

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
НОВГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ЯРОСЛАВА МУДРОГО

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ

Методические указания к лабораторной работе

*по курсу «Детали машин и основы конструирования»
для специальностей 151001, 150201, 190601, 110301*

ВЕЛИКИЙ НОВГОРОД
2007

ВВЕДЕНИЕ.

Подшипники качения широко применяются во всех механизмах и машинах самого различного назначения. Их работоспособность определяется правильностью монтажа, регулировки и эксплуатации подшипниковых узлов. В настоящем методическом руководстве изложены конструктивные особенности различных типов подшипниковых узлов и необходимые требования их правильной эксплуатации.

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ.

- 1) Изучить конструктивные особенности различных подшипниковых узлов.
- 2) Ознакомиться с методикой применения подшипников в зависимости от величин и направлений действующих сил.
- 3) Изучить требования эксплуатации к подшипниковым узлам различного типа.
- 4) Изучить методы создания и регулировки необходимых зазоров.

2. ОПИСАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ.

При установке вала с подшипниками и комплектом деталей в корпус происходит базирование этого вала относительно корпуса. В зависимости от способа установки в корпусе опоры валов подразделяются на две группы: опоры фиксированных валов; опоры плавающих валов.

2.1. Опоры фиксированных валов

По способу осевого фиксирования опоры валов классифицируются:

- осевое фиксирование валов в одной опоре одним подшипником, двумя одинарными или одним сдвоенным подшипником (схемы I.а и I.б)
- осевое фиксирование вала в двух опорах; по схеме "враспор", по схеме "врастяжку" (схемы I.в и I.г).

Рассмотрим сущность, достоинства, недостатки и область применения осевого фиксирования валов по этим четырём схемам.

Схема I.а. Внутренние кольца обоих подшипников закреплены на валу. Внешнее кольцо левой опоры закреплено в корпусе,

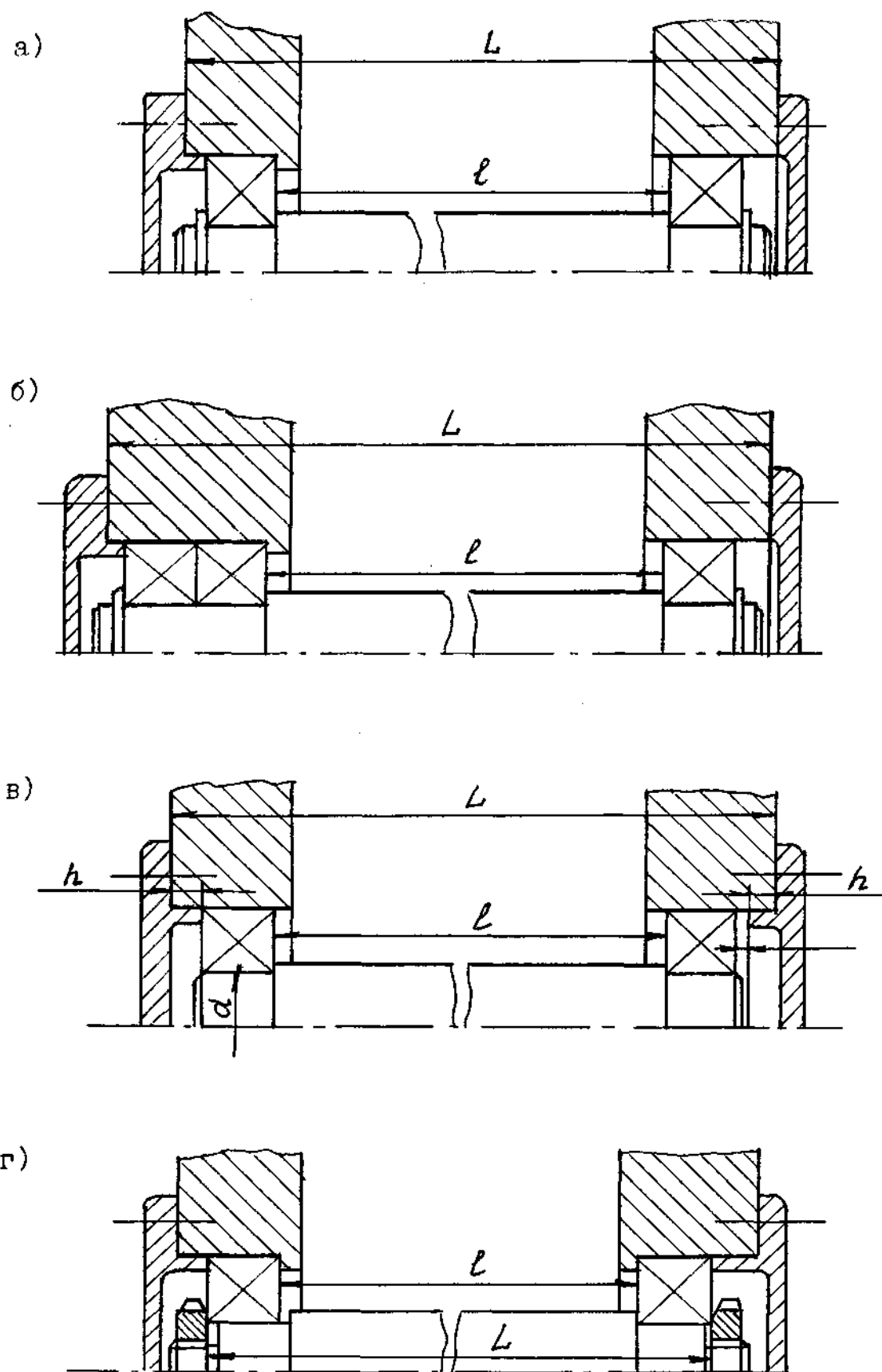


Рис. I

внешнее кольцо другой опоры в корпусе не закреплено и имеет свободу осевого перемещения. Первую опору называют фиксирующей, вторую — плавающей. Фиксирующая опора воспринимает как радиальную, так и осевую нагрузку, а плавающая — только радиальную.

Достоинства осевого фиксирования по схеме I.a;

1) Температурные удлинения вала не вызывают его заземления в подшипниках. В этом случае плавающая опора перемещается вдоль оси отверстия корпуса и занимает новое положение, соответствующее изменившейся длине вала.

2) На размеры корпуса L и вала l можно назначать весьма широкие допуски.

Недостатками схемы I.a являются:

1) Малая жёсткость опор вследствие зазоров между кольцами и телами качения. Это сказывается на увеличении прогибов валов и искажении положения сидящих на них деталей.

2) Необходимость крепления в осевом направлении одного из подшипников как на валу, так и в корпусе. Поэтому конструктивное оформление одной из опор вала получается более сложным.

Осевую фиксацию валов по схеме I.a можно применять: при любом расстоянии между опорами вала (ограничением являются жёсткость вала и допустимый перекося колец подшипников);

в случаях, когда некоторая осевая и радиальная "игра" вала допустима по условиям работы изделия.

Осевую фиксацию по схеме I.a широко применяют в коробках скоростей, редукторах и других узлах для валов цилиндрических зубчатых передач.

Оба подшипника по возможности должны нагружаться равномерно.

Схема I.б. В фиксирующей опоре вала устанавливают два одинарных или один сдвоенный подшипник.

Внутренние кольца подшипников обеих опор закрепляют на валу.

