

ПОДШИПНИКИ



Подшипники по виду трения различают:

-**подшипники скольжения**, у которых цапфа вала (шип, шейка, пята) скользит по поверхности подшипника.

-**подшипники качения**, у которых трение скольжения заменяют трением качения посредством установки шариков или роликов между опорными поверхностями подшипника и вала.

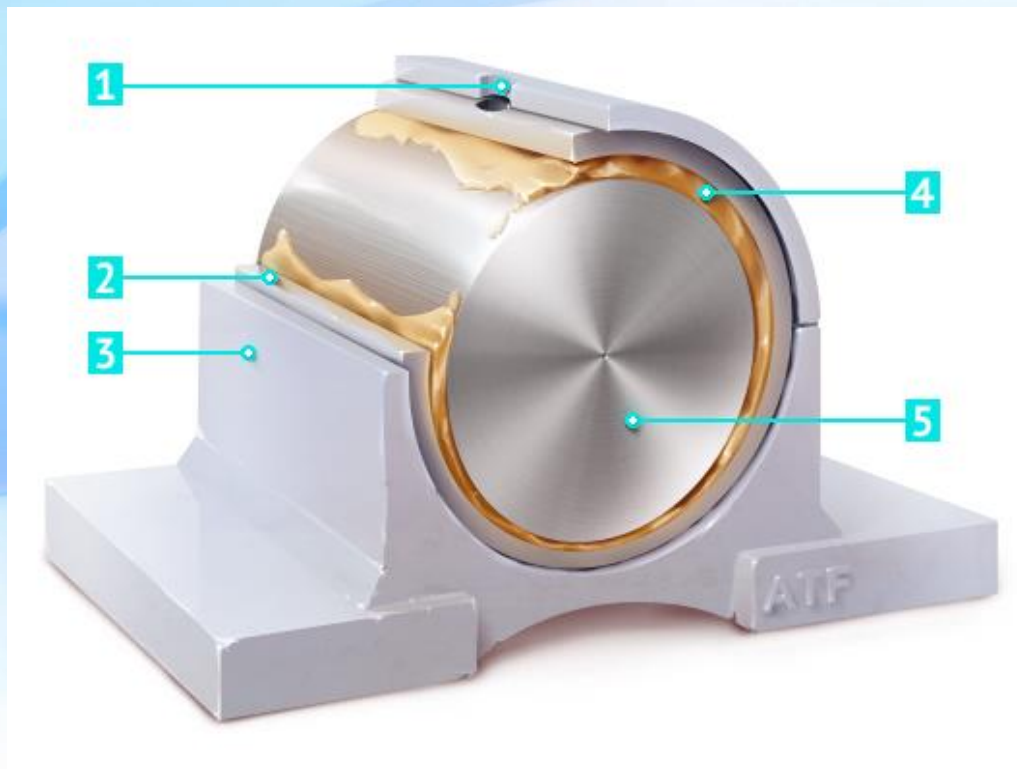
ПОДШИПНИК КАЧЕНИЯ



ПОДШИПНИК СКОЛЬЖЕНИЯ



ПОДШИПНИК СКОЛЬЖЕНИЯ



Радиальный подшипник скольжения представляет собой корпус (3) имеющий цилиндрическое отверстие, в которое вставляется рабочий элемент — вкладыш, или втулка из антифрикционного материала (2) и смазывающее устройство (1).

Между валом (5) и отверстием втулки подшипника имеется зазор, заполненный смазочным материалом (4), который позволяет валу свободно вращаться

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Достоинства	Недостатки
○ высокая предельная быстроходность (практически неограниченная при обеспеченной устойчивости);	● нестандартные узлы, что вызывает необходимость расчета и проектирования каждого конкретного узла;
○ хорошая демпфирующая способность и динамические свойства – воспринимают значительные вибрационные и ударные нагрузки;	● необходимость применения смазочных систем;
○ неограниченная долговечность при нормальном режиме работы (режиме жидкостного трения);	● использование дорогостоящих антифрикционных материалов (например, цветных металлов).
○ низкий коэффициент трения и высокий КПД в режимах жидкостного трения;	● большие пусковые моменты и необходимость гидростатического подъема на пусковых режимах;
○ небольшие радиальные размеры;	● износ на переходных режимах (пуск, останов, касание цапфы и втулки вследствие неустойчивого движения);
○ возможность выполнения разъемными (удобство монтажа);	● значительные осевые размеры;
○ функционирование в условиях наличия агрессивных сред;	● нагрев при недостаточной смазке

ОБЛАСТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Опоры тихоходных
малоответственных
механизмов

Опоры быстроходных
узлов, работающих
при вибрационных и
ударных нагрузках

Подшипники, выпол-
няемые по условиям
сборки разъемными
(опоры коленчатых
валов)

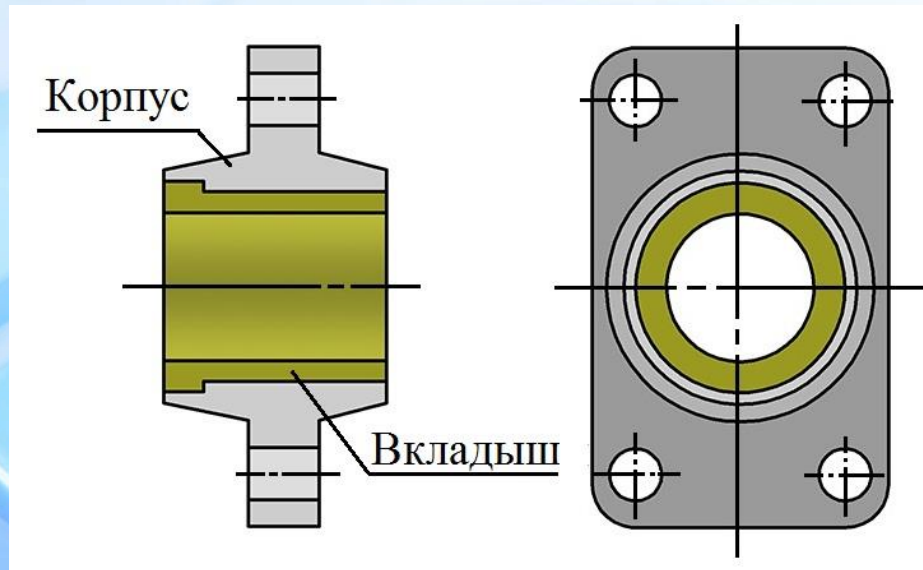
Опоры
при стесненных
радиальных
габаритах

Подшипники,
работающие в
абразивных и
агрессивных средах

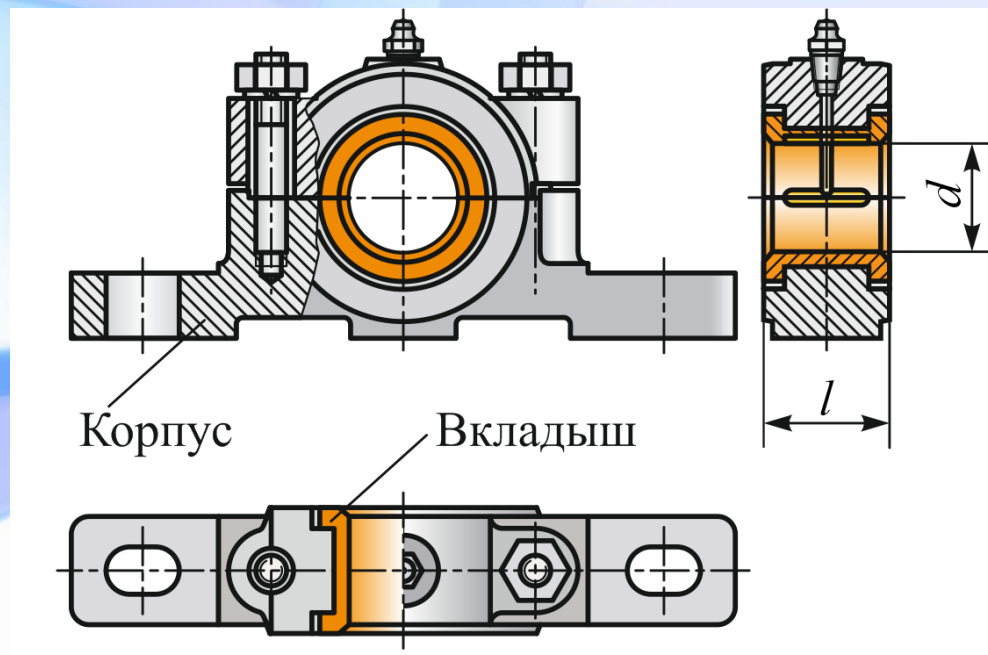
Подшипники,
работающие при
особо высоких
частотах вращения –
газовые и
электромагнитные

Опоры уникальных
конструкций, для
которых стандартный
подшипник качения
подобрать невозможно

НЕРАЗЪЕМНЫЙ ПОДШИПНИК СКОЛЬЖЕНИЯ

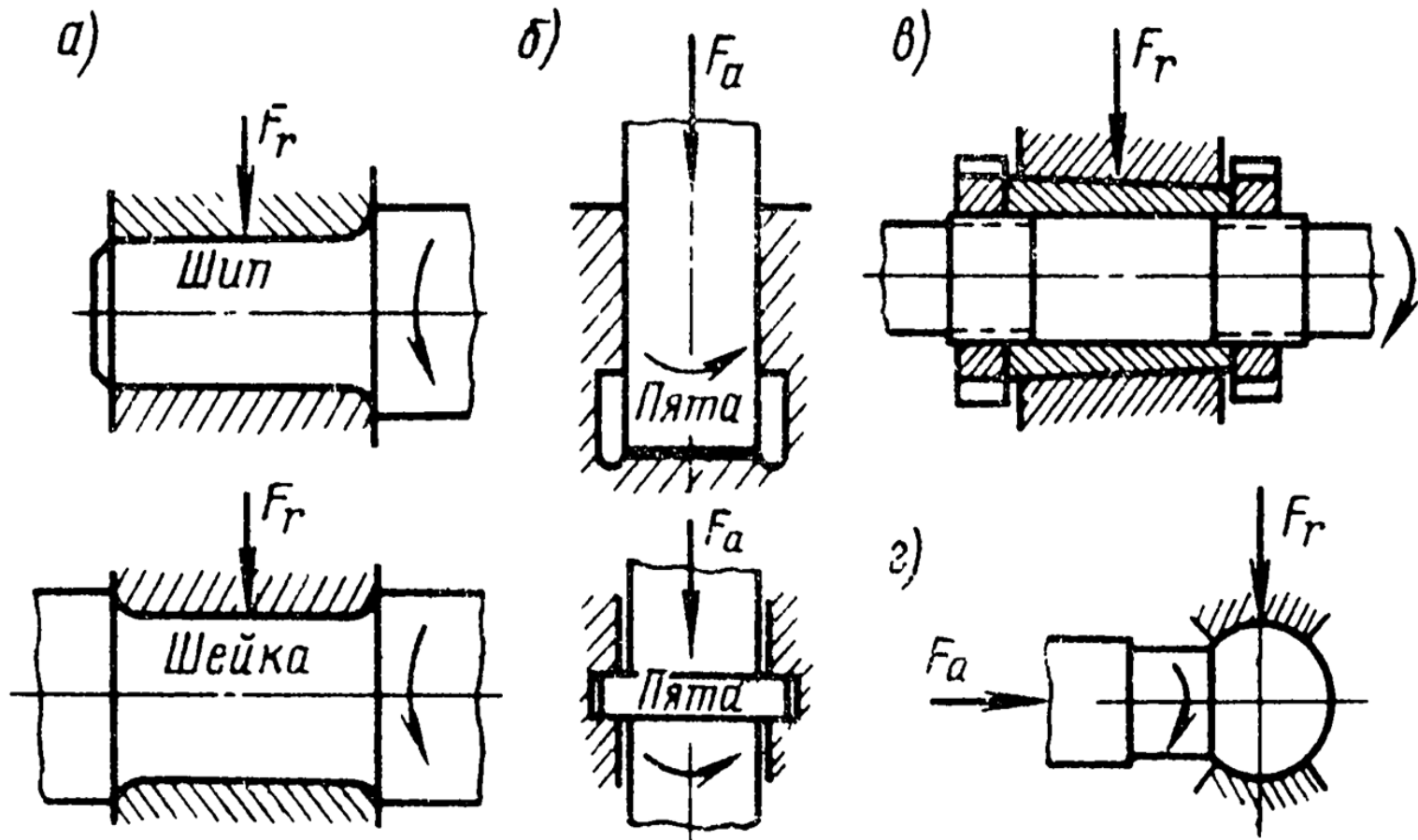


РАЗЪЕМНЫЙ ПОДШИПНИК СКОЛЬЖЕНИЯ

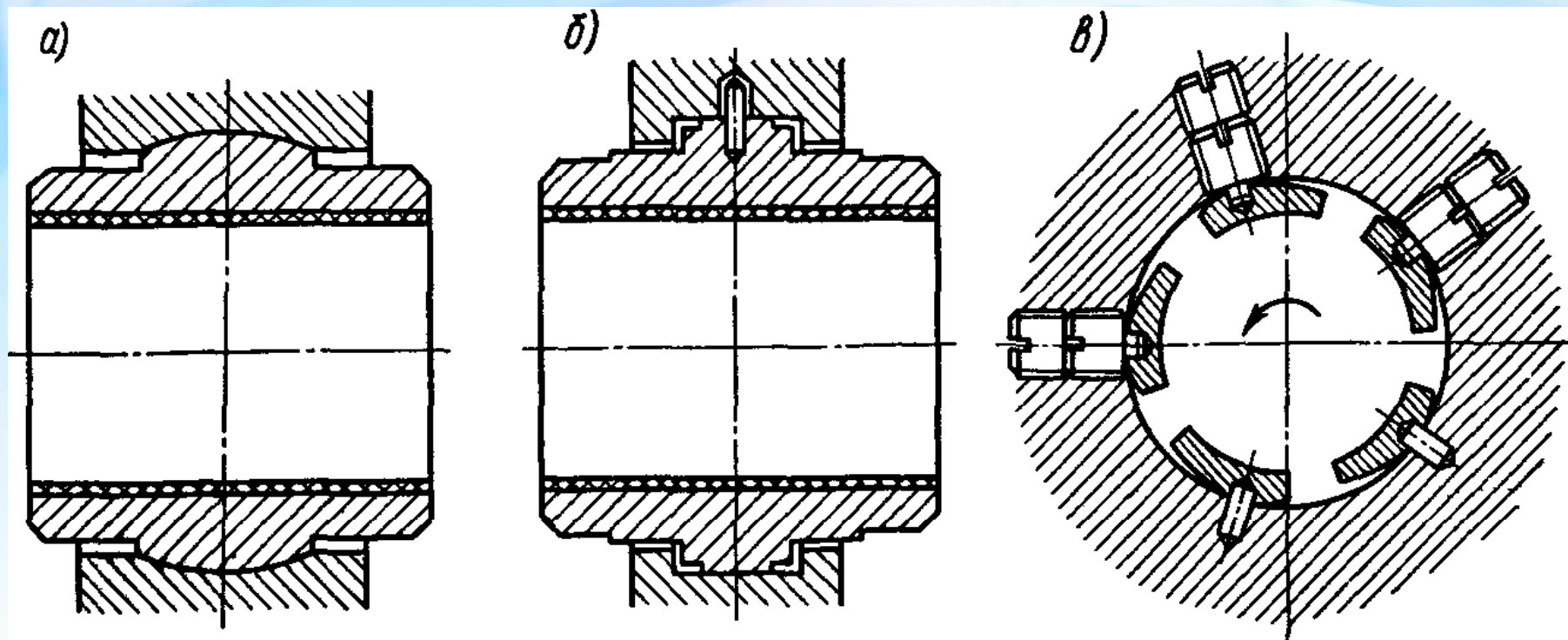


В зависимости от направления воспринимаемой нагрузки различают подшипники :

- а) **радиальные**, служат для восприятия радиальных нагрузок;
- б) **упорные**, или подпятники, служащие для восприятия осевых нагрузок - вдоль геометрических осей валов;
- в) **радиально-упорные**, служащие для восприятия одновременно радиальных и осевых нагрузок.

