5.4. КОМПОНОВКА ОДНОСТУПЕНЧАТЫХ КОНИЧЕСКИХ РЕДУКТОРОВ

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Размеры конической передачи (4.2.4, 4.2.5, рис. 4.2.2), мм:
- диаметры колес $d_{e1(2)}$, $d_{ae1(2)}$;
- внешнее конусное расстояние R_e;
- ширина колес b.

Диаметры валов $d_{вал\,1(2)}$, мм (табл. 1.2.4).

Размеры ступиц колес, мм (5.1 п. 2.1).

$L_{ст} \approx D_{ст} \approx (1{,}6...1{,}8)\, d_{вал}$.

Размеры подшипников качения, мм (5.1 п. 2.2).

Другие размеры для выполнения компоновки (5.1 п. 3).

Конструкции конических зубчатых колес (11.3.4).

Выполнение компановки следует начинать с нанесения диаметров d_{e1} и d_{e2}.

Результатом компоновки являются величины L, L_1, L_2, L_3, определяемые замером их на ММ-бумаге.

$F_{кон}$ – силы, нагружающие вал от зацепления колес конической передачи.

F – силы, нагружающие консольные участки валов, где могут быть установлены звездочки, шкивы, зубчатые колеса, муфты и т.д.

Примечание: Для "коротких" валов ($L \leqslant 1{,}2 d_{вал}$), установленных в радиально-упорных подшипниках, следует учитывать изменение расстояния между опорами валов от такого вида подшипников (см. рис. 7.6.2, рис. 7.6.5).

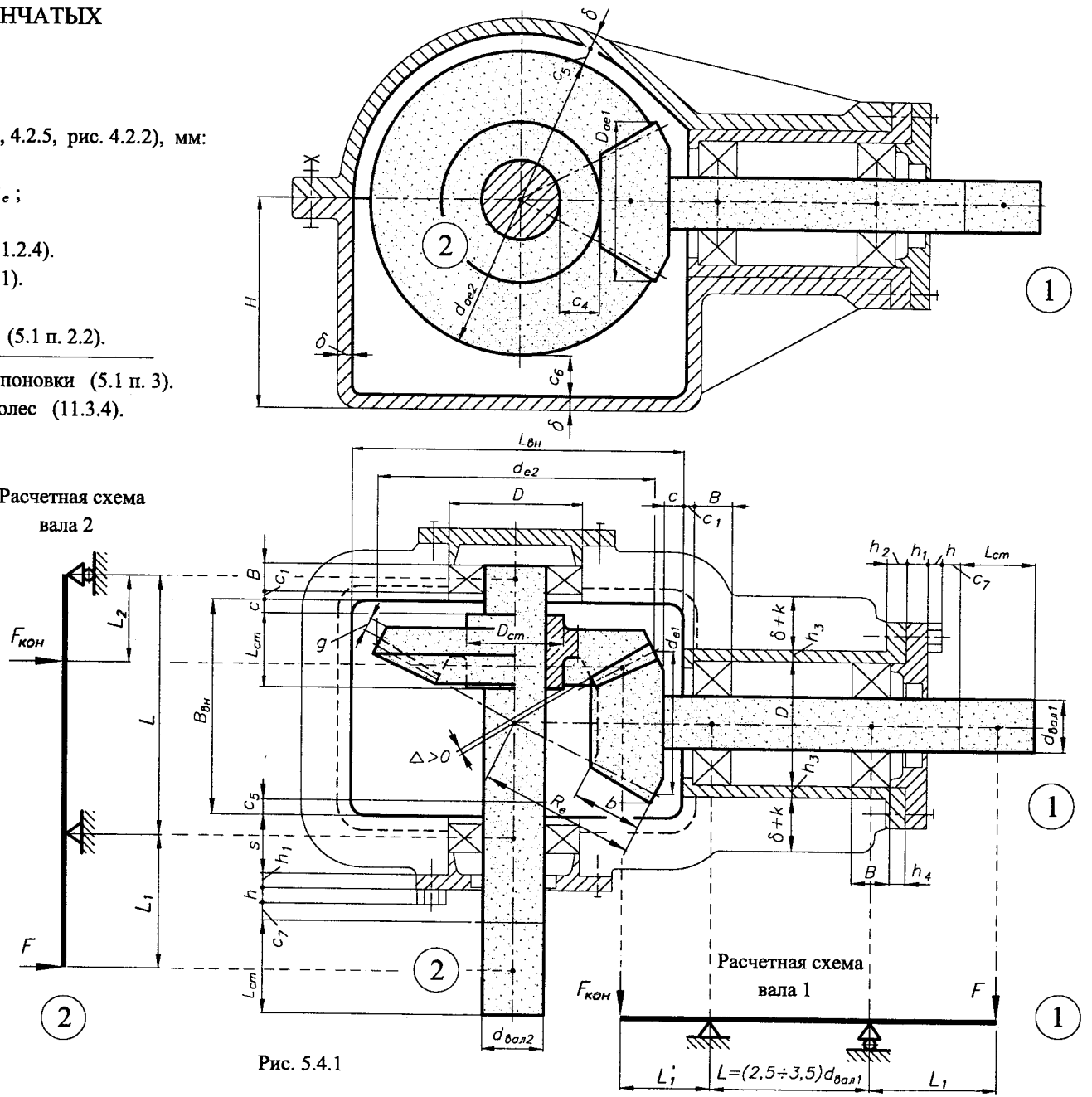


Рис. 5.4.1

5.5. КОМПОНОВКА КОНИЧЕСКО-ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕДУКТОРОВ

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Размеры конической передачи (4.2.4, 4.2.5, рис. 4.2.2), мм:
- диаметры колес $d_{e1(2)}$, $d_{ae1(2)}$;
- ширина колес b;
- внешнее конусное расстояние R_e.

Размеры цилиндрической передачи (4.2.1, 4.2.2, рис. 4.2.1), мм:
- межосевое расстояние a_w;
- диаметры колес $d_{w1(2)}$, $d_{a1(2)}$;
- ширины колес b_1, b_2.

Диаметры валов $d_{вал\,1,2,3}$, мм (табл. 1.2.4).

Размеры ступиц колес, мм (5.1 п. 2.1).

$L_{ст} \approx D_{ст} \approx (1{,}6...1{,}8)\, d_{вал}$.

Размеры подшипников качения, мм (5.1 п. 2.2).

Другие размеры для выполнения компоновки (5.1 п. 3).

Конструкции конических зубчатых колес (11.3.4).

Конструкции цилиндрических зубчатых колес (11.2.2).

Выполнение компановки следует начинать с нанесения диаметров d_{e1} и d_{e2}.

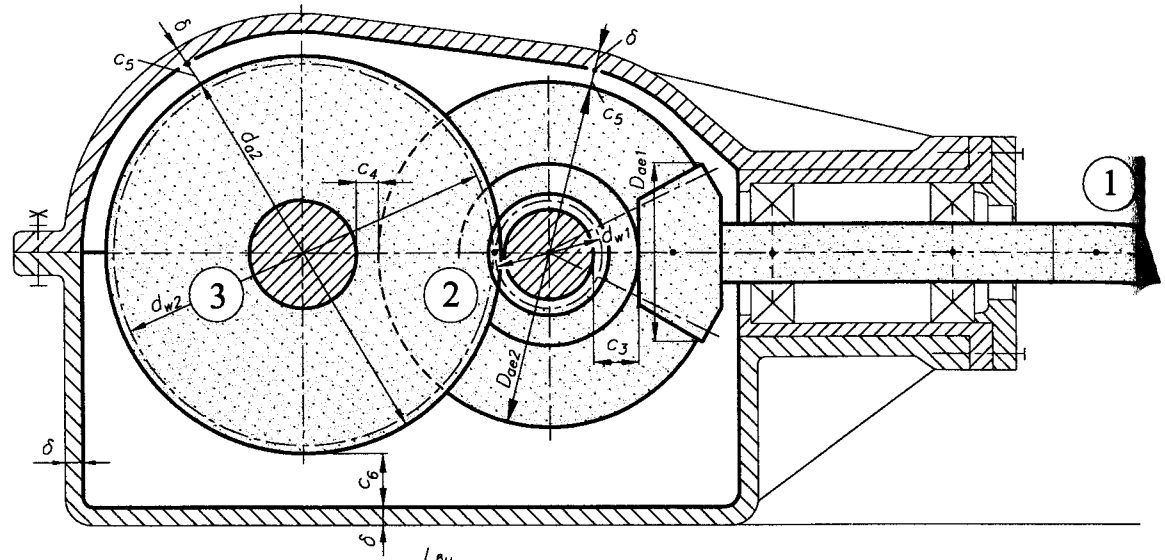
Результатом компоновки являются величины L, L_1, L_2, L_3, определяемые их замером на ММ-бумаге.

$F_{кон}$ – силы, нагружающие вал от зацепления колес конической передачи.

$F_{цил}$ – силы, нагружающие вал от зацепления колес цилиндрической передачи.

F – силы, нагружающие консольные участки валов, где могут быть установлены звездочки, шкивы, зубчатые колеса, муфты и т.д.

Примечание: Для "коротких" валов ($L \leqslant 1{,}2 d_{вал}$), установленных в радиально-упорных подшипниках, следует учитывать изменение расстояние между опорами валов от такого вида подшипников (см. рис. 7.6.2, рис. 7.6.5).



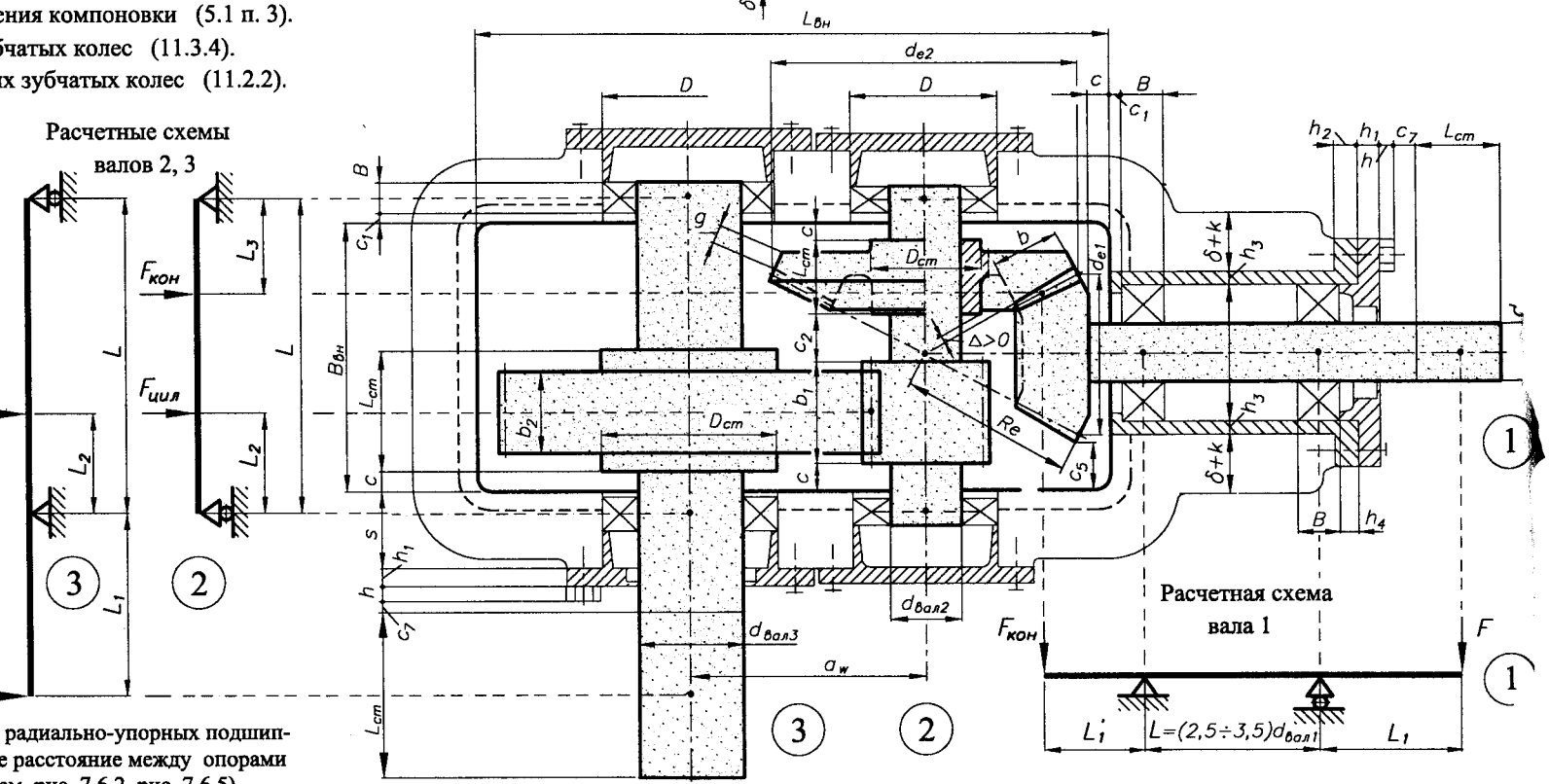


Рис. 5.5.1

5.6. КОМПОНОВКА ОДНОСТУПЕНЧАТЫХ ЧЕРВЯЧНЫХ РЕДУКТОРОВ

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Размеры червячной передачи (4.2.8, рис. 4.2.6), мм:

- межосевое расстояние a_w;
- диаметры червяка и червячного колеса $d_{w1(2)}$, d_{a1}, $d_{aм2}$;
- длина червяка и ширина червячного колеса b_1, b_2.

Диаметры валов $d_{вал\,1(2)}$, мм (табл. 1.2.4).

Размеры ступиц колес, мм (5.1 п. 2.1).

$L_{ст} \approx D_{ст} \approx (1{,}6...1{,}8)\, d_{вал}$.

Размеры подшипников качения, мм (5.1 п. 2.2).

Другие размеры для выполнения компоновки (5.1 п. 3)

Конструкции червяков и червячных колес (11.4.3).

Результатом компоновки являются величины L, L_1, L_2, L_3, определяемые их замером на ММ-бумаге.

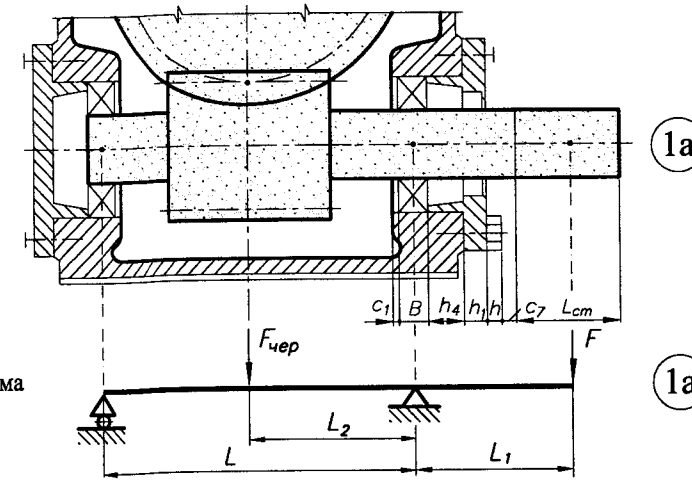
$F_{чер}$ – силы, нагружающие вал от зацепления колес червячной передачи.

F – силы, нагружающие консольные участки валов, где могут быть установлены звездочки, шкивы, зубчатые колеса, муфты и т.д.

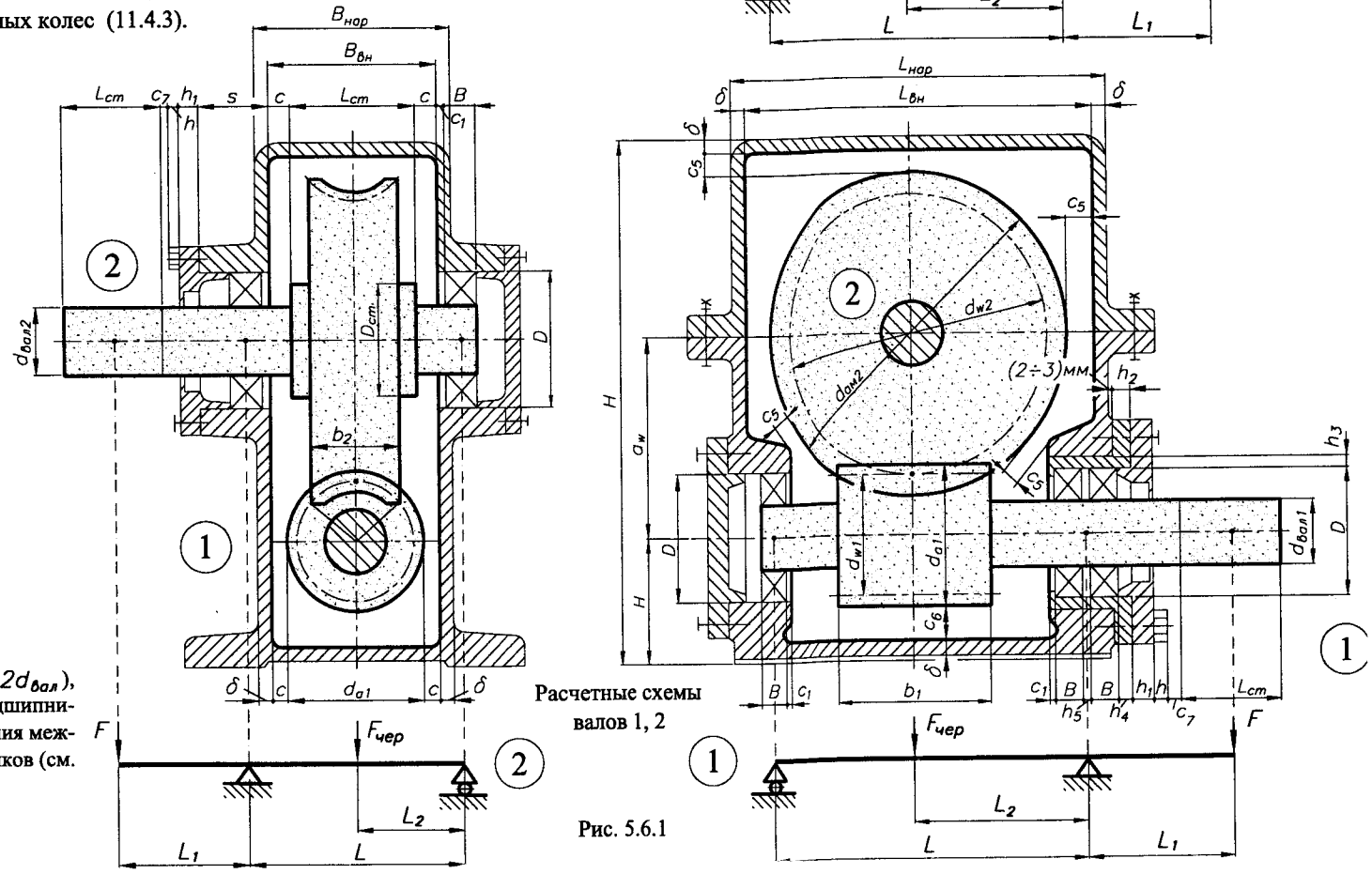
Примечание: Для "коротких" валов ($L \leqslant 1{,}2 d_{вал}$), установленных в радиально-упорных подшипниках, следует учитывать изменение расстояния между опорами валов от такого вида подшипников (см. рис. 7.6.2, рис. 7.6.5).

ВАРИАНТ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ ЧЕРВЯКА

Рис. 5.6.2



Расчетная схема вала 1а



Расчетные схемы валов 1, 2

Рис. 5.6.1

5.7. КОМПОНОВКА ЧЕРВЯЧНО-ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕДУКТОРОВ

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Размеры червячной передачи (4.2.8, рис. 4.2.6), мм:
- межосевое расстояние a_w;
- диаметры червяка и червячного колеса $d_{w1(2)ч}$, d_{a1}, $d_{aм2}$;
- длина червяка и ширина червячного колеса b_1, b_2.

Размеры цилиндрической передачи (4.2.1, 4.2.2, рис. 4.2.1), мм:
- межосевое расстояние a_w;
- диаметры колес $d_{w1(2)ц}$, $d_{a1(2)}$;
- ширины колес b_1, b_2.

Диаметры валов $d_{вал1(2)}$, мм (табл. 1.2.4).

Размеры ступиц колес, мм (5.1 п. 2.1).

$L_{ст} \approx D_{ст} \approx (1{,}6...1{,}8)\, d_{вал}$.

Размеры подшипников качения, мм (5.1 п. 2.2).

Другие размеры для выполнения компоновки (5.1 п. 3)

Конструкции червяков и червячных колес (11.4.3).

Конструкции цилиндрических зубчатых колес (11.2.2).

Результатом компоновки являются величины L, L_1, L_2, L_3, определяемые их замером на ММ-бумаге.

Примечание: Для "коротких" валов ($L \leqslant 1{,}2 d_{вал}$), установленных в радиально-упорных подшипниках, следует учитывать изменение расстояния между опорами валов от такого вида подшипников (см. рис. 7.6.2, рис. 7.6.5).

Расчетная схема вала 1

Расчетная схема вала 2

Расчетная схема вала 3

$F_{чер}$ – силы, нагружающие вал от зацепления колес червячной передачи.

$F_{цил}$ – силы, нагружающие вал от зацепления колес цилиндрической передачи.

F – силы, нагружающие консольные участки валов, где могут быть установлены звездочки, шкивы, зубчатые ко-

Рис. 5.7.1

6. СИЛЫ, НАГРУЖАЮЩИЕ ВАЛЫ [21, 42]

6.1. СИЛЫ, НАГРУЖАЮЩИЕ ВАЛЫ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ

1. Силы, действующие в зацеплении передач:
   - закрытых (4.2.1 п. 6);
   - открытых (4.2.3 п. 4).
2. Пункт приложения сил - полюс зацепления $П$.
3. Направления сил:

3.1. Окружная сила F_t - под углом 90° к межосевой линии в направлении:
- обратном направлению вращения - для ведущего колеса (шестерни), (вал 1) - сила F_{t1} (рис. 6.1.2б);
- по направлению вращения - для ведомого колеса (вал 2) - сила F_{t2} (рис. 6.1.2а).

3.2. Радиальная сила F_r - по межосевой линии (по радиусу) от полюса зацепления $П$ к оси вала:
- для шестерни - сила F_{r1} от $П$ к O_1 (рис. 6.1.2б);
- для колеса - сила F_{r2} от $П$ к O_2 (рис. 6.1.2а).

3.3. Осевая сила F_a - вдоль оси вала.
Для определения направления осевой силы F_a должно быть известно направление линии зуба шестерни (левое или правое) и колеса (правое или левое) (рис. 6.1.3). Стороны зубчатых колес, где определено направление линии зуба, выделены на рис. 6.1.1 утолщенной линией.

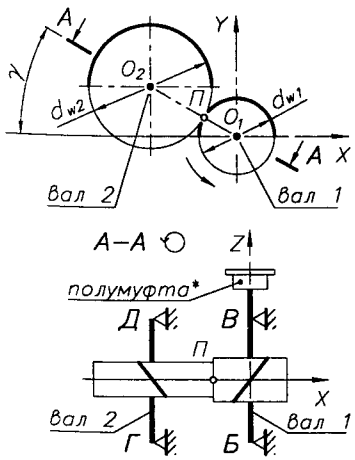


Рис. 6.1.1. Схема цилиндрической передачи

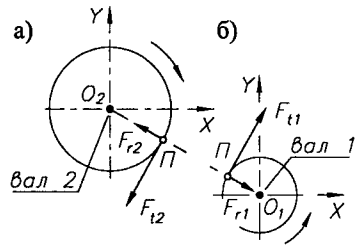


Рис. 6.1.2. Схемы сил F_t и F_r, нагружающих валы: а) зубчатого колеса; б) шестерни

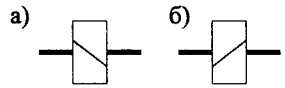


Рис. 6.1.3. Направление линии зуба: а) правое; б) левое

3.3.1. Условно перемещают зубчатое колесо - рис. 6.1.4б (шестерню - рис. 6.1.4.а) в положение, где полюс зацепления $П$ будет находиться со стороны, определяющей направлении линии зуба (в положение $П_1$).

3.3.2. Прикладывают в условном полюсе зацепления $П_1$ окружную силу F_t в соответствии с п. 3.1.

3.3.3. Осевая сила F_a будет одной из составляющих силы F_n', направленной под углом 90° к линии зуба в условном полюсе зацепления $П'$. Второй составляющей силы F_n' будет окружная сила F_t, направленная в соответствии с п. 3.1.

3.3.4. Определенную по направлению осевую силу F_a переносят в действительный полюс зацепления $П$.

На основании вышеизложенного, составляют расчетные схемы валов 1 и 2, нагруженных силами F_t, F_r и F_a в плоскостях XOZ и YOZ (рис. 6.1.5). На рис. 6.1.6 представлены расчетные схемы валов при $\gamma = 0°$.

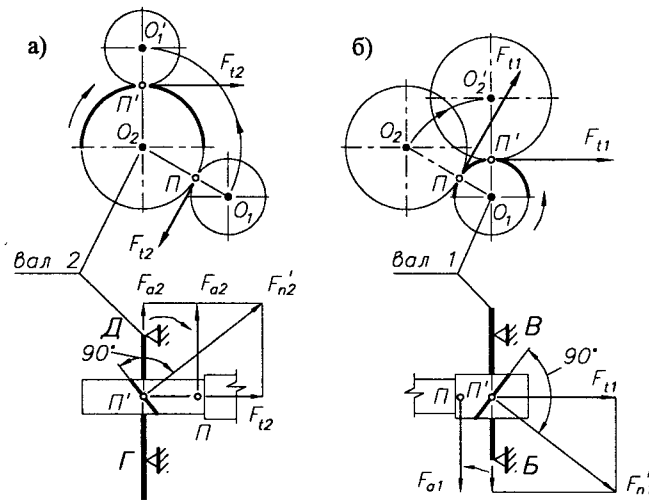


Рис. 6.1.4. К определению направления осевой силы F_a: а) для зубчатого колеса; б) для шестерни

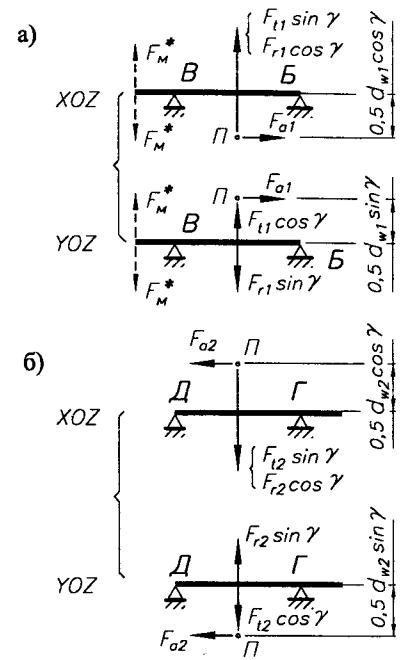


Рис. 6.1.5. Расчетные схемы: а) вала 1; б) вала 2

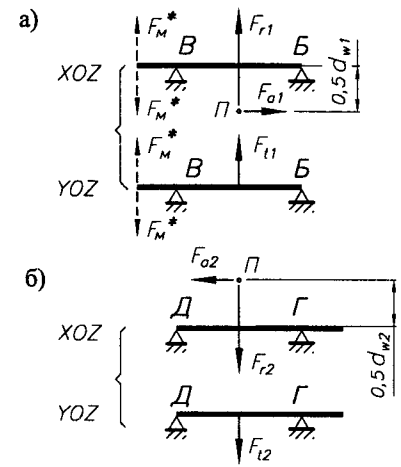


Рис. 6.1.6. Расчетные схемы (при $\gamma = 0°$): а) вала 1; б) вала 2

* Силы, нагружающие вал от муфт $F_м$ (6.5).

6.2. СИЛЫ, НАГРУЖАЮЩИЕ ВАЛЫ КОНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ

1. Силы, действующие в зацеплении прямозубых конических передач (4.2.4 п. 5, 4.2.6 п. 4).
   Силы, действующие в зацеплении конических передач с непрямыми зубьями (4.2.5 п. 5)
2. Пункт приложения сил - полюс зацепления $П$.
3. Направления сил:
   3.1. Окружная сила F_t - под углом 90° к радиусу в полюсе зацепления в направлении:
   - обратном направлению вращения - для ведущего колеса (шестерни), (вал 1) - сила F_{t1} (рис. 6.2.2а);
   - по направлению вращения - для ведомого колеса (вал 2) - сила F_{t2} (рис. 6.2.2б).
   3.2. Радиальная сила F_r - по радиусу от полюса зацепления $П$ к к оси вала:
   - для шестерни - сила F_{r1} от $П$ к O_1 (рис. 6.2.2а),
   - для колеса - сила F_{r2} от $П$ к O_2 (рис. 6.2.2б).
   3.3. Осевая сила F_a - вдоль оси вала в направлении противоположном размещению сопряженного зубчатого колеса.

На основании вышеизложенного, составляют расчетные схемы валов 1 и 2, нагруженных силами F_t, F_r и F_a в плоскоскостях XOZ и YOZ (рис. 6.2.3).

(Для конических колес с круговым зубом направление сил F_r и F_a меняется на противоположное, если величины этих сил в результате расчета (4.2.5 п. 5.3 и 5.4) имеют отрицательное значение).

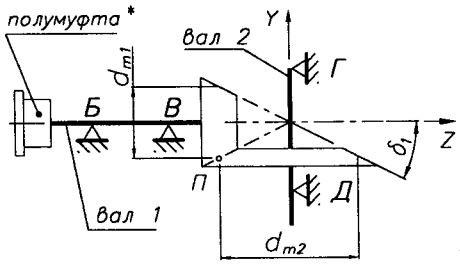


Рис. 6.2.1. Схема конической передачи

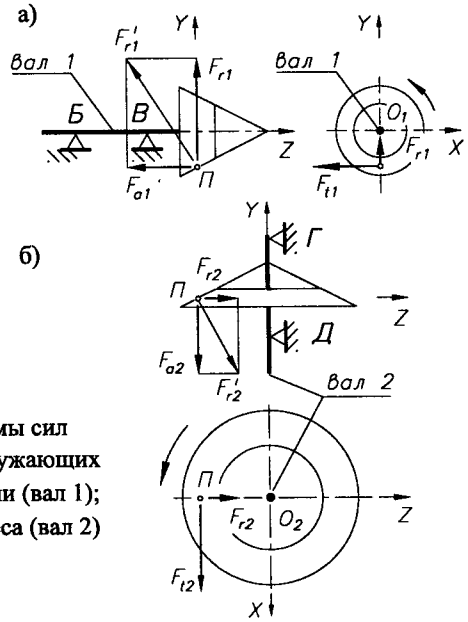


Рис. 6.2.2. Схемы сил F_t, F_r и F_a, нагружающих валы: а) шестерни (вал 1); б) зубчатого колеса (вал 2)

* Силы, нагружающие вал от муфт $F_м$ (6.5).

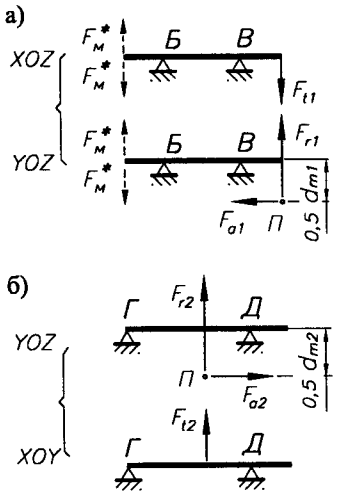


Рис. 6.2.3. Расчетные схемы: а) вала 1; б) вала 2

6.3. СИЛА, НАГРУЖАЮЩАЯ ВАЛЫ РЕМЕННЫХ И ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ

1. Сила, нагружающая валы:
   - от ременной передачи (2.1 п. 14; 2.2 п. 13; 2.3 п. 15; 2.4 п. 14)
   - от цепной передачи (3.3 п.16; 3.4 п.14)(без учета веса колес и цепи
2. Пункт приложения силы F - ось вала в плоскости установки колеса ременной или цепной передачи (плоскость A - A рис. 6.3.1).
3. Направление силы - к оси сопряженного колеса (с определенной неточностью).

На основании вышеизложенного, составляют расчетные схемы валов 1 и 2 ременной (цепной) передачи, которые нагружены составляющими силы F в плоскостях XOZ и YOZ (рис. 6.3.2).

На рис. 6.3.3 представлены расчетные схемы валов при $\gamma = 0°$.

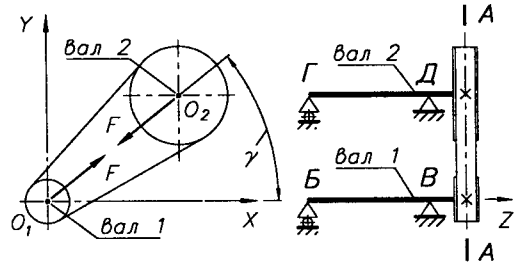


Рис. 6.3.1. Схема ременной (цепной) передачи

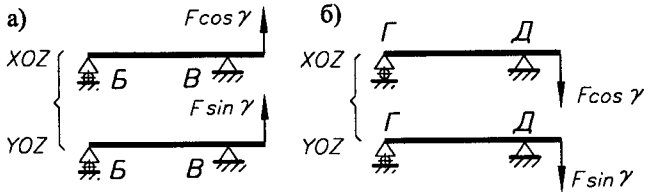


Рис. 6.3.2. Расчетные схемы: а) вала 1; б) вала 2

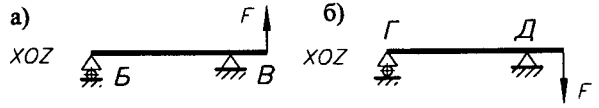


Рис. 6.3.3. Расчетные схемы (при $\gamma = 0°$): а) вала 1; б) вала 2

6.4. СИЛЫ, НАГРУЖАЮЩИЕ ВАЛЫ ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ

1. Силы, действующие в зацеплении передач (4.2.8 п. 7).
2. Пункт приложения сил - полюс зацепления $П$.
3. Перед определением направления сил, возникающих в зацеплении передач и нагружающих валы, должны быть известны:
   - направление линии витка червяка (левое или правое) (рис. 6.4.2).
   - направления вращения валов червяка (вал 1) и червячного колеса (вал 2) (рис. 6.4.1).

Направления сил:

3.1. Окружная сила F_t - под углом 90° к радиусу в полюсе зацепления в направлении:
- обратном направлению вращения - для ведущего элемента червяка), (вал 1) - сила F_{t1} (рис. 6.4.3б);
- по направлению вращения - для ведомого элемента (червячного колеса), (вал 2) - сила F_{t2} (рис. 6.4.3а).

3.2. Радиальная сила F_r - по радиусу от полюса зацепления $П$ к оси вала:
- для червяка - сила F_{r1} от $П$ к O_1 (рис. 6.4.3б);
- для червячного колеса - сила F_{r2} от $П$ к O_2 (рис. 6.4.3а).

3.3. Осевая сила F_a - вдоль оси вала в направлении:
- для червяка - сила F_{a1} - от полюса зацепления $П$ в направлении противоположном силе F_{t2} (рис. 6.4.3б);
- для червячного колеса - сила F_{a2} - от полюса зацепления в направлении противоположном силе F_{t1} (рис. 6.4.3а).

Возможно также использование рекомендаций (6.1 п. 3.3).

На основании вышеизложенного, составляют расчетные схемы валов 1 и 2, нагруженных силами F_t, F_r и F_a в плоскостях XOZ и YOZ (рис. 6.4.4).

6.5. СИЛА, НАГРУЖАЮЩАЯ ВАЛЫ ОТ МУФТ [12, 21, 42]

Сила, нагружающая валы механических передач от муфт (без учета их веса), Н - для жестких муфт $F_м = (0{,}20...0{,}30)\,F_{tм}$;
- для подвижных муфт $F_м = (0{,}15...0{,}20)\,F_{tм}$,

где $F_{tм}$ - окружная сила, передаваемая элементами, которые соединяют полумуфты. $F_{tм} = 2T/d_э$, где $d_э$ - диаметр расположения в муфте элементов, передающих крутящий момент (14).

Сила $F_м$ есть силой вращающейся. Поэтому нагружает валы как в плоскости XOZ, так и в плоскости YOZ, имея как положительное, так и отрицательное направление в принятой системе координат.

Плоскость приложения и направление силы $F_м$ следует выбрать так, чтобы нагрузка на вал ($M_и$) либо реакция в опоре была наибольшей.

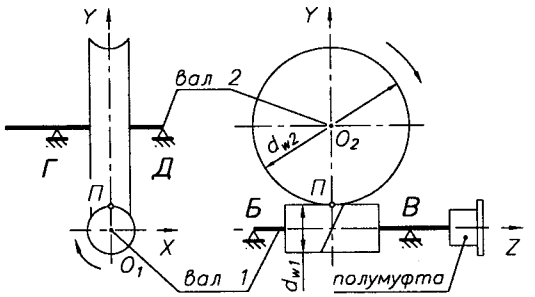


Рис. 6.4.1. Схема червячной передачи

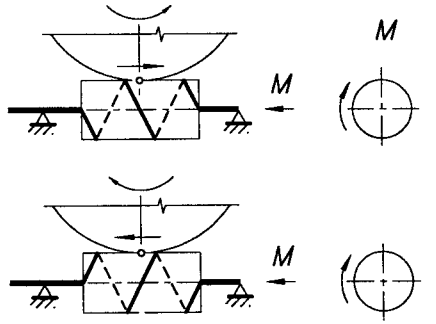


Рис. 6.4.2. Виды червяков в зависимости от направления линии их витков:
а) червяк с правым направлением линии витков;
б) червяк с левым направлением линии витков

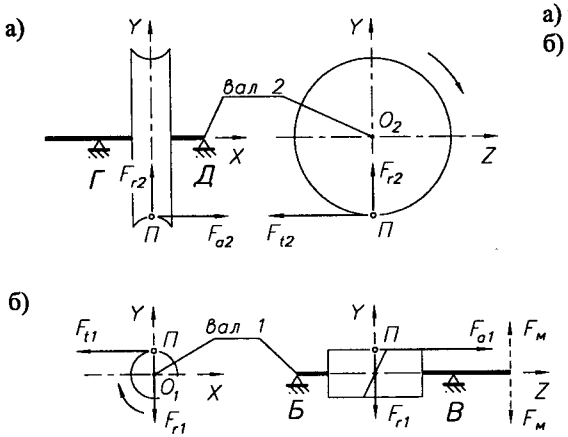


Рис. 6.4.3. Схемы сил F_t, F_r и F_a, нагружающих валы:
а) червячного колеса (вал 2); б) червяка (вал 1)

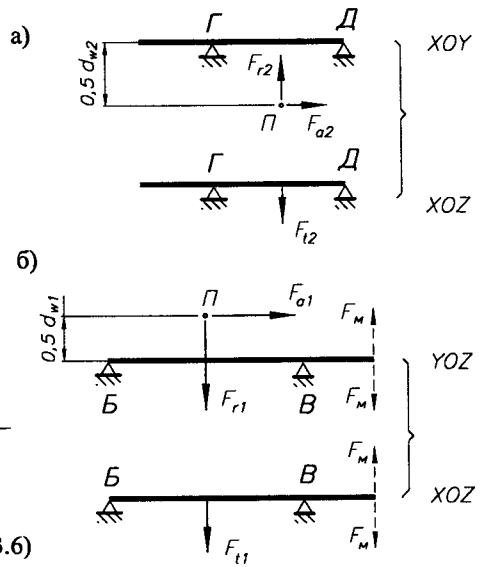


Рис. 6.4.4. Расчетные схемы:
а) вала 2; б) вала 1

Для определения $F_м$ необходимо:
1. Выбрать тип муфты (14.1; 14.2; 14.3);
2. Выбрать типо-размер муфты = f (T) (табл. 14.1.1...14.1.3; 14.2.1...14.2.3; 14.3.1...14.3.6) и определить значение диаметра расположения элементов ($d_э$), передающих крутящий момент;
3. Вычислить окружную силу, передаваемую элементами, соединяющими полумуфты, Н $F_{tм} = 2T\,10^3/d_э$. Дальнейший расчет - 6.5.

