

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**БРАТСКИЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного
оборудования (по отраслям)

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

по разделу
«ДЕТАЛИ МАШИН»
Часть 2

Братск 2023

Составила (разработала) Никитина Н.А., преподаватель кафедры химико-механических дисциплин.

Методическое пособие включает 4 темы, которые разбиты на 10 теоретических занятий, составленных согласно рабочей программе по Технической механике для специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям). Методическое пособие разработано с учетом требований ФГОС по данной специальности.

Методическое пособие может быть использовано при самостоятельном изучении тем, при подготовке студентов к практическим занятиям, при выполнении курсового и дипломного проектов.

Рассмотрено на заседании кафедры химико-механических дисциплин

« _____ » _____ 20__ г.

(Подпись зав. кафедрой)

Одобрено и утверждено редакционным советом

(Подпись председателя РС)

« _____ » _____ 20__ г.

№ _____

Содержание

Введение.....	4
1 Валы и оси.....	6
1.1 Общие сведения	6
1.2 Материалы валов и осей.....	10
1.3 Критерии работоспособности. Расчет валов и осей	10
2 Подшипники скольжения.....	13
2.1 Общие сведения	13
2.2 Виды смазки и смазочные материалы	15
2.3 Материалы вкладышей и виды разрушения	16
2.4 Расчет подшипников скольжения	17
3 Подшипники качения	19
3.1 Общие сведения	19
3.2 Виды разрушения и критерии работоспособности	21
3.3 Подбор подшипников качения и проверка.....	21
3.4 Способы установка, крепление и регулирование подшипников ...	23
4 Муфты	26
4.1 Назначение и классификация	26
4.2 Конструкция муфт	27
4.3 Выбор и проверка муфт.....	34
Заключение	35
Список использованных источников	36
Приложение А Контрольные вопросы.....	37

Введение

Детали машин – это раздел дисциплины «Техническая механика», в котором рассматриваются детали и узлы общего назначения, встречающиеся в различных механизмах, установках и машинах.

Дисциплина «Техническая механика», является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности СПО 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям).

Методическое пособие «Для самостоятельных работ студентов по дисциплине Техническая механика. Часть 2» является, продолжением части 1 и изучает детали и узлы, обслуживающие передачи.

Методическое пособие включает 3 темы и разбито на 10 лекций для изучения деталей и узлов, обслуживающих передачи:

- валы;
- оси;
- подшипники;
- муфты.

Методическое пособие предназначен для преподавателей, ведущих дисциплину «Техническая механика» по специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям) и для студентов данной специальности.

Методическое пособие разработано на основании программа учебной дисциплины «Техническая механика», которая является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности СПО 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям).

Распределение времени по темам и требования к усвоению знаний и профессиональных компетенций представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение тем по лекциям

Лекция	Тема и разделы	требования к усвоению знаний и профессиональных компетенций
1	2	3
Лекция 1	Тема «Валы и оси» 1 Классификация и конструктивные элементы осей и валов.	ПК 1.3, ПК 1.5 знать: основы расчетов механических передач и простейших сборочных единиц общего назначения. виды механизмов, их кинематические и динамические характеристики
Лекция 2	2 Расчетные схемы Проверочный расчет валов	
Лекция 3	3 Проектирование валов	
Лекция 4	Проектный и проверочный расчет осей	

1	2	3
Лекция 5	<p>Тема «Опоры осей и валов »</p> <p>1 Подшипники скольжения достоинства, недостатки. Конструктивные особенности, материалы.</p>	<p>ПК1.3; ПК 1.18</p> <p>знать: основы расчетов механических передач и простейших сборочных единиц общего назначения.</p>
Лекция 6	<p>2 Подшипники качения: достоинства, недостатки. Конструктивные особенности, материалы. Маркировка подшипников качения.</p>	
Лекция 7	<p>3 Конструктивные особенности подшипниковых узлов. Смазывающие и уплотнительные устройства</p>	
Лекция 8	<p>4 Расчет подшипников качения.</p>	
Лекция 9	<p>Тема «Муфты»</p> <p>Назначение и классификация и область применения муфт</p>	<p>ПК2.2, ПК2.3 знать: основы расчетов механических передач и простейших сборочных единиц общего назначения.</p>
Лекция 10	<p>Устройство и расчет муфт</p>	

1 Валы и оси

1.1 Общие сведения

Вал – вращающаяся деталь машины, предназначенная для поддержания установленных на нем зубчатых колес, звездочек, шкивов и для передачи вращающего момента.

Вал при работе испытывает изгиб и кручение, а в отдельных случаях – дополнительно растяжение и сжатие.

Ось – это деталь машины, предназначенная для поддержания установленных на ней деталей.

Ось испытывает только изгиб.

1.1.1.Классификация валов и осей

Валы классифицируют:

а) по назначению:

- 1) валы передач;
- 2) коренные валы

Валы передач, показаны на рисунке 1, на них устанавливают колеса, шкивы, звездочки, муфты, подшипники и другие детали передач;

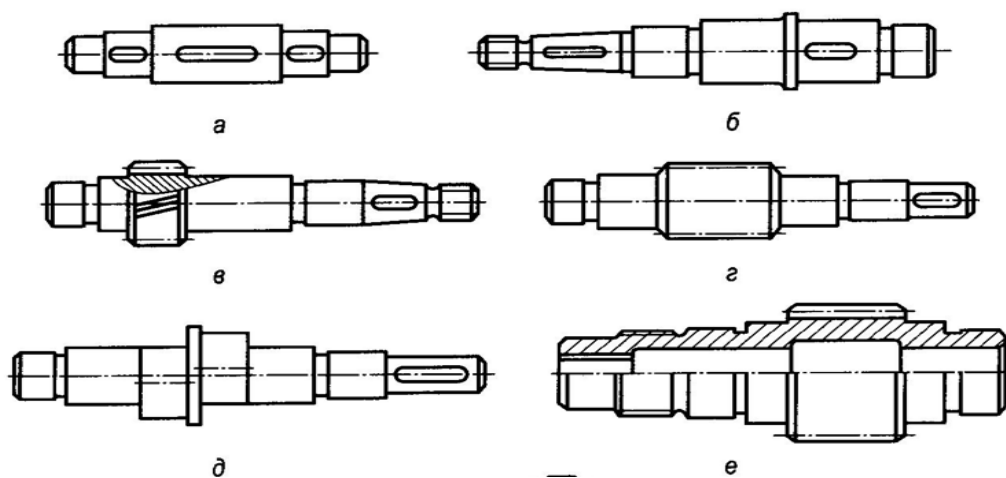


Рисунок 1– Валы передач

а, б – ступенчатые; в – вал шестерня; г – вал-червяк; д – эксцентриковый вал (волновой передачи); пустотелый (полый) вал.

Коренные валы, на которых устанавливают не только детали передач, но и рабочие органы машины, коренные валы показаны на рисунке 2.

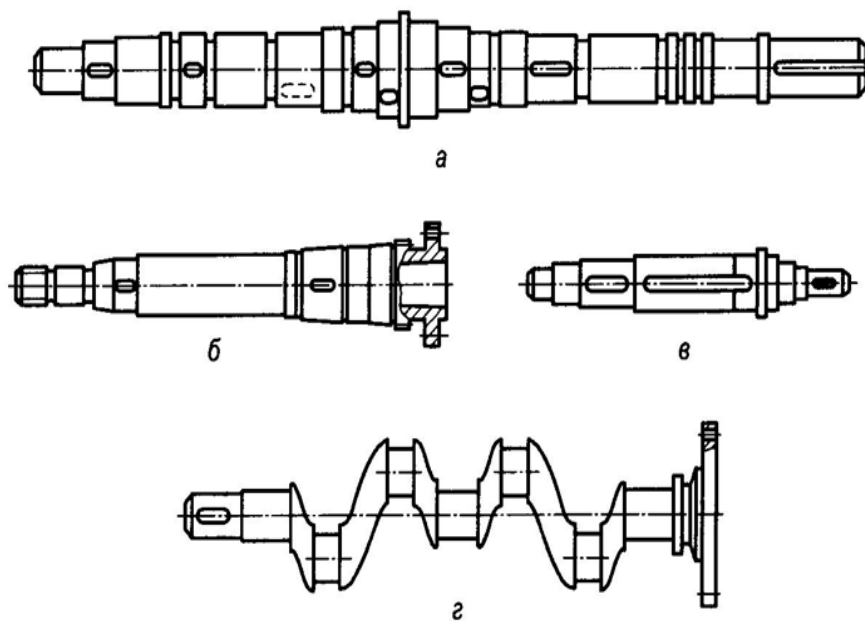


Рисунок 2– Валы коренные

а – вал турбины; б – шпиндель станка; в – вал электрической машины; г – коленчатый вал двигателя внутреннего сгорания.

б) по форме поперечного сечения:

- 1) сплошные;
- 2) пустотелые;

в) по форме геометрической оси:

- 1) прямые, рисунок 3;
- 2) коленчатые рисунок 4;
- 3) гибкие 5;

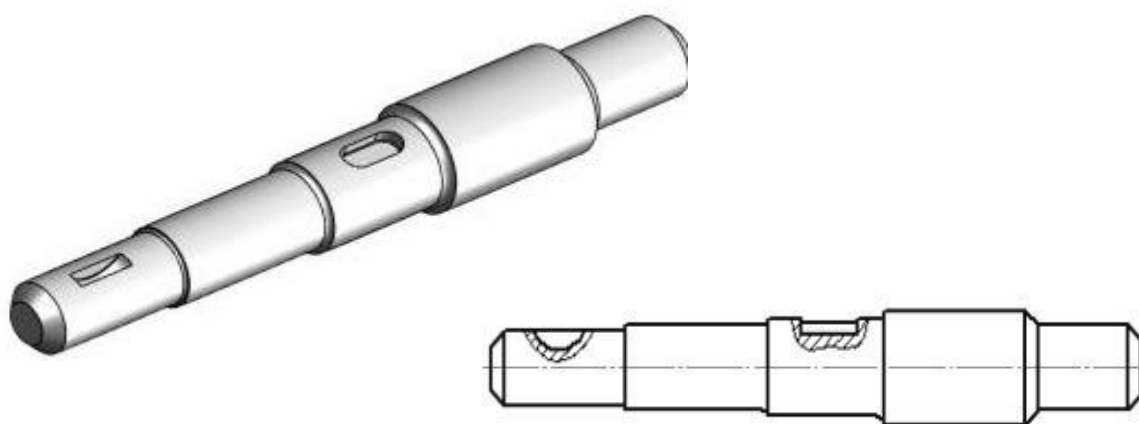


Рисунок 3– Прямой ступенчатый вал

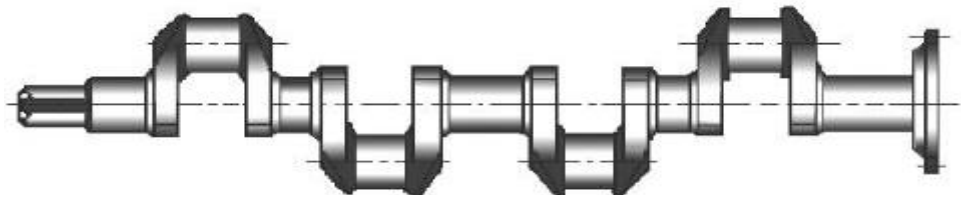


Рисунок 4– Коленчатый вал

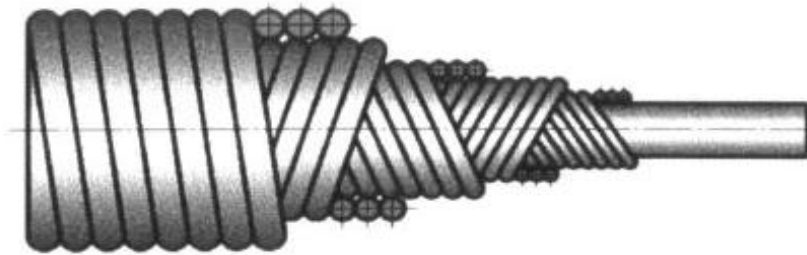


Рисунок 5 – Гибкий вал

- г) по внешнему очертанию поперечного сечения:
 1) ступенчатые (с переменным диаметром), рисунок 3;
 2) гладкие, с постоянным диаметром по длине.