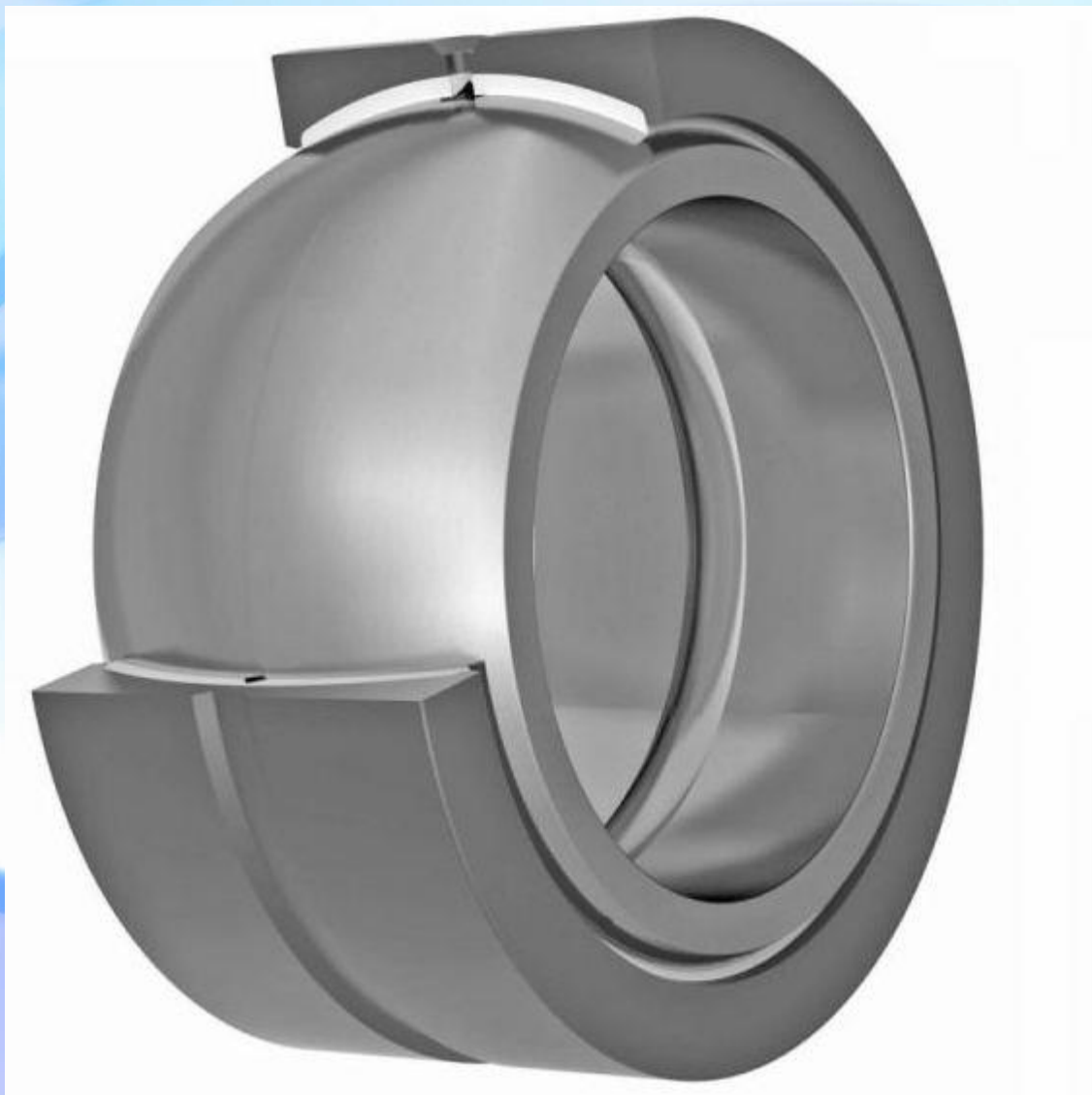


САМОУСТАНОВЛИВАЮЩИЕСЯ ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ

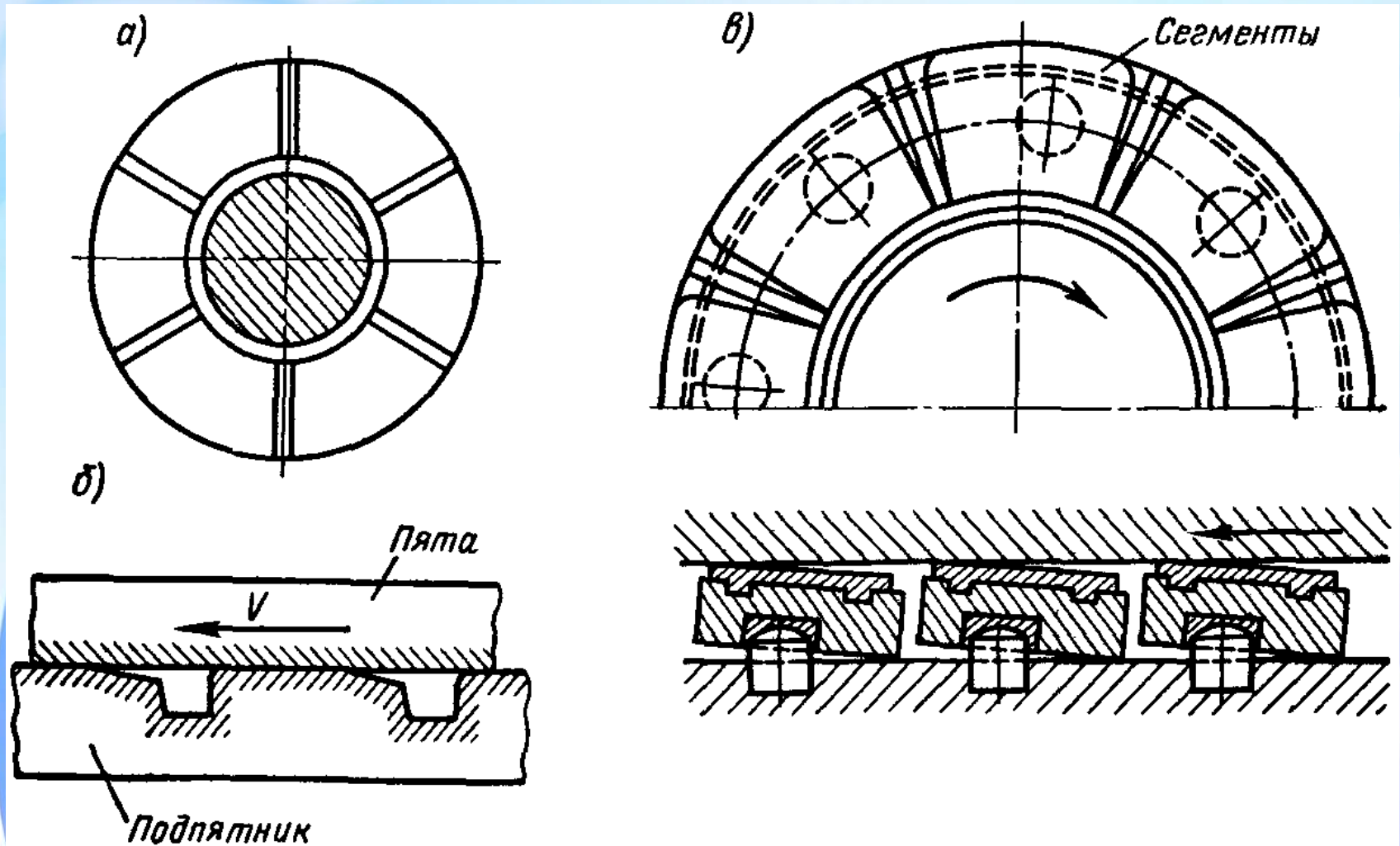


- а – самоустанавливающийся подшипник скольжения со сферической опорной поверхностью;
б - самоустанавливающийся подшипник скольжения с опорной поверхностью в виде узкого пояса с малой угловой жесткостью;
в - подшипник скольжения с самоустанавливающимися сегментными вкладышами.

САМОУСТАНОВЛИВАЮЩИЙСЯ ПОДШИПНИК СКОЛЬЖЕНИЯ



ПОДПЯТНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ



- а – рабочая поверхность кольца с радиальными канавками;
б – скосы на сегментах для создания жидкостного трения;
в – подпятники скольжения с самоустанавливающимися сегментами

ПОДПЯТНИК

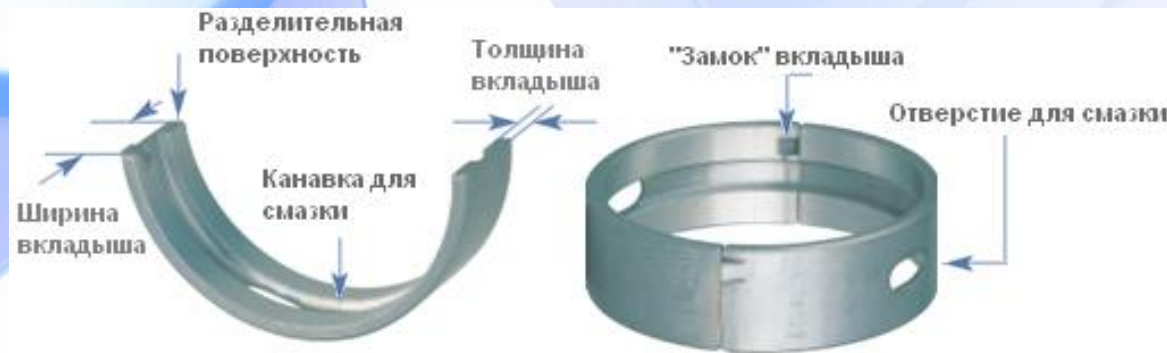


ВКЛАДЫШИ



Вкладыши устанавливают в специальном корпусе подшипника или непосредственно в корпус машины (станине, раме и т.д.). Конструкции вкладышей подшипников скольжения разнообразны и зависят от конструкции машины, в которой устанавливают подшипник. Чаще всего подшипники не имеют специального корпуса и вкладыши размещают непосредственно в станине или раме машины. Корпус и вкладыш могут быть неразъемными или разъемными.

Разъем вкладыша выполнен перпендикулярно к нагрузке или близко к этому положению. При этом не нарушается непрерывность несущего масляного слоя.



МАТЕРИАЛЫ ВКЛАДЫШЕЙ

Подшипниковые материалы выбирают с учетом работы в паре со стальными или реже чугунными цапфами валов. В связи с тем, что стоимость валов, как правило, значительно выше стоимости вкладышей (особенно таких валов, как коленчатые и другие коренные валы), они должны изнашиваться меньше, чем вкладыши. Подшипники работают тем надежнее, чем выше твердость шеек валов. Шейки, как правило, закаливают. Под быстроходные подшипники шейки закаливают (после цементации) до высокой твердости 55...60 HRC или азотируют.

Требования к материалам подшипников скольжения:

- а) низкий коэффициент трения в паре с материалом шейки вала;
- б) износостойкость;
- в) сопротивление усталости.

Эти комплексные требования можно выполнить, если будут обеспечены следующие основные свойства подшипниковых материалов:

- а) теплопроводность, обеспечивающая интенсивный теплоотвод от поверхностей трения, и малый коэффициент линейного расширения во избежание больших изменений зазоров в подшипниках;
- б) прирабатываемость, обеспечивающая уменьшение кромочных и местных давлений, связанных с упругими деформациями и погрешностями изготовления;
- в) хорошая смачиваемость маслом и способность образовывать на поверхностях стойкие и быстро восстанавливаемые масляные пленки;
- г) коррозионная стойкость;
- д) малый модуль упругости.

Кроме того, существенное значение имеют технологические свойства: литейные, хорошая обрабатываемость резанием и т. д.

Подшипниковые антифрикционные материалы по химическому составу делят на три группы:

- а) *металлические – баббиты, бронзы, сплавы на цинковой основе, сплавы на алюминиевой основе, антифрикционные чугуны;*
- б) *металлокерамические;*
- в) *неметаллические – пластмассы, древесные пластики, резины и др.*

Металлические материалы

Баббиты — давно применяемые в технике высококачественные подшипниковые сплавы на основе олова или свинца, характеризующиеся низкой твердостью (применяют только в качестве заливки или тонкослойных покрытий), хорошей прирабатываемостью и относительно низкими требованиями к твердости шеек вала и к состоянию трущихся поверхностей.

Недостатки баббитов – относительно невысокое сопротивление усталости, ограничивающее их применение в машинах ударного действия и в быстроходных поршневых машинах.

При высоких скоростях и давлениях применяют высокооловянные баббиты Б83, Б88, допускающие работу при давлениях до $p = 20$ МПа и $pv = 75$ МПа·м/с. Во избежание выплавления баббиты применяют при температурах до 110°C .

Бронзы. Универсальными антифрикционными свойствами обладают оловянные и оловянно-цинково-свинцовые бронзы. Широко известна универсальная оловянно-фосфористая бронза БрО10Ф1, особо эффективная при высоких давлениях и средних скоростях. Применение ее ограничивается большим содержанием олова. К числу оловянно-цинково-свинцовых бронз относятся БрО4Ц4С17 и БрО4Ц7С5.

Безоловянные алюминиевые подшипниковые сплавы обладают достаточно высокими антифрикционными свойствами, но при высоких скоростях обладают недостаточным сопротивлением задирам, чувствительны к загрязнению масла, а также имеют повышенный коэффициент линейного расширения. Наибольшее распространение из этих сплавов получил сплав АСМ, широко применяемый для подшипников тракторных двигателей.

Наиболее перспективными считают **алюминиево-оловянные антифрикционные сплавы**, обладающие высокими антифрикционными свойствами и сопротивлением усталости. Применяют сплавы АО9-2 (9 % олова, 2 % меди, заготовки – литье, монометалл), АО9-2Б (литье, биметалл), АО9-1 и АО20-1 (прокат, биметалл). Эти сплавы обеспечивают оптимальную структуру и способны в режимах масляного голодания образовывать на поверхностях цапф защитную пленку из олова.

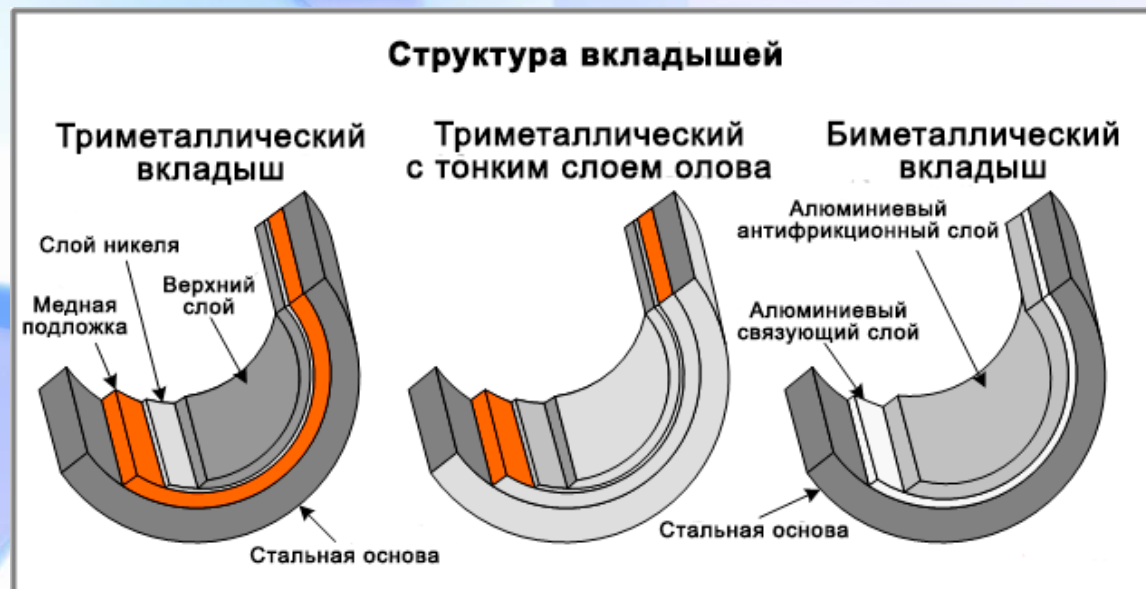
Металлические материалы.

Из **цинковых подшипниковых сплавов** распространен сплав ЦАМ10-5 (10% алюминия, 5% меди, остальное цинк). Благодаря своим достаточно хорошим антифрикционным свойствам, недефицитности исходных материалов, невысокой стоимости и простоте изготовления его широко применяют вместо баббитов типа Б16 и бронз.

К недостаткам сплава относятся плохая прирабатываемость, а потому повышенные требования к точности поверхностей и большой коэффициент линейного расширения. Наибольшая допустимая температура подшипника 80 °С. Сплав применяют для заливки или для изготовления целых вкладышей.

Все большее распространение получают **полиметаллические** многослойные подшипники. В частности, для автомобильных двигателей применяют подшипники, имеющие стальную основу, слой свинцовистой бронзы толщиной 0,25 мм, служащий податливой подушкой с хорошей теплопроводностью и сопротивлением усталости, весьма тонкий слой никеля или сплава меди с цинком во избежание диффузии олова и, наконец, поверхностный антифрикционный, хорошо прирабатывающийся слой олово–свинец толщиной 25 мкм.

Для тихоходных умеренно нагруженных подшипников можно применять антифрикционные чугуны (ГОСТ 1585—79). Твердость цапфы вала должна быть обязательно выше твердости чугунных вкладышей на (20...40) НВ. Должны быть обеспечены тщательный монтаж и минимум перекосов, тщательная приработка с постепенным повышением нагрузки, бесперебойная смазка.



Металлокерамические материалы

Эти материалы, изготавливаемые из порошков путем прессования и спекания в защитной атмосфере, применяют в связи с их удовлетворительной работой при скудном смазывании. Материалы имеют пористую структуру с объемом пор 15...35 %, который заполняется путем специальной пропитки вкладышей горячим маслом.

Широкое применение имеют железо-графитовые вкладыши, содержащие 1...3 % графита (остальное железо). Применяют также бронзографитовые вкладыши, содержащие 10% олова, 1...4 % графита (остальное медь), но они по своим свойствам мало отличаются от значительно более дешевых железографитовых вкладышей. Обработка резанием не рекомендуется; возможно калибрование. Основная область применения этих материалов – самосмазывающиеся подшипники, в которых трудно или невозможно обеспечить надежную смазку обычными средствами.

Неметаллические материалы

Из неметаллических материалов для вкладышей подшипников применяют: а) пластмассы; б) прессованную древесину (лигностон); в) твердые породы дерева (бокаут, самшит, дуб и др.); г) резину; д) графитовые материалы.

Причины применения неметаллических материалов: а) отсутствие химического сродства с материалом вала; б) хорошая прирабатываемость; в) мягкие продукты износа; г) возможность эффективного использования в качестве смазочного материала воды или другой жидкости, являющихся рабочей средой в машине.

Основные области применения пластмассовых вкладышей в подшипниках

1) при невозможности применять жидкий смазочный материал и необходимости обеспечивать полную или частичную самосмазываемость (подвески автомобиля, подшипники некоторых химических и текстильных машин);

2) при смазывании рабочей средой (погружных насосов, некоторых пищевых машин);

3) в тяжелых тихоходных машинах, в которых не всегда обеспечивается жидкостная смазка, что связано с частыми пусками и остановками, с низкими скоростями, повышенными местными давлениями из-за упругих деформаций или технологических погрешностей.

РЕЖИМЫ ТРЕНИЯ В ОПОРАХ

Трение в подшипнике определяет износ и нагрев подшипника, а также его к.п.д. Величина работы трения является основным показателем работоспособности подшипника.

В зависимости от толщины слоя смазочного материала подшипники могут работать в режимах жидкостного, полужидкостного, граничного, полусухого и сухого трения.

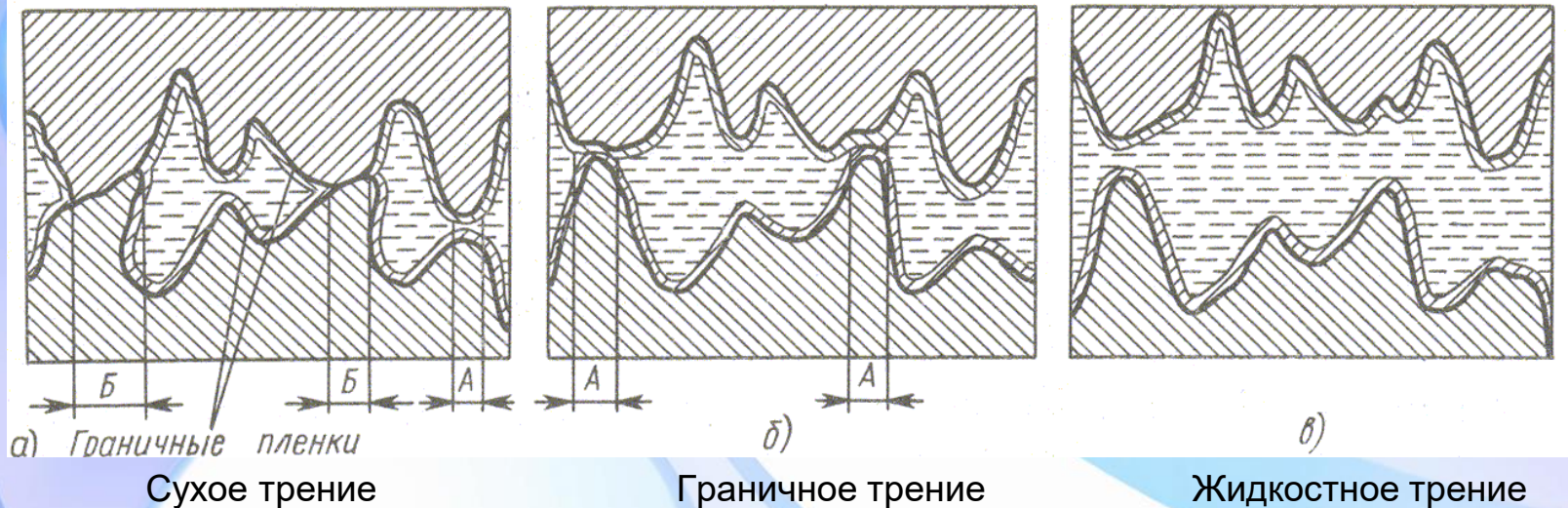
При *жидкостном* трении рабочая поверхность вала и вкладыша разделены слоем масла, толщина h которого больше суммы высот неровностей поверхностей цапфы $R_{zц}$ и вкладыша $R_{zв}$, т.е. $h > R_{zц} + R_{zв}$. Масло воспринимает внешнюю нагрузку, предотвращая соприкосновение рабочих поверхностей, т.е. их изнашивание. Сопротивление движению в этом случае определяется только внутренним трением в смазочной жидкости. Величина коэффициента жидкостного трения располагается в пределах от 0.001 до 0.005. (эта величина может быть меньше коэффициента трения качения).

