

Лекция 11

ИЗОБРАЖЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ

СОДЕРЖАНИЕ

1. МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ
2. ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕМЕННЫХ ПЕРЕДАЧ
3. ИЗОБРАЖЕНИЕ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ
4. ИЗОБРАЖЕНИЕ ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ
5. ИЗОБРАЖЕНИЕ ВАЛОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ

1. МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ

- В машиностроении механическими передачами (приводами) называют устройства, которые позволяют передавать работу от двигателя к исполнительному механизму.
- Необходимость введения механической передачи, как промежуточного звена между двигателем и исполнительным механизмом, связана с решением различных задач.
- Например, в автомобилях и других транспортных машинах требуется изменять величину скорости и направления движения, а на подъемах и при начале движения с места необходимо в несколько раз увеличить крутящий момент на ведущих колесах. Однако автомобильный двигатель может работать только в узком диапазоне изменения крутящего момента и угловой скорости. При выходе за пределы этого номинального диапазона двигатель останавливается или выходит из строя. Слабо регулируются и многие другие двигатели, в том числе и большинство электродвигателей.

МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ

- Согласование режима работы двигателя с режимом работы исполнительного механизма разрешается с помощью механической передачи.
- В некоторых случаях регулировка двигателя возможна, но является нежелательной по экономическим соображениям, так как большинство из них имеют низкий к.п.д. за пределами нормального режима работы.
- Кроме того, вес и стоимость двигателя при одинаковой мощности понижаются с увеличением его быстроходности. Оказывается, экономически целесообразным является применение быстроходных двигателей с механической передачей, понижающей угловую скорость вращения двигателя, вместо тихоходных двигателей без передачи.

МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ

Передавая механическую энергию, механические передачи одновременно могут выполнять следующие функции:

- понижать и повышать угловые скорости, соответственно повышая или понижая вращательные моменты;
- преобразовать один вид движения в другой (вращательное и возвратно-поступательное, равномерное в прерывистое и т.д.);
- регулировать угловые скорости рабочего органа машины (исполнительного механизма);
- реверсировать движение (прямой и обратный ход);
- распределять работу двигателя между несколькими исполнительными органами.

Краткое перечисление основных функций передач позволяют отметить их большое значение для машиностроения.

МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ

В современном машиностроении применяются *механические, пневмические, гидравлические и электрические передачи.*

В настоящем курсе рассматриваются только наиболее распространенные – механические передачи.

Классификация передач.

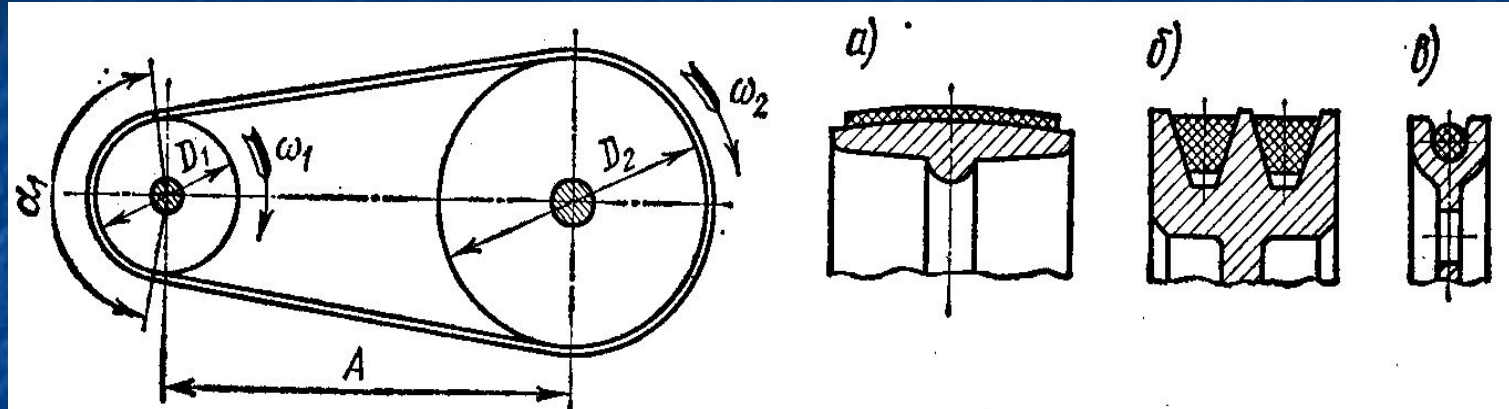
В зависимости от принципа действия все передачи делятся на две группы:

- 1) передачи трением – фрикционные и ременные;
- 2) передачи зацеплением – зубчатые, червячные, планетарные, волновые, цепные.

В зависимости от способа соединения ведущего и ведомого звеньев передачи бывают:

- А) передачи непосредственного контакта – фрикционные, зубчатые и червячные;
- Б) передачи с гибкой связью – ременные, цепные.

2. Ременные передачи

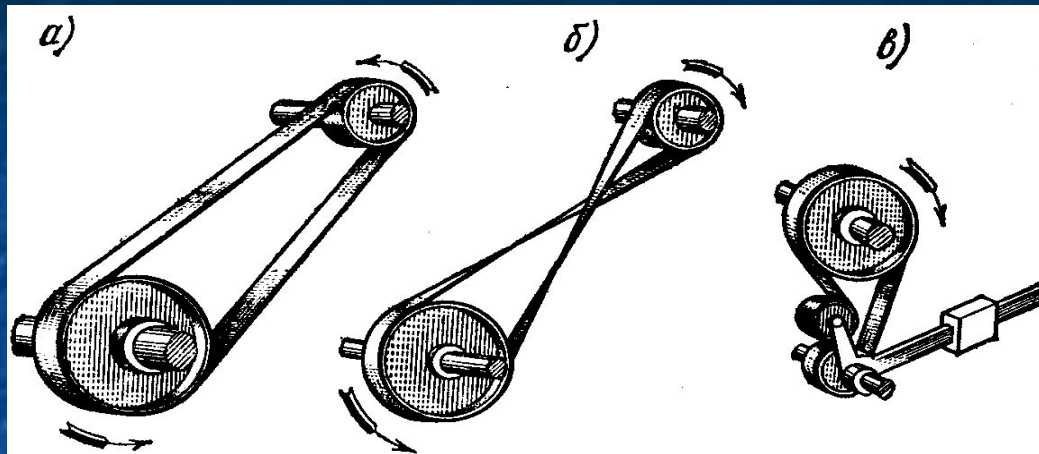


Ременная передача относится к передачам трением с гибкой СВЯЗЬЮ.

Она состоит из *ведущего и ведомого* шкивов, огибаемых *ремнем*. Нагрузка передается силами трения, возникающими между шкивом и ремнем вследствие натяжения последнего.

Ременные передачи бывают: плоскоременные (а), клиноременные (б) и круглоременные (в).

Передача с круглым ремнем имеет ограниченное применение (швейные машины, настольные станки, магнитофоны).



Имеет **простую** конструкцию шкивов и вследствие большой гибкости ремня повышенной долговечностью.

Типы плоскоременных передач:

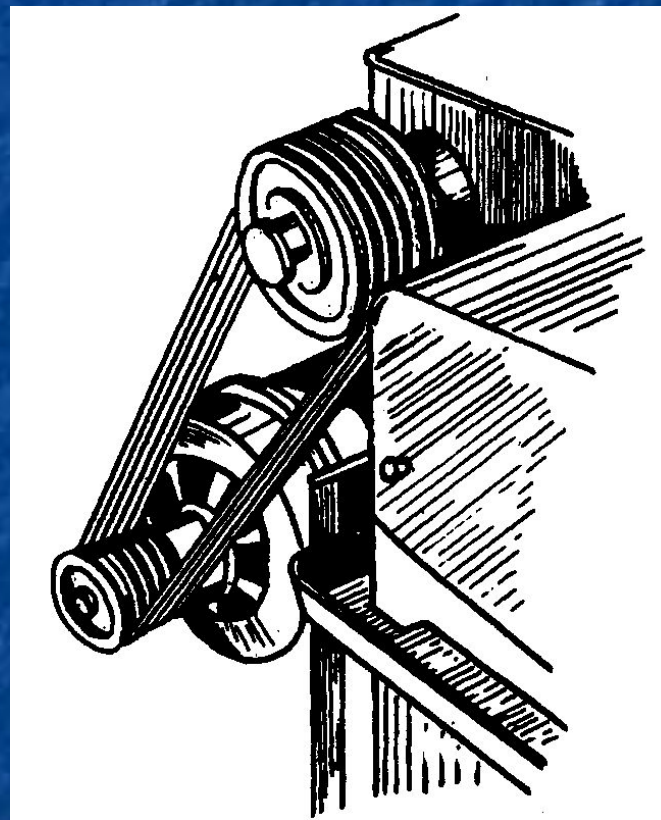
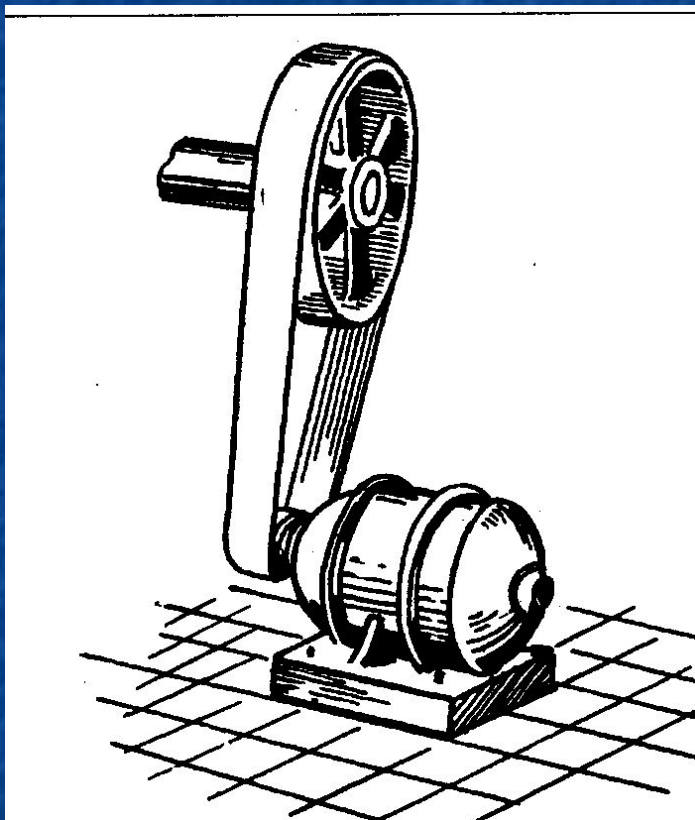
1. Открытые — оси валов параллельны, вращение шкивов в одном направлении (а). *Открытые передачи получили наибольшее распространение вследствие благоприятных условий работы ремня, обеспечивающих большую его долговечность.*
2. Перекрытые — оси валов параллельны, вращения шкивов в противоположных направлениях (б). Из-за трения ветвей ремня имеют повышенный износ ремня. В настоящее время встречаются редко.
3. Передача с натяжным роликом, обеспечивающим постоянное натяжение ремня (в). Применяется при больших передаточных числах или при малых межосевых расстояниях. Успешно заменяется клиноременной передачей.

