	-9	+1	-8	0	0	0	-5	-4	-2,5	-2,5	-4	-2,5
Ср. 6	0	-8	-9	+2	-10	+1	-9	0	0	0	-5	-4	-2,5	-2,5	-4	-2,5
» 18	0	-9	-8	+2	-11	+1	-9	0	0	0	-6	-5	-4	-4	-4	-2,5
» 30	0	-11	-11	+3	-14	+2	-11	0	0	0	-7	-6	-4	-4	-4	-2,5
» 50	0	-13	-11	+4	-17	+2	-13	0	0	0	-9	-7	-4	-4	-4	-2,5
» 80	0	-15	-13	+5	-20	+2	-15	0	0	0	-10	-8	-5	-5	-5	-2,5
» 120	0	-18	-15	+6	-24	+3	-18	0	0	0	-11	-9	-6	-6	-6	-2,5
» 150	0	-25	-18	+7	-32	+3	-24	0	0	0	-13	-10	-7	-7	-7	-2,5
» 180	0	-30	-25	+8	-38	+4	-29	0	0	0	-15	-11	-8	-8	-8	-2,5
» 250	0	-35	-25	+9	-44	+4	-34	0	0	0	-18	-13	-10	-10	-10	-2,5

Номинальный наружный диаметр $D$ , мм	Допусковые отклонения, мкм															
	наружного диаметра колеса															
	Классы точности						$D_m$ и $D_o$									
	0		6		0		6		5, 4, 2		5		4		2	
	верхние	нижние	верхние	нижние	верхние	нижние	верхние	нижние	верхние	нижние	верхние	нижние	верхние	нижние	верхние	нижние
От 2,5 до 6	15	8	5	3	1,5	8	4	4	1,5	8	5	5	1,5	5	2,5	1,5
Ср. 6	15	8	5	3	1,5	8	4	4	1,5	8	5	5	1,5	5	2,5	1,5
» 18	15	9	6	4	2,5	8	4	4	1,5	8	5	5	1,5	5	2,5	1,5
» 30	20	10	7	5	2,5	8	4	4	1,5	8	5	5	1,5	5	2,5	1,5
» 50	25	13	8	5	4	8	4	4	1,5	10	6	5	1,5	5	2,5	1,5
» 80	35	18	10	5	4	9	4	4	2,5	11	6	5	1,5	5	2,5	1,5
» 120	40	20	11	7	5	10	5	5	2,5	13	7	5	1,5	5	2,5	1,5
» 150																
» 160	45	23	13	8	5	10	5	7	2,5	14	8	5	1,5	5	2,5	1,5
» 180	50	25	13	10	7	11	7	4	1,5	15	10	7	1,5	7	2,5	1,5
» 250	60	30	18	11	7	13	8	5	1,5	18	10	7	1,5	7	2,5	1,5

Примечания: 1. Пределы отклонения ширины наружных колец соответствуют предельным отклонениям ширины внутренних колец, указанным в табл. 4.42. Средняя конусообразность наружной цилиндрической поверхности классов точности 5, 4 и 2 — не более 6, 5, 4, 2 и соответственно диаметра наружной цилиндрической поверхности подшипников классов точности 5, 4 и 2 — только для допусков на  $D_m$ ; 3. Отклонения наружного диаметра  $D$  привелись в таблице, не относятся к подшипникам с защитными и углоинтегральными шарами. Предельные отклонения диаметра  $D$  таких подшипников качения равны:

Номинальный наружный диаметр $D$ , мм	Классы точности							
	0				6			
	верхние		нижние		верхние		нижние	
От 2,5 до 6	+4	-12	+3	-10	+2	-7	+2	-7
Ср. 6	+4	-13	+3	-10	+2	-7	+2	-7
» 18	+6	-15	+4	-12	+3	-9	+3	-9
» 30	+7	-19	+6	-15	+4	-11	+4	-11
» 50	+10	-23	+8	-19	+6	-15	+6	-15
» 80	+13	-28	+10	-23	+8	-18	+8	-18
» 120	+15	-33	+12	-27	+9	-20	+9	-20

Примечания: 1. Отклонения подшипника 0 класса, приведенные в таблице, относятся только к подшипникам серий диаметров 0 (до  $D \leq 80$  мм), 2, 3, 4 при двухточечном измерении; 2. Отклонения подшипников класса 6-го, приведенные в таблице, относятся только к подшипникам серий диаметров 0 (до  $D \leq 95$  мм), 1, 2, 3, 4 при двухточечном измерении; 3. 4 при двухточечном измерении; 4. 2 — только для шариковых подшипников.