Наружные кольца подшипников, расположенных в фиксирующей опоре, закрепляют в корпусе. Наружное кольцо подшипника плавающей опоры оставляют свободным.

В фиксирующей опоре радиальные и осевые зазоры сводят к минимуму соответствующей регулировкой. Жёсткость опоры увеличивается. Кроме того, расположение двух подшипников в одной опоре увеличивает и жёсткость вала.

Эта схема осевой фиксации обладает теми же достоинствами, что и схема I.a.

Недостатками её являются малая жёсткость плавающей опоры

и некоторое усложнение фиксирующей опоры, которое окупается повышением её жёсткости,

Осевую фиксацию валов по схеме I.б можно применять при любом расстоянии между опорами валов как цилиндрических, так конических и червячных передач.

Схема I.в. Торцы внутренних колец обоих подшипников упирают в буртики вала или торцы других деталей, сидящих на валу.

Внешние торцы наружных подшипников упирают в торцы крышек или других деталей, закреплённых в корпусе.

Эту схему называют осевой фиксацией "в распор".

Основными достоинствами этой схемы являются: возможность регулирования опор; простота конструкции опор (отсутствие стаканов или других дополнительных деталей).

Недостатки её следующие: размеры ℓ , L и h образуют размерную цепь.

Погрешности изготовления деталей по этим размерам приводят к изменению зазора a , поэтому ^{на} размеры ℓ , L и h устанавливают более жёсткие допуски, чем при фиксировании валов по схемам Ia, и I.б.

Другой недостаток схемы - возможность защемления вала в опорах. Поэтому осевое фиксирование по схеме I.в применяют при относительно коротких валах и невысоких температурах (когда разность температур узла и помещения больше 20°C , переходят на осевую фиксацию по схеме I.б.)

Схема I.г. Осевая фиксация "врастяжку".

Достоинства:

- возможность регулирования опор;
- малая вероятность защемления вала в опорах при температурных деформациях вала и подшипников. Нагрев подшипников вызывает уменьшение зазоров, а нагрев вала - их увеличение.

Недостатки схемы I.г. следующие:

- возможность при некоторых условиях образования зазоров, которые нежелательны для радиально-упорных подшипников;
- посадка подшипника на валу с меньшим натягом из-за необходимости при регулировке перемещения его по валу;
- высокие требования точности, предъявляемые к резьбе вала и гаек и к торцам гаек, иначе понижается точность базирования;
- некоторое усложнение конструкции опор из-за упорных буртиков в корпусе и наличия регулировочных гаек.

Схему I.б. осевой фиксации валов можно применять при

расстоянии l в 1,25.....1,4 раза больше, чем рекомендовано для схемы 1.а.

2.2. Опоры плавающих валов

В шевронных передачах (рис. 2.а) и косозубых (рис.2.б) , представляющих собой разделённый шеврон, момент с одного вала на другой передаётся параллельно двумя потоками, т.е. зубьями 1 и 2, имеющими противоположный наклон.

При изготовлении колёс неизбежна погрешность $\Delta\alpha$ углового расположения зуба одного полушеврона относительно зуба другого (рис. 2.в).

Из-за этой погрешности после сборки передачи в зацепление могут входить зубья только одного полушеврона. Возникающая при этом осевая сила стремится сместить колесо вместе с валом вдоль его оси. Чтобы такое смещение могло произойти, один из валов делают плавающим. Тогда осевая сила переместит его в такое положение, при котором в зацепление войдут зубья обоих полушевров, а осевые силы, возникающие в них, уравновесятся.

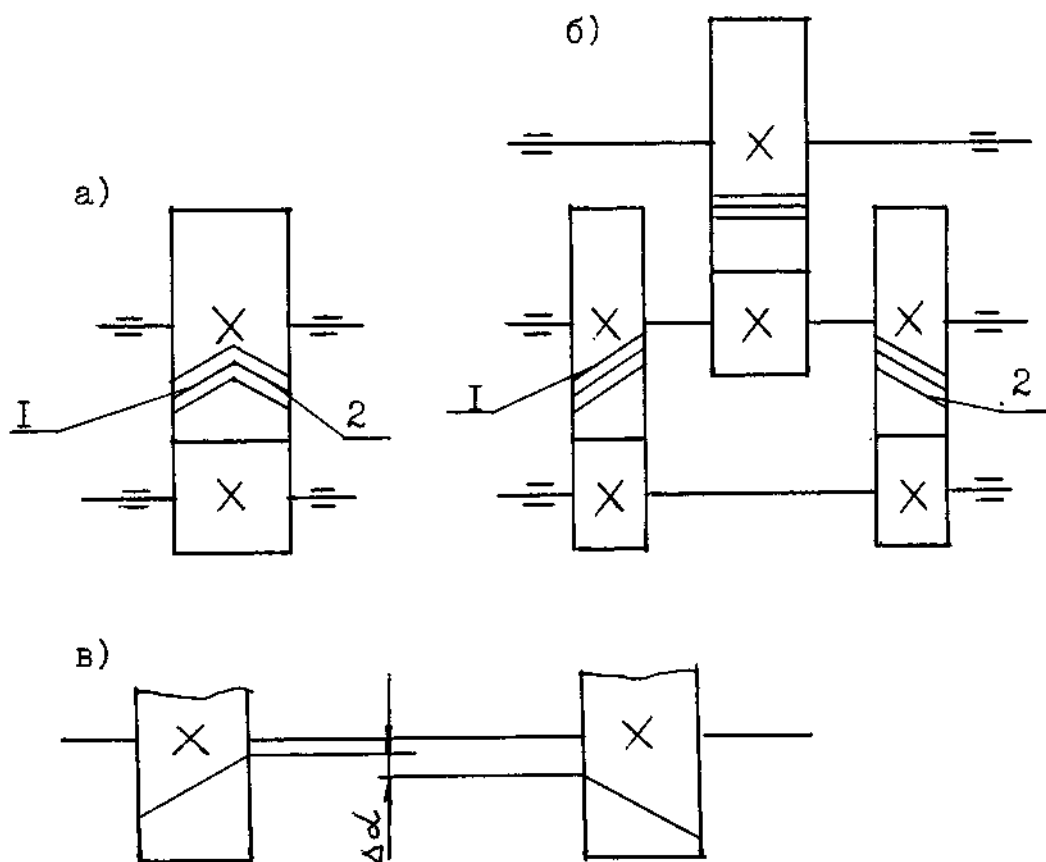


Рис. 2

2.3. Конструктивное оформление опор

Конструктивное оформление опор рассмотрим отдельно для фиксированных и плавающих валов, а также для каждой схемы осевого фиксирования.

2.3.1. Опоры фиксированных валов

При осевом фиксировании по схеме I.a в фиксирующих опорах применяют подшипники, представленные на рис. 3, а в плавающих — на рис. 4.

При конструировании плавающих опор предусматривают зазор δ между торцами кольца подшипника и крышкой.

Величину зазора можно принимать (рис. 4 а, б, в) $\delta > 0,01 \ell$, где ℓ — расстояние между торцами колец подшипников.

Любой из типов подшипников плавающей опоры может быть применён с любым подшипником фиксирующей опоры.

Окончательный выбор типа подшипника фиксирующей и плавающей опор производят по результатам расчётов подшипников.

При осевом фиксировании по схеме I.б конструкцию плавающих валов выполняют такой же, как и при фиксировании по схеме I.a (см.рис. 4). Отличие состоит лишь в конструктивном оформлении фиксирующей опоры (рис. 5).