Клиноременная передача применяется в виде открытой передачи и работает с одним или несколькими ремнями.

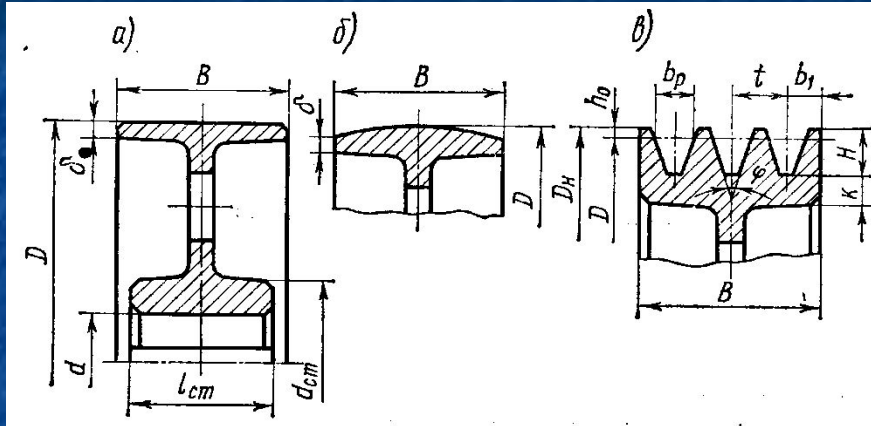


Достоинства. Благодаря клиновидной форме канавки на шкиве сила сцепления ремня со шкивом больше, чем в плоскорременной, вследствие чего клиноременной передачей можно передавать большую мощность, допускать меньшее межосевое расстояние и меньший угол обхвата.

Недостатками клиноременной передачи в сравнении с плоскорременной является меньшая долговечность ремней.



Шкивы ременных передач



Наибольшее распространение получили литые шкивы из **чугуна** и **стальные** сварные шкивы.

Для снижения центробежных нагрузок при высоких скоростях применяют шкивы из **алюминиевых** сплавов.

В настоящее время широко применяются шкивы из **пластмасс**, они имеют малую массу и повышенный коэффициент трения между ремнем и шкивом.

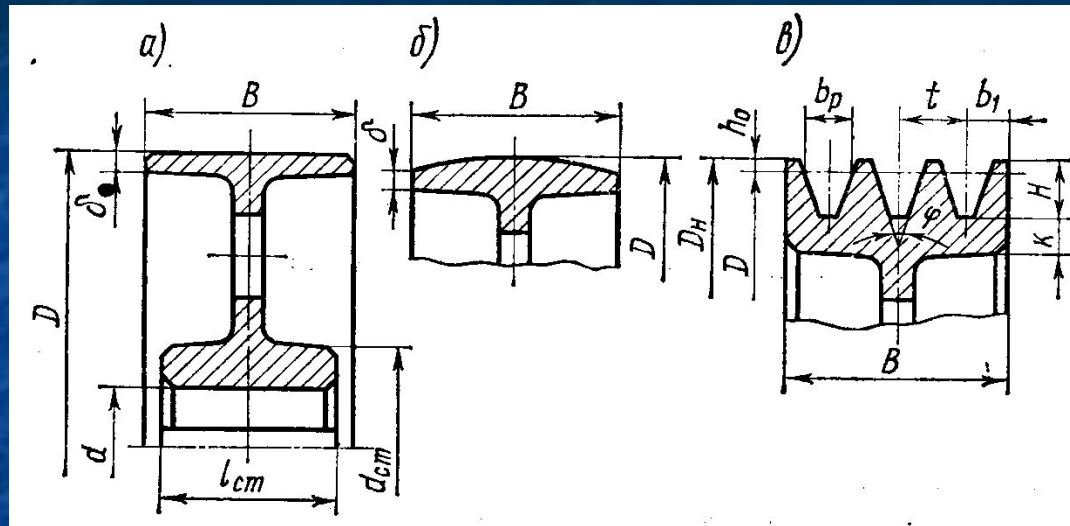
При диаметре $D \leq 300$ мм шкивы выполняют с дисками **без спиц**, шкивы больших диаметров - с **4 - 6 спицами**. Число спиц, их форму и размеры выбирают по справочной литературе.

Диаметр и длина ступицы (а): $d_{CT} = (1,7-2)d$, $l_{CT} = (1,5-2)d \leq B$,
где d - диаметр вала, B — ширина обода шкива.

Окончательно l_{CT} принимают после расчета шпоночного или зубчатого соединения.

Плоскоременные шкивы имеют гладкую рабочую поверхность обода. Для центрирования ремня поверхность ведомого шкива делается выпуклой (б), а ведущего — цилиндрической. При $v > 25$ м/сек оба шкива делают выпуклыми. Толщина обода чугуновых шкивов $\delta = 0,005D + 3$ [мм].

Шкивы ременных передач

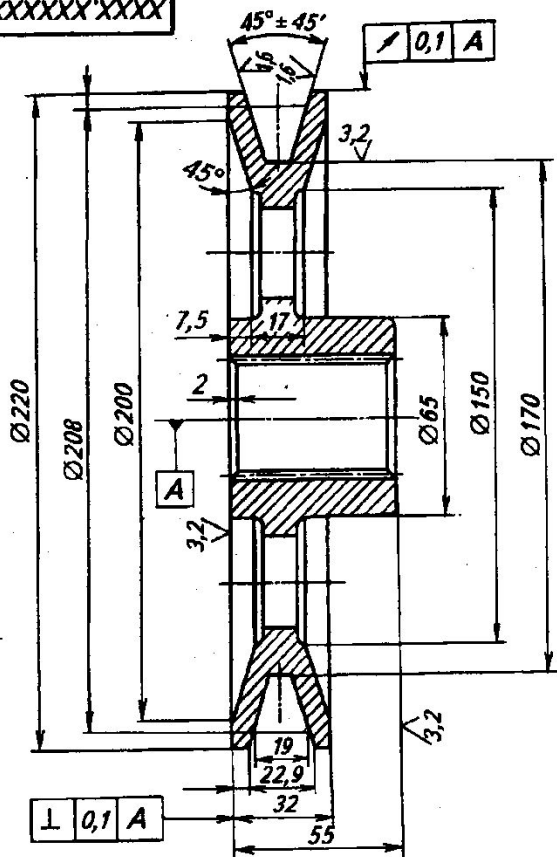


У клиноременных шкивов рабочей поверхностью являются боковые стороны клиновых канавок (в). Диаметр D , по которому определяют расчетную длину ремня, называют расчетным диаметром шкива.

Для обеспечения правильного контакта ремня со шкивом угол канавки φ назначают в соответствии с углом деформированного ремня в зависимости от диаметра шкива по ГОСТ 1284 – 68.