4. Отклонения для подшипников с  $D > 315$  мм см. СТ СЭВ 774—77.

\* В классе точности 0 — только для подшипников серий диаметров 8 (до  $D \leq 22$  мм), 9 (до  $D \leq 22$  мм), 0 (до  $D \leq 80$  мм), 2 (до  $D \leq 315$  мм), 3, 4 при двухточечном измерении; в классе точности 6 — только для подшипников серий диаметров 8 (до  $D \leq 22$  мм), 9 (до  $D \leq 22$  мм), 0 (до  $D \leq 95$  мм), 1, 2, 3, 4 при двухточечном измерении; в классах точности 5, 4, 2 — только для подшипников серий диаметров 8 (до  $D \leq 22$  мм), 9 (до  $D \leq 22$  мм), 0, 1, 2, 3, 4 при двухточечном измерении.

\*\* Только для шариковых подшипников.

4.15. СОЕДИНЕНИЯ С ПОДШИПНИКАМИ КАЧЕНИЯ

СТ СЭВ 774—77<sup>1</sup> распространяется на подшипники качения с основными размерами по ГОСТ 3478—79 (СТ СЭВ 402—76) и устанавливает в зависимости от точности изготовления и сборки пять классов точности подшипников: P0, P6, P5, P4, P2. Перечень классов дан в порядке повышения точности. Допускается обозначать классы точности подшипников без буквы P: 0, 6, 5, 4, 2.

Класс точности указывается перед обозначением (номером) подшипника, например P5-205 (или 5-205). Нулевой класс как самый распространенный не обозначается, например 205 (подшипник нулевого класса точности). Выбор класса точности подшипника качения следует производить, ориентируясь на данные табл. 4.82—4.86.

В таблицах за номинальные диаметры подшипника  $D$  и  $d$  принимаются диаметры его посадочных поверхностей соответственно наружной и внутренней. Средний диаметр наружной  $D_m$  и внутренней  $d_m$  цилиндрических поверхностей подшипника определяется как среднее арифметическое наибольшего и наименьшего значений диаметра, измеренного в различных сечениях кольца.

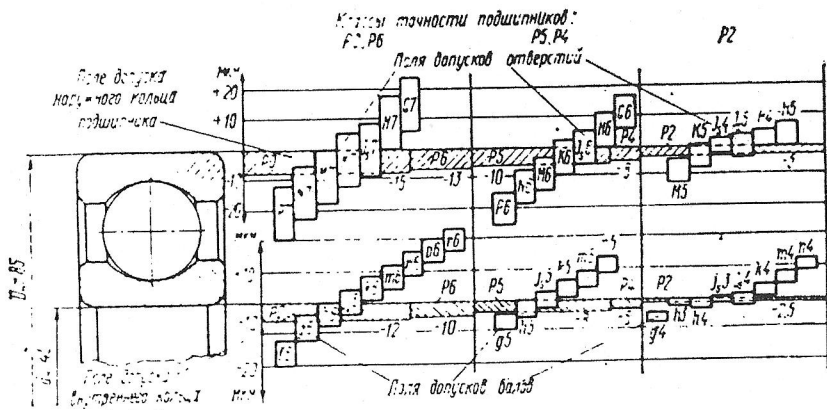


Рис. 4.26

ОТКЛОНЕНИЯ ФОРМЫ И ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОСАДОЧНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОД ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ

Отклонения формы и расположения поверхностей валов и корпусов приводят при установке подшипников качения к деформации колец и дорожек качения, нарушению нормальной работы узла. Для ограничения отклонений формы допуск цилиндричности посадочных мест валов (осей) и отверстий корпусов не должен превышать: под подшипники классов точности P0 и P6 — четверти допуска, а под подшипники классов P5 и P4 — одной восьмой допуска на диаметр посадочной поверхности. Полученные при расчете значения необходимо округлять до стандартных (см. табл. 2.18, ч. 1).