РЕГУЛИРОВАНИЕ подшипников фиксирующих опор.

Под регулированием подшипников понимают устранение в них зазоров, а при необходимости и создание предварительного натяга.

В некоторых типах подшипников, например, в радиальных и радиально-упорных шариковых, в радиальных сферических шариковых и роликовых, зазоры между кольцами и телами качения имеются в готовых подшипниках. В других, например, в конических роликовых, зазоры создаются при сборке изделия.

Различают радиальные и осевые зазоры, связанные между собой определённой зависимостью. При изменении зазора в одном направлении, изменяется зазор и в другом направлении. Зазоры в подшипниках создают и изменяют при сборке изделия осевым перемещением колец или (значительно реже) при посадке внутреннего кольца на цилиндрическую или коническую поверхность вала за счёт радиальной деформации.

При работе изделия происходит нагрев подшипников, что также приводит к уменьшению в них радиального зазора.

Наличие зазоров в подшипниках обеспечивает лёгкое вращение

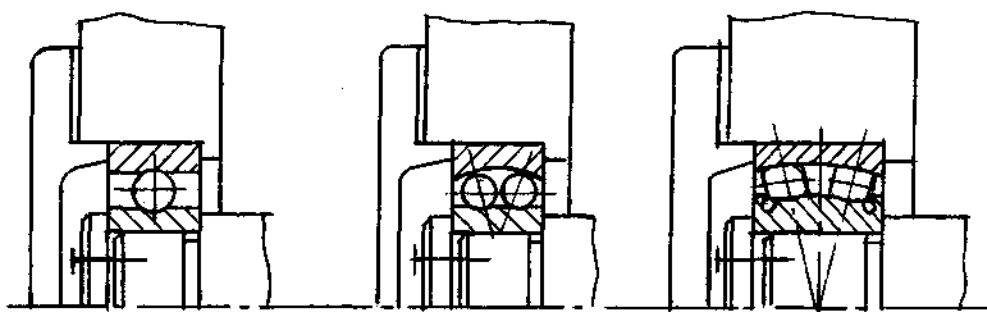


Рис. 3

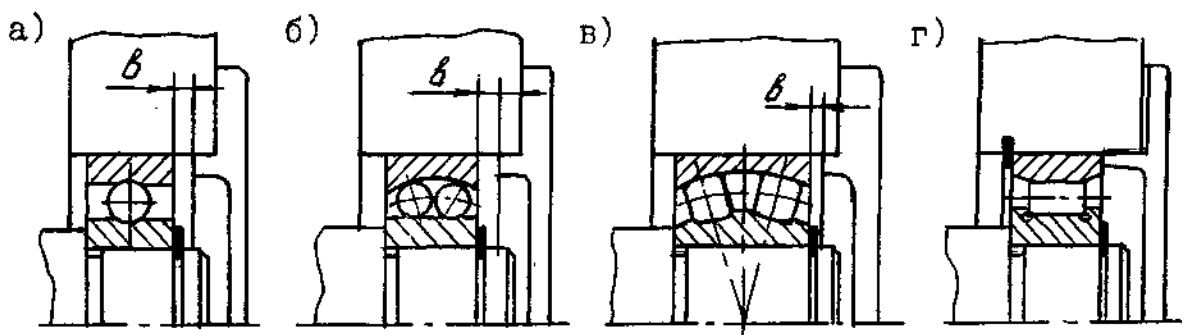


Рис. 4

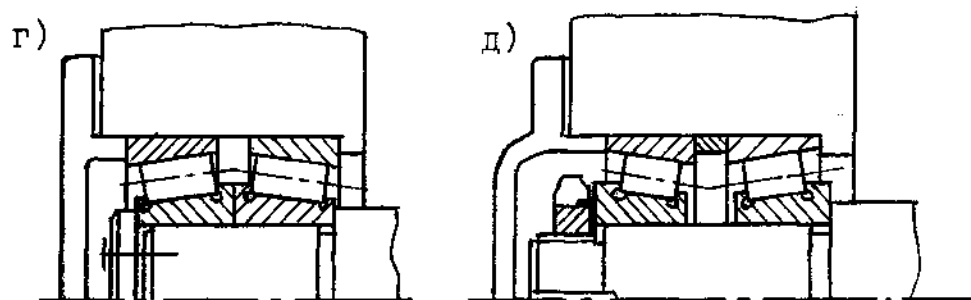
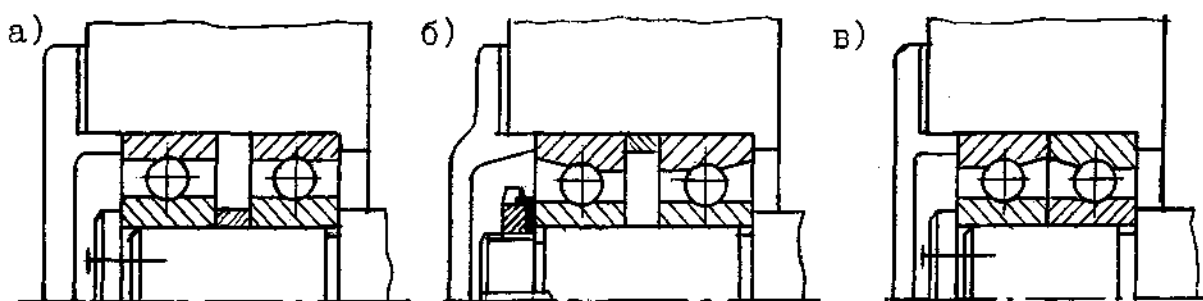


Рис. 5

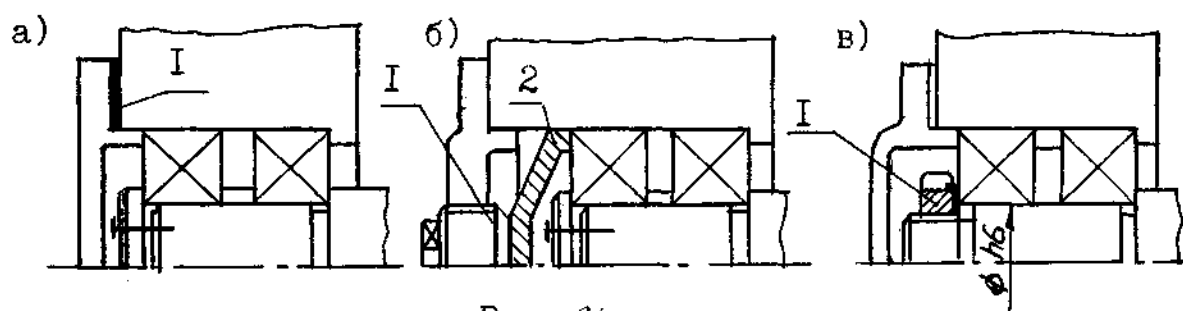


Рис. 6

вала, а отсутствие их увеличивает сопротивление вращению, но повышает жёсткость опор, улучшает распределение нагрузки между телами качения, повышает несущую способность подшипника. Поэтому необходимо, чтобы при установившемся режиме работы изделия зазоры в подшипниках были минимальными.

В изделиях, в которых важно получить высокую жёсткость опор и точность вращения (шпиндели станков), зазоры в подшипниках устраняют, создавая натяг. Для этого подшипник при установке в узел предварительно нагружают осевой силой. Эта сила не только устраняет осевую "игру" в парном комплекте подшипников, но и вызывает некоторую начальную упругую деформацию колец и тел качения в местах их контакта.

