

**ТЕМА: ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ И
КАЧЕНИЯ**

Типы подшипников



Скольжения

К подшипникам скольжения также относят:

- газостатические;
- газодинамические;
- гидростатические;
- гидродинамические;
- магнитные.



Качения

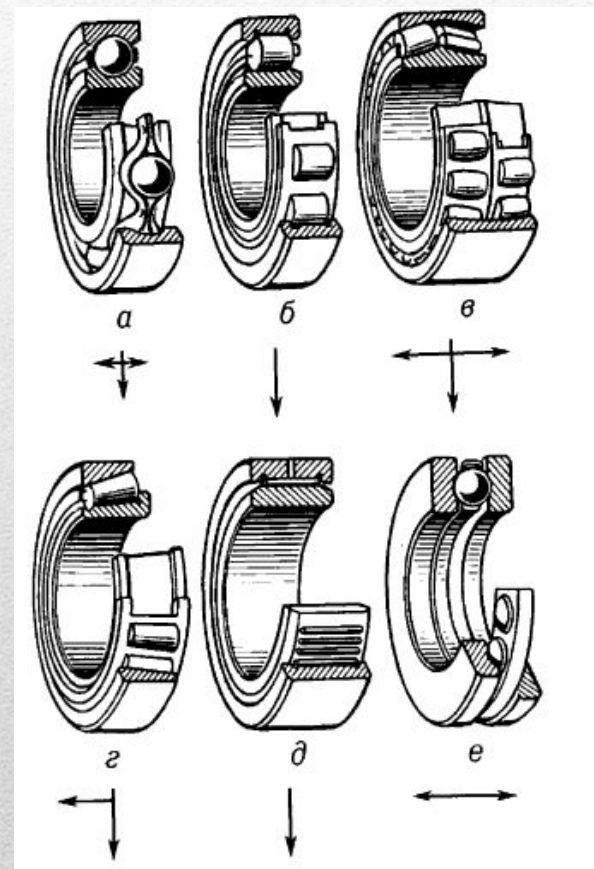
К подшипникам качения относят:

- шариковые;
- роликовые;



Классификация подшипников

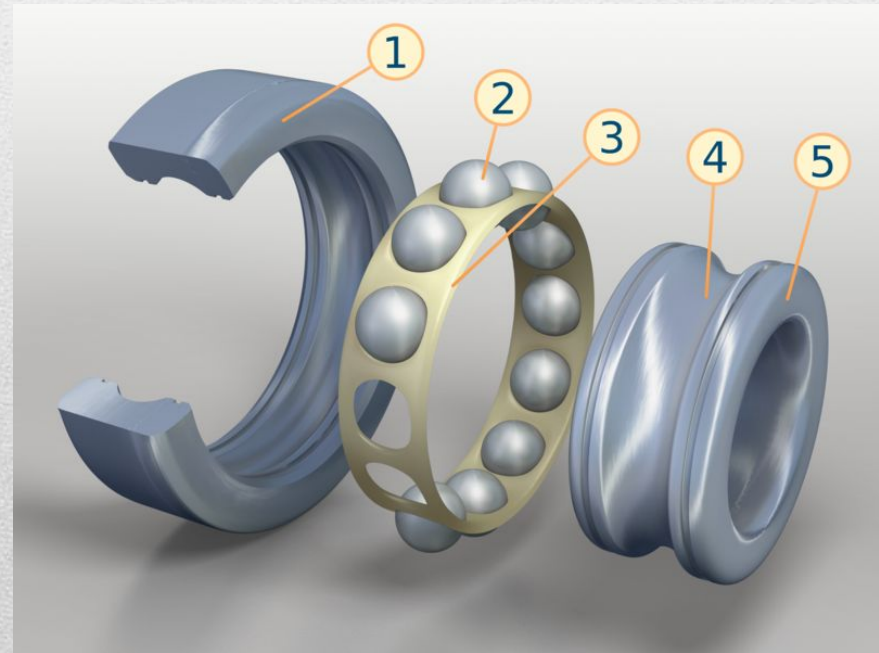
- По типу воспринимаемой нагрузки
 - Радиальные (нагрузка вдоль оси вала не допускается).
 - Радиально-упорные, упорно-радиальные. Воспринимают нагрузки как вдоль, так и поперек оси вала. Часто нагрузка вдоль оси только одного направления.
 - Упорные (нагрузка поперек оси вала не допускается).



Подшипники качения

- Устройство однорядного радиального шарикоподшипника:

- 1) внешнее кольцо
- 2) шарик (тело качения)
- 3) сепаратор
- 4) дорожка качения
- 5) внутреннее кольцо

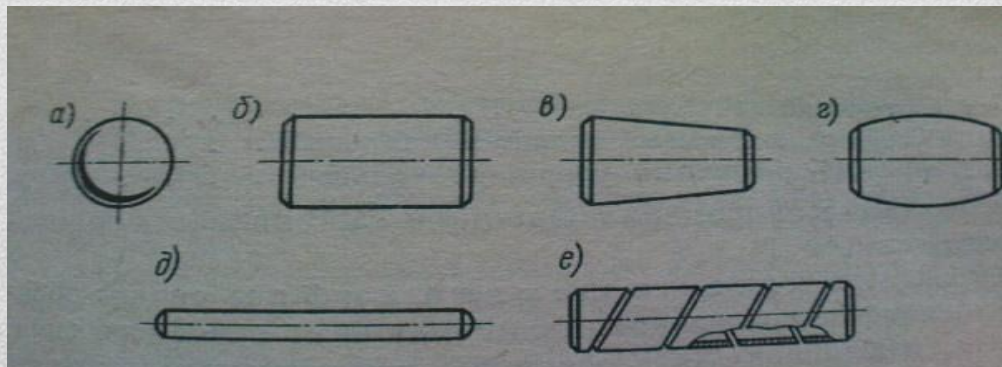


◎ Подшипники качения — высокоточные, технологичные изделия, которые в процессе своего изготовления проходят через большое количество операций. Поскольку сам подшипник состоит из отдельных конструктивных деталей, то и его производство состоит из изготовления отдельных деталей, сборки и дополнительных работ по испытанию качества собранного изделия, маркировки, смазки и упаковки. Необходимо отметить, что при производстве подшипников применяются специальные подшипниковые стали — для колец и тел качения свои, для сепаратора — свои, ведь подшипник зачастую испытывает колоссальные физические, а иногда и термические и даже химические воздействия.

Классификация подшипников качения

По форме тел качения:

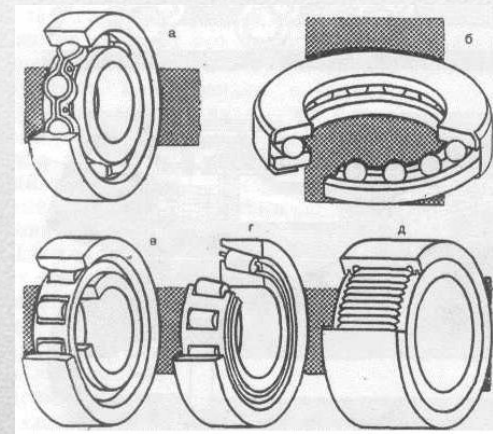
- а) шариковые
- б) роликовые цилиндрические
- в) роликовые конические
- г) роликовые бочкообразные
- д) игольчатые
- е) роликовые витые



Классификация подшипников качения

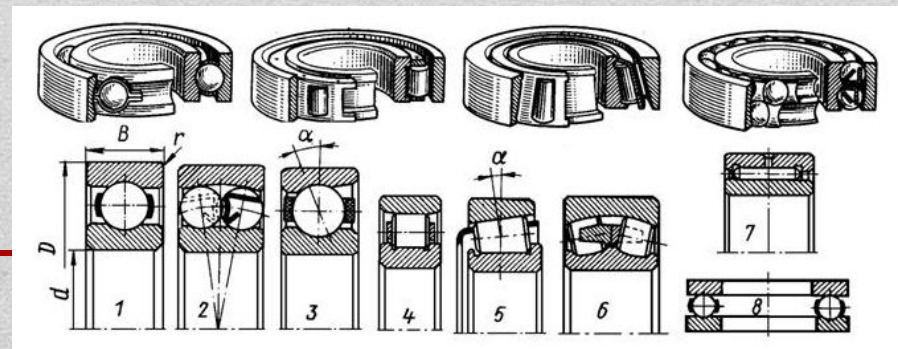
По направлению воспринимаемой нагрузки:

- радиальные
- радиально-упорные
- упорно-радиальные
- упорные



По числу рядов качения:

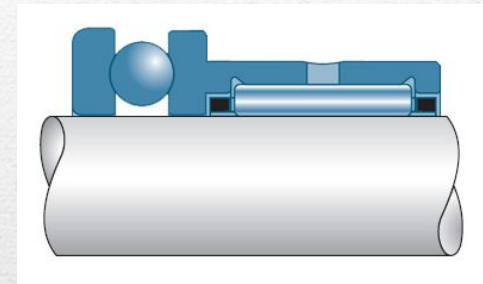
- однорядные
- многорядные



Классификация подшипников качения

Серии по размеру наружного диаметра:

- сверхлегкие
- особо легкие
- легкие
- средние
- тяжелые



Серии по ширине подшипника:

- особо узкие
- узкие
- нормальные
- широкие
- особо широкие

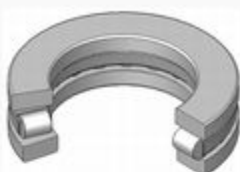




Радиальный роликовый подшипник



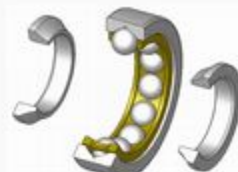
Упорный шариковый подшипник



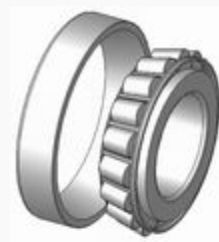
Упорный роликовый подшипник



Радиально-упорный шариковый подшипник



Радиально-упорный шариковый подшипник с четырёхточечным контактом



Радиально-упорный роликовый подшипник (конический)



Самоустанавливающийся двухрядный радиальный шариковый подшипник



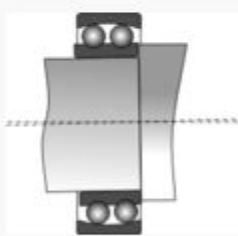
Самоустанавливающийся радиальный роликовый подшипник



Самоустанавливающийся радиально-упорный роликовый подшипник



Самоустанавливающийся двухрядный радиальный роликовый подшипник с бочкообразными роликами (сферический)



Самоустанавливающийся подшипник



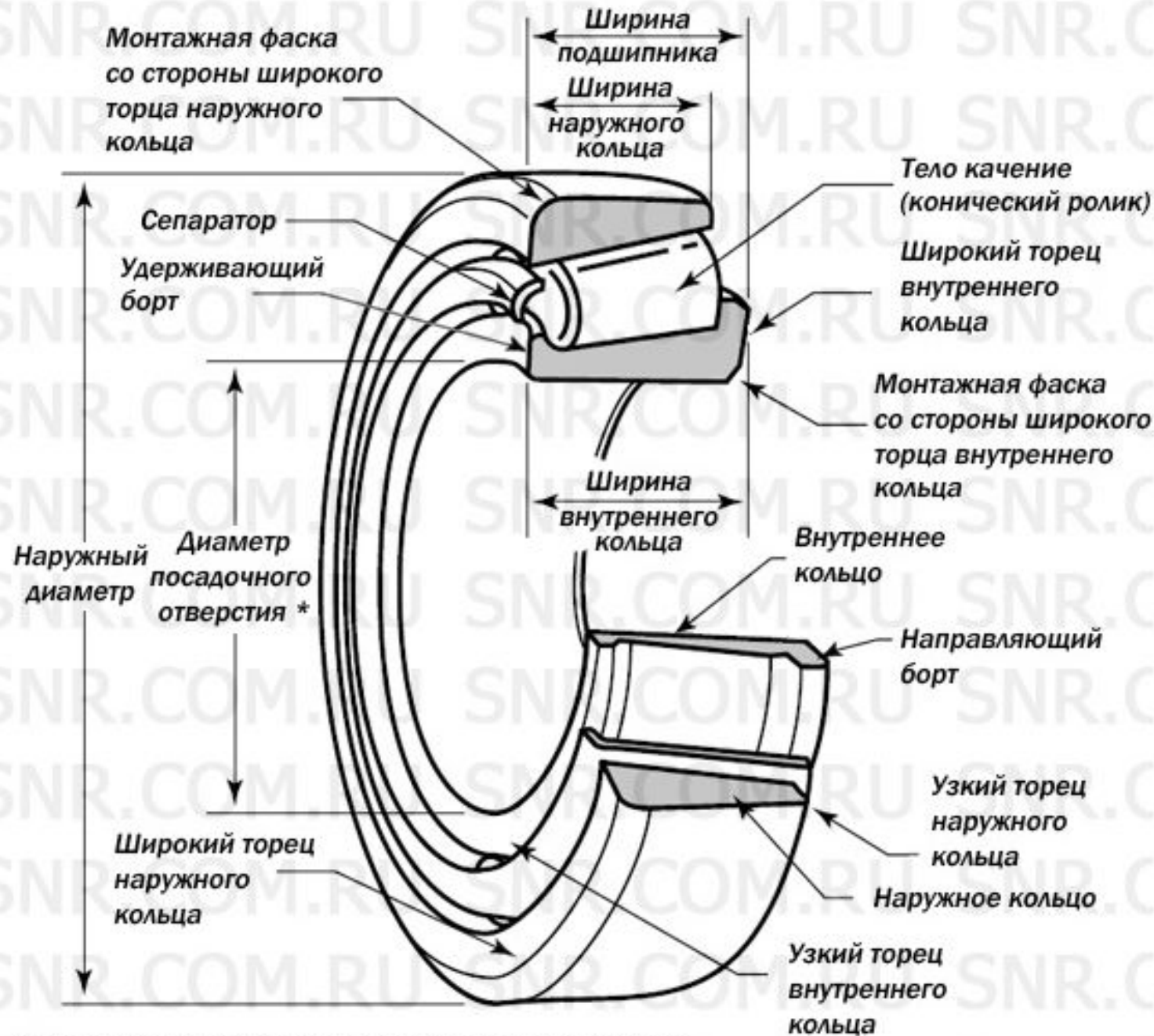
Сепаратор с роликами игольчатого подшипника

Достоинства

- сравнительно малая стоимость вследствие массового производства подшипников
 - малые потери на трение и незначительный нагрев (потери на трение при пуске и установившемся режиме работы практически одинаковы)
 - высокая степень взаимозаменяемости, что облегчает монтаж и ремонт машин
 - малый расход смазочного материала
 - не требуют особого внимания и ухода
 - малые осевые размеры
-

Недостатки

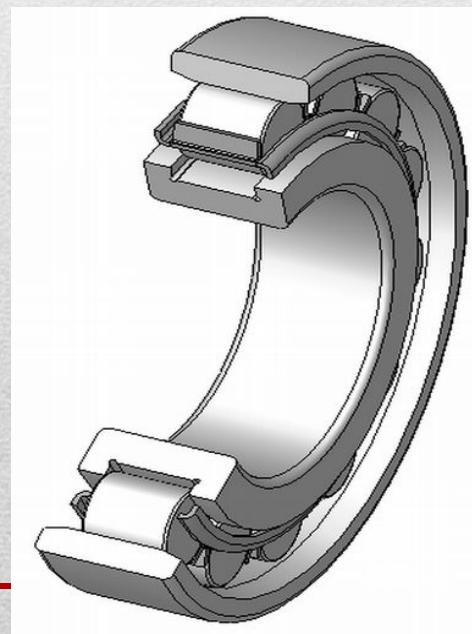
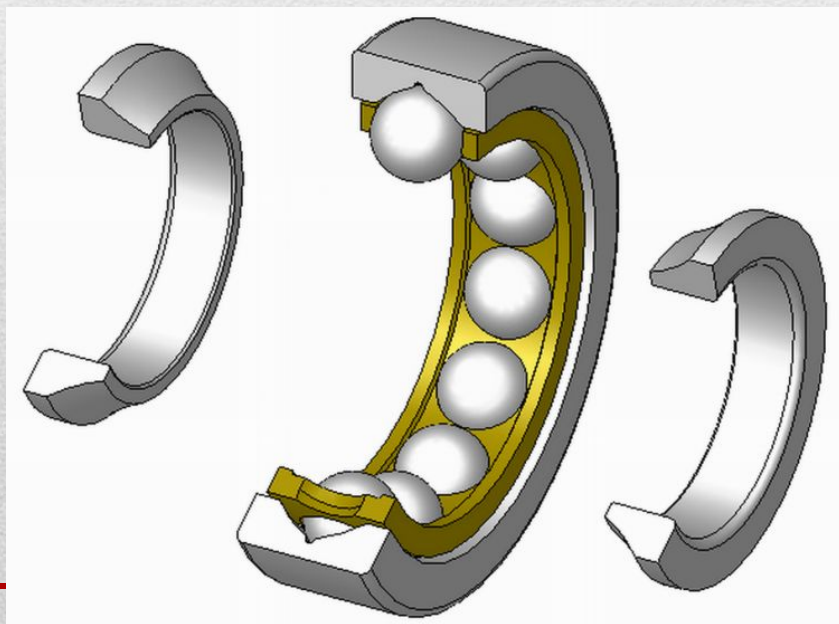
- высокая чувствительность к ударным и вибрационным нагрузкам вследствие большой жесткости конструкции подшипника
 - малонадежны в высокоскоростных приводах из-за чрезмерного нагрева и опасности разрушения сепаратора от действия центробежных сил
 - сравнительно большие радиальные размеры
 - шум при больших скоростях
-



* То же самое, что внутренний диаметр подшипника или диаметр посадочной поверхности на вале (диаметр вала, диаметр шейки вала)

РАДИАЛЬНЫЕ ПОДШИПНИКИ

Радиальные подшипники качения — тип подшипников, предназначенный для восприятия **радиальной нагрузки** (действует перпендикулярно оси вала). При работе, радиальной нагрузке может сопутствовать и **осевая нагрузка (аксиальная)** - она действует по оси вала, и радиальные подшипники могут воспринимать последнюю лишь частично (а некоторые, особенно узкие, роликовые, вообще не могут).



Материалы подшипников

Тела качения и кольца изготавливают из высокопрочных шарикоподшипниковых хромистых сталей ШХ15 и других с термообработкой и последующими шлифованием и полированием. Витые ролики изготавливают навиванием из стальной полосы.