Степени точности при назначении допусков биения (перпендикулярности) опорных торцов запяточек валов и отверстий корпусов под подшипники качения следует выбирать в соответствии с рекомендациями гл. 2 (см. табл. 2.28, 2.33 и др., ч. 1).

Шероховатость посадочных поверхностей валов и отверстий корпусов рекомендуется принимать по табл. 4.95.

4.82. Точность размеров, формы и взаимного расположения поверхностей. Подшипники шариковые и роликовые радиальные и шариковые радиально-упорные. Кольца внутренние (по СТ СЭВ 774—77)

Номинальный диаметр отверстия $d$ , мм	Отверстие			Ширна кольца $B$	Непостоянство ширины кольца $U_p$	Радиальное биение дорожки качения $R_t$	
	цилиндрическое		коническое (конусность 1:12) $\Delta d_k - \Delta d$				
	$d_m$	$d^\circ$					
Отклонения, мкм							
	верхние	нижние	верхние	нижние	верхние	нижние	не более

Класс точности P0

От 0,6 до 2,5	0	-8	+1	-9	0	-	0	-40	12	10
Св. 2,5 > 10	0	-8	+2	-10	0	+15	0	-120	15	10
> 10 > 18	0	-8	+3	-11	0	+18	0	-120	20	10
> 18 > 30	0	-10	+3	-13	0	+21	0	-120	20	13
> 30 > 50	0	-12	+3	-15	0	+25	0	-120	20	15
> 50 > 80	0	-15	+4	-19	0	+30	0	-150	25	20
> 80 > 120	0	-20	+5	-25	0	+35	0	-200	25	25
> 120 > 180	0	-25	+6	-31	0	+40	0	-250	30	30
> 180 > 250	0	-30	+3	-38	0	+46	0	-300	30	40

Класс точности P6

От 0,6 до 2,5	0	-7	+1	-8	-	-	0	-40	12	5
Св. 2,5 > 10	0	-7	+1	-8	0	+9	0	-120	15	6
> 10 > 18	0	-7	+1	-8	0	+11	0	-120	20	7
> 18 > 30	0	-8	+1	-9	0	+13	0	-120	20	8
> 30 > 50	0	-10	+1	-11	0	+16	0	-120	20	10
> 50 > 80	0	-12	+2	-14	0	+19	0	-150	25	10
> 80 > 120	0	-15	+3	-18	0	+22	0	-200	25	13
> 120 > 180	0	-18	+3	-21	0	+25	0	-250	30	18
> 180 > 250	0	-22	+4	-26	0	+29	0	-300	30	20

4.89. Рекомендуемые поля допусков валов и отверстий корпусов под подшипники качения с местно нагруженными кольцами [18]

Типы подшипников	Номинальный диаметр, мм	Поля допусков		
		валов (осей)	отверстий в корпусе	
			неразъемном	разъемном
Нагрузка спокойная или с умеренными толчками и вибрацией, перегрузка до 150%				
Все типы, кроме штампованных игольчатых	До 80	<i>h5, h6</i> <i>g5, g6</i> <i>l6<sup>*</sup>, l5<sup>*</sup></i>	<i>H6, H7</i>	<i>H6, H7, H8<sup>**</sup></i>
	Св. 80 до 260	<i>l6, l5<sup>*</sup></i>	<i>G6, G7</i>	
	Св. 260 до 500		<i>F7, F8</i>	
Св. 500 до 1600				
Нагрузка с ударами и вибрацией, перегрузка до 300%				
Все типы, кроме штампованных игольчатых и роликовых конических двухрядных	До 80	<i>h5, h6</i>	<i>J56, J57</i>	<i>J56, J57</i>
	Св. 80 до 260		<i>H6, H7</i>	
	Св. 260	<i>g5, g6</i>		
Роликовые конические двухрядные	До 120	<i>h5, h6</i>	<i>H6, H7</i>	<i>J56, J57</i>
	Св. 120	<i>g5, g6</i>		
Нагрузка любая				
Игольчатые штампованные	Все размеры	<i>k5, k6<sup>***</sup></i> <i>l5, l6<sup>***</sup></i>	<i>K6, K7<sup>***</sup></i> <i>J56, J57</i>	<i>J56, J57</i> (в стальной стали)

<sup>\*</sup> Поля допусков *l6* и *H8* применять при частоте вращения не более 60% от предельно допустимой.  
<sup>\*\*</sup> Соединения подшипников с валами *k5, k6, l5, l6* осуществляют с помощью селективной сборки.  
<sup>\*\*\*</sup> Для корпусов из цветного металла.