В разделе «Деталей машин» рассматриваются только прямые валы, как детали общего назначения.

Оси могут быть вращающиеся и неподвижные, ступенчатые и гладкие. Разновидности осей показаны на рисунке 6.

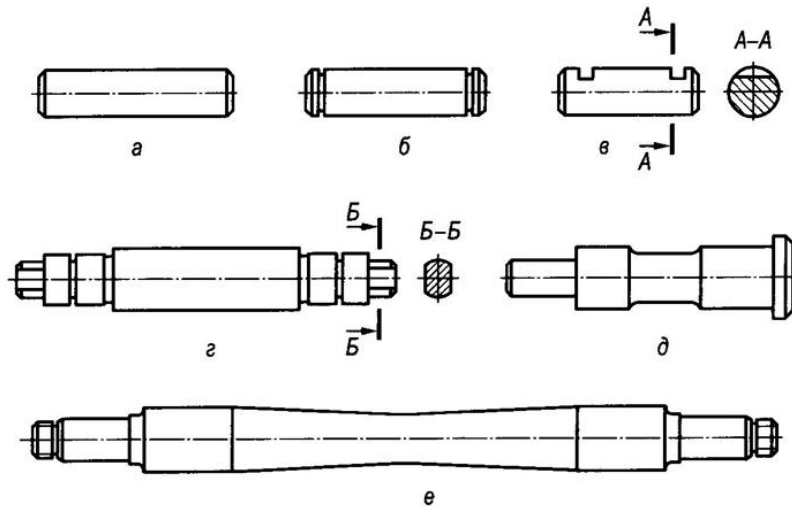


Рисунок 6 – Оси

а, б, в – гладкие; г, д – ступенчатые; е – вращающаяся ось колесной пары железнодорожного вагона

1.1.2 Конструктивные элементы валов и осей

Основные элементы вала показаны на рисунке 7.

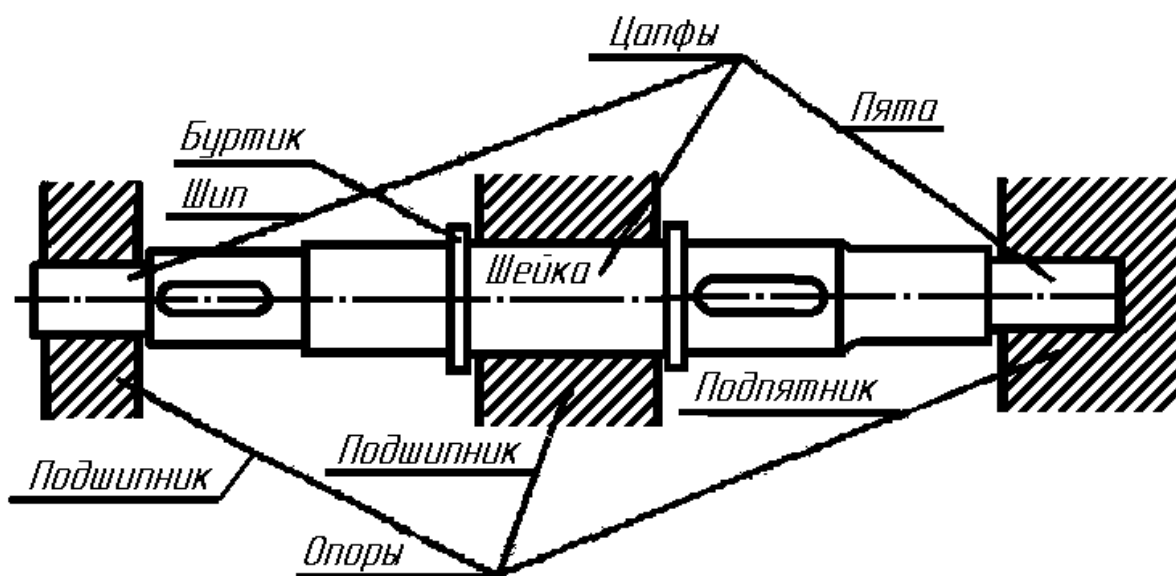


Рисунок 7 – Элементы вала

Цапфа – это опорная часть вала или оси. Они подразделяются на шипы, шейки и пяты.

Шипом называют цапфу, расположенную на конце вала или оси.

Шейка – это цапфа, расположенная в средней части вала или оси.

Опорами для шипов и шеек служат подшипники. Шипы и шейки могут быть цилиндрическими или коническими.

Пятой называют цапфу, передающую осевую нагрузку. Опорами для пят являются подпятники. Пяты могут быть сплошными и колцевыми.

Диаметры цапф под подшипники качения соответствуют диаметру внутреннего кольца по ГОСТу.

Заплечиком называют торцевую поверхность между меньшим и большим диаметрами, служащую для упора насаживаемых на вал деталей.

Буртиком называют кольцевое утолщение вала, составляющее с ним одно целое.

Заплечики и буртики валов и осей препятствуют сдвигу деталей лишь в одном направлении. В случае возможного осевого смещения в противоположную сторону для его исключения применяют гайки, штифты, стопорные винты и т. д.

Места установок колес, звездочек и шкивов называют подступичной частью вала.

Для установки шпонок вал снабжают пазом.

Конструктивные разновидности переходных участков между ступенями валов и осей показаны на рисунке 8.

Канавками, называют переходные участки для выхода шлифовального круга. Канавки повышают концентрацию напряжений.

Галтель (постоянного или переменного радиуса кривизны) – плавный переход в местах изменения диаметра вала.

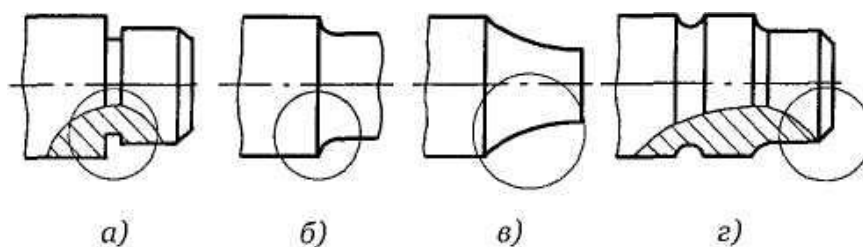


Рисунок 8– Конструктивные разновидности переходных участков вала

а – канавка; б – галтель; в – галтель переменного радиуса; г – фаска.

Торцы валов и осей делают с фасками, т. е. слегка обтачивают их на конце

Заплечики валов и осей препятствуют сдвигу деталей лишь в одном направлении.

Концы валов для установки муфт, шкивов и других деталей, передающих вращающие моменты, выполняют цилиндрическими или коническими, с фасками.

1.2 Материалы валов и осей

Материалы валов и осей должны быть прочными и хорошо обрабатываться. Преимущественно валы и оси изготавливают из углеродистых и легированных сталей. Для валов и осей без термообработки применяют Ст5, Ст6; для валов с термообработкой стали 45, 40Х. Быстроходные валы, работающие в подшипниках скольжения из сталей 20, 20Х, 12ХНЗА.

Валы и оси обрабатывают на токарных станках с последующим шлифованием цапф и посадочных поверхностей.

1.3 Критерии работоспособности. Расчет валов и осей

Валы и оси при работе испытывают циклически изменяющиеся напряжения. Основными критериями работоспособности являются сопротивление усталости и жесткость. Для валов и осей проводят проектный и проверочный расчеты:

а) проектный расчет валов проводят из условия прочности на кручение, принимая значительно пониженные допускаемых напряжений. Диаметр входного (выходного) конца вала определяют по формуле

$$d_{ex} = \sqrt[3]{\frac{M_k}{0,2[\tau_k]}} \quad (1)$$

где M_k – крутящий момент, обычно равный передаваемому моменту T ;
 $[\tau_k]$ – допускаемые напряжения, $[\tau_k]=10...30 \text{ Н/мм}^2$.

Полученный диаметр округляют до ближайшего значения, из ряда стандартных размеров.

После установления диаметра входного (выходного) конца вала назначаются диаметры остальных участков:

- диаметр под колесо (шестерню);
- диаметры цапф;
- диаметры под уплотнительные кольца;
- диаметры упорных буртиков.

Проектируют длины участков.

С учётом осевых размеров, составляют расчетную схему вала, рисунок 9. Вали рассматриваются как балки, шарнирно закрепленные в жестких опорах, одна из которых неподвижная.

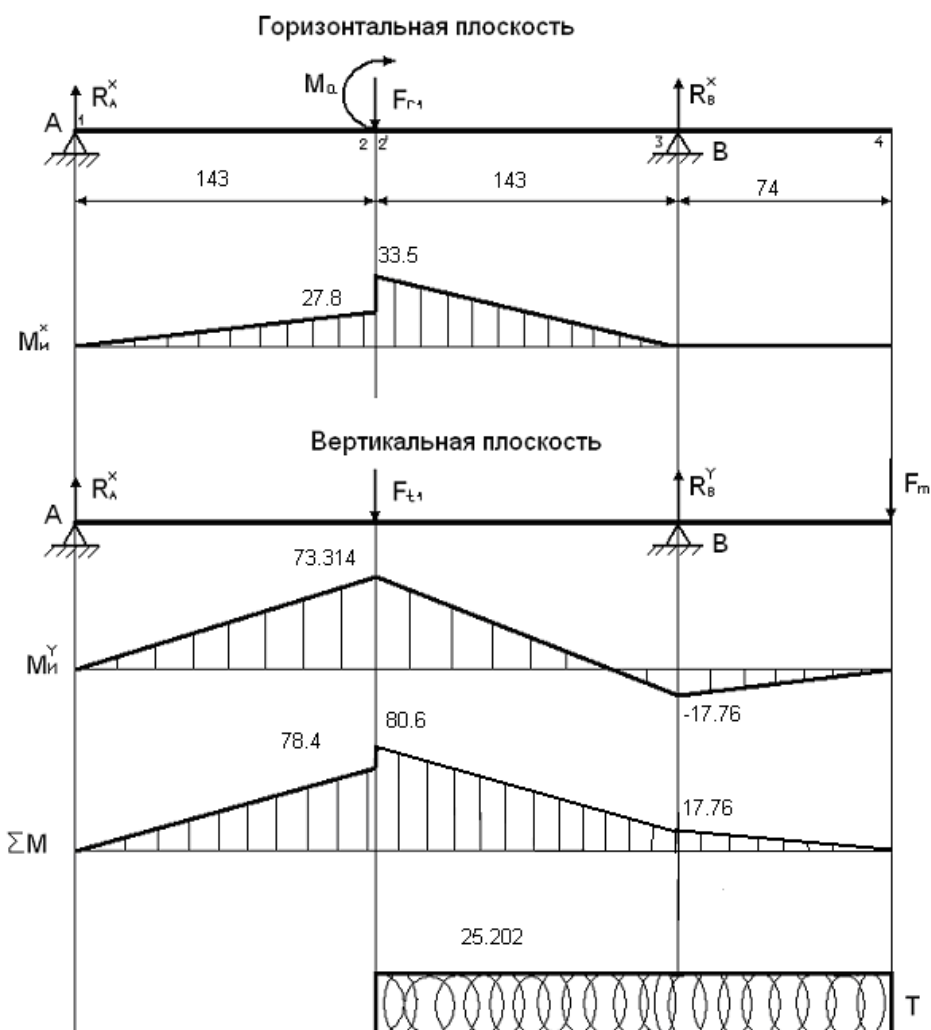


Рисунок 9 – Расчетная схема вала (пример).