Предварительный натяг обычно осуществляют взаимным осевым смещением колец, например, подшлифовкой торцов колец, установкой между ними прокладок или втулок неодинаковой длины, а также пружинами.

Регулирование подшипников в фиксирующей опоре производят комплектом тонких металлических прокладок I (рис. 6.а). Достаточно тонкую регулировку можно осуществить набором из четырёх прокладок толщиной 0,1; 0,2; 0,4; 0,8 мм.

На рис. 6.б регулирование подшипников осуществляется винтом I, воздействующим на самоустанавливающуюся шайбу 2.

Подшипники на рис. 6.в регулируют гайкой I. После совпадения требуемого зазора гайку стопорят замковой шайбой.

Чтобы облегчить перемещение кольца подшипника по валу, посадку его ослабляют.

Схема I.в. Обе опоры конструируют одинаково (рис. 7). Регулирование подшипников производят одновременно с регулированием осевого положения вала, на котором установлены конические или червячные колёса. Для этого используют набор тонких металлических прокладок или компенсаторные кольца. Тонкую регулировку производят винтами. Их делают на обоих концах вала конического, червячного колеса, глобоидного червяка (рис. 8).

Схема I.г. При осевом фиксировании по схеме I.г обе опоры, как и в схеме I.б, выполняют одинаковыми. Поэтому ниже приведены примеры конструктивного оформления одной опоры вала (рис. 9).

Осевое фиксирование вала осуществляется упорными буртиками отверстия, в которые упираются наружные кольца подшипников.

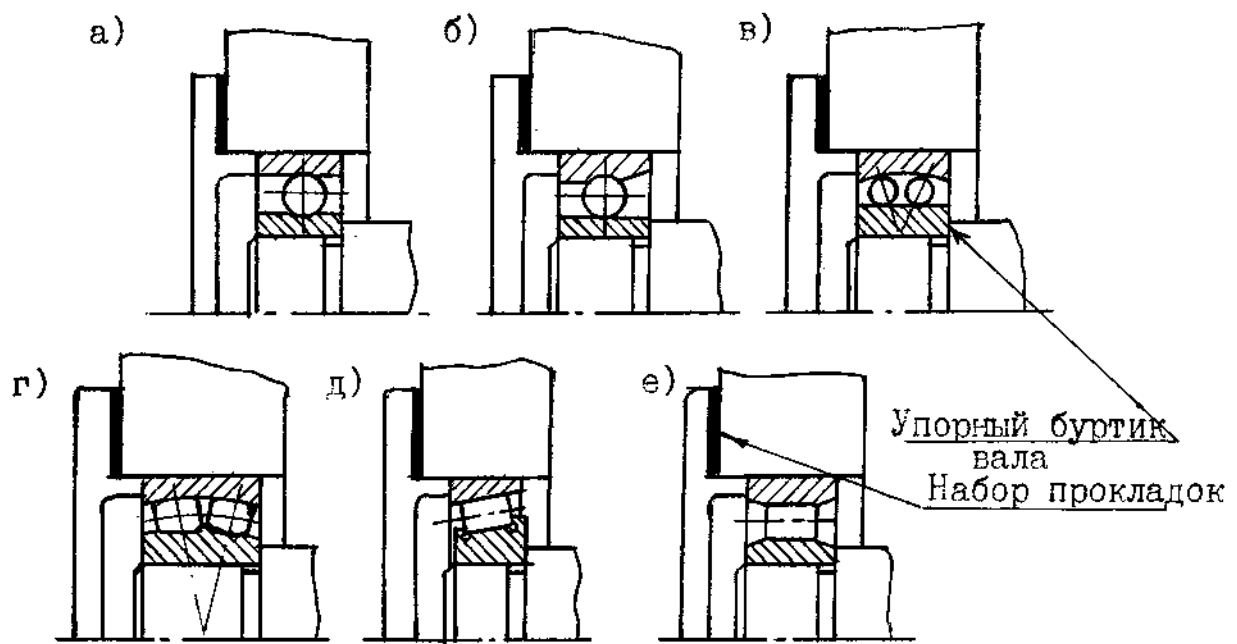


Рис. 7

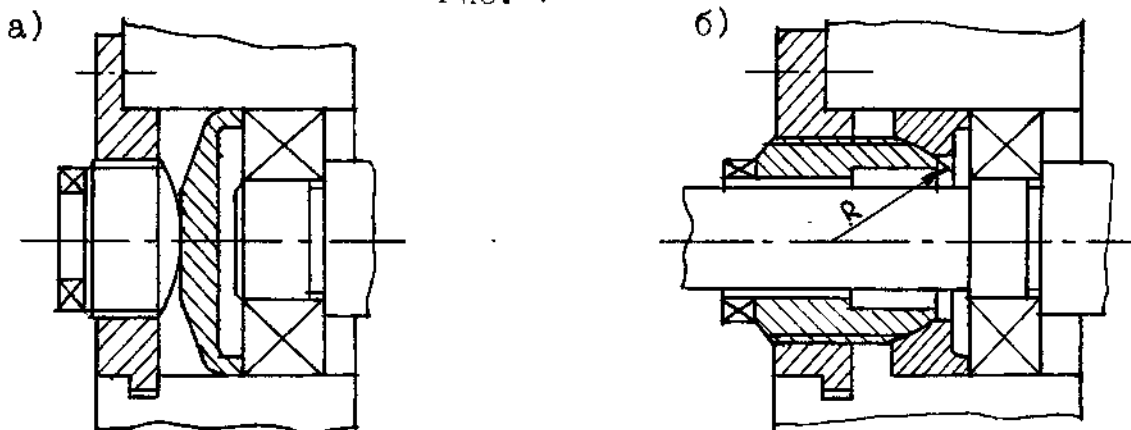


Рис. 8

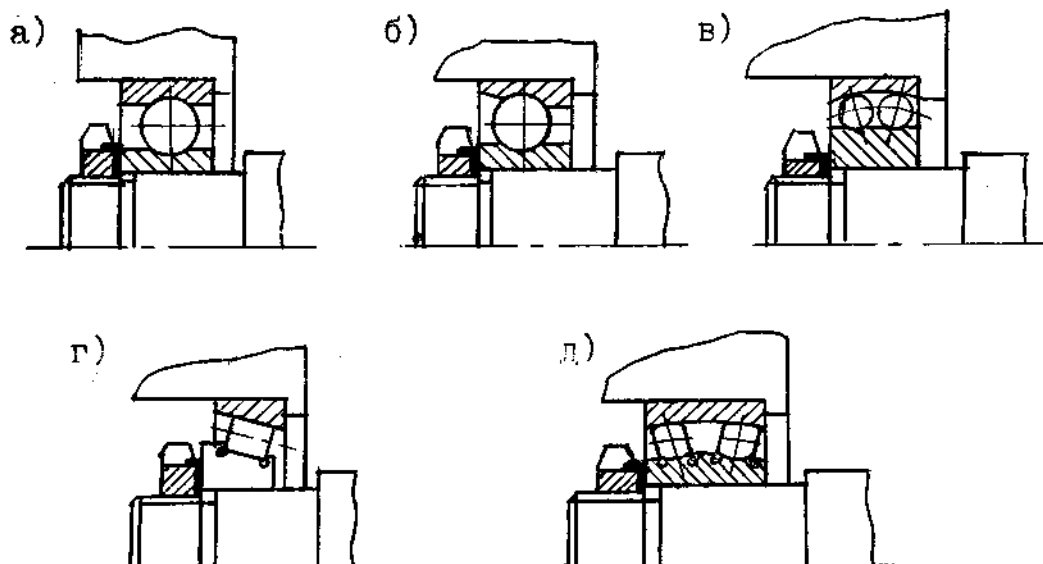


Рис. 9

Регулирование подшипников производят перемещением их по валу посредством гаек. Посадочные места вала для подшипников выполняют в этом случае по допуску $h6$ или $js6$.