7.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ И ФОРМЫ ВАЛА [21, 42]

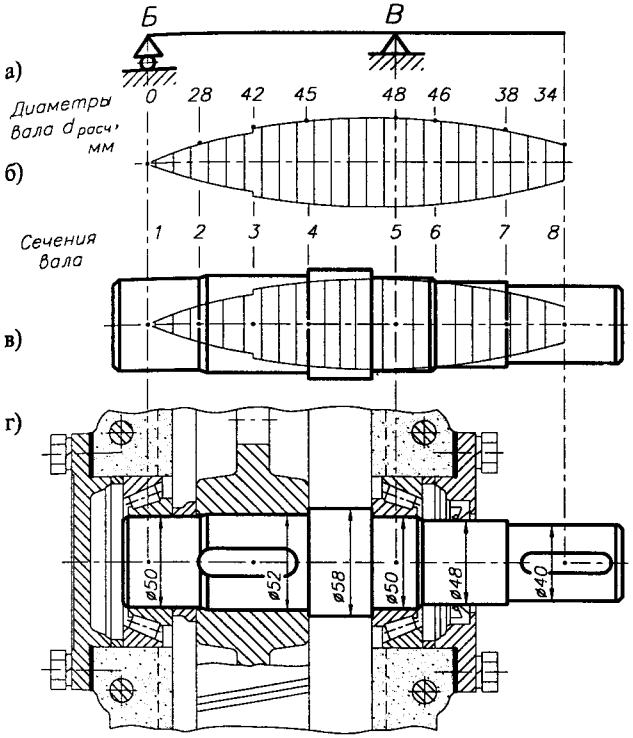


Рис. 7.2.1. Конструктивное оформление вала (вариант 1)

Определение основных размеров и формы вала производится в процессе обрисования линий расчетных сечений вала $d_{расч}$ линиями действительных сечений d при условии $d \geq d_{расч}$ и при выполнении конструктивных, технологических и монтажных требований, предъявляемых к его конструкции.

Для схемы вала (рис. 7.2.1а, 7.2.2а) линия расчетных сечений, где приведенные изгибные напряжения $\sigma_{пр}$ равны допускаемым $[\sigma_{из}]$, представлена на рис. 7.2.1б, 7.2.2б.

Конструктивное оформление вала может быть выполнено в двух вариантах:

1. Подшипники в опорах Б и В (сечения 1 и 5) выполняются одинаковыми (рис. 7.2.1в) (вариант 1, рекомендуемый).

2. Подшипники в опорах Б и В (сечения 1 и 5) выполняются различными (рис. 7.2.2в) (вариант 2).

Конструкция вала с окружающими и установленными на нем деталями представлена на рис. 7.2.1г и 7.2.2г.

ВАРИАНТ 1 (рис. 7.2.1)

1.1. Диаметр вала в подшипниках опор *Б* и *В* (сечения 1, 5) должен:
- быть большим или равным диаметрам в сечениях 1, 2, 5 $d_{1\,расч} = 0$ мм, $d_{2\,расч} = 28$ мм, $d_{5\,расч} = 48$ мм;
- заканчиваться на цифру 0 или 5 (внутренние диаметры подшипников качения заканчиваются на 0 или 5 мм).

Принимается $d_1 = d_5 = 50$ мм.

1.2. Диаметр вала под ступицу (сечения 3, 4) должен быть:
- большим или равным диаметру $d_{4\,расч} = 45$ мм;
- большим, чем принятые диаметры $d_1 = d_5 = 50$ мм, чтобы при монтаже колеса на вал не повредить поверхность под подшипник. Принимается $d_3 = 52$ мм.

1.3. С одной стороны ступицы (желательно со стороны консольного участка вала) между ступицей и подшипником вал выполняют диаметром $d = 58$ мм, что следует из высоты заплечика под подшипник (размер *H* или d_a - рис. 8.9.1б).

1.4. С другой стороны ступицы (между ступицей и подшипником) устанавливают втулку с внутренним диаметром $d_1 = 50$ мм.

Такое конструктивное решение позволит с левой стороны вала установить до заплечика ($d = 58$ мм) ступицу ($d = 52$ мм), втулку ($d = 50$ мм) и внутреннее кольцо подшипника ($d = 50$ мм).

1.5. Все диаметры консольного участка вала должны быть меньшими, чем $d_5 = 50$ мм.

1.6. Диаметр вала под уплотнение (сечения 6, 7) должен:
- быть большим, чем $d_{6\,расч} = 46$ мм;
- быть меньшим или равным $d_5 = 50$ мм;
- соответствовать ряду внутренних диаметров уплотнений (табл. 9.1.1). Принимается $d_6 = 48$ мм.

1.7. Диаметр консольного участка вала d_8 должен:
- быть большим или равным расчетному диаметру в в сечениях 7 и 8 ($d_{7\,расч} = 38$ мм, $d_{8\,расч} = 34$ мм);
- соответствовать ряду диаметров выходных концов валов (7.4.2). Принимается $d_8 = 40$ мм.

ВАРИАНТ 2 (рис. 7.2.2)

2.1. Диаметр вала в подшипнике опоры *В* (сечение 5) должен:
- быть большим или равным диаметру $d_{5\,расч} = 48$ мм;
- заканчиваться на цифру 0 или 5 (см. п. 1.1).

Принимается $d_5 = 50$ мм.

2.2. Диаметр вала в подшипнике опоры *Б* (сечения 1, 2) должен:
- быть большим или равным диаметру $d_{2\,расч} = 28$ мм;

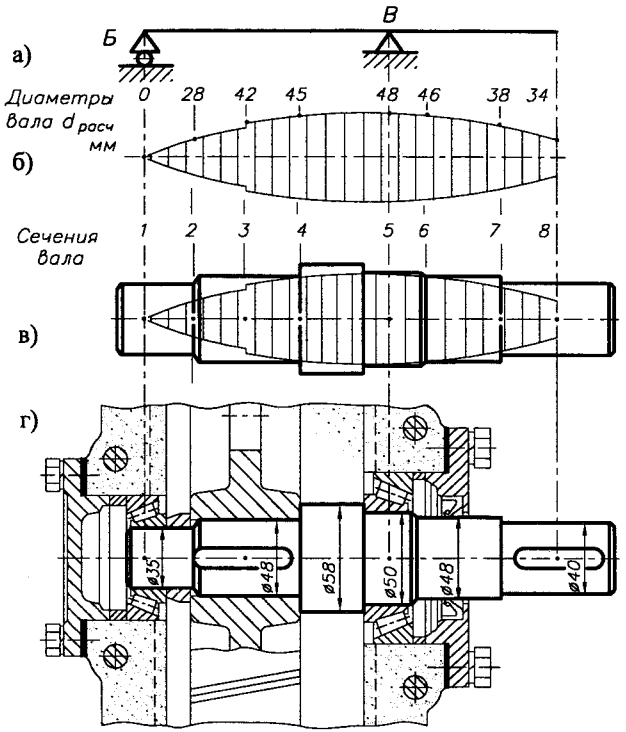


Рис. 7.2.2. Конструктивное оформление вала (вариант 2)

- заканчиваться на цифру 0 или 5 (см. п. 1.1).

Можно принять $d_1 = 30$ мм. Принимается $d_1 = 35$ мм.

2.3. Диаметр вала под ступицу (сечения 3, 4) должен быть:
- большим или равным диаметрам $d_{3\,расч} = 42$ мм и $d_{4\,расч} = 45$ мм;
- большим, чем принятый диаметр $d_1 = 35$ мм.

Принимается $d_4 = 48$ мм.

2.4. С правой стороны ступицы (между ступицей и подшипником) вал выполняют диаметром $d = 58$ мм (п. 1.3)

2.5. С левой стороны ступицы (между ступицей и подшипником) устанавливают втулка с внутренним диаметром $d = 35$ мм.

Такое конструктивное решение позволит с левой стороны вала установить до заплечика ($d = 58$ мм) ступицу ($d = 48$ мм), втулку ($d = 35$ мм) и внутреннее кольцо подшипника ($d = 35$ мм).

2.6. Конструктивное решение консольного участка вала (п. 1.5, 1.6, 1.7).

7.3. КОНСТРУИРОВАНИЕ ВАЛОВ [4, 16, 21, 42]

Конструирование валов производится в процессе выполнения сборочного чертежа редуктора.

Принятое конструктивное оформление вала (7.2), окружающие и установленные на нем части редуктора (рис. 7.3.1а), технологические, монтажные и эксплуатационные требования к валу определяют:

1. необходимые допуски и посадки (п. 2);
2. требования к шероховатости поверхностей (п. 3);
3. допуски формы и расположения его поверхностей (п. 4).

Некоторые конструкционные решения при проектировании валов, рекомендации, типовые узлы, обозначения и т.д. приведены в п. 7.4.

1. МАТЕРИАЛЫ ВАЛОВ И ИХ ТЕРМООБРАБОТКА

Прямые валы и оси для средних нагрузок изготавливаются без термообработки из углеродистых сталей 25, 30, 35, Ст3, Ст4, Ст5. В некоторых случаях применяется сталь 40, 45 или 40Х с термообработкой (улучшение).

Тяжелонагруженные валы и оси изготавливаются из легированных сталей 40ХН, 40ХНМА, 30ХГС и др. с последующей термообработкой.

При повышенных требованиях к твердости рабочих поверхностей, например, цапф, шлицев применяются цементированные стали 20Х, 12ХН3А или азотированные стали типа 38МЮА.

Для вал-шестерен материал вала определяется материалом шестерни.

Участок вала в месте установки уплотнений рекомендуется термообработать на глубину h 0,3...0,4 мм, 45...48 HRCэ (обозначение термообработки на чертежах (рис.9.1.3)).

Механические характеристики материалов (17.2).

2. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ (рис. 7.3.1б и 7.3.2)

2.1. Подшипников качения (8.8.1).

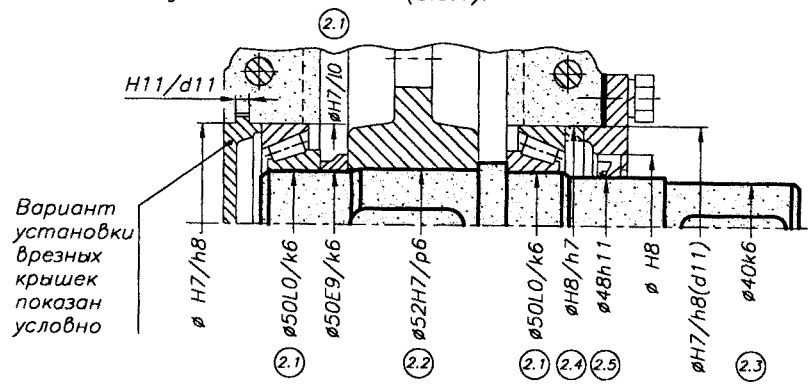


Рис. 7.3.2. Посадки, связанные с установкой валов

Рис. 7.3.1. Конструирование валов:
а) вал с окружающими и установленными на нем частями редуктора;
б) рабочий чертеж вала

2.2. Зубчатых колес

2.2.1. Для обычных соединений: H7/p6 (d<120), H7/r6, H7/s6 (d≥100).

2.2.2. Для соединений при ударных нагрузках: H7/r6 (d<120), H7/s6 (d≥100).

2.2.3. Для соединений при частом демонтаже: H7/k6; H7/m6; h7/n6.

2.3. Муфт

2.3.1. Для обычных соединений: H7/k6; H7/m6; H7/n6.

2.3.2. Для соединений при ударных нагрузках: H7/p6; H7/r6.

2.4. Распорных втулок H7/h6; H8/h7.

2.5. Отклонения вала в месте установки уплотнений – h10 (9.1.1 п. 2).

2.6. Посадки соединений "вал–ступица" (10.1, 10.2).

2.7. Рекомендуемые посадки, связанные с установкой валов, – рис. 7.3.2.

3. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ (рис. 7.3.1б и 7.3.3)

3.1. Поверхности установки подшипников (8.8.2).

3.2. Поверхности установки ступиц колес зубчатых передач:

–для d≤80 – 1,6; –для d>80 – 3,2.

3.3. Поверхности установки ступиц колес незубчатых передач, муфт и тд.

для d≤80 – 3,2; для d>80 – 6,3.

3.4. Торцевые поверхности уступов (заплечиков) вала для установки подшипников качения, ступиц колес, муфт и тд. – на класс ниже шероховатости поверхностей установки этих деталей в соответствии с п. 3.1, 3.2, 3.3.

3.5. Поверхности вала, взаимодействующие:

–с манжетами резиновыми 0,1 ... 0,2; 10 (√)

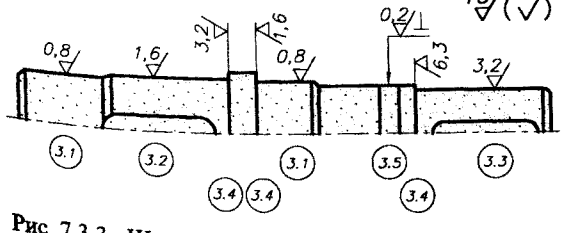


Рис. 7.3.3. Шероховатость поверхностей вала

–с войлочными уплотнениями:

для V≤4 м/s – 1,6; для V≤6 м/s – 0,8.

3.6. Поверхности вала в местах соединений "вал–ступица" (10.1, 10.2).

3.7. Других необозначенные поверхности 6,3 ... 12,5. Их представление на чертеже (рис. 7.3.4).

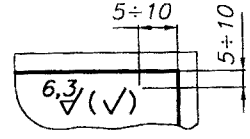


Рис. 7.3.4. Представление шероховатости необозначенных на чертеже поверхностей

4. ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ (рис. 7.3.1б и 7.3.5)

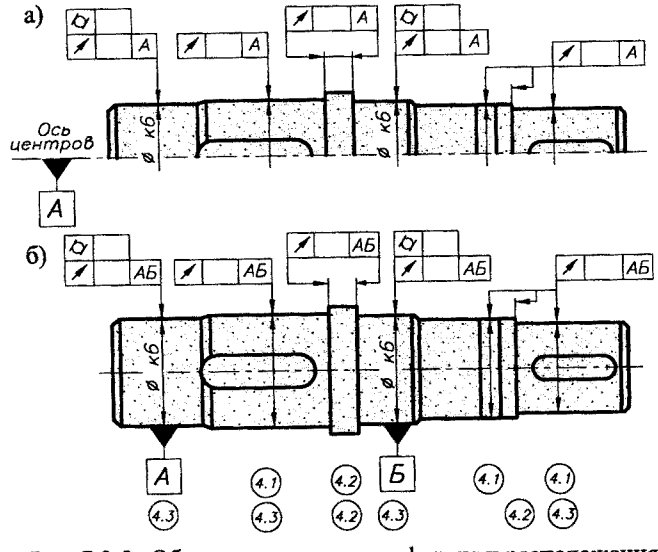


Рис. 7.3.5. Обозначение допусков формы и расположения поверхностей вала, когда:
а) базой является ось центровых отверстий;
б) базой является ось вала

4.1. Допуск радиального биения :

– поверхностей установки подшипников качения (когда допуск относится к оси вала) – 0,5 допуска круглости (п. 4.3);

–поверхностей установки ступиц различного вида колес, муфт и т.д. (табл. 7.3.1);

–поверхностей установки уплотнений–0,05 мм.

4.2. Допуск осевого биения уступов (заплечиков) вала для установки:

подшипников качения (табл. 8.8.10);

колес зубчатых передач (табл. 7.3.2);

колес незубчатых передач, муфт и т.д. (табл. 7.3.3).

4.3. Допуск круглости и профиля продольного сечения (или цилиндричности):

подшипников качения (табл. 8.8.9);

других деталей, устанавливаемых на валу–не более 0,5 ITn диаметра вала в месте установки этих деталей. Значения ITn (табл.17.3.3).

4.4. Допуски параллельности и симметричности элементов соединений "вал–ступица" относительно оси вала (10.1, 10.2).

Табл. 7.3.1. Допуски радиального биения поверхностей вала

Окружная скорость v, м/с деталей, установленных на валу	$v \leq 2$	$2 < v \leq 6$	$6 < v \leq 10$	$v > 10$
Допуск радиального биения поверхности установки по отношению к ITn вала	2,0 ITn	1,4 ITn	1,0 ITn	0,7 ITn

Табл. 7.3.2. Допуски осевого биения уступов (заплечиков) вала для установки колес зубчатых передач

	Степень точности зубчатых колес	$d_{вал}$, мм ≤55	≤80	>80
Допуск осевого биения * уступов (заплечиков) вала, мкм	6, 7	20	30	40
	8, 9	30	40	50

Табл. 7.3.3. Допуски осевого биения уступов (заплечиков) вала для установки колес незубчатых передач, муфт

Окружная скорость v, м/с деталей, устанавливаемых на валу	≤5	≤8	≤12	≤18	≤25
Допуск осевого биения * уступов (заплечиков) вала, мкм	60	50	40	30	20

* Данные для длины ступицы $L_{ст} \leq d_{вал}$.
Для $L_{ст} > d_{вал}$ допуск увеличивается в 1,5 раза.

7.4. НЕКОТОРЫЕ РЕШЕНИЯ И ТИПОВЫЕ УЗЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ ВАЛОВ

7.4.1. ОСЕВОЕ КРЕПЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ НА ВАЛАХ [2, 8, 9, 14, 18, 19, 21, 42]

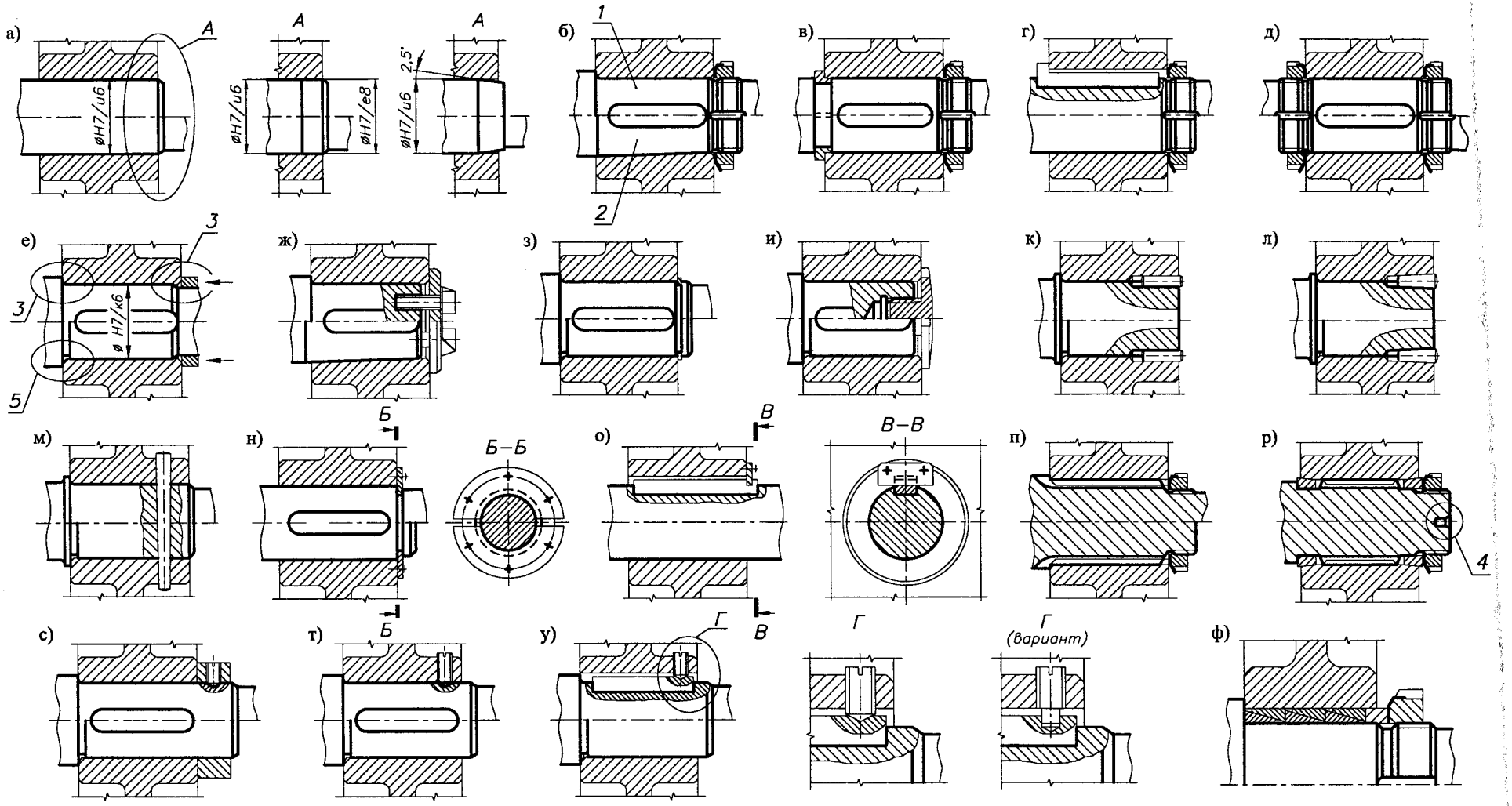


Рис. 7.4.1. Осевое крепление деталей на валах с использованием:
а) посадок с натягом; б) круглой шлицевой гайки; в) закладной разрезной втулки и круглой шлицевой гайки; г) шпонки с головкой и круглой шлицевой гайки; д) двух круглых шлицевых гаек; е) распорной втулки; ж) торцевой шайбы; з) пружинного кольца; и) специальной шайбы для внутренней резьбы в валу; к) цилиндрических штифтов с осевой установкой; л) конических штифтов с осевой установкой; м) конического штифта с радиальной установкой; н) разрезного кольца, входящего в паз вала и крепящегося к ступице; о) планки, входящей в паз шпонки и крепящейся к ступице; п) шлицевого соединения и круглой шлицевой гайки; р) шлицевого соединения, центрируемого на конических втулках, и круглой шлицевой гайки; с) установочного кольца с винтами; т) установочного винта, ввинчиваемого в ступицу; у) установочного винта, ввинчиваемого в ступицу и входящего в шпонку; ф) конических пружинных колец; 1- концы валов цилиндрические (7.4.2); 2 - концы валов конические (7.4.2); 3 - радиусы закруглений, фаски и высоты заплечиков (7.4.3); 4 - отверстия центровые (7.4.5); 5 - канавки для выхода шлифовального круга (7.4.6)

7.4.2. КОНЦЫ ВАЛОВ

1. КОНЦЫ ВАЛОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ

Табл. 7.4.1. Концы валов цилиндрические, мм ГОСТ 12080-66

d 1-й ряд	d 2-й ряд	Поле допуска	L Исполнение 1	L Исполнение 2	R	c	L_1	L_2	d_1
...		j6	30	25	1,0	0,6	30	18	M8x1
14		(k6)							
16			40	28			40	28	M10x1,25
18	19								
20			50	36	1,6	1,0	50	36	M12x1,25
22	24								
25			60	42			60	42	M16x1,5
28									
	30		80	58	2,5	1,6	80	58	M20x1,5
32	35	k6							
36									
	38								M24x2
40	42		110	82			110	82	
45	48								M30x2
50	(52)					2,0			M36x3
	53	m6							
55									
60	63		140	105			140	105	M42x3
	65								
70	75								M48x3
80			170	130	3,0	2,5	170	130	M56x4
	85								
90	95								
100	105		210	165					
110	120								
125									
...									

Исполнения валов: 1 - длинные, 2 - короткие.
При выборе диаметров концов валов следует 1-й ряд предпочитать 2-му ряду.
Допускается исполнение концов валов с двумя шпоночными пазами, расположенными под углом 120°.

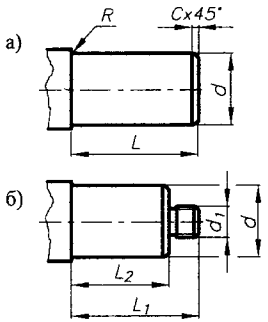
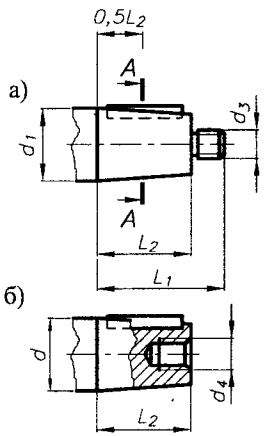


Рис. 7.4.2. Концы валов:
а) цилиндрические;
б) цилиндрические с резьбовым концом



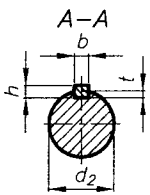


Рис. 7.4.3. Конические концы валов:
а) с наружной резьбой; б) с внутренней резьбой

2. КОНЦЫ ВАЛОВ КОНИЧЕСКИЕ С КОНУСНОСТЬЮ 1:10

Табл. 7.4.2. Концы валов конические, мм ГОСТ 12081-72

d 1-й ряд	d 2-й ряд	L_1 Исполнение 1	L_1 Исполнение 2	L_2 Исполнение 1	L_2 Исполнение 2	d_2 Исполнение 1	d_2 Исполнение 2	b	h	t	d_3	d_4
...												
14		30	-	18	-	13,1	-	3	3	1,8	M8x1	M4
16		40	28	28	16	14,6	15,2				M10x1,25	
18						16,6	17,2	4	4	2,5		M5
	19					17,6	18,2					
20		50	36	36	22	18,2	18,9				M12x1,25	M6
22						20,2	20,9					
	24					22,2	22,9	5	5	3,0		
25		60	42	42	24	22,9	23,8				M16x1,5	M8
28						25,9	26,8					
	30	80	58	58	36	27,1	28,2				M20x1,5	M10
32						29,1	30,2	6	6	3,5		
	35					32,1	33,2					
36						33,1	34,2					M12
	38					35,1	36,2				M24x2	
40		110	82	82	54	35,9	37,3	10	8	5,0		
	42					37,9	39,3					
45						40,9	42,3	12			M30x2	M16
	48					43,9	45,3					
50						45,9	47,3				M36x3	
	55					50,9	52,3	14	9	5,5		M20
56						51,9	53,3					
	60	140	105	105	70	54,7	56,5	16	10	6,0	M42x3	
63						57,7	59,5					
	65					59,7	61,5					
	70					64,7	66,5	18	11	7,0	M48x3	M24
71						65,7	67,5					
	75					69,7	71,5					
80		170	130	130	90	73,5	75,5	20	12	7,5	M56x4	M30
	85					78,5	80,5					
90						83,5	85,5	22	14	9,0	M64x4	
	95					88,5	90,5					M36
100		210	165	165	120	91,7	94,0	25			M72x4	
110						101,7	104				M80x4	M42
	120					111,7	114	28	16	10	M90x4	
125						116,7	119					M48
...												

Рекомендуется применять призматические шпонки высокие ГОСТ 10748-79.

3. ЗНАЧЕНИЯ ДИАМЕТРОВ *d* ВАЛОВ И ДОПУСКАЕМЫХ КРУТЯЩИХ МОМЕНТОВ *T*

Табл. 7.4.3. Значения диаметров валов и допускаемых крутящих моментов ГОСТ 24266-80

Валы тихоходные								Валы быстроходные							
d, мм	T, Н·м	d, мм	T, Н·м	d, мм	T, Н·м	d, мм	T, Н·м	d, мм	T, Н·м	d, мм	T, Н·м	d, мм	T, Н·м	d, мм	T, Н·м
18	31,5	(30)	180	55	1000	(100)	5600	14	22,4	25	125	38	400	55	1400
(20)	45	35	250	(60)	1400	110	8000	16	31,5	28	180	40	500	60	1600
22	63	(40)	355	70	2000	125	11200	18	45	30	200	42	560	65	2240
(25)	90	45	500	(80)	2800	...		20	63	32	250	45	710	70	2800
28	125	50	710	90	4000			22	90	35	355	50	1000	...	

Значения диаметров, указанных в скобках, применять не рекомендуется.
Значения допускаемых крутящих моментов определены для длительной работы редукторов в непрерывном режиме с постоянной или переменной по значению нагрузкой (не более номинальной) и с передачей двукратных пусковых моментов.

7.4.3. КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ВАЛА В МЕСТАХ УСТАНОВКИ СТУПИЦ [2, 21, 24, 34, 42]

1. РАДИУСЫ ЗАКРУГЛЕНИЙ И ФАСКИ

ГОСТ 10948-64

Табл. 7.4.4. Значения радиусов закругления и фасок, мм

1-й ряд	...	0,4	0,6	1,0	1,6	2,5	4,0 ...
2-й ряд	...	0,5	0,8	1,2	2,0	3,2	5,0 ...

При выборе размеров радиусов и фасок 1-й ряд следует предпочитать 2-му.

2. ДИАМЕТРЫ ВАЛОВ И РАЗМЕРЫ ФАСОК

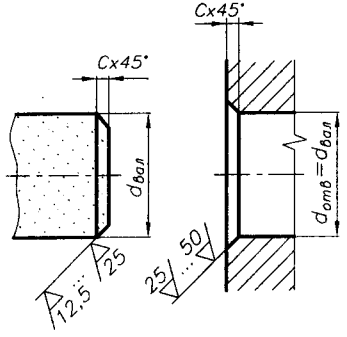


Рис. 7.4.4. Размеры фасок

Табл. 7.4.5. Рекомендуемые размеры фасок $c = f(d_{вал})$

$d_{вал}$	c
мм	
...	...
10...18	0,6
20...28	1,0
30...48	1,6
50...75	2,0
80...125	2,5
130...180	3,2
190...320	4,0
...	...

3. ФАСКИ, РАДИУСЫ ЗАКРУГЛЕНИЙ (ГАЛТЕЛИ) И ВЫСОТЫ ЗАПЛЕЧИКОВ (УСТУПОВ) ВАЛА И ВТУЛКИ

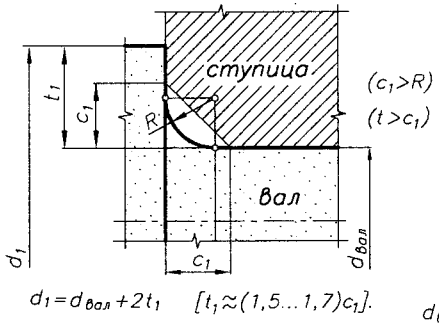


Рис. 7.4.5. Установка ступицы к заплечику (уступу) вала

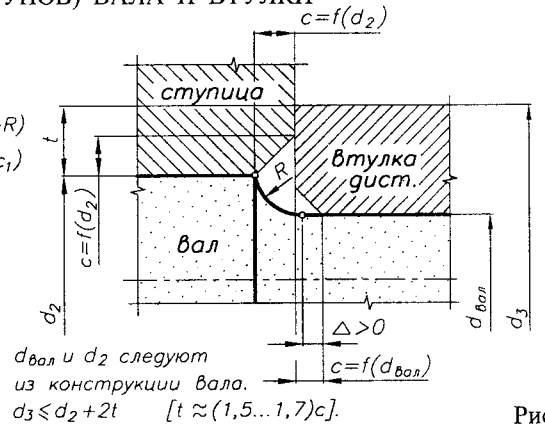


Рис. 7.4.6. Установка ступицы к дистанционной втулке

Табл. 7.4.6. Рекомендуемые зависимости $R, c = f(d_{вал})$

$d_{вал}$		⩽20	⩽30	⩽45	⩽70	⩽100	⩽150
R $^{0}_{-0,4}$	мм	1,0	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0
c $^{+0,4}_{0}$		1,2	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0

Все радиусы закруглений (галтели) на переходных участках вала желательно выполнить одинаковыми.

4. ПОДТОЧКИ

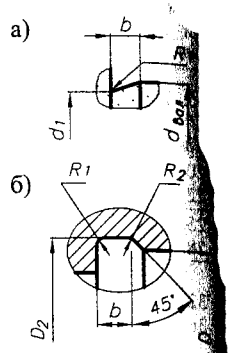


Рис. 7.4.7. Размеры подт
а) для вала;
б) для корпус

Табл. 7.4.7. Размеры подточек, мм

$d_{вал}$	b	d_1	D_2	R_1	R_2
10...50	3	$d_{вал}$ - 0,5	D+0,5	1,0	0,[illegible]
> 50...100	4	$d_{вал}$ - 1,0	D+1,0	1,6	0,[illegible]
> 100	5	$d_{вал}$ - 1,5	D+1,5	2,0	1,[illegible]

7.4.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДИАМЕТРЫ ОТВЕРСТИЙ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ В СЕЧЕНИИ ВАЛА [21, 42]

Табл. 7.4.8. Размеры одиночных отверстий в сечении вала

$d_{вал}$	d_1	d_2	l_{min}	l_1	l_2	l_3
мм						
12, 14, 16	M4	4,3	14	10	3,2	2,5
18, 19	M5	5,3	17	12,5	4,0	2,8
20, 22, 24	M6	6,4	21	16	5,0	3,1
25, 28	M8	8,4	25	19	6,0	3,6
30, 32, 35, 36	M10	10,5	30	22	7,5	4,7
38, 40, 42	M12	13	37,5	28	9,5	6
45, 48, 53	M16	17	45	36	12	7
55, 56, 60, 63, 65	M20	21	53	42	15	9
70, 71	M24	25	63	50	18	13
80, 85, 90	M30	31	75	60	22	16
95, 100, 105	M36	37	90	71	25	16

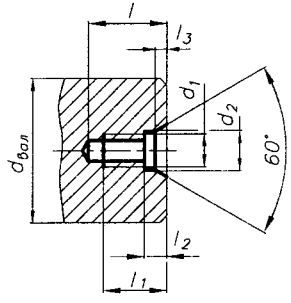


Рис. 7.4.8. Размеры одиночного отверстия в сечении вала

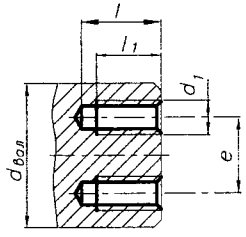


Рис. 7.4.9. Размещение двух отверстий в сечении вала

Табл. 7.4.9. Размеры размещения двух отверстий в сечении вала

$d_{вал}$	d_1	l_{min}	l_1	e
мм				
35, 36, 38, 40, 42	M8	14	10	20
45				20
48, 50, 53				25
55, 56, 60	M12	21	16	30
63, 65, 70				36
71, 75, 80				40
85, 90				45
95, 100	M16	25	19	50

7.4.5. ОТВЕРСТИЯ ЦЕНТРОВЫЕ ГОСТ 14034-74

1. ЦЕНТРОВЫЕ ОТВЕРСТИЯ С УГЛОМ КОНУСА 60°

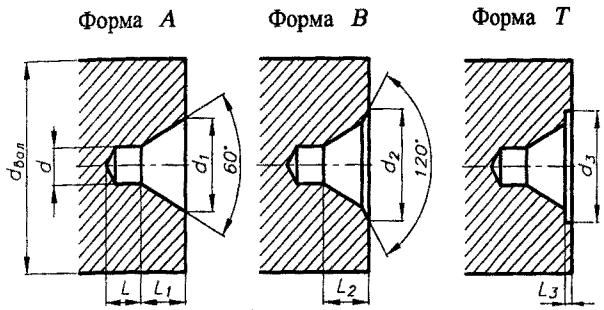


Рис. 7.4.10. Центровые отверстия с углом конуса 60° (табл. 7.4.10)

2. ЦЕНТРОВЫЕ ОТВЕРСТИЯ С УГЛОМ КОНУСА 75°

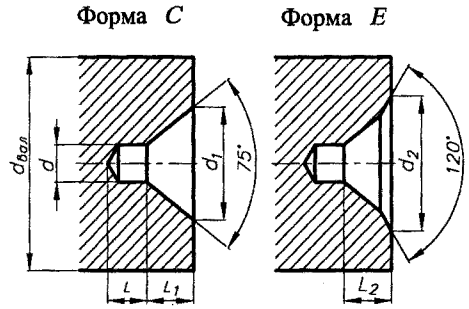


Рис. 7.4.11. Центровые отверстия с углом конуса 75° (табл. 7.4.10)

3. ЦЕНТРОВЫЕ ОТВЕРСТИЯ С МЕТРИЧЕСКОЙ РЕЗЬБОЙ

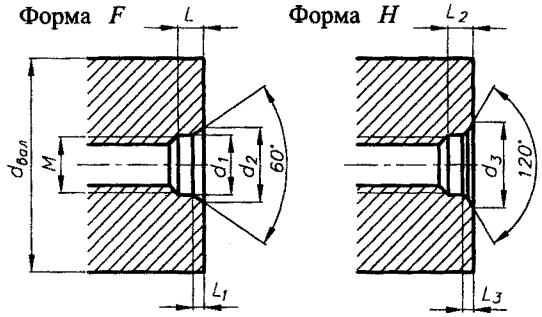


Рис. 7.4.12. Центровые отверстия с метрической резьбой (табл. 7.4.11)

Табл. 7.4.10. Размеры центровых отверстий форм *A*, *B*, *T*, *C* и *E*, мм

$d_{вал}$	d	d_1	d_2	d_3	L_{min}	L_1	L_2	L_3
	Формы *A*, *B* и *T*							
...								
14	2,5	5,3	8,0	9,0	3,1	2,42	3,20	0,8
20	3,15	6,7	10,0	12	3,9	3,07	4,03	0,9
30	4,0	8,5	12,5	16	5,0	3,90	5,06	1,2
40	(5,0)	10,6	16,0	20	6,3	4,85	6,41	1,6
60	6,3	13,2	18,0	25	8,0	5,98	7,36	1,8
80	(8,0)	17,0	22,4	32	10,1	7,79	9,35	2,0
100	10	21,2	28,0	36	12,8	9,70	11,7	2,5
120	12	25,4	33,0		14,6	11,6	13,8	
...								
	Формы *C* и *E*							
120	8,0	23,3	30,2		10	10	12,0	
180	12	36,6	45,4		15	16	18,5	
...								

Табл. 7.4.11. Размеры центровых отверстий форм *F* и *H*, мм

$d_{вал}$ *F*	$d_{вал}$ *H*	M	d_1	d_2	d_3	L_{max}	L_1	L_2	L_3
...	...								
16	25	M6	6,4	10,0	13,3	5,5	3,0	6,5	4,0
20	32	M8	8,4	12,5	16,0	7,0	3,5	8,0	4,5
25	40	M10	11	15,6	19,8	9,0	4,0	10,2	5,2
32	50	M12	13	18,0	22,0	10,0	4,3	11,2	5,5
40	63	M16	17	22,8	28,7	11,0	5,0	12,5	6,5
63	80	M20	21	28,0	33,0	12,5	6,0	14,0	7,5
100		M24	25	36,0	43,0	14,0	9,5	16,0	11,5
160		M30	31	44,8	51,8	18,0	12	20,0	14,0
...									

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ центрового отверстия формы *A* диаметром $d = 4$ мм: *Отв.центр. А4 ГОСТ 14034-74*
- центрового отверстия формы *F* с диаметром $d = M3$:
Отв.центр. F M3 ГОСТ 14034-74

4. ЦЕНТРОВОЕ ОТВЕРСТИЕ С ДУГООБРАЗНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

Форма *R*

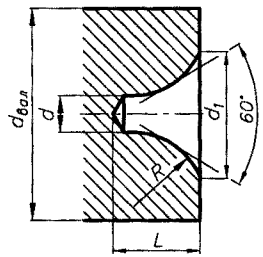


Рис. 7.4.13. Центровое отверстие с дугообразной образующей

Табл. 7.4.12. Размеры центровых отверстий формы *R*, мм

$d_{вал}$	d	d_1	L_{min}	R_{min}	R_{max}
...					
14	2,5	5,3	5,5	6,3	8,0
20	3,15	6,7	7,0	8,0	10,0
30	4,0	8,5	8,9	10,0	12,5
40	(5,0)	10,6	11,2	12,5	16,0
60	6,3	13,2	14,0	16,0	20,0
80	(8,0)	17,0	17,9	20,0	25,0
100	10	21,2	22,5	25,0	31,5

5. ПРИМЕНЕНИЕ ФОРМ ЦЕНТРОВЫХ ОТВЕРСТИЙ

Табл. 7.4.13. Применение форм центровых отверстий

A	а) В случаях, когда после обработки необходимость в центровых отверстиях отпадает. б) В случаях, когда сохранность центровых отверстий в процессе их эксплуатации гарантируется соответствующей термообработкой.	*T*	Для оправок и калибров-пробок.
B	В случаях, когда центровые отверстия являются базой для многократного использования, а также в случаях, когда центровые отверстия сохраняются в готовых изделиях.	*C*	Для крупных валов (назначение аналогично с формой *A*).
		E	Для крупных валов (назначение аналогично с формой *B*).
		R	В случаях, когда требуется повышенная точность обработки.
		F, H	Для монтажных работ, транспортирования, хранения и термообработки деталей в вертикальном положении.

6. ИЗОБРАЖЕНИЕ ЦЕНТРОВЫХ ОТВЕРСТИЙ НА ЧЕРТЕЖАХ

Если в окончательно изготовленном изделии должны быть центровые отверстия, то их изображают условно знаком < с указанием обозначения по ГОСТ 14034-74 на полке линии-выноски. При наличии двух одинаковых отверстий изображают одно из них (рис. 6.5.14а). Если центровые отверстия в готовом изделии недопустимы, то при этом указывают знак K (рис. 6.5.14б).