Нагрузки, передаваемые валам со стороны деталей, насаженных на них, полагают сосредоточенными и приложенными в середине детали силами. Расчетная схема вала необходима для проведения проверочного расчета;

б) проверочный расчет валов на прочность выполняется на совместное действие изгиба и кручения. Цель расчета – определить коэффициент запаса

прочности в опасных сечениях вала и сравнить их с допустимым коэффициентом по условию

$$s = \frac{s_{\sigma} \cdot s_{\tau}}{\sqrt{s_{\sigma}^2 \cdot s_{\tau}^2}} \geq [s], \quad (2)$$

где $[s]$ – допускаемый (нормативный) коэффициент запаса прочности. При высокой достоверности расчета $[s]=1,3\dots1,5$; при менее точной расчетной схеме $[s]=1,6\dots2,1$;

s – фактический коэффициент запаса;

s_{σ} – запас прочности по нормальным напряжениям;

s_{τ} – запас прочности по касательным напряжениям;

в) расчет валов на жесткость проводят для длинных валов, ходовых винтов и шпинделей станков;

г) в проектном расчете осей, ось рассматривают как балку, свободно лежащую на двух опорах, нагруженную силами, вызывающими изгиб. По конструкции оси составляют расчетную схему, определяют реакции опор, строят эпюры изгибающих моментов, устанавливают опасное сечение и определяют диаметр из условия прочности на изгиб по формуле

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{из}}{0,1[\sigma_{из}]}} \quad (3)$$

где $M_{из}$ – максимальный изгибающий момент, $H \cdot мм$;

$[\sigma_{из}]$ – допускаемое напряжение изгиба, в неподвижных осях $[\sigma_{из}]=100\dots160 Н/мм^2$, для вращающихся осей $[\sigma_{из}]=50\dots100 Н/мм^2$;

д) проверочный расчет осей проводят на сопротивление усталости и изгибную жесткость.

2 Подшипники скольжения

2.1 Общие сведения

Подшипники скольжения – это опоры, в которых цапфа вала скользит по поверхности подшипника. В большинстве случаев подшипники скольжения состоят из корпуса, вкладышей и смазывающих устройств, как показано на рисунке 10.

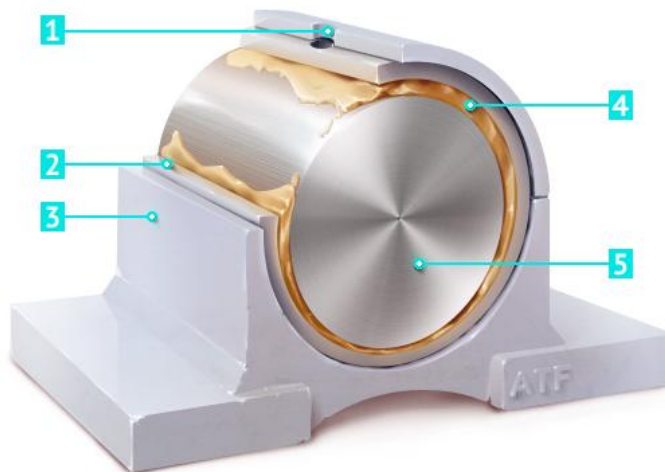


Рисунок 10 – Подшипник скольжения

1 – смазывающее устройство; 2 – вкладыш; 3 – корпус; 4 – смазка; 5 – цапфа вала

2.1.1 Классификация и конструкция

В зависимости от направления воспринимаемой нагрузки, рисунок 11 подшипники бывают:

- радиальные;
- упорные;
- радиально-упорные или упорно-радиальные.

Упорные подшипники часто называют подпятниками.

В простейшем виде подшипник скольжения представляет собой втулку (вкладыш), встроенную в станину машины.

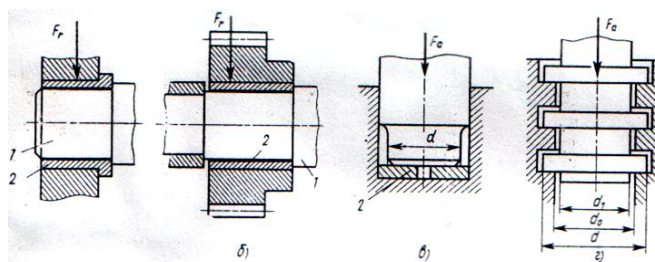


Рисунок 11 – Схема подшипников скольжения

По конструкции подшипники скольжения делятся на:

- неразъемные;
- разъемные.

Подшипники с неразъемным корпусом, рисунок 12 просты и дешевы, но сложны при монтаже. Их применяют в малоответственных, тихоходных конструкциях.

Основной элемент – вкладыш, который устанавливается в корпусе подшипника или непосредственно в станине машины.

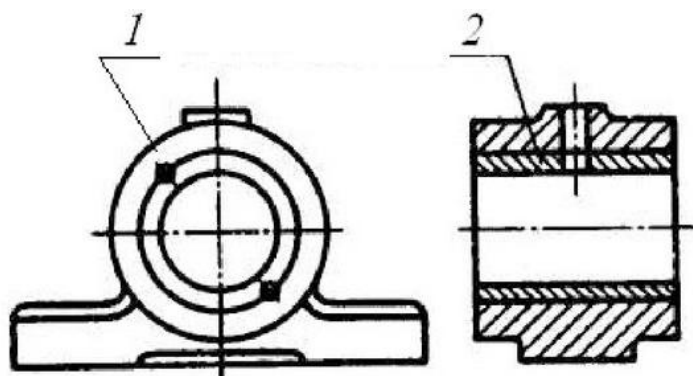


Рисунок 12 – Неразъемный подшипник скольжения

1 – корпус; 2 – вкладыш

Разъемный подшипник, рисунок 13 состоит из корпуса, крышки, разъемного вкладыша, крепежных болтов и масленки.

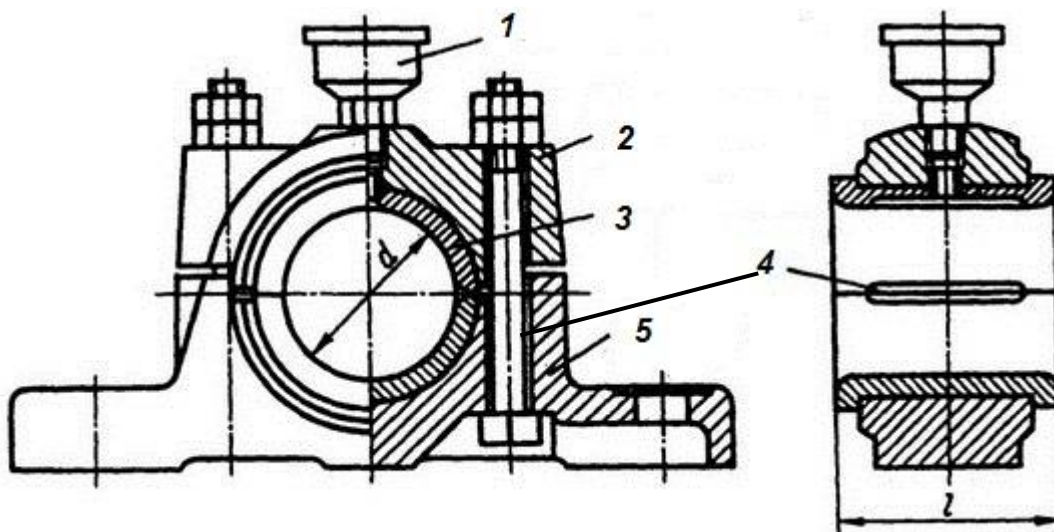


Рисунок 13 – Разъемный подшипник скольжения

1 – масленка; 2 – крышка; 3 – разъемный вкладыш; 4 – крепежные болты; 5 – корпус

2.1.2 Достоинства и недостатки

Основными достоинствами подшипников скольжения являются:

- надёжность работы в высокоскоростных приводах;
- способность воспринимать ударные и вибрационные нагрузки вследствие демпфирующего действия смазки;
- безшумность работы;
- малые радиальные размеры;

- возможность установки разъемных подшипников на коленчатых валах и при ремонте не требуют демонтажа муфт, шкивов и т.д;
 - простота конструкции.
- К недостаткам относятся:
- требование к непрерывности смазки и большой её расход;
 - большие размеры в осевом направлении;
 - большие потери на трение.

2.2 Виды смазки и смазочные материалы

2.2.1 Виды смазок

В подшипниках скольжения возможна полужидкостная и жидкостная смазка, последовательно переходящая одна в другую, в зависимости от скорости вращения.

Полужидкостная смазка наблюдается в период пуска, когда скорость скольжения мала и большая часть поверхности трения разделена тонким слоем масляной пленки.

Жидкостная смазка возникает тогда, когда, по мере возрастания угловой скорости между цапфой и вкладышем увеличивается зазор, в который вращающийся вал увлекает смазочный материал. При этом появляется устойчивый сплошной слой смазки, полностью разделяющий цапфу и вкладыш.

Граничная смазка возникает при малой угловой скорости, когда трущиеся поверхности не разделены слоем смазки, но на поверхности цапфы и вкладыша имеется тонкая адсорбированная плёнка 0,1 мкм.

Большинство подшипников работают в условиях полужидкостной смазки, а в период пуска – в условиях граничной. Оба вида смазки несовершенны.

Жидкостная смазка возникает при соблюдении специальных условий.

2.2.2 Смазочные материалы

Смазочные материалы должны обладать такими свойствами, как маслянистостью и вязкостью.

Маслянистостью – называется способность смазочного материала образовывать на поверхности трения устойчивую пленку.

Вязкостью – называется способность смазочного материалы оказывать сопротивление перемещению его слоёв.

Жидкие масла – это основной смазочный материал, его легко подавать к месту смазки, он оказывает охлаждающее действие. Недостаток их в том, что жидкие масла вытекают. Жидкие масла бывают органические и минеральные.

Мази (пластичные смазочные материалы) – солидолы, констатины, получают за счет сгущения жидких смазочных материалов. Применяются в подшипниках скольжения при малых скоростях и ударных нагрузках.

Твердые смазочные материалы – это графит, слюда и т.д., их применяют в ткацких станках, в пищевых машинах, где по условиям производства жидкие масла и мази применять нельзя.

Газообразные смазочные материалы – воздух, пары углеводородов, применяют в малонагруженных подшипниках при очень большой угловой скорости.

Вода применяется для смазывания подшипников с вкладышами из дерева, резины и некоторых пластмасс. Применяют проточную воду для одновременного охлаждения.

Подвод смазочных материалов производится через:

- пресс – масленоки;
- колпачковые масленоки;
- фитильные масленки;
- подвод масла кольцом;
- разбрызгивание.

2.3 Материалы вкладышей и виды разрушения

2.3.1 Материалы вкладышей и коэффициент полезного действия

К вкладышам подшипников предъявляются следующие требования:

- высокая износостойкость и сопротивляемость заеданию;
- высокая сопротивляемость хрупкому разрушению при ударных нагрузках, достаточное сопротивление усталости;
- низкий коэффициент трения;
- высокая теплопроводность.