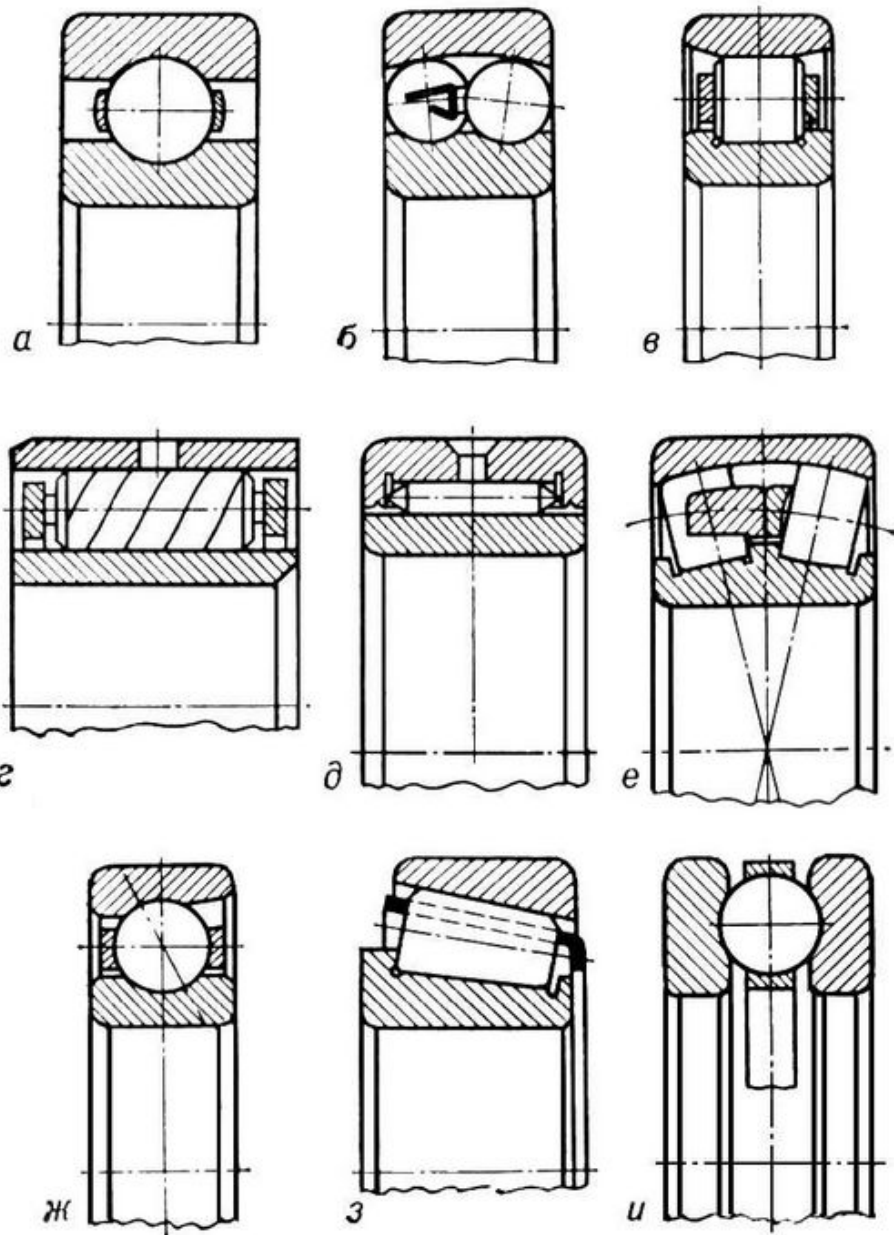
Сепараторы чаще всего штампуют из мягкой листовой стали. Для высокоскоростных подшипников сепараторы изготавливают массивными из бронзы, латуни, легких сплавов и пластмасс.

Виды разрушения подшипников

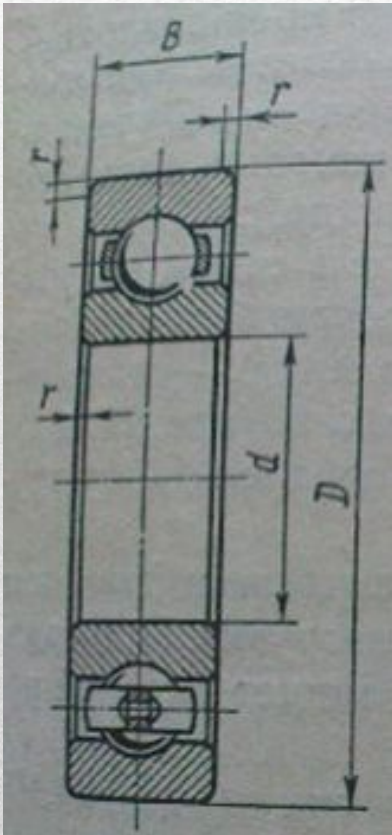
качения:

- 1) Усталостное выкрашивание рабочих поверхностей тел качения и дорожек качения колец в виде раковин или отслаивания вследствие циклического контактного нагружения.
 - 2) Пластические деформации на дорожках качения вследствие действия ударных нагрузок или больших статических нагрузок без вращения.
 - 3) Задирь рабочих поверхностей качения при недостаточном смазывании или слишком малых зазорах из-за неправильного монтажа.
 - 4) Абразивный износ вследствие плохой защиты подшипника от попадания пыли. Применение совершенных конструкций уплотнений подшипниковых узлов уменьшает износ рабочих поверхностей подшипника.
 - 5) Разрушение сепараторов от действия центробежных сил и воздействие на сепаратор тел качения. Этот вид разрушения является основной причиной потери работоспособности быстроходных подшипников.
 - 6) Раскалывание колец и тел качения из-за перекосов при монтаже или при больших динамических нагрузках.
-

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

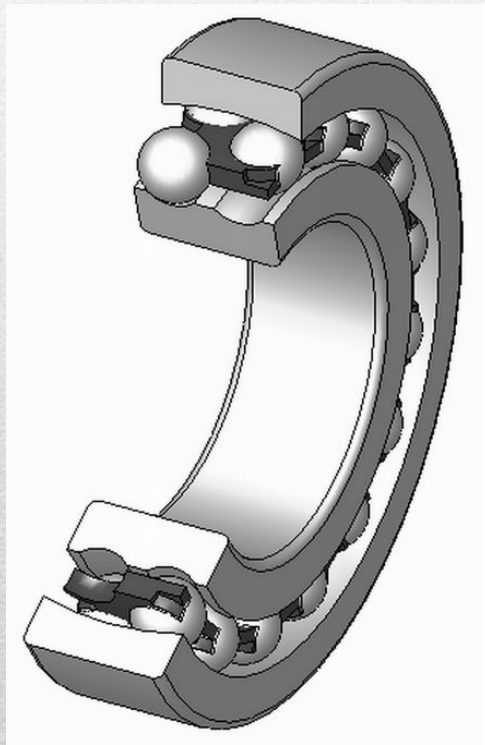
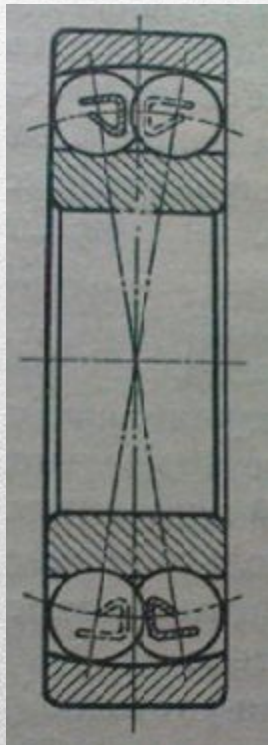


ШАРИКОВЫЙ РАДИАЛЬНЫЙ ПОДШИПНИК



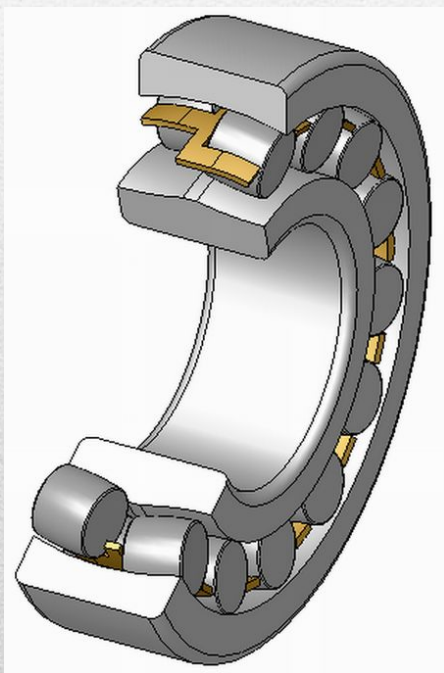
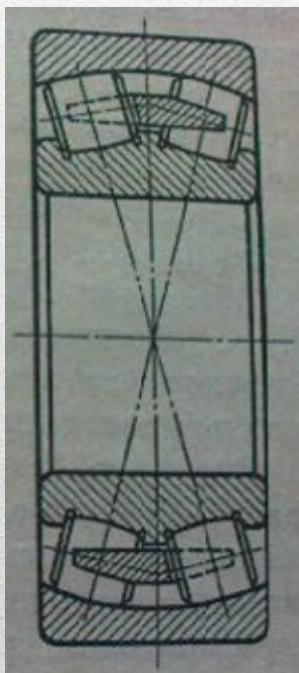
Самый распространенный в машиностроении. Он дешев, допускает незначительный перекос внутреннего кольца относительно наружного. Предназначен для радиальной нагрузки. Желобчатые дорожки качения позволяют воспринимать осевую нагрузку. При одинаковых габаритных размерах работает с меньшими потерями на трение и при большей угловой скорости вала, чем подшипники всех других конструкций.