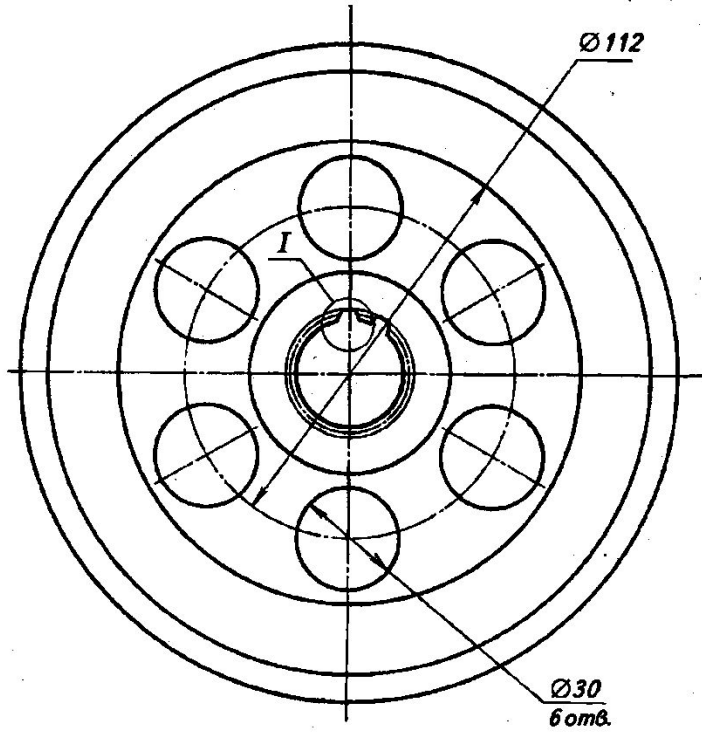
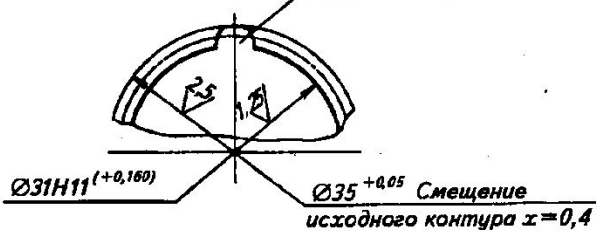
Чертеж шкива клиноременной передачи

XXX'XXXXXX'XXXX



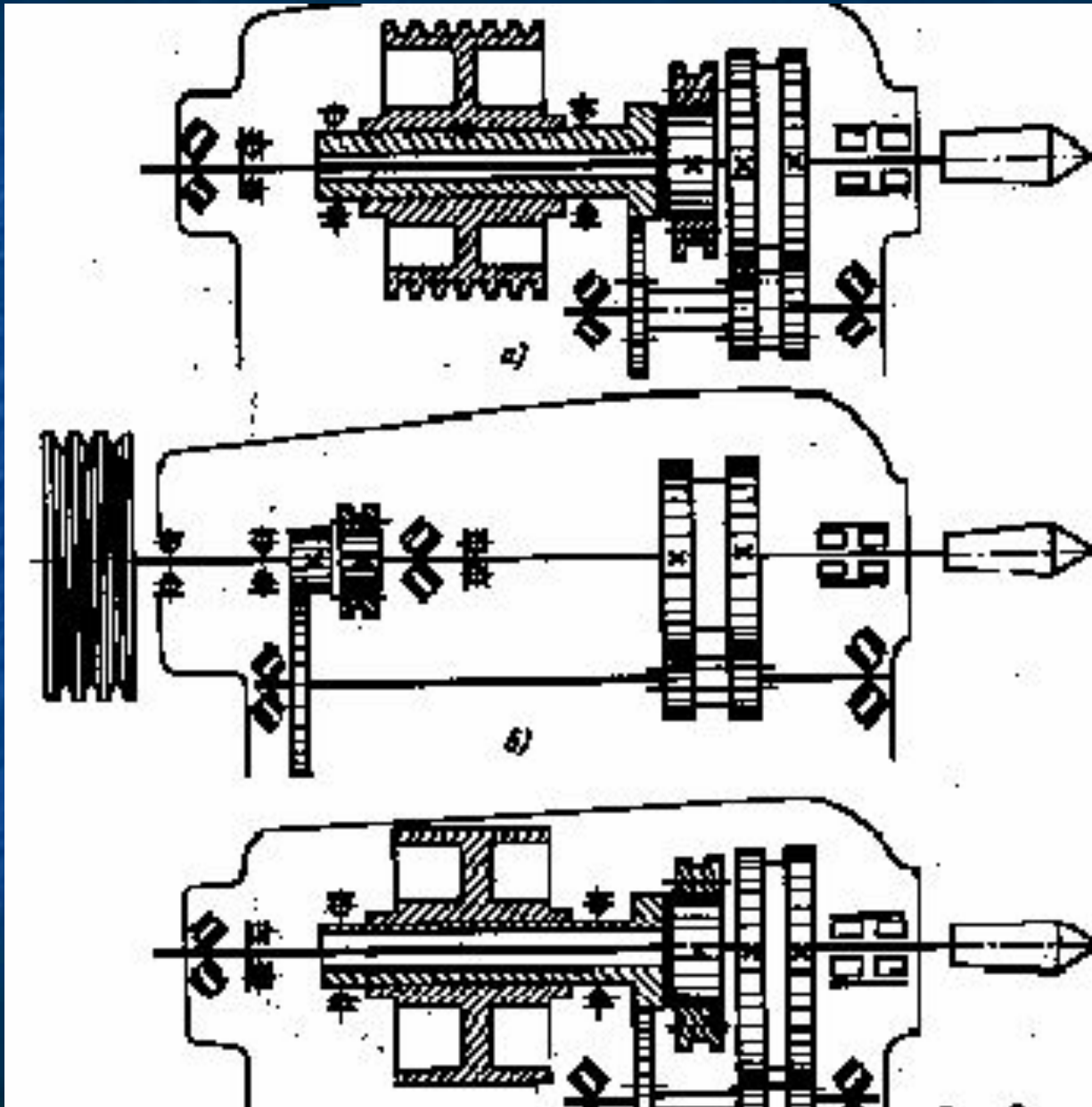
I (M2:1)

35x2x8H ГОСТ 6033-80



1. $h_{14}, H_{14}, \pm \frac{IT_{14}}{2}; \pm \frac{AT_{15}}{2}$.
2. Класс точности отливки - II по ГОСТ 26358-84
3. Неуказанные радиусы 2...5 мм.

XXXX.XXXXXX.XXX			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
Разраб.			
Проб.			
У.Контр.			
И.контр.			
Утв.			
Шкив		Лист	Масса
ГОСТ 20889-88		у	3,91
СЧ 15 ГОСТ1412-85		Лист	Листов 1