При *полужидкостном* трении в подшипнике будет смешано одновременно жидкостное и граничное.

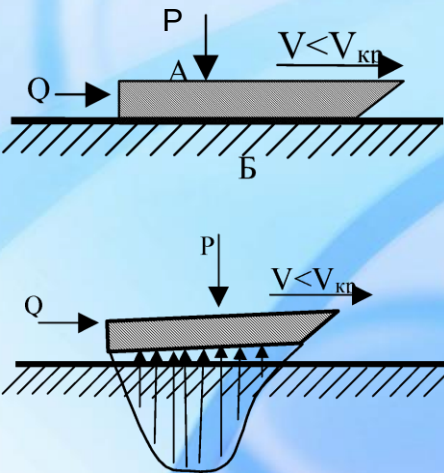
Полужидкостное трение сопровождается износом трущихся поверхностей.

Граничное трение имеет место при небольших скоростях скольжения трущихся поверхностей, при этом толщина слоя смазки порядка 0.1 мм.

Самый благоприятный режим – режим жидкостного трения. Этот режим обеспечивает износостойкость, сопротивление заеданию вала и высокий к.п.д. подшипника.



Исследование режима жидкостного трения в подшипниках основано на гидродинамической теории смазки.



Рассмотрим две пластины, залитые маслом и нагруженные силой P . Под действием силы Q пластина А движется относительно Б со скоростью V .

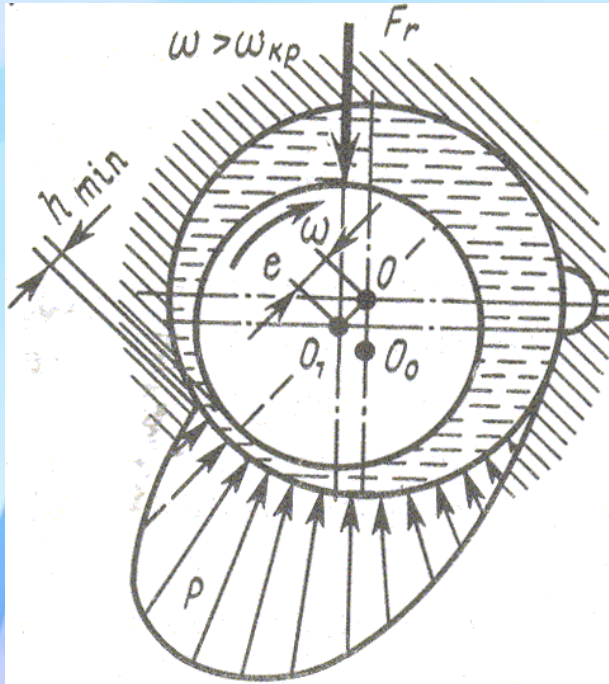
Если скорость мала, пластина А выжимает смазку с пластины Б, поверхности соприкасаются и наблюдается полужидкостное трение.

С увеличением скорости скольжения пластина А поднимается в масляном слое и принимает наклонное положение (глизсер, водные лыжи). Между пластинами образуется сужающийся зазор. Протекание масла через этот зазор сопровождается образованием давления p , которое уравнивает внешнюю нагрузку.

Переход к режиму жидкостного трения происходит при некоторой скорости $V_{кр}$, называемой критической. Для работы подшипника в режиме жидкостного трения необходима подъемная сила создаваемая давлением жидкого смазочного материала. Различают два способа создания “поддерживающего” давления: гидростатический и гидродинамический.

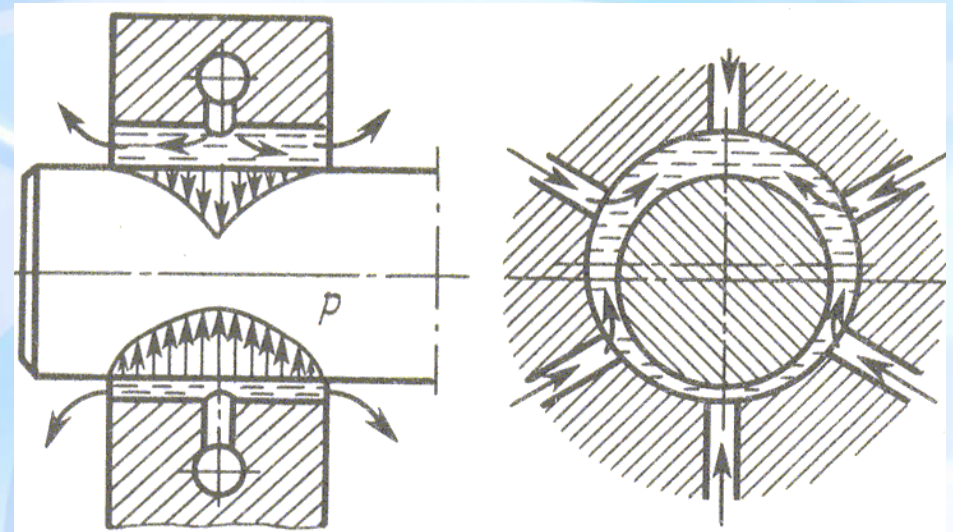
ПОДШИПНИКИ ЖИДКОСТНОГО ТРЕНИЯ

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПОДШИПНИКИ



Гидродинамический режим смазки обеспечивается наличием клинового зазора и относительного движения между опорными поверхностями вала и подшипника, а также смачивающей способностью и вязкостью смазочного материала. В этом случае вращающийся вал затягивает смазочный материал в клиновидный зазор и увеличивает давление в зоне наибольшего сближения опорных поверхностей.

ГИДРОСТАТИЧЕСКИЕ ПОДШИПНИКИ



Гидростатический режим создается путем применения внешнего источника давления (насоса) и основывается на разности давлений в нагруженной и ненагруженной зонах подшипника, возникающей вследствие разных гидравлических сопротивлений (эффект гидростатического всплытия).

Гидростатические подшипники выполняют, как правило, с несущими камерами, а их опорные поверхности могут быть полного или частичного охвата. Запуск гидростатического подшипника можно осуществлять без граничного трения.

Гидростатодинамический режим является сочетанием первых двух.

К ВОПРОСУ О ЖИДКОСТНОМ ТРЕНИИ В ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ

Положение вала во вкладыше

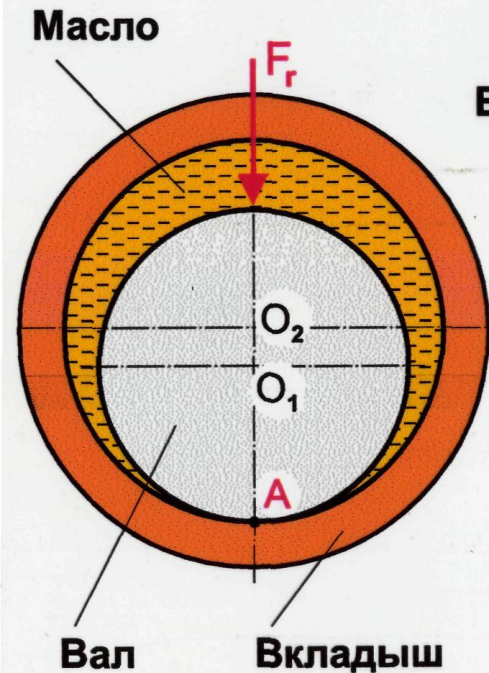
при угловой скорости

$$\omega = 0$$

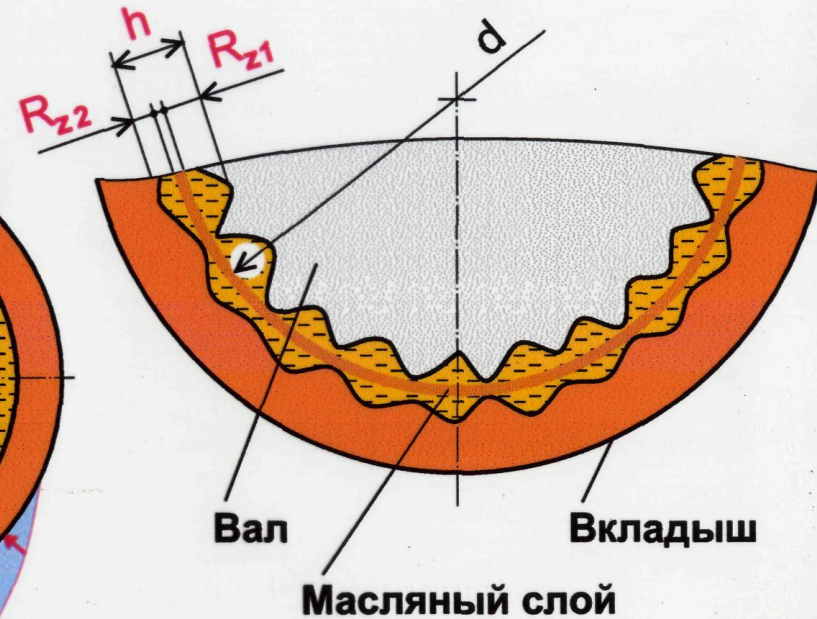
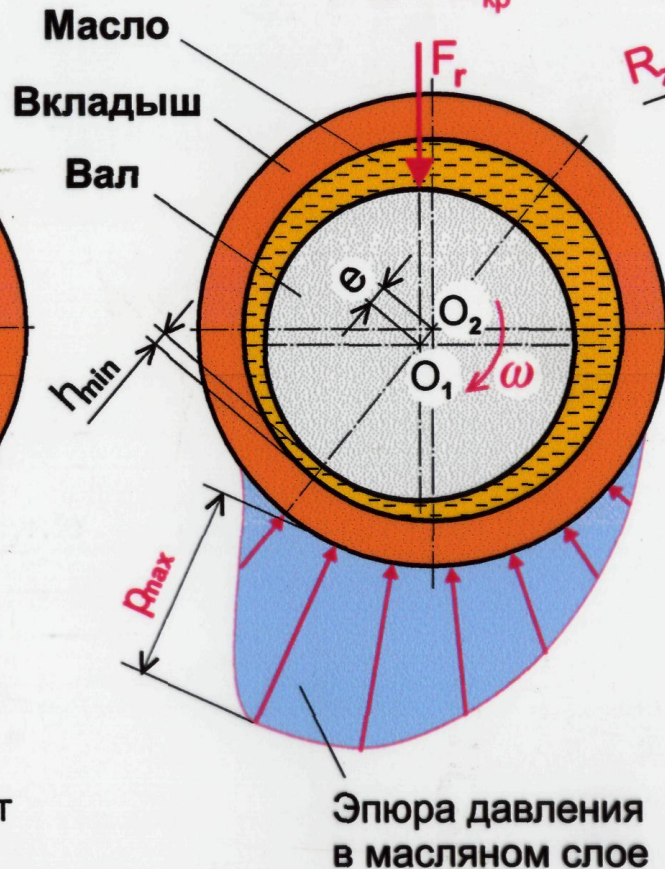
при угловой скорости
больше критической

$$\omega > \omega_{кр}$$

Микрогеометрия вала и вкладыша



Металлический контакт
в точке **A**



При жидкостном трении толщина
масляного слоя **h** между валом
и вкладышем:

$$h > R_{z1} + R_{z2}$$

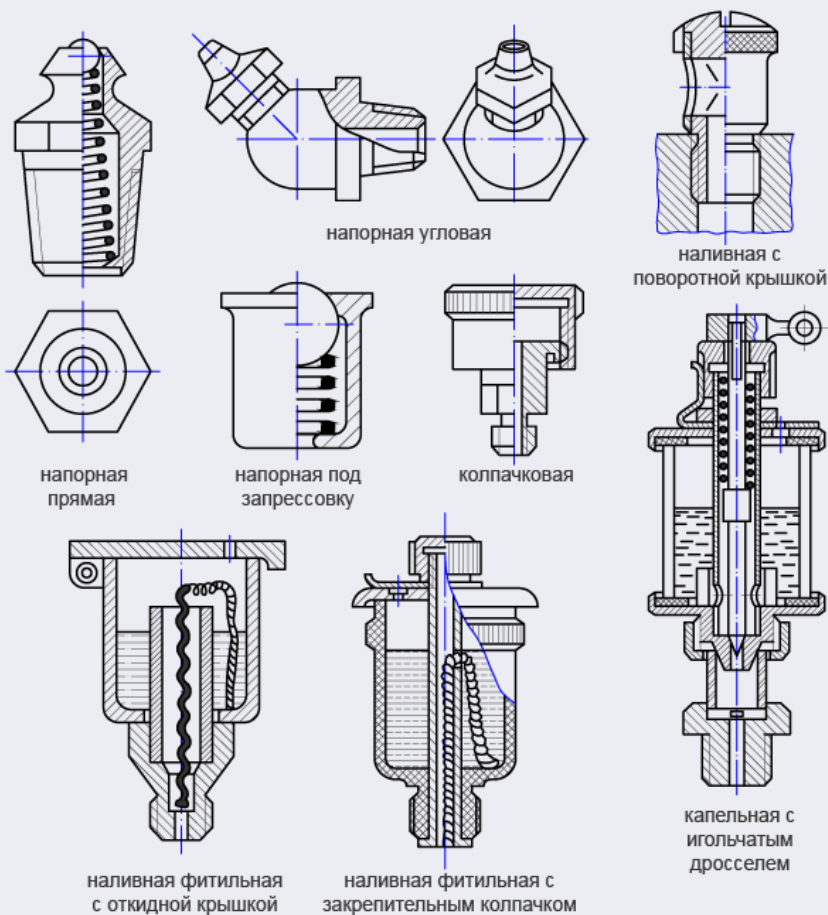
подавляющее большинство опор с жидкостным трением работает в условиях гидродинамического режима. В радиальных подшипниках клиновидная форма зазора образуется за счет смещения центров цапфы вала и вкладыша. При угловой скорости $\omega = \omega_{кр}$ цапфа всплывает в масле и несколько смещается в сторону вращения. С увеличением угловой скорости увеличивается толщина разделяющего масляного слоя h . Это происходит вследствие эксцентрического расположения цапфы в подшипнике. Под нагрузкой торцевые зазоры между цапфой и подшипником оказываются снизу меньшими, чем сверху. В результате переменный расход через зазор смазочного материала приводит к появлению требуемого давления и подъемной силы. Давление определяется зазором, радиальной силой и вязкостью материала.

СМАЗКА ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Смазочные материалы:

- 1) жидкие (минеральные и синтетических масла, силикон, вода (в подшипниках, изготовленных из неметаллических соединений));
- 2) пластичная (консистентная);
- 3) твердая (графит, тальк, слюда);
- 4) газообразная (на основе газов, имеющих инертность, а также азота).

Масленки:



ВИДЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Работа сил трения в опоре расходуется на нагрев и износ ее деталей. Подшипники, работающие в режиме гидродинамического трения, изнашиваются только в периоды пуска и остановки машины, когда в клиновые зазоры вследствие малой относительной скорости не создается необходимое давление для образования толстого слоя смазки, разделяющего твердые поверхности.

При превышении установленных скоростей, недостатке смазки или больших давлениях возрастает температура подшипника и наступает заедание – наиболее опасный вид разрушения.

При действии переменных нагрузок (например, в поршневых двигателях) поверхность вкладыша может выкрашиваться вследствие усталости.

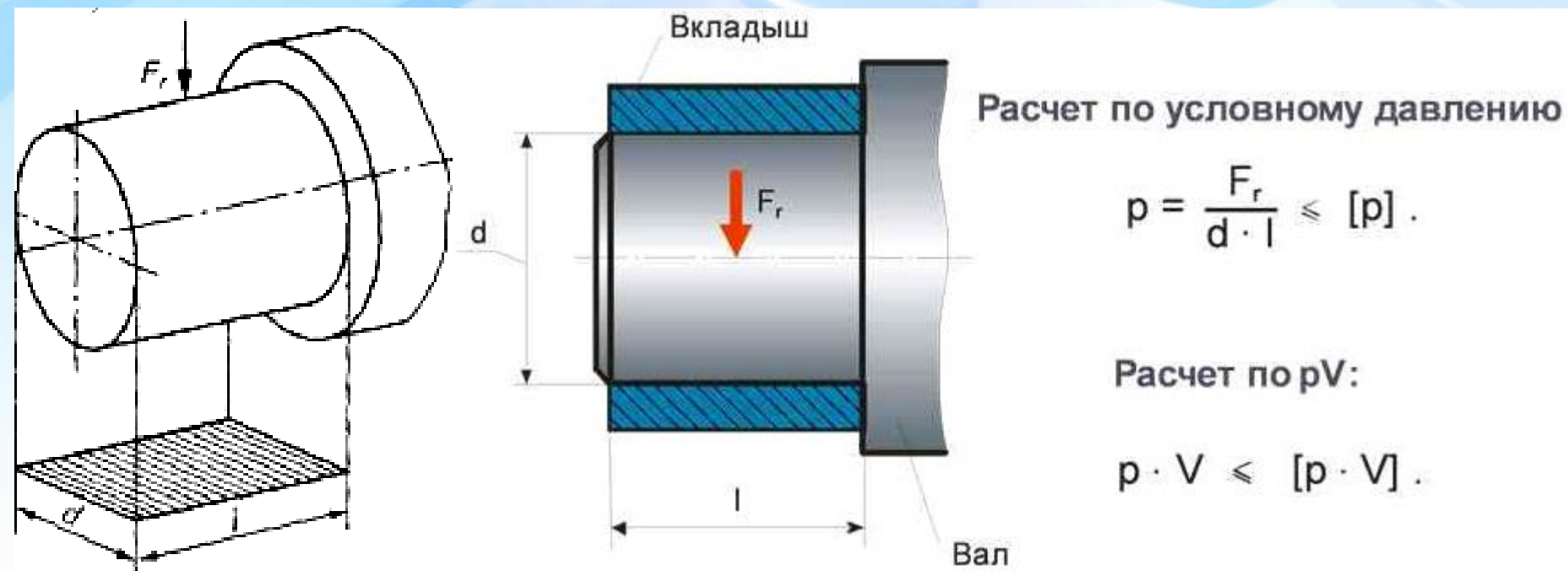
Обеспечение режима жидкостного трения является основным критерием расчёта большинства подшипников скольжения. При этом одновременно обеспечивается работоспособность по критериям износа и заедания.

РАСЧЕТ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ С ПОЛУЖИДКОСТНЫМ ТРЕНИЕМ

К таким подшипникам относятся

- подшипники грубых тихоходных механизмов;
- подшипники, работающие в неуставившемся режиме работы;
- подшипники с плохими условиями подвода смазки.

Подшипники скольжения, работающие в режиме полусухого или полужидкостного трения, рассчитывают по среднему давлению p между цапфой и вкладышем и по произведению этого давления на окружную скорость скольжения цапфы, т.е. по величине pv .



F_r – радиальная нагрузка на подшипник, d – диаметр цапфы, l – длина подшипника, v – окружная скорость цапфы.