Для того, чтобы отрегулировать подшипники, достаточно одной гайки на одном из концов вала.

2.3.2. ОПОРЫ ПЛАВАЮЩИХ ВАЛОВ

В качестве опор плавающих валов применяют подшипники, показанные на рис. 10. Чаще всего используют роликоподшипники с короткими цилиндрическими роликами. Наиболее распространены следующие конструктивные схемы:

Схема по рис. 10.а - внутренние кольца подшипника закреплены на валу, а наружные - в корпусе.

Осевое перемещение вала обеспечивается тем, что внутренние кольца подшипников с комплектом роликов могут смещаться в осевом направлении относительно неподвижных внешних колец. Осевое плавание вала происходит в процессе его вращения, когда сила, необходимая для его перемещения, очень мала, что является основным достоинством этой схемы.

Недостатки схемы:

1) Необходимость применения очень жёстких валов и обеспечения высокой степени соосности посадочных поверхностей вала и корпуса вследствие чувствительности этих подшипников к перекосам колец.

2) Возможность значительного начального (после сборки) осевого смещения S колец, из-за погрешности размеров ℓ ; L ; b_1 и b_2

3) Необходимость точного изготовления деталей по размерам ℓ и L .

4) Необходимость создания упора в отверстиях корпуса, что усложняет их обработку.

Схема по рис. 10 б. Внутренние кольца подшипников закреплены на валу, наружные имеют некоторую свободу осевого перемещения. Перемещение внутрь корпуса ограничивается бортами обоих колец подшипников. В противоположные стороны осевое перемещение колец ограничивается зазором Z .

При осевом плавании вала внутренние кольца подшипников с комплектами роликов смещаются относительно **наружных** колец. В на-

чальный момент осевого плавания вала ролики подшипников смещают наружные кольца на некоторую величину в сторону крышек. Эти кольца подшипников находят, таким образом, своё положение и в дальнейшем остаются неподвижными.

Достоинства схемы

- 1) Лёгкое плавание вала при небольшой осевой силе.
- 2) Возможность регулирования начальной величины S осевого смещения колец до минимума. Это достигается подбором компенсаторных прокладок K , устанавливаемых под фланцы обеих крышек подшипников.
- 3) Изготовление деталей по размерам ℓ, L , и $\frac{1}{2}$ по свободным допускам (например, 14 квалитета). Возможные накопленные погрешности устраняются компенсаторными прокладками K .
- 4) Отсутствие упоров для внешних колец подшипников в корпусе, что облегчает его обработку.

Недостатком данной схемы, так же как и предыдущей, является её применимость только при жёстких валах и высокой точности изготовления как валов, так и отверстий корпуса.

Схема по рис. 10.в. В опорах применяют радиальные шариковые однорядные, шариковые и роликовые двухрядные сферические подшипники.

Выбор типа подшипника определяется потребной грузоподъёмностью и жёсткостью вала.

Внутренние кольца подшипников закреплены на валу, внешние кольца свободны и могут перемещаться вдоль отверстий корпуса. Величина этого перемещения ограничивается зазорами $\bar{z}$, которые устанавливают при сборке подбором компенсаторных колец K .

Достоинство схемы – возможность её применения при нежёстких валах и невысокой степени соосности посадочных поверхностей вала и корпуса.

Основной недостаток схемы – необходимость применения значительной осевой силы для осуществления плавания вала.

Опоры плавающих валов осевой силой не воспринимают, поэтому наиболее распространено крепление подшипников на валу пружинным стопорным кольцом.

2.4. Опоры валов конических шестерен

Валы конических шестерен фиксируют от осевых смещений по схемам, приведённым на рис. II.

Валы конических шестерен короткие, а нагрузки, действующие на вал и его опоры, значительны. Кроме того, требуется высо-