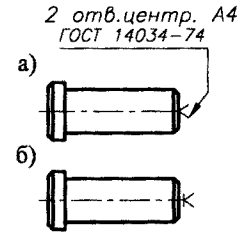


Рис. 7.4.14

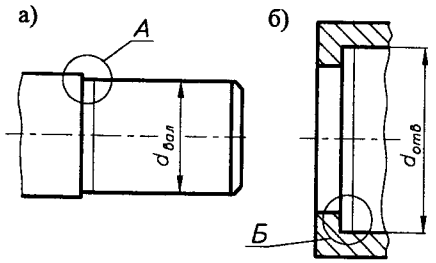


Рис. 7.4.15. Шлифуемые поверхности:
а) вала (наружное шлифование);
б) отверстия (внутреннее шлифование)

7.4.6. КАНАВКИ ДЛЯ ВЫХОДА ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА ГОСТ 8820-69

1. ШЛИФОВАНИЕ ПО ЦИЛИНДРУ

а) Наружное шлифование – *А*

б) Внутреннее шлифование – *Б*

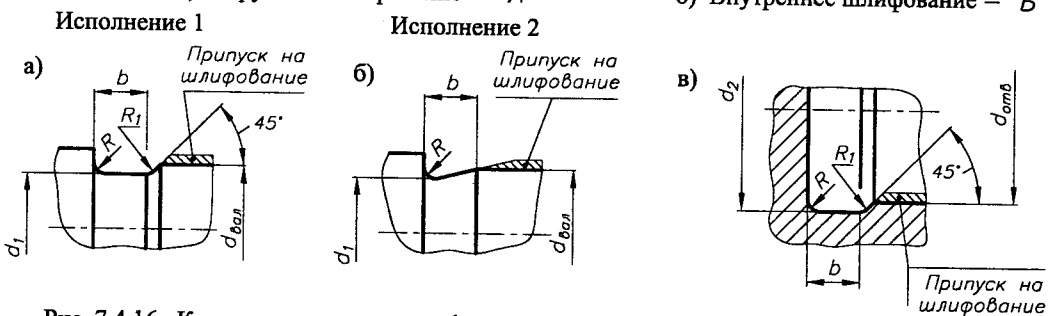


Рис. 7.4.16. Канавки для выхода шлифовального круга при шлифовании по цилиндру

2. ШЛИФОВАНИЕ ПО ТОРЦУ

а) Наружное шлифование –*А*

б) Внутреннее шлифование –*Б*

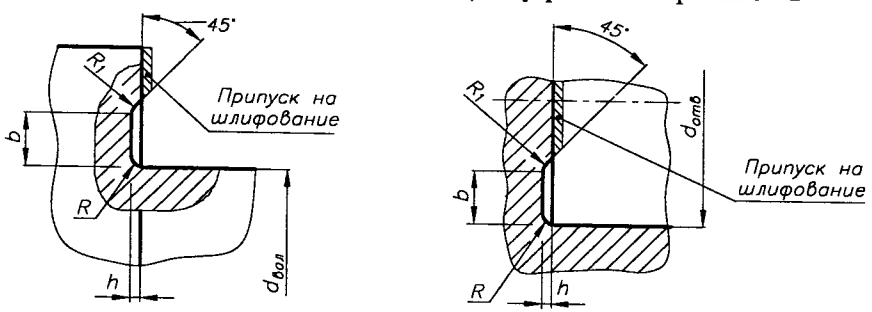


Рис. 7.4.17. Канавки для выхода шлифовального круга при шлифовании по торцу

Табл. 7.4.14. Размеры канавок исполнений 1, 2 и 3, мм

$d_{вал}$, $d_{отв}$	b для исп. 1, 2	b для исп. 3	d_1	d_2	h	R	R_1
10...50	3,0	1,5	$d_{вал}$ - 0,5	$d_{отв}$ + 0,5	0,3	1,0	0,5
50...100	5,0	2,25	$d_{вал}$ - 1,0	$d_{отв}$ + 1,0	0,5	1,6	
> 100	8,0	2,8				2,0	1,0
	10	5,0				3,0	

Табл. 7.4.15. Размеры канавок исполнения 4, мм

$d_{вал}$, $d_{отв}$	b	d_1	h	b_1	c	R_2
10...50	2,2	$d_{вал}$ - 0,4	0,2	1,0	1,5	0,4
50...100	4,3	$d_{вал}$ - 0,6	0,3	1,5	3,3	0,6
> 100	6,4	$d_{вал}$ - 0,8	0,4	2,3	5,0	1,0

При шлифовании на одной детали нескольких различных диаметров рекомендуется применять канавки одного размера.

3. ШЛИФОВАНИЕ ПО ЦИЛИНДРУ И ТОРЦУ

а) Наружное шлифование –*А*

б) Внутреннее шлифование–*Б*

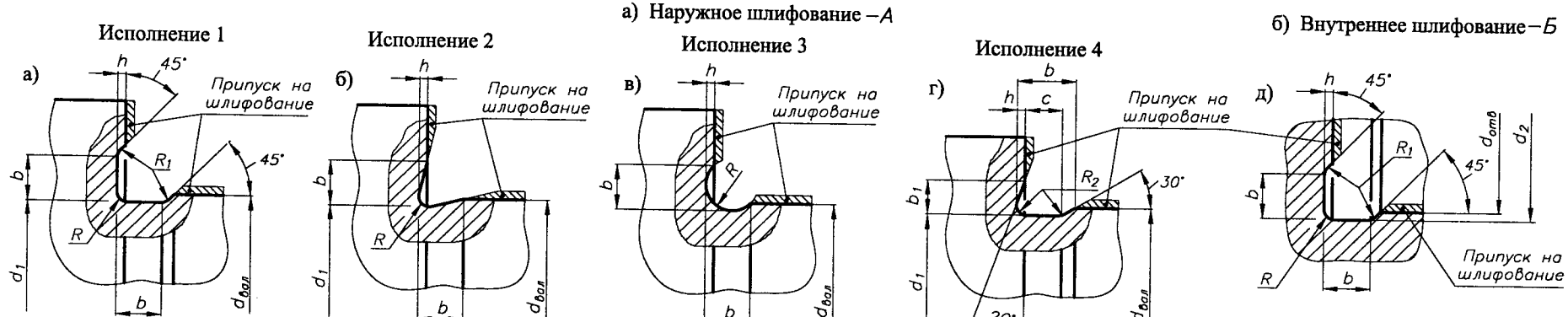


Рис. 7.4.18. Канавки для выхода шлифовального круга при шлифовании по цилиндру и торцу

7.4.7. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО УМЕНЬШЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТА КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ В МЕСТАХ ИЗМЕНЕНИЯ ДИАМЕТРА ВАЛА [2, 9, 21, 24, 42]

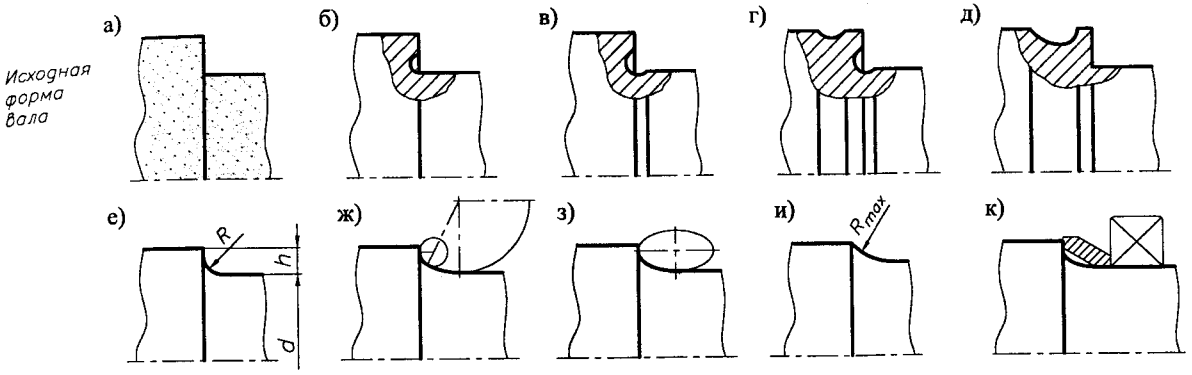


Рис. 7.4.19. Примеры конструктивных решений по уменьшению коэффициента концентрации напряжений в схеме а) вала за счет выполнения:
б), в) заглублений в месте перехода; г), д) разгрузочных канавок; е), ж), з), и) закруглений в месте перехода; к) переходной втулки с возможностью закругления вала

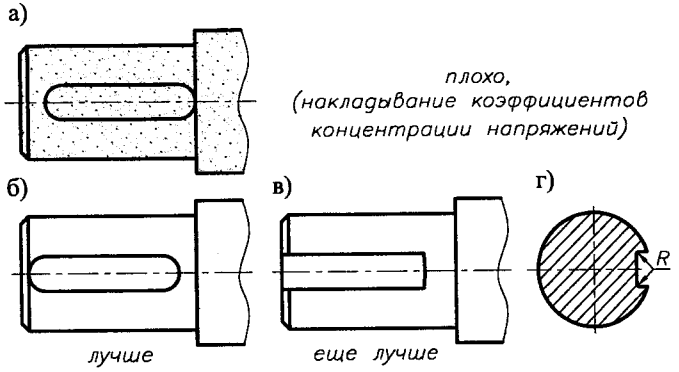


Рис. 7.4.20. Примеры конструктивных решений по уменьшению коэффициента концентрации напряжений от шпоночного паза

7.4.8. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ВЫСОТЫ УСТУПОВ (ЗАПЛЕЧИКОВ) ВАЛА ИЛИ ПОЛНОЙ ИХ ЛИКВИДАЦИИ [21, 24, 42]

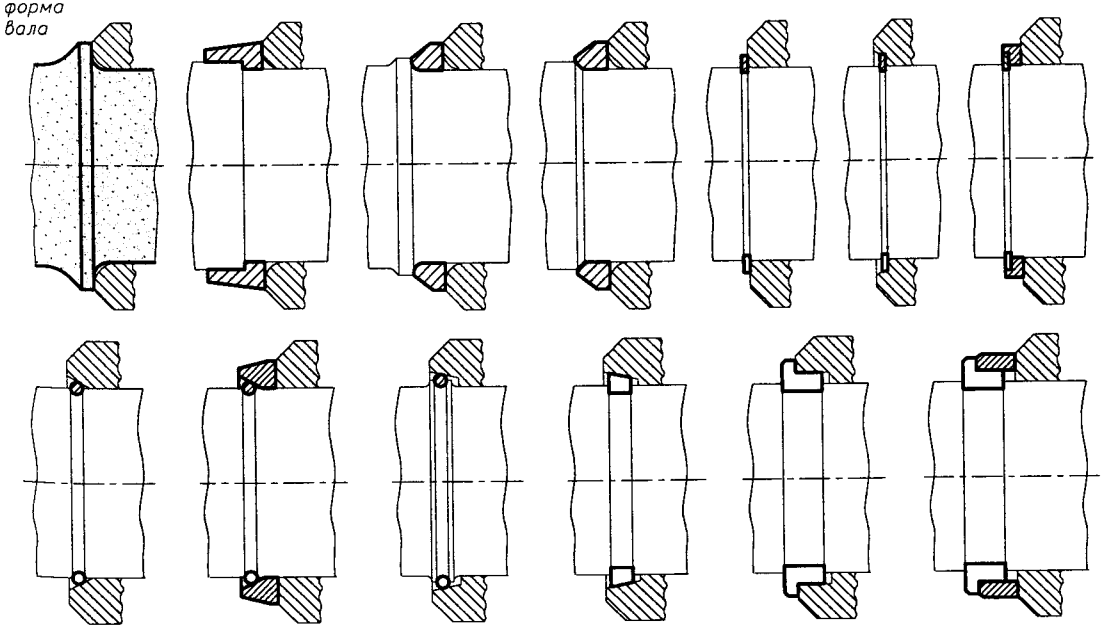


Рис. 7.4.21. Примеры конструктивных решений по уменьшению высоты уступов (заплечиков) вала

7.4.9. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО УМЕНЬШЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТА КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ ОТ ПРЕССОВЫХ ПОСАДОК [9, 21, 42]

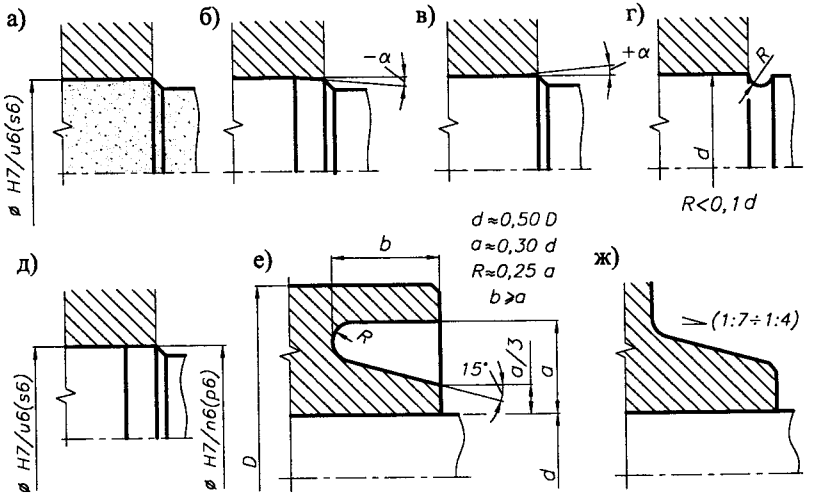


Рис. 7.4.22. Примеры конструктивных решений по уменьшению коэффициента концентрации напряжений от прессовых посадок

7.5. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ВАЛОВ

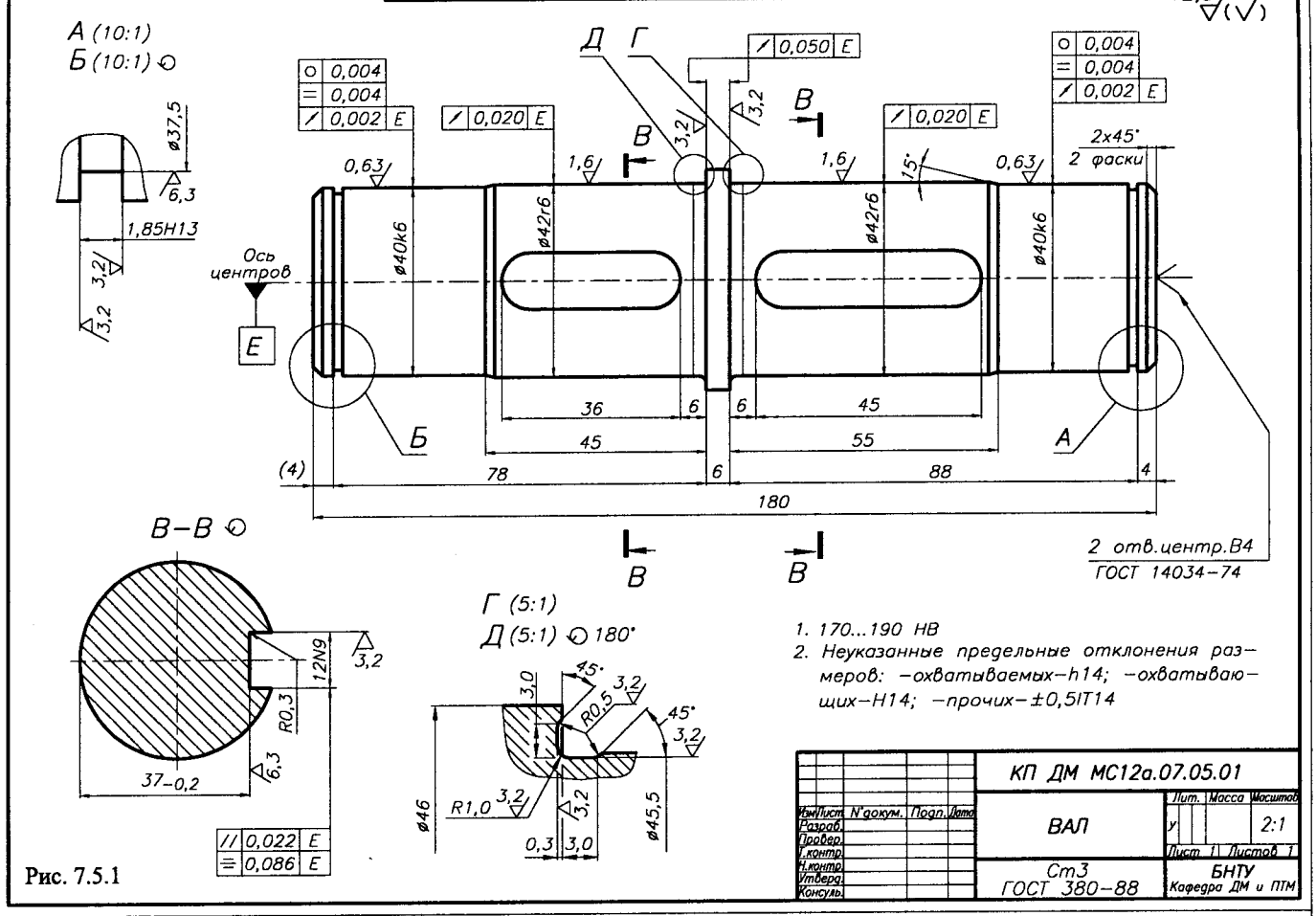


Рис. 7.5.1

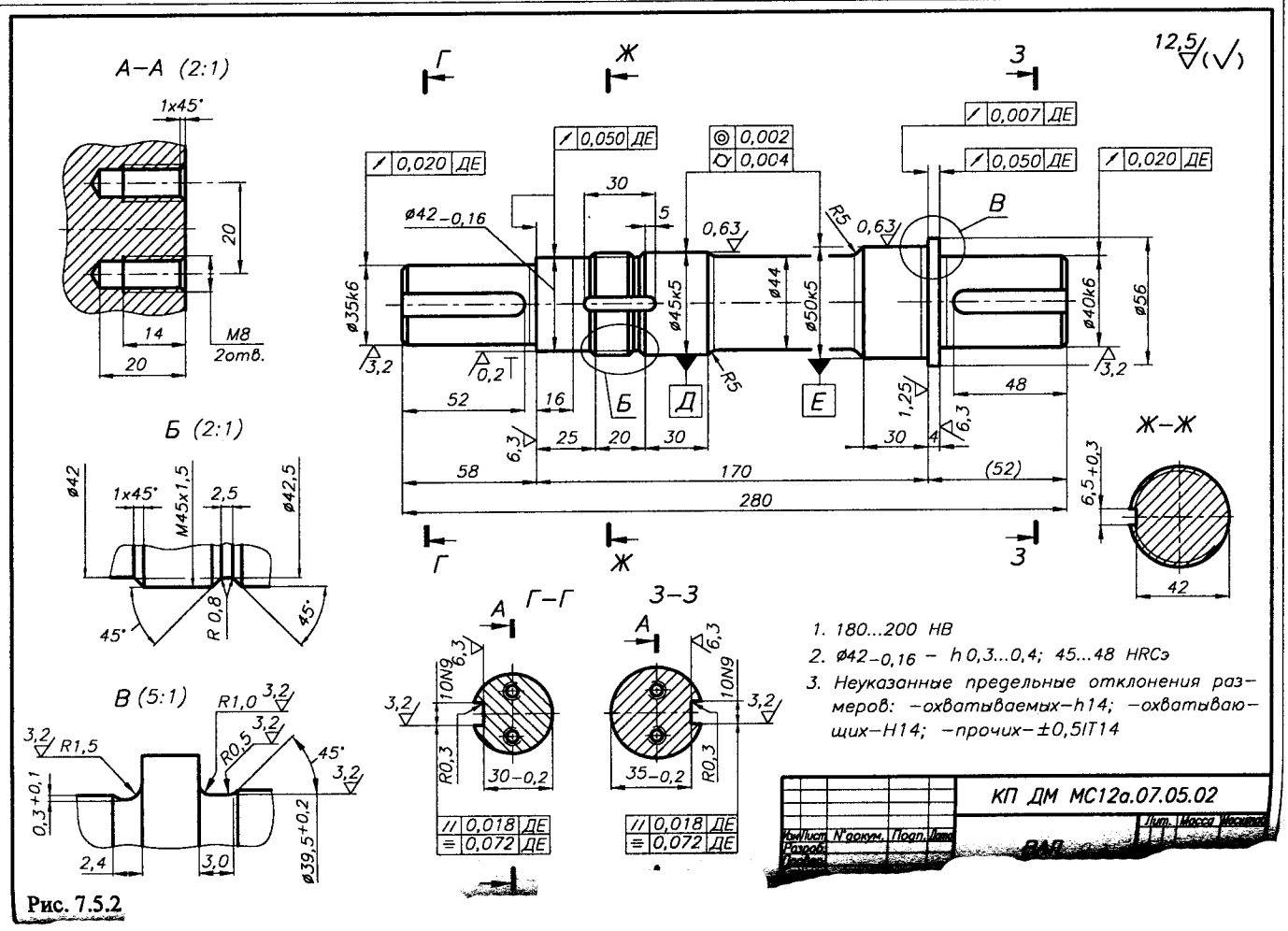


Рис. 7.5.2

7.6. ПРОВЕРКА ВАЛА НА УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ [29]

Проверка вала на усталостную прочность выполняется после разработки рабочего чертежа проверяемого вала.

Перед началом расчета должно быть:

а) уточнено расстояние между опорами вала с учетом:
- действительного расстояния между опорами (замером на сборочном чертеже редуктора);
- изменения этого расстояния на величину $2(a-0{,}5B)$ (рис. 7.6.2 и 7.6.5), учитывающую схему установки радиально-упорных подшипников;

б) уточнено расположение пунктов приложения сил, нагружающих вал (замером на сборочном чертеже редуктора);

в) произведено уточнение реакций в подшипниках;

г) произведено уточнение изгибающих моментов $M_и$ в характерных сечениях вала с представлением эпюры изгибающих моментов.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

1. Конструкция вала (со всеми размерами, посадками, шероховатостями поверхностей, размерами переходных участков и т.д.) (рис. 7.6.1).
2. Материал и термообработка вала (HB, $\sigma_т$, $\sigma_в$).
3. Значения изгибающих $M_и$ и крутящих T моментов в сечениях вала.
4. Реверсивность передачи (параметр заданный).

Проверка вала на усталостную прочность состоит в определении запасов прочности в опасных сечениях проверяемого вала.

1. Анализируя линию сечений вала, где приведенные напряжения равны допускаемым, а также принятые размеры вала (рис. 7.6.1), можно сделать вывод, что потенциально слабыми сечениями вала являются сечения, обозначенные цифрами 1, 2, 3.

Выбранные сечения имеют параметры:

сечение 1 $d_{вал1}$, $M_{и1}$, T_1;
сечение 2 $d_{вал2}$, $M_{и2}$, T_2;
сечение 3 $d_{вал3}$, $M_{и3}$, T_3.

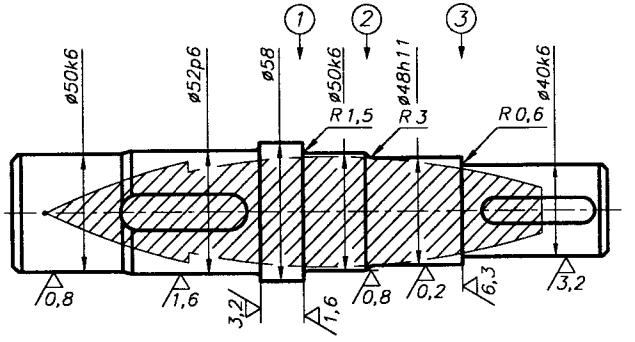


Рис. 7.6.1. Параметры вала, необходимые для его проверки на усталостную прочность

2. Для каждого выбранного сечения вала, следуя из его конструкции (рис. 7.6.1), выбирается тип концентратора напряжений и по табл. 7.6.3 для этого типа концентратора выбираются значения коэффициентов концентрации напряжений по изгибу (k_σ) и по кручению (k_τ):

сечение 1 - $k_{\sigma1}$, $k_{\tau1}$; сечение 2 - $k_{\sigma2}$, $k_{\tau2}$;
сечение 3 - $k_{\sigma3}$, $k_{\tau3}$.

3. Коэффициент запаса прочности вала по нормальным напряжениям $s_\sigma = \sigma_{-1}/(\sigma_a\, k_{\sigma д})$,

где σ_{-1} - предел выносливости гладких стандартных цилиндрических образцов при симметричном цикле нагружения, МПа (табл. 17.2.1);

σ_a - амплитуда цикла изменения напряжений изгиба, МПа, $\sigma_a = \sigma_и = M_и \cdot 10^3/w$;

где $M_и$ - изгибающий момент в рассматриваемом сечении вала, Н·м;

w - момент сопротивления изгибу с учетом ослабления вала, мм³ (табл. 7.6.3);

$k_{\sigma д}$ - коэффициент снижения предела выносливости детали в рассматриваемом сечении при изгибе

$$k_{\sigma д} = \left(\frac{k_\sigma}{k_d} + \frac{1}{k_F} - 1\right)\frac{1}{k_v},$$

где k_d - коэффициент влияния абсолютных размеров поперечного сечения (рис. 7.6.3), $k_d = f(d_{вал}$, материал вала);

k_F - коэффициент влияния параметров шероховатости поверхности (рис. 7.6.4);

k_v - коэффициент влияния поверхностного упрочнения (табл. 7.6.2).

4. Коэффициент запаса по касательным напряжениям:

для реверсивной передачи

$$s_\tau = \tau_{-1}/(\tau_a\, k_{\tau д});$$

для нереверсивной передачи

$$s_\tau = \tau_{-1}/(\tau_a\, k_{\tau д} + \psi_\tau \tau_m),$$

где τ_{-1} - предел выносливости гладких стандартных цилиндрических образцов при симметричном цикле кручения, МПа (табл. 17.2.1);

τ_a - амплитуда цикла напряжений кручения;

τ_m - постоянная составляющая напряжений кручения.

При реверсивной передаче

$\tau_a = \tau = T \cdot 10^3/w_р$, МПа; $\tau_m = 0$.

При нереверсивной передаче

$\tau_a = \tau_m = \tau/2 = T \cdot 10^3/2w_р$, МПа,

где T - крутящий момент на валу, Н·м;

$w_р$ - момент сопротивления кручению с учетом ослабления вала, мм³ (табл. 7.6.3);

$k_{\tau д}$ - коэффициент снижения предела выносливости детали в рассматриваемом сечении при кручении

$$k_{\tau д} = \left(\frac{k_\tau}{k_d} + \frac{1}{k_F} - 1\right)\frac{1}{k_v},$$

где k_d - коэффициент влияния абсолютных размеров перечного сечения (рис. 7.6.3) $k_d = f(d_{вал}$, материал вала);

k_F - коэффициент влияния параметров шероховатости поверхности при кручении (рис. 7.6.4);

k_v - коэффициент влияния поверхностного упрочнения (табл. 7.6.2);

ψ_τ - коэффициент, характеризующий чувствительность материала вала к асимметрии цикла изменения пряжений (табл. 7.6.1).

5. Общий запас сопротивления усталости

$$s = s_\sigma s_\tau/\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2} \geqslant s_{min}; \qquad s_{min} = 1{,}5.$$

При невыполнении условия п. 5 следует:
- изменить конструкцию вала так, чтобы увеличился меньший из коэффициентов s_σ или s_τ;
- выбрать материал вала с более высокими механическими характеристиками;
- увеличить диаметр вала.

При $s \geqslant 3$ следует уменьшить диаметр вала.

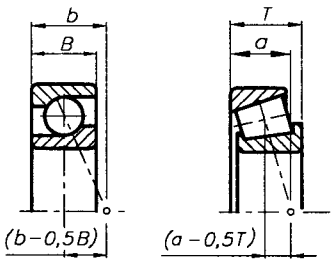


Рис. 7.6.2. Схемы для определения величин $(b-0{,}5\,B)$ и $(a-0{,}5\,T)$

Табл. 7.6.1. Значения ψ_τ

Углеродистые стали:	
- с малым содержанием углерода	$\psi_\tau = 0$
- со средним содержанием углерода	$\psi_\tau = 0{,}05$
Легированные стали	$\psi_\tau = 0{,}10$

Размеры a, b, B, T (8.10.4, 8.10.7)

Табл. 7.6.2. Значения k_v

Вид упрочнения поверхности вала	$\sigma_в$, МПа сердцевины	При концентрации напряжений $k_\sigma \leqslant 1{,}5$	$k_\tau = 1{,}8...2{,}0$
Закалка ТВЧ	600...800	1.6...1,7	2,4...2,6
Накатка роликом	-	1,3...1,5	1,6...2,0
Дробеструйный наклеп	600...1500	1,5...1,6	1,7...2,1

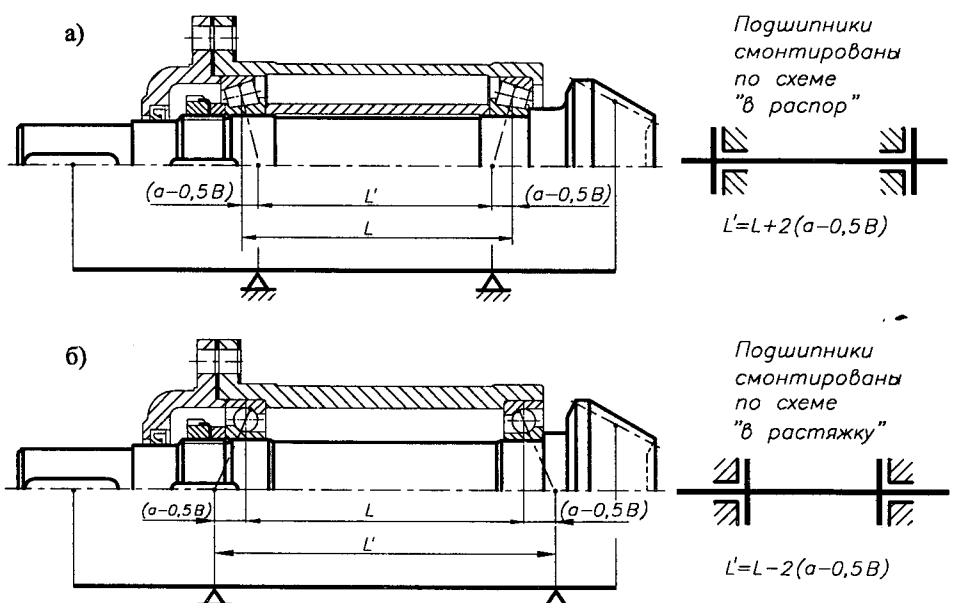


Рис. 7.6.5. Уточненное расстояния между опорами L' в случае применения радиально-упорных подшипников, установленных:
а) "в распор"; б) "в растяжку" (на примере вала конической шестерни)

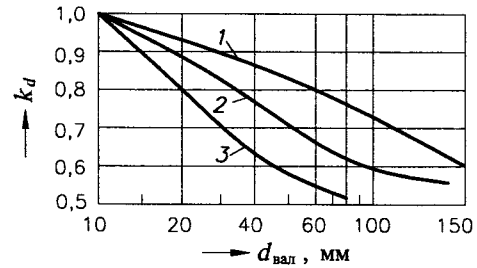


Рис. 7.6.3. Графики для определения k_d:
1 - углеродистая сталь без концентрации напряжений;
2 - легированная сталь без концентрации напряжений и углеродистая сталь при концентрации напряжений $k_\sigma < 2...3$;
3 - легированная сталь с концентрацией напряжений

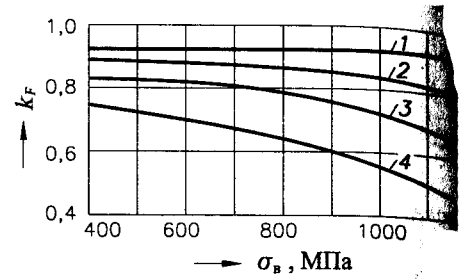


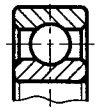
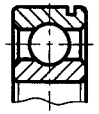
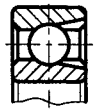
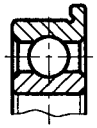
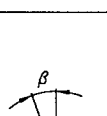
Рис. 7.6.4. Графики для определен
1 - шлифование тонкое (R_a - 0,32;
2 - обточка чистовая (R_a - 2,5; 1,25
3 - обдирка (R_z = 20; 40; 80);
4 - необработанные поверхности с ок

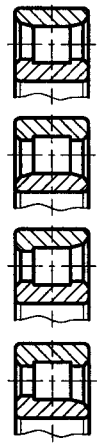
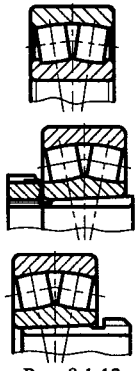
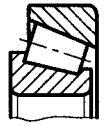
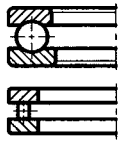
Табл. 7.6.3. Значения k_σ, k_τ, w, w_p

	k_σ		k_τ		Эскиз	Момент сопротивлен	
	$\sigma_в$, МПа ≤700	≥1000	≤700	≥1000		w	
Галтель D/d = 1,25...2 при r/d 0,02	2,50	3,50	1,80	2,10		$\pi d^3/32$	π
0,06	1,85	2,00	1,40	1,53			
0,10	1,60	1,64	1,25	1,35			
Поперечное отверстие при d_1/d 0,05...0,025	1,90	2,00	1,75	2,00		$\frac{\pi d^3}{32}(1{,}1-1{,}54\frac{d_1}{d})$	$\frac{\pi d}{16}$
Выточка ($t = r$) при r/d = 0,02	1,90	2,35	1,40	1,70		$\pi d^3/32$	πd
0,06	1,80	2,00	1,35	1,65			
0,10	1,70	1,85	1,25	1,50			
Шпоночный паз	1,75	2,00	1,50	1,90		$\frac{\pi d^3}{32}-\frac{bt(b-t)^2}{2d}$	$\frac{\pi d^3}{16}-$
Шлицы прямобочные	1,60	1,75	2,45	2,80		$\xi\pi d^3/32$ Для шлицев легкой серии средней ξ=1,205; тяжелой	$\xi\pi d$
Шлицы эвольвентные и вал-шестерни	1,60	1,75	1,50	1,60		$\pi d^3/32$ d - делительный диаметр	πd
Витки червяка	2,30	2,50	1,70	1,90		$\pi d_f^3/32$ d_f - диаметр впадин черв	πd_f
Резьба	1,80	2,40	1,20	1,50		$\pi d_3^3/32$ d_3 - внутренний диаметр р	πd_3^3

Если в расчетном сечении вала несколько концентраторов напряжений, то в расчет принимается то которого больше k_σ/k_d или k_τ/k_d.

Табл. 8.1.1. Характеристика и область применения подшипников

	№ ГОСТа	Допустимая радиальная нагрузка	Допустимая осевая нагрузка (в долях от неиспользованной радиальной нагрузки)	Характеристика, область применения
1	2	3	4	5
	ГОСТ 8338-75	1,0	До 0,7 в обе стороны	Предназначены в основном для восприятия радиальных нагрузок, но могут воспринимать одновременно с радиальной осевую нагрузку. Угол перекоса внутреннего кольца (вал) по отношению к наружному (корпус) 0,25°...0,5°. Рекомендуются для жестких двухопорных валов, прогиб которых не нарушает нормальной работы подшипника; для валов с малым расстоянием между опорами (отношение расстояния между опорами к диаметру вала меньше 10).
	ГОСТ 2893-45	1,4	Для осевых нагрузок не рекомендуется	Применяются в узлах с повышенной радиальной нагрузкой. Применение при осевых нагрузках не рекомендуется.
	ГОСТ 2893-45	1,0	До 0,7 в обе стороны	Применяются при необходимости уменьшения продольных габаритов подшипникового узла.
 Рис. 8.1.8	ГОСТ 2893-45	1,0	До 0,7 в обе стороны	Применяются при потребности сокращения ширины опоры и упрощения его конструкции (нет потребности в заплечиках корпуса). Подшипники изготавливаются неразъемными.
Рис. 8.1.9	ГОСТ 28428-90	1,0	До 0,2 в обе стороны	Предназначены в основном для восприятия радиальных нагрузок, но могут воспринимать одновременно с радиальной осевую нагрузку. Способность подшипников к самоустанавливанию позволяет им работать при углах перекоса внутреннего кольца (вал) относительно наружного кольца (корпус) до 2°...3°. Рекомендуются для валов, подверженных значительным прогибам; для узлов, где не обеспечена строгая соосность посадочных мест под подшипники (при смонтированных отдельно друг от друга корпусах), при расточке отверстий в корпусах не за один проход. Подшипники с конусным отверстием и на закрепительной втулке применяются для установки на гладких валах без заплечиков, при пониженных требованиях к точности вращения.
 Рис. 8.1.10	ГОСТ 831-75	1,4	До 1,0 в одну сторону	Предназначены для восприятия одновременно действующих радиальных и осевых (в одном направлении) нагрузок. Могут воспринимать чисто осевую нагрузку. Способны работать при повышенном числе оборотов. Подшипники с углом контакта $\beta = 12°$ применяются в узлах с преобладающей радиальной нагрузкой, с углом контакта $\beta = 26°$ - с преобладающей осевой нагрузкой. Сдвоенные подшипники применяются в узлах с большими осевыми нагрузками при больших числах оборотов. Выполняются разъемным и неразъемным. Однорядные подшипники используются в ступицах передних колес автомобилей, в редукторах; сдвоенные - в шпинделях высокоскоростных станков, в червячных редукторах. Рекомендуются для жестких двухопорных валов с незначительным расстоянием между опорами, для узлов, требующих регулирования зазора в подшипниках при их эксплуатации и работающих при повышенных числах оборотов.