наружного кольца зависит от конструкции подшипника). Для радиальных и радиально-упорных подшипников с одним наружным или внутренним кольцом  $F_A = 1$ .

Допускаемые значения  $P_R$  для различных посадок приведены в табл. 4.92  
 Пример. Выбрать посадку циркуляционного нагруженного внутреннего кольца радиального однорядного подшипника № 205 класса точности 6 ( $d = 25$  мм;  $D = 52$  мм;  $B = 15$  мм;  $r = 1,5$  мм) на вращающийся сплошной вал. Расчетная радиальная реакция опоры  $R = 3000$  Н. Нагрузка ударная, перегрузка 200%. Осевой нагрузки нет.

4.92. Допускаемые интенсивности нагрузок на посадочных поверхностях валов и корпусов [16, 18]

Диаметр $d$ отверстия внутреннего кольца подшипника, мм	Допускаемые значения $P_R$ , кН/м			
	Поля допусков для валов			
	<i>l5<sup>6</sup>, l5<sup>5</sup></i>	<i>k6, k5</i>	<i>m6, m5</i>	<i>h6, h5</i>
Св. 18 до 80	До 300	300—1400	1400—1600	1600—3000
> 80 > 180	> 600	600—2000	2000—2500	2500—4000
> 180 > 360	> 700	700—3000	3000—3500	3500—6000
> 360 > 630	> 900	900—3500	3500—5400	5400—8000
Диаметр $D$ наружного кольца, мм	Поля допусков для корпусов			
	<i>K7, K6</i>	<i>M7, M6</i>	<i>N7, N6</i>	<i>P7</i>
	Св. 50 до 180	До 800	800—1000	1000—1300
> 180 > 360	> 1000	1000—1500	1500—2000	2000—3300
> 360 > 630	> 1200	1200—2000	2000—2600	2600—4000
> 630 > 1600	> 1600	1600—2500	2500—3500	3500—5500

Примечания: 1. Допускаемые значения  $P_R$  подсчитаны по средним значениям посадочных натягов. 2. Значения  $P_R$  получены пересчетом данных [16, 18] 1 кгс/см  $\approx$  1 кН/м.

Пример. Выбрать посадку по  $N'_{\min}$  для случая, рассмотренного в предыдущем примере. Определим наименьший расчетный натяг. По формуле (4.26)

$$N'_{\min} = \frac{13 \cdot 3 \cdot 2,8}{10^6 (15 - 2 \cdot 1,5) 10^{-3}} = 0,009 \text{ мм.}$$

Выбираем поле допуска *k6*, при сопряжении которого с выбранным кольцом подшипника (см. табл. 4.82) обеспечивается посадка с  $N_{\min} = 0,01$  мм и  $N_{\max} = 0,023$  мм,  $N_c = 0,0165$  мм.

Проверим допустимость посадки из условий прочности внутреннего кольца подшипника на разрыв. По формуле (4.27)

$$[N] = \frac{11,4 \cdot 400 \cdot 2,8 \cdot 25 \cdot 10^{-3}}{(2 \cdot 2,8 - 2) 10^3} = 0,089 \text{ мм.}$$

Как видно из приведенных примеров, расчет по формулам (4.25) и (4.26) обеспечивает выбор одинаковой посадки.

Следует отметить, что поля допусков, предусмотренные на посадочные размеры внутренних и наружных колец подшипников, отличаются величиной и расположением от тех, которые установлены для основных отверстий и валов. При этом поля допусков для посадочного размера внутреннего кольца подшипника расположены в минус от нулевой линии, что меняет характер посадки по сравнению с посадками, имеющими обычное расположение поля допуска основ-