

ПОДШИПНИКИ

Классификация опор.

Подшипники являются опорами валов и вращающихся осей.

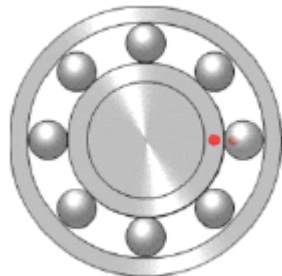
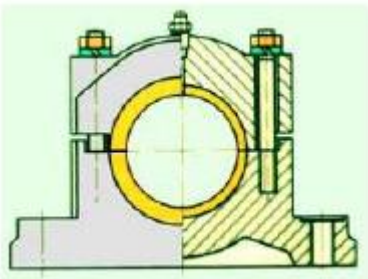


Они воспринимают силы, приложенные к валу или оси, и передают их на корпус машины. Подшипники обеспечивают валам заданное положение и возможность вращения при минимальных потерях на трение.

В зависимости от вида трения различают:

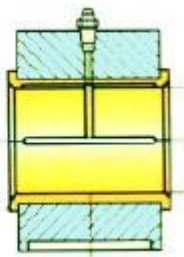
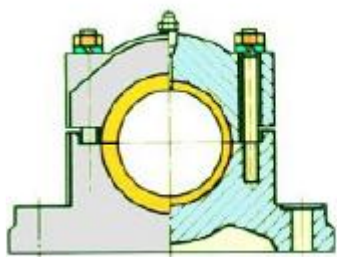
подшипники скольжения

подшипники качения



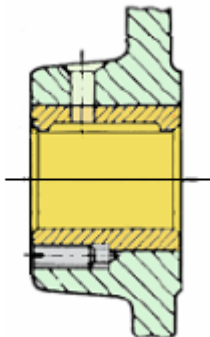
Подшипники скольжения.

По конструкции подшипники скольжения подразделяют:

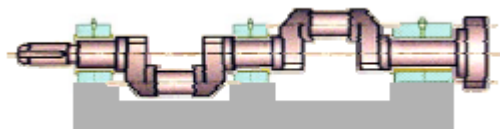


разъемные

неразъемные

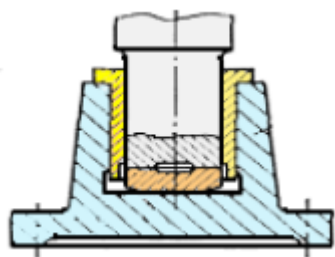


Например:



Коленчатые валы устанавливаются в разъемных подшипниках скольжения.

По направлению воспринимаемых нагрузок подшипники скольжения разделяют на:



радиальные

(для восприятия нагрузки, перпендикулярной оси вала)

- **упорные** (для восприятия нагрузки, вдоль оси вала – подпятник)

<i>Достоинства подшипников скольжения</i>	<i>Недостатки подшипников скольжения</i>
<ol style="list-style-type: none">1. надежно работают в высокоскоростных приводах2. хорошо воспринимают ударные и вибрационные нагрузки (большая площадь поверхности и демпфирование масляного слоя)3. имеют небольшие радиальные размеры4. допускают установку на шейки коленчатых валов5. имеют относительно простую конструкцию	<ol style="list-style-type: none">1. сравнительно большие осевые размеры2. требуют постоянного контроля за наличием и качеством смазки3. имеют значительные потери на трение в период пуска и при плохой смазке.

Материалы вкладышей подшипников скольжения должны иметь:

→ достаточную износостойкость и сопротивляемость заеданию при несовершенной смазке

→ сопротивляемость хрупкому разрушению при ударных нагрузках и сопротивлению усталости

→ низкий коэффициент трения и низкий коэффициент линейного расширения

→ высокую теплопроводность

Изнашиваться должны вкладыши, а не цапфы вала!!!