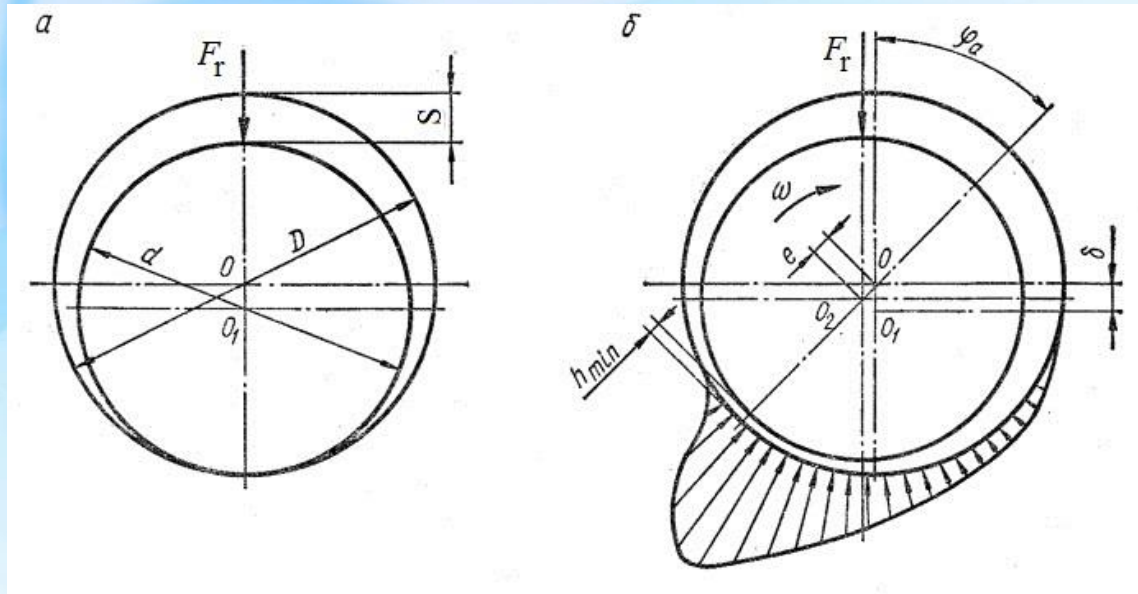
Диаметр d цапфы подшипника определяют конструктивно в зависимости от диаметра вала. Длину вкладыша подшипника выбирает в зависимости от диаметра d .

$$l = \varphi d$$

$$\varphi = 0.5 \div 1.2$$

Допускаемые значения $[p]$ и $[pv]$ определяют из опыта эксплуатации (справочники и спец. литература).

РАСЧЕТ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ, РАБОТАЮЩИХ В РЕЖИМЕ ЖИДКОСТНОГО ТРЕНИЯ



d – диаметр вала

D – диаметр вкладыша

l – длина подшипника

e – эксцентриситет

S – диаметральный зазор

$\delta = S/2$ – радиальный зазор

$\Psi = \frac{S}{d}$ – относительный зазор

$\chi = \frac{e}{\delta}$ – относительный эксцентриситет

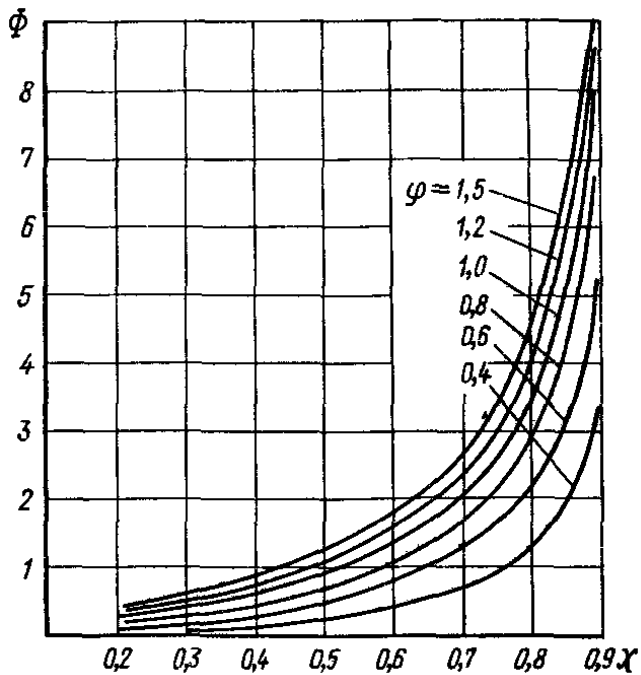
При расчете подшипника обычно известны: диаметр цапфы d , нагрузка F_r и частота вращения n . Определяют длину подшипника l , зазор δ , сорт масла μ .

Большинством из неизвестных параметров задаются, основываясь на рекомендациях, выработанных практикой, и затем проверяют запас надежности подшипника по режиму жидкостного трения.

При выборе $1/d$ учитывают конструктивные особенности (габариты, массу и пр.). Распространенные значения $1/d = 0.5 \div 1$. Выбранную величину $1/d$ проверяют по $[p]$ и $[pv]$.

Далее в зависимости от давления p и окружной скорости цапфы v задаются относительным зазором $\Psi = 0.001 \div 0.003$

Затем задаются средней рабочей температурой масла, принимают сорт масла и определяют расчетную вязкость масла μ .

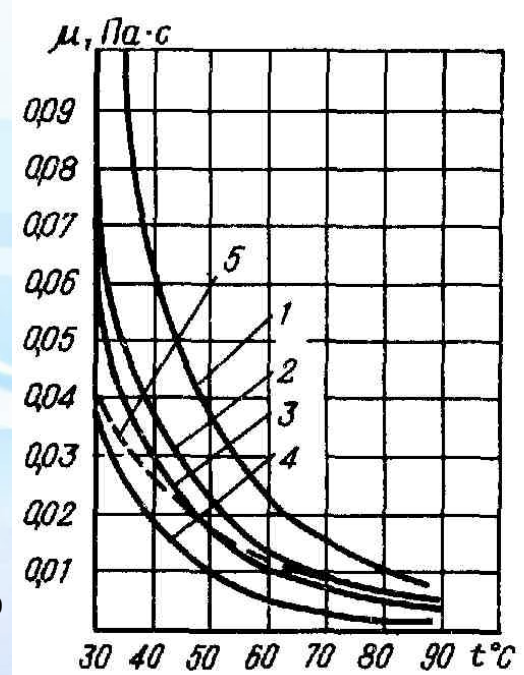


Удельная нагрузка на подшипник

$$\Phi = \frac{p \psi^2}{\mu \omega}$$

Определяют относительный эксцентриситет цапфы χ по графику.

Минимальная толщина масляного слоя



$$h_{\min} = 0,5(1 - \chi)\psi d$$

Условие надежной работы подшипника скольжения в режиме жидкостного трения:

$$k = \frac{h_{\min}}{Rz_1 + Rz_2} \geq [k]$$

Обычно параметры шероховатостей цапфы $Rz_1 \leq 2.5$ мкм и подшипника $Rz_2 \leq 5$ мкм и запас $k = 2$. Большие значения запаса и минимальной толщины смазочного слоя нежелательны из-за возрастающих потерь на трение.

ПРОВЕРКА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ПОДШИПНИКА СКОЛЬЖЕНИЯ

Тепло, выделившееся в подшипнике, может быть отведено во внешнюю среду маслом, а также через корпус подшипника и вал. Поскольку теплопередача через корпус подшипника значительно выше, чем через вал, то в расчете ограничиваются вычислением отвода тепла через корпус. Такой же расчет производят, когда шейка вала выполнена из материала с низкой теплопроводностью. Если же вкладыш подшипника толстостенный и выполнен из материала, плохо проводящего тепло, то отводимое тепло рассчитывают через вал.

Условие теплового равновесия при стационарном режиме

$$Q = Q_1 + Q_2$$

Q – количество теплоты выделяемой в подшипнике в единицу времени;

Q_1 – количество теплоты, отводимого от подшипника маслом;

Q_2 – количество теплоты, отводимого корпусом подшипника и валом во внешнюю среду

Количество теплоты выделяемой в подшипнике в единицу времени

$$Q = F_r f v$$

где F_r – радиальная нагрузка на подшипник;

f – коэффициент трения;

v – окружная скорость цапфы.

Количество теплоты, отводимого от подшипника маслом в единицу времени

$$Q_1 = c V \rho (t_{\text{вых}} - t_{\text{вх}})$$

где c – удельная теплоемкость масла;

V – объем масла, протекающего через подшипник в единицу времени;

ρ – плотность масла;

$t_{\text{вых}}$ и $t_{\text{вх}}$ – температура масла при выходе и входе в подшипник.

Количество теплоты, отводимого от подшипника через корпус

$$Q_2 = K A (t_{\text{вых}} - t_{\text{вх}})$$

где K – коэффициент теплопередачи;

A – площадь наружной поверхности корпуса, омываемой воздухом

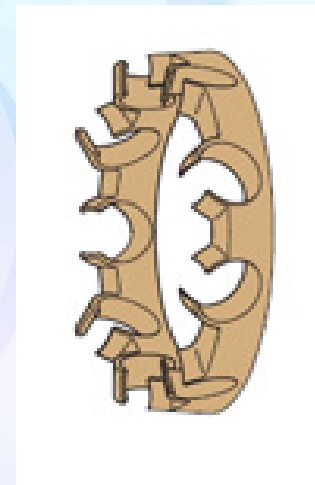
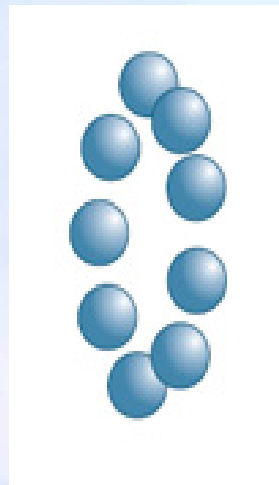
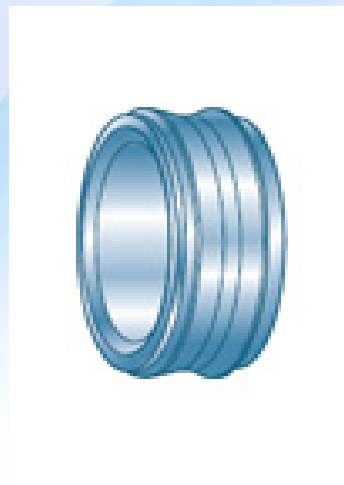
Средняя температура масла в рабочей зоне подшипника не должна превышать допускаемой

$$t_m \leq [t_m]$$

$$t_m = t_{\text{вх}} + \frac{0,5 F_r f v}{c V \rho + K A} \leq [t_m]$$

ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ

Подшипник представляет собой сборочную единицу, состоящую из тел качения (шариков или роликов), отделенных равномерно друг от друга сепаратором и располагающихся между кольцами.



ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Достоинства:

- малые потери на трение;
- высокий КПД (до 0,995);
- незначительный нагрев;
- высокие надежность и нагрузочная способность;
- малые габаритные размеры в осевом направлении;
- невысокая стоимость вследствие массового производства;
- высокая степень взаимозаменяемости;
- простота в эксплуатации и малый расход смазки.

Недостатки:

- пониженная долговечность при ударных и вибрационных нагрузках ;
- ограниченная быстроходность из-за чрезмерного нагрева и опасности разрушения сепараторов от действия центробежных сил;
- ненадежность при работе в агрессивных средах (например, в воде);
- относительно большие радиальные размеры;
- неразъемность конструкции;
- шум при больших оборотах.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

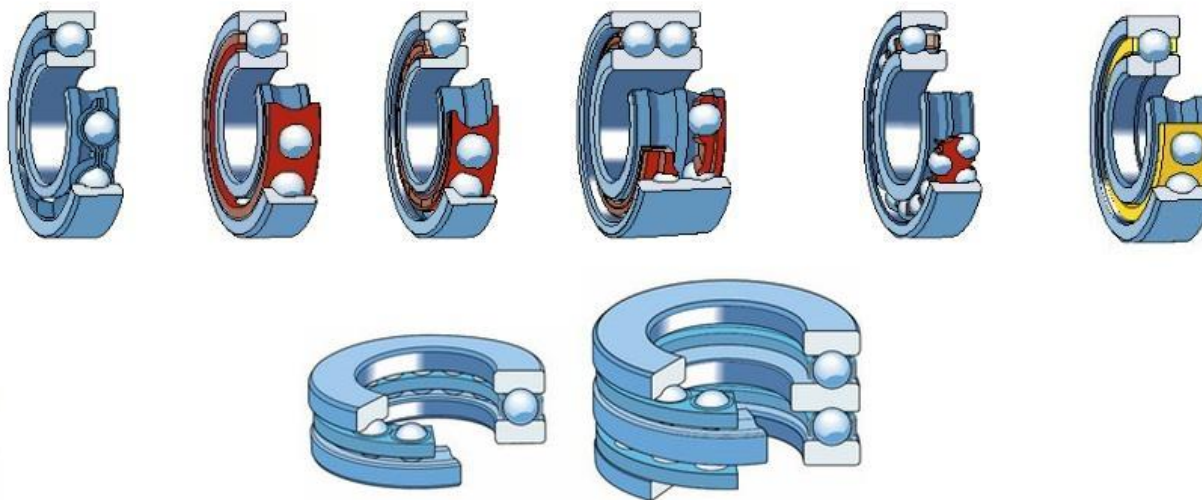
По направлению действия воспринимаемой нагрузки подшипники качения различают:



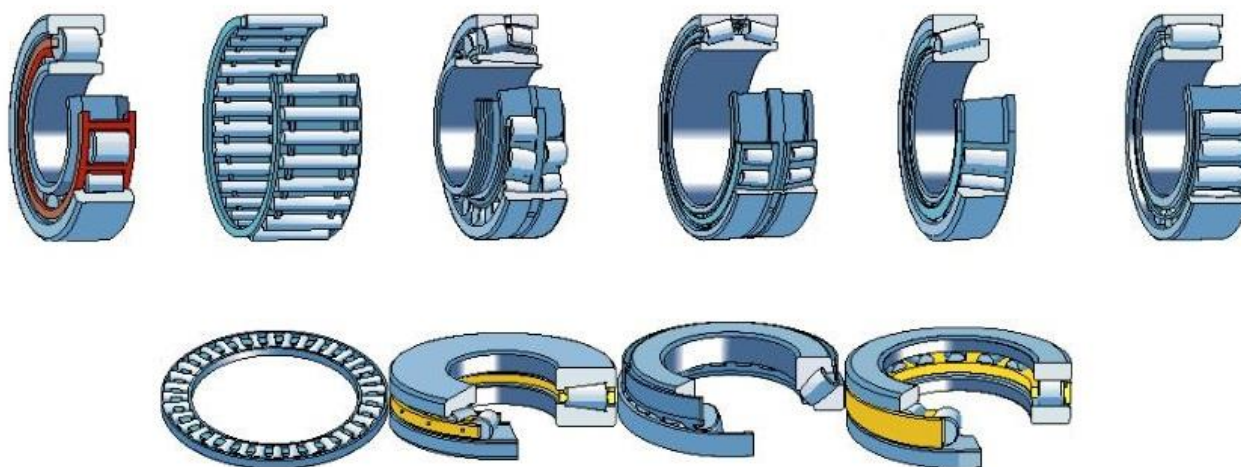
КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

По форме тел качения подшипники качения делят на:

ШАРИКОВЫЕ



РОЛИКОВЫЕ



КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

По числу рядов тел качения различают подшипники качения:

- однорядные;
- двухрядные;
- многорядные.

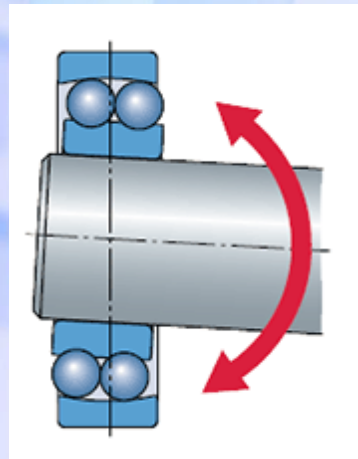


КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

По способности самоустанавливаться подшипники качения делят на:

- самоустанавливающиеся;
- несамоустанавливающиеся.

Самоустанавливающийся подшипник качения

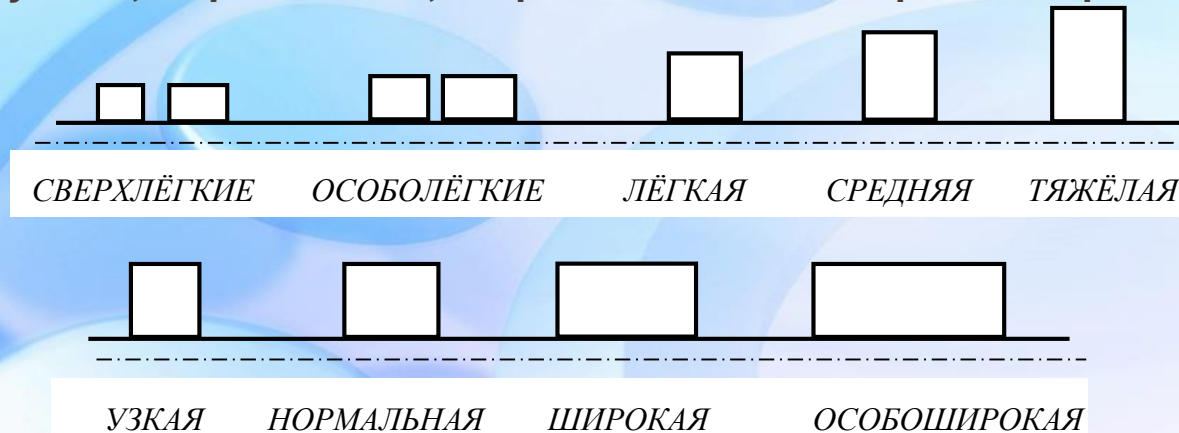


КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

По нагрузочной способности и габаритным размерам при одном и том же внутреннем диаметре подшипники делятся на серии:

по радиальным размерам - сверхлегкие, особо легкие, легкие, средние и тяжелые серии;

по ширине - узкие, нормальные, широкие и особо широкие серии.



Маркировка подшипников качения

Условное обозначение состоит из ряда цифр и букв, нанесенных на торце одного из колец подшипника.

Последние две цифры (крайние справа) обозначают внутренний диаметр подшипника. Если диаметр подшипника от 20 до 495 мм - обозначение 04...99. Для определения значения диаметра в миллиметрах необходимо эти цифры умножить на 5. Для подшипников, у которых $10 \leq d < 20$ мм, первая и вторая цифры справа 00; 01; 02; 03 соответствуют диаметрам 10; 12; 15; 17 мм. При $d \leq 9$ мм фактическому диаметру соответствует одна первая цифра стоящая перед 00.

Третья цифра справа обозначает серию подшипника по диаметру:

1 - особо легкая; 2 - легкая; 3 - средняя; 4 - тяжелая; 5 - легкая широкая; 6 - средняя широкая.

Четвертая цифра справа обозначает тип подшипника:

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

Пятая или пятая и шестая цифры справа обозначают конструктивные отклонения подшипника (канавки на наружном кольце, защитные шайбы и т. п.) от основной конструкции. Если после 0 слева нет цифр, то 0 в условном обозначении подшипника не проставляется.

Седьмая цифра справа обозначает серию подшипника по ширине.