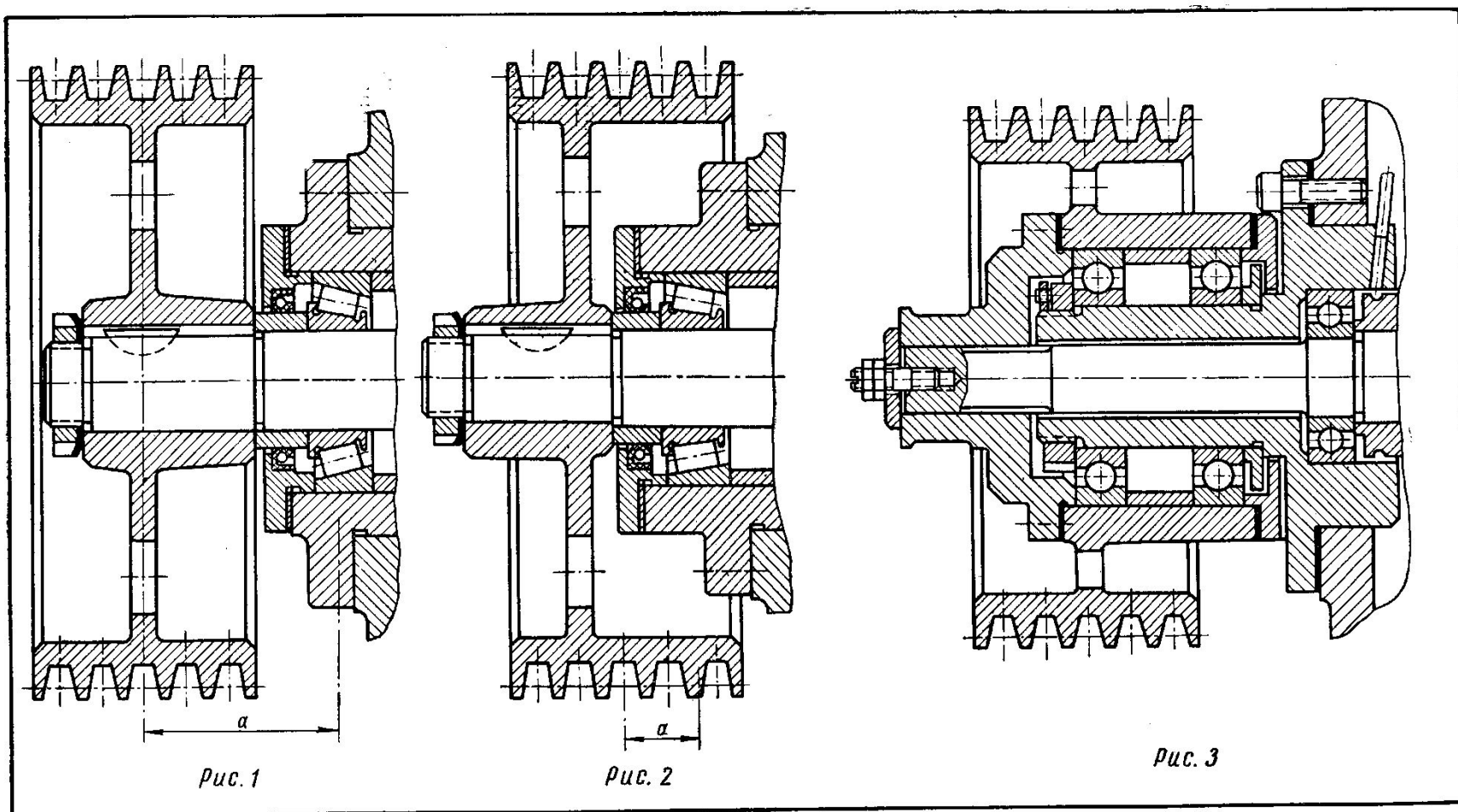


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

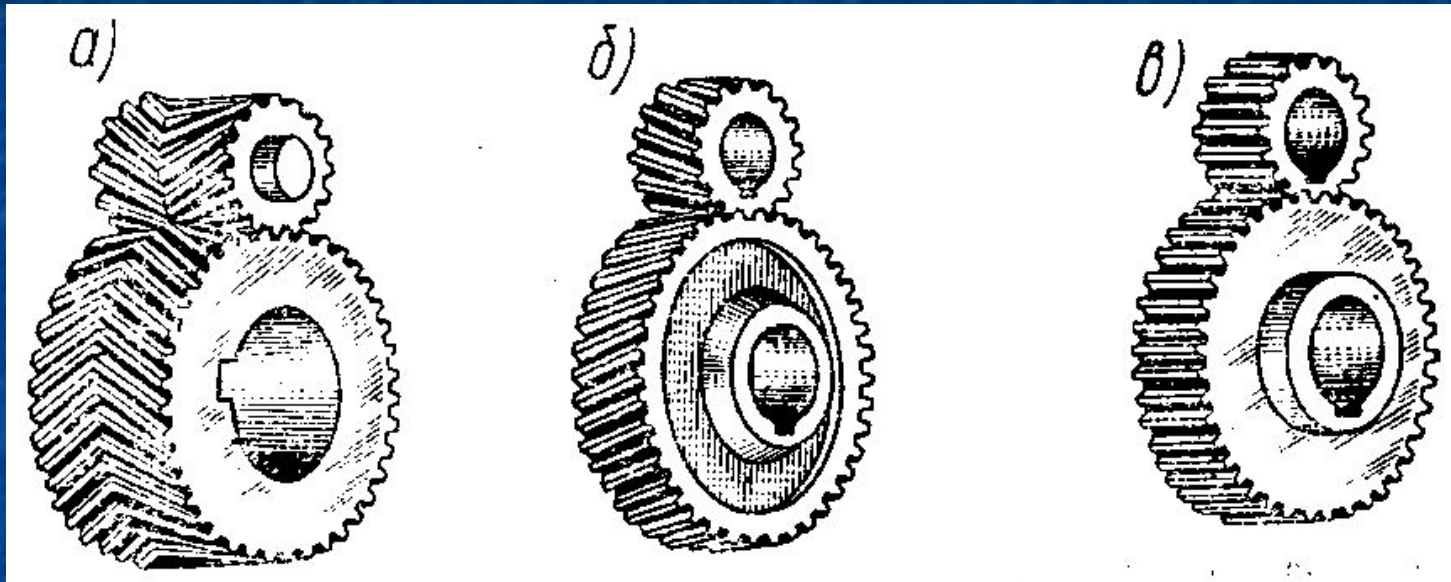
ЛИСТ 86

УМЕНЬШЕНИЕ ВЫЛЕТОВ КОНСОЛЬНО РАСПОЛОЖЕННЫХ ШКИВОВ

При консольном расположении шкивов нужно стремиться к уменьшению вылетов a (рис. 1 и 2), чтобы разгрузить валы и уменьшить их упругие деформации. Это может быть достигнуто расположением подшипника вала внутри

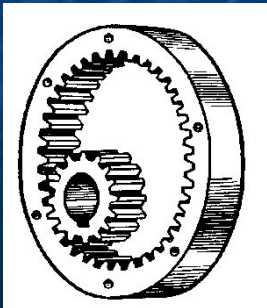
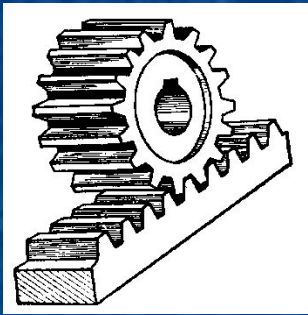
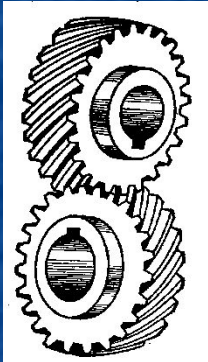
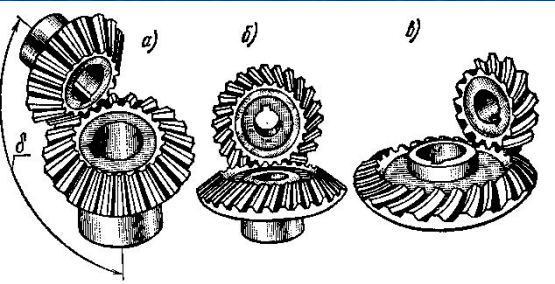
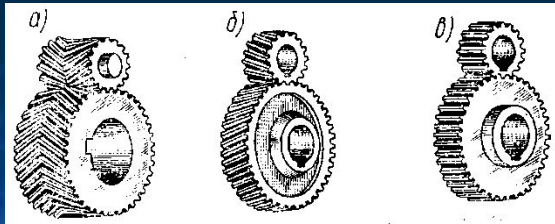
габаритов шкива. Если натяжение ремня велико, а применение валов увеличенных диаметров неудобно, применяют шкивы, разгружающие вал от изгибающего момента и передающие на вал только крутящий момент (рис. 3).

3. ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ



В зубчатой передаче движение передается с помощью зацепления пары зубчатых колес

Зубчатые передачи — самый распространенный вид механических передач, так как могут надежно передавать мощности от долей до десятков тысяч киловатт, при окружных скоростях до 150 м/сек. Зубчатые передачи широко применяются во всех отраслях машиностроения и приборостроения.



В зависимости от взаимного расположения осей валов ЗП бывают: цилиндрические — при параллельных осях (рис. 1); конические — при пересекающихся осях (рис. 2); винтовые — при скрещивающихся осях (рис. 3). Винтовые зубчатые передачи характеризуются повышенным скольжением в зацеплении и низкой нагрузочной способностью, поэтому имеют ограниченное применение.

Для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот применяется реечная передача (рис. 4), которая является частным случаем цилиндрической зубчатой передачи.

В зависимости от расположения зубьев на ободке колес различают (см. рис. 1) передачи: прямозубые (в), косозубые (б), шевронные (а) и с круговым зубом (рис. 2, в).

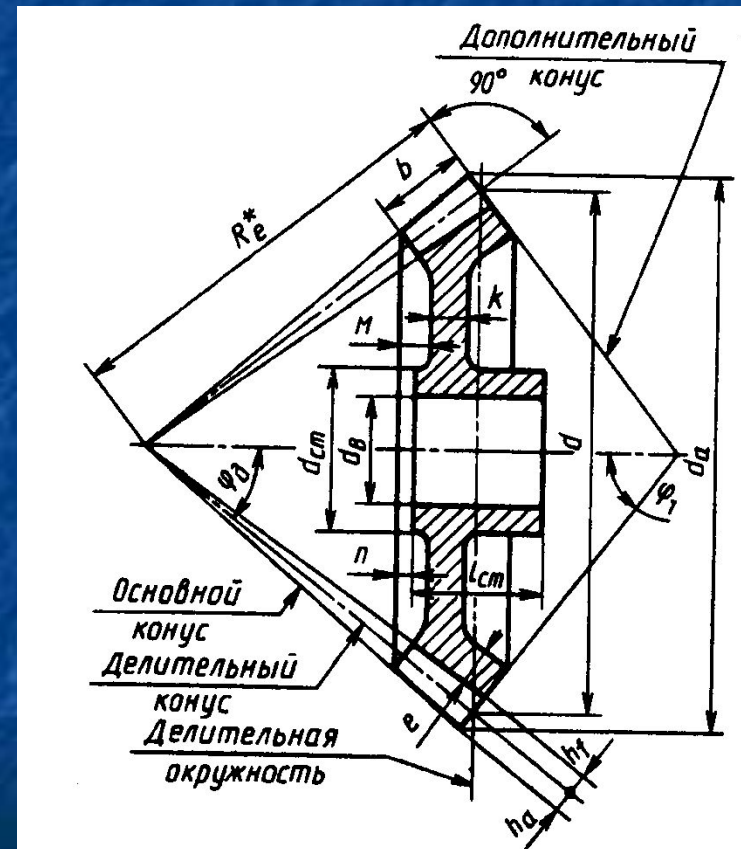
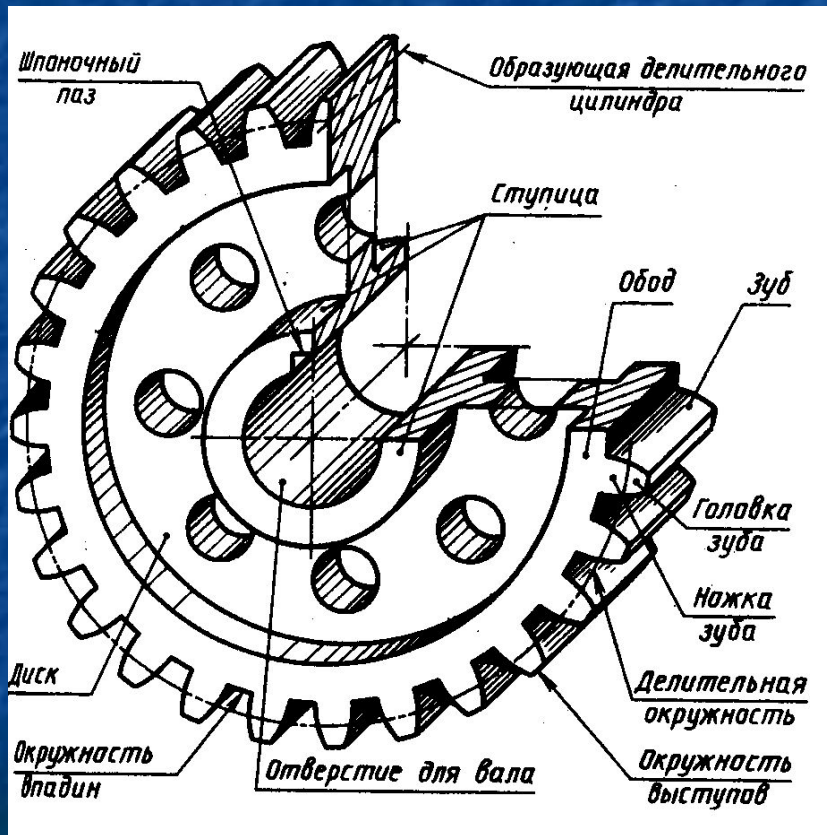
В зависимости от формы профиля зуба передачи бывают:

1. Эвольвентные ШИРОКО ПРИМЕНЯЕМЫЕ В МАШИНО-СТРОЕНИИ (предложено Л. Эйлером в 1760г.).
2. С зацеплением Новикова (1954 г.- профиль зуба очерчен дугами окружностей и только для косых зубьев), циклоидальные. Благодаря высокой несущей способности зацепление М. Л. Новикова весьма перспективно.
3. Циклоидальное зацепление в настоящее время сохранило свое применение в приборах и часах.

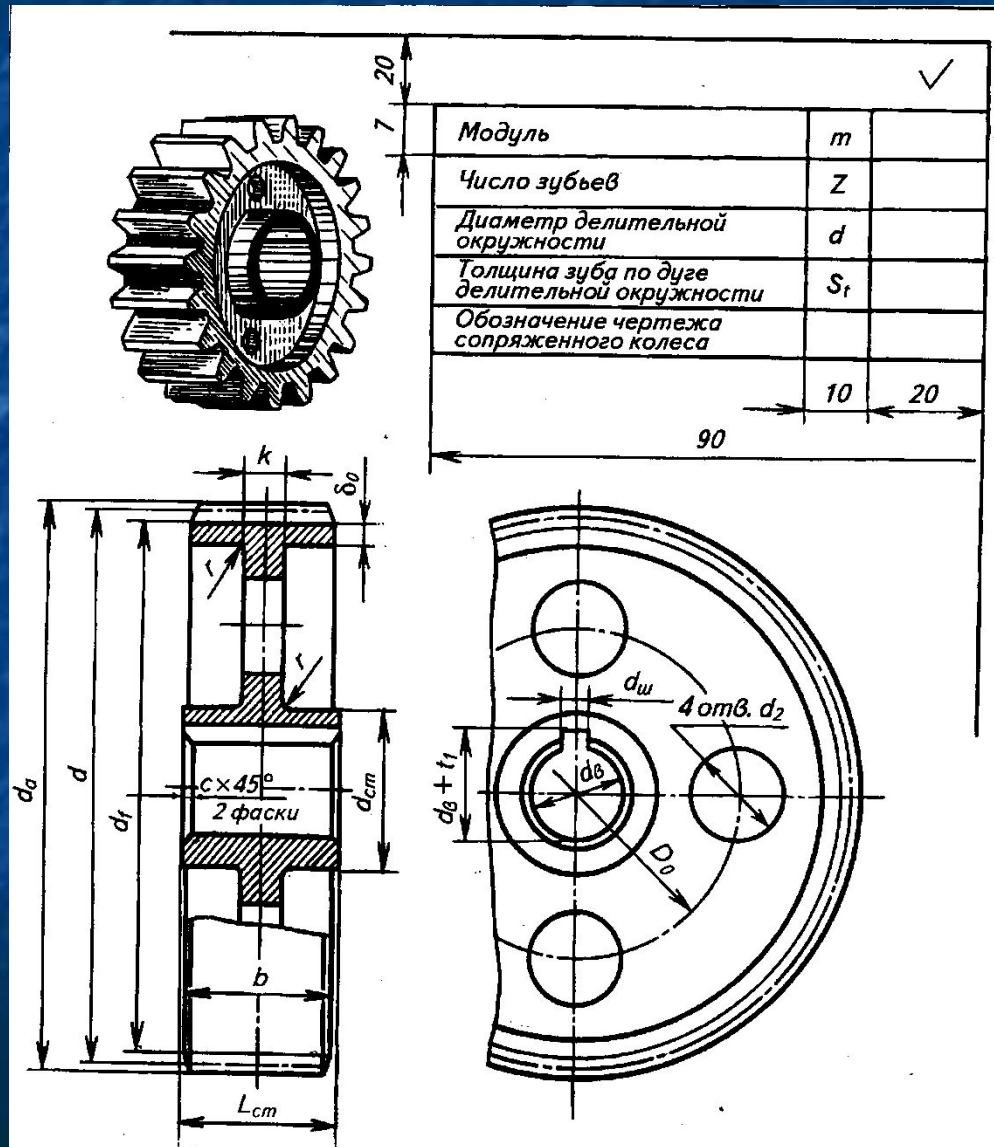
В зависимости от взаимного расположения колес зубчатые передачи бывают внешнего (см. рис. 1) и внутреннего (рис. 5) зацепления.

В зависимости, от конструктивного исполнения открытые и закрытые зубчатые передачи.

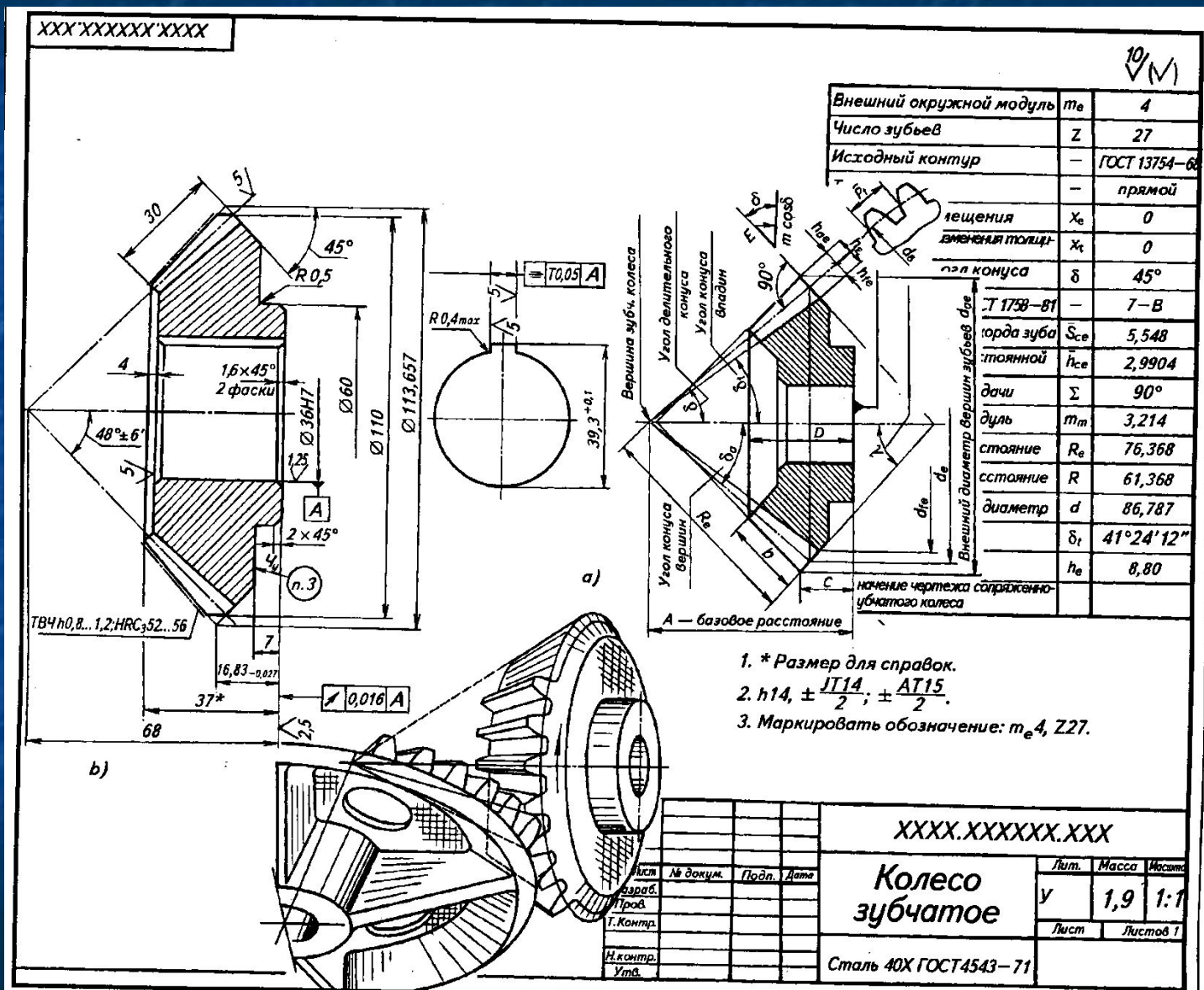
КОНСТРУКЦИЯ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА



ЧЕРТЕЖ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА

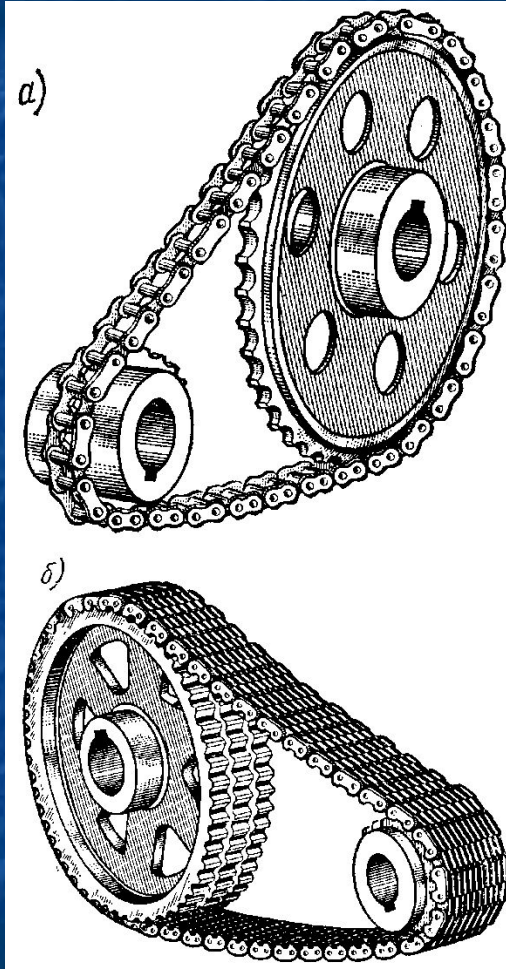


ЧЕРТЕЖ КОНИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА



4. ЦЕПНЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Цепная передача относится к передачам зацеплением с гибкой связью.



Достоинства:

1. По сравнению с ЗП цепные передачи передают движение между валами при межосевых расстояниях до 8 м.
2. По сравнению с ременными передачами: а) более компактны; б) могут передавать большие мощности; в) могут передавать движение одной цепью нескольким звездочкам.

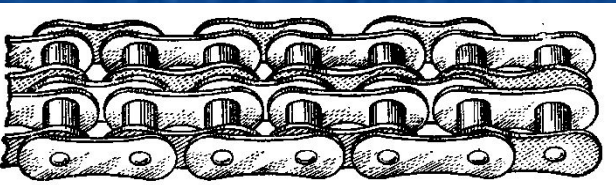
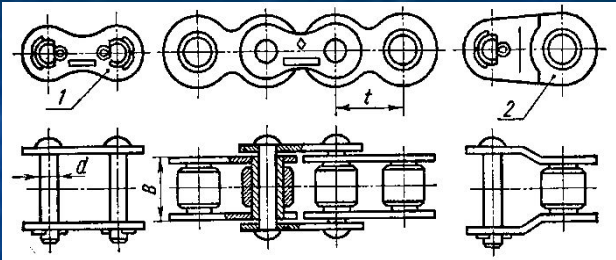
Недостатки:

1. Значительный шум вследствие удара звена цепи при входе в зацепление, особенно при малых числах зубьев звездочек и большом шаге.
2. Сравнительно быстрый износ шарниров цепи вследствие затруднительного подвода смазки.
3. Удлинение цепи из-за износа шарниров, что требует натяжных устройств.
4. Необходимость точного изготовления цепи и высококачественного монтажа передачи.
5. Высокая стоимость.

а - роликовой цепью;
б - зубчатой цепью

Цепные передачи применяют в станках, транспортных и других машинах для передачи движения между параллельными валами, расположенными на значительном расстоянии, когда зубчатые передачи непригодны, а ременные ненадежны.

Главный элемент ЦП - приводная цепь



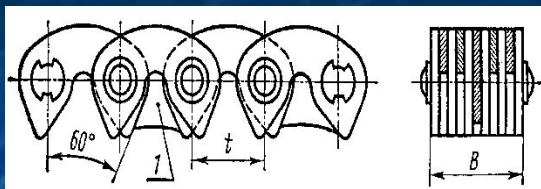
Втулочные цепи (ГОСТ10947-64) - по конструкции аналогичны, но не имеют роликов, что удешевляет цепь, уменьшает массу, но увеличивает износ. Втулочные цепи применяют в неответственных передачах при скоростях не больше 1 м/сек.

Приводная цепь состоит из соединенных шарнирами звеньев. Типы приводных цепей - втулочные, роликовые и зубчатые.

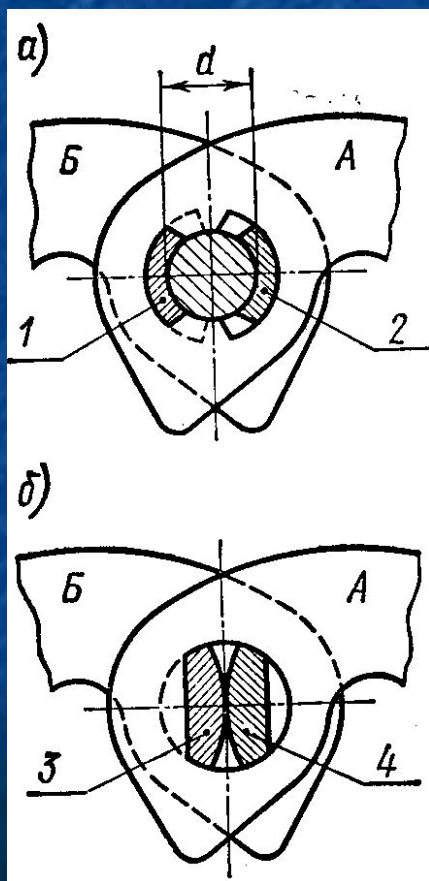
Роликовые цепи. (ГОСТ 10947- 64) применяются при скоростях до 15 м/с. Состоят из 2-х рядов наружных и внутренних пластин. В наружные пластины запрессованы валики, пропущенные через втулки, на которые напрессованы внутренние пластины. Валики и втулки образуют шарниры. На втулки свободно надеты закаленные ролики. Зацепление цепи со звездочкой происходит через ролик, который перекачивается по зубу и уменьшает его износ, выравнивает давление зуба на втулку и предохраняет ее от износа.

В зависимости от передаваемой мощности втулочные и роликовые цепи изготавливают однорядными и многорядными. Соединение концов цепи при четном числе ее звеньев производят соединительным звеном (1), при нечетном — переходным (2).

Зубчатые приводные цепи



Зубчатые цепи. Состоят из набора пластин зубообразной формы шарнирно соединенных между собой. Число пластин определяет ширина цепи B , которая зависит от передаваемой мощности.

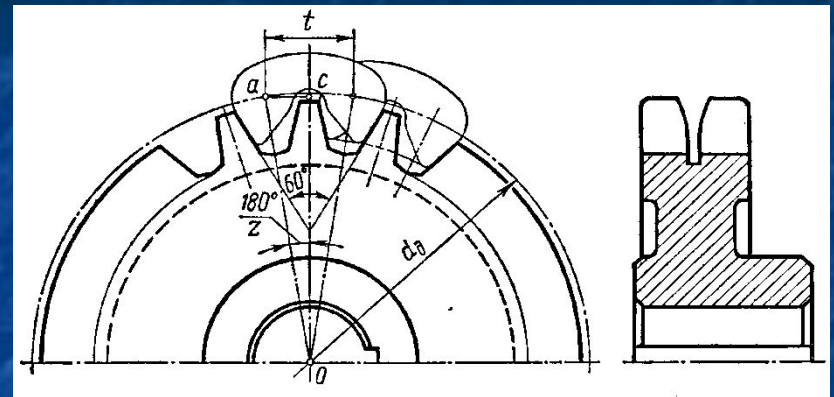
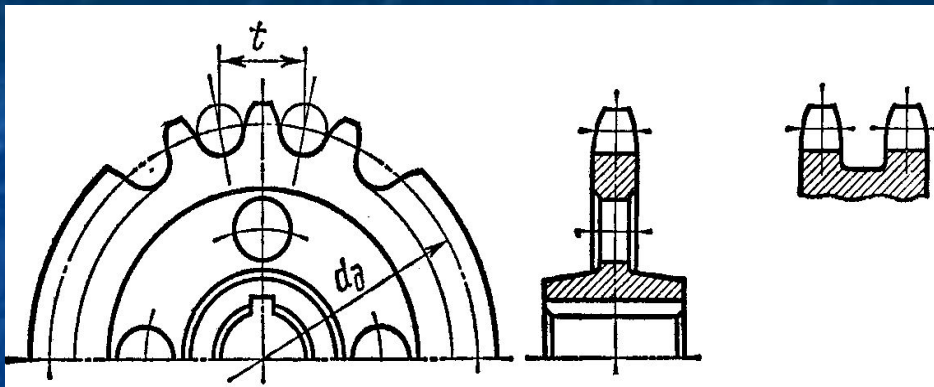


Рабочими гранями являются плоскости зубьев, расположенные под углом 60° . Каждое звено цепи садится на два зуба звездочки, поэтому ЗЦ обладают минимальным шагом и допускают более высокие скорости. Для устранения бокового спадания цепи со звездочки применяются направляющие пластины 1, расположенные по середине цепи.

Шарниры ЗЦ бывают с трением скольжения (изготавливают по нормальям) и качения (по ГОСТ 13552-68). Шарнир трения скольжения (а) образует валик и два сегментных вкладыша. Вкладыш 1 закрепляется неподвижно в пластинах А, а вкладыш 2 — в пластинах Б. Шарнир трения качения (б) состоит из двух призм 3 и 4 с цилиндрическими поверхностями, которые обеспечивают трение качения. Призма 3 закреплена в пластинах А, а призма 4 - в пластинах Б.