Вкладыши бывают:

- металлические (бронзы, баббиты антифрикционной группы, цинковые сплавы)

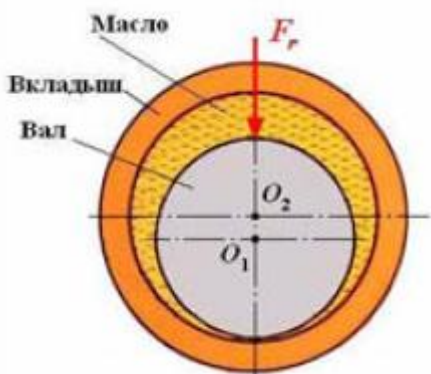
- металлокерамические (спеченные порошки меди или железа с добавлением графита, дисульфида, молибдена, олова или свинца)

- неметаллические (специальные марки пластмасс, древеснослоистые материалы, резина и др)

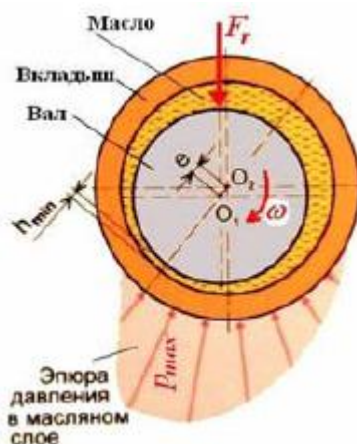
Подшипники скольжения работают только при наличии смазочного материала в зазоре между цапфой вала и вкладышем.

СМАЗЫВАНИЕ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

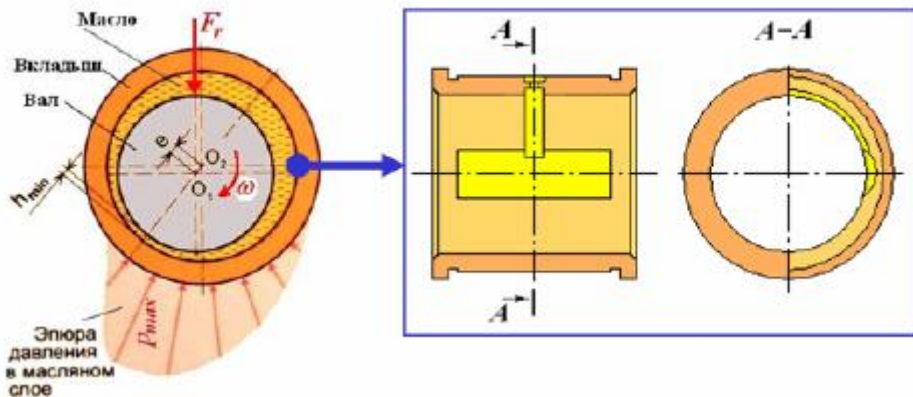
Под действием радиальной силы F_r вал смещается относительно оси вкладыша на величину радиального зазора (цапфа лежит на вкладыше)



При вращении вал вовлекает смазку в клиновую зазор между цапфой и вкладышем.



В результате возникновения несущий масляный слой с большой гидродинамической подъемной силой, под действием которой вал всплывает.

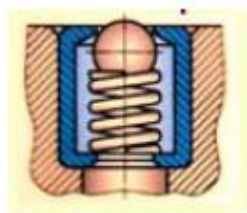


Смазку подводят в подшипник по ходу вращения цапфы вала в зону максимального зазора, где отсутствует гидродинамическое давление. Это достигается за счет наличия на вкладыше смазочных канавок, которые располагают в ненагруженной зоне.

ПОДВОД СМАЗОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Жидкие смазочные материалы (масла) попадают в подшипники:

- самотеком (разбрызгиванием)
- с помощью смазочных устройств (масленок)
- под давлением (насосами)



масленка шариковая



масленка фитильная



масленка капельная



масляный насос

Консистентные (пластичные) смазки закладывают в полости подшипников при сборке или подают при помощи смазочных устройств под давлением.

масленка колпачковая



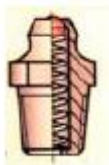
пресс-масленка



Смазку подают периодически, подвинчивая колпачок, заполненной смазкой.



Смазку подают под давлением через шприц.



КРИТЕРИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Критерием работоспособности опор скольжения является износостойкость. Работоспособность подшипников скольжения оценивают условным расчетом по среднему давлению p на рабочих поверхностях и удельной работе $p\upsilon$ сил трения.

$$p = Fr/dl \leq [p] \quad p\upsilon \leq [p\upsilon]$$

Fr – радиальная сила, действующая на подшипник

d и l – диаметр и длина шипа (шейки) вала

υ – окружная скорость поверхности цапфы

1) Радиальных подшипников

$$P = \frac{R}{A} = \frac{R}{ld} \leq [P]$$

$$l = \varphi d; \quad P = \frac{R}{\varphi d^2} \leq [P]$$

$$d \leq \sqrt{\frac{R}{\varphi[P]}}$$

$$PV \leq [PV]$$

$$V = \frac{\pi d n}{60 \cdot 10^3}$$

2) Упорных подшипников скольжения

$$P = \frac{F_a}{A\beta} \leq [P]$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

β – Коэффициент учитывающий снижение площади опорной поверхности за счёт проточек. $\beta=0.9$

Подшипники качения.

Подшипники качения представляют собой готовый узел, основными

элементами которого являются:

→ **тела качения** (шарики, ролики) ←

→ **сепаратор**, который удерживает ←
тела качения на определенном
расстоянии друг от друга

→ **кольца** между которыми ←

установлены тела качения

При работе подшипника тела качения катятся по
желобам колец – дорожкам качения.



<i>Достоинства подшипников качения</i>	<i>Недостатки подшипников качения</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. сравнительно малая стоимость вследствие массового производства 2. малые потери на трение и незначительный нагрев при работе 3. высокая взаимозаменяемость, что облегчает монтаж и ремонт машин при эксплуатации 4. малый расход цветных металлов при изготовлении и смазочного материала при эксплуатации 5. малые осевые размеры 	<ol style="list-style-type: none"> 1. большие радиальные размеры 2. чувствительность к ударным и вибрационным нагрузкам 3. большая сопротивляемость вращению, шум и низкая долговечность на высоких скоростях вращения.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

По форме тел качения:

шариковые



роликовые



Тела качения:



шарик



*ролик цилиндрический
короткий*



*ролик цилиндрический
длинный*



ролик игольчатый



ролик витой



ролик конический



ролик бочкообразный



ролик сфероконический

По направлению действия воспринимаемой нагрузки:



*радиальные
(воспринимают радиальную нагрузку и немного осевую)*

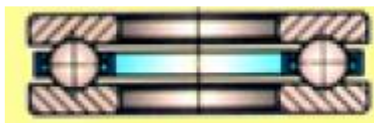


радиально – упорные

(воспринимают радиальную нагрузку и осевую)



*упорно – радиальные
(воспринимают осевую и радиальную
нагрузки)*

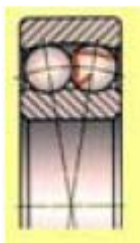


*упорные
(воспринимают только осевую
нагрузку)*

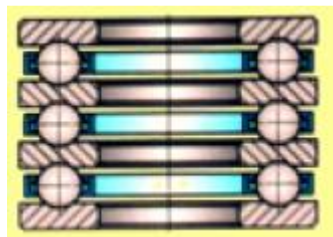
По числу рядов тел качения:



однорядные



двухрядные



многорядные

По способности к самоустановке:

- самоустанавливающиеся (шариковые двухрядные сферические и роликовые двухрядные сферические как с симметричной бочкообразными роликами, так и с несимметричными)