Цифры, стоящие через тире впереди цифр у основного обозначения подшипника, указывают его класс точности. Пять классов точности (в порядке повышения точности): P0, P6, P5, P4, P2. Допускается и цифровое обозначение классов точности подшипников: 0, 6, 5, 4, 2 *.

Буквы, проставленные правее от основного условного обозначения, характеризуют отличительные признаки подшипников (изменение металла, конструкции и др.). Например: Б - сепаратор из безоловянистой бронзы; Е - сепаратор из пластических материалов; Ш - специальные требования по шуму; Ю - все или часть деталей из коррозионно-стойкой стали.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Структура полного обозначения подшипника:

Стандартом установлены классы точности 0, 6, 5, 4, 2 (в порядке повышения точности), класс 0 не маркируется

Класс точности

Основное условное обозначение (в общем случае из семи цифр)

Другие конструктивные особенности (если имеются)

Серия по ширине

Характеризует тип подшипника

Серия по наружному диаметру

Конструктивные особенности

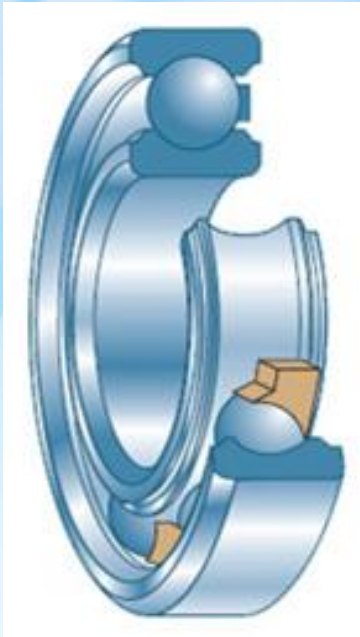
Характеризуют диаметр посадки подшипника на вал

Обозначение	00	01	02	03	Частное от деления диаметра посадки на 5
Диаметр посадки, мм	10	12	15	17	$15 \leq d \leq 495$

Незначащие нули слева в основном условном обозначении подшипника не указываются

Обозначение	Тип
0	Шариковый радиальный однорядный
1	Шариковый радиальный двухрядный сферический
2	Роликовый радиальный однорядный с короткими цилиндрическими роликами
3	Роликовый радиальный двухрядный сферический
4	Роликовый радиальный с длинными цилиндрическими роликами или иглами
5	Роликовый с витыми роликами
6	Шариковый радиально-упорный
7	Роликовый радиально-упорный
8	Шариковый упорный
9	Роликовый упорный

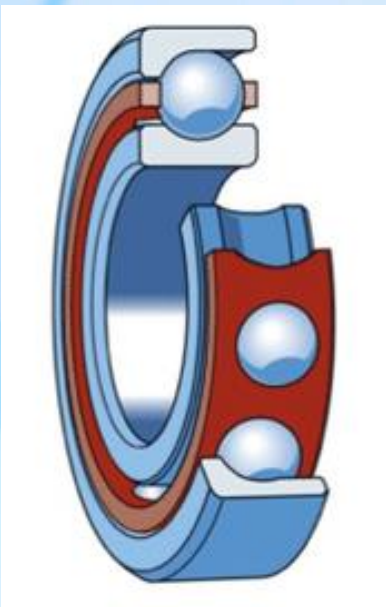
ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ



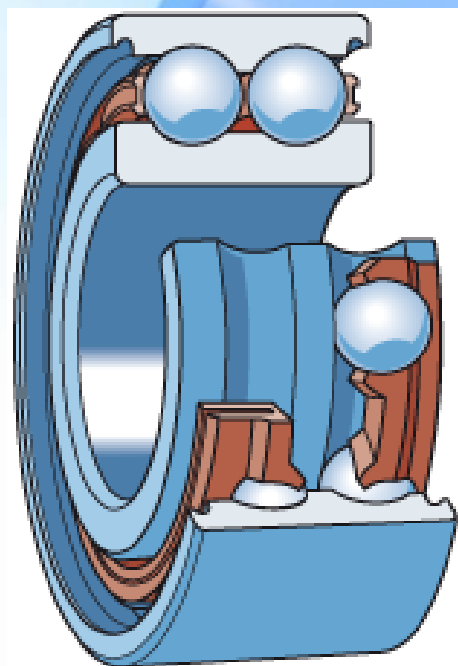
Шарикоподшипник радиальный однорядный самый распространенный в машиностроении. Предназначен для восприятия радиальной нагрузки. Желобчатые дорожки качения позволяют воспринимать осевые нагрузки (до 70% от неиспользованной радиальной), действующие в обоих направлениях вдоль оси вала. Обеспечивает осевое фиксирование вала в двух направлениях. Он дешев, допускает небольшой перекос внутреннего кольца относительно наружного (до $0^{\circ}10'$). При одинаковых габаритных размерах работает с меньшими потерями на трение и при большей частоте вращения вала, чем подшипники всех других конструкций.



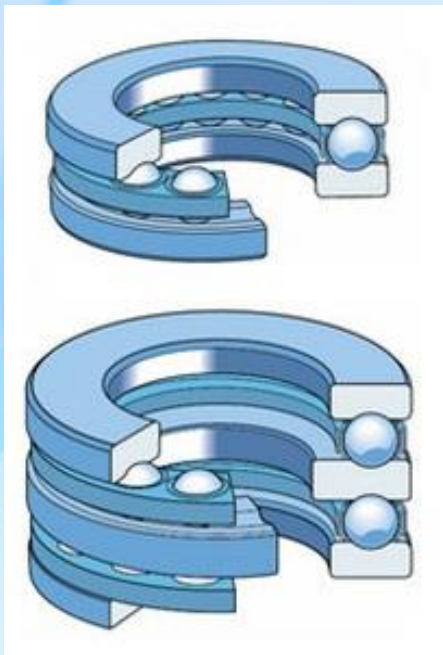
Шарикоподшипник радиальный сферический двухрядный имеет 2 ряда шариков, расположенных в шахматном порядке. Предназначен для восприятия радиальной нагрузки. Одновременно с радиальной может воспринимать небольшую осевую нагрузку обоих направлений до 20% от неиспользованной радиальной. Дорожка качения на наружном кольце обработана по сфере. Поэтому подшипник способен работать при значительном (до $2...3^{\circ}$) перекосе внутреннего кольца относительно наружного. Способность самоустанавливаться и определяет область его применения.



Шарикоподшипник радиально-упорный однорядный предназначен для восприятия радиальной и односторонней осевой нагрузок. Способность воспринимать осевую нагрузку зависит от угла контакта α : с увеличением угла контакта возрастает воспринимаемая подшипником односторонняя осевая нагрузка. Осевая нагрузка не должна превышать 0,7...2 от неиспользованной радиальной. Подшипники, смонтированные попарно, воспринимают осевые силы, действующие в обоих направлениях. При монтаже требует регулировки осевого зазора.



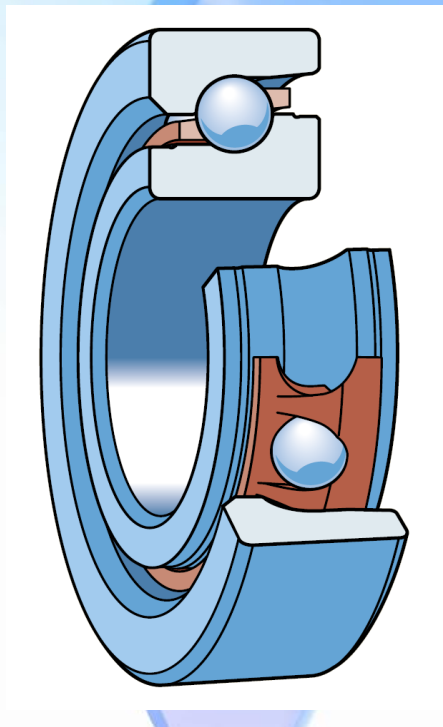
Шарикоподшипник радиально-упорный двухрядный воспринимает значительные радиальные, знакопеременные осевые и комбинированные нагрузки.



Шарикоподшипник упорный одинарный воспринимает одностороннюю осевую нагрузку.

Для восприятия осевых сил попеременно в обоих направлениях устанавливают **шарикоподшипник упорный двойной**.

Во избежание заклинивания шариков от действия центробежных сил эти подшипники применяют при средней и низкой частоте вращения.



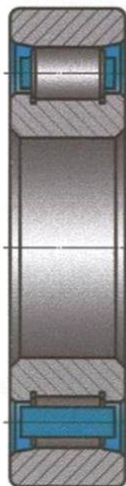
Шарикоподшипник упорно-радиальный одинарный воспринимает одностороннюю осевую нагрузку и небольшую радиальную.



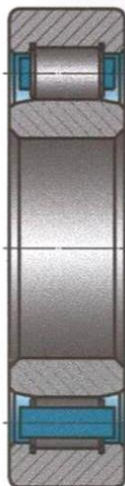
Роликоподшипник радиальный с короткими цилиндрическими роликами воспринимает большие радиальные нагрузки, обладает значительно большей грузоподъемностью, чем шарикоподшипник радиальный однорядный равных габаритных размеров. Допускает осевое взаимное смещение колец. Чувствителен к относительному перекосу внутреннего и наружного колец (при перекосе возникает концентрация напряжений у краев ролика). Подшипник устанавливают на жестких коротких валах при повышенных требованиях к соосности посадочных мест. Применяют в качестве «плавающих опор».

КОНСТРУКЦИИ РОЛИКОПОДШИПНИКОВ РАДИАЛЬНЫХ С КОРОТКИМИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ РОЛИКАМИ

Тип 2000
без бортов на
наружном кольце



Тип 32000
без бортов на
внутреннем кольце

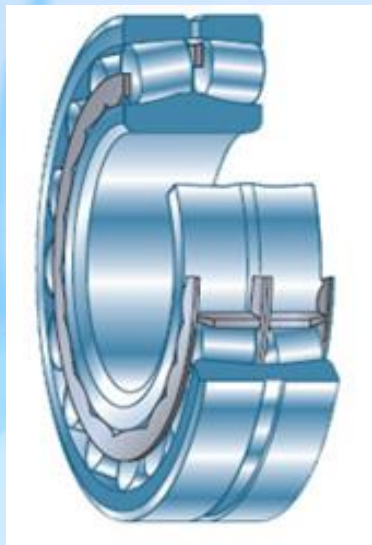


Тип 12000
с одним бортом на
наружном кольце

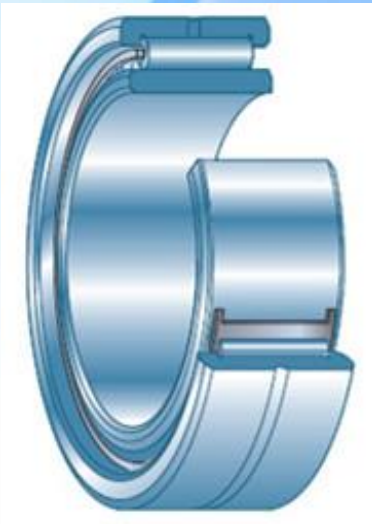


Тип 42000
с одним бортом на
внутреннем кольце

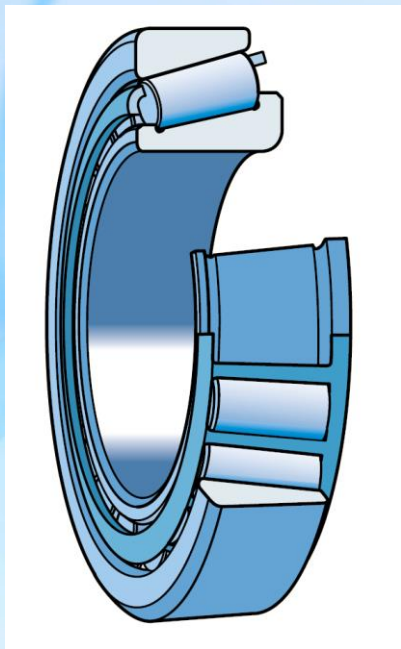




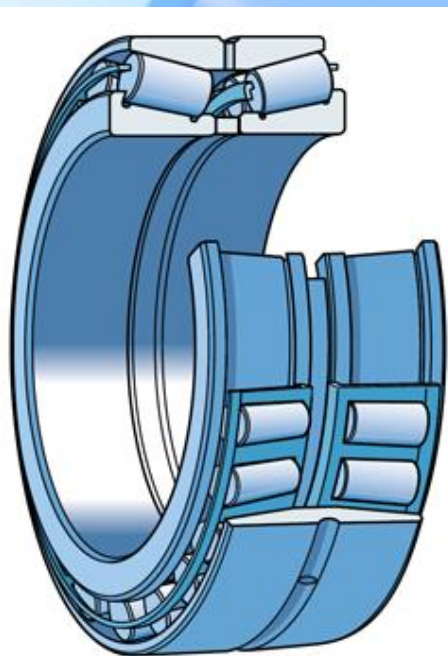
Роликоподшипник радиальный сферический двухрядный имеет 2 ряда бочкообразных роликов, расположенных в шахматном порядке. Предназначен для восприятия радиальной нагрузки. Одновременно с радиальной может воспринимать небольшую осевую нагрузку обоих направлений до 25% от неиспользованной радиальной. Дорожка качения на наружном кольце обработана по сфере. Поэтому подшипник является самоустанавливающимся и способен работать при перекосе внутреннего кольца относительно наружного до $2...3^\circ$.



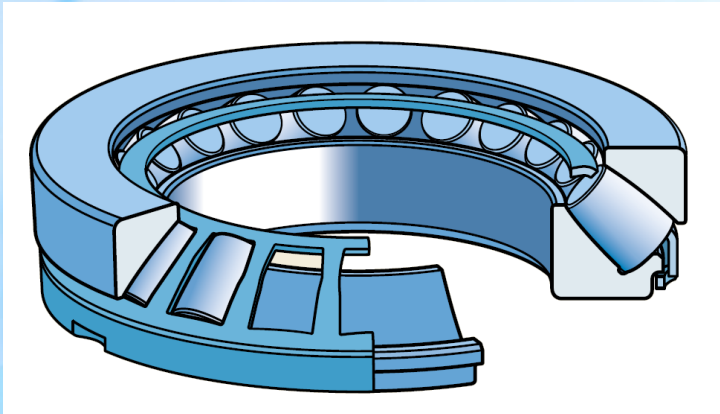
Роликоподшипник радиальный игольчатый однорядный воспринимает только радиальную нагрузку. При сравнительно небольших диаметральных размерах обладает высокой грузоподъемностью. Из-за отсутствия сепаратора характеризуется высокими потерями на трение между иглами и низкой предельной частотой вращения. Перекос внутреннего кольца относительно наружного недопустим. Обычно используют для работы в режиме качательного движения. Существуют конструкции без внутреннего кольца.



Роликоподшипник конический однорядный воспринимает одновременно радиальную и одностороннюю осевую нагрузки. Обладает большой грузоподъемностью. По применению в машиностроении стоит на втором месте после шарикоподшипников радиальных однорядных. Чувствителен к относительному перекосу внутреннего и наружного колец. Подшипники устанавливают попарно на жестких коротких валах при повышенных требованиях к соосности посадочных мест. Применяют при средних и низких частотах вращения. При монтаже требует регулировки осевого зазора.



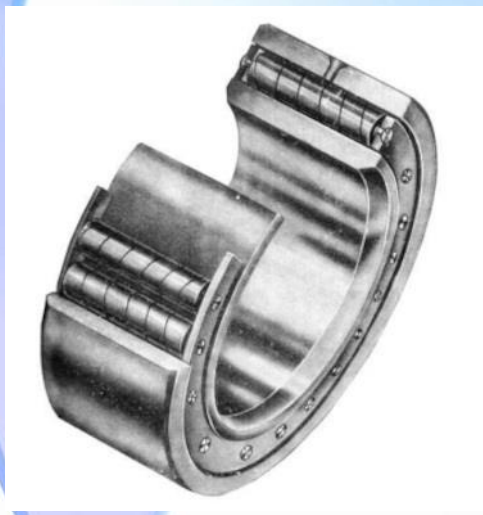
Роликоподшипник конический двухрядный применяют при действии на опору вала больших радиальной и знакопеременной осевой нагрузок.



Роликоподшипник упорный сферический воспринимает одностороннюю осевую нагрузку и небольшую радиальную. Обладает низкой быстроходностью.



Роликоподшипник упорный с коническими роликами воспринимает одностороннюю осевую нагрузку и не способен воспринимать радиальную. Обладает низкой быстроходностью.



Роликоподшипник радиальный с витыми роликами воспринимает большие радиальные ударные нагрузки, действие которых смягчается податливостью роликов. Витые ролики изготовляют навивкой из ленты прямоугольного сечения.

МАТЕРИАЛЫ ДЕТАЛЕЙ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Тела качения и кольца изготавливают из специальных шарикоподшипниковых высокоуглеродистых хромистых сталей ШХ15, Ш20СГ, а также из цементуемых легированных сталей 18ХГТ, 20Х2Н4А. Кольца имеют твердость HRC 61...66, тела качения HRC 63...67. Витые ролики изготавливают навиванием из стальной полосы.

Сепараторы чаще всего штампуют из мягкой углеродистой стали. Для высокоскоростных подшипников сепараторы изготавливают массивными из текстолита, фторопласта, латуни, бронзы. Материалы перечислены в порядке увеличения быстроходности подшипников.