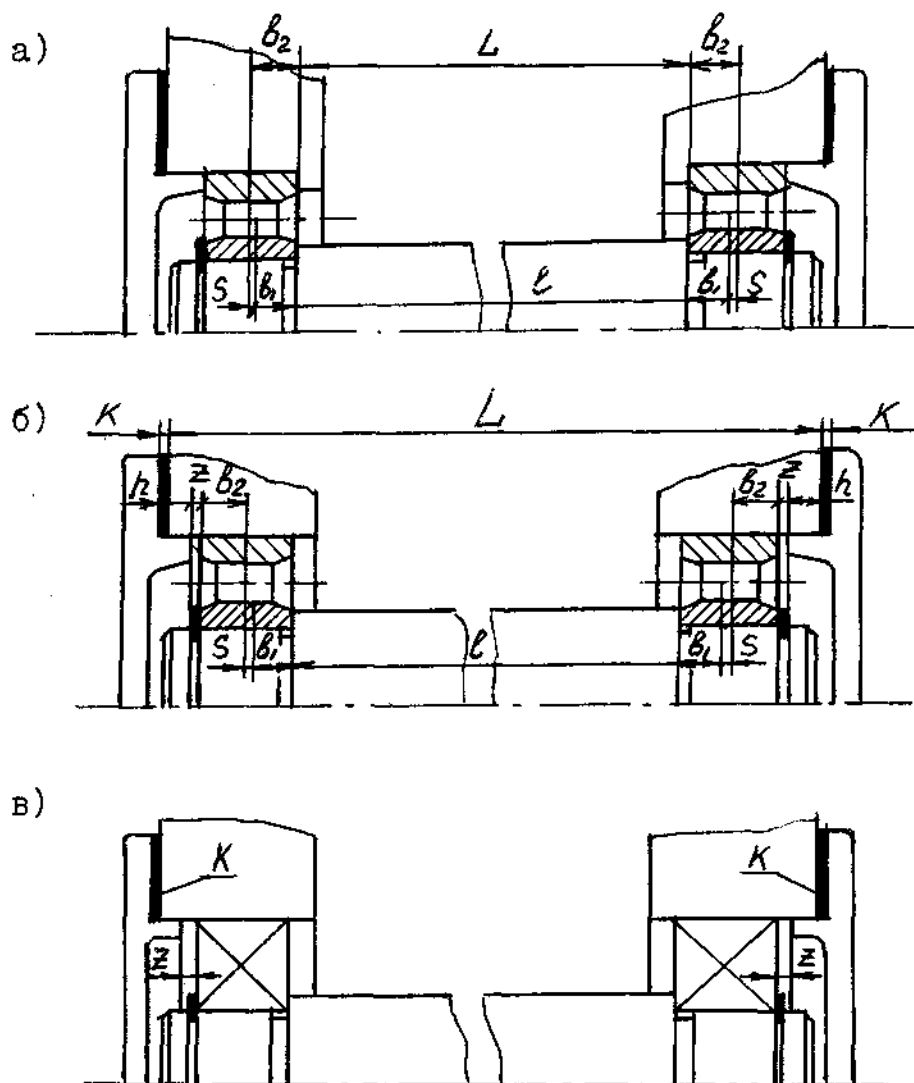


Рис. 10

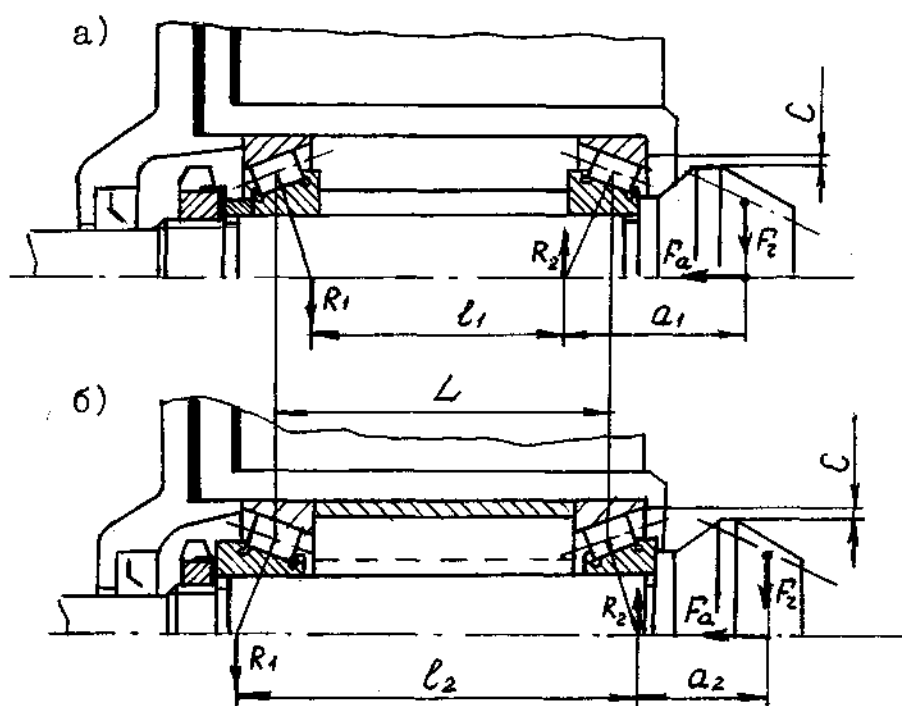


Рис. 11

кая точность осевого расположения конических шестерен. По этим причинам основным требованием, предъявляемым к опорам валов конических шестерен, является жёсткость. Поэтому шариковые радиальные подшипники, осевая жёсткость ^{которых} очень мала, в качестве опор валов конических шестерен, как правило не применяются.

В связи с действием на вал не только радиальных, но и осевых сил для опор валов используют главным образом конические ролико-подшипники, как более грузоподъёмные и наименее дорогие.

При относительно высоких частотах вращения или при необходимости высокой точности вращения применяют более дорогие радиально-упорные шариковые подшипники.

При одинаковом расстоянии L между подшипниками расстояния $l_1 < l_2$ и $a_1 > a_2$. Поэтому радиальная и угловая жёсткость комплекта, выполненного по рис. II.б, значительно больше, чем при выполнении его по рис. II.а. Это первое существенное достоинство схемы по рис. II.б.

Второе её достоинство — меньшие радиальные нагрузки R_1 и R_2 на подшипники при одинаковой силе F_z .

Недостатки схемы по рис. II.б

1. При конструировании вала конической шестерни конструктор в случае косых или круговых зубьев направляет осевую силу по стрелке. Эта сила при исполнении по рис. II.а нагружает левый, менее нагруженный радиальными силами подшипник, а при исполнении по рис. II.б — правый, более нагруженный. Следовательно, неравномерность нагрузки подшипников ещё более возрастает.

2. Регулирование подшипников узла, выполненного по рис. II.б производят перемещением по валу левого подшипника. Для этого ослабляют посадку его внутреннего кольца.

Основной базой для внутреннего кольца левого подшипника служит торец гайки, являющийся неточной базой.

Некоторые заводы ставят между торцами внутренних колец подшипников точно пригнанную по длине втулку (на рис. II.б показана штриховыми линиями). Это частично устраняет недостатки, присущие данной конструкции.

Однако недостатки этой схемы окупятся её достоинствами и поэтому схему по рис. II.а в современных конструкциях машин практически не применяют.

При конструировании вала конической шестерни конструктор стремится расстояние a получить минимальным для уменьшения изгибающего момента, действующего на вал.

После того, как окончательно определено это расстояние, принимают расстояние

$$l = (2 \div 2,5) a$$

Комплект вала конической шестерни с опорами заключают в стакан, что упрощает осевую регулировку подшипников и конического зацепления. При этом рекомендуется предусматривать между отверстием стакана и наружным диаметром отверстия зазор $C \geq 0,5 m$ (где m - модуль).

При наружном диаметре зубчатого венца, превышающем диаметр отверстия упорного буртика стакана, коническую шестерню выполняют насадкой.

Так как подшипник, расположенный ближе к венцу конической шестерни, более нагружен, в некоторых случаях его ставят большего размера (рис. 12.6).

На рис. 12 и 13 представлены предпочтительные схемы установки валов конических шестерен в корпус с коническими роликоподшипниками, имеющими на наружном кольце упорные бурты (рис. 12.а) и радиально-упорные шарикоподшипники (рис. 13).

На рис. 14 представлен вариант установки вала конической шестерни с выносной плавающей опорой.

2.5. Опоры червяка

Валы червяка фиксируют от осевых смещений по схеме 1.а, 1.б и 1.в.

Осевую фиксацию по схеме 1.а применяют редко. Схему 1.в осевой фиксации применяют при относительно коротких валах. Следует стремиться, чтобы отношение l/d (см. рис. 1) было минимальным. Кроме того, ожидаемая разница нагрева червяка и корпуса должна быть меньше 20°C .

Для червяков, фиксированных по схеме 1.в, применяют радиально упорные подшипники. Здесь желательно применять относительно дешевые и повышенной грузоподъемности конические роликовые подшипники (рис. 15.а). При этом следует помнить, что в конических роликовых подшипниках потери мощности в 3.....4 раза выше, чем в шариковых. Поэтому в силовых червячных передачах для уменьшения потерь и тепловыделений лучше использовать шариковые радиально-упорные подшипники (рис. 15.б). Однако размеры опор, выполненных из радиально-упорных шариковых подшипников, вследствие их меньшей грузоподъемности, больше, чем при конических ролико-подшипниках.