Зубчатые цепи по сравнению с другими работают более плавно, с меньшим шумом, лучше воспринимают ударную нагрузку, но тяжелее и дороже. Рекомендуются при скоростях до 25 м/сек.

Звездочки цепных передач



Звездочки по конструкции отличаются от ЗК лишь профилем зубьев, размеры и форма которых зависят от типа цепи.

Материал звездочек должен быть износостойким и хорошо сопротивляться ударным нагрузкам. Звездочки изготавливают из сталей 45, 40Х и др. с закалкой или из цементируемых сталей 15, 20Х и др. Перспективным является изготовление зубчатого венца звездочек из пластмасс, что понижает шум при работе передачи и износ цепи.

СРЕДСТВА НАТЯЖЕНИЯ ЦЕПЕЙ

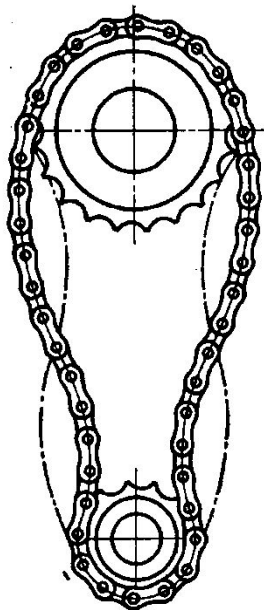


Рис. 1

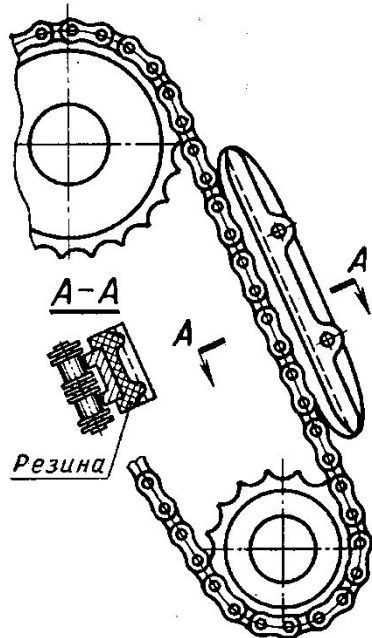


Рис. 2

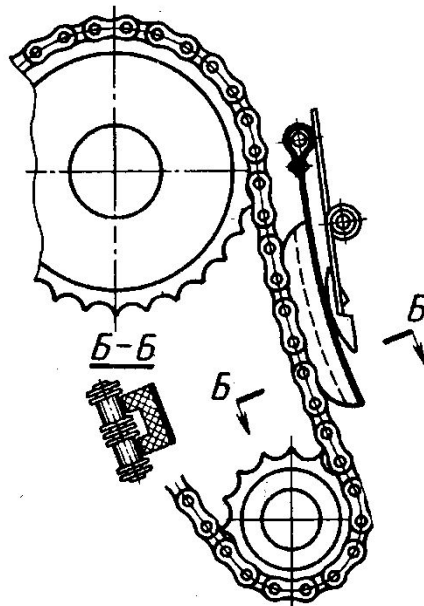


Рис. 3

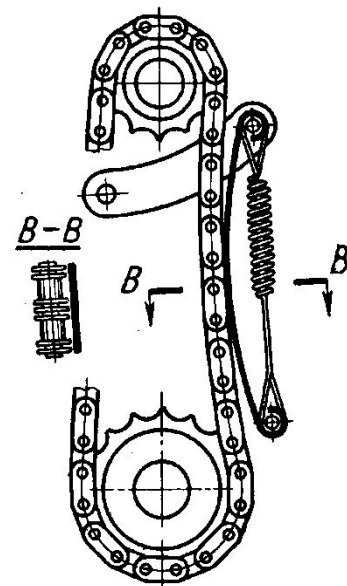


Рис. 4

ЛИСТ 139

СРЕДСТВА БОРЬБЫ С ПОПЕРЕЧНЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ ЦЕПЕЙ

В ветвях приводных цепей возможны поперечные колебания (рис. 1), которые вызывают дополнительные удары цепи о зубья звездочек. Это становится опасным в условиях резонанса, когда собственная частота колебаний ветвей цепи совпадает с частотой возмущающих импульсов. Для борьбы с колебаниями применяют различные гасители.

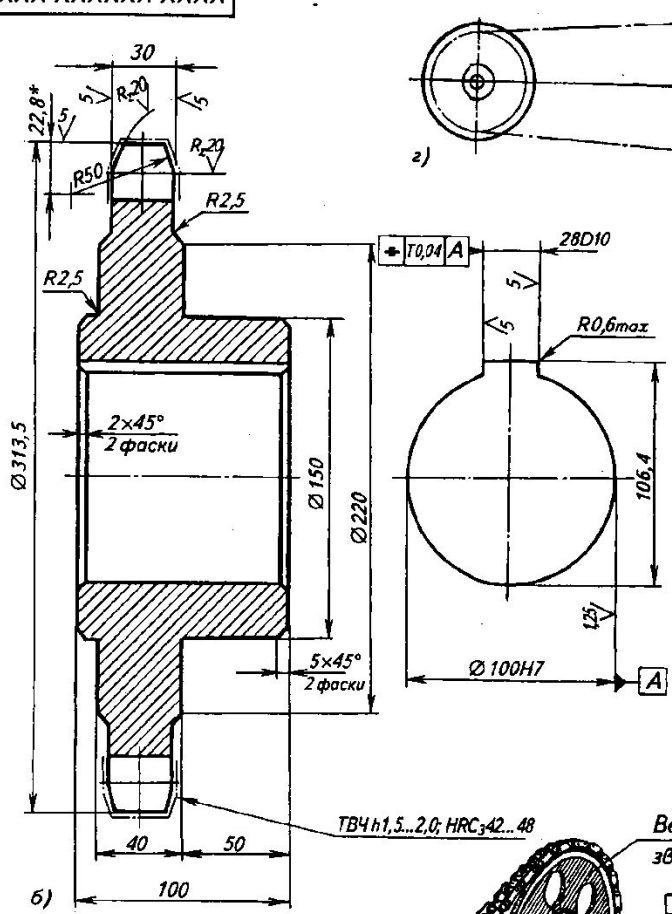
На рис. 2 дан пример гасителя с резиновым упруго-демпфирующим элементом.

На рис. 3 приведен пружинный гаситель с подушкой из пластмассы.

На рис. 4 показан пружинный гаситель с металлической подушкой.

ЧЕРТЕЖ ЗВЕЗДОЧКИ ЦЕПНОЙ ПЕРЕДАЧИ

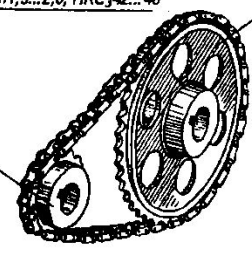
XXX XXXXXX XXXX



ТВЧ h1,5...2,0; HRC3,42...48

Ведущая звездочка

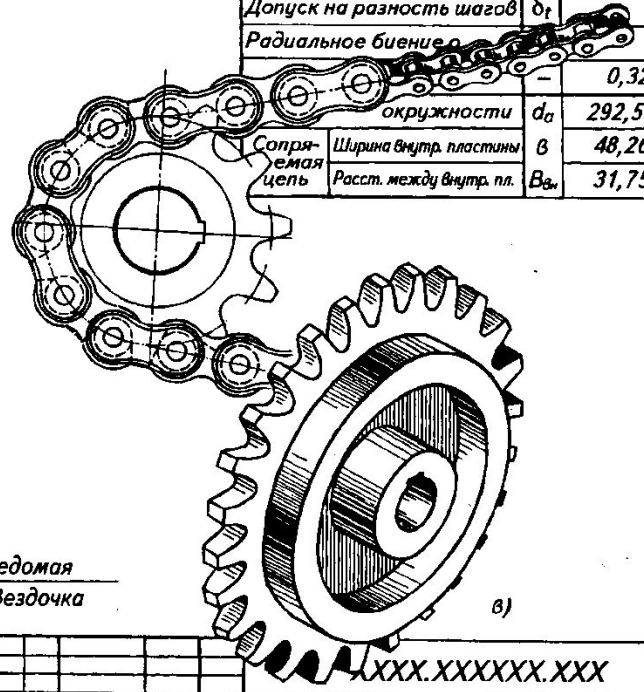
а)



Ведомая звездочка

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Пров.				
Т.Контр.				
Н.контр.				
Утв.				