Коэффициент полезного действия (к.п.д.) подшипников скольжения зависит от потерь на трение поверхностей скольжения и непосредственно от материала вкладышей.

Вкладыши выполняют из следующих материалов:

а) бронзовые вкладыши применяют при средних скоростях и больших нагрузках. Наилучшими фрикционными свойствами обладают оловянные бронзы (БрО10Ф1, БрО5Ц5С5 и др.). Алюминиевые бронзы (БрА9Ж3А и др.) и свинцовые (БрС30 и др.) вызывают повышенный износ цапф, поэтому применяют в паре с закаленными цапфами. К.п.д. пары подшипников скольжения с такими вкладышами составляет 0,97...0,98;

б) вкладыши с баббитовой заливкой применяют для ответственных подшипников при тяжелых и средних режимах работы. Баббит – один из лучших антифрикционных материалов для подшипников скольжения. Лучшими являются высокооловянные баббиты (Б86, Б83). Баббиты хорошо прирабатываются, стойки против заедания, но имеют невысокую прочность, поэтому баббит заливают тонким слоем на рабочую поверхность. К.п.д. подшипников с вкладышами с баббитовой заливкой – 0,98...0,99;

в) чугунные вкладыши без заливки применяют в малоответственных, тихоходных механизмах. Наибольшее применение получили антифрикционные чугуны АЧС-1 и др. К.п.д;

г) металлокерамические вкладыши изготавливают прессованием и последующим спеканием порошков меди или железа с добавлением графита, олова или свинца. Особенностью этих материалов является большая пористость, которая используется для насыщения поверхности маслом. Такие вкладыши могут долго работать без подвода смазки. Их применяют в тихоходных механизмах в местах, труднодоступных для подвода масла.

Для вкладышей из неметаллических материалов применяют антифрикционные самосмазывающиеся пластмассы (АСП), древеснослоистые пластики, твердые породы дерева, резину и др. Неметаллические материалы устойчивы к заеданию, хорошо прирабатываются, могут работать при смазывании водой. Применяются для подшипников гребных винтов, насосов, пищевых машин и т.п. К.п.д. при смазывании водой $\eta=0,98$.

2.3.2 Виды разрушения

Возможны следующие виды разрушения:

- абразивное изнашивание, которое возникает из-за попадания в смазочный материал абразивных частиц, в результате износа вкладыш принимает овальную форму;
- заедание возникает при перегреве подшипника, так как в следствии трения вкладыш и цапфа нагреваются, вязкость масла понижается, масляная пленка местами разрывается и происходит заедание цапфы в подшипнике и, как следствие вкладыши выходят из строя;
- усталостное выкрашивание, из-за переменных напряжений.

2.4 Расчет подшипников скольжения

Критериями работоспособности является износостойкость, т.е. сопротивление изнашиванию и заеданию.

Подшипники рассчитывают условно, по среднему давлению на трущихся поверхностях и по удельной работе сил трения, по условиям

$$p_T = \frac{R_r}{A} \leq [p_T] \quad (4)$$

$$p_T \cdot v \leq [p_T \cdot v] \quad (5)$$

где v – окружная скорость;

p_T – среднее давление;

$p_T \cdot v$ – удельная работа сил трения;

R_r – радиальная нагрузка;

A – площадь проекции цапфы, на диаметральною плоскость;

$[p_T]$ – допускаемое среднее давление;

$[p_T \cdot v]$ – допускаемая удельная работа сил трения.

Значение $[p_T]$ и $[p_T \cdot v]$ зависят от материала поверхности трения.

3 Подшипники качения

3.1 Общие сведения

Подшипник качения - это готовый узел, состоящий из тел качения 3 (шарики или ролики), которые устанавливаются между 2-х колец, внешнего 1 и внутреннего 2, и разделяются между собой сепаратором 4 (рисунок 14)

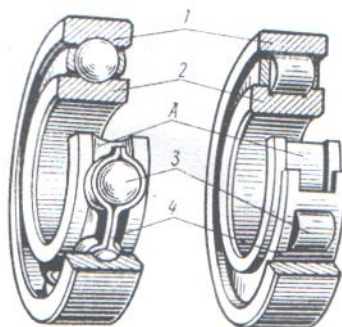


Рисунок 14 – Подшипники качения

К достоинствам относятся:

- высокий КПД (0,995) и незначительный нагрев;
- малый момент сил трения и пусковых моментов;
- незначительный расход смазки;
- простое обслуживание;
- стандартизация и массовое производство ($d=1\text{ мм} \div 3\text{ м}$), а следовательно невысокая стоимость.

Недостатками являются:

- низкая долговечность при больших угловых скоростях и больших нагрузках;
- плохое восприятие ударных нагрузок;
- большие габариты в радиальном направлении;
- высокая стоимость при мелкосерийном производстве.

3.1.1 Классификация и маркировка подшипников

По виду воспринимаемой нагрузки: радиальные, радиально-упорные (упорно-радиальные) и упорные подшипники.

По форме тел качения:

- а) шариковые;
- б) роликовые:
 - 1) роликовые цилиндрические, короткие и длинные;
 - 2) роликовые витые;
 - 3) роликовые бочкообразные;
 - 4) роликовые конические;
 - 5) роликовые игольчатые.

По числу тел качения:

- одно;
- двух;

- многорядные.

По способу установки:

- самоустанавливающиеся;
- несамоустанавливающиеся.

По габаритным размерам на серии:

- сверхлегкие;
- особо легкие;
- легкие;
- средние;
- тяжелые.

По ширине:

- особо узкие;
- узкие;
- нормальные;
- широкие;
- особо широкие.

Подшипники качения маркируются цифрами

Маркировка подшипников качения представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Маркировка подшипников качения

-	7	6, 5	4	3	2	1
Класс точности	Серия ширины	Отклонение конструкции от основного типа	Тип 0 – шариковый радиальный 1 – шариковый радиальный сферический 2 – роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами... 9 – роликовый упорный	Серия диаметра 1 – особо лёгкая 2 – лёгкая 3 – средняя 4 – тяжёлая и т.д.	Внутренний диаметр 00-10мм 01-12мм 03-15мм при $d > 17$ 04...99 04·5=20мм 05·5 = 55мм 99·5 = 495мм	

Например: 6 – 405 – подшипник шариковый радиальный, тяжелой серии, $d=25$ мм, шестого класса точности;

211 – подшипник шариковый радиальный, легкой серии, $d=55$ мм

3.1.2 Конструкция и материалы

Шарикоподшипники показаны на рисунке 15:

а) шарикоподшипники радиальные однорядные наиболее простые и дешевые, рисунок 15а. Состоят из внутреннего и наружного колец, одного ряда шариков и сепаратора. Предназначены для восприятия радиальной нагрузки (R_r), но могут воспринимать и некоторую осевую нагрузку (R_a). Применяют во всех областях машиностроения;

б) шариковые радиальные сферические подшипники, рисунок 15 б, предназначены для восприятия радиальной (R_r) и не большой осевой нагрузки

(R_a). Дорожка качения на внешнем кольце выполнена по сфере, что допускает перекося до $2...3^0$ и обеспечивает самоустановку;

в) шариковые радиально-упорные, рисунок 15 в, г и упорно радиальный, рисунок 15 д, воспринимают радиальную R_r и осевую R_a нагрузки. Для восприятия осевых нагрузок в 2-х направлениях, подшипники устанавливают попарно;

Упорные подшипники, рисунок 15 е, воспринимает только осевые нагрузки.

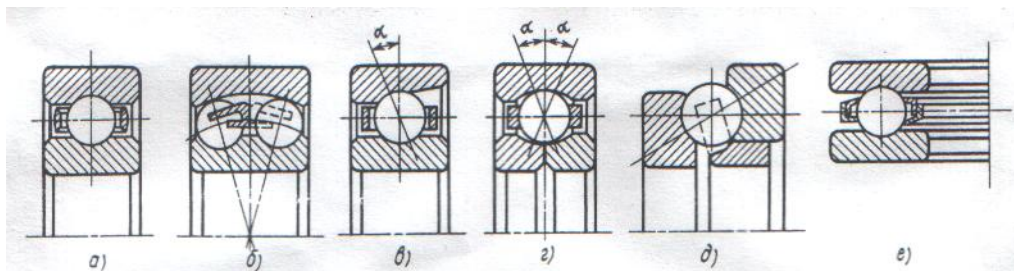


Рисунок 15 – Шарикоподшипники

Разновидности роликовых подшипников показаны на рисунке 16.

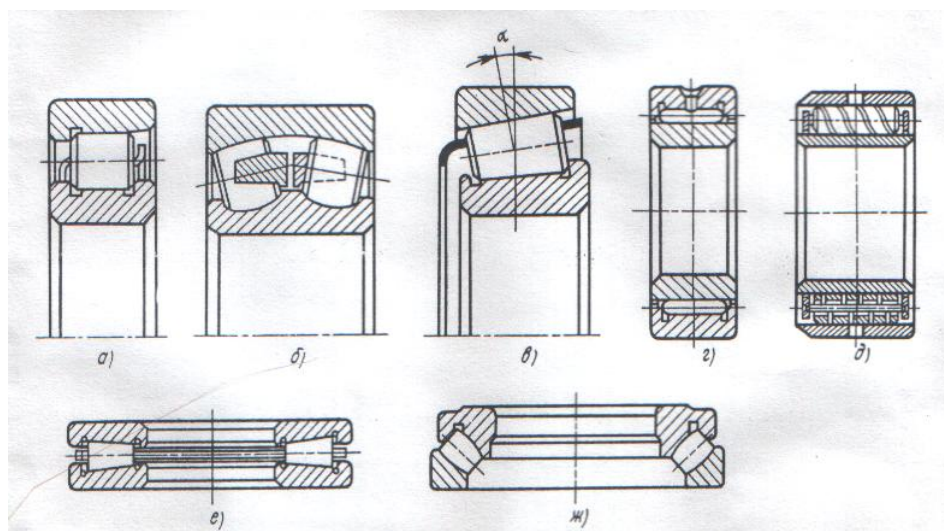


Рисунок 16 – Роликоподшипники

Роликовые подшипники:

а) роликовый радиальный подшипник с короткими цилиндрическими роликами, представлен на рисунке 16 а. Он воспринимает большие радиальные нагрузки (больше чем шариковые в 1,7 раз). Допускает осевое взаимное смещение колец, осевые нагрузки не воспринимают.

б) роликовые конические подшипники, рисунок 16 в, воспринимают радиальные и осевые нагрузки. Применяются при средних и низких скоростях вращения. Обладают большой грузоподъемностью. Удобно регулируются, устанавливаются попарно.

в) роликовые радиальные подшипник с игольчатыми роликами, рисунок 3г и витыми роликами рисунок 16д, воспринимают радиальные и осевые нагрузки.

г) голикоподшипник радиальный сферический 2-х рядный, рисунок 16 б, воспринимает радиальные и частично осевые нагрузки. Подшипник самоустанавливающийся, допускает перенос колец до 2° .

д) роликовый упорный подшипник, рисунок 16 е, воспринимает только осевые нагрузки.

ж) роликовый упорно – радиальный подшипник, рисунок 16 ж, воспринимает осевые нагрузки и частично радиальные.

Тела качения и кольца изготавливают из высокопрочных шарикоподшипниковых хромистых сталей ШХ15, ШХ15СГ, ШХ20СГ, а также из 18 ХГТ и 20Х2Н4А. Сепараторы из мягкой листовой стали (штампуют). Для высокоскоростных подшипников из бронзы, латуни, алюминиевых сплавов и пластмасс.