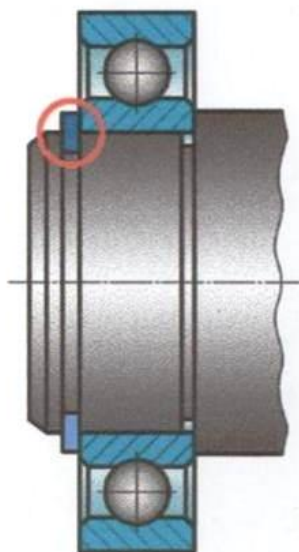


КРЕПЛЕНИЕ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ НА ВАЛАХ

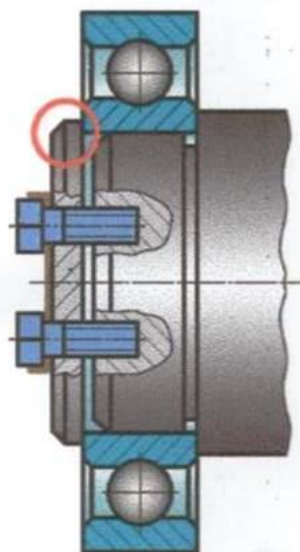
Посадка с натягом
до упора в заплечик



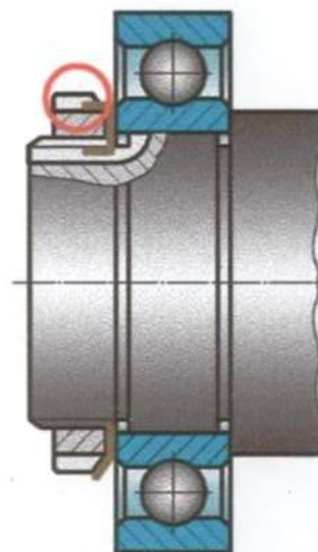
Пружинным
кольцом



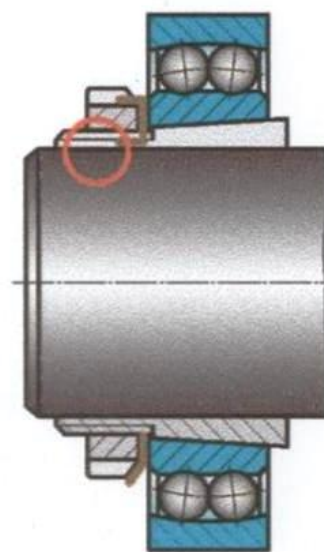
Торцевой
шайбой



Гайкой

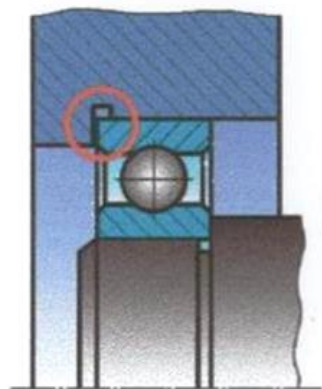


Конической
разрезной втулкой

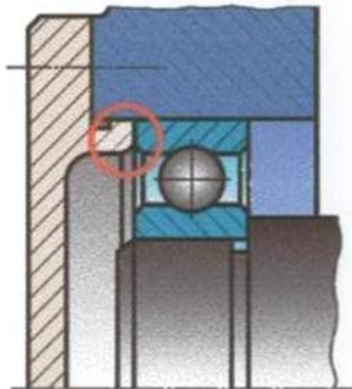


КРЕПЛЕНИЕ НАРУЖНЫХ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ В КОРПУСЕ

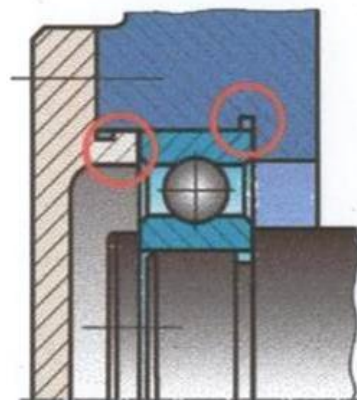
Заплечиками



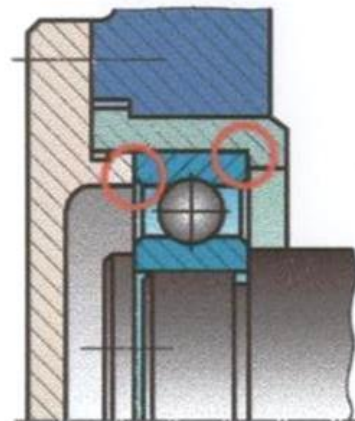
Торцевой крышкой



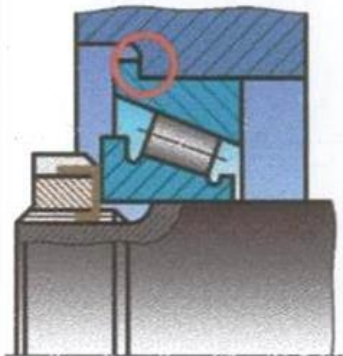
Крышкой и заплечиком



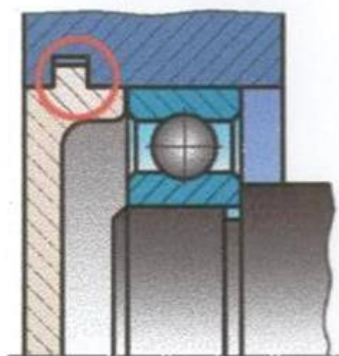
Стаканом и крышкой



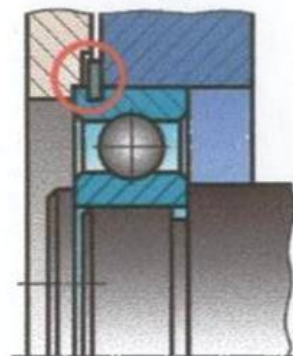
Упорным бортом подшипника



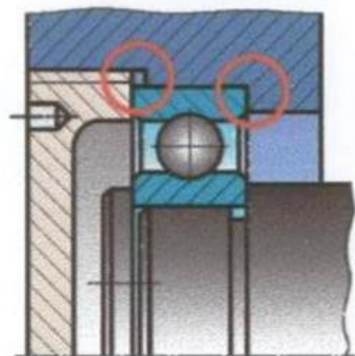
Врезной крышкой



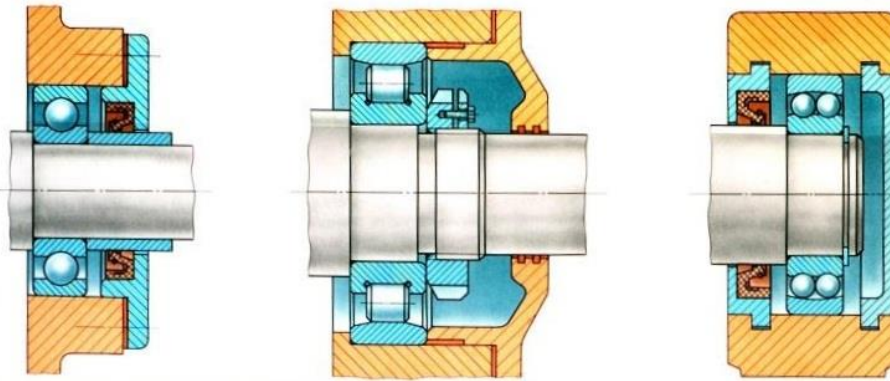
Пружинным кольцом



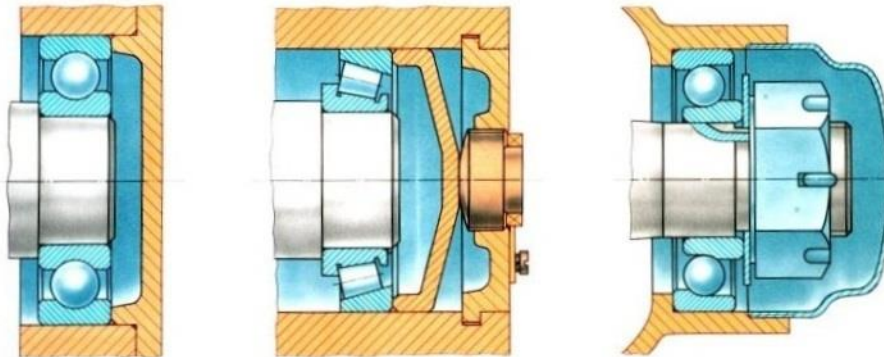
Гайкой и заплечиком



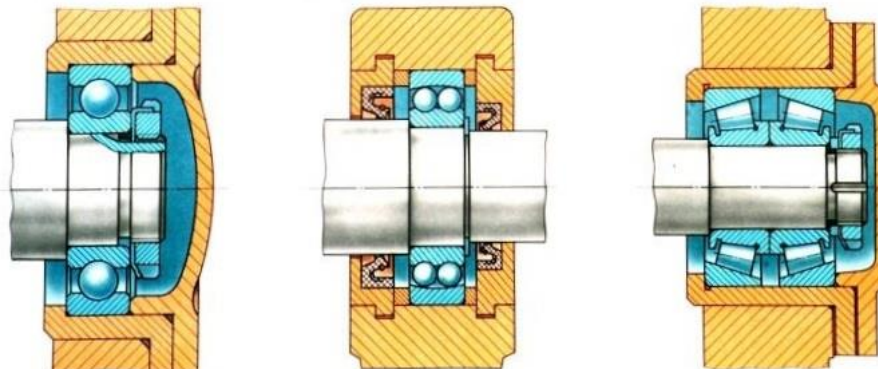
ОПОРЫ, НЕ ФИКСИРУЮЩИЕ ОСЕВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ВАЛОВ („ПЛАВАЮЩИЕ“)



ОПОРЫ, ФИКСИРУЮЩИЕ ВАЛЫ ОТ ОСЕВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ
В ОДНОМ НАПРАВЛЕНИИ

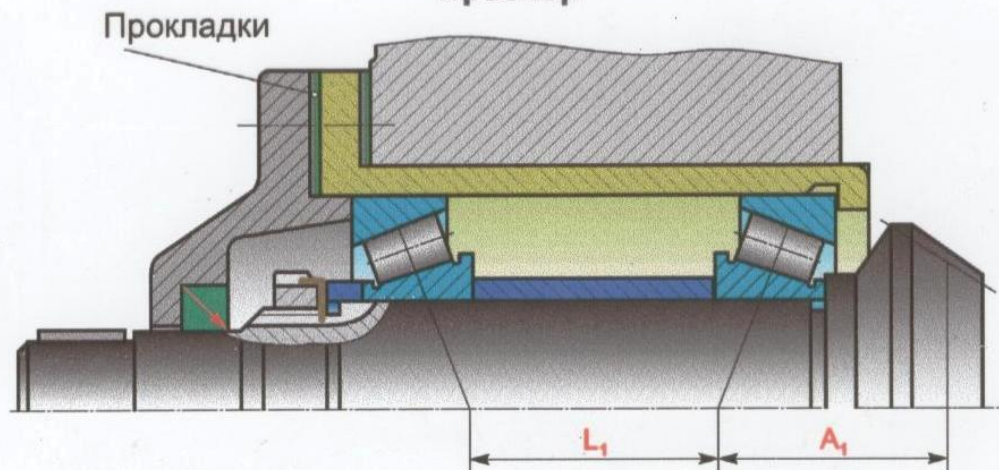


ОПОРЫ, ФИКСИРУЮЩИЕ ВАЛЫ ОТ ОСЕВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ
В ОБОИХ НАПРАВЛЕНИЯХ



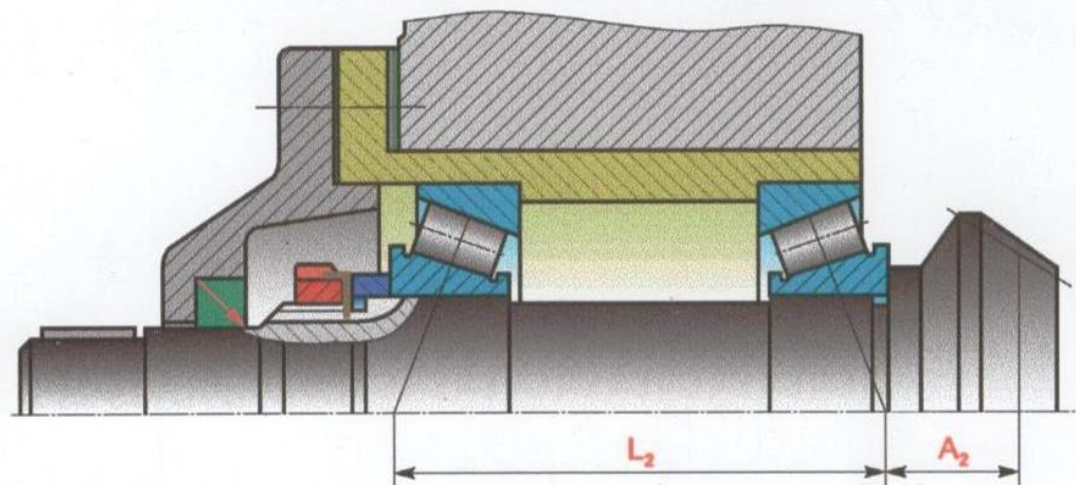
СХЕМЫ УСТАНОВКИ РАДИАЛЬНО-УПОРНЫХ ПОДШИПНИКОВ

Враспор



Регулировка подшипников осуществляется подбором металлических прокладок между крышкой подшипника и стаканом

Врастяжку

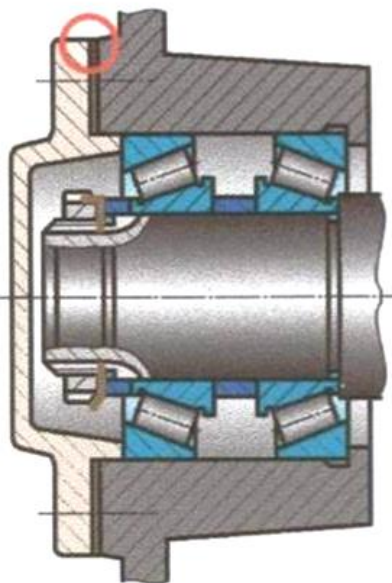


Регулировка подшипников осуществляется перемещением внутреннего кольца одного из подшипников посредством гайки

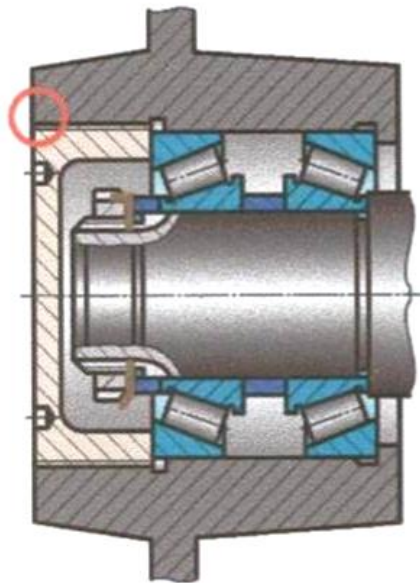
СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАДИАЛЬНО-УПОРНЫХ ПОДШИПНИКОВ