1	2	3	4	5
 Рис. 8.1.11	ГОСТ 8328-75	1,7	Не воспринимает	Предназначены для восприятия зн ных радиальных нагрузок. В узл действуют осевые нагрузки, при ся только при условии восприятия этих нагрузок подшипником другого типа. Об большей грузоподъемностью, чем шариковый радиальный однорядный при равн ритных размерах. Типы 2000 и 32000 подшипников не ограничивают перемещ (корпуса). Типы 12000, 42000 и 52000 - ограничивают перемещение только в одном н нии. Типы 92000 и 62000 - ограничивают перемещение в обоих направлениях в пр осевой игры подшипника. Перекос внутреннего кольца подшипника (вал) по отно к наружному (корпус) для всех разновидностей подшипников недопустим. Подшипники с конусным отверстием применяются для установки на валах с г ской посадочной шейкой или на гладких валах при помощи конических втулок. Д ют частичную регулировку радиального зазора путем затяжки втулки или самого п ника на конической шейке вала. Подшипники без внутреннего (наружного) кольца применяются при ограниче размерах в радиальном направлении. Рекомендуются для жестких (коротких) двухопорных валов. Применяется в шпи металлорежущих станков, в барабанах лебедок, опорах редукторов с шевронными кол
 Рис. 8.1.12	ГОСТ 24696-81 ГОСТ 5721-75	0,9	До 0,3 в одну сторону	Предназначены в основном для восп радиальных нагрузок. Обладают зна но большей грузоподъемностью, ч риковые двухрядные сферические при равных с ними габаритах. Могут восприним новременно с радиальной и осевую нагрузку в ту или другую сторону. Способнос шипников к самоустанавливанию позволяет им работать при перекосах внутренне ца (вал) относительно наружного кольца (корпус) до 2°...3°. Рекомендуется при на валах, подверженных значительным прогибам; в узлах, где не обеспечивается ность посадочных мест при смонтированных отдельно корпусах подшипников, п точке в корпусах отверстий не за один проход. Применяются, когда грузоподъем подшипников других типов недостаточна. Подшипники с коническим отверстием и на закрепительной втулке применяют установки на валах без заплечиков, при пониженных требованиях к точности вра в узлах, требующих частого монтажа и демонтажа. Применяются в редукторах большой мощности, буксах железнодорожных ва узлах металлургического оборудования.
 Рис. 8.1.13	ТУ 37.006.162-89	1,9	До 0,7 в одну сторону	Предназначены для восприятия одно но действующих радиальных и осе одном направлении) нагрузок. Допу раздельный монтаж колец, а также осевую регулировку как при установке, так и цессе эксплуатации.Рекомендуется применять на жестких двухопорных валах. О устанавливается по одному подшипнику в каждой из опор с обратным их располож Применяются в редукторах, коробках перемены передач, колесах и задних мос томобилей и тракторов, в шпинделях станков.
 Рис. 8.1.14	ГОСТ 7872-89	Не воспринимает	1,0 в одну сторону	Предназначены для восприятия толч вых нагрузок. Удовлетворительно ют при сравнительно низких обо Для восприятия нагрузки в обоих н лениях служат двойные упорные п ники.
	ГОСТ 23526-79	Не воспринимает	1,6 в одну сторону	

8. ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ

8.1. ТИПЫ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРИМЕНЕНИЕ [5, 15]

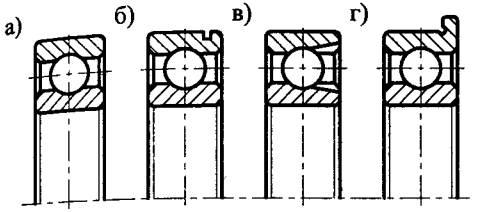


Рис. 8.1.1

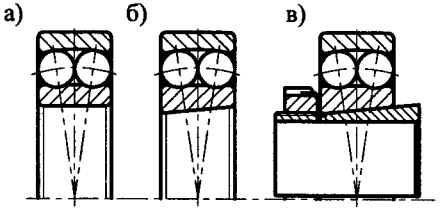


Рис. 8.1.2

Рис. 8.1.1. Шарикоподшипники радиальные (несамоустанавливающиеся):
а) однорядный; б) однорядный со стопорной канавкой на наружном кольце; в) однорядный с канавкой для ввода шариков; г) однорядный с упорным буртом на наружном кольце

Рис. 8.1.2. Шарикоподшипники радиальные самоустанавливающиеся:
а) двухрядный сферический; б) двухрядный сферический с конусным отверстием (конус 1:12); в) двухрядный сферический с конусным отверстием (конус 1:12) на закрепительной втулке

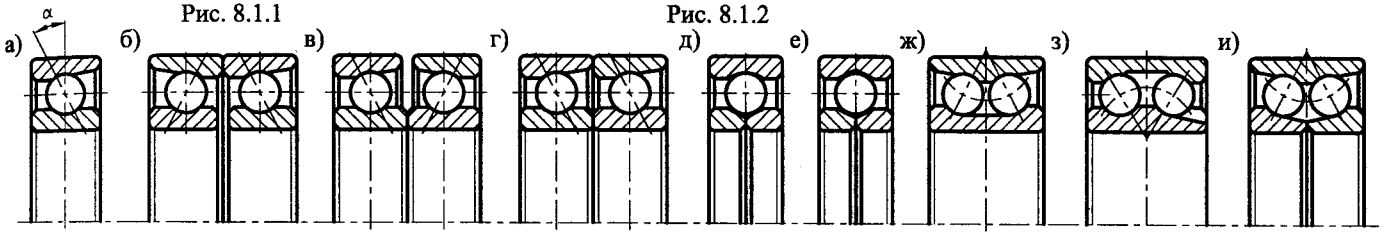


Рис. 8.1.3

Рис. 8.1.3. Шарикоподшипники радиально-упорные.
а) однорядный неразъемный с углом контакта α = 12°, 15°, 26°, 36°, 40°; б) и в) сдвоенный с обращенными друг к другу торцами наружных (внутренних) колец; г) сдвоенный; узкий торец наружного кольца одного подшипника обращен к широкому торцу другого; д) и е) однорядный с двойным внутренним кольцом и трех-(четырех)-точечным контактом шарика; ж) и з) двухрядный с цельными кольцами; и) двухрядный с двумя внутренними кольцами

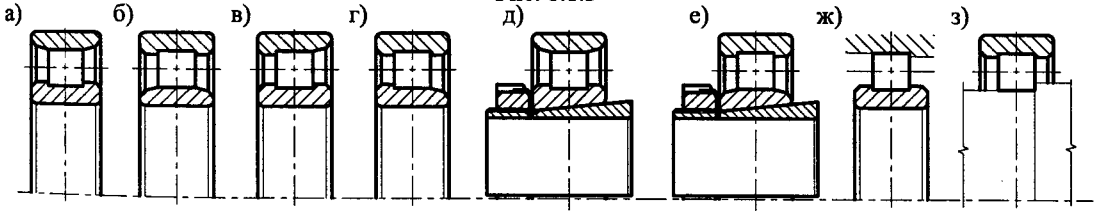


Рис. 8.1.4

Рис. 8.1.4. Роликоподшипники радиальные:
а) и б) с безбортовым наружным (внутренним) кольцом; в) и г) с однобортовым наружным (внутренним) кольцом; д) и е) с безбортовым наружным (внутренним) кольцом и конусным отверстием (конус 1:12) на закрепительной втулке; ж) и з) без наружного (внутреннего) кольца

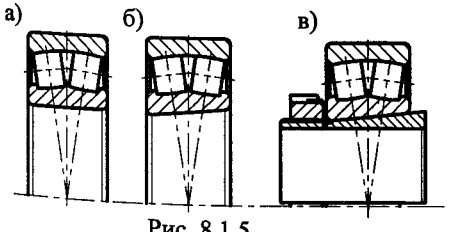


Рис. 8.1.5

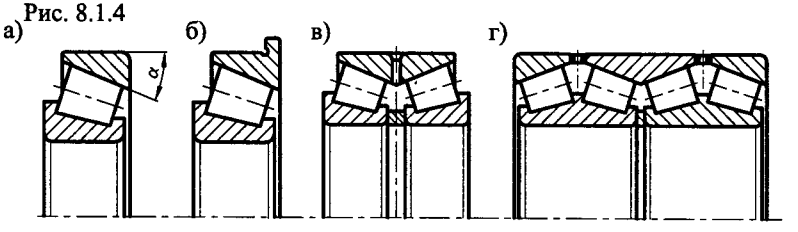


Рис. 8.1.6

Рис. 8.1.5. Роликоподшипники радиальные (самоустанавливающиеся):
а) двухрядный сферический; б) двухрядный сферический с конусным отверстием (конус 1:12); в) двухрядный сферический с конусным отверстием (конус 1:12) на закрепительной втулке

Рис. 8.1.6. Роликоподшипники радиально-упорные:
а) однорядный конический с углом контакта α = 10°...30°; б)однорядный конический с упорным бортом на на наружном кольце; в) двухрядный конический с двумя внутренними кольцами; г) четырехрядный конический с двумя внутренними и тремя наружными кольцами

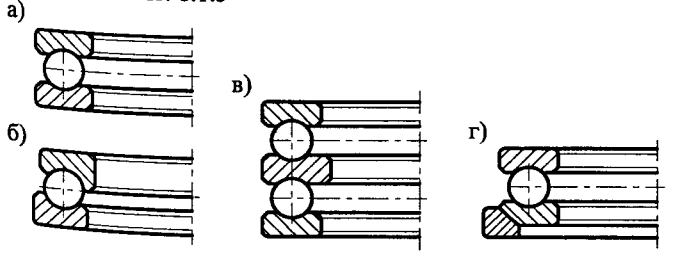


Рис. 8.1.7

Рис. 8.1.7. Подшипники упорные:
а) шарикоподшипник упорный радиальный; б) шарикоподшипник упорный радиальный с высоким бортом; в) шарикоподшипник упорный двойной; г) шарикоподшипник упорный одинарный с подкладным сферическим кольцом

8.2. ОПОРЫ ВАЛОВ И ТИПЫ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПОДШИПНИКОВ [21, 42]

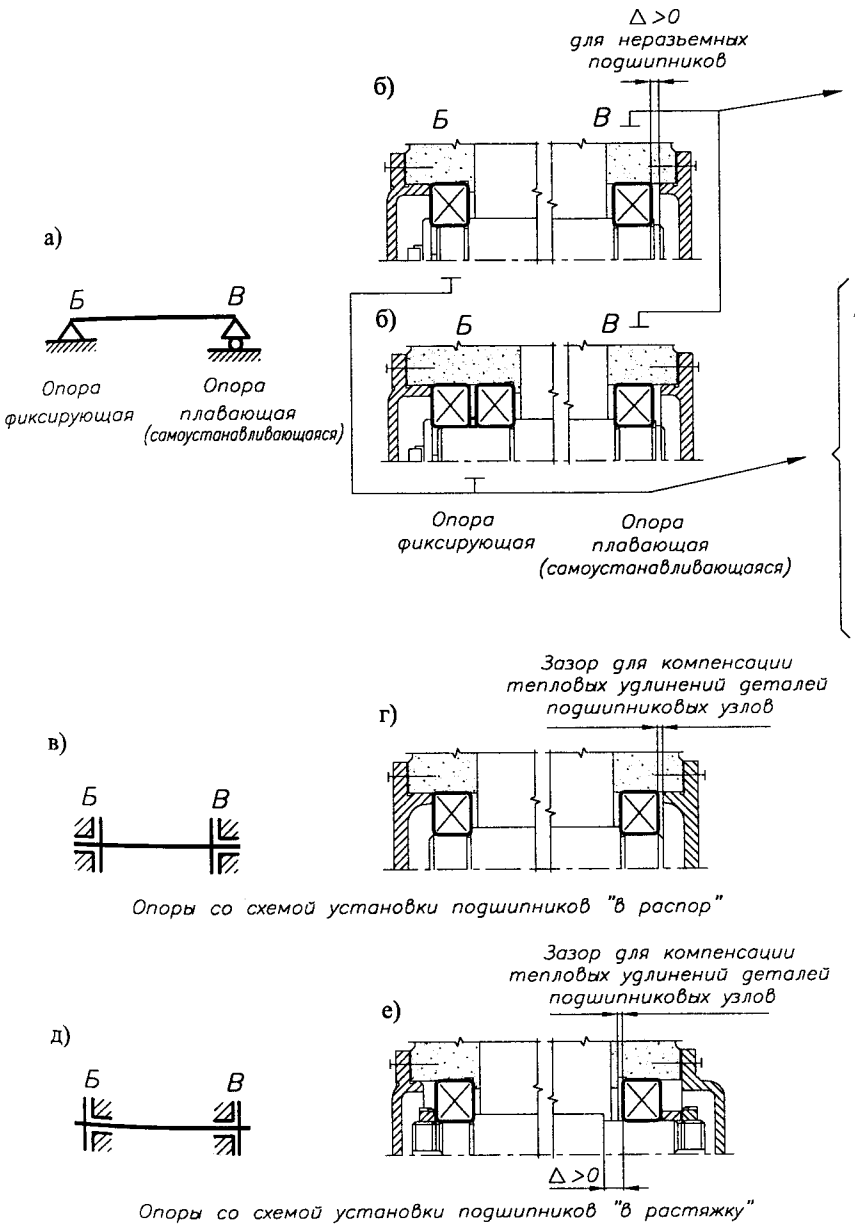


Рис. 8.2.1. Схемы осевого фиксирования валов

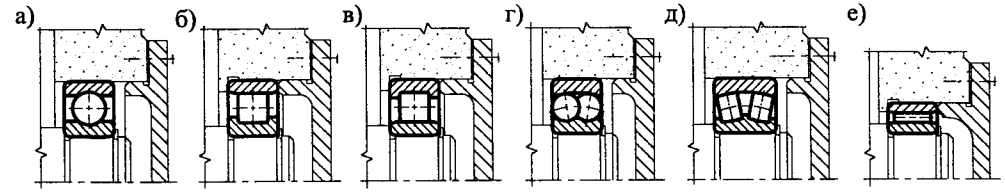


Рис. 8.2.2. Типы подшипников качения, используемых для плавающих (самоустанавливающихся в осевом направлении) опор (опора *В*)

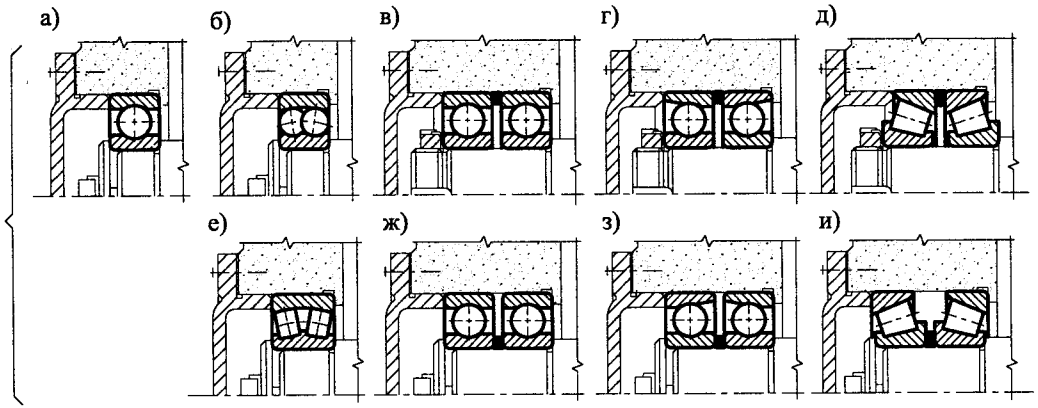


Рис. 8.2.3. Типы подшипников качения, используемых для фиксирующих опор (опора *Б*)

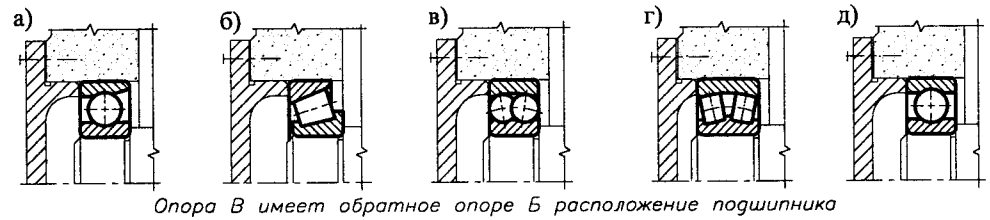


Рис. 8.2.4. Типы подшипников качения, используемых для опор со схемой установки "в распор"

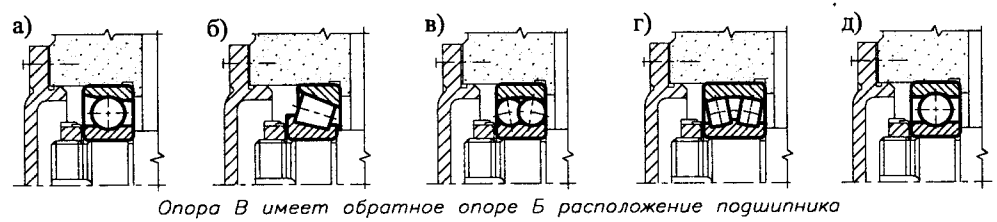


Рис. 8.2.5. Типы подшипников качения, используемых для опор со схемой установки "в растяжку"

8.3. ПОДШИПНИКОВЫЕ УЗЛЫ ВАЛОВ РЕДУКТОРОВ [9, 22, 34, 42]

8.3.1. ПОДШИПНИКОВЫЕ УЗЛЫ ВАЛОВ КОНИЧЕСКИХ ШЕСТЕРЕН

1. ПОДШИПНИКИ УСТАНОВЛЕНЫ "В РАСПОР" (вал между подшипниками сжат)

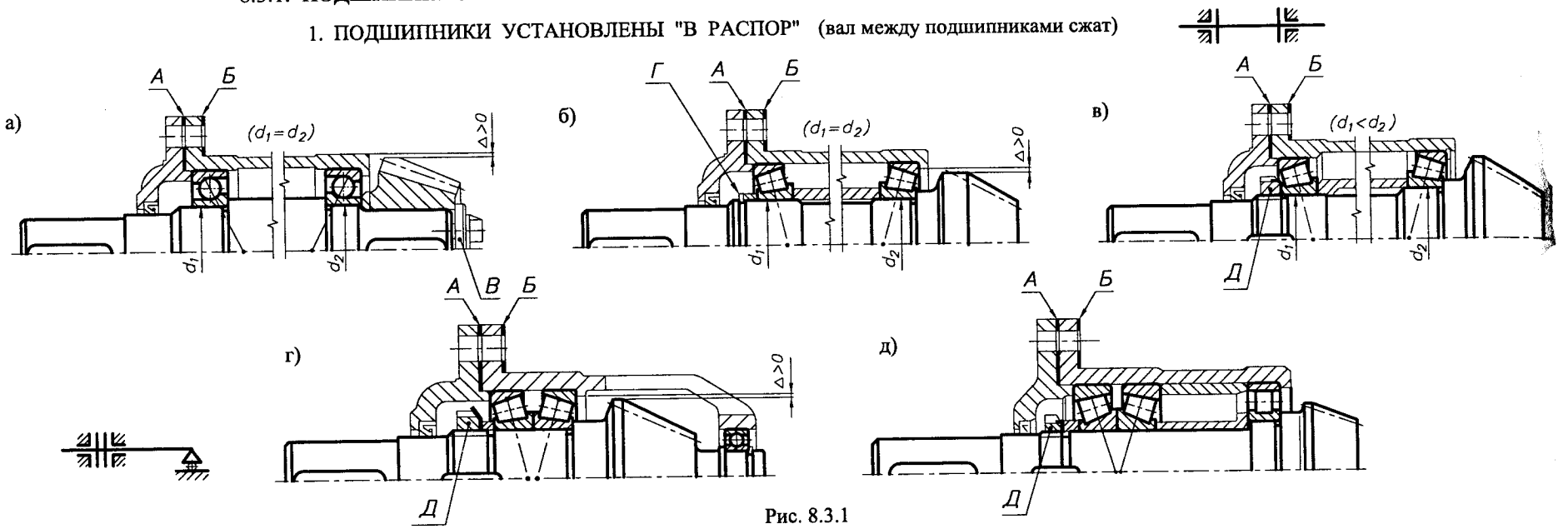


Рис. 8.3.1

2. ПОДШИПНИКИ УСТАНОВЛЕНЫ "В РАСТЯЖКУ" (вал между подшипниками растянут)

Рис. 8.3.2

А - набор стальных прокладок для регулировки подшипников и для уплотнения.
Б - набор стальных прокладок для регулировки зацепления и для уплотнения.
В - шайба концевая для крепления на валу шестерни и внутреннего кольца подшипника.
Г - кольцо пружинное для крепления на валу внутренних колец подшипника.
Д - гайка шлицевая для крепления на валу внутренних колец подшипника.
Е - гайка для регулировки и крепления подшипников.
Ж - набор прокладок для устранения зазора при установке в корпусе наружных колец подшипников и для уплотнения.
З - шайба концевая для крепления на валу шестерни.
И - набор прокладок для устранения зазора при установке в корпусе наружного кольца подшипников и для уплотнения.
К - гайка для крепления и регулировки подшипников.
Л - прокладки для уплотнения.

8.3.2. ПОДШИПНИКОВЫЕ УЗЛЫ ВАЛОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОСОЗУБЫХ, КОНИЧЕСКИХ И ЧЕРВЯЧНЫХ КОЛЕС

1. ПОДШИПНИКИ УСТАНОВЛЕНЫ "В РАСПОР" (вал между подшипниками сжат)

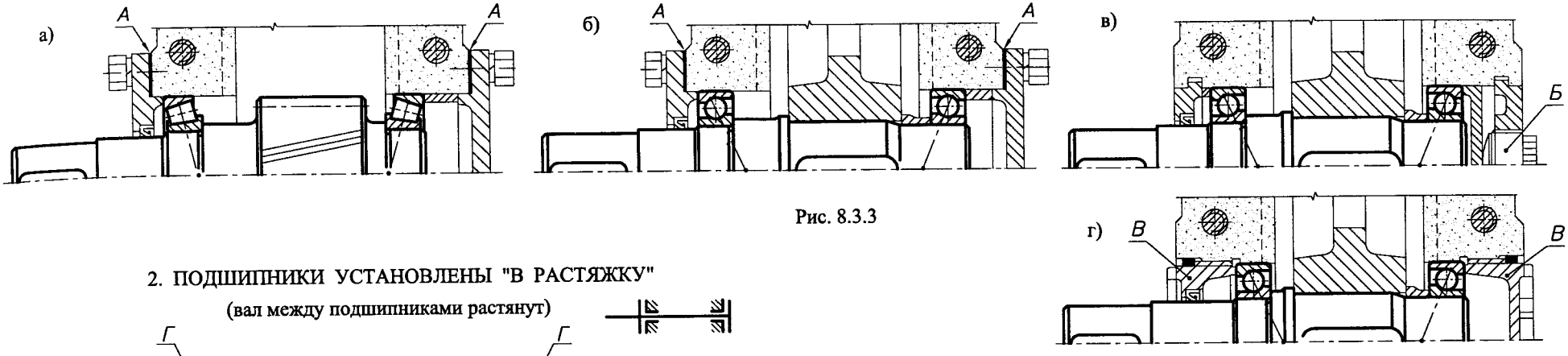


Рис. 8.3.3

2. ПОДШИПНИКИ УСТАНОВЛЕНЫ "В РАСТЯЖКУ"

(вал между подшипниками растянут)

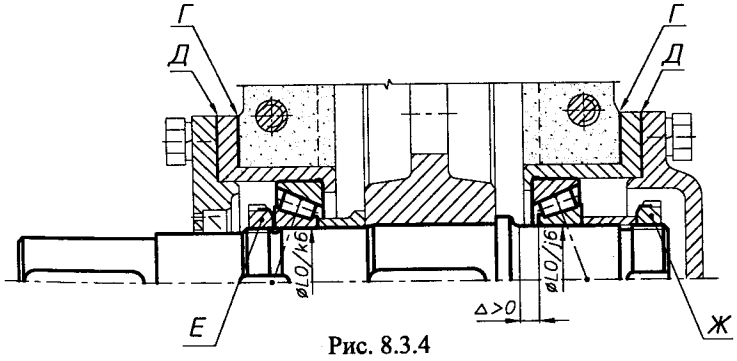


Рис. 8.3.4

А - набор стальных прокладок для регулировки подшипников, зацепления и для уплотнения.
Б - винт для регулировки подшипников.
В - крышки-гайки для регулировки подшипников и зацепления (для червячных колес).
Г - прокладки для регулировки зацепления и для уплотнения.
Д - прокладки для уплотнения.
Е - гайка для осевой фиксации на валу ступицы колеса и подшипника (со стороны консольного участка вала).
Ж - гайка для регулировки подшипников.
З - прокладки для устранения зазора при установке в корпусе наружного кольца подшипника и для уплотнения.
И - кольцо пружинное для крепления на валу внутреннего кольца подшипника.
К - кольцо пружинное для крепления в корпусе наружного кольца подшипника.
Л - концевая шайба для крепления на валу внутреннего кольца подшипника.
М - дистанционная втулка для фиксации на валу внутреннего кольца подшипника.

8.3.3. ПОДШИПНИКОВЫЕ УЗЛЫ ВАЛОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПРЯМОЗУБЫХ И ШЕВРОННЫХ КОЛЕС

(левая опора выполнена фиксированной в осевом направлении, правая - плавающей (самоустанавливающейся))

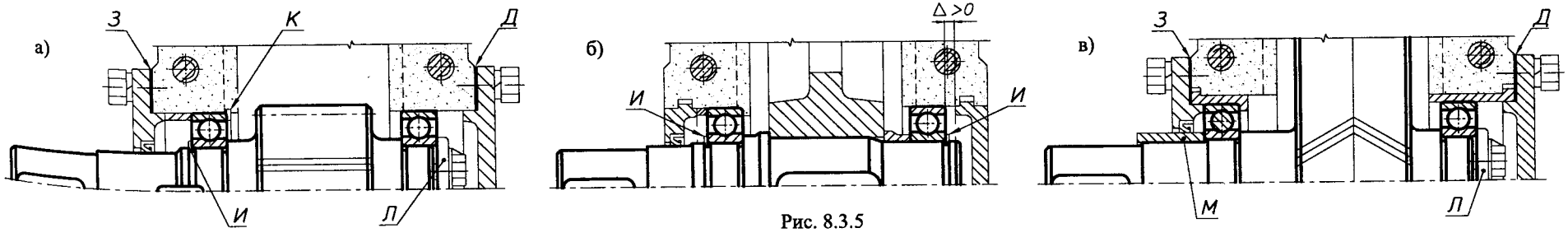


Рис. 8.3.5

8.3.4. ПОДШИПНИКОВЫЕ УЗЛЫ ШЕВРОННЫХ ВАЛ-ШЕСТЕРЕН (обе опоры выполнены самоустанавливающимися)

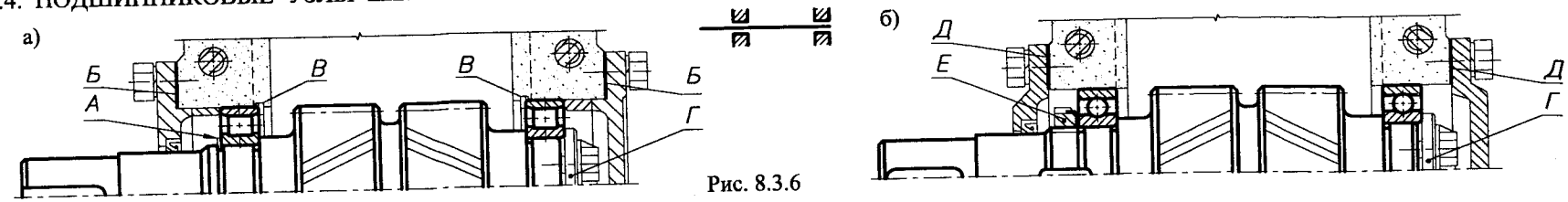


Рис. 8.3.6

8.3.5. ПОДШИПНИКОВЫЕ УЗЛЫ ЧЕРВЯКОВ

1. ПОДШИПНИКИ УСТАНОВЛЕНЫ "В РАСПОР"

(вал между подшипниками сжат)

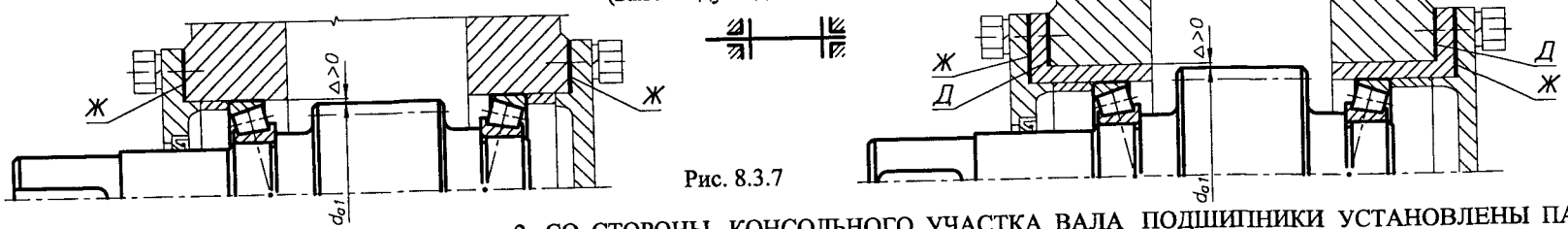


Рис. 8.3.7

2. СО СТОРОНЫ КОНСОЛЬНОГО УЧАСТКА ВАЛА ПОДШИПНИКИ УСТАНОВЛЕНЫ ПАРАМИ

а). "В РАСПОР" б) "В РАСТЯЖКУ"

(внутренняя опора выполнена плавающей)

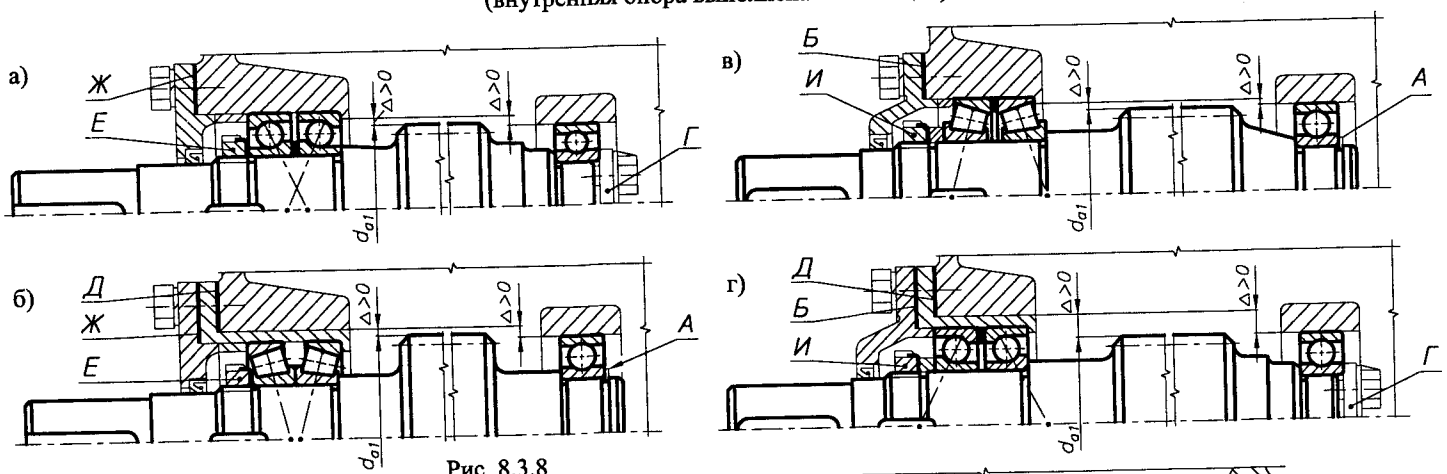


Рис. 8.3.8

А - кольцо пружинное для крепления на валу внутреннего кольца подшипника.
Б - набор прокладок для устранения зазора при установке в корпусе наружных колец подшипников и для уплотнения.
В - кольцо пружинное для крепления в корпусе наружного кольца подшипника.
Г - шайба концевая для крепления на валу внутреннего кольца подшипника.
Д - прокладки для уплотнения.
Е - гайка шлицевая для крепления на валу внутренних колец (кольца) подшипника.
Ж - набор стальных прокладок для регулировки подшипников и для уплотнения.
И - гайка шлицевая для регулировки подшипников.

3. ОДИН ИЗ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ ВЫПОЛНЕН С УПОРНЫМ ПОДШИПНИКОМ

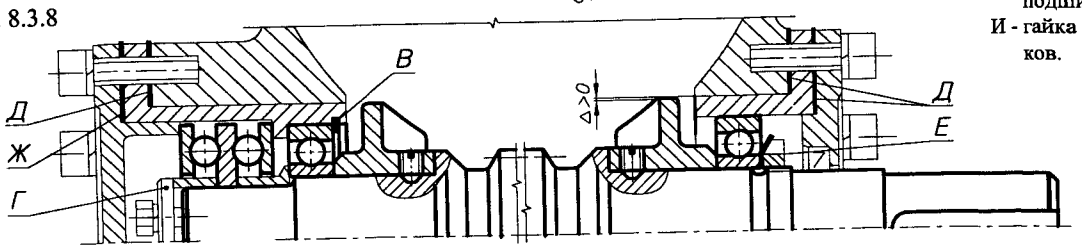


Рис. 8.3.9

8.4. ПОДШИПНИКОВЫЕ УЗЛЫ ПРИВОДНЫХ ВАЛОВ [21, 42]

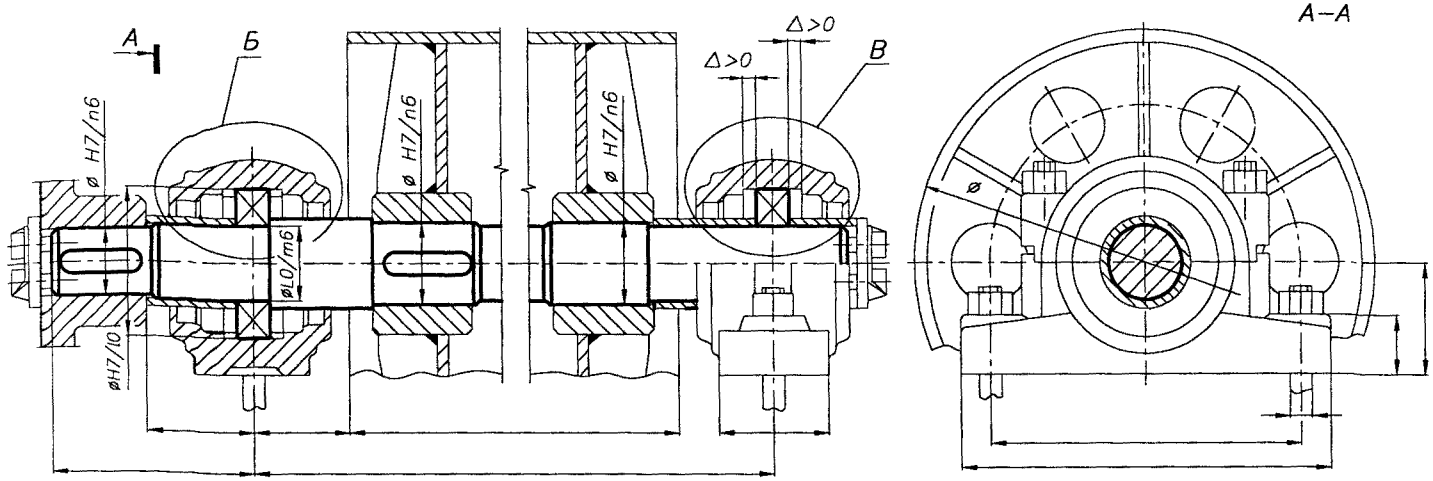
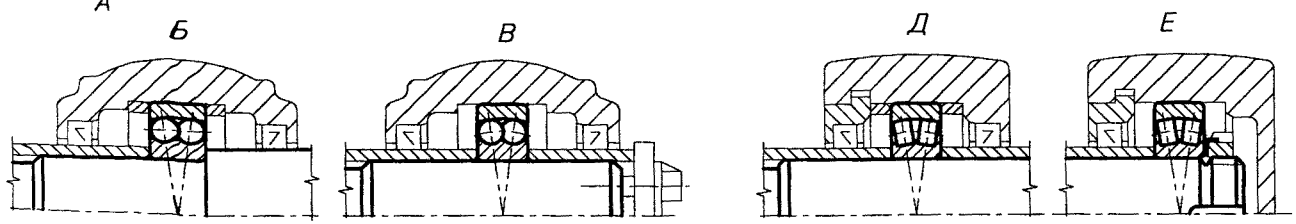


Рис. 8.4.1. Подшипниковые узлы приводного вала барабана



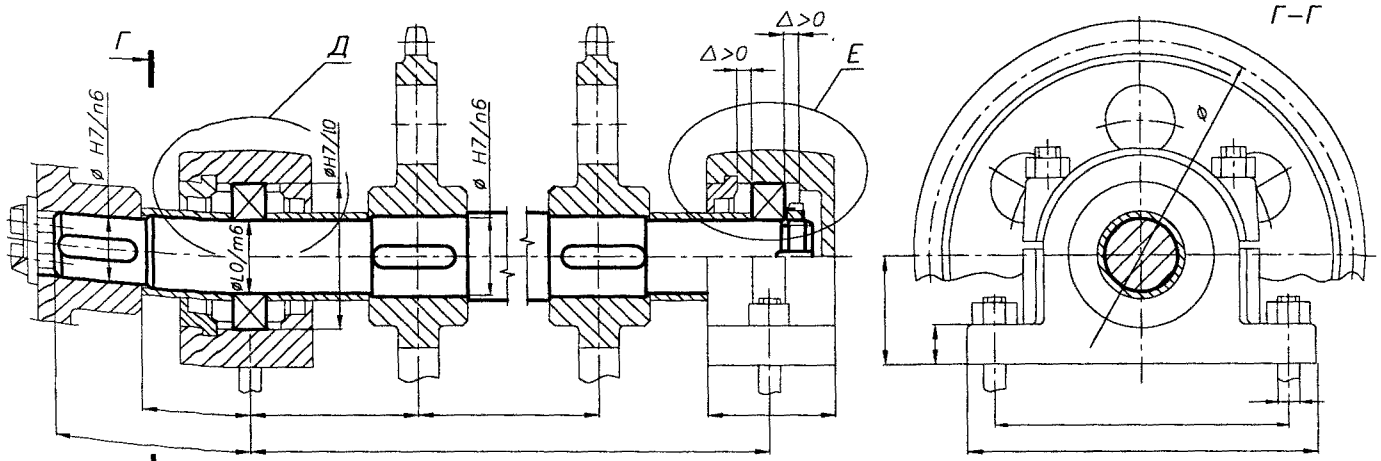


Рис. 8.4.2. Подшипниковые узлы приводного вала звездочек

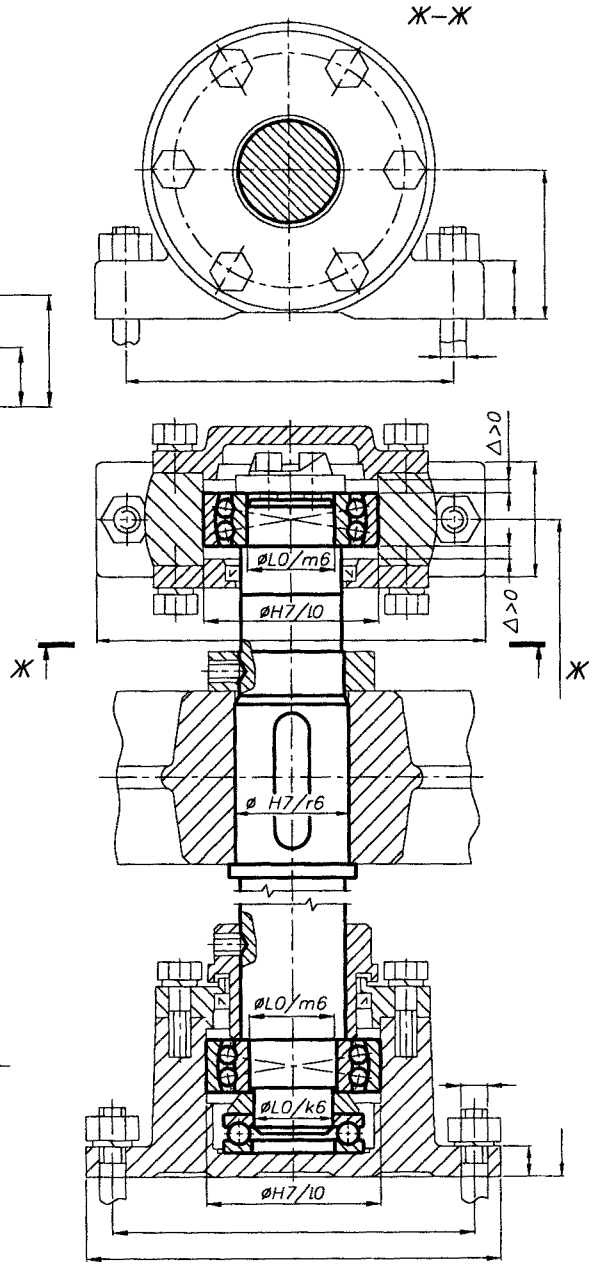


Рис. 8.4.3. Подшипниковые узлы вертикального приводного вала

8.5. ВЫБОР ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ [15, 21, 42]

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

1. Радиальные нагрузки $F_{rБ}$ и $F_{rВ}$, Н в опорах *Б* и *В* вала, где $F_{rБ}=R_Б$, $F_{rВ}=R_В$. Здесь $R_Б$ и $R_В$ - реакции в опорах *Б* и *В* вала, Н (7.1 п. 5).
2. Суммарная осевая нагрузка F_a, Н, действующая на вал. Для вала (6.2) $F_a=F_{a2}$.
3. Рекомендуемый внутренний диаметр подшипника d, мм, из конструктивного оформления вала (7.2).
4. Частота вращения вала n, мин$^{-1}$ (табл. 1.2.4).
5. Продолжительность работы передачи (подшипника) L_h, час (4.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ или 4.1 п. 2.2).
6. Циклограмма нагружения передачи (подшипника) (4.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ, рис. 4.1.4).
7. Динамика изменения внешней нагрузки, $k_Б$.
8. Температура подшипникового узла, k_T.

Оценивая п.п. 1 и 2 ИСХОДНЫХ ДАННЫХ, выбирают тип используемых подшипников (8.1, 8.2), а также схему их установки (8.3, 8.4).

1. ВЫБОР ПОДШИПНИКОВ ДЛЯ ФИКСИРУЮЩЕЙ ОПОРЫ (рис. 8.2.1а, опора *Б*) на примере подшипника шарикового радиального однорядного.

1.1. Для выбранного подшипника с внутренним диаметром d (D, B, C, C_o – из каталога подшипников или 8.10) определяют:

- соотношение F_a/C_o, по величине которого из табл. 8.5.2 выбирают значение параметра e;
- соотношение $F_a/(VF_{rБ})$.

Если $F_a/(VF_{rБ}) \leqslant e$, то $X=1{,}00$; $Y=0$;
если $F_a/(VF_{rБ}) > e$, то $X=0{,}56$; $Y=$ (табл. 8.5.2),
где V - коэффициент вращения:

$V=1{,}0$ - при вращении внутреннего кольца по по отношению к направлению нагрузки;

$V=1{,}2$ - при неподвижном внутреннем кольце по отношению к направлению нагрузки;

X, Y - коэффициенты радиальной и осевой нагрузки.

1.2. Эквивалентная динамическая радиальная нагрузка, Н

$$P_r=[XVF_{rБ}+YF_a]\,k_Б\,k_T,$$

где $k_Б$ - коэффициент безопасности, учитывающий характер внешней нагрузки (табл. 8.5.3);

k_T - коэффициент, учитывающий влияние температуры подшипникового узла (табл. 8.5.4).