3.2 Виды разрушения и критерии работоспособности

Для подшипников характерны разрушения:

- пластические (остаточные) деформации – возникают вмятины на дорожках качения колец;
- усталостное выкрашивание – рабочих поверхностей тел качения и дорожек колец;
- абразивное изнашивание;
- раскатывание колец и тел качения;
- разрушение сепараторов.

Первое и второе – главные виды разрушения.

Основными критериями работоспособности подшипников качения являются долговечность по усталостному выкрашиванию и статическая грузоподъемность по пластическим деформациям.

Расчет на статистическую грузоподъемность ($C_{ог}$) по остаточным деформациям (вид разрушения 1) – для не вращающихся и тихоходных подшипников.

Расчет на базовую долговечность по усталостному выкрашиванию (вид разрушения 2) – для подшипников, работающих в нормальных условиях при $\omega \geq 0,1$ рад/с.

3.3 Подбор подшипников качения и проверка

Для цилиндрических колес сначала по цапфе вала выбирают подшипник легкой серии.

При отношении осевой и радиальной нагрузки:

- $F_a \leq 0,3F_r$ рекомендуют шарикоподшипник радиальный однорядный, самый простой (угол контакта тел трения $\alpha=0$);
- $F_a \geq 0,3F_r$ шарикоподшипник радиально-упорный или конический роликовый (угол контакта тел трения $\alpha=10$ до 17°);

- $F_a \geq 1,5F_r$ шарикоподшипник радиально-упорный или конический роликовый (угол контакта тел трения $\alpha=26$ до 30^0).

Для конических колес, так как эти колеса должны быть жестко зафиксированы в осевом направлении рекомендуется применять:

а) роликовые конические подшипники,.

Для червячных передач применяют:

а) роликовые конические подшипники;

б) шариковые радиально-упорные подшипники типа 46000, 66000.

Проверочный расчет предварительно выбранных подшипников проводят для быстроходного и тихоходного валов. Пригодность подшипников определяют сопоставлением динамической грузоподъемности с базовой и требуемой долговечности с базовой. $C_{гр} \leq C_r$ и $L_h \geq L_{10h}$

Сопоставление расчетной динамической грузоподъемности и базовой

$$C_{гр} \leq C_r, \quad (6)$$

где C_r – базовая динамическая грузоподъемность (указаны в справочниках), кН;

$C_{гр}$ – расчетная динамическая грузоподъемность, кН.

Если это условие не выполняется, то рекомендуют:

- перейти из легкой серии к средней или тяжелой;

- перейти к более грузоподъемному подшипнику (от шарикового к роликовому);

- увеличить диаметр вала подшипника.

Сопоставление требуемой долговечности и базовой

$$L_h \geq L_{10h} \quad (7)$$

где L_h – требуемая долговечность (ресурс), ч;

L_{10h} – базовая долговечность, ч.

Для зубчатых $L_h \geq 10000$ часов, для червячных $L_h \geq 5000$ часов.

Если требуемая долговечность получается меньше базовой, то предусматривают плановую замену подшипников.

3.4 Способы установка, крепление и регулирование подшипников

Схема установки вала «в распор» конструктивно является наиболее простой. Она широко применяется для коротких валов ($l/d = 6 \dots 8$).

По схеме «в распор» каждая из опор ограничивает осевое перемещение вала только в одном направлении. Для этого торцы внутренних колец обоих подшипников упирают в торцы буртиков вала или в торцы других деталей, расположенных на валу. Внешние торцы наружных колец подшипников упирают в торцы подшипниковых крышек или в торцы других деталей, установленных в посадочном отверстии подшипникового гнезда корпуса, рисунок 17.

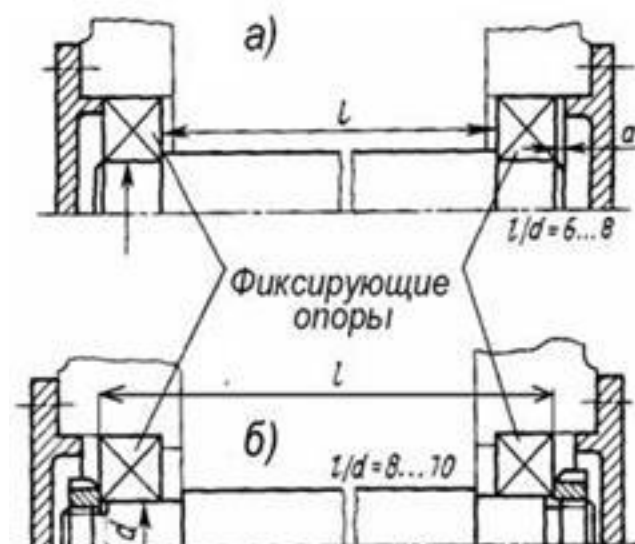


Рисунок 17 – Установка подшипников «в распор»

При установке вала «в растяжку», рисунок 18, наружное кольцо подшипника устанавливают с упором в торец заплечика корпусной детали – стакана.

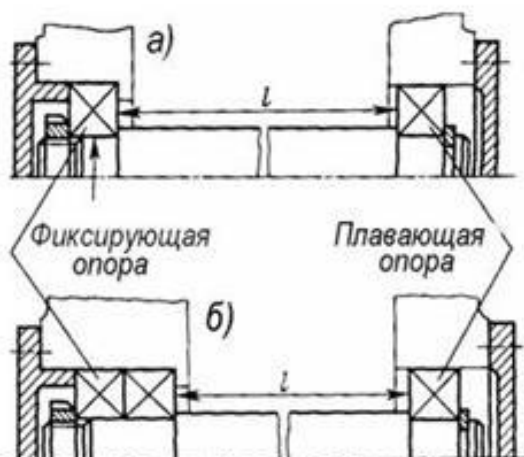


Рисунок 18 – установка подшипников «в растяжку»

Дополнительное крепление кольца с противоположной стороны не делают. Осевой зазор «а» в подшипниках при увеличении температуры вала увеличивается (вероятность защемления подшипников уменьшается), поэтому расстояние между подшипниками можно брать несколько больше, а именно $l/d = 8...10$.

Более длинные валы по схеме «в растяжку» устанавливать не рекомендуется из-за возможности появления недопустимых для радиально-упорных подшипников осевых зазоров.

Для закрепления внутренних колец на валу применяются различные способы, наиболее используемые из них, показаны на рисунке 19

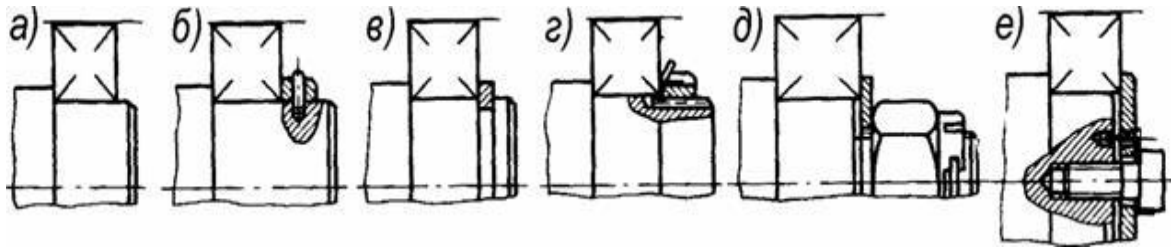


Рисунок 19 – Закрепления внутренних колец на валу

Закрепления внутренних колец на валу:

- уступы вала или посадка с натягом (19 а);
- стопорные кольца с натягом и штифтом (19 б);
- пружинные стопорные кольца (19 в);
- гайки и стопорные шайбы (19 г);
- упорные гайки с торцовыми шайбами (19 д);
- плоской торцовой шайбой с витом (19 е).

Фиксация наружных колец показана на рисунке 20

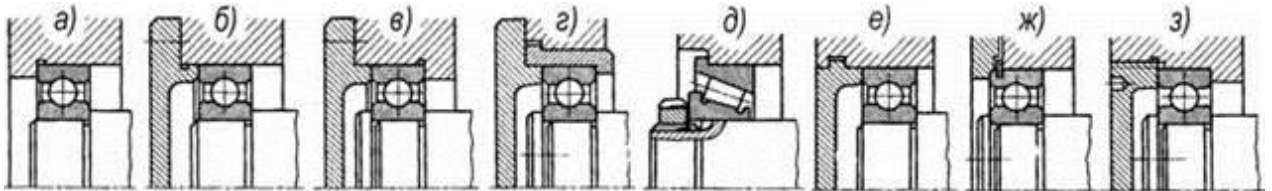


Рисунок 20 – Фиксация наружных колец

Для фиксации наружных колец применяют:

- «заплечики» – уступы в корпусе и стакане (20 а);
- крышки (20 б);
- сочетание крышки и уступа в корпусе или стакане (20 в,г);
- упорные бурты на наружных кольцах (20 д);
- врезные крышки при разъёмных корпусах (20 е);
- пружинные кольца, устанавливаемые в корпус (20 ж);
- гайки с наружной резьбой (20 з).

Радиально-упорные подшипники требуют осевого регулирования, которое делается смещением наружного кольца, как показано на рисунке 21.

Смещение наружного кольца осуществляется:

- прокладками из металла (21 а);
- крепёжным винтом (21 б) при малых осевых силах;
- резьбовой крышкой или кольцом (21 в).

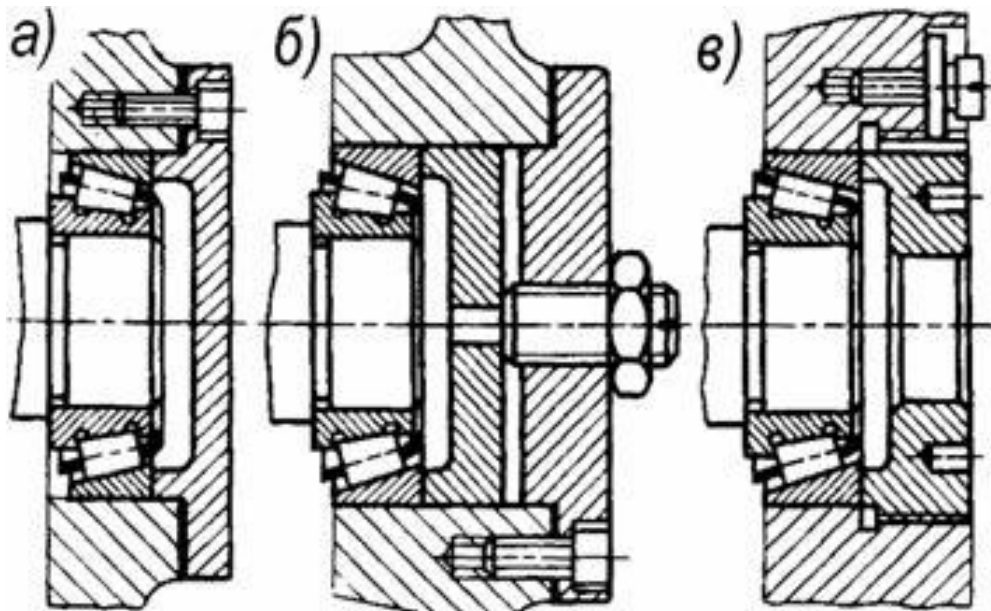


Рисунок 21 – Осевое регулирование радиально упорных подшипников

4 Муфты

4.1 Назначение и классификация

Муфты – это устройства, соединяющие концы двух валов и передающие момент без изменения значения и направления.