ШАРИКОВЫЙ РАДИАЛЬНЫЙ СФЕРИЧЕСКИЙ ПОДШИПНИК



Предназначен для радиальной нагрузки. Одновременно с радиальной может воспринимать небольшую осевую нагрузку и работать при значительном перекосе внутреннего кольца относительно наружного. способность самоустанавливаться определяет область его применения.

РОЛИКОВЫЙ РАДИАЛЬНЫЙ СО СФЕРИЧЕСКИМИ РОЛИКАМИ

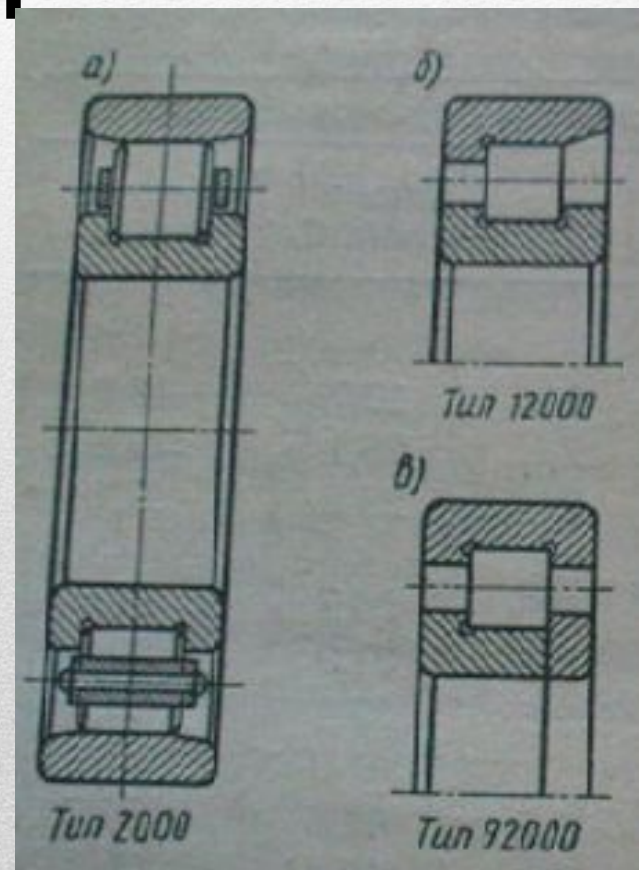


Имеет ту же
характеристику, что и
шариковый
сферический, но
обладает наибольшей
грузоподъемностью из
всех других
подшипников таких же
габаритных размеров.

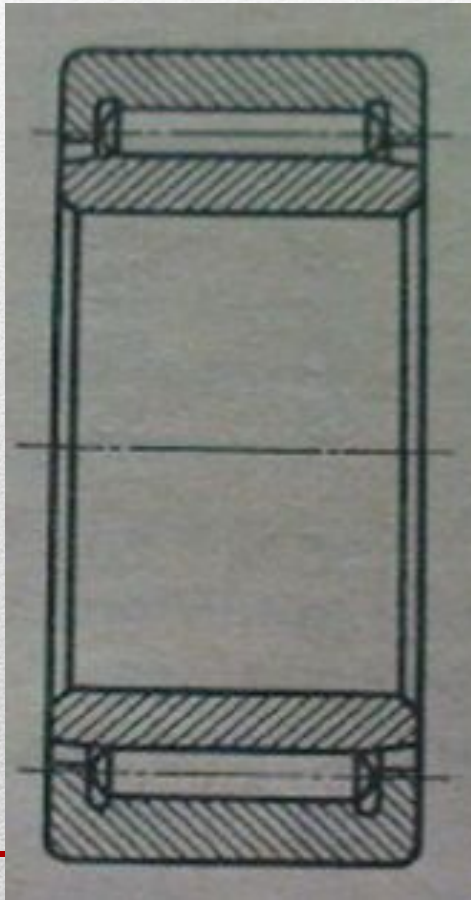
РОЛИКОВЫЙ РАДИАЛЬНЫЙ С КОРОТКИМИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ РОЛИКАМИ

Воспринимает большие радиальные нагрузки. Допускает взаимное смещение колец. Применяется для коротких жестких валов, а также в качестве «плавающих» опор. При необходимости осевой фиксации валов в одном направлении применяют подшипники с дополнительным буртом (б), а для осевой фиксации в двух направлениях – подшипники с дополнительным буртом и с упорной шайбой (в)

Грузоподъемность составляет в среднем 1,7 от грузоподъемности шарикового радиального.



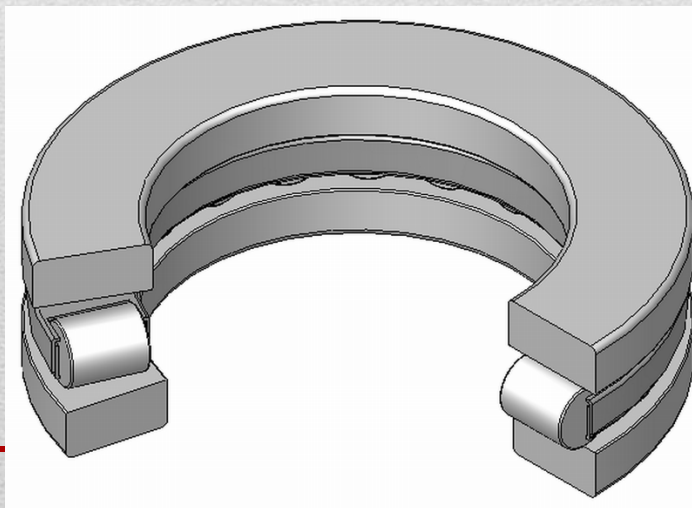
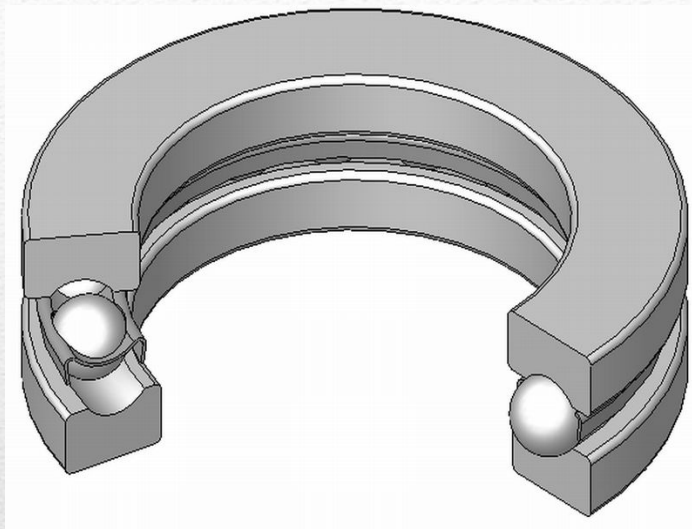
РОЛИКОВЫЙ РАДИАЛЬНЫЙ С ИГОЛЬЧАТЫМИ РОЛИКАМИ



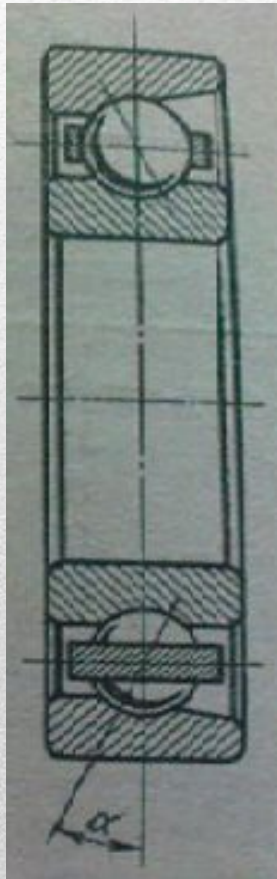
Воспринимает только радиальную нагрузку. При сравнительно небольших габаритных размерах обладает высокой радиальной грузоподъемностью.