1.3. Эквивалентная динамическая радиальная нагрузка с учетом изменения внешней нагрузки привода, Н

$$P_{rср}=P_r\,k,$$

где $k=[\Sigma(T_k/T_1)^3\cdot(t_k/L_h)]^{(1/p)}$ (k = I, II, III, ...) – коэффициент, учитывающий данные циклограммы изменения внешней нагрузки привода.

Значения T_k/T_1 и t_k/L_h (4.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ);

$p=3{,}00$ – для шарикоподшипников;

$p=3{,}33$ – для роликоподшипников.

1.4. Расчетная динамическая радиальная грузоподъемность, Н $C_{расч}=P_{rср}\sqrt[p]{60\,n\,L_h/10^6}$.

Пригодность ранее выбранного подшипника следует из условия $C \geqslant C_{расч}$, Н.

Если $C>(2{,}5...3{,}0)\,C_{расч}$, следует:

- при принятом диаметре вала выбрать более легкую серию подшипника с меньшим значением C;
- выбрать материал вала с более высокими механическими характеристиками, что уменьшит диаметр вала, внутренний диаметр подшипника и, следовательно, C;
- выбрать для зубчатой передачи материалы с большей твердостью.

2. ВЫБОР ПОДШИПНИКОВ ДЛЯ ПЛАВАЮЩЕЙ ОПОРЫ (рис. 8.2.1а, опора *В*) на примере подшипника шарикового радиального однорядного.

Для выбранного подшипника с внутренним диаметром d (D, B, C, C_o – из каталога подшипников либо 8.10) определяют эквивалентную динамическую радиальную нагрузку, Н

$$P_r=[XVF_{rВ}]\,k_T\,k_Б.$$

Дальнейший расчет (п. 1.3, 1.4).

3. ВЫБОР ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ для схем рис. 8.2.1в, д (подшипники роликовые конические или шариковые радиально-упорные).

Для выбранного подшипника с внутренним диаметром d (D, B, C, C_o, e – из каталога подшипников либо 8.10) определяют:

3.1. Осевые составляющие от радиальных нагрузок в опорах *Б* и *В*, Н для подшипников:

$F_{ос\,б(в)}=e\,F_{r\,б(в)}$ - шариковых радиально-упорных;

$F_{ос\,б(в)}=0{,}83\,e\,F_{r\,б(в)}$ - роликовых конических.

Направление осевых составляющих $F_{ос\,б}$ и $F_{ос\,в}$ представлено на рис. 8.5.1.

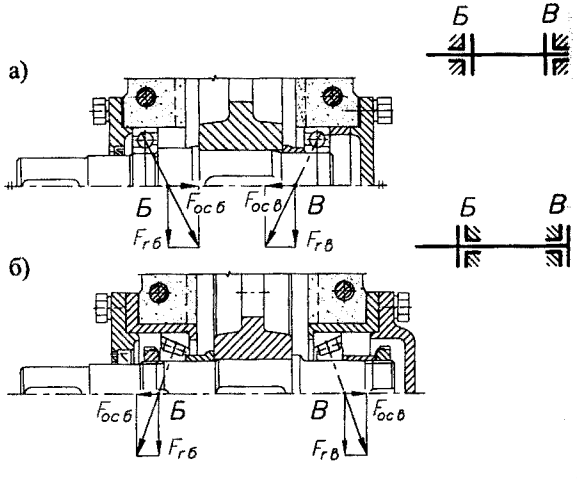


Рис. 8.5.1. Направления осевых составляющих $F_{ос\,б}$ и $F_{ос\,в}$ от радиальных реакций в опорах *Б* и *В* для схем установки подшипников:
а) - в распор; б) - растяжку

3.2. Определяют величину и направление результирующей осевой силы, Н $\Sigma\bar{F}_{ос}=\bar{F}_{ос\,б}+\bar{F}_{ос\,в}+\bar{F}_a$.

2.1. Если $\Sigma \bar{F}_{oc}$ направлена от опоры *Б* к опоре *В*, то она воспринимается (табл. 8.5.1):

- **для схемы "в распор"** (рис. 8.5.1а) подшипником *В*, осевая нагрузка которого, Н

$$\bar{F}_{aв} = \bar{F}_{oc\,б} + \bar{F}_a .$$

В этом случае осевая нагрузка для подшипника *Б*, Н

$$\bar{F}_{aб} = \bar{F}_{oc\,б};$$

- **для схемы "в растяжку"** (рис. 8.5.1г) подшипником *Б*, осевая нагрузка которого, Н

$$\bar{F}_{aб} = \bar{F}_{oc\,в} + \bar{F}_a .$$

В этом случае осевая нагрузка для подшипника *В*, Н

$$\bar{F}_{aв} = \bar{F}_{oc\,в} .$$

2.2. Если $\Sigma \bar{F}_{oc}$ направлена от опоры *В* к опоре *Б*, то она воспринимается:

- **для схемы "в распор"** (рис. 8.5.1в) подшипником *Б*, осевая нагрузка которого, Н

$$\bar{F}_{aб} = \bar{F}_{oc\,в} + \bar{F}_a .$$

В этом случае осевая нагрузка для подшипника *В*, Н

$$\bar{F}_{aв} = \bar{F}_в ;$$

- **для схемы "в растяжку"** (рис. 8.5.1б) подшипником *В*, осевая нагрузка которого, Н

$$\bar{F}_{aв} = \bar{F}_{oc\,б} + \bar{F}_a .$$

В этом случае осевая нагрузка для подшипника *Б*, Н

$$\bar{F}_{aб} = \bar{F}_{oc\,б} .$$

3.3. Для каждой опоры определяют соотношение

$$F_{aб}/(VF_{rб}) \text{ и } F_{aв}/(VF_{rв}).$$

Если $F_{aб(в)}/(VF_{rб(в)}) \leqslant e$, то $X = 1{,}00$; $Y = 0$;
если $F_{aб(в)}/(VF_{rб(в)}) > e$, то $X =$ $Y =$ (табл. 8.5.2 или табл. 8.10.4 и 8.10.7)

3.4. Эквивалентная динамическая радиальная нагрузка, Н

$$P_{rб} = [XVF_{rб} + YF_{aб}]\,k_T k_Б ;$$

$$P_{rв} = [XVF_{rв} + YF_{aв}]\,k_T k_Б .$$

При требовании одинаковых подшипников для обеих опор дальнейший расчет проводят для большей из величин $P_{rб}$ или $P_{rв}$ (P_r).

3.5. Эквивалентная динамическая радиальная нагрузка с учетом изменения внешней нагрузки привода, Н

$$P_{r\,ср} = P_r\,k \qquad (k \text{ - п. 1.3}).$$

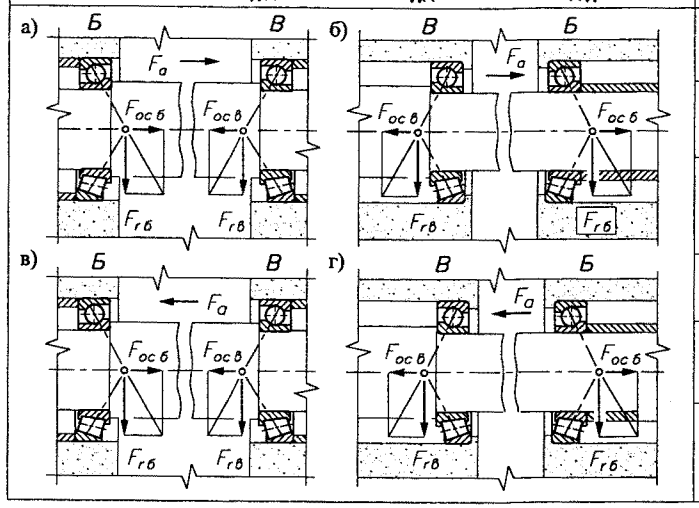
3.6. Расчетная долговечность работы подшипника, час

$$L_{h\,расч} = 10^6 (C/P_{r\,ср})^p/(60\,n).$$

Пригодность ранее выбранного подшипника следует из условия $L_{h\,расч} \geqslant L_h$, час.

Если $L_{h\,расч} >> L_h$, следует (п. 1.4).

Табл. 8.5.1. Определение осевых нагрузок на радиально-упорные подшипники



Величины сил	Осевая нагрузка для подшипника *Б*	Осевая нагрузка для подшипника *В*
$F_{oc\,б} > F_{oc\,в}$, $F_a \geqslant 0$	$F_{aб} = F_{oc\,б}$	$F_{aв} = F_{oc\,б} + F_a$
$F_{oc\,б} < F_{oc\,в}$, $F_a \geqslant (F_{oc\,в} - F_{oc\,б})$		
$F_{oc\,б} < F_{oc\,в}$, $F_a \leqslant (F_{oc\,в} - F_{oc\,б})$	$F_{aб} = F_{oc\,в} - F_a$	$F_{aв} = F_{oc\,в}$
$F_{oc\,б} < F_{oc\,в}$, $F_a \geqslant 0$	$F_{aб} = F_{oc\,в} + F_a$	$F_{aв} = F_{oc\,в}$
$F_{oc\,б} > F_{oc\,в}$, $F_a \geqslant (F_{oc\,б} - F_{oc\,в})$		
$F_{oc\,б} > F_{oc\,в}$, $F_a \leqslant (F_{oc\,б} - F_{oc\,в})$	$F_{aб} = F_{oc\,б}$	$F_{aв} = F_{oc\,б} - F_a$

Табл. 8.5.2. Значения коэффициентов *X* и *Y* для радиальных и радиально-упорных подшипников

Вид подшипника		$\frac{F_a}{C_o}$	e	Подшипник однорядный				Подшипник двухрядный			
				$F_a/(V \cdot F_r) \leqslant e$		$F_a/(V \cdot F_r) > e$		$F_a/(V \cdot F_r) \leqslant e$		$F_a/(V \cdot F_r) > e$	
				X	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*	*X*	*Y*
Шариковый радиальный		0,014	0,19	1	0	0,56	2,30	1	0	0,56	2,30
		0,028	0,22				1,99				1,99
		0,056	0,26				1,71				1,71
		0,084	0,28				1,55				1,55
		0,110	0,30				1,45				1,45
		0,170	0,34				1,31				1,31
		0,280	0,38				1,15				1,15
		0,420	0,42				1,04				1,04
		0,560	0,44				1,00				1,00
Шариковый радиально-упорный	$\alpha = 12°$	0,014	0,30	1	0	0,45	1,81	1	2,08	0,74	2,94
		0,029	0,34				1,62		1,84		2,63
		0,057	0,37				1,46		1,69		2,37
		0,086	0,41				1,34		1,52		2,18
		0,110	0,45				1,22		1,39		1,98
		0,170	0,48				1,13		1,30		1,84
		0,290	0,52				1,04		1,20		1,69
		0,430	0,54				1,01		1,16		1,64
		0,570	0,54				1,00		1,16		1,62
	$\alpha = 15°$	0,015	0,38	1	0	0,44	1,47	1	1,65	0,72	2,39
		0,029	0,40				1,40		1,57		2,28
		0,058	0,43				1,30		1,46		2,11
		0,087	0,46				1,23		1,38		2,00
		0,120	0,47				1,19		1,34		1,93
		0,170	0,50				1,12		1,26		1,82
		0,290	0,55				1,02		1,14		1,66
		0,440	0,56				1,00		1,12		1,63
		0,580	0,56				1,00		1,12		1,63
	$\alpha = 26°$		0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41
	$\alpha = 36°$		0,95			0,37	0,66		0,66	0,60	1,07
	$\alpha = 40°$		1,14			0,35	0,57		0,55	0,57	0,93
Шариковый сферическ.двухрядн.			1,5 tg α	1	0	0,40	0,40 ctg α	1	0,42 ctg α	0,65	0,65 ctg α
Роликовый конический однорядн.			1,5 tg α	1	0	0,40	0,40 ctg α	1	0,45 ctg α	0,67	0,67 ctg α
Роликовый сферическ.двухрядн.			1,5 tg α	1	0,45 ctg α	0,67	0,67 ctg α				

Табл. 8.5.3. Значения коэффициента $k_Б$

Характер внешней нагрузки	$k_Б$
Спокойная нагрузка без толчков	1,0
Нагрузка с легкими толчками, кратковременные перегрузки до 125%	1,0...1,2
Нагрузка с умеренными толчками, кратковременные перегрузки до 150%	1,2...1,8
Нагрузка со значительными толчками, кратковременные перегрузки до 200%	1,8...2,5
Нагрузка с сильными ударами, кратковременные перегрузки до 300%	2,5...3,5

Табл. 8.5.4. Значения коэффициента k_T

Temperatura, °*C*	k_T
$\leqslant 150$	1,00
$\leqslant 200$	1,25
$\leqslant 250$	1,40
$\leqslant 300$	0,60

8.6. УСТАНОВКА И КРЕПЛЕНИЕ ПОДШИПНИКОВ [9, 21]

8.6.1. УСТАНОВКА И КРЕПЛЕНИЕ НА ВАЛАХ ПОДШИПНИКОВ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ ПОСАДОЧНЫМ ОТВЕРСТИЕМ

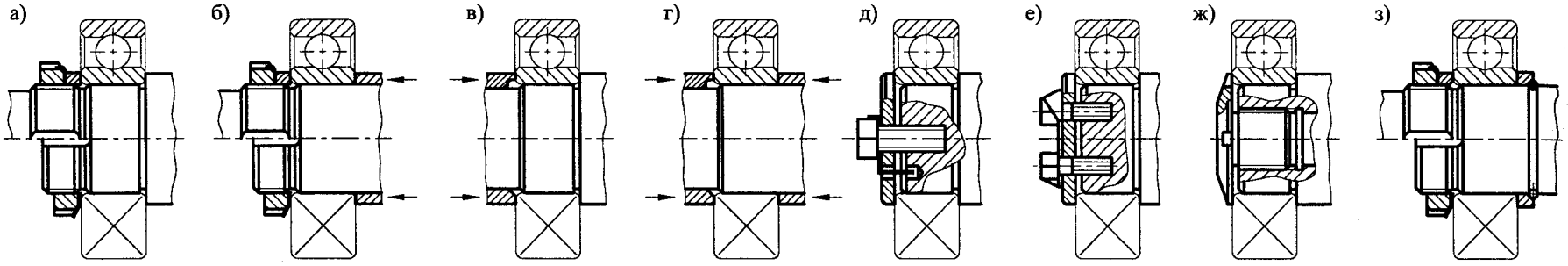


Рис. 8.6.1. Установка подшипника на валу, обеспечивающая силовую его затяжку в осевом направлении

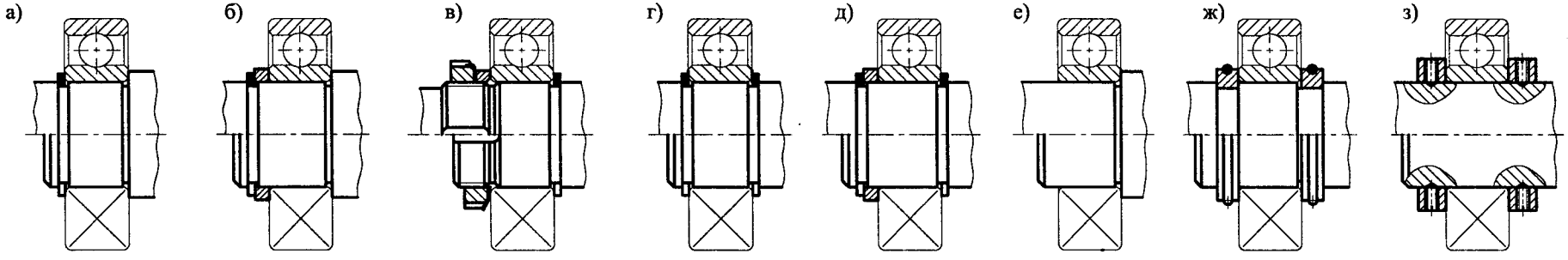


Рис. 8.6.2. Установка подшипника на валу, не обеспечивающая силовую его затяжку в осевом направлении и требующая применения посадок с увеличенныи натягом

8.6.2. УСТАНОВКА И КРЕПЛЕНИЕ НА ВАЛАХ ПОДШИПНИКОВ С КОНИЧЕСКИМ ПОСАДОЧНЫМ ОТВЕРСТИЕМ

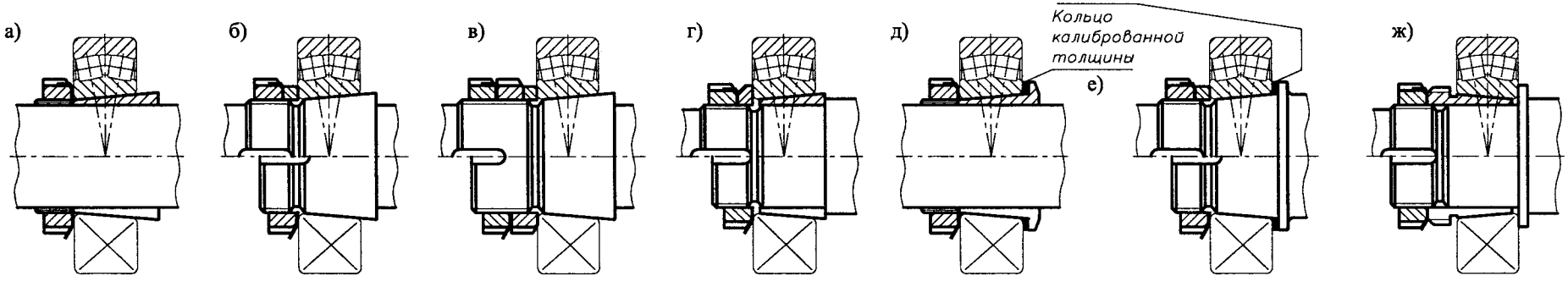


Рис. 8.6.3

8.6.3. УСТАНОВКА И КРЕПЛЕНИЕ ПОДШИПНИКОВ В КОРПУСАХ

1. В плавающих (самоустанавливающихся) опорах подшипниковых узлов наружные кольца неразъемных подшипников (рис. 8.2.2а, г, д) в корпусе не крепятся, а устанавливаются с возможностью осевого перемещения. Подшипник крепится на валу внутренним кольцом одним из способов (8.6.1, 8.6.2). Относительно внутреннего кольца устанавливается наружное кольцо (рис. 8.6.4).
2. В плавающих (самоустанавливающихся) опорах подшипниковых узлов наружные кольца разъемных подшипников (рис. 8.2.2б, в) крепятся в корпусе одним из способов, представленным на рис. 8.6.5.
3. Аналогично крепятся в корпусе наружные кольца неразъемных подшипников в фиксирующих опорах (рис. 8.6.6).
4. Радиально-упорные шарико(ролико)подшипники устанавливаются в корпусах в зависимости от схемы их монтажа - "в распор" или "в растяжку". Возможные способы установки представлены на рис. 8.6.7.

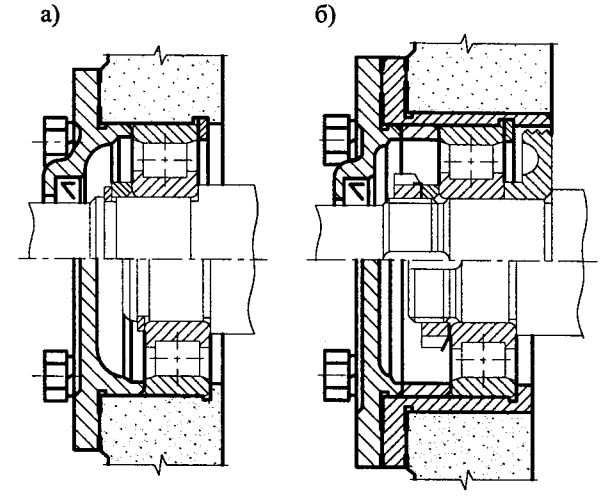


Рис. 8.6.5. Установка наружного кольца разъемного подшипника в корпусе плавающей (самоустанавливающейся) опоры

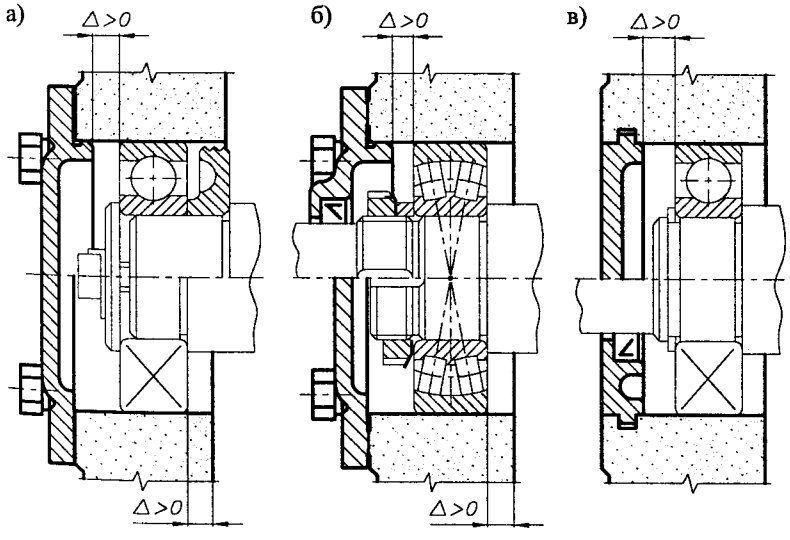


Рис. 8.6.4. Установка наружного кольца неразъемного подшипника в корпусе плавающей (самоустанавливающейся) опоры

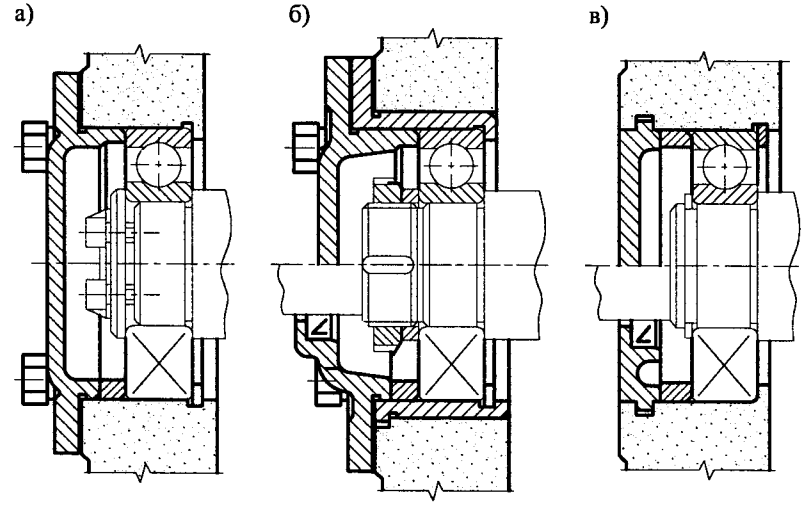


Рис. 8.6.6. Установка наружного кольца неразъемного подшипника в корпусе фиксирующей опоры

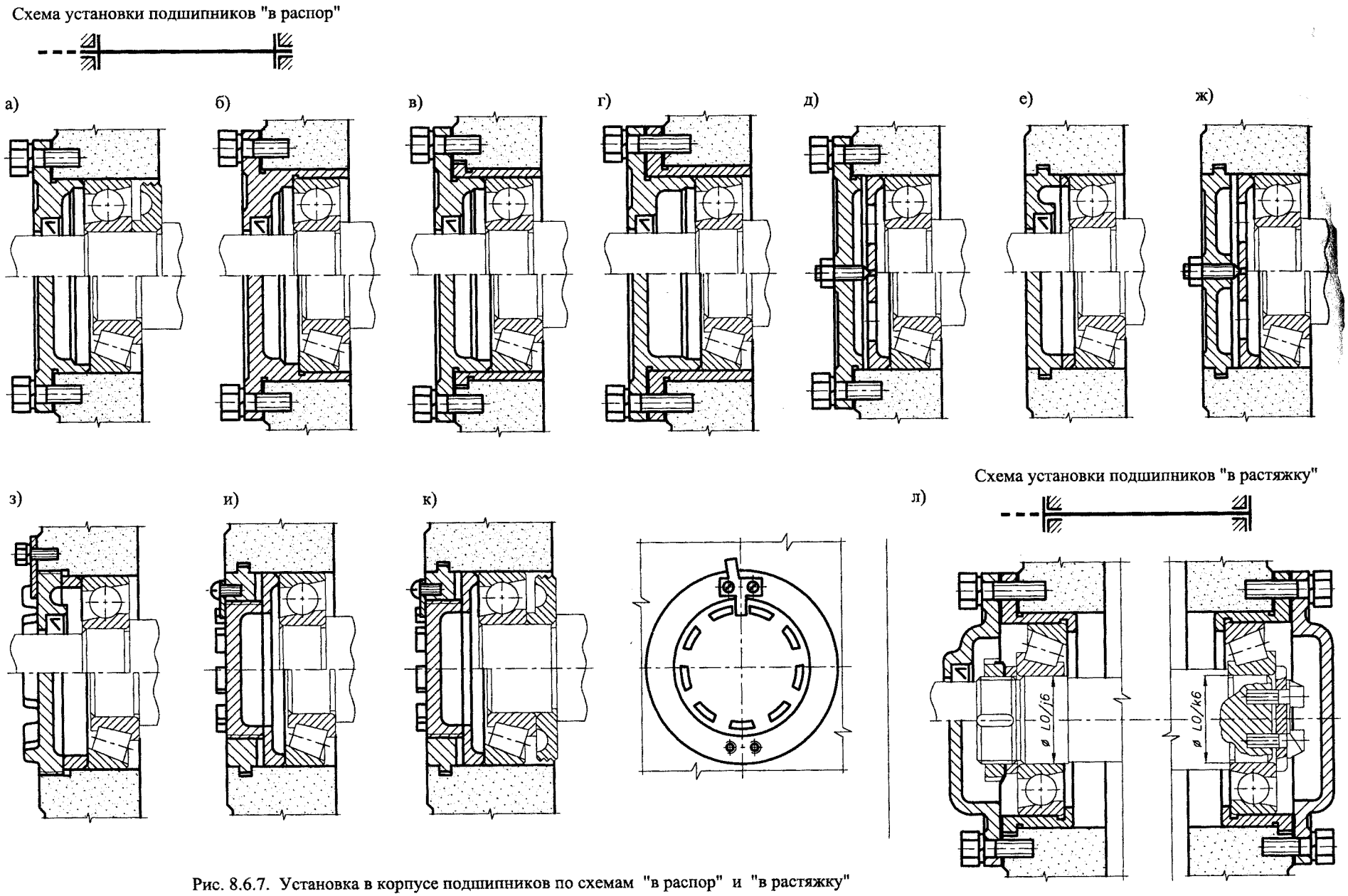


Рис. 8.6.7. Установка в корпусе подшипников по схемам "в распор" и "в растяжку"

8.7. ЭЛЕМЕНТЫ КРЕПЛЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ

8.7.1. КОЛЬЦА ПРУЖИННЫЕ УПОРНЫЕ ПЛОСКИЕ НАРУЖНЫЕ ЭКСЦЕНТРИЧЕСКИЕ ГОСТ 13942-86

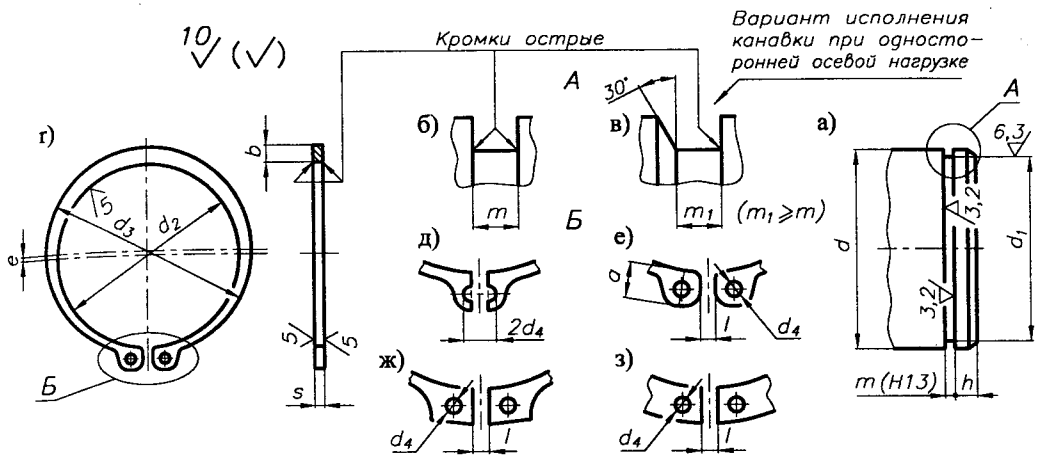


Рис. 8.7.1. Конструкция колец а) и канавок б)...г) для них. Варианты исполнения колец д) для $d \leqslant 9$ мм; е), ж) для $d \geqslant 10...165$ мм; з) для $d \geqslant 170$ мм

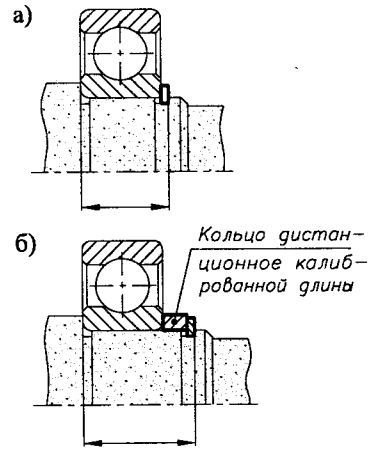


Рис. 8.7.2. Закрепление внутреннего кольца подшипника на валу с использованием пружинного кольца (вариант б) - предпочтительный)

Пружинные упорные плоские наружные эксцентрические кольца классов точности *A*, *B* и *C* предназначены для закрепления от осевого смещения подшипников качения и других деталей на валах от 4 до 200 мм.

Материал колец - пружинная сталь (65Г, 60С2 и др.) по ГОСТ 14959-79

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ пружинного упорного плоского наружного эксцентрического кольца класса точности *B* с диаметром вала 30 мм из стали 65Г:

Кольцо B30 ГОСТ13942–86

То же из стали 60С2:

Кольцо B30.60C2 ГОСТ13942–86

Табл. 8.7.1. Размеры наружных колец и канавок для них, мм

F_a - осевая сила

Диам. вала d	Кольцо d_2	d_3	d_4	s	b	a	l	e	Канавка d_1	m	h	F_a, кН
...												
10	9,2	11,8	1,5	1,0	1,8	3,3	2,0	0,5	9,5 $^{0}_{-0,09}$	1,2	0,75	1,96
11	10,2	12,8			1,8	3,3			10,5		1,1	2,77
12	11,0	13,6			1,8	3,3			11,3			3,39
13	11,9	14,7			2,0	3,4			12,2			3,96
14	12,9	15,9	1,7		2,1	3,5	3,0	0,6	13,2 $^{0}_{-0,11}$		1,2	4,27
15	13,8	17,0			2,2	3,6			14,1		1,4	5,13
16	14,7	17,9			2,2	3,7			15,0			6,08
17	15,7	19,1			2,3	3,8			16,0		1,5	6,47
18	16,5	19,9			2,4	3,9		0,7	16,8			8,15
19	17,5	21,1			2,5	3,9			17,8		1,8	8,66
20	18,2	21,8			2,6	4,0		0,8	18,6	1,4	2,1	10,6
22	20,2	24,2			2,8	4,2			20,6			11,7
23	21,1	25,3			2,9	4,3			21,5			12,7
24	22,1	26,3	2,0	1,2	3,0	4,4		0,9	22,5 $^{0}_{-0,21}$			13,7
25	23,1	27,3			3,0	4,4			23,5		2,3	14,2
26	24,0	28,2			3,1	4,5			24,5			14,9
28	25,8	30,2			3,2	4,7		1,0	26,5			16,0
29	26,8	31,6			3,4	4,8			27,5			16,7
30	27,8	32,8			3,5	5,0			28,5			17,1
32	29,5	34,5			3,6	5,2			30,2			22,0
34	31,4	36,8			3,8	5,4		1,1	32,0		2,7	22,3
35	32,2	37,6			3,9	5,6			33,0 $^{0}_{-0,25}$			26,7
36	33,0	38,6	2,5	1,7	4,0	5,6	5,0	1,2	34,0			27,4
37	34,0	39,8			4,1	5,7			35,0	1,9	3,0	28,2
38	35,0	40,6			4,2	5,8		1,4	36,0			29,0

Диам. вала d	Кольцо d_2	d_3	d_4	s	b	a	l	e	Канавка d_1	m	h	F_a, кН
40	36,5	42,5	2,5	1,7	4,4	6,0	5,0	1,4	37,5	1,9	3,8	39,0
42	38,5	44,7			4,5	6,5			39,5			40,0
45	41,5	48,1			4,7	6,7			42,5 $^{0}_{-0,25}$			42,9
46	42,5	49,3			4,8	6,8			43,5			43,9
48	44,5	51,7			5,0	6,9			45,5			45,7
50	45,8	53,0			5,1	6,9	5,0		47,0			57,0
52	47,8	55,2			5,2	7,0			49,0			59,4
54	49,8	57,4			5,3	7,0		1,5	51,0			61,7
55	50,8	58,6		2,0	5,4	7,2			52,0			62,9
56	51,8	59,6			5,5	7,3			53,0	2,2		64,0
58	53,8	61,6			5,6	7,3			55,0			66,4
60	55,8	64,0			5,8	7,4			57,0			68,8
62	57,8	66,4			6,0	7,5			59,0 $^{0}_{-0,30}$		4,5	71,1
65	60,8	70,0			6,3	7,8		1,7	62,0			74,7
68	63,6	73,2			6,5	8,0			65,0			78,2
70	65,6	75,4			6,6	8,1			67,0			80,6
72	67,6	77,8			6,8	8,2			69,0			82,9
75	70,6	80,6	3,0	2,5	7,0	8,4	6,0		72,0	2,8		86,4
78	73,5	84,1			7,3	8,6			75,0			90,0
80	75,0	85,8			7,4	8,6			76,5			107
82	77,0	88,2			7,6	8,7			78,5			109
85	79,5	91,1			7,8	8,7		2,0	81,5		5,3	114
88	82,5	94,5			8,0	8,8			84,5 $^{0}_{-0,35}$			118
90	84,5	96,5	3,0	2,5	8,2	8,8			86,5	3,4		121
92	86,5	98,7			8,3	8,8			88,5			124

Диам. вала d	Кольцо d_2	d_3	d_4	s	b	a	l	e	Канавка d_1	m	h	F_a, кН
95	89,5	102,3	3,5	3,0	8,6	9,4	6,0	2,2	91,5 $^{0}_{-0,35}$	3,4	5,3	128
98	92,5	105,9			8,9	9,5			94,5			132
100	94,5	108,1			9,0	9,6			96,5			135
102	95,0	108,2			9,1	9,7			97,0			195
105	98,0	111,6			9,3	9,9			100			204
108	101,0	114,8			9,4	10,0			103 $^{0}_{-0,54}$			207
110	103,0	117,2			9,6	10,1		2,5	105			211
112	105,0	119,4			9,7	10,2			107			215
115	108,0	122,6			9,8	10,6			110			221
120	113,0	128,4			10,2	11,0			115			223
125	118,0	133,2			10,4	11,4			120			240
130	122,5	138,3			10,7	11,6			125			250
135	127,5	143,9			11,0	11,8	8,0	2,8	130		6,0	260
140	132,5	149,3			11,2	12,0			135			270
145	137,5	154,9			11,5	12,2			140			280
150	142,5	160,5	4,0		11,8	13,0			145 $^{0}_{-0,63}$			289
155	147,5	165,3			12,0	13,0			150			299
160	152,5	170,7			12,2	13,3			155			308
165	157,0	175,8			12,5	13,5			160			318
170	162,0	181,6			12,9	–			165			328
175	167,0	186,6			12,9	–			170			338
180	172,0	192,8			13,5	–		3,1	175		7,5	347
185	177,0	197,8			13,5	–			180			358
190	182,0	203,8			14,0	–			185 $^{0}_{-0,72}$			368
200	192,0	213,8			14,0	–			195			387

8.7.2. КОЛЬЦА ПРУЖИННЫЕ УПОРНЫЕ ПЛОСКИЕ ВНУТРЕННИЕ ЭКСЦЕНТРИЧЕСКИЕ ГОСТ 13943-86

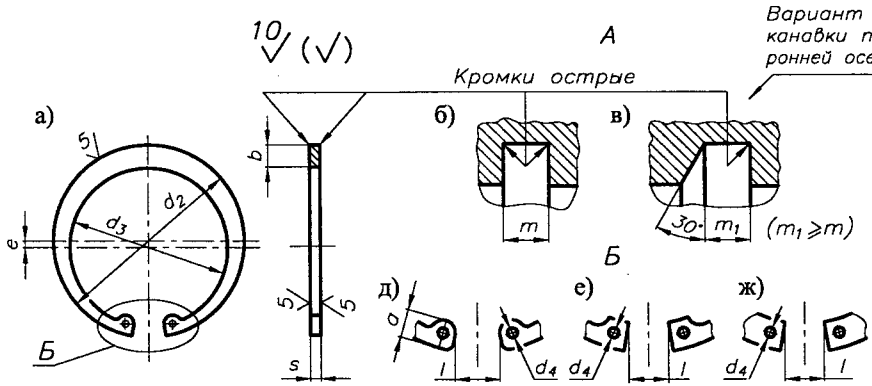


Рис. 8.7.3. Конструкция колец а) и канавок б), в) для них. Вариант исполнения колец д) для $d \leqslant 165$ мм; е) для $d \geqslant 40...165$ мм; ж) для $d \geqslant 170$ мм

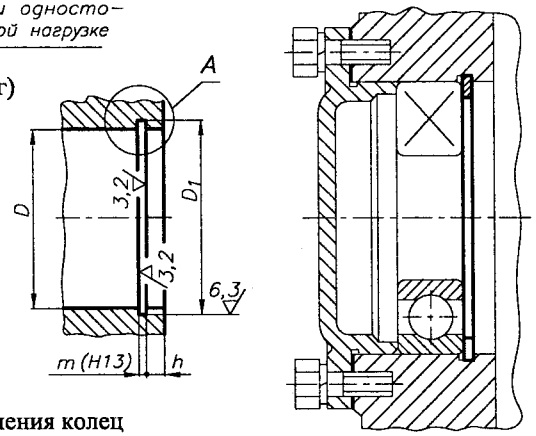


Рис. 8.7.4. Закрепление наружного кольца подшипника качения в корпусе с использованием пружинного кольца

Пружинные упорные плоские внутр эксцентрические кольца классов точ *A*, *B* и *C* предназначены для закреп от осевого смещения подшипнико ния и других деталей в отверстиях о 320 мм.