Соединение валов – основное назначение муфт, но, кроме того, они выполняют дополнительные функции:

- обеспечивают включение и выключение машины при работающем двигателе;

- предохраняют машину от аварий и перегрузок;

- поглощают толчки и вибрации;

- компенсируют вредное влияние смещения валов.

Различают следующие виды отклонения валов от номинального положения, рисунок 22



Муфты приводов машин делятся на классы, группы, на подгруппы, на виды и на конструктивные исполнения, т.е. классифицируются по многим признакам.

По принципу действия муфты подразделяются на четыре класса:

- не расцепляемые муфты, осуществляют постоянное соединение валов между собой и не допускают разъединение валов во время работы;

- управляемые, допускают сцепление и расцепление валов во время работы. Управляемые муфты служат для быстрого соединения и разъединения валов при работающем двигателе, для чего они снабжены механизмом принудительного управления (ручным или автоматическим) Применяются при строгой соосности валов.

- самодействующие муфты, автоматически разъединяют валы при изменении заданного режима работы;

- прочие муфты, которые не вошли в 1,2 и 3 класс.

Классы муфт подразделяются на группы:

- механические;
- электромагнитные;
- гидравлические).

Группы делятся на подгруппы:

- жесткие;
- компенсирующие;
- упругие.

В дальнейшем будут рассмотрены только наиболее распространенные механические муфты, большинство из которых стандартизовано.

Жесткие муфты, передают толчки, вибрации и удары при передаче момента.

Компенсирующие муфты, допускают отклонение валов от номинального положения.

Упругие муфты, амортизируют толчки, вибрации и удары при передаче момента.

4.2 Конструкция муфт

В общем случае муфта состоит из ведущей и ведомой полумуфт и соединительных элементов.

4.2.1 Не расцепляемые муфты

Не расцепляемые муфты, осуществляют постоянное соединение валов между собой и не допускают разъединение валов во время работы.

4.2.1.1 Жесткие глухие муфты

Жесткие глухие муфты – соединяют соосные валы в одну жесткую линию, наиболее распространенные из них:

- муфта втулочная – представляет собой цельную стальную втулку, закрепленную на концах валов шпонками, как показано на рисунке 23а или штифтами, как на рисунке 23б.

Применяют в легких машинах для соединения валов диаметром 6...105 мм, для передачи момента 1...12500 Н·м. Ограничений по частоте вращений не имеет. Материал втулок сталь 45.

Недостаток таких муфт в том, что при сборе и разборке требуется значительное осевое смещение одного из валов или муфты, а так же очень точное совмещение осей валов;

- муфта фланцевая – состоит из двух полумуфт с фланцами, рисунок 23в. Полумуфты насаживаются на концы валов и соединяются между собой болтами. Болты устанавливаются с зазором или без.

Муфты применяют для соединения валов диаметром 16...250 мм. Стальные применяют при передаче момента 16...40000 Н·м, муфты из чугуна для передачи момента 8...20000 Н·м. Фланцевые муфты просты по конструкции, надежны в работе, могут воспринимать большие нагрузки. При

монтаже муфты требуют соблюдения соосности валов и перпендикулярности стыка полумуфт;

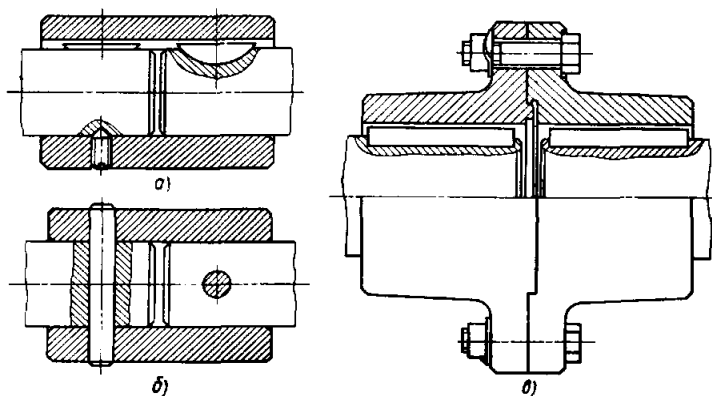


Рисунок 23 – Глухие муфты

а, б – втулочные ; в – фланцевая

Муфта продольно - свёртная – состоит из двух полумуфт, рисунок 24, соединенных болтами, кожухов, закрепленными винтами, и двух фиксирующих полуколец.

Продольно - свёртная применяется для соединения валов диаметром 25...130 мм, для передачи моментов 125...12500 Н·м. Муфта допускает радиальное смещение $\Delta r=0,05$ мм. Достоинство муфты – возможность монтажа без осевого смещения.

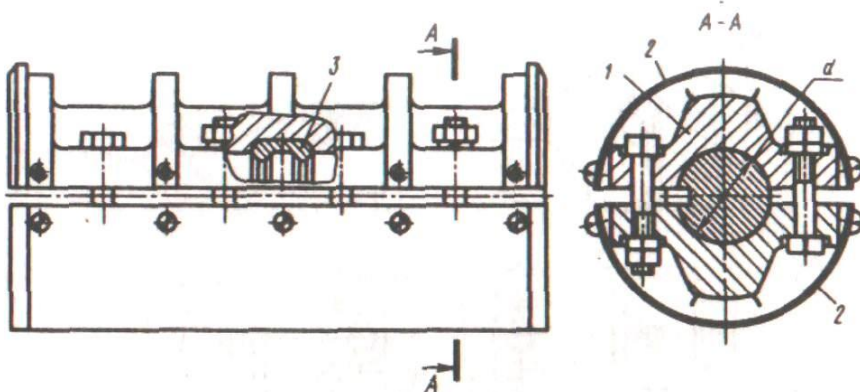


Рисунок 24 – Муфта продольно-свертная

4.2.1.2 Жесткие компенсирующие муфты

Жесткие компенсирующие муфты – предназначены для соединения валов с компенсацией радиальных, осевых и угловых смещений вследствие неточности изготовления и монтажа:

а) муфта кулачково-дисковая – состоит из двух полумуфт с пазами, диска с выступами и кожуха, рисунок 25а. Пазы в полумуфтах являются направляющими для выступов на диске. Выступы на торцах диска расположены по взаимно перпендикулярным диаметрам.

Кулачково-дисковая муфта применяется для соединения валов диаметром 16...150 мм при передаче вращающих моментов от 16 до 16000 Н·м, без

уменьшения динамических нагрузок. Полумуфты изготавливаются из углеродистой или из легированной стали. Муфта относится к подгруппе компенсирующих муфт, т.к. допускает смещения геометрических осей валов в радиальном направлении $r=0,6...3,6\text{мм}$, в зависимости от диаметра и угловое смещение $\Delta\alpha \leq 1^{\circ}$;

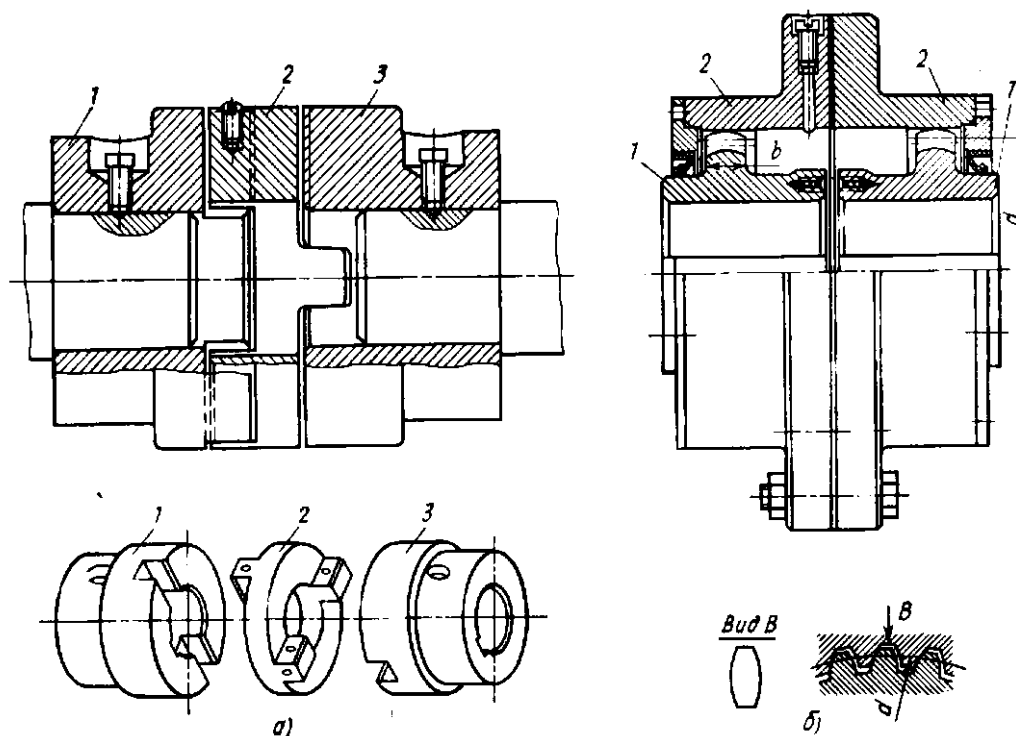


Рисунок 25 – Жесткие компенсирующие муфты

а – кулачково-дисковая; б – зубчатая

б) муфта зубчатая – состоит из двух полумуфт с наружными зубьями эвольвентного профиля и разъемной обоймы с двумя рядами внутренних зубьев рисунок 25б. Полумуфты насаживаются на концы валов. Разъемная обойма соединяется болтами без зазора.

Зубчатые муфты применяют для соединения валов диаметром $40...560$ мм, муфты компенсируют смещения валов: $\Delta l=1...8\text{мм}$; $\Delta r=0,2...0,6\text{мм}$; $\Delta\alpha \leq 1^{\circ}30'$. Зубчатые муфты получили широкое распространение в высоконагруженных конструкциях транспортных и стационарных машин»

в) муфта цепная – компенсирующая муфта, состоит из двух полумуфт-звездочек с одинаковым числом зубьев, охватываемых роликовой или зубчатой цепью и защитного кожуха, заполненного пластичной смазкой, рисунок 26.

Цепные муфты применяются для валов диаметром $20...140$ мм, допускают смещения $\Delta r = 0,15...0,7\text{мм}$; $\Delta\alpha \leq 1^{\circ}$. Цепные муфты применяют в сельскохозяйственном машиностроении, угольной промышленности. Из за наличия зазоров в шарнирах цепи муфты имеют люфт, поэтому не применяются в реверсивных приводах;

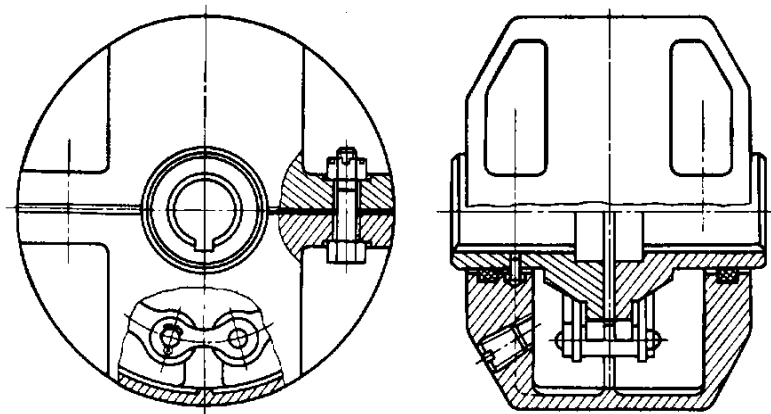


Рисунок 26 – Цепная муфта

г) шарнирные муфты могут соединять валы под углом до 45° , это достигается с помощью шарниров трения скольжения и промежуточного звена в виде параллелограмма с двумя отверстиями, оси которых пересекаются под прямым углом, рисунок 27.