УПОРНЫЕ ПОДШИПНИКИ

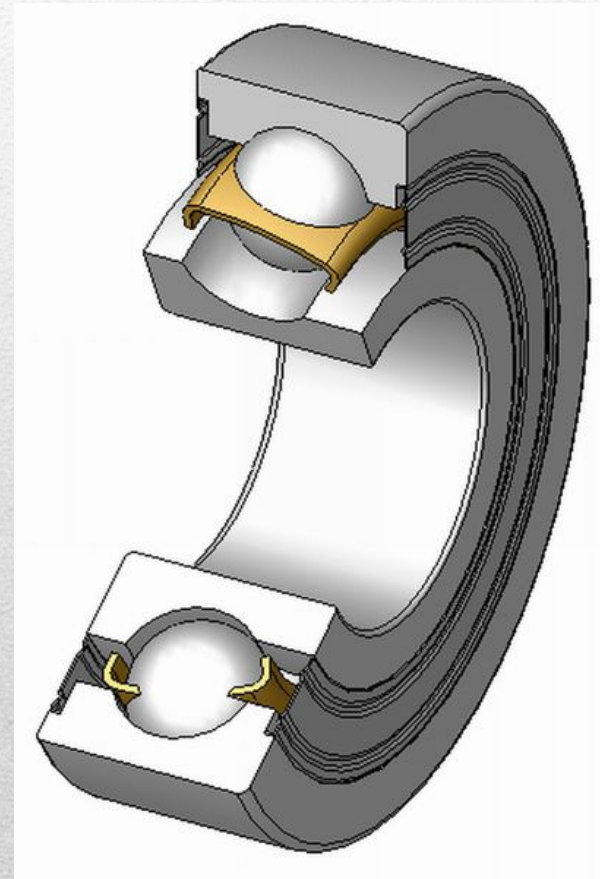
Упорный подшипник представляет собой такой тип подшипников, который предназначен для восприятия осевых нагрузок и не может воспринимать радиальные. Состоит он из двух колец и расположенных между ними тел качения, которые, как правило, закреплены на сепараторе. Упорные подшипники можно классифицировать в зависимости от формы посадочной поверхности свободного и наружного кольца (сферическая или плоская), а также по типу применяемых тел качения (шарики или ролики). Также они могут быть открытыми либо закрытыми, без сепараторов, а то и вовсе без одного из колец, одинарными или двойными (первые воспринимают односторонние осевые нагрузки, вторые — двухсторонние).



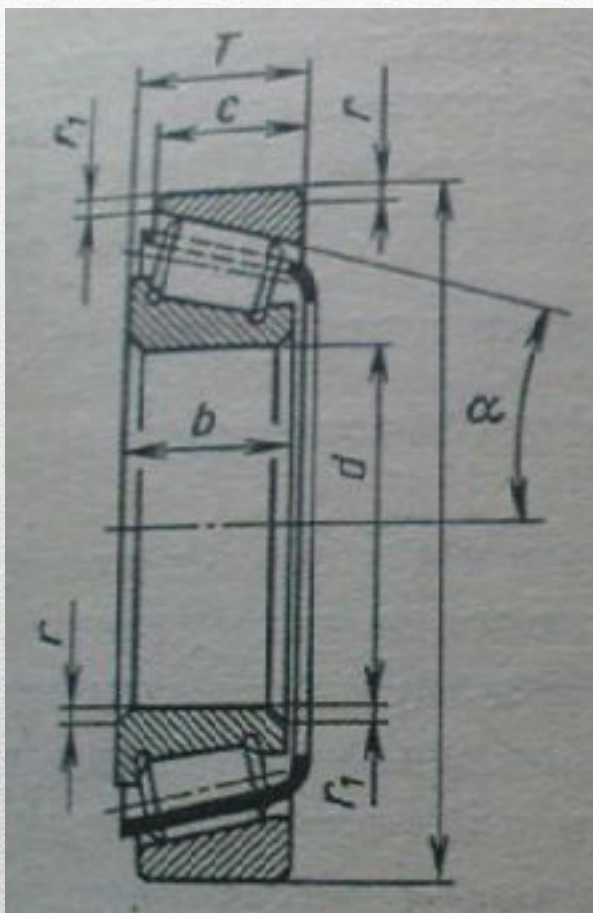
ШАРИКОВЫЙ РАДИАЛЬНО - УПОРНЫЙ ПОДШИПНИК



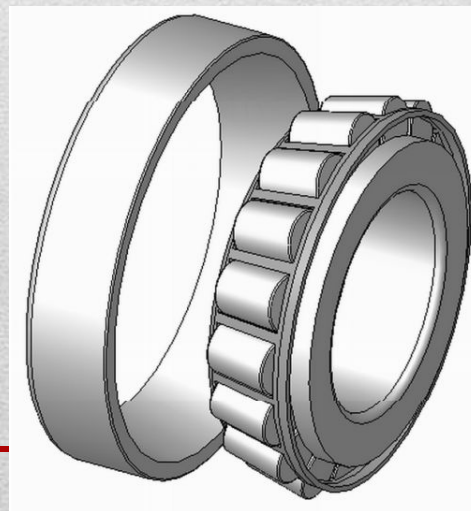
Предназначен для комбинированных или чисто осевых нагрузок. Подшипники, смонтированные попарно, воспринимают осевые силы, действующие в обоих направлениях. Применяют при большой частоте вращения.