Материал колец - пружинная стал 60С2 и др.) по ГОСТ 14959-79

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ пружин упорного плоского внутреннего эксц рического кольца класса точности диаметром 30 мм из стали 65Г:

Кольцо В30 *ГОСТ13943-*

То же из стали 60С2:

Кольцо В30.60С2 *ГОСТ13943-*

Табл. 8.7.2. Размеры внутренних колец и канавок для них, мм

F_a - осевая си

Диам. отв. D	Кольцо d_2	d_3	d_4	s	b	a	l	e	Канавка D_1	m	h	F_a, кН
...												
20	21,8	18,4	2,0	1,0	2,3	4,2	6,0	0,6	21,4	1,2	2,1	11,0
21	22,8	19,2			2,4	4,2			22,4			11,8
22	23,8 +0,42	20,2			2,5	4,2			23,4			12,7
23	24,9 −0,21	21,3			2,5	4,2		0,7	24,5 +0,21			13,7
24	25,9	22,1			2,6	4,4	7,0		25,5 0			14,5
25	26,9	23,1			2,7	4,5			26,5			14,7
26	28,0	24,0			2,8	4,7		0,8	27,5		2,3	15,5
28	30,2	26,0		1,2	2,9	4,8			29,5			17,2
29	31,2	27,2			2,9	4,8	8,0		30,5			17,6
30	32,2	28,0			3,0	4,8			31,5	1,4		18,0
32	34,5	29,9			3,2	5,4	9,0	0,9	33,8		2,7	23,5
34	36,5	31,7			3,3	5,4			35,8			27,5
35	37,8 +0,50	32,8			3,4	5,4			37,0			28,2
36	38,8 −0,25	33,8			3,5	5,4	10		38,0 +0,25		3,0	29,0
37	39,8	34,6			3,6	5,5			39,0 0			29,8
38	40.8	35,4			3,7	5,5		1,0	40,0			31,6
40	43,5	37,7			3,9	5,8	12		42,5			40,4
42	45,5 +0,78	39,3	2,5	1,7	4,1	5,9			44,5			43,0
45	48,5 −0,39	42,1			4,2	6,2			47,5			45,2
46	49,5	43,1			4,3	6,3			48,5			46,0
47	50,6	44,0			4,4	6,4	14		49,5	1,9	3,8	47,2
48	51,6 +0,92	44,8			4,5	6,4		1,1	50,5 +0,30			48,2
50	54,2 −0,46	47,2			4,6	6,5			53,0 0		4,5	60,7

Диам. отв. D	Кольцо d_2	d_3	d_4	s	b	a	l	e	Канавка D_1	m	h	F_a, кН
50	54,2	47,2			4,6	6,5	14	1,1	53,0	1,9	3,8	60,7
52	56,2	49,4			4,7	6,7			55,0			62,9
54	58,2	51,2	2,5	1,7	4,8	6,7			57,0			64,7
55	59,2	51,8			5,0	6,8			58,0			66,4
56	60,2	52,6			5,1	6,8			59,0 +0,30			67,5
58	62,2	54,4			5,2	6,9	16	1,3	61,0			69,6
60	64,2 +0,92	56,0			5,4	7,3			63,0			72,5
62	66,2 −0,46	57,8			5,5	7,3			65,0		4,5	74,7
65	69,2	60,2			5,8	7,6			68,0			78,2
68	72,5	62,9			6,1	7,8			71,0			81,7
70	74,5	65,1			6,2	7,8			73,0			84,2
72	76,5	66,7	3,0		6,4	7,8			75,0			86,4
75	79,5	69,3			6,6	7,8	18	1,5	78,0			90,0
78	82,5	72,5			6,8	8,5			81,0			93,5
80	85,5	74,5			7,0	8,5			83,5			112
82	87,5	76,5			7,0	8,5			85,5			115
85	90,5	79,1			7,2	8,6			88,5			119
88	93,5 +1,08	81,7			7,4	8,6			91,5 +0,35	2,2	5,3	123
90	95,5 −0,54	83,9			7,6	8,6			93,5 0			126
92	97,5	83,5	3,5	2,0	7,8	8,7	20	1,8	95,5			129
95	100,5	87,9			8,1	8,8			98,5			133
98	103,5	90,5			8,3	9,0			101,5			137
100	105,5	92,3			8,4	9,0			103,5			139

Диам. отв. D	Кольцо d_2	d_3	d_4	s	b	a	l	e	Канавка D_1	m	
102	108,0	94,6	3,5	2,5	8,5	9,2	22	1,8	106,0	2,8	6,
105	111,0 +1,08	97,2			8,7	9,2			109,0		
108	114,0 −0,54	99,8			8,9	9,5			112,0 +0,54 0		
110	116,0	102,2			9,0	10,4			114,0		
112	118,0	104,0			9,1	10,5		2,1	116,0		
115	121,5	107,1			9,3	10,5			119,0		
120	126,5	11,3			9,7	11,0			124,0		
125	131,5	116,3			10,0	11,0			129,0		
130	136,5	120,9			10,2	11,0			134,0		
135	141,5	125,3	4,0		10,5	11,2	24	2,4	139,0		
140	146,5 +1,26	129,9			10,7	11,2			144,0		
145	151,5 −0,63	134,5			10,9	11,4			149,0		
150	157,5	140,5			11,2	12,0			155,0		
155	162,5	145,1			11,4	12,0		2,7	160,0 +0,63		
160	167,5	149,7			11,6	13,0			165,0 0		
165	172,5	152,5			11,8	13,0	28	2,8	170,0		
170	177,5	156,7			12,2	-			175,0		
175	182,5	161,3			12,7	-			180,0	3,4	7,5
180	188,0	165,8	5,0	3,0	13,2	-			185,0		
185	193,0 +1,44	169,8			13,7	-			190,0		
190	198,0 −0,72	174,6			13,8	-			195,0		
195	203,0	179,6			13,8	-	30	3,1	200,0 +0,72 0		
200	208,0	184,2			14,0	-			205,0		
...											

8.7.3. КОЛЬЦА ПРУЖИННЫЕ УПОРНЫЕ ПЛОСКИЕ НАРУЖНЫЕ КОНЦЕНТРИЧЕСКИЕ ГОСТ 13940-86

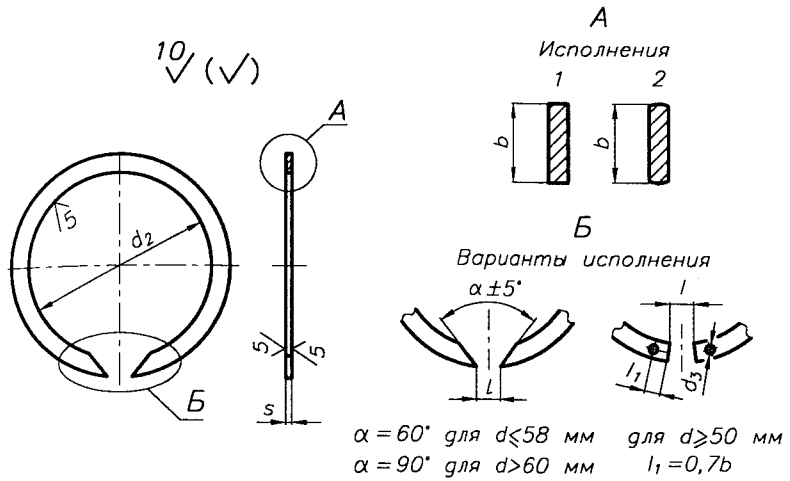


Рис. 8.7.5. Конструкция колец и канавок для них

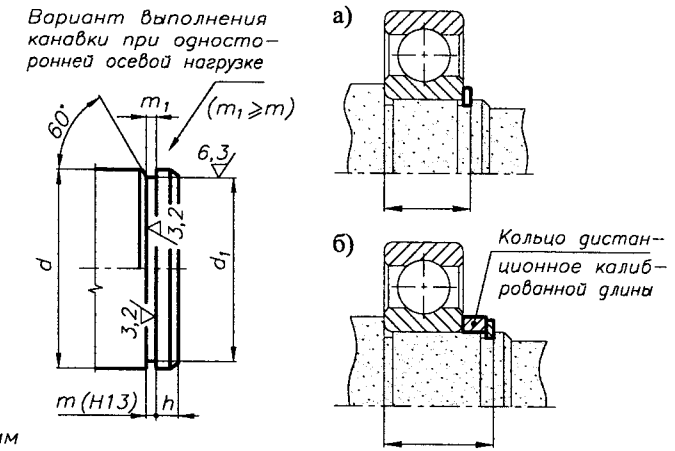


Рис. 8.7.6. Закрепление внутреннего кольца подшипника на валу с использованием пружинного кольца (вариант б) - предпочтительный)

Пружинные упорные плоские наружные концентрические кольца классов точности *A*, *B* и *C* предназначены для закрепления от осевого смещения подшипников качения и других деталей на валах от 4 до 200 мм.

Материал колец - пружинная сталь (65Г, 60С2 и др.) по ГОСТ 14959-79

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ пружинного упорного плоского наружного концентрического кольца класса точности *B* с диаметром вала 30 мм из стали 65Г:

Кольцо В30 ГОСТ13940-86

То же из стали 60С2:

Кольцо В30.60С2 ГОСТ13940-86

Табл. 8.7.3. Размеры наружных колец и канавок для них, мм

F_a - осевая сила

Диам. вала d	Кольцо d_2	d_3	s	b	l	Канавка d_1	m	h	F_a, кН
10	9,2 +0,15 -0,30	–	1,0	1,7	2,0	9,5 0 -0,09	1,2	0,75	1,96
12	11,0			2,0	3,0	11,3		1,1	3,39
13	11,9				4,0	12,2		1,2	3,96
14	12,9					13,2 0 -0,11			4,27
15	13,8 +0,18 -0,36		1,2	2,3		14,1	1,4	1,4	5,13
16	14,7					15,0		1,5	6,08
17	15,7					16,0			6,47
18	16,5					16,8		1,8	8,15
19	17,5					17,8			8,66
20	18,2			3,2	5,0	18,6	1,4	2,1	10,6
22	20,2					20,6			11,7
23	21,1					21,5		2,3	12,7
24	22,1					22,5 0 -0,21			13,7
25	23,1 +0,21 -0,42					23,5			14,2
26	24,0			4,0	6,0	24,5			14,9
28	25,8					26,5			16,0
29	26,8					27,5			16,7
30	27,8					28,5			17,2
32	29,5					30,2		2,7	22,0
34	31,4					32,2			22,3
35	32,2					33,0 0 -0,25			26,7
36	33,0 +0,25 -0,50					34,0			27,4
37	34,0		1,7	5,0	8,0	35,0	1,9	3,0	28,2
38	35,0					36,0			29,0

Диам. вала d	Кольцо d_2	d_3	s	b	l	Канавка d_1	m	h	F_a, кН
40	36,5	–	1,7	5,0	8,0	37,5			39,0
42	38,5					39,5			40,0
45	41,5					42,5 0 -0,25	1,9	3,8	42,9
46	42,5 +0,39					43,5			43,9
48	44,5 -0,78					45,5			45,7
50	45,8	2,0	2,0	6,0		47,0			57,0
52	47,8					49,0			59,4
54	49,8					51,0			61,7
55	50,8					52,0			62,9
56	51,8					53,0	2,2		64,0
58	53,8					55,0			66,4
60	55,8					57,0			68,8
62	57,8					59,0 0 -0,30		4,5	71,1
65	60,8					62,0			74,7
68	63,6 +0,39 -0,78					65,0			78,2
70	65,6	2,5	2,5	7,0	10	67,0			80,6
72	67,6					69,0			82,9
75	70,6					72,0	2,8		86,4
78	73,5					75,0			90,0
80	75,0			8,0		76,5			107
82	77,0					78,5			109
85	79,5					81,5		5,3	114
88	82,5					84,5 0 -0,35			118
90	84,5 +0,54 -1,08	3,0	3,0	8,5		86,5			121
92	86,5					88,5	3,4		124

Диам. вала d	Кольцо d_2	d_3	s	b	l	Канавка d_1	m	h	F_a, кН
95	89,5	3,0	3,0	8,5	12	91,5 0 -0,35	3,4	5,3	128
98	92,5					94,5			132
100	94,5 +0,54 -1,08					96,5			135
102	95,0			9,5		97,0			195
105	98,0					100			204
108	101,0					103 0 -0,54			207
110	103,0					105			211
112	105,0					107			215
115	108,0					110			221
120	113,0					115			223
125	118,0					120		7,5	240
130	122,5	3,5		10,5		125			250
135	127,5					130			260
140	132,5					135			270
145	137,5 +0,63 -1,20					140			280
150	142,5				14	145 0 -0,63			289
155	147,5					150			299
160	152,5					155			308
165	157,0					160			318
170	162,0					165			328
175	167,0					170			338
180	172,0					175			347
185	177,0					180			358
190	182,0 +0,72 -1,44					185 0 -0,72			368
200	192,0					195			387

8.7.4. КОЛЬЦА ПРУЖИННЫЕ УПОРНЫЕ ПЛОСКИЕ ВНУТРЕННИЕ КОНЦЕНТРИЧЕСКИЕ ГОСТ 13941-86

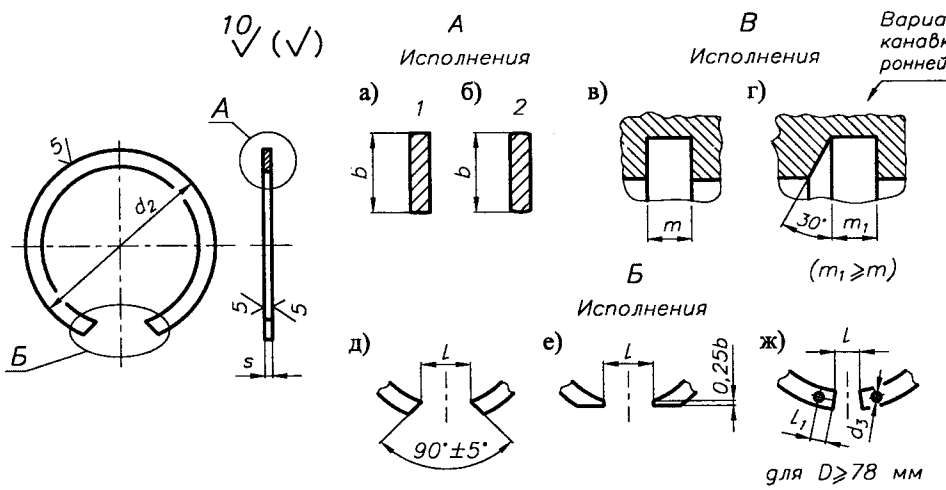


Рис. 8.7.7. Конструкция колец и канавок для них

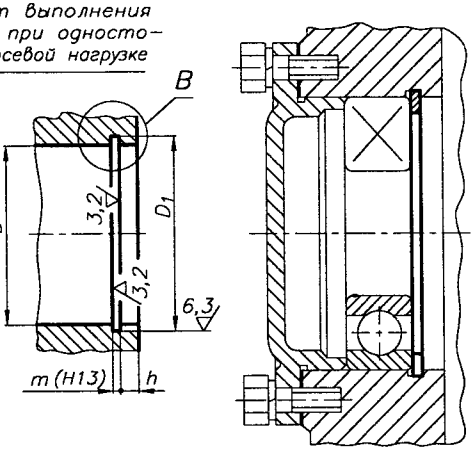


Рис. 8.7.8. Закрепление наружного кольца подшипника качения в корпусе с использованием пружинного кольца

Пружинные упорные плоские внут
концентрические кольца классов то
А, *В* и *С* предназначены для закреп
от осевого смещения подшипнико
ния и других деталей в отверстиях
320 мм.
Материал колец - пружинная стал
60С2 и др.) по ГОСТ 14959-79

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ пружин
упорного плоского внутреннего кон
рического кольца класса точности
диаметром 30 мм из стали 65Г:

Кольцо В30 *ГОСТ13941*

То же из стали 60С2:

Кольцо В30.60С2 *ГОСТ13941-*

Табл. 8.7.4. Размеры внутренних колец и канавок для них, мм

F_a - осевая си

Диам. отв. D	Кольцо d_2	d_3	s	b	l	Канавка D_1	m	h	F_a, кН
...									
20	21,8	–	1,0	2,0	6,0	21,4	1,2	2,1	11,0
21	22,8					22,4			11,8
22	23,8 +0,42					23,4			12,7
23	24,9 −0,21					24,5 +0,21			13,7
24	25,9				7,0	25,5 0			14,5
25	26,9					26,5			14,7
26	28,0					27,5		2,3	15,5
28	30,2		1,2	2,5		29,5			17,2
29	31,2				8,0	30,5			17,6
30	32,2					31,5	1,4		18,0
32	34,5				9,0	33,8		2,7	23,5
34	36,5					35,7			27,5
35	37,8 +0,50					37,0			28,2
36	38,8 −0,25			3,2	10	38,0 +0,25		3,0	29,0
37	39,8					39,0 0			29,8
38	40.8					40,0			31,6
40	43,5				12	42,5			40,4
42	45,5 +0,78					44,5			43,0
45	48,5 −0,39					47,5			45,2
46	49,5					48,5			46,0
47	50,6		1,7	4,0	14	49,5	1,9	3,8	47,2
48	51,6 +0,92					50,5 +0,30			48,2
50	54,2 −0,46					53,0 0		4,5	60,7

Диам. отв. D	Кольцо d_2	d_3	s	b	l	Канавка D_1	m	h	F_a, кН
50	54,2	–	1,7	4,0	14	53,0	1,9	3,8	60,7
52	56,2					55,0			62,9
54	58,2					57,0			64,7
55	59,2					58,0			66,4
56	60,2					59,0 +0,30			67,5
58	62,2			5,0	16	61,0 0			69,6
60	64,2 +0,92					63,0			72,5
62	66,2 −0,46					65,0		4,5	74,7
65	69,2					68,0			78,2
68	72,5					71,0			81,7
70	74,5					73,0			84,2
72	76,5					75,0			86,4
75	79,5				18	78,0			90,0
78	82,5					81,0			93,5
80	85,5					83,5			112
82	87,5					85,5			115
85	90,5					88,5			119
88	93,5 +1,08					91,5 +0,35	2,2	5,3	123
90	95,5 −0,54					93,5 0			126
92	97,5	2,0	2,0	6,0	20	95,5			129
95	100,5					98,5			133
98	103,5					101,5			137
100	105,5					103,5			139

Диам. отв. D	Кольцо d_2	d_3	s	b	l	Канавка D_1	m	h
102	108,0	2,5	2,5	7,0	22	106,0	2,8	6,0
105	111,0 +1,08					109,0		
108	114,0 −0,54					112,0 +0,54 0		
110	116,0					114,0		
112	118,0					116,0		
115	121,5					119,0		
120	126,5					124,0		
125	131,5					129,0		
130	136,5			8,0	24	134,0		
135	141,5					139,0		
140	146,5 +1,26					144,0		
145	151,5 −0,63					149,0		
150	157,5					155,0		
155	162,5			8,5		160,0 +0,63		
160	167,5					165,0 0		
165	172,5				28	170,0		
170	177,5					175,0		
175	182,5					180,0	3,4	7,5
180	188,0 +1,44	3,0	3,0	9,5		185,0		
190	198,0 −0,72					195,0 +0,72 0		
200	208,0				30	205,0		
...								

8.7.5. ШАЙБЫ КОНЦЕВЫЕ

1. ШАЙБЫ КОНЦЕВЫЕ С КРЕПЛЕНИЕМ ДВУМЯ БОЛТАМИ

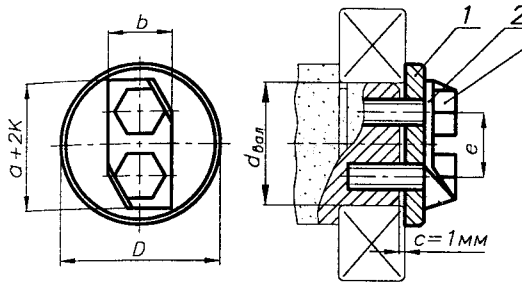


Рис. 8.7.9. Закрепление подшипника на валу с использованием концевой шайбы:
1 - шайба концевая; *2* - шайба стопорная; *3* - болт

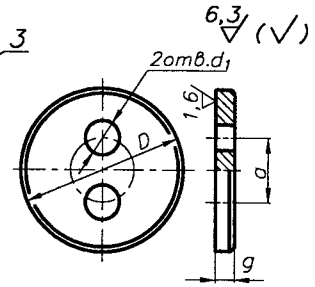


Рис. 8.7.10. Шайба концевая

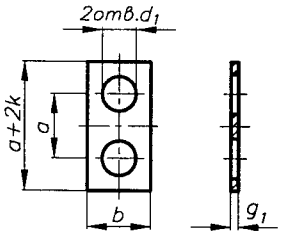


Рис. 8.7.11. Шайба стопорная

Табл. 8.7.5. Основные размеры концевых шайб с креплением двумя болтами

$d_{вал}$	D	a	g	g_1	b	k	d_1	Болт
мм								ГОСТ 7798-70
40	50	25	6	0,5	14	10	7	M6x15
45	55	25	8					
50	60	25						
55	65	25			20	13	12	M10x20
60	70	25						
65	75	30						
70	80	30						
75	85	30	10	1,0	26	16	14	M12x25
80	90	40						
85	100	40						
90	105	40						
95	110	50						
100	115	50	12					
105	120	50						
110	130	50						
...								

2. ШАЙБЫ КОНЦЕВЫЕ С КРЕПЛЕНИЕМ ОДНИМ БОЛТОМ (ВИНТОМ) ГОСТ 14734-69

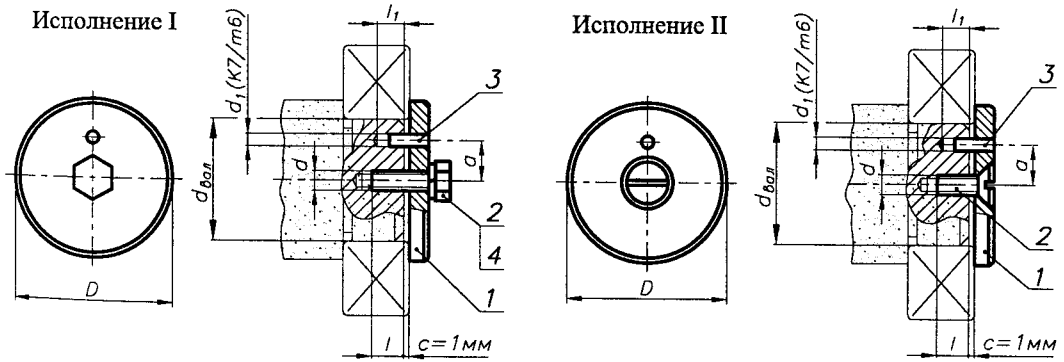


Рис. 8.7.12. Закрепление подшипника на валу с использованием концевой шайбы:
1 - шайба концевая; *2* - болт (винт); *3* - штифт; *4* - шайба пружинная

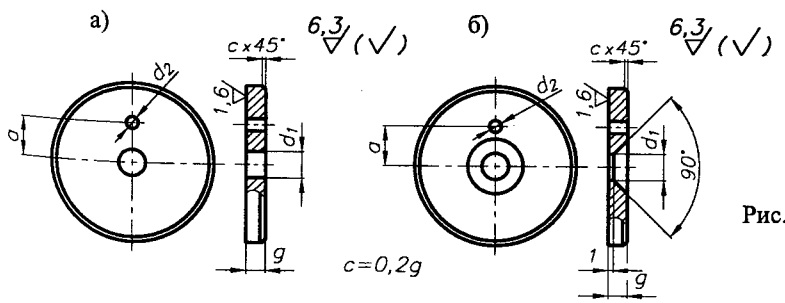


Рис. 8.7.13. Шайба концевая:
а) - исполнение I;
б) - исполнение II

Табл. 8.7.6. Основные размеры концевых шайб с креплением одним болтом (винтом)

Обозначение шайб	Исполнение	$d_{вал}$	D	g	a ±0,2	d_1	d_2	l	l_1	Болт	Штифт цилиндр.
		мм									
7019-0621	1	20÷24	28	4	7,5	5,5	3,5	16	10	M5x12-5.6-B	3m6x10
7019-0622		24÷28	32	5	9,0	6,6	4,5	18	12	M6x16-5.6-B	4m6x12
7019-0623	2										
7019-6024	1	28÷32	36		10						
7019-6025	2										
7019-6026	1	32÷36	40								
7019-6027	2										
7019-6028	1	36÷40	45		12						
7019-6029	2										
7019-6030	1	40÷45	50		16						
7019-6031	2										
7019-6032	1	45÷50	56								
7019-6033	2										
7019-6034	1	50÷55	63	6	20	9,0	5,5	22	16	M8x20-5.6-B	5m6x16
7019-6035	2										
7019-6036	1	55÷60	67								
7019-6037	2										
7019-6038	1	60÷65	71		25						
7019-6039	2										
7019-6040	1	65÷70	75								
7019-6041	2										
7019-6042	1	70÷75	85		28						
7019-6043	2										
7019-6044	1	75÷80	90							ГОСТ 7798-70	ГОСТ 3128-70

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ концевой шайбы исполнения I, размером D = 28 мм:

Шайба 7019-0621 ГОСТ 14734-69

8.7.6. ГАЙКИ КРУГЛЫЕ ШЛИЦЕВЫЕ ГОСТ 11871-88

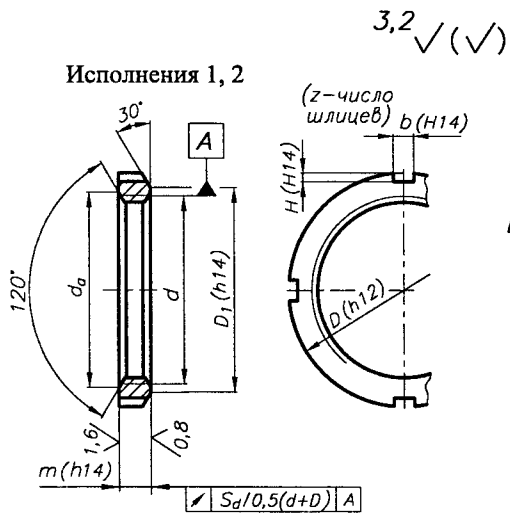


Рис. 8.7.14. Конструкция и размеры гаек

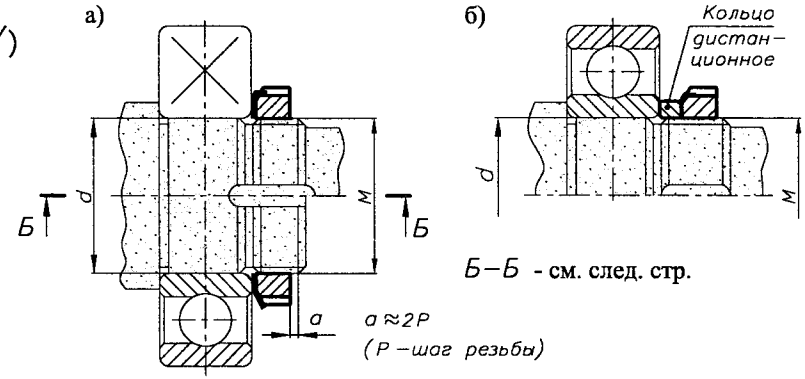


Рис. 8.7.15. Закрепление внутреннего кольца подшипника на валу: а) обычное - с использованием круглой шлицевой гайки и стопорной многолапчатой шайбы; б) рекомендуемое - с применением дополнительного дистанционного кольца

8.7.7. ШАЙБЫ СТОПОРНЫЕ МНОГОЛАПЧАТЫЕ ГОСТ 11872-

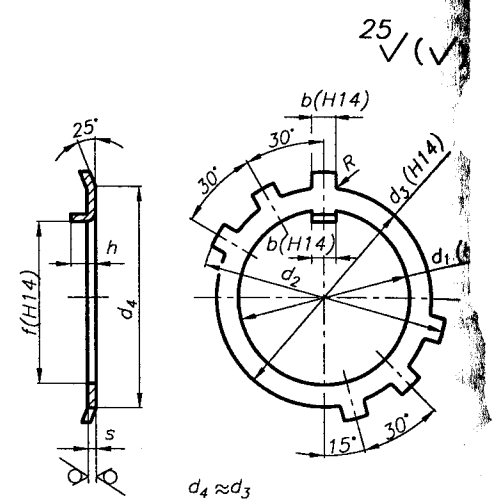


Рис. 8.7.16. Конструкция и размеры шайб

Гайки круглые шлицевые изготавливаются из материалов с условным обозначением марок - 02, 04, 05, 06, 11, 21,23 и 32 по ГОСТ 18123-82 (табл. 7.7.10).
Шайбы стопорные многолапчатые - из материалов с условным обозначением марок - 01, 02.

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ гайки круглой шлицевой исполнения 1, с диаметром резьбы 64 мм, с полем допуска резьбы 6Н, из стали 35: *Гайка М64х2–6Н.05 ГОСТ 11871–88*
- то же, исполнения 2, из стали 45: *Гайка 2 М64х2–6Н.06 ГОСТ 11871–88*
- шайбы стопорной многолапчатой для круглой шлицевой гайки с диаметром резьбы 64 мм, из материала группы 01: *Шайба 64.01 ГОСТ 11872–89*

Табл. 8.7.7. Размеры гаек, мм

M	Шаг резьбы, P	D Исполнение 1	D Исполнение 2	m Исполнение 1	m Исполнение 2	D_1	d_a	b	h	z	L_R
...											
18	1,5	32	30	8	6	24	19	6	2,0	4	
20		34	32			26	21				
22		38	36	10	7	29	23		2,5		
24		42	38			31	25				
27		45	42			35	29				
30		48	45			38	32				
33		52	48	10	8	40	35	8	3,0		
36		55	50			42	38				
39		60	56			48	41				
42		65	60			52	44				
45		70	63			55	47			6	
48		75	67	12	8	58	50		3,5		

Табл. 8.7.8. Размеры шайб, мм

Гайка M	d_1	d_2	d_3	b	f	h max	R max	s
...								
18	18,5	34	24	4,8	15	6	0,5	1,0
20	20,5	37	27		17			
22	22,5	40	30		19			
24	24,5	44	33		21			
27	27,5	47	36		24	8		
30	30,5	50	39		27			
33	33,5	54	42	5,8	30			1,6
36	36,5	58	45		33			
39	39,5	62	48		36			
42	42,5	67	52		39			
45	45,5	72	56		42			
48	48,5	77	60	7,8	45		0,8	

Продолжение табл. 8.7.7

M	Шаг резьбы, P	D Исполнение 1	D Исполнение 2	m Исполнение 1	m Исполнение 2	D_1	d_a	b	h	z	L_R
52	1,5	80	70	12	8	61	54	10	3,5	6	
56		85	75			65	58		4,0		
60		90	80			70	62				
64		95	85			75	66				
68		100	90	15	8	80	70				
72		105	95	15	10	85	75				
76	2,0	110	95			85	79				
80		115	100			90	83				
85		120	108			98	88				
90		125	112	18	10	102	93	12			
95		130	118			108	98				
100		135	125			115	103				
...											

Продолжение табл. 8.7.8

Гайка M	d_1	d_2	d_3	b	f	h max	R max
52	52,5	82	65	7,8	49	10	0,8
56	57,0	87	70		53		
60	61,0	92	75		57		
64	65,0	97	80		61		
68	69,0	102	85	9,5	65		
72	73,0	107	90		69	13	
76	77,0	112	95		73		
80	81,0	117	100		76		
85	86,0	122	105		81		
90	91,0	127	110	11,5	86		1,0
95	96,0	132	115		91		
100	101	137	120		96		
...							

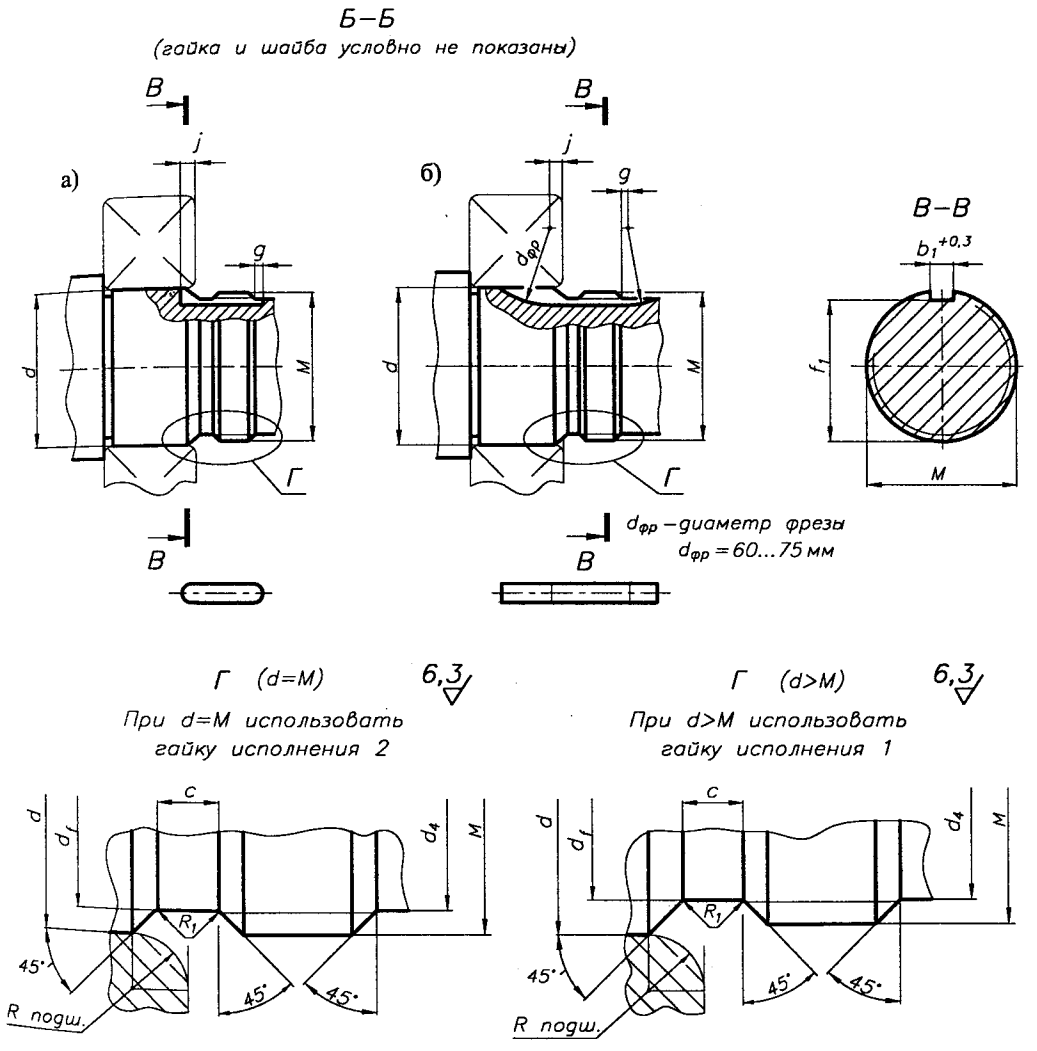


Рис. 8.7.17. Размеры вала в месте установки гайки и шайбы. Паз на валу под лепесток шайбы нарезается фрезой: а) пальцевой; б) дисковой

Табл. 8.7.9. Размеры вала в месте установки круглой шлицевой гайки и стопорной многолапчатой шайбы, мм

d	M	$d_f(h13)$, $d_{4\max}$	c	R_1	f_1	b_1	$j_{\min}$	$g_{\min}$
...								
20	M18x1,5	15,7	2,5	0,8	15	5,3	6	1,5
	M20x1,5	17,7			17	5,3	6	1,5
25	M24x1,5	21,7			21	5,3	6	1,5
30	M27x1,5	24,7			24	5,3	8	1,5
	M30x1,5	27,7			27	5,3	8	1,5
35	M33x1,5	30,7			30	6,3	8	1,5
40	M39x1,5	36,7			36	6,3	8	1,5
45	M42x1,5	39,7			39	6,3	8	1,5
	M45x1,5	42,7			42	6,3	8	1,5
50	M48x1,5	45,7			45	8,3	8	1,5
55	M52x1,5	49,7			49	8,3	9	1,5
60	M60x2	57	3,4	1,0	57	8,3	9	1,5
65	M64x2	61			61	8,3	9	1,5
70	M68x2	65			65	10	9	1,5
75	M72x2	69			69	10	12	1,5
80	M80x2	77			76	10	12	1,5
85	M85x2	82			81	10	12	1,5
90	M90x2	87			86	12	12	1,5
95	M95x2	92			91	12	12	1,5
100	M100x2	97			96	12	12	1,5
...								

Табл. 8.7.10. Марки материалов круглых шлицевых гаек и стопорных многолапчатых шайб, а также их условное обозначение

ГОСТ 11871-88, ГОСТ 11872-88, ГОСТ 18123-82

Материал			Твердость НВ	Условное обозначение
вид	марка	стандарт		
Углеродистые стали	08, 08кп 10, 10кп	ГОСТ 1050-74		01
	Ст 3 , Ст3сп Ст 3 кп	ГОСТ 380-88	90	02
	15 20 35 45	ГОСТ 1050-74	 110 140 170	03 04 05 06
Легированные стали	35Х, 40Х 30ХГСА	ГОСТ 4543-71	197 217	11
Коррозионно-стойкие стали	12Х18Н9Т 12Х18Н10Т	ГОСТ 5632-72		21
	14Х17Н2			23
Латуни	Л63	ГОСТ 15527-70		32

8.7.8. ВТУЛКИ ЗАКРЕПИТЕЛЬНЫЕ ГОСТ 24208-80

8.7.9. ВТУЛКИ СТЯЖНЫЕ ГОСТ 13014-80

Втулки закрепительные и стяжные предназначены для крепления подшипников качения с коническим отверстием конусностью 1:12 на цилиндрических шейках валов.

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ втулки закрепительной серии диаметров 2, серии ширин 0 для подшипника с диаметром $d = 70$ мм:

Втулка закрепительная Н 214 ГОСТ 24208-80

- втулки стяжной серии диаметров 2, серии ширин 0 для подшипника с диаметром $d = 70$ мм:

Втулка стяжная АН 214 ГОСТ 13014-80

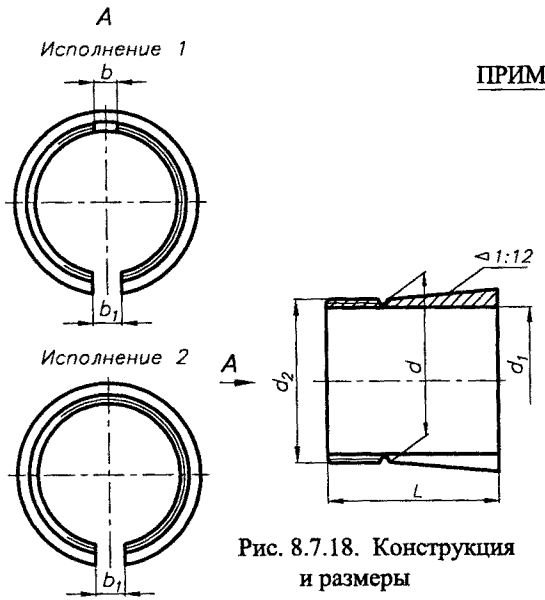


Рис. 8.7.18. Конструкция и размеры закрепительных втулок

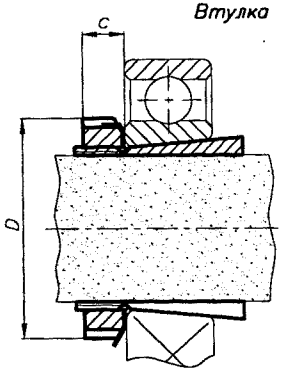


Рис. 8.7.19. Закрепление внутреннего кольца подшипника на валу с использованием закрепительной втулки

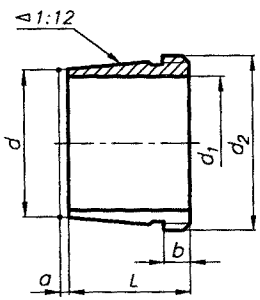


Рис. 8.7.20. Конструкция и размеры стяжных втулок

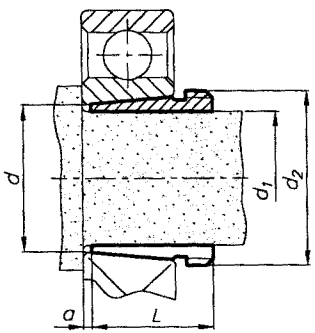


Рис. 8.7.21. Закрепление внутреннего кольца подшипника на валу с использованием стяжной втулки

Табл. 8.7.11. Размеры закрепительных втулок, мм и обозначение комплектущих изделий

I		II		III		Общие размеры							Компл.изделия	
Обознач. гайки	L	Обознач. гайки	L	Обознач. гайки	L	d	d_1	d_2	b	b_1	c	D	Гайки	Шайбы
Н 204	24	Н 304	28	Н 2304	31	20	17	М20х1	4	8	7	32	КМ 4	МВ 4
Н 205	26	Н 305	29	Н 2305	35	25	20	М25х1,5	5	8	8	38	КМ 5	МВ 5
Н 206	27	Н 306	31	Н 2306	38	30	25	М30х1,5	5	8	8	45	КМ 6	МВ 6
Н 207	29	Н 307	35	Н 2307	43	35	30	М35х1,5	6	8	9	52	КМ 7	МВ 7
Н 208	31	Н 308	36	Н 2308	46	40	35	М40х1,5	6	10	10	58	КМ 8	МВ 8
Н 209	33	Н 309	39	Н 2309	50	45	40	М45х1,5	6	10	11	65	КМ 9	МВ 9
Н 210	35	Н 310	42	Н 2310	55	50	45	М50х1,5	6	10	12	70	КМ 10	МВ 10
Н 211	37	Н 311	45	Н 2311	59	55	50	М55х2	8	10	12	75	КМ 11	МВ 11
Н 212	38	Н 312	47	Н 2312	62	60	55	М60х2	8	10	13	80	КМ 12	МВ 12
Н 213	40	Н 313	50	Н 2313	65	65	60	М65х2	8	10	14	85	КМ 13	МВ 13
Н 214	41	Н 314	52	Н 2314	68	70	60	М70х2	8	12	14	92	КМ 14	МВ 14
Н 215	43	Н 315	55	Н 2315	73	75	65	М75х2	8	12	15	98	КМ 15	МВ 15
Н 216	46	Н 316	59	Н 2316	78	80	70	М80х2	10	12	17	105	КМ 16	МВ 16
Н 217	50	Н 317	63	Н 2317	82	85	75	М85х2	10	12	18	110	КМ 17	МВ 17
Н 218	52	Н 318	65	Н 2318	86	90	80	М90х2	10	14	18	120	КМ 18	МВ 18
Н 220	58	Н 320	71	Н 2320	97	100	90	М100х2	12	14	20	130	КМ 20	МВ 20
Н 222	63	Н 322	77	Н 2322	105	110	100	М110х2	12	16	21	145	КМ 22	МВ 22
...		...		...										