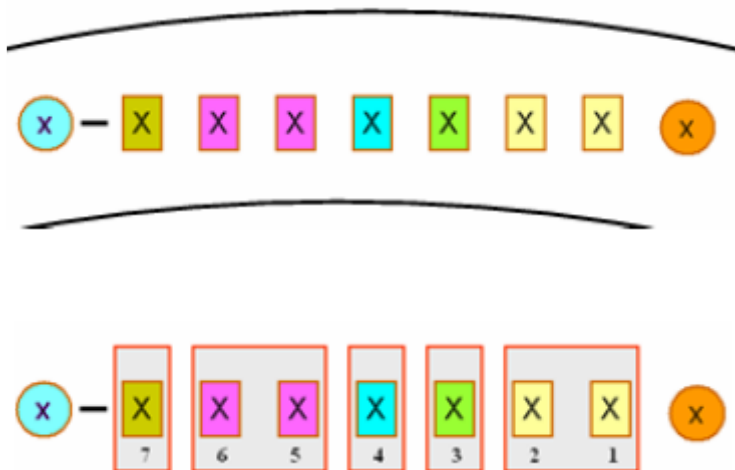
- несамоустанавливающиеся

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Основное условное обозначение подшипников может состоять из 7 цифр, обозначающих внутренний диаметр подшипников, размерную серию, тип. Условные обозначения наносят, как правило, на торцы колец.



Нули, стоящие левее последней значащей цифры, не проставляются, поэтому цифр может быть меньше 7. Минимальное количество цифр 3. В отдельных случаях возможны дополнительные знаки – справа и слева от основного условного обозначения. Каждая из 7 цифр условного обозначения несет определенную информацию, характеризующую данный подшипник.



Порядок отсчета цифр в условном обозначении ведут справа налево!

ТИПЫ ПОДШИПНИКОВ:

- 0 – шариковый радиальный однорядный*
- 1 – шариковый двухрядный сферический*
- 2 – роликовый с короткими цилиндрическими роликами*
- 3 – роликовый сферический двухрядный*
- 4 – роликовый с длинными цилиндрическими роликами*
- 5 – роликовый радиальный с витыми роликами*
- 6 – шариковый радиально-упорный однорядный*
- 7 – роликовый конический*
- 8 – шариковый упорный, шариковый упорно- радиальный*
- 9 – роликовый упорный, роликовый упорно- радиальный*

ТИПЫ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

ШАРИКОПОДШИПНИКИ

Радиальные

Тип 0000
однорядный



Тип 1000
двухрядный
сферический



Радиально-упорные

Тип 6000



Упорные типа 8000

Однорядный



Двусторонний



РОЛИКОПОДШИПНИКИ

Подшипники радиальные с короткими цилиндрическими роликами

Тип 2000
с бортами на
внутреннем
кольце



Тип 32000
с бортами на
наружном
кольце



Тип 12000
с одним бортом
на наружном
кольце



Тип 42000
с одним бортом
на внутреннем
кольце



**Радиальный
двухрядный
сферический**

Тип 3000



**Радиальный с
игльчатыми
роликками**

Тип 4000



**Радиальный
с витыми
роликками**

Тип 5000



**Роликовый
конический**

Тип 7000



Упорный с коническими роликами
Тип 9000



МАТЕРИАЛЫ ДЕТАЛЕЙ ПОДШИПНИКОВ

Тела качения и кольца – стали марок ШХ 15, Ш 20СТ.

Кольца имеют поверхность 61...66HRC,
тела качения 63...67 HRC.

Для подшипников, работающих в особых условиях, используются коррозионностойкие и теплостойкие стали.

Сепараторы штампуют из мягкой углеродистой стали.

Для скоростных подшипников сепараторы изготавливаются из латуни, бронзы, алюминиевых сплавов и пластмасс (текстолита, полиамида...)

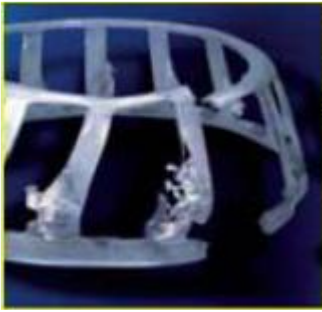
ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ПОТЕРИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ



усталостное выкрашивание
рабочих поверхностей тел качения и
дорожек колец.



смятие поверхностей тел качения и
колец при больших нагрузках
(результат перегрузки)



разрушение сепараторов от центробежных сил и давления тел качения.

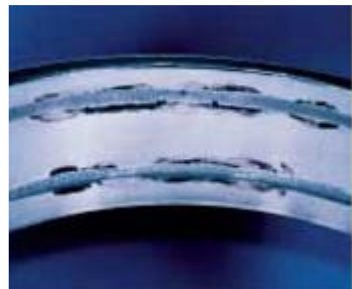
разрушение колец и тел качения из – за динамических нагрузок



задиры рабочих поверхностей колец и тел качения, происходящих из-за недостаточной подачи смазки, малых зазоров, неправильного монтажа.