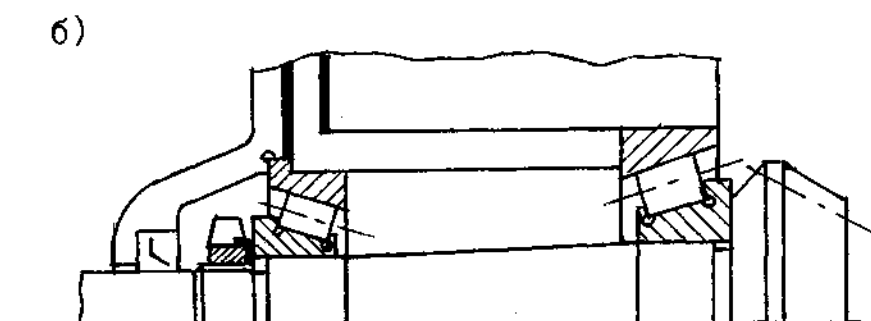
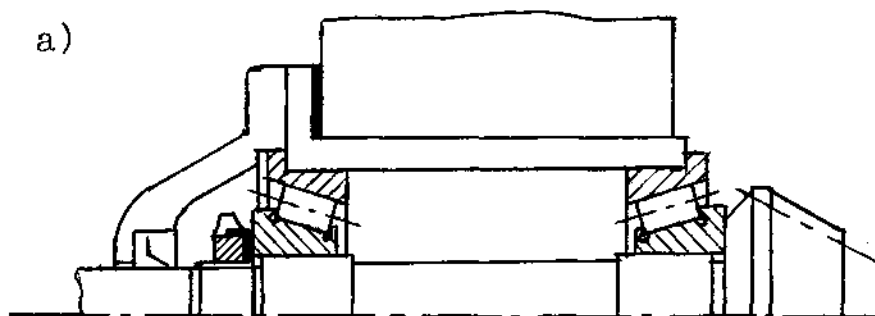


Рис. 12

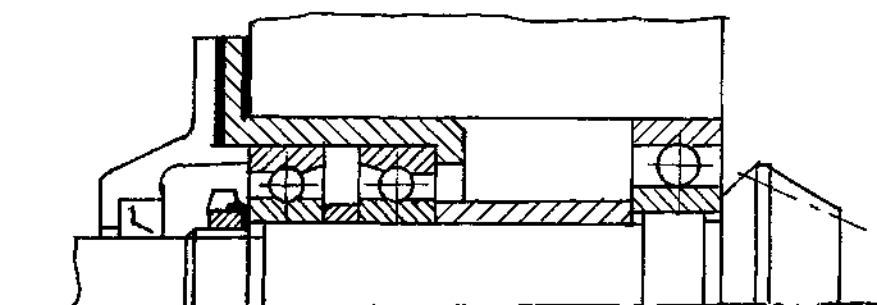


Рис. 13

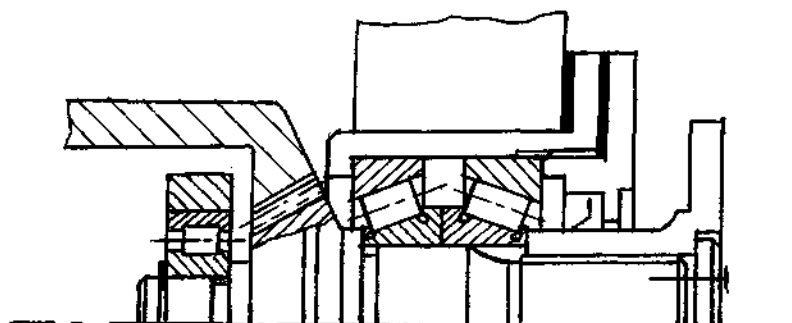


Рис. 14

Поэтому окончательный выбор опор вала червяка делают после соответствующих расчётов и прочерчиваний.

Часто червяк фиксируют от осевых смещений по схеме I.б. В плавающей опоре применяют в зависимости от нагрузки и конструктивных требований различные типы радиальных шариковых и роликовых подшипников. Конструкцию плавающей опоры см. на рис. 4.

В фиксирующей опоре применяют конические роликовые подшипники с большим углом конуса.

При относительно высокой частоте вращения червяка или при необходимости точного вращения или уменьшения потерь и тепловыделений применяют удвоенные шариковые (см. рис. 5.б,в) или роликовые (см. рис. 5.г,д) радиально-упорные подшипники.

Диаметральные размеры фиксирующей опоры уменьшаются, если радиальную и осевую нагрузку воспринимают разные подшипники (рис. I6).

Чтобы конические роликоподшипники воспринимали только осевую силу, между внешними кольцами и посадочным отверстием предусматривают небольшой зазор (0,2.....0,5мм) (рис. I6.а). Подшипники регулируют подбором компенсаторных прокладок или же с помощью компенсаторного кольца, изготовленного по длине (на рис. I6.а) показано тонкими линиями.

При значительных осевых нагрузках в фиксирующей опоре применяют упорные подшипники в комбинации с радиальными - (рис. I6.б).

При неразъёмных корпусах между наружным диаметром червяка и диаметром отверстия под подшипник должен быть зазор $C = 0,5\text{мм}$ (рис. I5 и I6).

2.6. Опоры соосно расположенных валов

В практике машиностроения применяют соосные одно-, двух-, трёхпоточные передачи. Осевое фиксирование валов таких передач производят, как правило, по схеме I,в "враспор". Во внутренней стенке корпуса (элемент I, рис. I7.а) рядом расположены разные по величине подшипники валов I и 2. Конструируют опоры этих валов по одному из вариантов, представленных на рис. I7.б,г,в.

Недостаток исполнения по рис. I7.б - наличие в корпусе уступов в обоих отверстиях, что затрудняет их обработку.

Исполнение опор по рис. I7, в свободно от этого недостатка. Но для установки подшипника применена дополнительная деталь - кольцо 3. Для осевого фиксирования этого кольца относительно кор-