I - Втулки для подшипников серии диаметров 2, серии ширин 0.
II - Втулки для подшипников серии диаметров 3, серии ширин 0.
III - Втулки для подшипников серии диаметров 2(6), серии ширин 0.

Табл. 8.7.12. Размеры стяжных втулок, мм

I					II					III					Общ.р
Обознач. гайки	L	a	b	d_2	Обознач. гайки	L	a	b	d_2	Обознач. гайки	L	a	b	d_2	d
–					–					–					
–					–					–					
–					–					–					
–					–					–					
АН 208	25,0	2,0	6	М45х1,5	АН 308	29	3	6	М45х1,5	АН 2308	40	3	7	М45х1,5	40
АН 209	26,0	3,0	6	М50х1,5	АН 309	31	3	6	М50х1,5	АН 2309	44	3	7	М50х1,5	45
АН 210	28,0	3,0	7	М55х2	АН 310Х	35	3	7	М55х2	АН 2310Х	50	3	9	М55х2	50
АН 211	29,0	3,0	7	М60х2	АН 311Х	37	3	7	М60х2	АН 2311Х	54	3	10	М60х2	55
АН 212	32,0	3,0	8	М65х2	АН 312Х	40	3	8	М65х2	АН 2312Х	58	3	11	М65х2	60
АН 213	32,5	3,5	8	М70х2	АН 313	42	3	8	М70х2	АН 2313	61	3	12	М70х2	65
АН 214	33,5	3,5	8	М75х2	АН 314	43	4	8	М75х2	АН 2314Х	64	4	12	М75х2	70
АН 215	34,5	3,5	8	М80х2	АН 315	45	4	8	М80х2	АН 2315Х	68	4	12	М80х2	75
АН 216	35,5	3,5	8	М85х2	АН 316	48	4	8	М85х2	АН 2316Х	71	4	12	М85х2	80
АН 217	38,5	3,5	9	М90х2	АН 317Х	52	4	9	М90х2	АН 2317Х	74	4	13	М90х2	85
АН 218	40,0	4,0	9	М100х2	АН 318Х	53	4	9	М100х2	АН 2318Х	79	4	14	М100х2	90
АН 220	45,0	4,0	10	М110х2	АН 320Х	59	4	10	М110х2	АН 2320Х	90	4	16	М110х2	100
АН 222	50,0	4,0	11	М120х2	АН 322Х	63	4	12	М120х2	АН 2322Х	98	4	16	М125х2	110
...					...					...					

I - Втулки для подшипников серии диаметров 2, серии ширин 0.
II - Втулки для подшипников серии диаметров 2(5), серии ширин 0.
III - Втулки для подшипников серии диаметров 3(6), серии ширин 0.

8.7.10. ГАЙКИ ДЛЯ ЗАКРЕПИТЕЛЬНЫХ И СТЯЖНЫХ ВТУЛОК С МЕТРИЧЕСКОЙ РЕЗЬБОЙ ГОСТ 8530-90

8.7.11. ШАЙБЫ СТОПОРНЫЕ ГОСТ 8530-90

8.7.12. СКОБЫ СТОПОРНЫЕ ГОСТ 8530-90

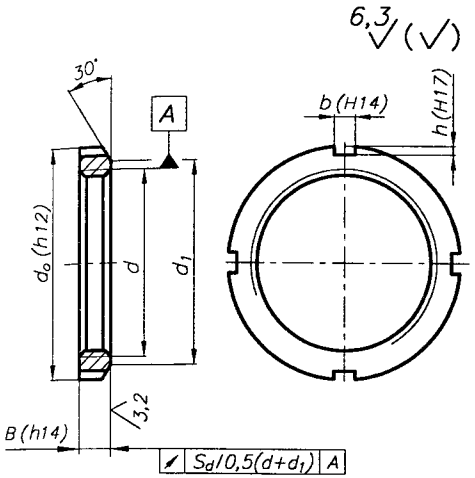


Рис. 8.7.22. Конструкция и размеры гаек

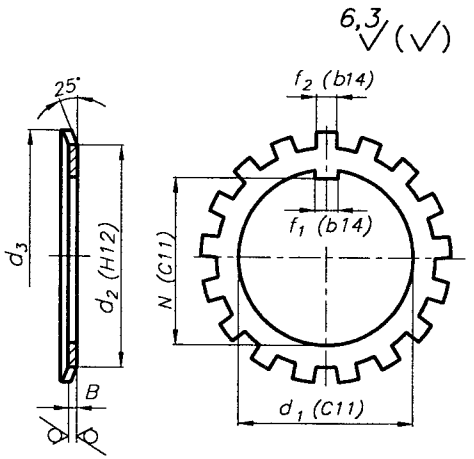


Рис. 8.7.23. Конструкция и размеры шайб

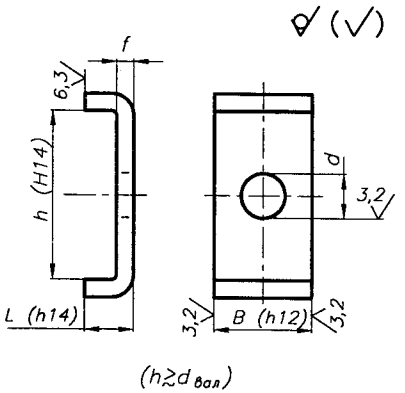


Рис. 8.7.24. Конструкция и размеры стопорных скоб

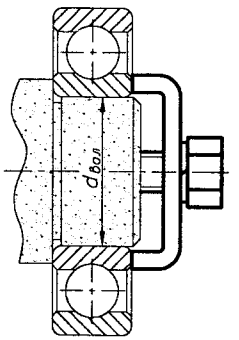


Рис. 8.7.25. Закрепление внутреннего кольца подшипника на валу с использованием стопорной скобы

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ гайки для закрепительных и стяжных втулок с метрической резьбой M50x1,5:

Гайка КМ 10 ГОСТ 8530-90

- шайбы стопорной МВ 10: *Шайба МВ 10 ГОСТ 8530-90*
- скобы типоразмера MS 3044: *Скоба MS 3044 ГОСТ 8530-90*

Табл. 8.7.13. Размеры гаек, мм

Обознач. гайки	d	d_o	d_1	B	b	h	S_d
КМ 0	M10x0,75	18	13,5	4	3	2,0	0,04
КМ 1	M12x1	22	17	4	3	2,0	0,04
КМ 2	M15x1	25	21	5	4	2,0	0,04
КМ 3	M17x1	28	24	5	4	2,0	0,04
КМ 4	M20x1	32	26	6	4	2,0	0,04
КМ 5	M25x1,5	38	32	7	5	2,0	0,04
КМ 6	M30x1,5	45	38	7	5	2,0	0,04
КМ 7	M35x1,5	52	44	8	5	2,0	0,04
КМ 8	M40x1,5	58	50	9	6	2,5	0,04
КМ 9	M45x1,5	65	56	10	6	2,5	0,04
КМ 10	M50x1,5	70	61	11	6	2,5	0,04
КМ 11	M55x2	75	67	11	7	3,0	0,05
КМ 12	M60x2	80	73	11	7	3,0	0,05
КМ 13	M65x2	85	79	12	7	3,0	0,05
КМ 14	M70x2	92	85	12	8	3,5	0,05
КМ 15	M75x2	98	90	13	8	3,5	0,05
КМ 16	M80x2	105	95	15	8	3,5	0,05
КМ 17	M85x2	110	102	16	8	3,5	0,05
КМ 18	M90x2	120	108	16	10	4,0	0,05
КМ 20	M100x2	130	120	18	10	4,0	0,05
...							

Табл. 8.7.14. Размеры шайб, мм

Обознач. шайбы	d_1	d_2	d_3	f_1	f_2	B	N	Число зубьев
МВ 0	10	13,5	21	3	3	1,00	8,5	9
МВ 1	12	17	25	3	3	1,00	10,5	9
МВ 2	15	21	28	4	4	1,00	13,5	11
МВ 3	17	24	32	4	4	1,00	15,5	11
МВ 4	20	26	36	4	4	1,00	18,5	11
МВ 5	25	32	42	5	5	1,25	23,0	13
МВ 6	30	38	49	5	5	1,25	27,5	13
МВ 7	35	44	57	6	5	1,25	32,5	13
МВ 8	40	50	62	6	6	1,25	37,5	13
МВ 9	45	56	69	6	6	1,25	42,5	13
МВ 10	50	61	74	6	6	1,25	47,5	13
МВ 11	55	67	81	8	7	1,50	52,5	17
МВ 12	60	73	86	8	7	1,50	57,5	17
МВ 13	65	79	92	8	7	1,50	62,5	17
МВ 14	70	85	98	8	8	1,50	66,5	17
МВ 15	75	90	104	8	8	1,50	71,5	17
МВ 16	80	95	112	10	8	1,80	76,5	17
МВ 17	85	102	119	10	8	1,80	81,5	17
МВ 18	90	108	126	10	10	1,80	86,5	17
МВ 19	95	113	133	10	10	1,80	91,5	17
МВ 20	100	120	142	12	10	1,80	96,5	17
...								

Табл. 8.7.15. Размеры стопорных скоб, мм

Обознач. скобы	B	h	L	d	f	Обознач. скобы	B	h	L	d	f
MS 3044	20	13,5	12	7	4	MS 3092	32	28	15	14	5
MS 3048	20	17,5	12	9	4	MS 3176	32	40	15	14	5
MS 3052	20	17,5	12	9	4	MS 3180	32	45	15	18	5
MS 3144	20	22,5	12	9	4	MS 3184	32	45	15	18	5
MS 3148	20	22,5	12	9	4	MS 3096	36	28	15	14	5
MS 3056	24	17,5	12	9	4	MS 30/500	36	28	15	14	5
MS 3060	24	20,5	12	9	4	MS 3188	36	43	15	18	5
MS 3064	24	21,0	15	9	5	MS 3192	36	43	15	18	5
MS 3068	24	21,0	15	9	5	MS 3196	36	53	15	18	5
MS 3152	24	25,5	12	11	4	MS 30/530	40	34	21	18	7
MS 3156	24	25,5	12	11	4	MS 30/600	40	34	21	18	7
MS 3160	24	30,5	12	11	4	MS 30/560	40	29	21	18	7
MS 3164	24	31,0	15	11	5	MS 31/500	40	45	15	18	5
MS 3072	28	20,0	15	9	5	MS 31/530	40	50	21	22	7
MS 3076	28	24,0	15	11	5	MS 30/630	45	34	21	18	7
MS 3080	28	24,0	15	11	5	MS 30/670	45	39	21	18	7
MS 3168	28	38,0	15	14	5	MS 31/560	45	55	21	22	7
MS 3172	28	38,0	15	14	5	MS 31/600	45	55	21	22	7
MS 3084	32	24,0	15	11	5	MS 31/700	50	39	21	18	7
MS 3088	32	28,0	15	14	5						

8.8. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ, ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ПОДШИПНИКОВ

8.8.1. ВЫБОР ПОСАДОК

1. ПОЛЯ ДОПУСКОВ И ПОСАДКИ

Из существующих 0, 6, 5, 4, 2 классов точности подшипников (ГОСТ 520-89) в общем машиностроении используются подшипники 0, 6, (5) классов точности.

Устанавливаются следующие обозначения полей допусков на посадочные диаметры колец подшипников по классам точности 0, 6, 5:

а) для наружного диаметра - *L0, L6, L5;*

б) для диаметра отверстия - *L0, L6, L5.*

На валы подшипники качения монтируются в системе отверстия. Допуск на основной размер кольца установлен отрицательным относительно нулевой линии, а верхнее отклонение всегда равно нулю (рис. 8.8.1, табл. 8.8.2).

В отверстие корпуса подшипники монтируются в системе основного вала (рис. 8.8.1).

Система посадок, используемая для монтажа подшипников на вал и в корпус, представлена на рис. 8.8.1.

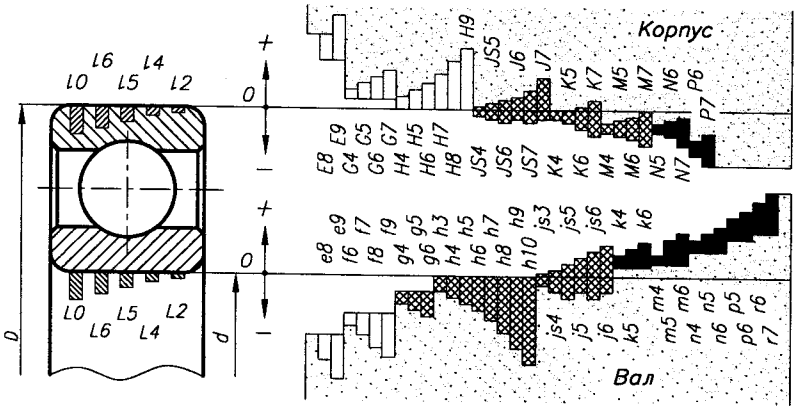


Рис. 8.8.1. Посадки подшипников качения:
□ - с зазором, ▩ - переходные, ■ - с натягом

Из представленного ряда посадок используют рекомендуемые (табл. 8.8.1).

Табл. 8.8.1. Рекомендуемые посадки подшипников 0 и 6 классов точности

ГОСТ 3325-85

Посадки для основных отклонений																
вала										отверстия корпуса						
L0/f6	L0/g6	L0/h6	L0/js6	L0/j6	L0/k6	L0/m6	L0/n6	L0/p6	L0/r6	G7/L0	H7/L0	Js7/L0	J7/L0	K7/L0	M7/L0	N7/L0	P7/L0
		L0/h7							L0/r7	E8/L0	H8/L0						
L6/f6	L6/g6	L6/h6	L6/js6	L6/j6	L6/k6	L6/m6	L6/n6	L6/p6	L6/r6	G7/L6	H7/L6	Js7/L6	J7/L6	K7/L6	M7/L6	N7/L6	P7/L6
L6/f7		L6/h7							L6/r7	E8/L0	H8/L0						

Примечание. Выделены посадки для основных типов соединений.

2. ОБОЗНАЧЕНИЕ ПОСАДОК В МЕСТАХ УСТАНОВКИ ПОДШИПНИКОВ

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ посадок подшипников качения:

- подшипник класса точности 0 на вал диаметром 50 мм с полем допуска *j6* по ГОСТ 25347-82 (рис. 8.8.2а,б):

ø50L0/j6 или *ø50L0–j6* или $ø50\frac{L0}{j6}$;

- то же в отверстие корпуса диаметром 90 мм, с полем допуска *H7* по ГОСТ 25347-82 (рис. 8.8.2в,г):

ø90H7/l0 или *ø90H7–l0* или $ø90\frac{H7}{l0}$.

Допускается на сборочных чертежах подшипниковых узлов указывать размер, поле допуска или предельное отклонение на диаметр, сопряженный с подшипником (рис. 8.8.2б,г). Обозначение посадок на валу и в отверстии корпуса под подшипник (рис. 8.8.3а, б).

Отклонения диаметра отверстия и наружного диаметра подшипника класса точности 0 представлены в табл. 8.8.2. Предельные отклонения валов и отверстий для некоторых полей допусков представлены в 17.3.

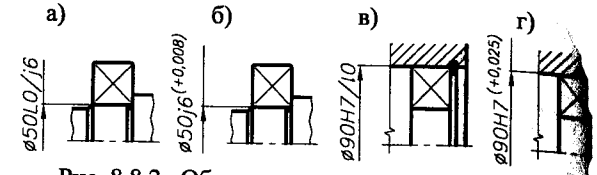


Рис. 8.8.2. Обозначение посадок подшипников на сборочных чертежах:
а), б) - на валу; в), г) - в корпусе

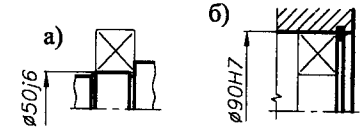


Рис. 8.8.3. Обозначение посадок мест под подшипники:
а) на валу; б) в отверстии корпуса

Табл. 8.8.2. Предельные отклонения колец подшипника

Интервалы номинальных диаметров, мм	Св.18 до 30	Св.30 до 50	Св.50 до 80	Св.80 до120	Св.120 до150	Св.150 до180	Св.180 до250
Отклонения диаметра отверстия, мкм	0 -10	0 -12	0 -15	0 -20	0 -25	0 -25	0 -30
Отклонения наружного диаметра подшипника, мкм	0 -9	0 -11	0 -13	0 -15	0 -18	0 -25	0 -30

3. ВЫБОР ПОСАДОК

Посадки вращающихся колец подшипников, для исключения их проворачивания по посадочной поверхности вала (отверстия корпуса), необходимо выполнять с гарантированным натягом.

Посадки невращающихся колец подшипника необходимо выполнять с гарантированным зазором для обеспечения регулировки осевого натяга подшипников, а также для компенсации температурных удлинений валов и корпусов.

При выборе посадок следует учитывать:

- вращается или не вращается кольцо подшипника относительно действующей на него радиальной нагрузки, что определяет вид нагружения кольца (местное, цир-

куляционное, колебательное) (табл. 8.8.3);
- режим работы подшипника (табл. 8.8.4).

Табл. 8.8.3. Виды нагружения колец подшипников

ГОСТ 3325-85

Условия работы		Виды нагружения	
Характеристика нагрузок	Вращающееся кольцо	внутреннего кольца	наружного кольца
Постоянная по направлению	Внутреннее	Циркуляционное	Местное
	Наружное	Местное	Циркуляционное
Постоянная по направлению и вращающаяся, меньшая постоянной по значению	Внутреннее	Циркуляционное	Колебательное
	Наружное	Колебательное	Циркуляционное
Постоянная по направлению и вращающаяся, большая постоянной по значению	Внутреннее	Местное	Циркуляционное
	Наружное	Циркуляционное	Местное
Постоянная по направлению	Внутреннее и наружное кольцо. В одном или противоположном направлениях	Циркуляционное	Циркуляционное
Вращающаяся с внутренним кольцом		Местное	Циркуляционное
Вращающаяся с наружным кольцом		Циркуляционное	Местное

Табл. 8.8.4. Режим работы подшипников качения

ГОСТ 3325-85

Режим работы подшипника	Отношение нагрузки к динамической грузоподъемности
Легкий	$P/C \leqslant 0{,}07$
Нормальный	$0{,}07 < P/C \leqslant 0{,}15$
Тяжелый	$0{,}15 < P/C$
Особые условия	–

Посадки колец шариковых и роликовых радиальных подшипников на вал и в отверстие корпуса в зависимости от вида нагружения представлены в табл. 8.8.6.

Посадки колец радиально-упорных шариковых и роликовых подшипников на вал и в отверстие корпуса представлены в табл. 8.8.7.

4. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПОСАДКИ ПОДШИПНИКОВ

Рекомендуемые посадки и примеры их выбора - табл. 8.8.5. Выбор посадок колец подшипников в зависимости от вида нагружения, режима работы, диаметра, типа подшипника производится с учетом табл. 8.8.6 и 8.8.7.

Табл. 8.8.5. Рекомендуемые посадки шариковых и роликовых подшипников

ГОСТ 3325-85

Условия, определяющие выбор посадки		Подшипники с отверстиями диаметров, мм				Примеры машин и подшипниковых узлов	Рекомендуемые посадки
Вид нагружения внутреннего кольца	Режим работы	радиальные		радиально-упорные			
		шариковые	роликовые	шариковые	роликовые		
Посадки на вал							
Местное (вал не вращается)	Легкий или нормальный $P \leqslant 0{,}07\,C$	Подшипники всех диаметров				Ролики ленточных транспортеров, конвейеров,подвесных дорог, опоры волновых передач	L0/g6; L6/g6
	Нормальный или тяжелый $0{,}07C<P\leqslant 0{,}15C$	Подшипники всех диаметров				Передние и задние колеса автомобилей и тракторов, колеса вагонеток, валки мелкосортных прокатных станов	L0/g6; L6/g6 L0/f6; L6/f6 L0/h6; L6/h6
						Блоки грузоподъемных машин, ролики рольгангов, валки станов для прокатки труб, крюковые обоймицы кранов	L0/h6; L6/h6
Циркуляционное (вал вращается)	Легкий или нормальный $P \leqslant 0{,}07\,C$	До 50				Гидромоторы, малогабаритные электромашины, приборы. Внутришлифовальные шпиндели, электрошпиндели, турбохолодильники	L5/js5; L4/js5 L2/js4; L5/h5 L4/h5; L2/h4 L2/js3; L2/h3
	Легкий или нормальный $0{,}07C<P\leqslant 0{,}15C$	До 40	До 40	До 100	До 40	Сельскохозяйственные машины, центрифуги, турбокомпрессоры, газотурбинные двигатели, центробежные насосы, вентиляторы, электромоторы, редукторы, коробки скоростей станков, коробки передач автомобилей и тракторов	L0/k6; L6/k6 L5/js5; L4/js5 L2/js4; L0/js6 L0/js6
		До 100	До 100	Св.100	До 100		L5/k5; L4/k4 L2/k4; L0/k6 L6/k6; L0/js6 L6/js6
	Нормальный или тяжелый $0{,}07C<P\leqslant 0{,}15C$	До 100	До 40	До 100	До 100	Электродвигатели мощностью до 100 кВт, кривошипно-шатунные механизмы, шпиндели металлорежущих станков, крупные редукторы. Редукторы вспомогательного оборудования прокатных станов	L5/k5; L4/k5 L2/k4; L0/k6 L6/k6; L0/js6 L6/js6
		Св.100	До 100	Св.100	До 180		L5/m5; L4/m5 L2/m4; L0/m6 L6/m6
	Тяжелая и ударная нагрузка	–	Св.50 до 140	–	–	Железнодорожные и трамвайные буксы, коленчатые валы двигателей, электродвигатели мощностью свыше 100 кВт, ходовые колеса мостовых кранов, дробильные и дорожные машины, экскаваторы, дробилки, вибраторы, грохоты, инерционные транспортеры	L0/m6; L6/m6 L0/n6; L6/n6
		–	Св.140 до 200	–	–		L0/p6; L6/p6
		Подшипники на закрепительно-стяжных втулках всех диаметров				Железнодорожные и трамвайные буксы, буксы тяжелонагруженных металлургических транспортных устройств. Узлы сельхозмашин	Поля допусков вала h8, h9
	Нормальный	Подшипники на закрепительных втулках всех диаметров				Трансмиссионные валы и узлы, сельскохозяйственные машины	Поля допусков вала h9, h10
Посадки упорных подшипников							
Нагрузки осевые		Подшипники всех диаметров				Узлы с одинарными или двойными упорными подшипниками	L0/js6; L6/js6
Колебательное нагружение	Нагрузка осевая и радиальная	До 200				Узлы на упорных подшипниках со сферическими роликами	L0/k6; L6/k6 L0/m6; L6/m6

Продолжение табл. 8.8.5 на след. стр.

Продолжение табл. 8.8.5

ГОСТ 3325-85

Посадки в корпус			
Вид нагружения наружного кольца	Режим работы	Примеры машин и подшипниковых узлов	Рекомендуемые посадки
Циркуляционное (вращается корпус)	Тяжелый при тонкостенных корпусах $P > 0{,}15C$	Колеса автомобилей, тракторов, башенных кранов, ведущие барабаны гусеничных машин	P7/l0; P7/l6 P6/l5
	Нормальный $0{,}07C < P \leq 0{,}15C$	Ролики ленточных транспортеров, барабаны комбайнов, валки станов для прокатки труб	Js7/l0; Js7/l6 K7/l0; K7/l6
	Нормальный или тяжелый $0{,}07C < P \leq 0{,}15C$	Передние колеса автомобилей и тягачей, коленчатые валы, ходовые колеса мостовых и козловых кранов, опорно-поворотные устройства кранов, опоры и блоки крюковых обоймиц и полиспастов	N7/l0; N7/l0 M7/l0; M7/l0
Местное (вращается вал)	Нормальный или тяжелый (для точных узлов) $0{,}07C < P \leq 0{,}15C$	Шпиндели тяжелых металлорежущих станков	M6/l0; M6/l4 K6/l5; K6/l4
	Нормальный $0{,}07C < P \leq 0{,}15C$	Электродвигатели, центробежные насосы, вентиляторы, центрифуги, шпиндели быстроходных металлорежущих станков, узлы с радиально-упорными шариковыми подшипниками	Js6/l5; Js6/l4 Js7/l0; Js7/l6
	Нормальный или тяжелый $0{,}07C < P \leq 0{,}15C$	Коробки передач, задние мосты автомобилей и тракторов. Подшипниковые узлы на конических роликовых подшипниках	M6/l0; M6/l6 K7/l0; K7/l6 Js7/l0; Js7/l6
	Нормальный или тяжелый $P > 0{,}15C$	Узлы общего машиностроения, редукторы, сельскохозяйственные машины	H7/l0; H7/l6 J7/l0; J7/l6
	Легкий или нормальный $0{,}07C < P$	Быстроходные электродвигатели, оборудование бытовой техники	H7/l0; H7/l6 Js7/l0; Js7/l6
Местное или колебательное (вращается вал)	Нормальный или тяжелый $0{,}07C < P \leq 0{,}15C$	Шпиндели шлифовальных станков, коленчатые валы двигателей	K6/l5; K6/l4 Js6/l5; Js6/l4
	Легкий или нормальный $0{,}07C < P \leq 0{,}15C$	Трансмиссионные валы, молотилки, машины бумажной промышленности	Js7/l0; Js7/l6 H7/l0; H7/l6
	Нормальный $0{,}07C < P \leq 0{,}15C$	Все узлы с упорными подшипниками	H8/l0; H8/l6
	Тяжелый $P > 0{,}15C$	Узлы с шариковыми упорными подшипниками	H8/l0; H8/l6 H9/l0; H9/l6
		Узлы с упорными подшипниками на конических роликах	G7/l0; G7/l6 G6/l5; G6/l4
Местное (вращается вал)	Тяжелый или нормальный $0{,}07C < P \leq 0{,}15C$	Узлы со сферическими упорными роликовыми подшипниками для: общего применения	Js7/l0; Js7/l6
Циркуляционное (вращается корпус)	Тяжелый $P > 0{,}15C$	тяжелых металлорежущих станков (карусельные)	K7/l0; K7/l6
		вертикальных валов турбин	M7/l0; M7/l6

8.8.2. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ

Параметры шероховатости Ra посадочных поверхностей под подшипники на валах и в корпусах из стали и чугуна не должны превышать значений, указанных в табл. 8.8.8.

Табл. 8.8.8. Шероховатость поверхностей посадочных мест подшипников

ГОСТ 3325-85

Посадочные поверхности	Классы точности подшипников	Параметр шероховатости Ra, мкм, для диаметров подшипников	
		до 80 мм	св. 80 до 500 мм
Валов	0 6 и 5	1,6 0,8	3,2 1,6
Отверстий корпусов (сталь/чугун)	0 6 и 5	1,6 / 3,2 0,8 / 1,6	3,2 / 6,3 1,6 / 3,2

Табл. 8.8.6. Посадки колец шариковых и роликовых радиальных подшипников в зависимости от вида нагружения

ГОСТ 3325-

Вид нагружения	Посадки колец	
	внутреннего на вал	наружного в корпус
Местное	L0/js6 L0/h6 L0/g6 L0/f6 L6/js6 L6/h6 L6/g6 L6/f6	Js7/l0 H7/l0 H8/l0 G7/l0 Js7/l6 H7/l6 H9/l6 G7/l6
Циркуляционное	L0/n6 L0/m6 L0/k6 L0/js6 L6/n6 L6/m6 L6/k6 L6/js6	P7/l0 N7/l0 M7/l0 K7/l0 P7/l6 N7/l6 M7/l6 K7/l6
Колебательное	L6/js0 L6/js6	Js7/js0 Js7/js6

Табл. 8.8.7. Посадки радиально-упорных шариковых и роликовых подшипников при осевой регулировке

ГОСТ 3325-

Вид нагружения и способ регулировки	Посадки колец	
	внутреннего на вал	наружного в корпус
Циркуляционное нагружение колец подшипников при отсутствии регулировки	L0/n6 L0/m6 L0/k6 L0/js6 L6/n6 L6/m6 L6/k6 L6/js6	P7/l0 N7/l0 M7/l0 K7/l0 Js7/l0 P7/l6 N7/l6 M7/l6 K7/l6 Js7/l6
Циркуляционное нагружение регулируемых колец	L0/js6 L6/js6	Js7/l0 Js7/l6
Нерегулируемые и регулируемые местно нагруженные кольца, не перемещающиеся относительно посадочной поверхности	L0/js6 L0/h6 L6/js6 L6/h6	M7/l0 K7/l0 H7/l0 M7/l6 K7/l6 H7/l6
Местно нагруженные регулируемые кольца	L0/h6 L0/g6 L0/f6 L6/h6 L6/g6 L6/f6	H7/l0 H7/l6

Продолжение табл. 8.8.8

Опорных торцов заплечиков валов и корпусов	0 6 и 5	3,2 1,6	3,2 3,2

Примечание: Параметр шероховатости посадочных поверхностей валов для подшипников на закрепительных или стяжных втулках не должен превышать $Ra = 3{,}2$ мкм.

8.8.3. ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОСАДОЧНЫХ И ОПОРНЫХ ТОРЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗАПЛЕЧИКОВ ВАЛОВ И ОТВЕРСТИЙ КОРПУСОВ

Для посадочных мест подшипников в соответствии с ГОСТ 3325-85 устанавливаются следующие допуски формы поверхностей:

- допуск круглости ⌾ посадочных мест;
- допуск профиля продольного сечения ⌸;
- (⌾ + ⌸ = ⌾ - допуск цилиндричности).

Указанные допуски не должны превышать значений, представленных в табл. 8.8.9.

Допуски торцевого биения опорных торцевых поверхностей заплечиков валов и отверстий корпусов представлены в табл. 8.8.10.

Табл. 8.8.9. Допуски формы посадочных поверхностей для подшипников 0 и 6 класса точности

ГОСТ 3325-85

Интервалы диаметров d и D, мм	Допуски формы посадочных поверхностей, мкм			
	Валов (осей)		Отверстий корпусов	
	Допуск круглости ⌾	Допуск профиля продольного сечения ⌸	Допуск круглости ⌾	Допуск профиля продольного сечения ⌸
...				
Св.18 до 30	3,5	3,5	5,0	5,0
Св.30 до 50	4,0	4,0	6,0	6,0
Св.50 до 80	5,0	5,0	7,5	7,5
Св.80 до 120	6,0	6,0	9,0	9,0
Св.120 до 180	6,0	6,0	10,0	10,0
Св.180 до 250	7,0	7,0	11,5	11,5
...				

Табл. 8.8.10. Допуски осевого биения

ГОСТ 3325-85

Интервалы диаметров d и D, мм	Допуски осевого биения заплечиков, мкм			
	валов (осей)		отверстий корпусов	
	для классов точности подшипников			
	0	6	0	6
...				
Св.18 до 30	21	13	33	21
Св.30 до 50	25	16	39	25
Св.50 до 80	30	19	46	30
Св.80 до 120	35	22	54	35
Св.120 до 180	40	25	63	40
Св.180 до 250	46	29	72	46
...				

Обозначение на чертежах допусков формы и расположения посадочных и опорных торцевых поверхностей заплечиков валов и отверстий представлено на рис. 8.8.4.

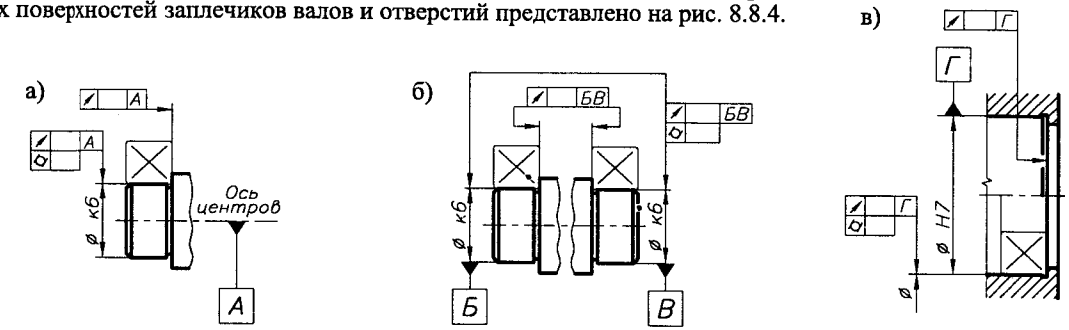


Рис. 8.8.4. Обозначение на чертежах допусков формы и расположения поверхностей установки подшипников: а), б) для вала, если базой является ось; в) для отверстия корпуса, если базой является ось

8.9. УСТАНОВКА, МОНТАЖ И ДЕМОНТАЖ ПОДШИПНИКОВ

8.9.1. УСТАНОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

1. ЗАПЛЕЧИКИ ДЛЯ УСТАНОВКИ ПОДШИПНИКОВ

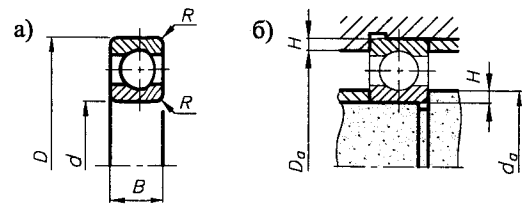


Рис. 8.9.1. Размеры подшипников для их установки: а) габаритные размеры; б) установочные размеры (размеры заплечиков)

Размеры заплечиков приведены в ГОСТ 20226-82, в табл. 8.10.2...8.10.10 или в каталогах подшипников.

2. РАДИУСЫ ЗАКРУГЛЕНИЙ ПОДШИПНИКА, РАДИУСЫ ЗАКРУГЛЕНИЙ И РАЗМЕРЫ ПОДТОЧЕК ВАЛА И КОРПУСА

Радиусы закруглений и размеры подточек для вала (рис. 8.9.2а,б) и корпуса (рис. 8.9.2в,г) в местах установки подшипников выбираются в зависимости от радиуса закругления подшипника R (рис.8.9.1а) и приведены в табл. 8.9.1.

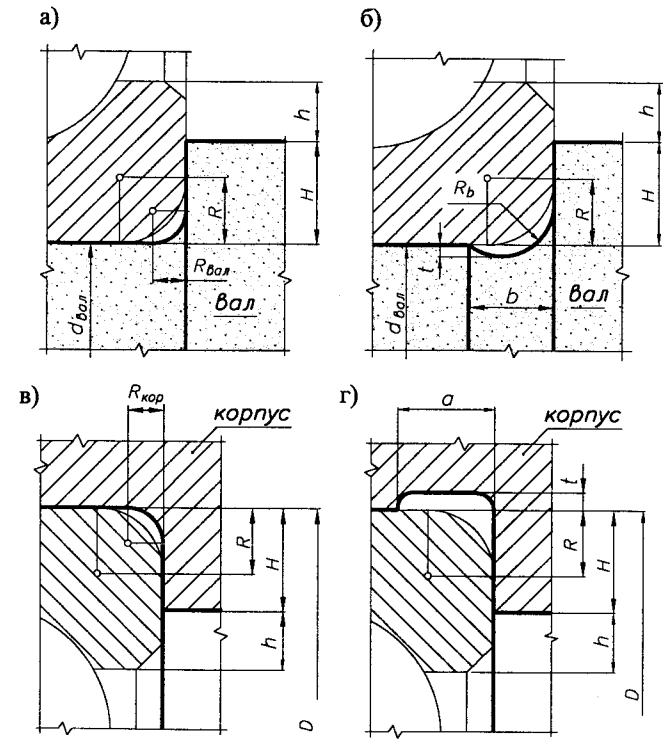


Рис. 8.9.2. Радиусы закруглений и размеры подточек: а), б) для вала; в), г) для корпуса

Табл. 8.9.1. Величины радиусов закругления и размеры подточек валов и корпусов, мм

Радиус закругления подшипника R	Радиус закругления вала (корпуса) $R_{вал}$, $R_{кор}$	Размеры подточек a	b	R_b	t
0,5	0,3	1,0	–	–	–
1,0	0,6	2,0	–	–	–
1,5	1,0	2,5	2,0	1,3	0,2
2,0	1,0	3,0	2,4	1,5	0,3
2,5	1,5	4,0	3,2	2,0	0,4
3,0	2,0	4,5	4,0	2,5	0,5
3,5	2,0	5,0	4,0	2,5	0,5
4,0	2,5	6,0	4,7	3,0	0,5
5,0	3,0	8,0	5,9	4,0	0,5

8.9.2. МОНТАЖ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

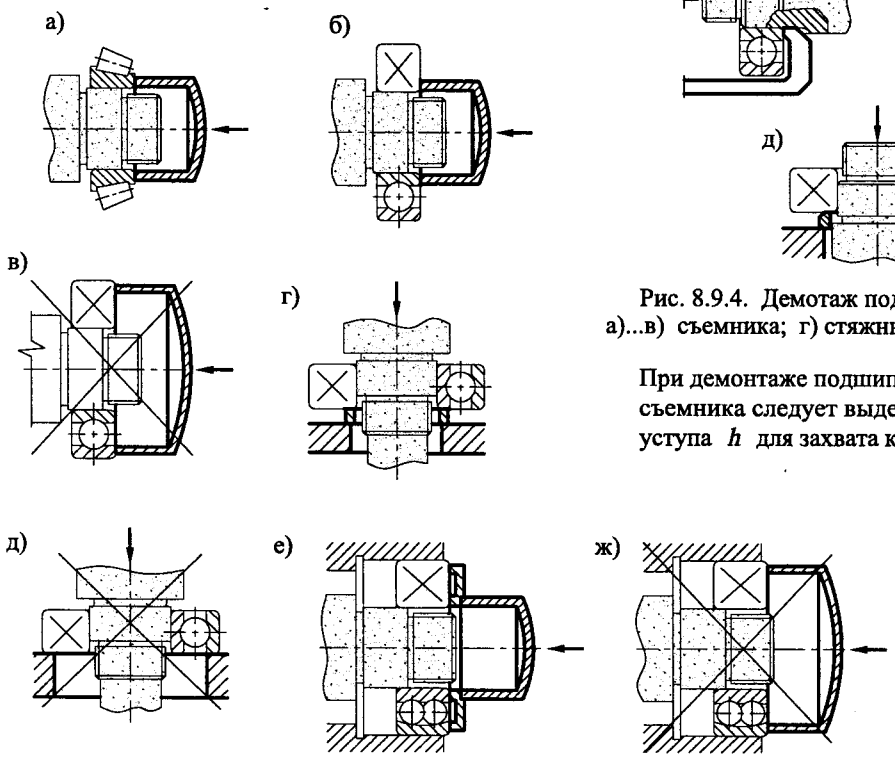


Рис. 8.9.3. Монтаж подшипников:
а)...д) на вал; е),ж) в корпус и на вал

8.9.3. ДЕМОНТАЖ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

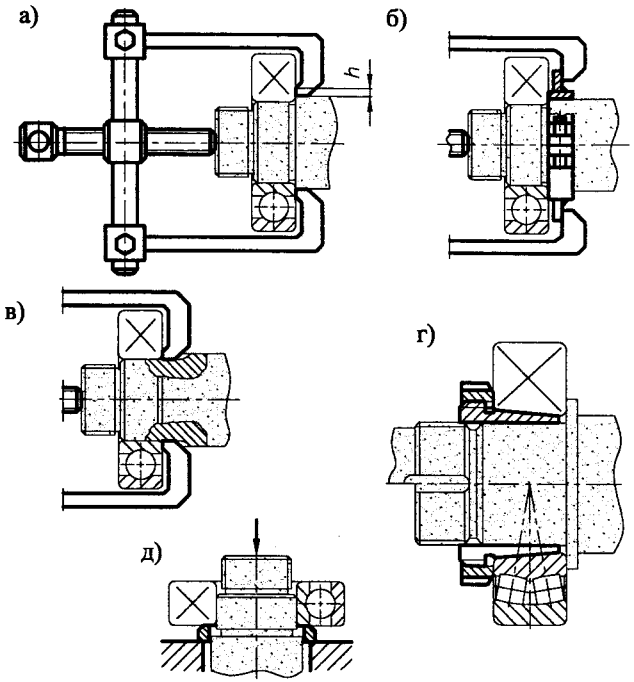


Рис. 8.9.4. Демотаж подшипников с использованием:
а)...в) съемника; г) стяжных втулок; д) при помощи пресса

При демонтаже подшипника качения с использованием съемника следует выдерживать минимальную высоту уступа h для захвата кольца подшипника.

Табл. 8.9.2. Min высота уступа h, необходимая для захвата лапами съемника кольца демонтируемого подшипника

$d_{вал}$ св.	до	$h \geqslant$
мм		
–	15	1,0
15	50	2,0
50	100	2,5
100	–	3,0

Размер h (рис. 8.9.2а...г).

