

# 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.

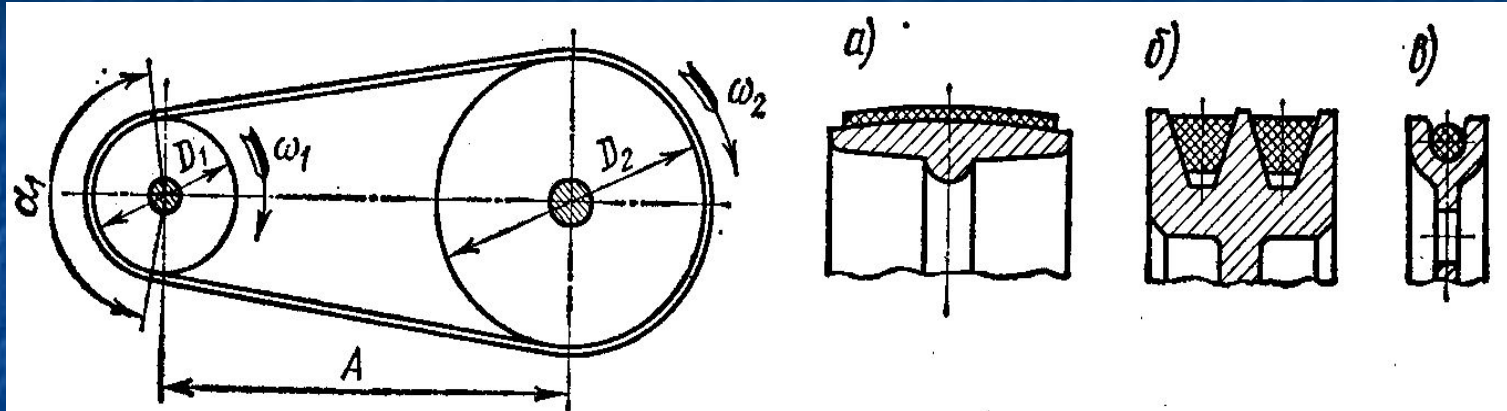
В зависимости от принципа действия все передачи делятся на две группы:

- 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

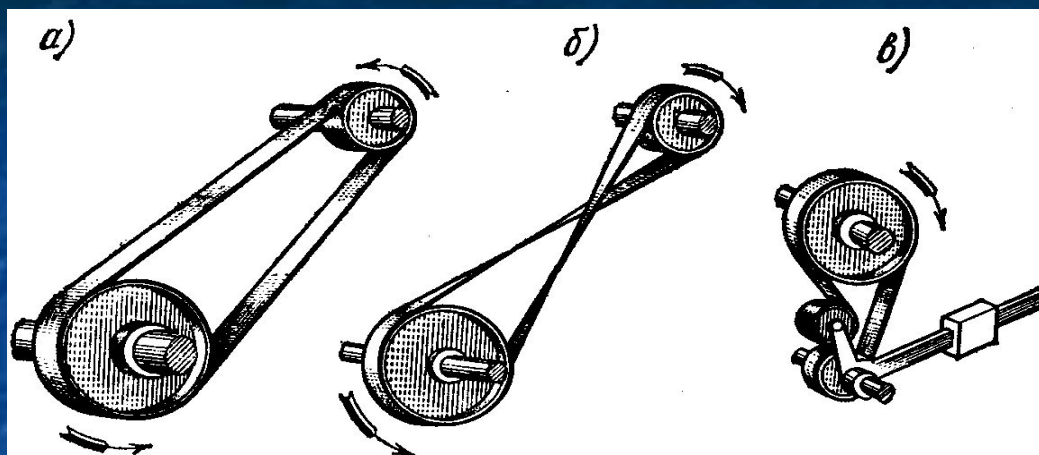


Ременная передача относится к передачам трением с гибкой СВЯЗЬЮ.

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.