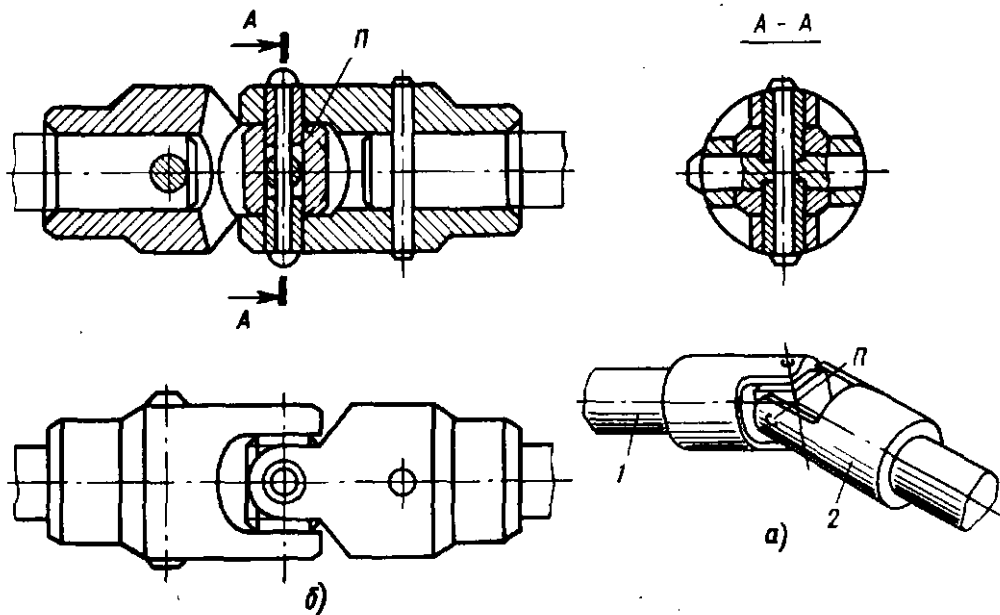


Рисунок 27 – Шарнирная муфта и её сечение

Муфта изготавливаются для соединения валов диаметром $8...40$ мм и передачи момента от $11,2$ до 1120 Н·м, без смятения динамических нагрузок. Шарнирные муфты компенсируют неточности монтажа узлов.

4.2.1.3 Упругие муфты

Основной частью упругих муфт является - упругий элемент, который передаёт момент от одной полумуфты к другой. Упругие элементы смягчают толчки и удары, допускают сравнительно большие смещения осей валов.

Упругие элементы могут быть неметаллические (резиновые) и металлические (пружины, стержни, пакеты пластин и т.д.):

а) муфта упругая втулочно-пальцевая (МУВП) – упругая компенсирующая муфта, рисунок 28а, состоит из двух полумуфт, в отверстия

одной из полумуфт закреплены пальцы, на которые надеты гофрированные резиновые втулки.

МУВП применяют для соединения валов диаметром 9...160 мм. Вследствие деформации резиновых втулок смягчаются толчки и удары, а также компенсируются смещения валов: $\Delta l = 1 \dots 5 \text{ мм}$; $\Delta r = 0,3 \dots 0,6 \text{ мм}$; $\Delta \alpha \leq 0^{\circ}30' \dots 1^{\circ}$.

Муфты получили широкое применение, особенно в приводах от электродвигателя;

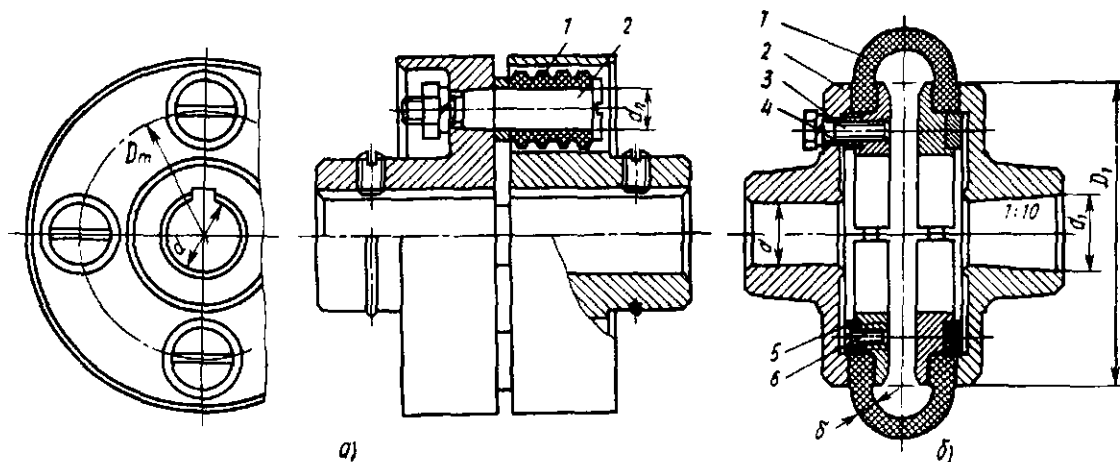


Рисунок 28 – Упругие муфты

а – муфта втулочно – пальцевая; б – муфта с торообразной оболочкой

б) муфта упругая с торообразной оболочкой – упругая компенсирующая муфта, состоит из двух полумуфт, упругой оболочки, по форме напоминающей автомобильную шину, и двух прижимных колец, которые с помощью винтов закрепляют оболочку на полумуфтах рисунок 28б.

Муфта предназначена для соединения валов диаметром 14...240 мм, номинальный передаваемый момент от 20 до 40000 Н·м.

Муфта имеет высокую надежность, легкость сборки, высокую упругость, позволяет компенсировать смещение валов: $\Delta l = 1 \dots 6 \text{ мм}$; $\Delta r = 1 \dots 6 \text{ мм}$; $\Delta \alpha \leq 2^{\circ}$, применяется при переменных и ударных нагрузках, где трудно обеспечить соосность валов;

в) муфта упругая со звездочкой – упругая компенсирующая муфта, состоящая из двух одинаковых полумуфт, которые снабжены торцевыми кулачками. Между этими кулачками помещается резиновая звездочка с четырьмя или шестью лепестками, рисунок 29.

Упругие муфты со звездочкой применяются для соединения быстроходных валов диаметром 12...45 мм и передачи вращающего момента от 20 до 40000 Н·м.

Муфты упругие со звездочкой могут компенсировать смещения Δl до 0,4 мм; Δr до 0,4 мм; $\Delta \alpha$ до $1^{\circ}30'$. Муфта может работать в интервале температур – 40 ... + 50°C.

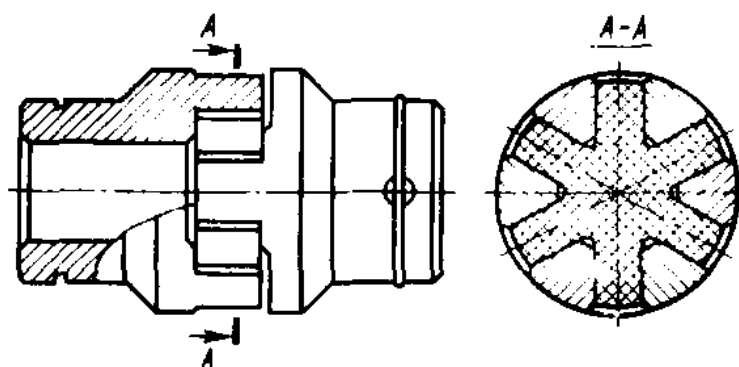


Рисунок 29 – Муфта упругая со звездочкой

г) муфта со стальными стержнями – состоит из двух полумуфт, которые соединены цилиндрическими, стальными стержнями (пружинами) равномерно по диаметру, рисунок 30. Крышка и кожух удерживают

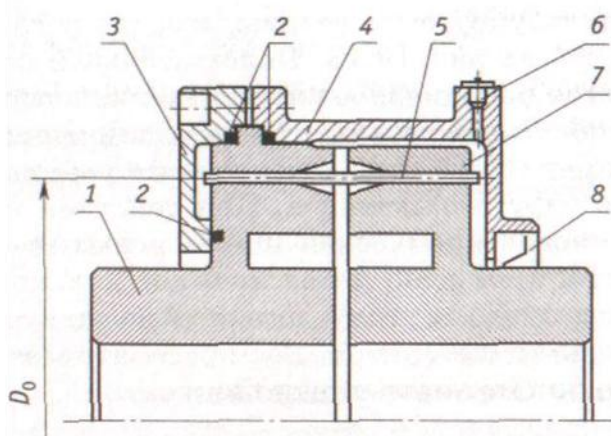


Рисунок 30 – Муфта со стальными стержнями

стержни от выпадения, смазка в муфту поступает через масленку и удерживается благодаря уплотнениям.

4.2.2 Управляемые муфты

Управляемые муфты служат для соединения и разъединения валов при работающем двигателе. Сцепные муфты применяются при строгой соосности валов. По принципу действия муфты делятся на две группы: муфты, основанные на зацеплении (кулачковые и зубчатые) и основанные на трении (фрикционные):

а) муфты кулачковые сцепные – состоят из двух полумуфт с кулачками (выступами) и впадинами на торцах, рисунок 31. При включении кулачки одной полумуфты входят во впадины другой, создавая жесткое зацепление. Основной элемент полумуфт – кулачок, может иметь различный профиль: прямоугольный, трапециидальный, треугольный. Включение кулачковых муфт всегда сопровождается ударами, которые могут вызвать разрушение кулачков. Поэтому их не рекомендуют включать под нагрузкой и при разности скоростей валов $v \leq 0,8$ м/с;

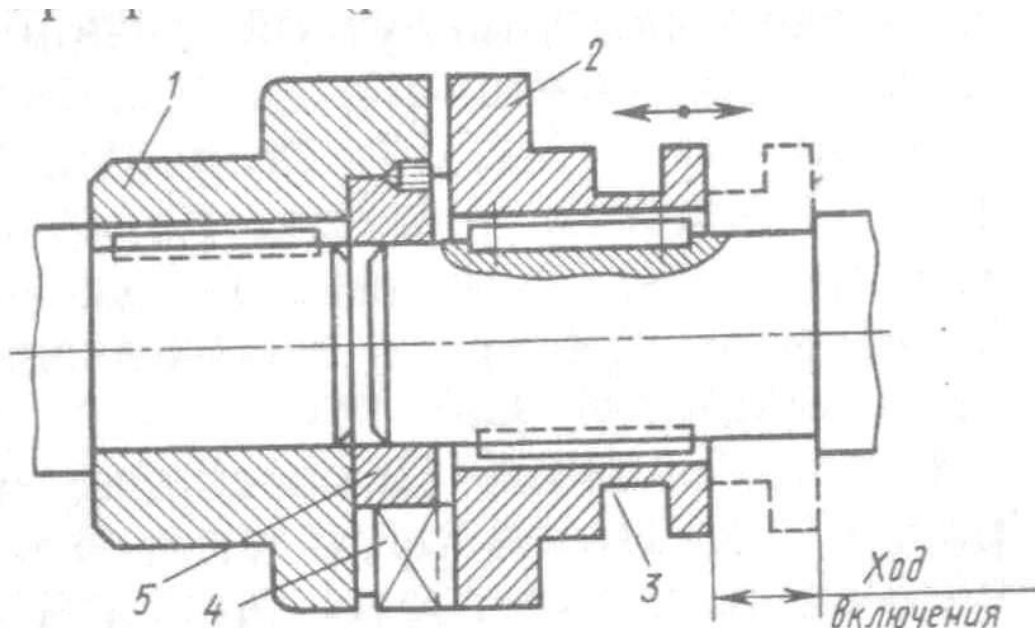
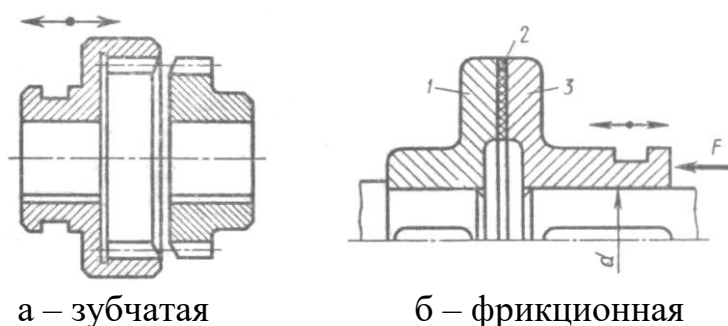