		\sqrt{M}	
Число зубьев	Z	18	
Сопрягаемая цепь	Шаг	t	50,8
	Диаметр ролика	D	28,58
Профиль зуба по ГОСТ 591-69	- Без смещения		
Класс точности по ГОСТ 591-69	- 2		
Наибольшая хорда	Lx	263,73	
Допуск на разность шагов	δ_t		
Радиальное биение			
	окружности	d_a	292,55
Сопрягаемая цепь	Ширина внутр. пластины	b	48,26
	Расст. между внутр. пл.	Bв	31,75



б)

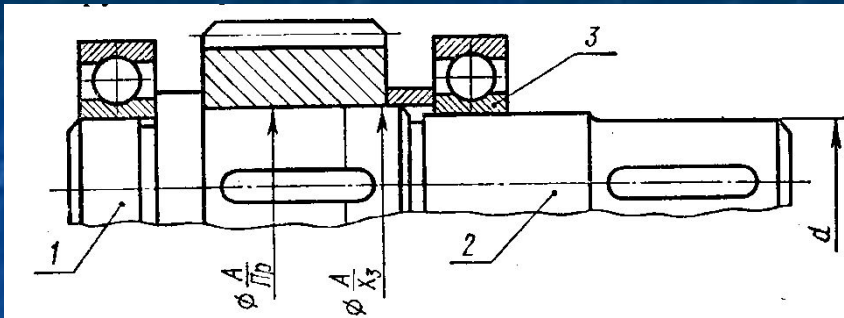
XXX XXXXXX XXX

Звездочка

Сталь 40X ГОСТ4543-71

Лит.	Масса	Масштаб
у	2,4	1:2
Лист	Листов 1	

5. ВАЛЫ И ОСИ



Зубчатые колеса, шкивы, звездочки и другие вращающиеся детали машин устанавливают на валах или осях.

Вал предназначен для поддержания сидящих на нем деталей и для передачи вращающего момента. При работе вал испытывает изгиб и кручение, а в отдельных случаях дополнительно растяжение и сжатие.

Ось — деталь, предназначенная только для поддержания сидящих на ней деталей. В отличие от вала, ось не передает вращающего момента и, следовательно, не испытывает кручения. Оси могут быть неподвижными или вращаться вместе с насаженными на них деталями.

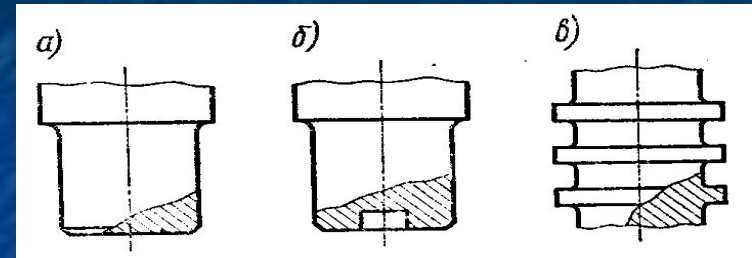
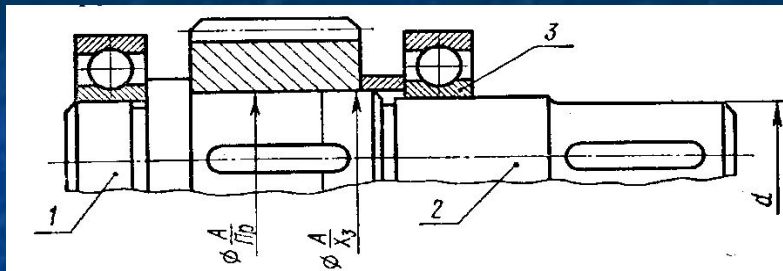
1. По геометрической форме валы делятся на прямые (см. рис.), коленчатые и гибкие. Коленчатые и гибкие валы относятся к специальным деталям и в настоящем курсе не рассматриваются.

Оси, как правило, изготовляют прямыми. По конструкции прямые валы и оси мало отличаются друг от друга.

2. По длине прямые валы и оси могут быть гладкими или ступенчатыми (см. рис.). Образование ступеней связано с различной напряженностью отдельных сечений, а также условиями изготовления и удобства сборки.

3. По типу сечения валы и оси бывают сплошные и полые. Полое сечение применяется для уменьшения массы или для размещения внутри другой детали.

ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИИ ВАЛОВ И ОСЕЙ



1. **Цапфы.** Участки вала или оси, лежащие в опорах, называют цапфами. Они подразделяются на шипы, шейки и пяты.

Шипом называется цапфа, расположенная на конце вала или оси и передающая преимущественно радиальную нагрузку (см. рис.1 (1)).

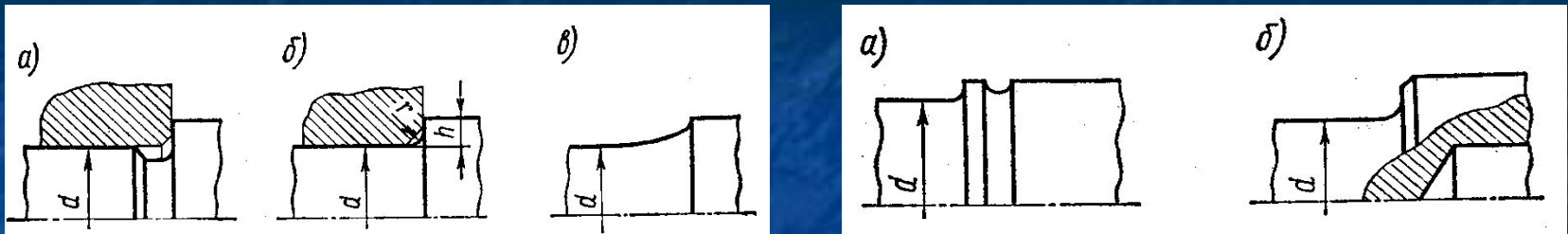
Шейкой называется цапфа, расположенная в средней части вала или оси. Опорами для шипов и шеек служат подшипники (см. рис.1 (2)).

Шипы и шейки по форме могут быть цилиндрическими, коническими и сферическими. В большинстве случаев применяются цилиндрические цапфы (см. рис.1).

Пятой называется цапфа, передающая осевую нагрузку (рис. 2). Опорами для пят служат подпятники. Пяты по форме могут быть сплошными (рис. 2, а), кольцевыми (рис. 2, б) и гребенчатыми (рис. 2, в). Гребенчатые пяты применяют редко.

2. **Посадочные поверхности.** Посадочные поверхности валов и осей под ступицы насаживаемых деталей выполняют цилиндрическими (см. рис. 1) и реже коническими. При прессовых посадках диаметр этих поверхностей принимают примерно на 5% больше диаметра соседних участков для удобства напрессовки (см. рис. 1). Диаметры посадочных поверхностей выбирают по ГОСТ 6636 — 69, а диаметры под подшипники качения — в соответствии с ГОСТами на подшипники.

ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИИ ВАЛОВ И ОСЕЙ



3. Переходные участки. Переходные участки между двумя ступенями валов или осей выполняют:

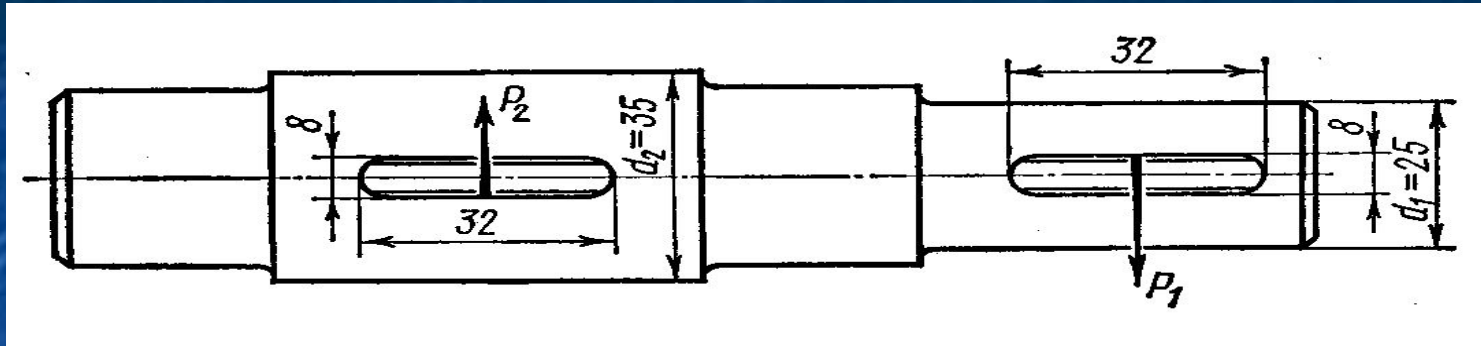
- а) с канавкой со скруглением для выхода шлифовального круга по ГОСТ 8820 — 69 (рис. 1, а - эти канавки повышают концентрацию напряжений, поэтому рекомендуется их делать на концевых участках, где изгибающие моменты небольшие);
- б) с галтелью (поверхность плавного перехода от меньшего сечения вала к большему) постоянного радиуса по ГОСТ 10948 — 64 (рис. 1, б);
- в) с галтелью переменного радиуса (рис. 1, в), которая способствует снижению концентрации напряжений, а потому применяется на сильно нагруженных участках валов или осей.

Эффективными средствами для снижения концентрации напряжений в переходных участках являются:

- протачивание разгрузочных канавок (рис. 2, а),
- увеличение радиусов галтелей и высверливание в ступенях большого диаметра (рис. 2, б).

Пластическое упрочнение (наклеп) галтелей обкаткой роликами повышает несущую способность валов и осей.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ВАЛАХ



1. Перепад диаметров ступеней вала с призматическими шпонками назначают из условия свободного прохода детали без удаления шпонок из пазов.
2. Две призматические шпонки в соединении ставят под углом 180° одна к другой. Две сегментные шпонки ставят вдоль вала в одном пазу ступицы. Постановка нескольких шпонок сильно ослабляет вал, поэтому в настоящее время их заменяют зубчатым (шлицевым) соединением.
3. Из технологических соображений рекомендуется для ступеней одного и того же ступенчатого вала назначать одинаковые шпонки по сечению и длине, исходя из ступени меньшего диаметра, имеющего шпоночный паз (см. рис.).