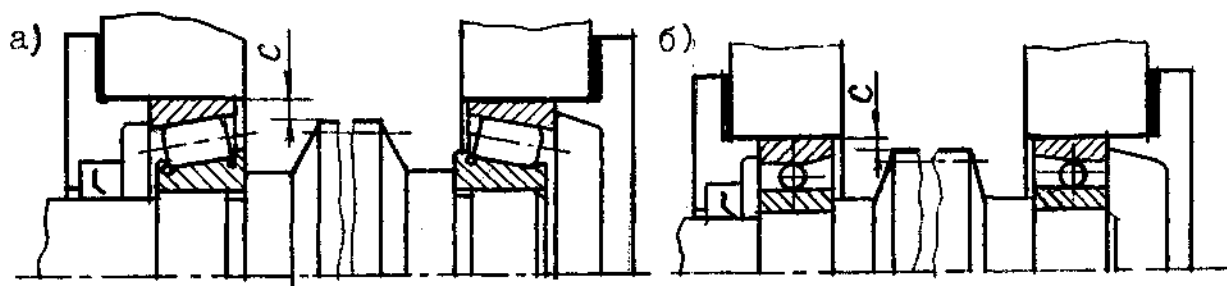


Рис. 15

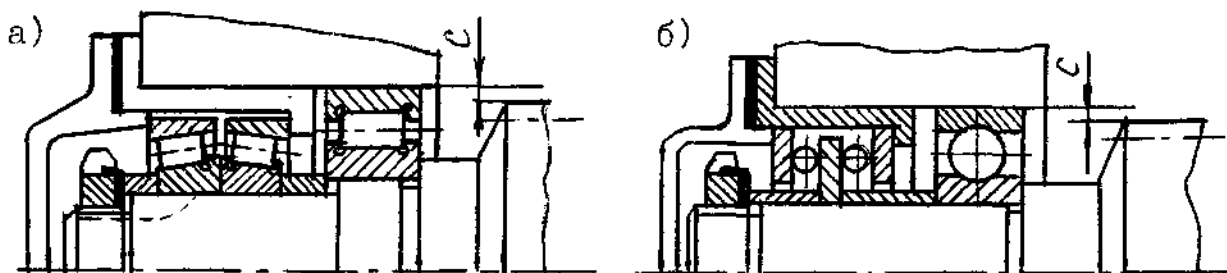


Рис. 16

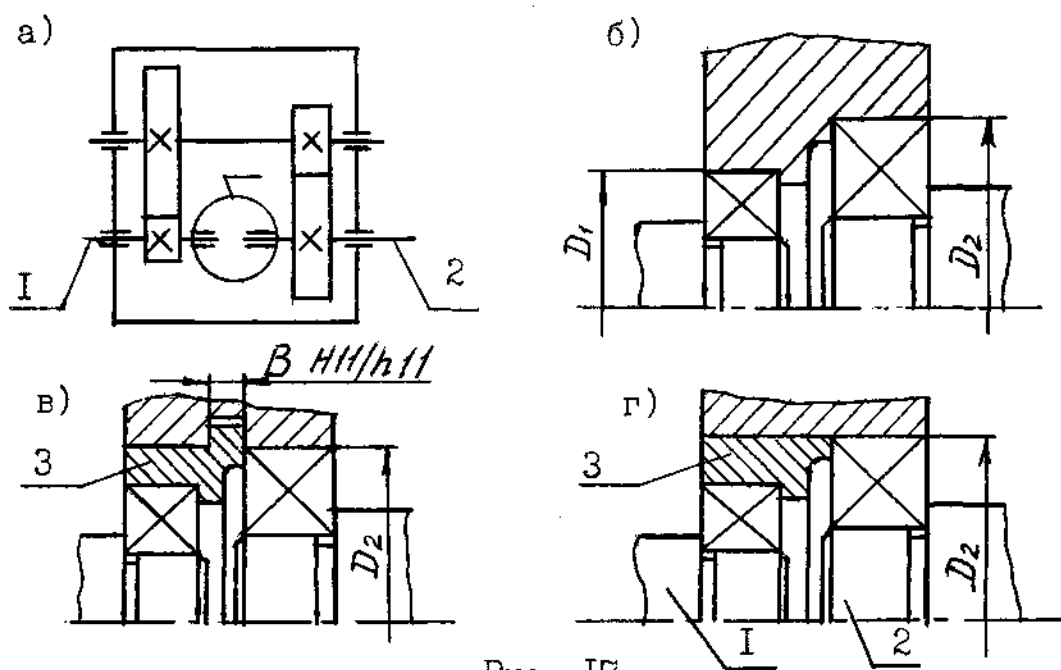


Рис. 17

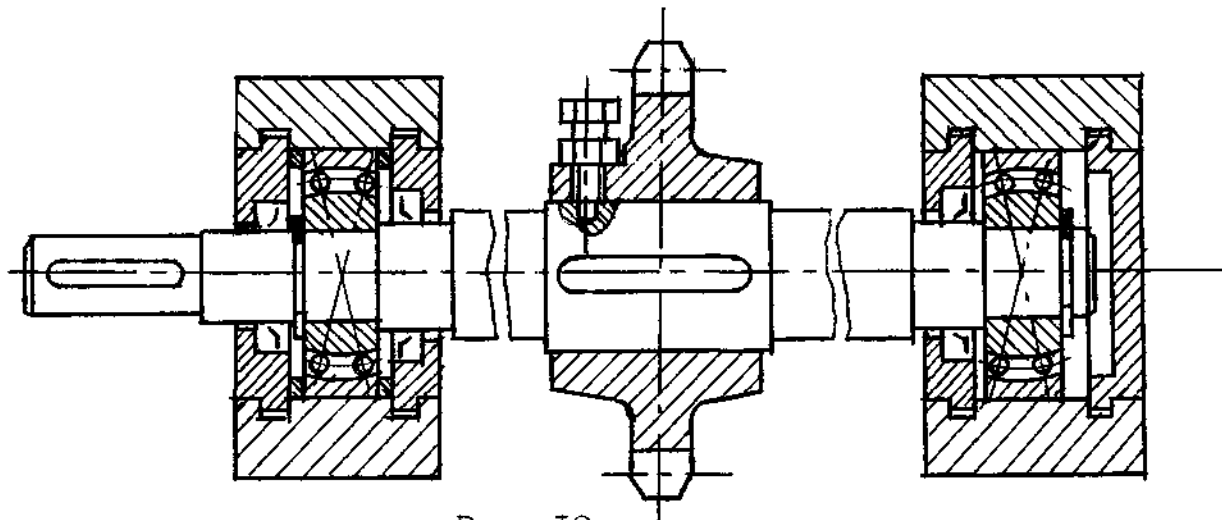


Рис. 18

пуса на нем выполнен кольцевой выступ шириной , входящий в канавку корпуса. Таким образом, некоторое упрощение расточки отверстия достигается применением кольца 3, выполнением канавки в корпусе и необходимостью применения крышки во внутренней стенке корпуса. Кроме того кольцо 3 должно быть изготовлено по боковым граням с высокой точностью.

В исполнении по рис. 17.г кольцо 3 не имеет фиксирующего выступа, а следовательно, не требуется и канавка для него в корпусе. Конструкция кольца проще. Обработка корпуса также проще. Но при этом валы I и 2 образуют общую систему. Регулирование осевой " игры" для четырёх подшипников производится сразу. Осевые силы, действующие на один вал, передаются на подшипники другого вала, что является основным недостатком этой схемы.

2.7. Опоры валов, расположенных в разных корпусах.

Часто опоры валов размещают не в одном, а в разных корпусах. Например, опоры валов приводных и натяжных станций конвейеров.

Корпуса подшипников размещают на раме привода или раме конвейера.

Неизбежные погрешности при изготовлении деталей и сборке приводят к перекосу и смещению осей посадочных отверстий корпусов подшипников относительно друг друга.

Кроме того, в работающей передаче под действием нагрузок могут деформироваться металлоконструкция и вал, вследствие чего происходит поворот оси вала в опоре.

Все это вынуждает применять в таких узлах только сферические подшипники, допускающие значительные перекосы колец подшипников.

В связи с относительно большой длиной вала и значительными погрешностями сборки валы фиксируют от осевых смещений в одной опоре по схеме I.I. Поэтому наружное кольцо одного подшипника должно иметь свободу смещения вдоль оси, для чего по обоим его торцам оставляют зазоры 3....4 мм (рис. 18).

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с разновидностями схем опор валов.
2. Дать краткое описание типовых схем опор.
3. Дать краткое описание методов регулировки осевого зазора подшипников.

4. По указанию преподавателя дать подробное описание 2-х различных схем подшипниковых узлов

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое "фиксированная" и "плавающая" опоры валов?
2. В каких случаях на опору действует осевая сила?
3. Как обеспечивается фиксация валов в осевом направлении?
4. Способы установки конических роликоподшипников?
5. Как передаётся осевая нагрузка от вала на корпус в различных типах опор?
6. Отметить принципиально различные конструкции опор вала червяка.
7. В каких случаях в опорах применяются роликоподшипники с короткими цилиндрическими роликами?
8. Обязательное условие работы радиально-упорных подшипников.
9. Особенности конструкции опор соосных валов.
10. В каких случаях в опорах применяются сферические подшипники?
11. Как осуществляется регулировка зазоров в опорах при различных схемах установки подшипников?

5. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Решетов Д.Н. "Детали машин", М.: Машиностроение 1989 г.
2. Дунаев П.Ф. Леликов О.П. "Конструирование узлов и деталей машин", М.: 1985.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

№	стр.
1. Цель работы.....	3
2. Описание различных схем подшипниковых узлов.	3
3. Порядок выполнения работы.....	19
4. Контрольные вопросы.....	20
5. Библиографический список.....	20