Осевым перемещением наружного кольца

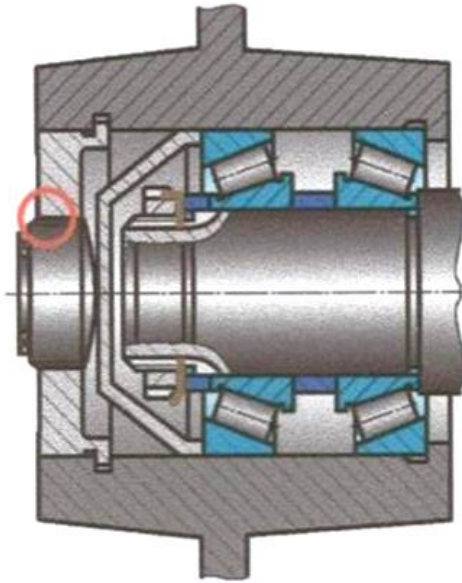
Набором
металлических
прокладок



Винтом,
вворачиваемым
в корпус

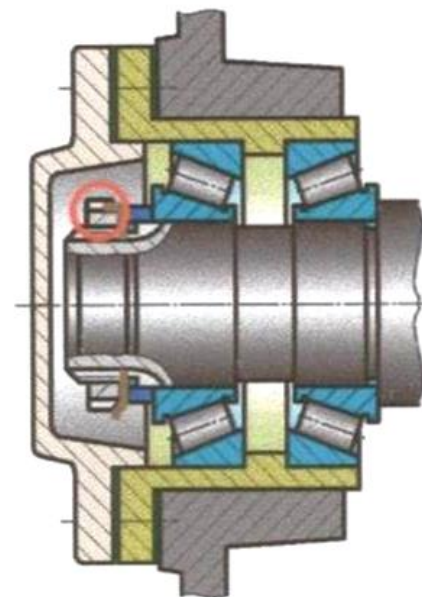


Винтом,
вворачиваемым
в крышку



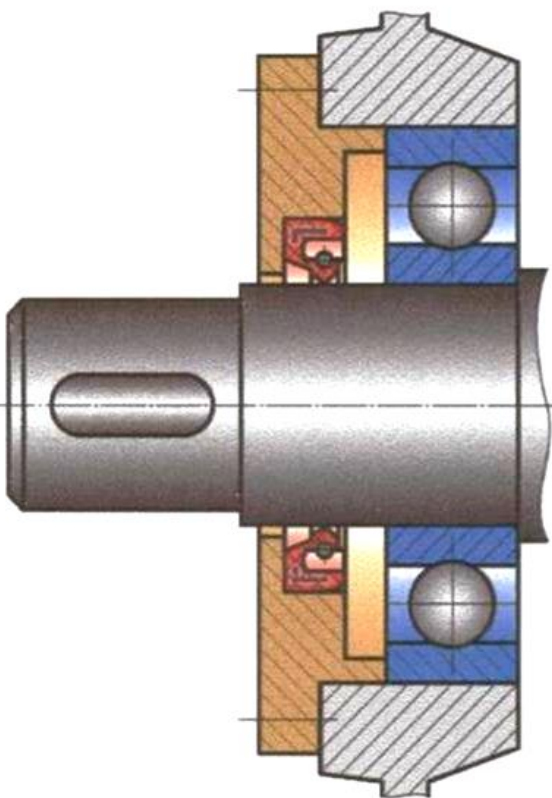
Осевым перемещением
внутреннего кольца

Гайкой

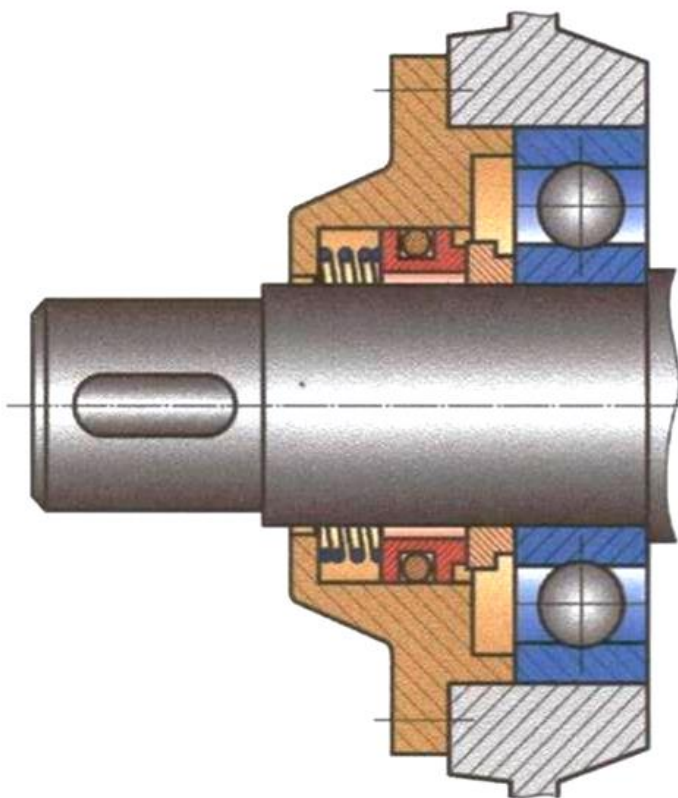


КОНТАКТНЫЕ УПЛОТНЕНИЯ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ

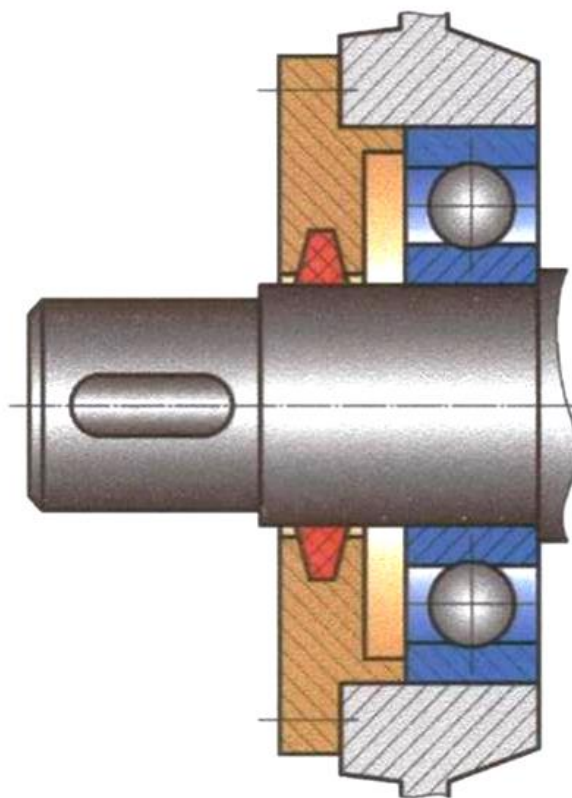
Манжетное



Торцовое

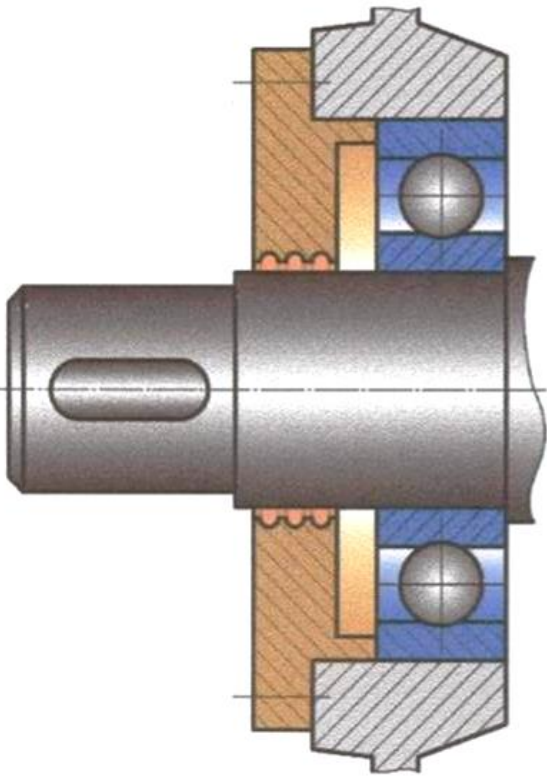


Сальниковое



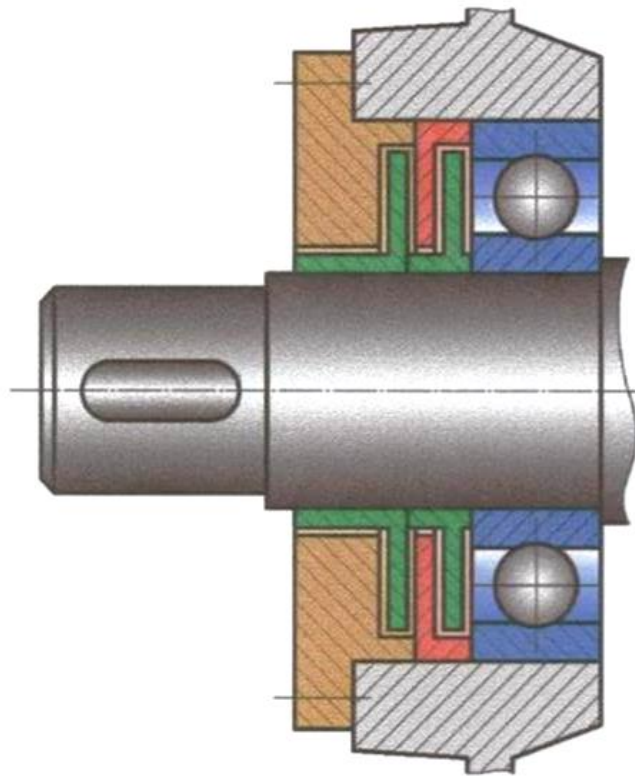
БЕСКОНТАКТНЫЕ УПЛОТНЕНИЯ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ

Щелевое

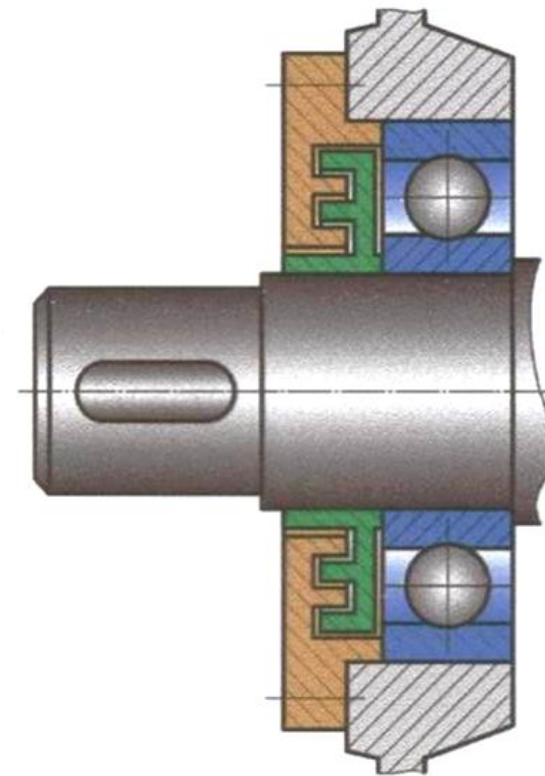


Лабиринтные

осевое

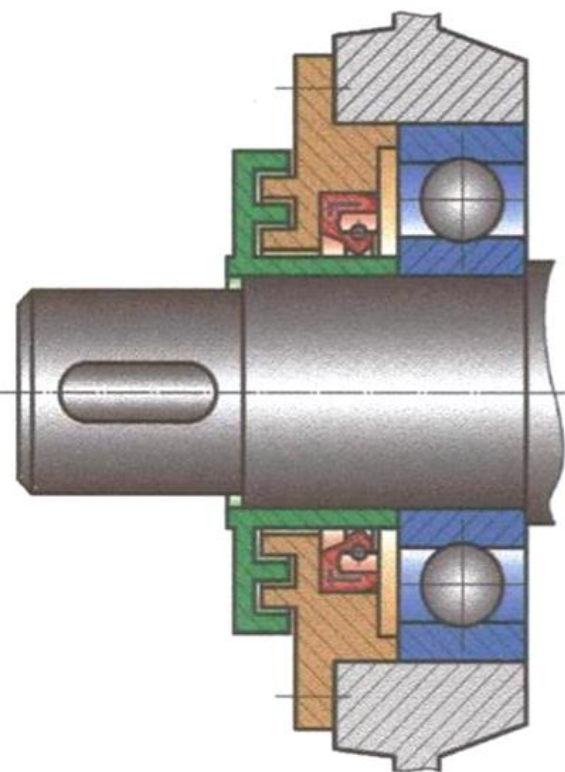


радиальное

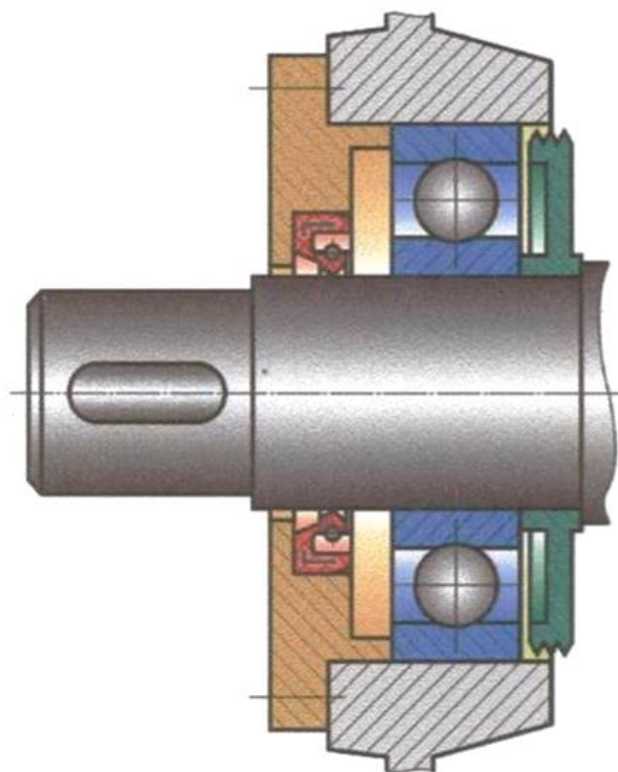


КОМБИНИРОВАННЫЕ УПЛОТНЕНИЯ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ

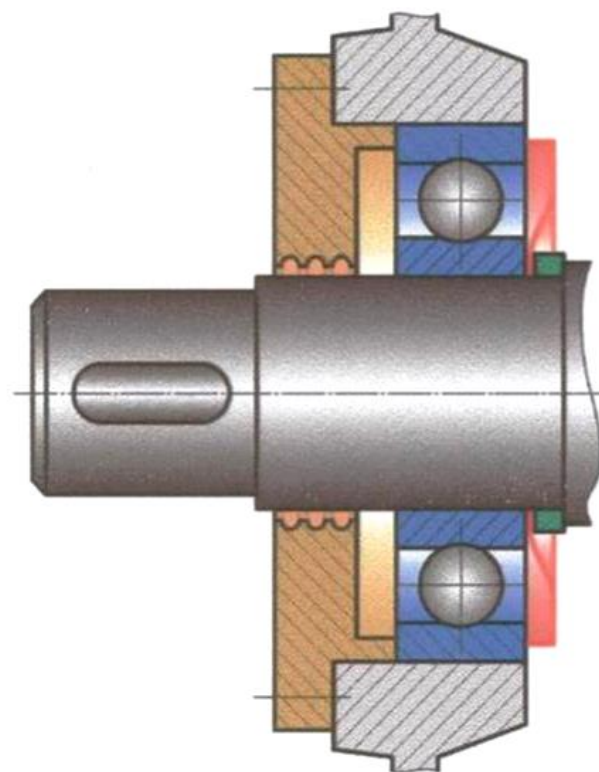
Манжетное с лабиринтным



Манжетное с маслосбрасывающим кольцом



Щелевое с упругой шайбой

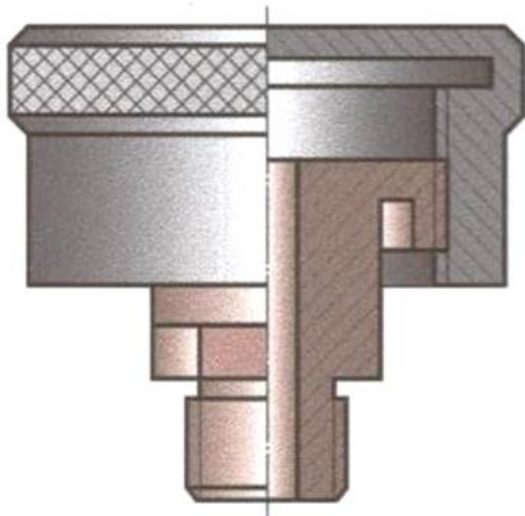


СМАЗКА ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Применяется как для снижения трения, так и для повышения теплоотвода. Пластичные (густые) смазки более легки в обслуживании, меньше расходуются, удобны в применении в труднодоступных местах, куда закладываются при сборке, заполняют и герметизируют зазоры. Их недостаток в том, что в конструкции требуется предусматривать специальные полости. Эту полость первоначально заполняют на $2/3$ объёма при $n \leq 1500$ об/мин или на $1/2$ объёма при $n > 1500$ об/мин.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ МАСЛЕНКИ ДЛЯ ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ

Колпачковая

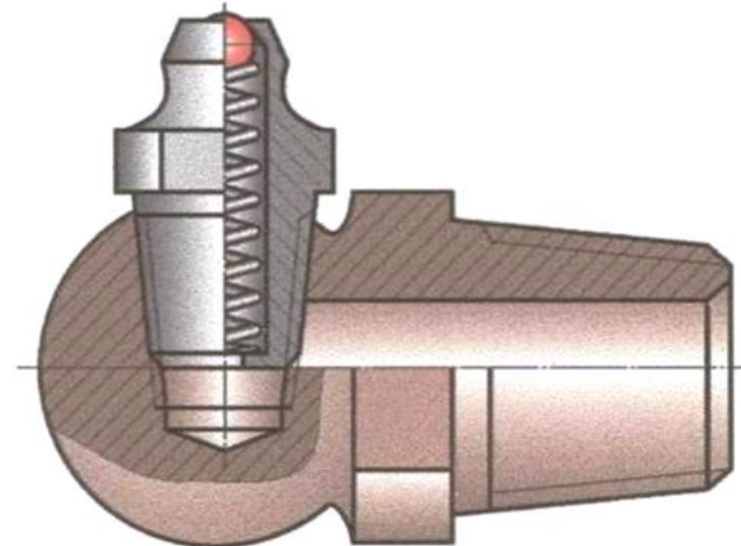


Пресс-масленки

прямая

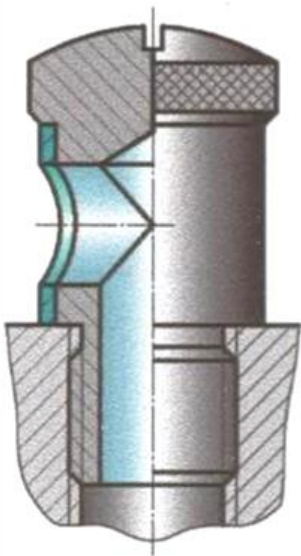


с переходным штуцером

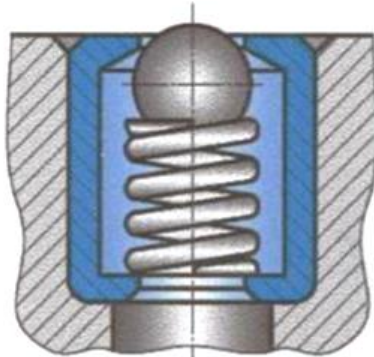


ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ МАСЛЕНКИ ДЛЯ ЖИДКОЙ СМАЗКИ

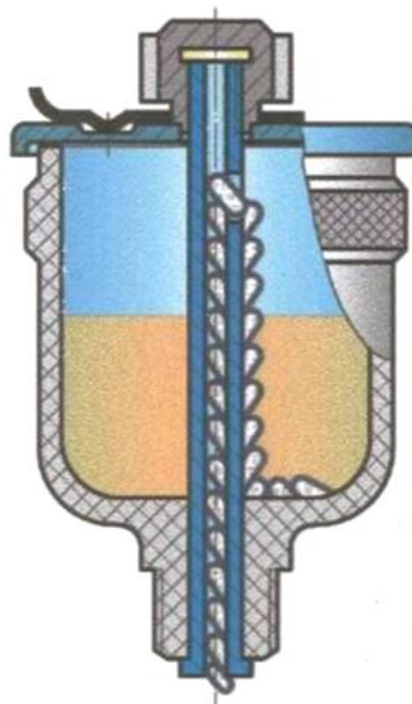
С поворотной
крышкой



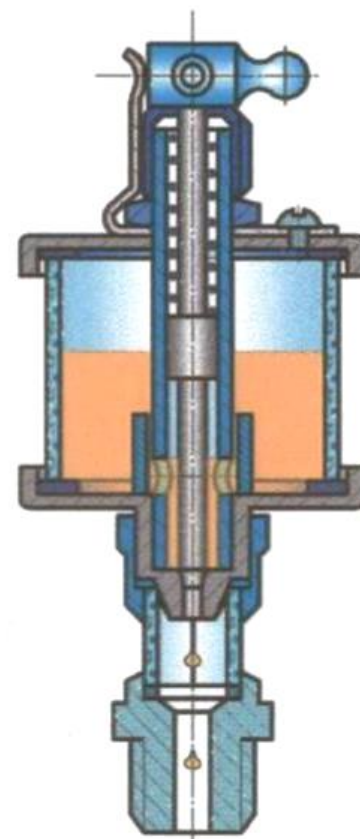
Шариковая



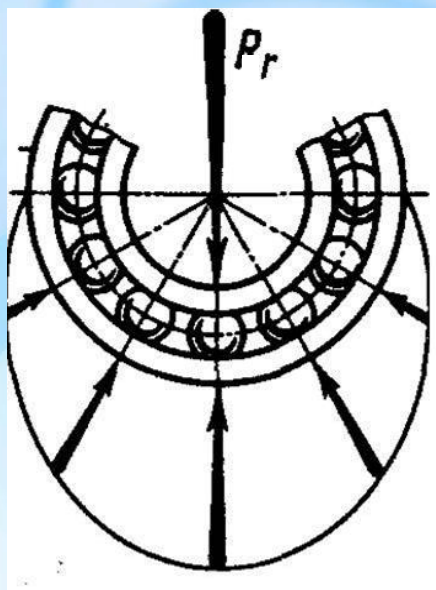
Фитильная



Капельная с
иглой



ОСОБЕННОСТИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА



Радиальная нагрузка P_r , действующая на подшипник, нагружает тела качения. Одна половина подшипника не нагружена, а в другой нагрузка распределяется между телами качения в зависимости от угла, радиального зазора в подшипнике и точности геометрической формы его деталей. При работе подшипника в каждой точке контакта тел качения с внутренним и наружным кольцами возникают контактные напряжения, которые изменяются по отнулевому циклу. Напряжения на внутреннем кольце больше, чем на наружном, так как на внутреннем кольце шарик соприкасается с выпуклой поверхностью (меньше площадка контакта), а на наружном - с вогнутой (больше площадка контакта).

Таким образом, для повышения долговечности подшипников целесообразно иметь вращающееся внутреннее кольцо и неподвижное наружное кольцо.

Циклическое перекачивание тел качения приводит к появлению усталостных микротрещин. Постоянно прокатывающиеся тела качения вдавливают в них смазку. Пульсирующее давление смазки расширяет и расшатывает микротрещины, приводя к усталостному выкрашиванию поверхностей тел качения и дорожек качения и к поломке колец. Усталостное выкрашивание – основной вид выхода из строя подшипников качения.

Кроме контактного выкрашивания в подшипниках качения возможны **статические и динамические перегрузки**, разрушающие как кольца, так и тела качения.

Абразивное изнашивание наблюдается при недостаточной защите подшипников от пыли, грязи (абразивных частиц). Это основной вид разрушения подшипников автомобильных, тракторных, строительных, горных машин.

Раскатывание колец и тел качения. Этот вид разрушения связан с ударами и вибрационными перегрузками, неправильным монтажом.

Пластические (остаточные) деформации.

Пластические деформации в виде вмятин (лунок) на дорожках качения колец, нарушающие работоспособность подшипника, наблюдаются в тихоходных подшипниках ($n < 1$ об/мин) при действии на них больших статических или ударных нагрузок. Поэтому основным критерием работоспособности тихоходных подшипников является расчет на базовую статическую грузоподъемность по остаточным деформациям.

РАСЧЕТ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Под **долговечностью подшипника** качения понимают число оборотов или число рабочих часов при постоянной частоте вращения, которое совершит подшипник до появления первых признаков усталостного разрушения на одном из своих колец, дорожках или телах качения.

Долговечность измеряется в миллионах оборотов или часах работы и обозначается соответственно L или L_h .

При расчете учитывают эквивалентную динамическую нагрузку P и динамическую грузоподъемность C .

Динамическая грузоподъемность для радиальных и радиально-упорных подшипников представляет собой постоянную радиальную нагрузку, которую группа идентичных подшипников с неподвижным наружным кольцом сможет выдержать до возникновения усталостного разрушения рабочих поверхностей колец или тел качения в течение одного миллиона оборотов внутреннего кольца. Для упорных подшипников определение динамической грузоподъемности аналогично, но вместо радиальной для них подразумевается осевая нагрузка.

Значения C приведены в каталогах для подшипников качения.