Рисунок 31 – Муфта кулачковая сцепная

б) Муфты зубчатые сцепные – состоят из двух полумуфт виде зубчатых колес с одинаковым модулем. Одна из полумуфт – с наружными зубьями, а другая с внутренними. Одна из полумуфт может перемещаться в осевом направлении, вторая полумуфта соединена с валом неподвижно, рисунок 32а;



а – зубчатая

б – фрикционная

Рисунок 32 – Муфты сцепные

в) муфты фрикционные сцепные – состоят из двух полумуфт и фрикционной прокладки, рисунок 32б. Одна полумуфта укреплена на валу неподвижно, другая может перемещаться в осевом направлении. Для сцепления валов к подвижной муфте прикладывают силу нажатия F . При установившемся движении пробуксовка отсутствует, оба вала вращаются с одинаковой частотой. В момент перегрузок фрикционные муфты пробуксовывают и предохраняют машину от поломок.

4.2.3 Самодействующие муфты

Самодействующие муфты предназначены для автоматического сцепления и расцепления валов при неизменном режиме работы машины.

Самодействующие муфты бывают:

- по направлению вращения – обгонные, передают момент в одном направлении;
- по угловой скорости – центробежные, которые автоматически включают или выключают ведомый вал при достижении заданной скорости;
- по моменту – предохранительные муфты, которые предохраняют машину от перегрузок.

4.3 Выбор и проверка муфт

В приводах общего назначения, которые будут рассмотрены в курсовом проектировании, применены компенсирующие разъемные муфты не расцепляемого класса.

Для соединения вала двигателя и быстроходного вала редуктора, применяют упругие втулочно-пальцевые муфты или муфты со звездочкой.

Для соединения выходных концов тихоходного вала редуктора и приводного вала рабочей машины применяют цепные муфты или муфта с торообразной оболочкой.

Основной характеристикой для выбора муфты является номинальный вращающий момент T .

Муфты выбирают по большему диаметру концов соединяемых валов и расчетному моменту T_p , который должен быть в пределах номинального

$$T_p = K_p \cdot T_1 \leq T, \quad (8)$$

- где K_p – коэффициент режима нагрузки;
 T_1 – вращающий момент на ведущем (ведомом, если цифра 2) валу редуктора, Н·м, по расчетам;
 T – номинальный момент Н·м, по ГОСТу.

В таблице 3 приведены значение коэффициента режима нагрузки

Таблица 3 – Значение коэффициента режима нагрузки

Тип машины	K_p
Конвейеры ленточные	1,25...1,50
Конвейеры винтовые, цепные, скребковые	1,5...2,0
Краны, лебёдки, элеваторы	2,0...3,0

Муфты каждого размера выполняют для некоторого диапазона диаметров валов, которые могут быть различными при одном и том же вращающем моменте вследствие разных материалов и различных изгибающих моментов.

Наиболее слабые звенья муфты проверяют расчетом на прочность по расчетному моменту T_p .

Заключение

В результате изучения обучающийся должен знать:

- виды механизмов, их кинематические и динамические характеристики;
- методику расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформаций;
- основы расчетов механических передач и простейших сборочных единиц общего назначения.

Изучения соединительных деталей и соединений, а так же передач вращательного движения проходит с помощью разработанных ранее методических рекомендаций «Расчет соединений. Дисциплина Техническая механика» и «Передачи вращательного движения и плоские механизмы»

Список использованных источников

- 1 Аркуша А.И. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов. - М., ВШ., 2002.
- 2 Биргер И.А., Мавлютов Р.Р., Сопротивление материалов, - М.,Наука, 1986.
- 3 Винокуров А.И. Сборник задач по сопротивлению материалов. М., ВШ., 1990.
- 4 Дубейковский Е.Н., Савушкин Е.С. Сопротивление материалов. – М., ВШ.,1985.
- 5 Иосилевич Г.Б. Прикладная механика. М., ВШ., 1989.
- 6 Куприянов Д.Ф., Метальников Г.Ф. Техническая механика. М., ВШ., 1975
- 7 Мовнин М.С., Израелит А.Б., Рубашкин А.Г. Основы технической механики, Л, Машиностроение, 1978.
- 8 Олофинская В.П., Техническая механика.-М., ФОРУМ-ИНФРА-М., 2013
- 9 Феодосьев В.И. Сопротивление материалов.- М., Наука, 1974.
- 10 Эрдеди А.А., Эрдеди Н.А. Теоретическая механика. Сопротивление материалов. М., ВШ., Академия, 2002.
- 11 Березовский Ю.Н. Детали машин. Учебник для машиностроительных техникумов, М.:Машиностроение, 1983 г. – 384 с.
- 12 Детали машин. Краткий курс и тестовые задания: Учеб. пособие / В.П. Олофинская. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Форум, 2008. - 208 с.
- 13 Олофинская В.П., Детали машин. Основы теории, расчета и конструирования : учеб. пособие — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. — 72 с.
- 14 Ряховский О.А., Клыпин А.В., Детали машин. М.,ООО «Дрофа», 2002.
- 15 Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин. М., ВШ., 2004.

Приложение А

Контрольные вопросы

Тема «Валы и оси»

1. Что такое ось?
2. Что такое вал?
3. Какая разница между осью и валом?
4. Какие различают виды осей и валов?
5. Какие валы называют коренными?
6. Классификация валов по форме поперечного сечения?
7. Классификация валов по форме геометрической оси?
8. Перечислите критерии работоспособности валов.
9. Из каких материалов изготавливают оси и валы?
10. Перечислите этапы расчета валов
11. Для чего выполняют эскизную компоновку редуктора?
12. В чем смысл проектного расчета вала?
13. Как рассчитывают валы на статическую прочность?
14. Как рассчитывают валы на усталостную прочность?
15. Что следует предпринять при недостаточной усталостной прочности вала?
16. Что следует предпринять при очень большой усталостной прочности вала?
17. Какие валы проверяют на устойчивость?
18. Как называют плавный переход от одного диаметра вала к другому?
19. Где на валах и осях фаски, для чего нужны фаски?
20. Как называют участки вала под подшипники?
21. Какой участок вала называют шипом?
22. Какой участок вала называют пятой?
23. Что такое буртик, его назначение?
24. Чем можно заменить буртик при проектировании вала?
25. Что такое заплешико?

Тема «Подшипники скольжения»

1. В каких областях машиностроения применяют подшипники скольжения?
2. Каким основным требованиям они должны удовлетворять?
3. Перечислите недостатки подшипников скольжения.
3. Перечислите достоинства подшипников скольжения.
4. Из каких деталей состоят подшипник скольжения?
5. Что является главным элементов в подшипнике скольжения?
6. Назовите критерии работоспособности подшипников скольжения.
7. Назовите виды разрушения подшипников скольжения.
8. Какие материалы рекомендуют применять для вкладышей подшипников?
9. Какие рекомендуют смазочные материалы для подшипников скольжения?

10. Поясните понятие « Жидкостная смазка » подшипника скольжения.
11. Поясните понятие « Граничная смазка » подшипника скольжения.
12. Поясните понятие « Полужидкостная смазка » подшипника скольжения.
13. Как называется способность смазочного материала образовывать на поверхности трения устойчивую пленку.
14. Как называется способность смазочного материалы оказывать сопротивление перемещению его слоёв.
15. Через какие устройства проводится подвод смазочных материалов в подшипники скольжения?

Тема «Подшипники качения»

1. Из каких деталей состоят подшипники качения?
2. Что такое сепаратор, какие функции он выполняет?
3. Классификация подшипников качения по воспринимаемой нагрузке.
4. Классификация подшипников по грузоподъемности.
5. Какие бывают ролики?
6. Как обозначают подшипники качения?
7. Каково назначение подшипников качения?
8. Какие преимущества имеют шариковые подшипники качения в сравнении с роликовыми подшипниками?
9. Какие материалы используют для изготовления подшипников качения?
10. Какие виды разрушений наблюдаются у подшипников качения? Назовите их причины.
11. Каковы основные критерии работоспособности подшипников качения?
12. На чем основан расчет подшипников качения на долговечность?
13. Достоинства подшипников качения, по сравнению с подшипниками скольжения
13. Недостатки подшипников качения, по сравнению с подшипниками скольжения
14. Чему равен диаметр внутреннего кольца подшипника № 305?
15. В чем разница подшипников №305 и №105?
16. Какой размер подшипников №305 и №105 одинаков?
17. Из каких материалов изготавливают тела качения и кольца ?
18. Из каких материалов изготавливают сепараторы?
19. Из каких материалов изготавливают сепараторы для высокоскоростных подшипников?
20. Назвать два способа установки подшипников?
21. Когда подшипники устанавливают «в распор»
22. Когда подшипники устанавливают «в растяжку».
23. Способы закрепления внутренних колец на валу.
24. Способы фиксации наружных колец.
25. Осевое регулирование радиально упорных подшипников.

Тема «Муфты»

1. Что понимают под муфтой?

2. Назначение муфты?
3. Какой класс муфт допускают соединение валов с несовпадающими осями
4. Какой класс муфт поглощают толчки и удары
5. Какой класс муфты допускают соединение и разъединение валов на ходу
6. Какой класс муфт автоматически соединяют или разъединяют валы на ходу, при изменении режима работы
7. Какие муфты относят к глухим?
8. Назначение глухих муфт?
9. Какие муфты относят к компенсирующим?
10. Назначение компенсирующих муфт?
11. Какие муфты относят к управляемым?
12. Назначение управляемых муфт?
13. Какие муфты относят к самоуправляемым? Их назначение?
14. Назначение упругих элементов?
15. Как подбирают требуемые муфты?

Рецензия

На методическое пособие

По самостоятельной работе студентов по разделу «ДЕТАЛИ МАШИН»
Часть 2 По специальности 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация
промышленного оборудования (по отраслям)», разработанные преподавателем
Никитиной Н.А

Рецензируемая работа представляет собой методические пособие для самостоятельной работы студентов по разделу «ДЕТАЛИ МАШИН» дисциплины Техническая механика.

В пособии раскрыты темы, которые студенты специальности 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям) изучают на 3 курсе во втором семестре. Пособие составлено на основе рабочей программы по данной специальности.

В конце данного методического пособия приведены вопросы для самоконтроля.

Актуальность работы в том, что она может быть использована студентами при самостоятельной(внеаудиторной) работе во время курсового и дипломного проектирования и при подготовке к

Методическое пособие разработано с учетом требований ФГОС.

Рецензент

Н.Н.Каверзина