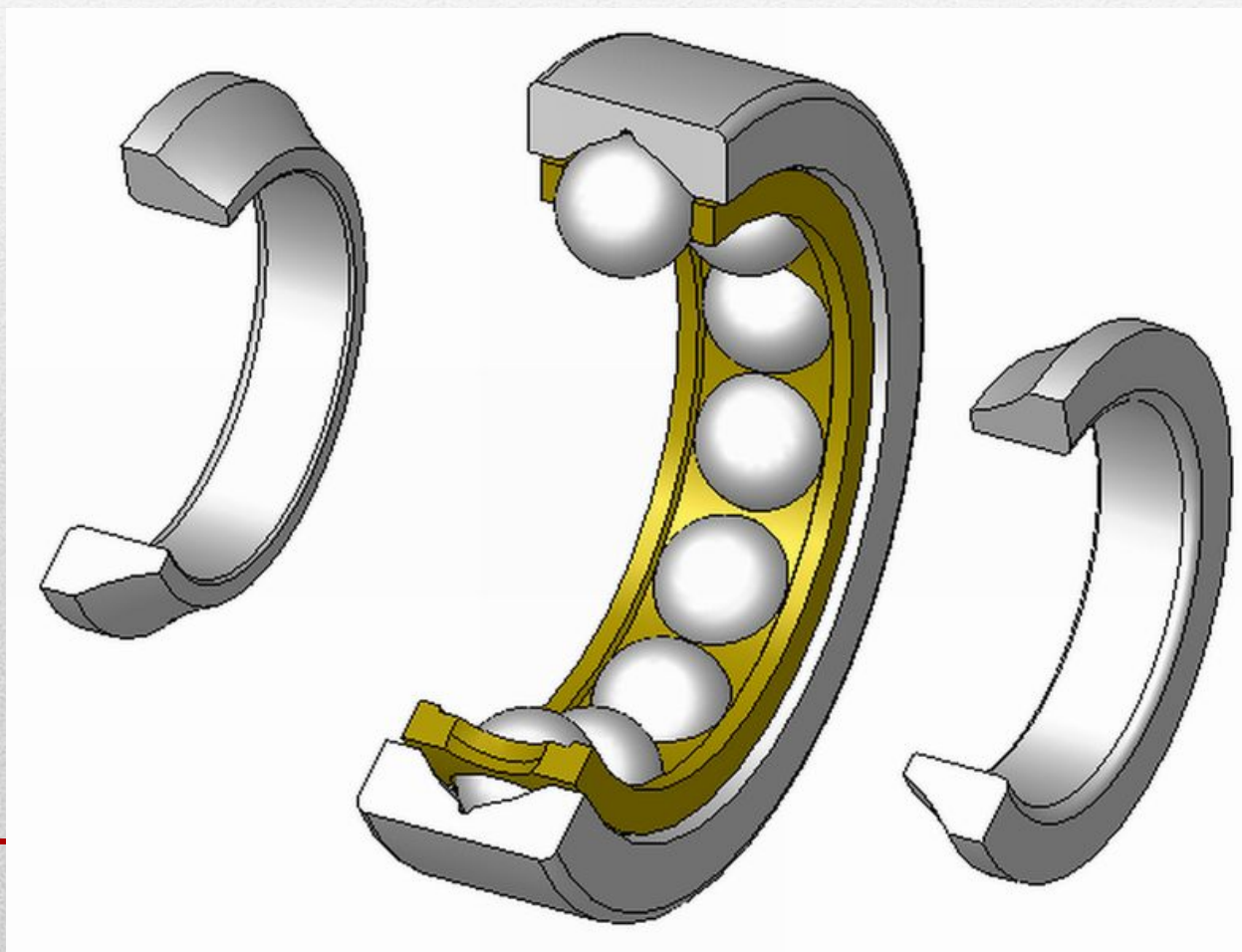
РОЛИКОВЫЙ КОНИЧЕСКИЙ ПОДШИПНИК



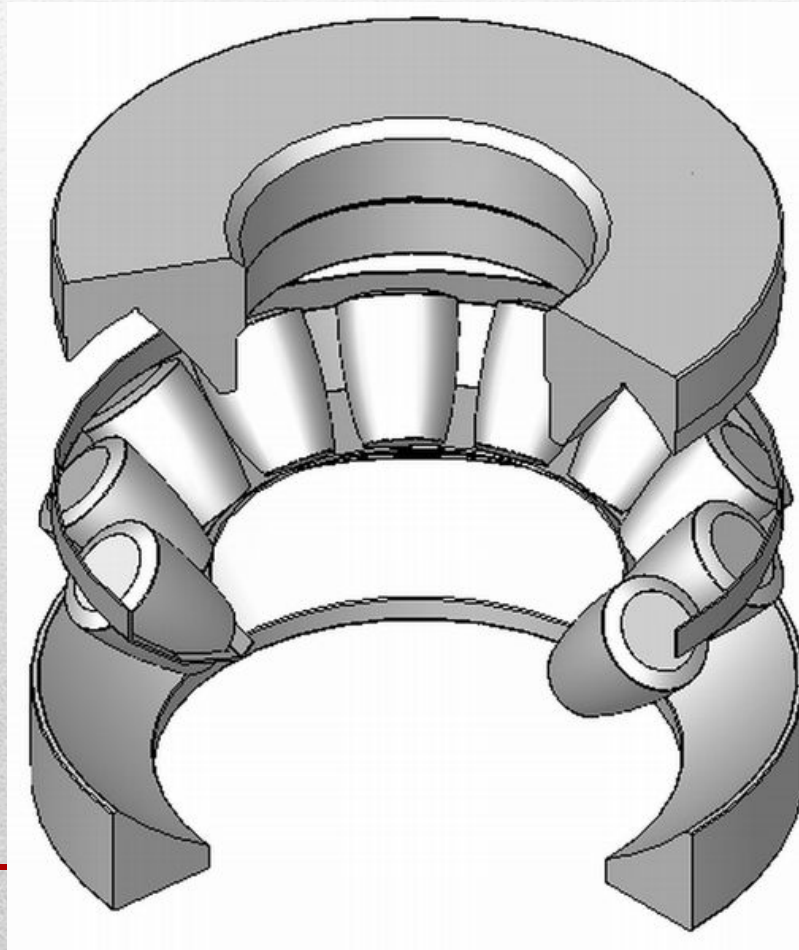
Воспринимает одновременно радиальную и осевую нагрузки. Применяется при средних и низких скоростях вращения. Обладает большой грузоподъемностью. Удобно регулируется. Подшипники этого типа, устанавливаются попарно.



РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЙ ШАРИКОВЫЙ ПОДШИПНИК С ЧЕТЫРЁХТОЧЕЧНЫМ КОНТАКТОМ



САМОУСТАНОВЛИВАЮЩИЙСЯ РАДИАЛЬНО - УПОРНЫЙ РОЛИКОВЫЙ ПОДШИПНИК



Подшипники скольжения

ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ

Часть 1

Конструкция, подшипниковые материалы и их свойства

Plain bearings. Terms, definitions and classification. Part 1. Design, bearing materials and their properties

Дата введения 2002—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает термины и определения, применяемые для подшипников скольжения, а также их классификацию.

Термины, установленные настоящим стандартом, обязательны для применения во всех видах документации и литературы по подшипникам скольжения, входящих в сферу работ по стандартизации и/или использующих результаты этих работ.

В стандарте приведены иноязычные эквиваленты стандартизованных терминов на английском (en) и французском (fr) языках.

Стандартизованные термины набраны полужирным шрифтом, их краткие формы, представленные аббревиатурой, — светлым.

2 Основные термины

2.1 подшипник: Опора или направляющая, которая определяет положение движущейся части относительно других частей механизма	en	bearing
	fr	palier
2.2 подшипник скольжения: Подшипник, в котором видом относительного движения является скольжение	en	plain bearing
	fr	palier lisse
2.3 узел подшипника скольжения: Трибосистема, включающая подшипник скольжения и опорную часть (например корпус)	en	plain bearing unit
	fr	ensemble avec palier lisse

Подшипники скольжения

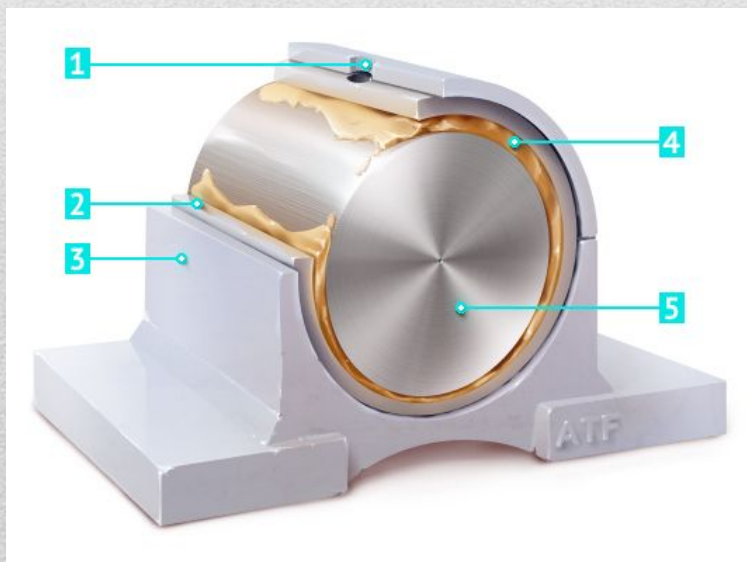


Подшипник скольжения — опора или направляющая механизма или машины, в которой трение происходит при скольжении сопряжённых поверхностей.

Радиальный подшипник скольжения представляет собой **корпус** (3) имеющий цилиндрическое отверстие, в которое вставляется рабочий элемент — **вкладыш**, или **втулка**

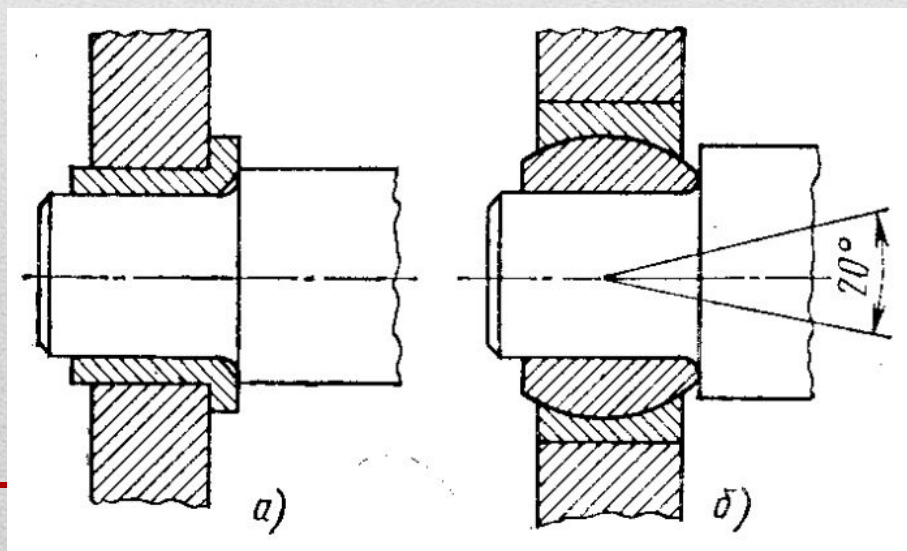
из антифрикционного материала (2) и **смазывающее устройство** (1).

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



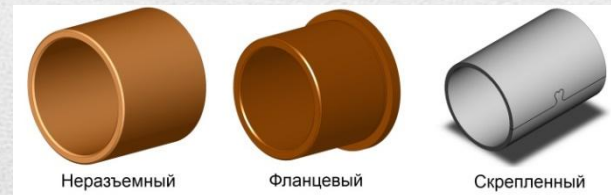
Классификация подшипников

- ⊙ По способности компенсировать несоосность вала и втулки
 - самоустанавливающиеся
 - несамоустанавливающиеся



Классификация подшипников скольжения

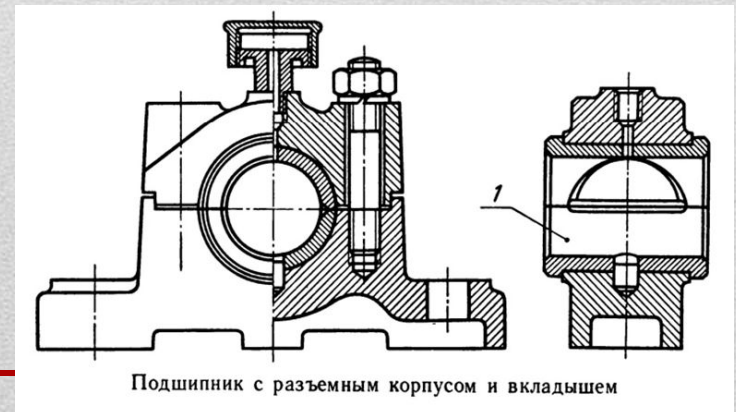
- ⊙ В зависимости от формы подшипникового отверстия:
 - одно- или многоповерхностные,
 - со смещением поверхностей (по направлению вращения) или без (для сохранения возможности обратного вращения),
 - со смещением или без смещения центра (для конечной установки валов после монтажа);

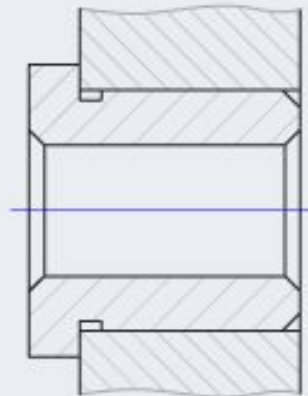


- ⊙ по конструкции:
 - неразъемные (втулочные),
 - разъемные
 - встроенные (рамные, составляющие одно целое с картером, рамой или станиной машины);

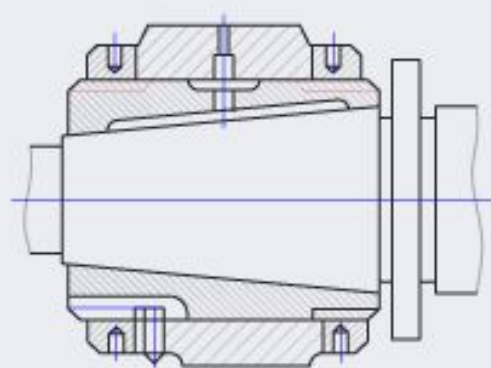
- ⊙ по количеству масляных клапанов:
 - с одним клапаном,
 - с несколькими клапанами;

- ⊙ по возможности регулирования:
 - нерегулируемые,
 - регулируемые.