Динамическая грузоподъемность и ресурс (долговечность) связаны эмпирическими зависимостями

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^p$$

$$C = P \cdot \sqrt[p]{L}$$

где L - ресурс, млн. оборотов;

P – эквивалентная динамическая нагрузка;

$p = 3$ для шариковых и $p = \frac{10}{3} \approx 3,33$ для роликовых подшипников

Если частота вращения n постоянна, номинальную долговечность удобнее считать в часах:

$$L_h = \frac{L \cdot 10^6}{60 \cdot n}$$

Эквивалентной динамической нагрузкой P называется условная постоянная нагрузка, под действием которой подшипник качения будет иметь такую же долговечность, как и в действительных условиях нагружения:

$$P = (XVP_r + YP_a) K_\delta K_T,$$

где P_r – радиальная нагрузка, H ;

P_a – осевая нагрузка, H ;

V – коэффициент вращения (при вращении внутреннего кольца $V = 1$, наружного - $V = 1,2$);

K_δ – коэффициент безопасности (при спокойной нагрузке $K_\delta = 1$; при умеренных толчках $K_\delta = 1,3 \div 1,5$; при сильных толчках (ударах) $K_\delta = 2,5 \div 3,0$);

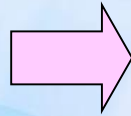
K_T – температурный коэффициент (для стали ШХ15 при t до $100^\circ C$ $K_T = 1$; при $t = 125 \div 250^\circ C$ $K_T = 1,05 \div 1,4$);

X ; Y – коэффициент радиальной и осевой нагрузок.

Для определения значений X и Y необходимо предварительно найти параметр осевого нагружения e , зависящий от отношения P_a / C_o , где C_o – статическая грузоподъемность, H , указываемая в каталоге на подшипники. Далее определяют величину отношения P_a / VP_r , сопоставляют ее с найденным ранее параметром e и в зависимости от этого находят конкретные значения X и Y .

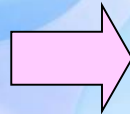
Расчетная эквивалентная нагрузка P :

Шариковые радиальные,
радиально-упорные и
Роликовые радиально-
упорные подшипники



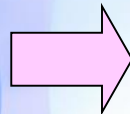
$$P = (XVP_r + YP_a)K_\sigma K_T;$$
$$P = VP_r K_\sigma K_T, \text{ если } P_a / (VP_r) \leq e$$

Радиальные роликоподшипники,
с короткими цилиндри-
ческими роликами



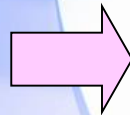
$$P = VP_r K_\sigma K_T$$

Упорно-радиальные
подшипники



$$P = (XP_r + YP_a)K_\sigma K_T$$

Упорные подшипники



$$P = P_a K_\sigma K_T$$

Особенности расчета нагрузки радиально-упорных подшипников

При расчете радиально-упорных подшипников необходимо определять осевые нагрузки, воспринимаемые опорами и учитывать собственные осевые составляющие S реакций в подшипнике, возникающие от радиальной нагрузки.

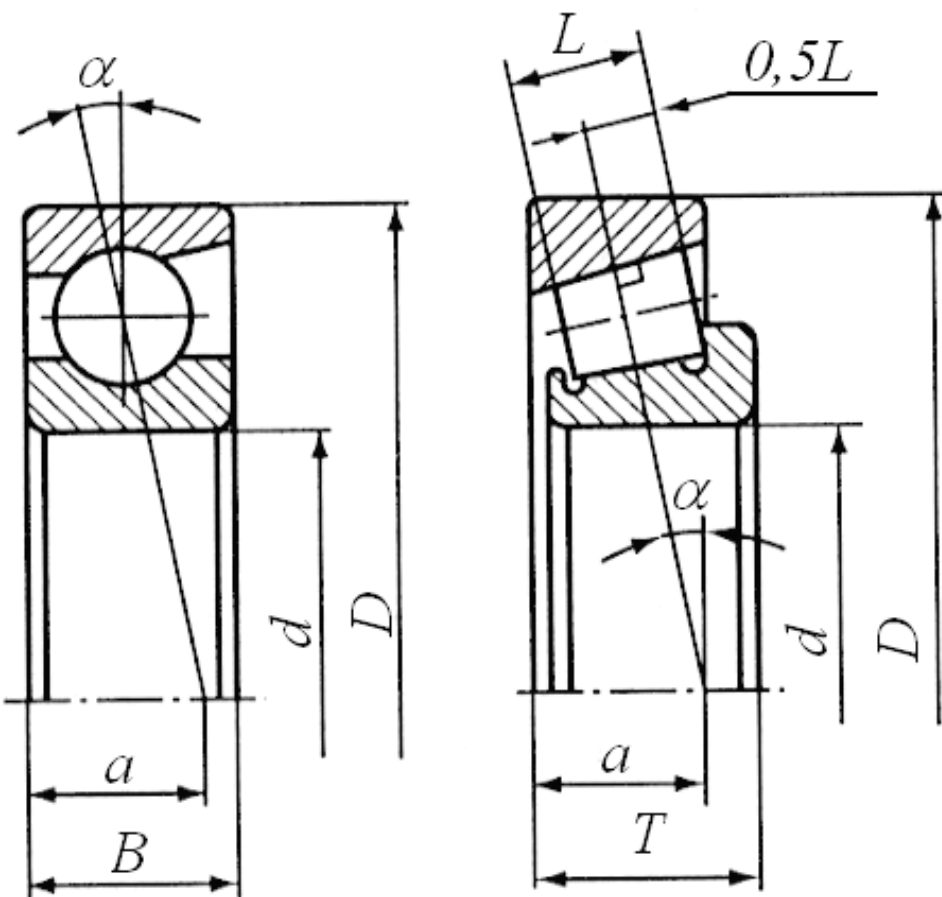
Для шариковых радиально-упорных подшипников:

$$S = e \cdot P_r,$$

для конических роликовых подшипников:

$$S = 0,83 \cdot e \cdot P_r.$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧКИ ПРИЛОЖЕНИЯ РЕАКЦИИ РАДИАЛЬНО-УПОРНЫХ ПОДШИПНИКОВ



Точка приложения реакции опоры находится на пересечении оси вала с нормалью к середине линии контакта. Эта точка может быть определена графически или по расстоянию a от торца наружного кольца подшипника.

Для однорядных шариковых подшипников

$$a = 0,5 \cdot \left[B + \frac{d + D}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \right];$$

Для роликовых конических

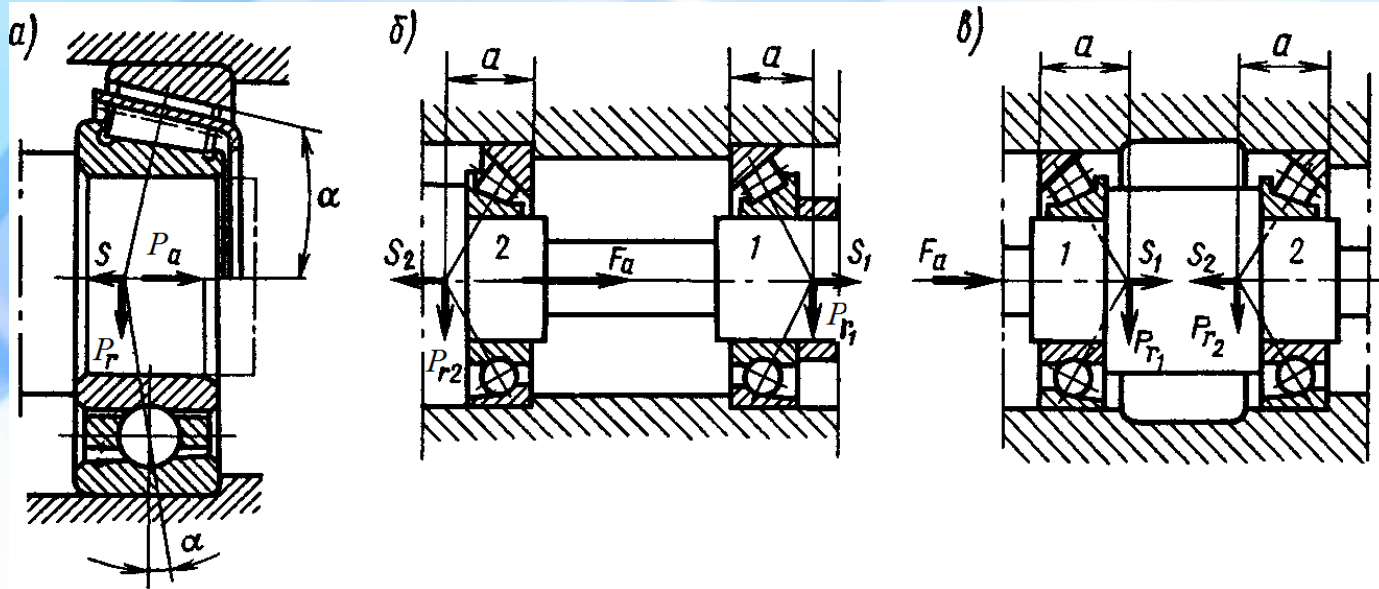
$$a = 0,5 \cdot \left[T + \frac{(d + D) \cdot e}{3} \right].$$

Для нормальной работы радиально-упорных подшипников необходимо, чтобы в каждой опоре осевая сила, нагружающая подшипник, была бы не меньше осевой составляющей от действия радиальных сил

$$P_{a1} \geq S_1; \quad P_{a2} \geq S_2.$$

Кроме того, должно выполняться условие равновесия вала:

$$F_a + P_{a2} - P_{a1} = 0.$$



Ниже приведены формулы для определения осевых сил P_{a1} и P_{a2} для отдельных частных случаев:

если $S_1 \geq S_2; F_a \geq 0$ или $S_1 < S_2; F_a \geq S_2 - S_1$,

то $P_{a1} = S_1; P_{a2} = P_{a1} + F_a$;

если $S_1 < S_2; F_a < S_2 - S_1$,

то $P_{a2} = S_2; P_{a1} = P_{a2} - F_a$.

ВЫБОР ПОДШИПНИКОВ ПО СТАТИЧЕСКОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ

Эквивалентная динамическая нагрузка P растет с уменьшением ресурса L и не имеет ограничения. Фактически нагрузка ограничена потерей статической прочности, или так называемой статической грузоподъемностью. Статическую грузоподъемность применяют для подбора подшипников при $n < 1 \text{ мин}^{-1}$.

Условие выбора:

$$P_0 \leq C_0,$$

где P_0 - эквивалентная статическая нагрузка;
 C_0 - статическая грузоподъемность.

Под статической грузоподъемностью C_0 понимают такую статическую нагрузку, которой соответствует общая остаточная деформация тел качения и колец в наиболее нагруженной точке контакта, равная 0,0001 диаметра тела качения. Значения C_0 указаны в каталогах для каждого типоразмера подшипника.

Эквивалентная статическая нагрузка

$$P_0 = X_0 \cdot P_r + Y_0 \cdot P_a, \text{ но не меньше, чем } P_0 = P_r,$$

где P_r, P_a - радиальная и осевая нагрузки;

X_0, Y_0 - коэффициенты радиальной и осевой статических нагрузок.

ПОСАДКИ ПОДШИПНИКОВ НА ВАЛ И В КОРПУС

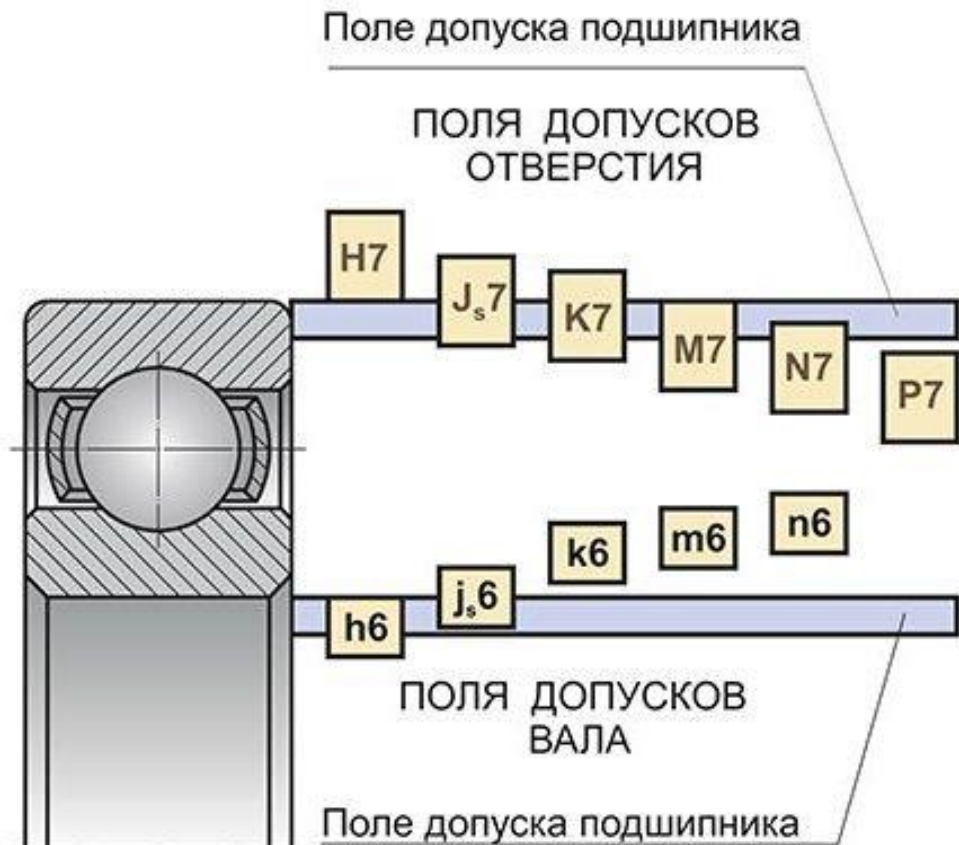
Подшипники являются стандартными узлами, поэтому валы и корпуса должны приспособляться к ним. Внутренние кольца сажают на вал по системе отверстия, а наружные в корпус по системе вала. При том, что поле допусков внутреннего кольца направлено не в тело, а к центру, посадки на вал получаются более плотными, чем обычно в системе отверстия.

В зависимости от режима работы машины, чем больше нагрузка и сильнее толчки, тем более плотными должны быть посадки и наоборот. Посадки роликоподшипников должны быть более плотными в связи с большими нагрузками.

Посадки радиально-упорных подшипников плотнее, чем у радиальных, у которых посадочные натяги искажают зазоры.

Посадки крупных подшипников из-за больших сил назначают плотнее, чем у средних и мелких.

ПОСАДКИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

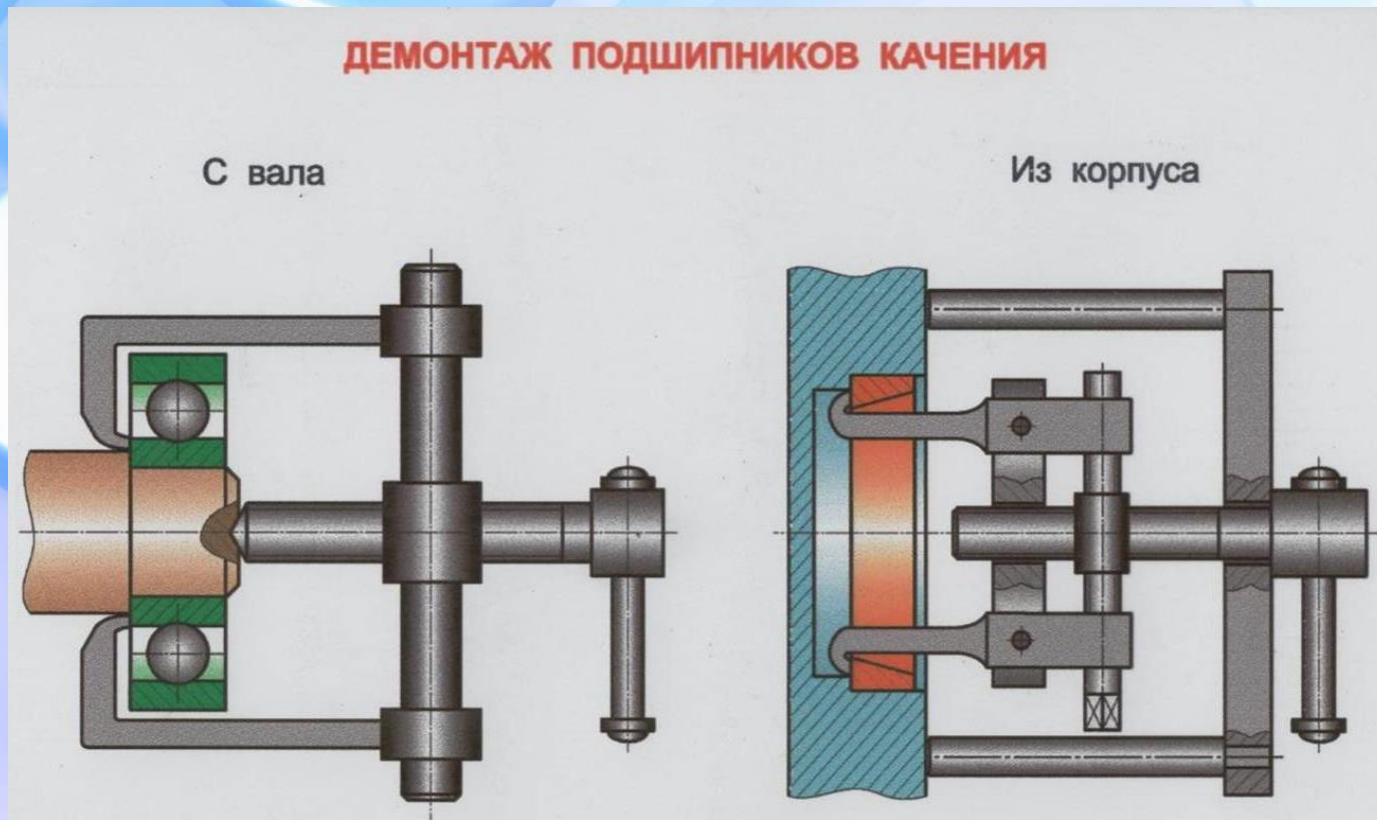


Условия нагружения внутреннего кольца	Поле допуска		Условия работы
	вала	отверстия	
Циркуляционное (вращается вал)	j _s 6	H7	Регулировка перемещением внутреннего кольца
	k6	H7	Средние нагрузки. Основная посадка в общем машиностроении
	m6	J _s 7	Тяжелые нагрузки
	n6	K7	Особо тяжелые и ударные нагрузки
Местное (вращается корпус)	h6	K7	Большие частоты вращения
	h6	M7	Средние нагрузки
	h6	N7	Тяжелые нагрузки
	h6	P7	Особо тяжелые и ударные нагрузки

МОНТАЖ И ДЕМОНТАЖ ПОДШИПНИКОВ

Нередко наблюдаются случаи, когда повреждения подшипников вызваны небрежным, безграмотным монтажом и демонтажом.

Подшипники со значительным натягом на валу следует монтировать нагретыми в масле или охлаждать вал сухим льдом. В остальных случаях подшипники можно напрессовывать на вал с помощью пресса. Посадка подшипника ударами молотка через оправку из мягкого металла допустима только при малых натягах для мелких и средних подшипников. Демонтаж допускается только с помощью специальных съёмников. Общий принцип: усилие прикладывается только к тому кольцу, которое установлено с натягом и не должно передаваться на тела качения.





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