8.9.4. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОБЛЕГЧЕНИЮ ДЕМОНТАЖА ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

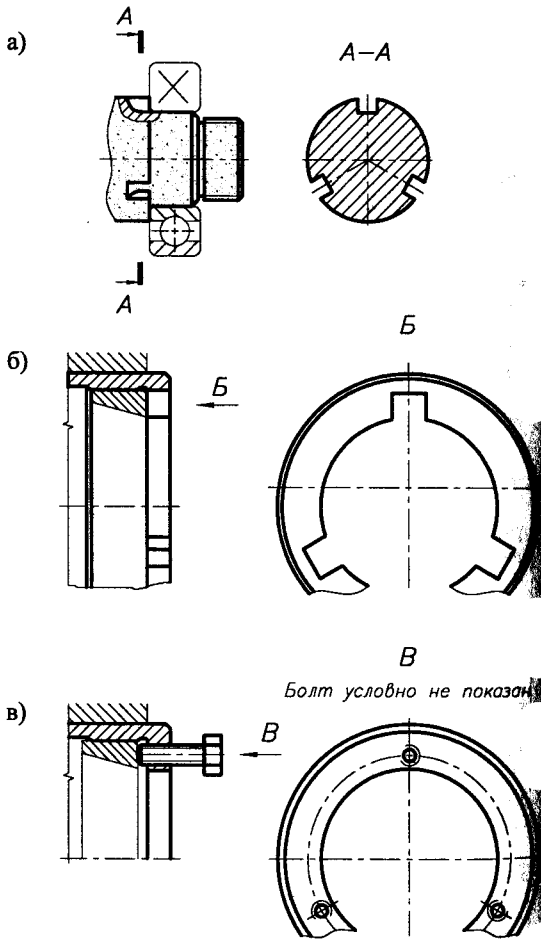


Рис. 8.9.5. Конструктивные решения по облегчению монтажа подшипников качения:
а), б) выфрезерованные пазы на валу (в корпусе) для возможности захвата лапами съемника боковой поверхности кольца подшипника;
в) отверстия с нарезанной резьбой во втулке (корпусе) подшипника для возможности его выжимания из посадочной поверхности.

8.9.5. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ВЫСОТЫ ЗАПЛЕЧИКОВ

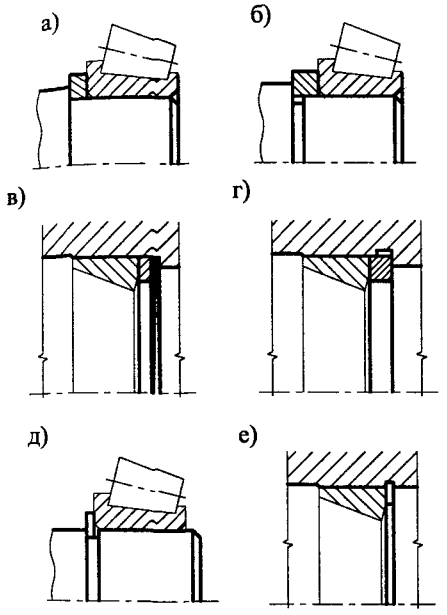


Рис. 8.9.6. Конструктивные решения по уменьшению высоты заплечиков валов (корпусов) в месте установки подшипника:
а), б) использование дополнительных колец на валу;
в), г) использование дополнительных колец в корпусе;
д) использование пружинных колец на валу;
е) использование пружинных колес в корпусе

8.10. ТАБЛИЦЫ ПАРАМЕТРОВ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

8.10.1. ОБОЗНАЧЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ [5, 15]

Основное условное обозначение подшипников состоит из 7 знаков (при нулевых значениях соответствующих признаков оно сокращается до трех знаков). Дополнительные обозначения, расположенные слева от основного, отделяются знаком тире; дополнительные обозначения справа - начинаются с прописной буквы. Порядковые номера знаков в основном и дополнительном обозначениях определяются по следующей схеме:

Дополнительное обозначение	Основное обозначение	Дополнительное обозначение
...0000	-0000000	АБВГ...
4321	7654321	

ОСНОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ

Первые два знака (на схеме 2 и 1) обозначают диаметр отверстия подшипника. Диаметры отверстий, кратные 5, обозначают частным от деления значения диаметра на 5 (кроме диаметров подшипников до 10 мм, а также диаметров 12, 15, 17, 22, 28, 32, 500 мм и более).

Знаки 3 и 7 определяют серию подшипника, т.е. один из установленных стандартами нормальных рядов подшипников, отличающихся по наружному диаметру (3) и ширине (7), при одинаковых конструкциях и внутренних диаметрах (табл. 8.10.1).

Знак 4 определяет тип подшипника, т.е. совокупность признаков, определяющих его основные свойства.

Знаки 5 и 6 определяют конструктивные особенности подшипников.

Типы подшипников (4-й знак):

0 - шариковый радиальный;
1 - шариковый радиальный двухрядный сферический;
2 - роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами;
3 - роликовый радиальный двухрядный сферический;
4 - роликовый игольчатый или с длинными цилиндрическими роликами;
5 - роликовый радиальный с витыми роликами;
6 - шариковый радиально-упорный;
7 - роликовый радиально-упорный (конический);
8 - шариковый упорный или упорно-радиальный;
9 - роликовый упорный или упорно-радиальный.

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ (перед основным):

6 - первая цифра слева от обозначения подшипника, отделенная знаком "тире", обозначает класс точности подшипника (например, 6-208 обозначает подшипник 208 класса точности 6). Установлены классы точности подшипников (в порядке повышения точности) 0, 6, 5, 4, 2. Класс точности 0 в обозначении не указывается.

76 - вторая цифра справа налево в дополнительном обозначении определяет группу (ряд) радиального зазора (например, подшипник 76-208 класса точности 6 имеет 7 группу (ряд) зазора).

1М76 - цифра с буквой М перед группой радиального зазора обозначает ряд момента трения в подшипнике (например, 1М76-208 определяет момент трения по первому ряду).

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ (после основного):

А - сепаратор повышенной грузоподъемности;
Г - сепаратор выполнен из черных металлов (Г, Г1, Г2,...);
Д - сераратор выполнен из алюминиевого сплава (Д, Д1, Д2,...);
Е - сепаратор выполнен из пластического материала (Е, Е1, Е2,...);
К - конструктивные изменения (К, К1, К2,...);
Л- сепаратор выполнен из латуни (чаще не проставляется);
Н - кольцевая проточка с отверстиями для смазки на наружном кольце роликового радиального сферического двухрядного подшипника;
С1 - обозначение видов смазочных материалов для подшипников закрытого типа (С, С1, С2,...);
Т - подшипники для работы при повышенных температурах;
У - специальные требования по более жестким требованиям к некоторым параметрам (шереховатости, точности и т.д.) (У, У1, У2,...);
Ш - ограничение величины уровня вибрации. С возрастанием цифрового индекса уровень вибрации уменьшается (Ш, Ш1, Ш2,...);
Ю - все детали подшипника или их часть выполнены из нержавеющей стали (Ю, Ю1, Ю2,...).

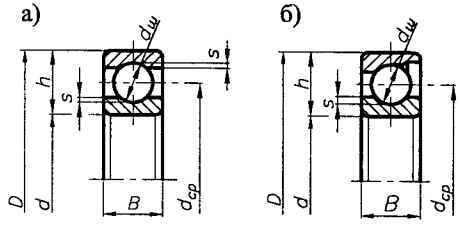
Табл. 8.10.1. Обозначение серий подшипников

Серия	Сверхлегкая												Особо легкая								Особо легкая				Легкая				Средняя				Тяжелая	
Характеристика по диаметру	8					9							1								7				2, 5				3, 6				4	
Характеристика по ширине	Узкая	Нормальная	Широкая	Особо широкая		Узкая	Нормальная	Широкая	Особо широкая				Узкая	Нормальная	Широкая	Особо широкая					Узкая	Нормальная	Широкая	Особо широкая	Узкая	Нормальная	Широкая	Особо широкая	Узкая	Нормальная	Широкая	Особо широкая	Узкая	Широкая
3-я цифра справа	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	1	1	1	1	1	1	1		7	7	7	7	2	2	5	2	3	3	6	3	4	4
7-я цифра справа	7	1	2	3	4	7	1	2	3	4	5	6	7	0	2	3	4	5	6		7	1	2	3	0	1	0	3	0	1	0	3	0	2

8.10.2. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ В ПОДШИПНИКАХ КАЧЕНИЯ [5, 9, 24]

Основные внутренние размеры стандартных подшипников отвечают следующим геометрическим соотношениям:

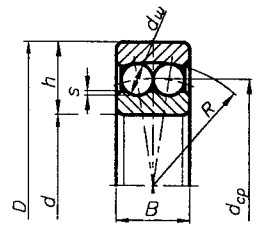
1. Шариковые радиальные и радиально-упорные подшипники



$h=0,5(D-d)$ $d_ш=(0,55\div0,63)h$
$d_{ср}=0,5(D+d)$ $s=0,15d_ш$ $B=(0,8\div1,0)h$

Рис. 8.10.1. Геометрические соотношения в шариковых подшипниках:
а) радиальных, б) радиально-упорных

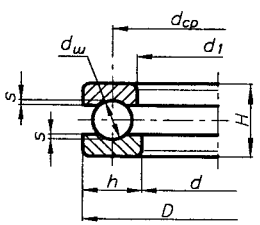
2. Шариковые двухрядные самоустанавливающиеся подшипники



$h=0,5(D-d)$
$d_{ср}=0,5(D+d)$
$d_ш=(0,45\div0,50)h$
$s=0,15d_ш$
$B=(0,85\div1,0)h$

Рис. 8.10.2. Геометрические соотношения в шариковых двухрядных самоустанавливающихся подшипниках

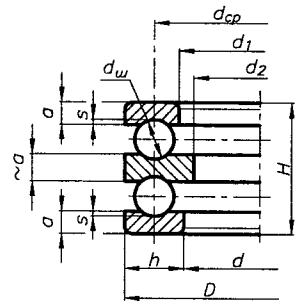
3. Шариковые упорные однорядные подшипники



$h=0,5(D-d)$
$d_{ср}=0,5(D+d)$
$d_ш=(0,70\div0,80)h$
$s=0,10d_ш$
$d_1=d+(0,2\div0,5)$

Рис. 8.10.3. Геометрические соотношения в шариковых упорных однорядных подшипниках

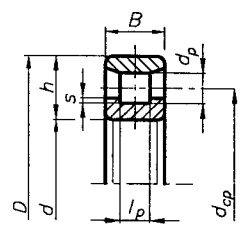
4. Шариковые упорные двухрядные подшипники



$h=0,5(D-d)$
$d_{ср}=0,5(D+d)$
$d_ш=(0,70\div0,80)h$
$s=0,10d_ш$
$d_1=d+(0,2\div0,5)$мм
$d_2=(0,83\div0,85)d$

Рис. 8.10.4. Геометрические соотношения в шариковых упорных двухрядных подшипниках

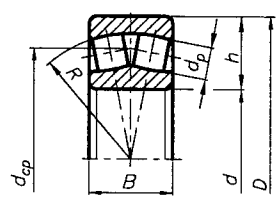
5. Роликовые радиальные подшипники



$h=0,5(D-d)$
$d_{ср}=0,5(D+d)$
$d_p=l_p=0,5h$
$s=(0,10\div0,12)d_p$
$B=(0,85\div1,25)h$
(меньшие значения B – для легких серий)

Рис. 8.10.5. Геометрические соотношения в роликовых радиальных подшипниках

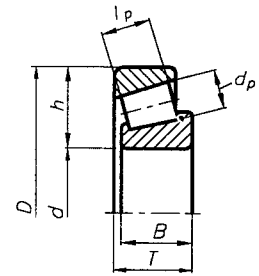
6. Роликовые двухрядные самоустанавливающиеся подшипники



$h=0,5(D-d)$
$d_{ср}=0,5(D+d)$
$d_p=l_p=0,5h$
$B=(1,15\div1,25)h$

Рис. 8.10.6. Геометрические соотношения в роликовых двухрядных самоустанавливающихся подшипниках

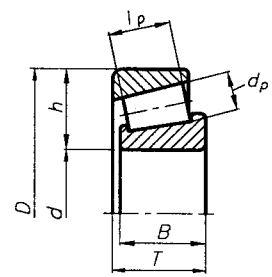
7. Конические роликовые подшипники (легкая и средняя сер



$h=0,5(D-d)$
$d_p=(0,5\div0,53)h$
$l_p=(1,2\div1,25)d_p$

Рис. 8.10.7. Геометрические соотношения в коничес роликовых подшипниках

8. Конические роликовые подшипники (широкая сер



$h=0,5(D-d)$
$d_p=(0,5\div0,53)h$
$l_p=(1,7\div1,9)d_p$

Рис. 8.10.8. Геометрические соотношения в коничес роликовых подшипниках

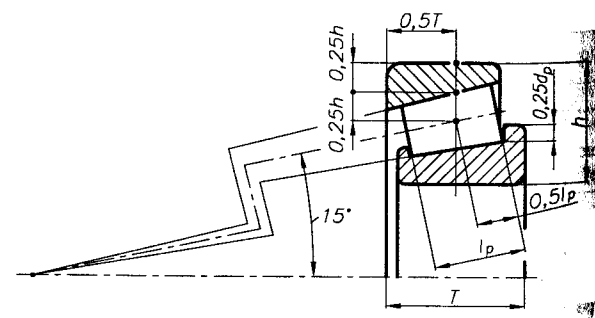


Рис. 8.10.9. Построение сечения конического подшипни

Табл. 8.10.2. Основные размеры, мм и параметры подшипников

d	D	B	R	Обозначение подшипника	C кН	C_o кН	d_a min	D_a max	a
...									
20	32	7	0,5	1000804	2,70	1,50	23	28	2
	37	9	0,5	1000904	6,55	3,04	23	34	2
	42	8	0,5	7000104	7,02	3,40	26	36	2
	42	12	1,0	104	9,36	4,50	24	38	2
	47	14	1,5	204	12,7	6,20	26	42	2
	52	15	2,0	304	15,9	7,80	27	45	2
	72	19	2,0	404	30,7	16,6	27	63	2
25	37	7	0,5	1000805	3,12	1,98	27	35	2
	42	9	0,5	1000905	7,32	3,68	28	39	2
	47	8	0,5	7000105	7,61	4,00	31	42	2
	47	12	1,0	105	11,2	5,60	29	43	2
	52	15	1,5	205	14,0	6,95	30	47	2
	62	17	2,0	305	22,5	11,4	33	55	2
	80	21	2,5	405	36,4	20,4	36	66	2
30	42	7	0,5	1000806	3,42	2,35	32	39	2
	47	9	0,5	1000906	7,59	3,99	33	44	2
	55	9	0,5	7000106	11,2	5,85	37	50	2
	55	13	1,5	106	13,3	6,80	35	50	2
	62	16	2,0	206	19,5	10,0	35	57	2
	72	19	2,0	306	28,1	14,6	39	65	2
	90	23	2,5	406	47,0	26,7	41	77	2
35	47	7	0,5	1000807	4,03	3,00	37	44	2
	55	10	0,5	1000907	10,4	5,65	40	50	2
	62	9	0,5	7000107	12,4	6,95	43	56	2
	62	14	1,5	107	15,9	8,50	39	57	2
	72	17	2,0	207	25,5	13,7	42	65	2
	80	21	2,5	307	33,2	18,0	42	71	2
	100	25	2,5	407	55,3	31,0	52	86	2
40	52	7	0,5	1000808	4,16	3,35	43	49	2
	62	12	1,0	1000908	12,2	6,92	46	57	2
	68	15	1,0	7000108	13,3	7,80	47	62	2
	68	15	1,5	108	16,8	9,30	46	63	2
	80	18	2,0	208	32,0	17,8	48	73	2
	90	23	2,5	308	41,0	22,4	47	81	2
	110	27	3,0	408	63,7	36,5	55	95	2
45	58	7	0,5	1000809	6,05	3,80	48	55	2
	68	12	1,0	1000909	14,3	8,13	50	64	2
	75	10	1,0	7000109	15,6	9,30	54	66	2
	75	16	1,5	109	21,2	12,2	51	70	2
	85	19	2,0	209	33,2	18,6	53	78	2
	100	25	2,5	309	52,7	30,0	52	80	2
	120	29	3,0	409	76,1	45,5	62	104	2

8.10.3. ПОДШИПНИКИ ШАРИКОВЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ ОДНОРЯДНЫЕ ГОСТ 8338-75

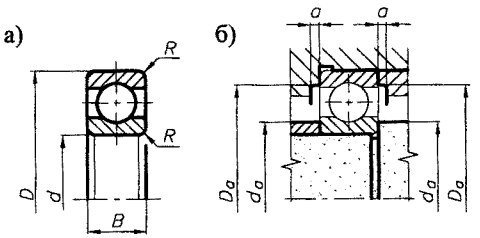


Рис. 8.10.10. Габаритные и установочные размеры шариковых радиальных однорядных подшипников

Продолжение табл. 8.10.2

d	D	B	R	Обозначение подшипника	C кН	C_o кН	d_a min	D_a max	a
50	65	7	0,5	1000810	6,24	4,25	54	62	2
	72	12	1,0	1000910	14,5	9,70	56	67	2
	80	10	1,0	7000110	16,3	10,0	59	72	2
	80	16	1,5	110	21,6	13,2	56	75	2
	90	20	2,0	210	35,1	19,8	58	83	2
	110	27	3,0	310	61,8	36,0	63	98	2
	130	31	3,5	410	87,1	52,0	68	114	2
55	72	9	0,5	1000811	8,32	5,60	60	67	3
	80	13	1,5	1000911	16,0	10,0	61	74	3
	72	9	0,5	7000111	17,0	11,7	65	80	3
	90	18	2,0	111	28,1	17,0	62	84	3
	100	21	2,5	211	43,6	25,0	65	91	3
	120	29	3,0	311	71,5	41,5	67	109	3
	140	33	3,5	411	100	63,0	71	122	3
60	78	10	0,5	1000812	8,71	7,35	64	74	3
	85	13	1,5	1000912	16,4	10,6	66	79	3
	95	11	1,0	7000112	18,6	12,4	70	85	3
	95	18	2,0	112	29,6	18,3	68	88	3
	110	22	2,5	212	52,0	31,0	71	101	3
	130	31	3,5	312	81,9	48,0	75	116	3
	150	35	3,5	412	108	70,0	77	131	3
65	85	10	1,0	1000813	11,7	8,30	70	81	3
	90	16	1,5	1000913	17,4	11,9	70	84	3
	100	11	1,0	7000113	19,0	13,1	75	90	3
	100	18	2,0	113	30,7	19,6	73	93	3
	120	23	2,5	213	56,0	34,0	77	111	3
	140	33	3,5	313	92,3	56,0	78	125	3
	160	37	3,5	413	119	78,0	83	141	3

Продолжение табл. 8.10.2

d	D	B	R	Обозначение подшипника	C кН	C_o кН	d_a min	D_a max	a
70	90	10	1,0	1000814	12,1	9,15	75	86	3
	100	16	1,6	1000914	23,7	17,3	78	94	3
	110	13	1,0	7000114	22,2	15,3	82	101	3
	110	20	2,0	114	37,7	24,5	78	103	3
	125	24	2,5	214	61,8	37,5	82	116	3
	150	30	3,5	314	104	63,0	85	136	3
	180	42	4,0	414	143	105	93	157	3
75	95	10	1,0	1000815	12,5	9,80	80	89	3
	105	16	1,5	1000915	24,3	16,8	83	98	3
	115	13	1,0	7000115	28,6	20,0	85	106	3
	115	20	2,0	115	39,7	26,0	83	108	3
	130	25	2,5	215	66,3	41,0	85	121	3
	160	37	3,5	315	112	72,5	93	144	3
	190	45	4,0	415	153	114	98	166	3
80	100	10	1,0	1000816	12,4	9,80	85	95	3
	110	16	1,5	1000916	27,5	18,9	88	103	3
	125	14	1,0	7000116	33,2	23,6	88	116	3
	125	22	2,5	116	47,7	31,5	90	118	3
	140	26	3,0	216	70,2	45,0	92	130	3
	170	39	3,5	316	124	80,0	99	155	3
	200	48	4,0	416	163	125	105	176	3
85	110	13	1,5	1000817	19,0	15,0	90	100	3
	120	18	2,0	1000917	31,9	22,2	98	112	3
	130	14	1,0	7000117	33,8	25,0	92	121	3
	130	22	2,0	117	49,4	33,5	95	122	3
	150	28	3,0	217	82,3	53,0	99	140	3
	180	41	4,0	317	133	90,0	103	163	3
	210	52	5,0	417	174	135	108	185	3
90	115	13	1,5	1000818	19,5	15,6	96	109	3
	125	18	2,0	1000918	32,9	23,5	99	117	3
	140	16	1,5	7000118	41,6	29,0	100	130	3
	140	24	2,5	118	57,2	39,0	100	130	3
	160	30	3,0	218	95,6	62,0	105	150	3
	190	43	4,0	318	143	99,0	111	172	3
	225	54	5,0	418	186	146	117	200	3
95	120	13	1,5	1000819	19,7	17,4	102	113	3
	130	18	2,0	1000919	32,9	23,5	110	122	3
	145	24	1,5	7000119	42,3	31,5	105	134	3
	145	24	2,5	119	60,5	41,5	105	135	3
	170	32	3,5	219	108	69,5	111	155	3
	200	45	4,0	319	153	110	119	180	3
100	125	13	1,5	1000820	19,9	17,0	107	120	3
	140	20	2,0	1000920	44,9	32,0	113	132	3
	150	16	1,5	7000120	44,2	32,5	110	139	3
	150	24	2,5	120	60,5	41,5	110	139	3
	180	34	3,5	220	124	79,0	117	162	3
	215	47	4,0	320	174	132	125	195	3
...									

$P_r = VF_r$ - для $F_a/(VF_r) \leqslant e$, ($X = 1{,}0$; $Y = 0$).

$P_r = 0{,}56VF_r + YF_a$ - для $F_a/(VF_r) > e$, ($X = 0{,}56$; e, Y - табл. 8.5.2).

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ шарикового радиального подшипника особолегкой серии диаметров 1, серии ширин 0 с $d = 50$ мм, $D = 80$ мм, $B = 16$ мм: *Подшипник 110 ГОСТ 8338-75*

8.10.4. ПОДШИПНИКИ ШАРИКОВЫЕ РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ОДНОРЯДНЫЕ ГОСТ 831-75

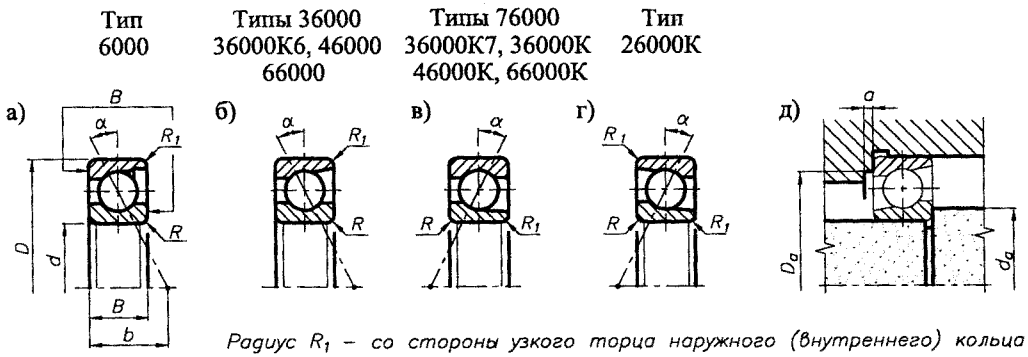


Рис. 8.10.11. Габаритные и установочные размеры шариковых радиально-упорных подшипников

Стандарт устанавливает следующие типы подшипников:

разъемные со съемным наружным кольцом: 6000 - с углом контакта
разъемные со съемным внутренним кольцом: 76000 - с угом контакта
неразъемные со скосом на наружном кольце: 36000 - с углом контакта
36000К6 - с углом контакта
46000 - с углом контакта
66000 - с углом контакта
неразъемные со скосом на внутреннем кольце: 36000К7 - с углом контакта
36000К - с углом контакта
46000К - с углом контакта
66000К - с углом контакта
неразъемные со скосом на наружном и внутреннем кольцах:
26000К - с углом контакта

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ шарикового радиально-упорного подшипника 36000, легкой серии диаметров 2 с $d = 25$ мм, $D = 52$ мм, $B = 15$ мм:

Подшипник 36205 ГОСТ

Табл. 8.10.3. Основные размеры, мм и параметры подшипников

Отсутствующие значения C и C_o для ряда подшипников будут вводиться в стандарт по мере

d	D	B	R	R_1	b	Обозначение подшипника		C кН	C_o	d_a max	D_a min	a
20	37	9	0,5	0,3	11	1036904		6,70	4,40	23	34	2
						1036904К		2,86	1,79	23	34	2
						1046904		6,40	4,40	23	34	2
						1046904К		2,65	1,66	23	34	2
	42	12	0,5	0,3	13	36104		10,6	5,32	24	38	2
						36104К		7,80	5,20	24	38	2
						36104(К6, К7)		–	–	24	38	2
						46104(К)	6104	–	–	24	38	2
	47	14	0,5	0,3	23,5	26204К	36204К6	–	–	26	42	2
						36204		15,7	8,31	26	42	2
						36204К		11,9	7,45	26	42	2
						46204		14,8	7,64	26	42	2
						46204К		9,50	6,20	26	42	2
						66204		–	–	26	42	2
	52	15	1,5	0,8	23,5	26304К	36304(К)	–	–	27	45	2
						46304	46304К	17,8	9,00	27	45	2
						66304(К)		–	–	27	45	2
25	42	9	0,5	0,3	11	1036905		7,10	4,75	28	39	2
						1036905К		3,07	2,07	28	39	2
						1046905		6,70	4,50	28	39	2
						1046905К		2,85	1,92	28	39	2
	47	12	1,0	0,5	13	36105		11,8	6,29	29	43	2
						36105К		8,65	6,10	29	43	2
						36105(К6, К7)	46105(К)	–	–	29	43	2
	52	15	1,5	0,8	23,5	26205К	36205К6	–	–	30	47	2
						36205		16,7	9,10	30	47	2
						36205К		11,4	8,00	30	47	2
						46205		15,7	8,34	30	47	2
						46205К		10,6	7,35	30	47	2
						66205		–	–	30	47	2
	62	17	2,0	1,0	23,5	26305К	36305(К)	–	–	33	55	2
						46305	46305К	26,9	14,6	33	55	2
						66305(К)		–	–	33	55	2
	80	21	2,5	1,2	23,5	66405		–	–	36	66	2
30	47	9	0,5	0,3	11	1036906		7,65	5,50	33	44	2
30	47	9	0,5	0,3	11	1036906К		3,26	2,35	33	44	2
						1046906		7,20	5,10	33	44	2
						1046906К		3,02	2,18	33	44	2
	55	13	1,5	0,8	13	36106		15,3	8,57	35	50	2
						36106К		11,2	8,30	35	50	2
						36106К6 (К7)		–	–	35	50	2
						46106		14,5	7,88	35	50	2
						46106(К)		10,4	7,65	35	50	2
	62	16	1,5	0,8	23,5	26206К		–	–	37	57	2
						36206		22,0	12,0	37	57	2
						36206К		16,3	12,0	37	57	2
						36206К6	66206	–	–	37	57	2
						46206		21,9	12,0	37	57	2
						46206К		16,0	11,8	37	57	2
	72	19	2,0	1,0	23,5	26306К	36306(К)	–	–	39	65	2
						46306	46306К	32,6	18,3	39	65	2
						66306(К)		–	–	39	65	2
	90	23	2,5	1,2	23,5	66406		43,8	27,6	41	77	2
35	55	10	1,0	0,3	11	1036907		8,50	6,55	40	50	2
						1036907К		5,40	4,15	40	50	2
						1046907		8,00	6,20	40	50	2
						1046907К		5,00	3,85	40	50	2
	62	14	1,5	0,8	13	36107(К6, К7)		–	–	39	57	2
						36107К		12,9	9,80	39	57	2
						46107(К)		–	–	39	57	2
	72	17	2,0	1,0	23,5	26207К	36207К6	–	–	42	65	2
						36207		30,8	17,8	42	65	2
						36207К		20,0	15,3	42	65	2
						46207		29,0	16,4	42	65	2
						46207К		18,6	14,0	42	65	2
						66207		27,0	14,7	42	65	2
	80	21	2,5	1,2	23,5	26307К	36307(К)	–	–	44	71	2
						46307	46307К	42,6	24,7	44	71	2
						66307(К)		–	–	44	71	2
	100	25	2,5	1,2	23,5	66407		–	–	52	86	2
40	62	12	1,0	0,3	11	1036908		12,5				
						1036908(К)		7,02				
						1046908		11,8				
						1046908(К)		6,52				
	68	15	1,5	0,8	13	36108(К6, К7)		–				
						36108К		13,7				
						46108		18,9				
						46108К		12,7				
	80	18	2,0	1,0	23,5	26208К		–				
						36208		38,9				
						36208К		27,0				
						46208		36,8				
						46208К		25,5				
						66208		–				
	90	23	2,5	1,2	23,5	26308К		–				
						36308	36308К	53,9				
						46308	46308К	50,8				
						66308(К)		–				
	110	27	3,0	1,5	23,5	66408		72,2				
45	68	12	1,0	0,3	11	1036909		13,4				
						1036909К		7,40				
						1046909		12,5				
						1046909К		6,87				
	75	16	1,5	0,8	13	36109(К, К6, К7)		–				
						46109		22,4				
						46109К		17,9				
	85	19	2,0	1,0	23,5	26209К	36209К6	–				
						36209		41,9				
						36209К		32				
						46209		38				
						46209К		30				
						66209		–				
	110	25	2,5	1,2	23,5	26309К	36309(К)	–				
						46309	46309К	61				
						66309	66309К	60				
	120	29	3,0	1,5	23,5	66409		81,2				

Продолжение табл. 8.10.3 на след. стр.

8.10.5. ПОДШИПНИКИ ШАРИКОВЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ СФЕРИЧЕСКИЕ ДВУХРЯДНЫЕ ГОСТ 28428-90

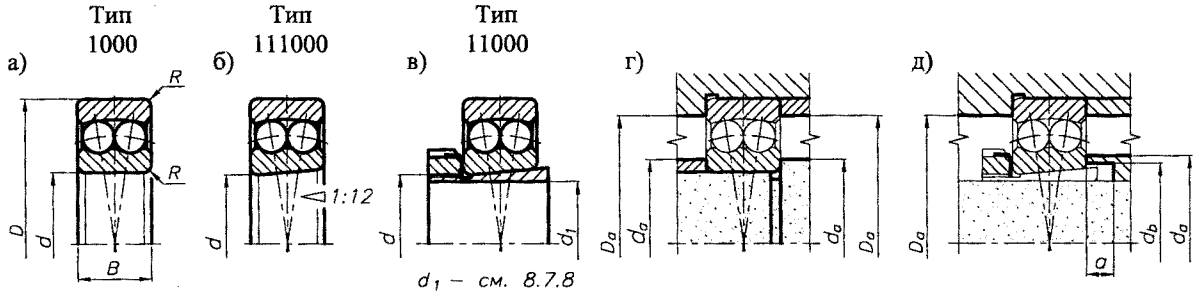


Рис. 8.10.12. Габаритные и установочные размеры радиальных шариковых сферических двухрядных подшипников

Стандарт устанавливает следующие конструктивные испо
подшипников:
1000 - с цилиндрическим отверстием внутреннего кольц
111000 - с коническим отверстием внутреннего кольца,
11000 - с закрепительной втулкой для установки на гладк

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ шарикового радиального двухр
сферического подшипника с цилиндрическим отверстием
него кольца серии диаметров 2 с $d = 50$ мм, $D = 90$ мм, B

Подшипник 1210 ГОСТ 2

То же, с коническим отверстием внутренего кольца:

Подшипник 111210 ГОСТ 2

То же, с закрепительной втулкой:

Подшипник 11210 ГОСТ 2

Табл. 8.10.4. Основные размеры, мм и параметры подшипников

d	D	B	R	Обозначение подшипника	C кН	C_o кН	d_a max	D_a max	d_b min	a min	e	$F_a/F_r \le e$ Y_1	$F_a/F_r > e$ Y
...													
20	47	14	1,5	1204, 111204	10,0	3,45	25	42			0,27	2,3	3,6
	47	18	1,5	1504, 111504	12,5	4,30	25	42			0,48	1,3	2,0
	52	15	2,0	1304, 111304	12,5	4,40	26	45			0,28	2,2	3,5
	52	21	2,0	1604, 111604	18,0	6,10	26	45			0,51	1,2	1,9
	52	15	1,5	11204	12,2	4,40	33	47	28	5	0,27	2,3	3,6
	52	18	1,5	11504			33	47	28	5	0,43	1,4	2,3
	62	17	2,0	11304	13,7	5,85	33	47	28	5	0,28	2,2	3,5
25	52	15	1,5	1205, 111205	12,2	4,40	30	47			0,27	2,3	3,6
	52	18	1,5	1505, 111505	12,5	4,65	30	47			0,43	1,4	2,3
	62	17	2,0	1305, 111305	18,0	6,70	31	55			0,28	2,2	3,5
	62	24	2,0	1605, 111605	24,5	8,50	31	55			0,47	1,3	2,1
	62	16	1,5	11205	15,6	6,20	38	57	33	5	0,27	2,3	3,6
	62	20	1,5	11505	15,3	6,10	38	57	33	5	0,27	2,3	3,6
	72	19	2,0	11305	21,2	8,50	38	65	35	5	0,27	2,3	3,6
	72	27	2,0	11605	24,0	10,0	40	65	35	5	0,27	2,3	3,6
30	62	16	1,5	1206, 111206	15,6	6,20	35	57			0,24	2,6	4,0
	62	20	1,5	1506, 111506	15,3	6,10	35	57			0,39	1,6	2,5
	72	19	2,0	1306, 111306	21,2	8,50	36	65			0,25	2,5	3,9
	72	27	2,0	1606, 111606	31,5	11,4	36	65			0,44	1,4	2,2
	72	17	2,0	11206	16,0	6,95	43	65	38	5	0,27	2,3	3,6
	72	23	2,0	11506	21,6	8,80	44	65	39	5	0,27	2,3	3,6
	80	21	2,5	11306	25,0	10,6	44	71	39	5	0,27	2,3	3,6
	80	31	2,5	11606	39,0	14,6	45	71	40	5	0,27	2,3	3,6
35	72	17	2,0	1207, 111207	16,0	6,95	42	65			0,23	2,7	4,2
	72	23	2,0	1507, 111507	21,6	8,80	42	65			0,37	1,7	2,6
	80	21	2,5	1307, 111307	25,0	10,6	42	71			0,24	2,5	4,0
	80	31	2,5	1607, 111607	39,0	14,6	42	71			0,46	1,3	2,1
	80	18	2,0	11207	19,3	8,80	49	73	43	5	0,27	2,3	3,6
	80	23	2,0	11507	22,4	10,0	49	73	44	5	0,27	2,3	3,6
	90	23	2,5	11307	29,0	12,9	49	81	44	5	0,27	2,3	3,6
	90	33	2,5	11607	45,0	17,6	50	81	45	5	0,27	2,3	3,6
40	80	18	2,0	1208, 111208	19,3	8,80	47	73			0,22	2,8	4,3
	80	23	2,0	1508, 111508	22,4	10,0	47	73			0,33	1,9	3,0
	90	23	2,5	1308, 111308	29,0	12,9	47	81			0,24	2,6	4,0
	90	33	2,5	1608, 111608	45,0	17,6	47	81			0,43	1,5	2,3
	85	19	2,0	11208	22,0	10,0	54	78	48	5	0,27	2,3	3,6
	85	23	2,0	11508	23,2	11,0	55	78	50	5	0,27	2,3	3,6
	100	25	2,5	11308	38,0	17,0	55	91	50	5	0,27	2,3	3,6
	100	36	2,5	11608	54,0	22,0	56	91	50	5	0,27	2,3	3,6
45	85	19	2,0	1209, 111209	22,0	10,0	52	78			0,21	2,9	4,5
	85	23	2,0	1509, 111509	23,2	11,0	52	78			0,30	2,0	3,2
	100	25	2,5	1309, 111309	38,0	12,9	52	91			0,25	2,5	3,9
	100	36	2,5	1609, 111609	54,0	17,0	52	91			0,42	1,5	2,3
	90	20	2,0	11209	22,8	11,0	60	83	53	5	0,27	2,3	3,6
	90	23	2,0	11509	23,2	11,6	60	83	55	10	0,27	2,3	3,6
	110	27	3,0	11309	41,5	19,3	60	100	55	5	0,27	2,3	3,6
	110	43	3,0	11609	64,0	26,5	62	100	56	5	0,27	2,3	3,6
50	90	20	2,0	1210, 111210	22,8	11,0	57	83			0,20	3,2	4,9
	90	23	2,0	1510, 111510	23,2	11,0	57	83			0,28	2,2	3,5
	110	27	3,0	1310, 111310	41,5	19,3	60	100			0,23	2,7	4,2
	110	40	3,0	1610, 111610	64,0	26,5	60	100			0,43	1,5	2,3
	100	21	2,5	11210	27,0	13,7	67	91	60	6	0,27	2,3	3,6
	100	25	2,5	11510	26,5	13,4	65	91	60	10	0,27	2,3	3,6
	120	29	3,0	11310	51,0	24,0	65	110	60	6	0,27	2,3	3,6
	120	43	3,0	11610	75,0	31,5	68	110	61	6	0,27	2,3	3,6
55	100	21	2,5	1211, 111211	27,0	13,7	62	91			0,19	3,3	5,1
	100	25	2,5	1511, 111511	26,5	13,4	62	91			0,27	2,4	3,6
	120	29	3,0	1311, 111311	51,0	24,0	65	110			0,23	2,7	4,2
	120	43	3,0	1611, 111611	75,0	31,5	65	110			0,42	1,5	2,3
	110	22	2,5	11211	30,0	16,0	72	101	64	5	0,27	2,3	3,6
	110	28	2,5	11511	34,0	17,3	72	101	65	8	0,27	2,3	3,6
	130	31	3,5	11311	57,0	28,0	72	118	65	5	0,27	2,3	3,6
	130	46	3,5	11611	86,5	37,5	74	118	66	5	0,27	2,3	3,6
60	110	22	2,5	1212, 111212	30,0	16,0	67	101					
	110	28	2,5	1512, 111512	34,0	17,3	67	102					
	130	31	3,5	1312, 111312	57,0	28,0	72	118					
	130	46	3,5	1612, 111612	86,5	37,5	72	118					
	120	23	2,5	11212	31,0	17,3	83	116	75	5			
	120	31	2,5	11512	31,0	17,3	83	116	75	10			
	140	33	3,5	11312	62,0	31,0	83	138	75	5			
	140	48	3,5	11612	95,0	43,0	86	138	76	5			
65	120	23	2,5	1213, 111213	31,0	17,3	72	111					
	120	31	2,5	1513, 111513	44,0	22,4	72	111					
	140	33	3,5	1313, 111313	62,0	31,0	76	128					
	140	48	3,5	1613, 111613	95,0	43,0	76	128					
	130	25	2,5	11213	39,0	21,6	88	121	80	5			
	130	31	2,5	11513	44,0	24,5	88	121	80	12			
	160	37	3,5	11313	80,0	40,5	88	148	80	5			
	160	55	3,5	11613	122	56,0	92	148	80	5			
70	125	24	2,5	1214, 111214	34,5	19,0	77	116					
	125	31	2,5	1514, 111514	44,0	23,2	77	116					
	150	35	3,5	1314, 111314	75,0	37,5	81	138					
	150	51	3,5	1614, 111614	110	50,0	81	138					
	140	26	3,0	11214	40,0	23,6	94	130	85	5			
	140	33	3,0	11514	51,0	28,5	94	130	85	12			
	170	39	3,5	11314	88,0	45,0	94	158	85	5			
	170	58	3,5	11614	137	64,0	98	158	88	5			
75	130	25	2,5	1215, 111215	39,0	21,6	82	121					
	130	31	2,5	1515, 111515	44,0	24,5	82	121					
	160	37	3,5	1315, 111315	80,0	40,5	86	148					
	160	55	3,5	1615, 111615	122	56,0	86	148					
	150	28	3,0	11215	49,0	28,5	99	140	90	6			
	150	36	3,0	11515	58,5	32,0	100	140	91	12			
	180	41	4,0	11315	98,0	51,0	100	166	91	6			
	180	60	4,0	11615	140	68,0	104	166	94	6			

Продолжение табл. 8.10.4 на след. стр.