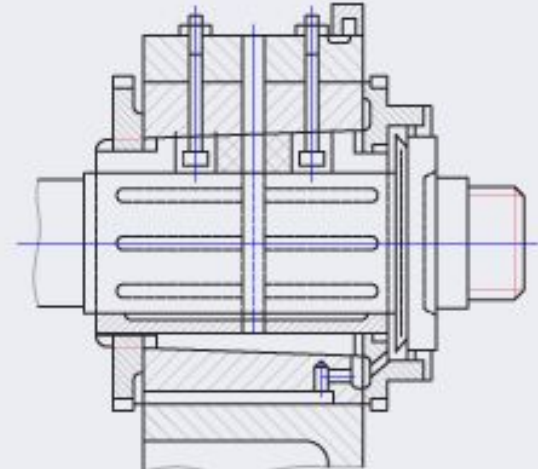




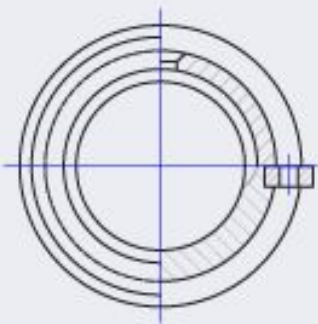
неразъемные нерегулируемые



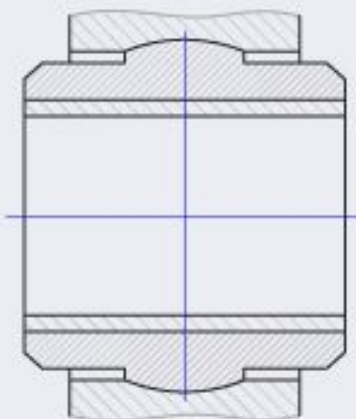
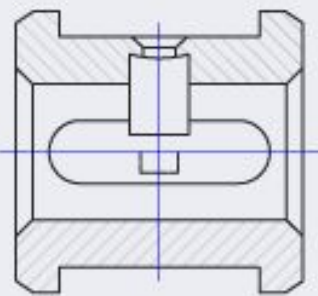
неразъемные регулируемые с внутренним конусом



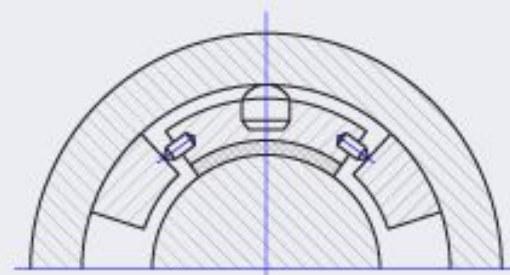
неразъемные регулируемые с наружным конусом



разъемные



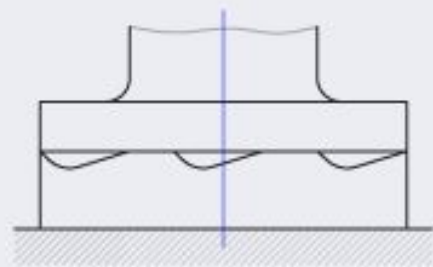
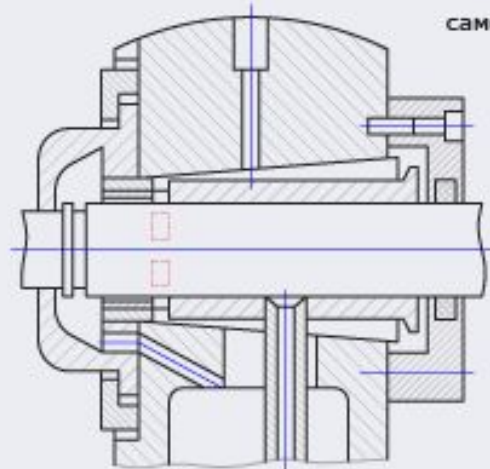
самоустанавливающиеся цельные



самоустанавливающиеся сегментные



многосклонные цельные регулируемые



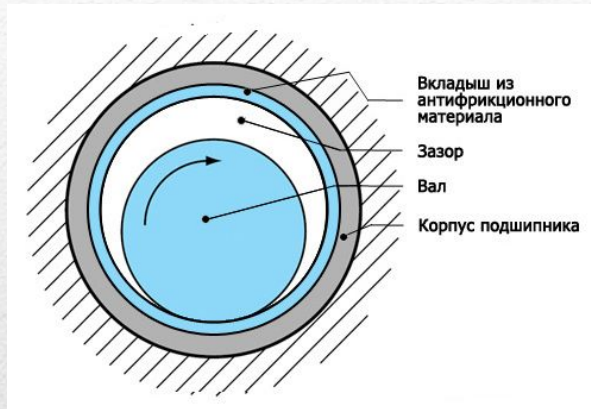
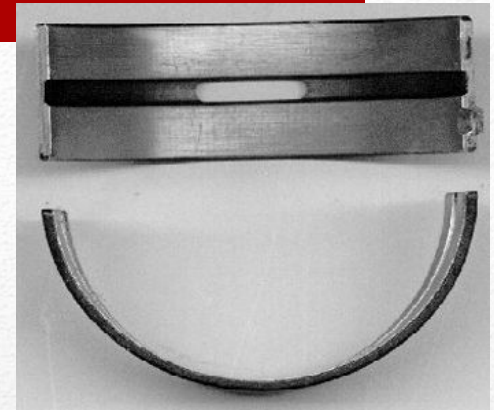
подпятник

Достоинства подшипников скольжения

- Надежность в высокоскоростных приводах
- Способны воспринимать значительные ударные и вибрационные нагрузки
- Сравнительно малые радиальные размеры
- Допускают установку разъемных подшипников на шейки коленчатых валов и не требуют демонтажа других деталей при ремонте
- Простая конструкция в тихоходных машинах
- Работают бесшумно
- Позволяют работать в воде
- Допускают регулирование зазора и обеспечивают точную установку геометрической оси вала
- Экономичны при больших диаметрах валов
- Имеют сравнительно малые радиальные размеры



Недостатки подшипников скольжения

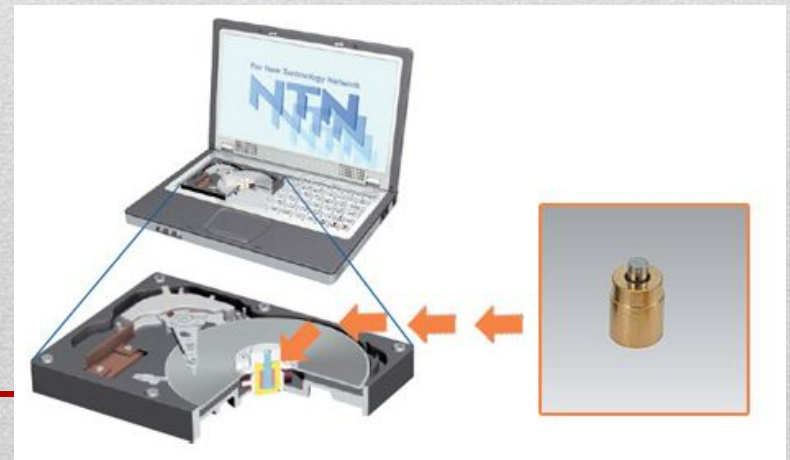


- В процессе работы требуют постоянного надзора за смазкой из-за высоких требований к смазыванию и опасности перегрева
- Сравнительно большие осевые размеры
- Большие потери на трение при пуске и несовершенной смазке
- Большой расход смазочного материала
- Высокие требования к температуре и чистоте смазки
- В процессе работы требуют постоянного надзора
- Пониженный коэффициент полезного действия
- Неравномерный износ подшипника и цапфы
- Применение более дорогих материалов