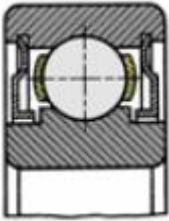


абразивное изнашивание, происходящих при плохой защите от попадания абразивных частиц (пыли и грязи)

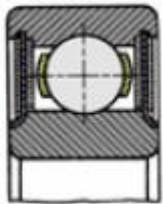


ВСТРОЕННЫЕ УПЛОТНЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Для защиты от внешнего воздействия, а также удержания смазочного материала, ряд подшипников снабжают встроенными уплотнителями.



бесконтактные металлические



*контактные металлорезиновые
контактные металлополимерные*

ПОДБОР ПОДШИПНИКОВ НА ЗАДАННЫЙ РЕСУРС

условие пригодности подшипников:

$$L_{10} \geq L'_{10}$$

L'_{10} – базовый расчетный ресурс в млн. об., соответствует 90% надежности.

L_{10} – заданный ресурс работы машины в млн. об.

Для радиальных и радиально – упорных подшипников:

$$L_{10} = (C_r / P_r)^{\circ}$$

Величину P_r определяют с учетом конструкции подшипников и условия нагружения.


$$P_r = (XVFr + YFa)K_{\sigma}K_T$$

F_r, F_a – осевая и радиальная нагрузки на подшипниках.

X, Y, V, K_{σ}, K_T – коэффициенты, зависящие от конструкции подшипников, условий нагружения и эксплуатации.

Величину базовой радиальной динамической грузоподъемности C_r , приводят в справочной литературе для каждого типоразмера подшипника.

Таблица П.5. Шариковые радиальные однорядные подшипники (ГОСТ 8338-75)



Обозначение подшипника	Размеры, мм				Базовая грузоподъемность, кН	
	d	D	B	r	динамическая C_r	статическая C_{0r}
Легкая серия						
204	20	47	14	1,5	12,7	6,2
205	25	52	15	1,5	14,0	6,9
206	30	62	16	1,5	19,5	10,0
207	35	72	17	2	25,5	13,7
208	40	80	18	2	32,0	17,8
209	45	85	19	2	33,2	18,6
210	50	90	20	2	35,1	19,8
211	55	100	21	2,5	43,6	25,0
212	60	110	22	2,5	52,0	31,0

базовая радиальная динамическая грузоподъемность C_r – это постоянная радиальная сила, которую подшипник может воспринимать при базовом расчетном ресурсе, составляющем 1000000 оборотов внутреннего кольца.

При повышенных требованиях к надежности определяют скорректирующий расчетный ресурс L_{sah} в часах.

$$L_{sah} = a_1 a_{23} L_{10} \cdot 1000000 / 60 n$$

s - разность между 100% и заданной надежностью

a_1 - коэффициент надежности (при 90% $a_1 = 1$, при 95% $a_1 = 0,62$)

a_{23} - коэффициент, учитывающий совместное влияние на долговечность особых устройств металлических колец и тел качения

n - частота вращения кольца

Оценку пригодности намеченных подшипников для использования в данной машине производится путем сравнения скорректирующего расчетного ресурса L_{sah} с заданным ресурсом $L'sah$.

$$L_{sah} \geq L'sah$$

$$L_{sah} < L'sah$$

Подшипник удовлетворяет заданному режиму работы подшипника не подходящего для заданного условия эксплуатации, требующего его замены, например, на подшипник более легкой серии.

СМАЗЫВАНИЕ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

<i>Жидкие смазочные материалы (масла)</i>	<i>Пластичные смазочные материалы</i>
---	---

способы подведения

<ul style="list-style-type: none">- погружение в масляную ванну- разбрызгиванием- под действием центробежных сил- капельное- масляным туманом	<ul style="list-style-type: none">- заполнение смазочным материалом пространства внутри подшипника- герметизированный подшипник с двухсторонним контактным уплотнением с запасом смазки на весь период службы
---	--