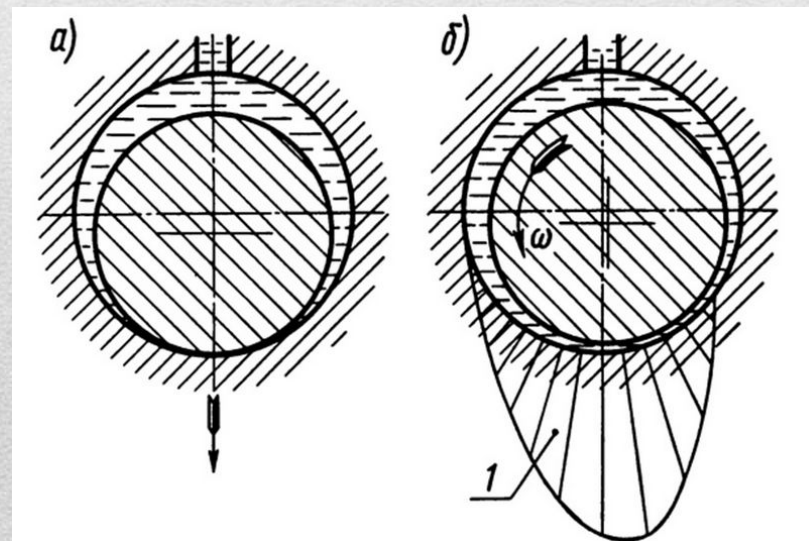
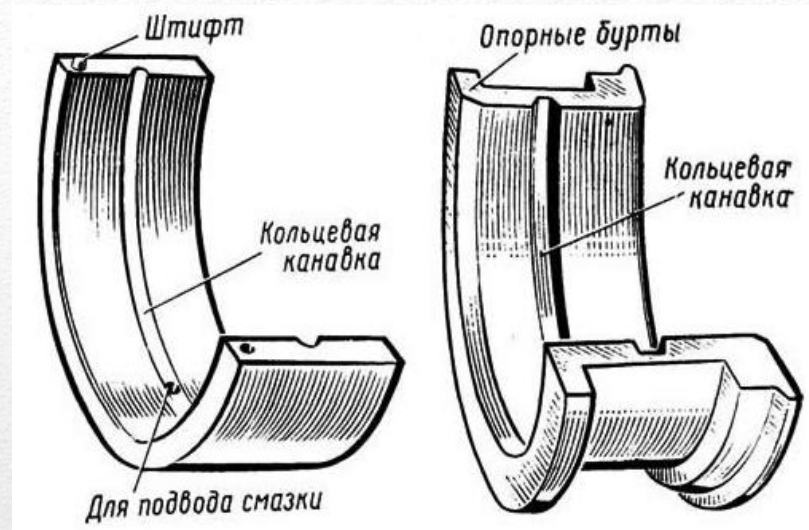
- Для валов с ударными и вибрационными нагрузками
- Для коленчатых валов , когда по условиям сборки требуются разъемные подшипники
- Для валов больших диаметров, для которых отсутствуют подшипники качения
- Для высокоскоростных валов
- В тихоходных машинах
- При работе в воде и агрессивных средах

Применение

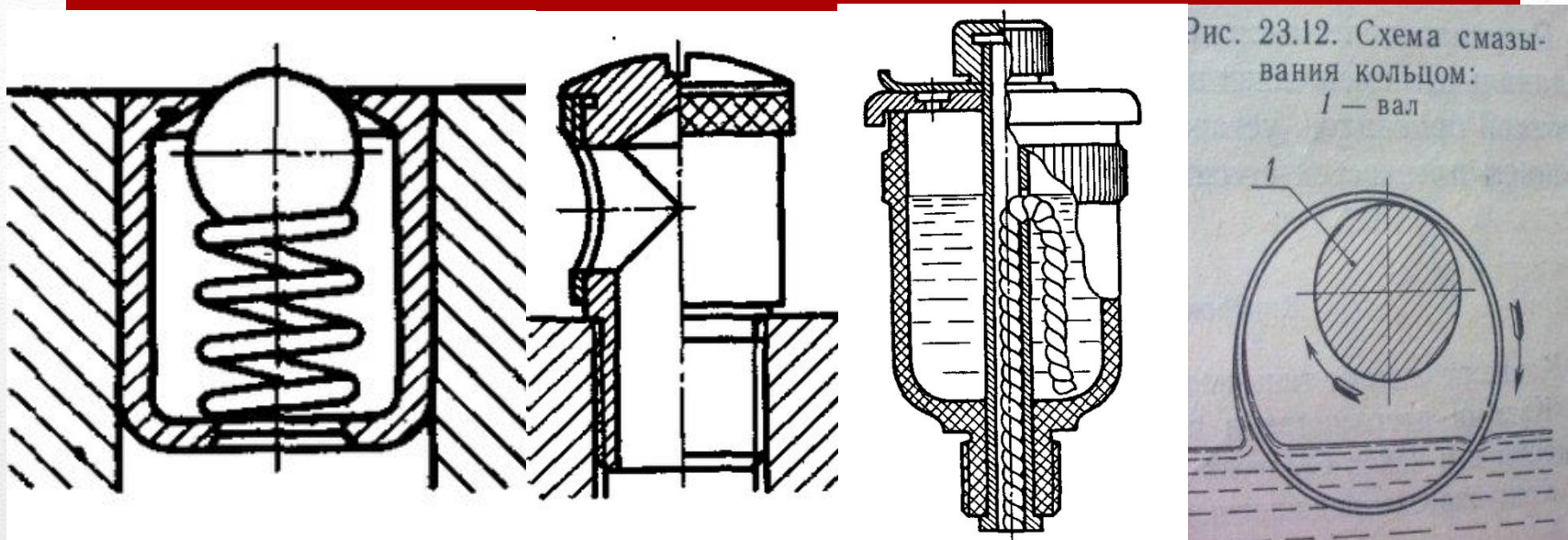


Виды смазки

- В подшипниках скольжения может быть полужидкостная и жидкостная смазка, переходящая последовательно одна в другую по мере возрастания угловой скорости вала от нуля до определенного значения. Вращающийся вал увлекает смазочный материал в клиновидный зазор между цапфой и вкладышем и создает гидродинамическую подъемную силу, вследствие которой цапфа всплывает по мере увеличения скорости. В период пуска, когда скорость скольжения мала, большая часть поверхности трения разделена тонкой масляной пленкой.

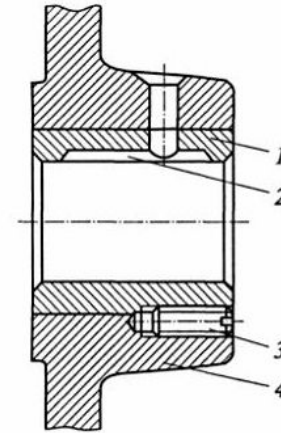


Положение цапфы в подшипнике в состоянии покоя (а) и при вращении (б):
1 — эпюра давлений в масляном слое



- Жидкие масла подаются в подшипники самотеком с помощью смазочных устройств через:
 - пресс-масленки
 - колпачковые масленки
 - фитильные масленки
 - подвод масла кольцом
 - смазывание разбрызгиванием

Материалы вкладышей

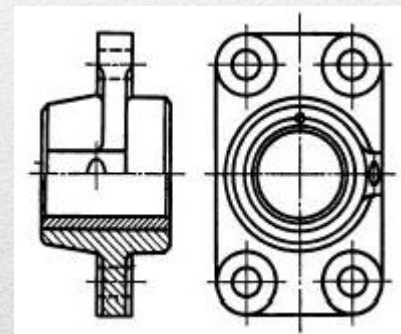


Неразъемный подшипник скольжения

- Материалы вкладышей подшипников должны иметь:
 - Достаточную износостойкость и высокую сопротивляемость заеданию в период отсутствия жидкостной смазки.
 - Высокую сопротивляемость хрупкому разрушению при действии ударных нагрузок и достаточное сопротивление усталости.
 - Низкий коэффициент трения и высокую теплопроводность с малым расширением

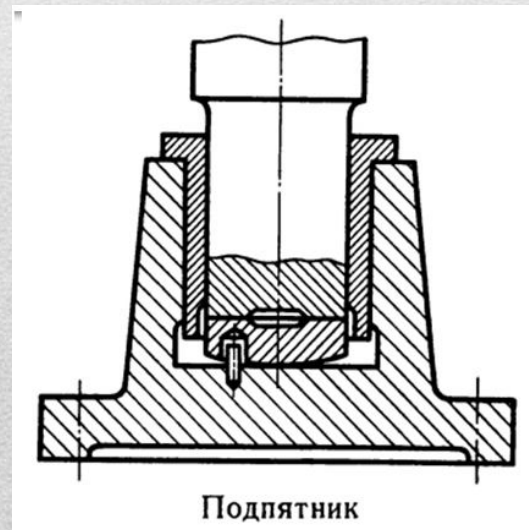
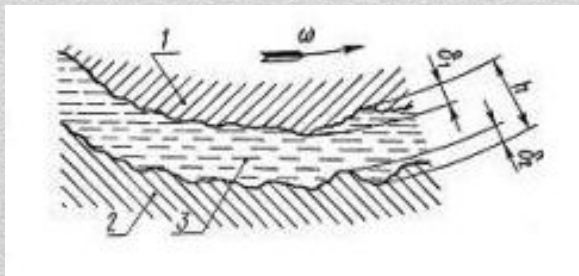
Виды разрушений вкладышей

- Абразивное изнашивание - возникает вследствие попаданий со смазочным материалом абразивных частиц и неизбежной граничной смазки при пуске и останове. В обычных конструкциях подшипников скольжения в результате износа вкладыш принимает овальную форму.
- Заедание - возникает при перегреве подшипника так как вследствие трения вкладыш и цапфа нагревается.
- Усталостное выкрашивание - поверхности вкладышей происходит редко и встречается при пульсирующих нагрузках.



Работа вкладышей

- Работа вкладышей в условиях жидкостной смазки:
 - зазор между поверхностями трения должен быть требуемого размера
 - смазочный материал должен полностью разделять трущиеся поверхности
 - масло необходимой вязкости должно полностью заполнять зазоры и пополняться



- 1. В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин Ремонт автомобилей и двигателей-Москва, Академия-2014г.
- 2. В.М. Власов, С.В. Жанказиев, С.М. Круглов Техническое обслуживание и ремонт автомобилей-Москва, Академия-2014г.
- 3. В.В. Петросян Ремонт автомобилей и двигателей-8-е издание-Москва, Академия-2014г

Литература