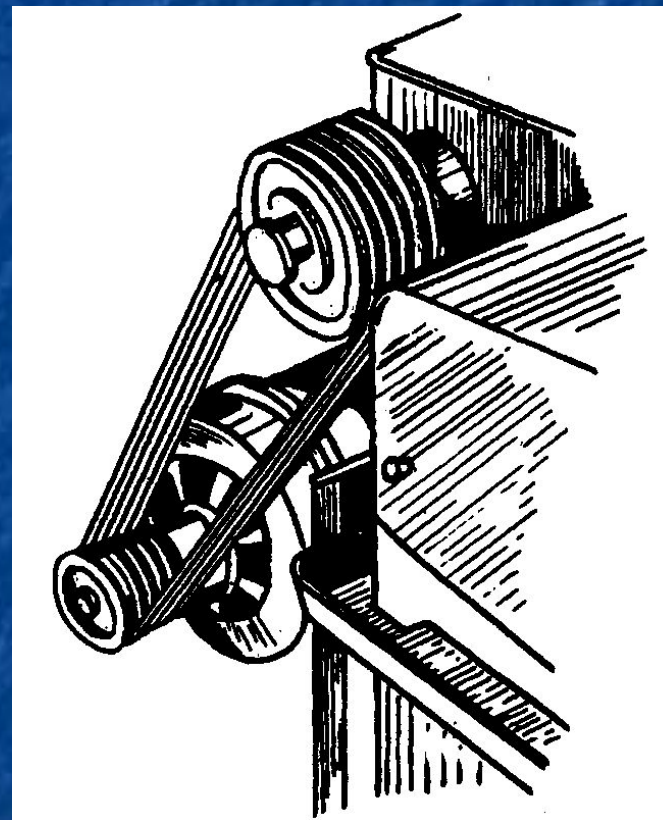
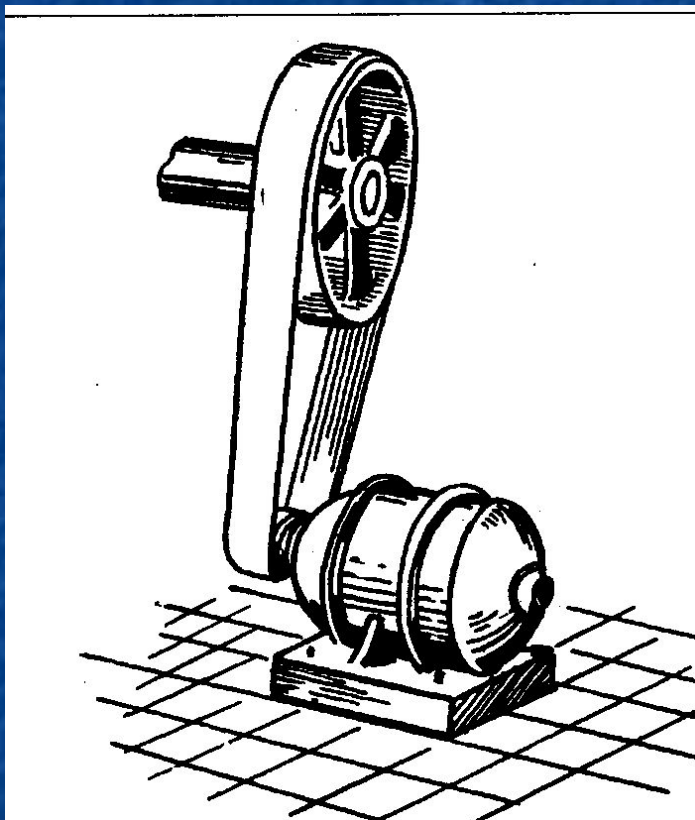


Клиноременная передача применяется в виде открытой передачи и работает с одним или несколькими ремнями.

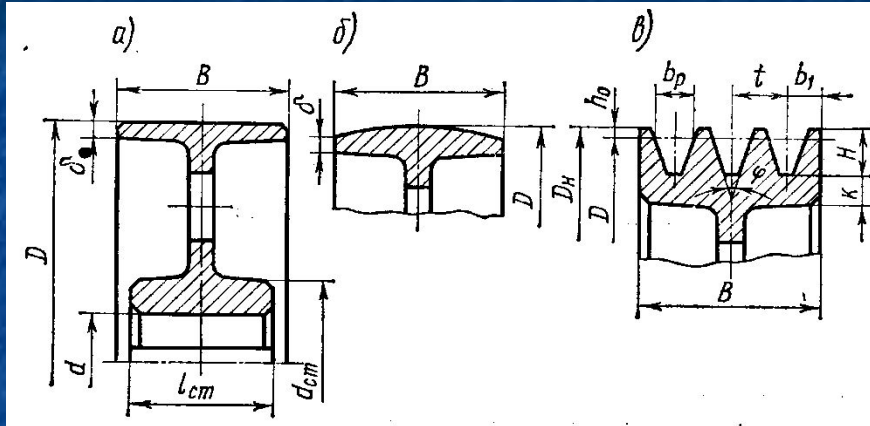


**Достоинства.** Благодаря клиновидной форме канавки на шкиве сила сцепления ремня со шкивом больше, чем в плоскорременной, вследствие чего клиноременной передачей можно передавать большую мощность, допускать меньшее межосевое расстояние и меньший угол обхвата.

**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.

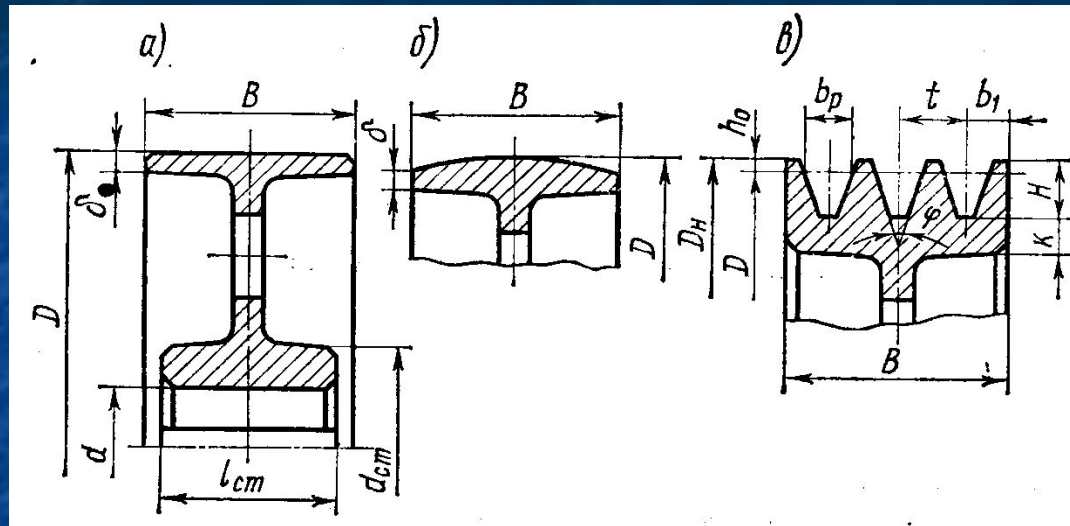
При диаметре  $D \leq 300$  мм шкивы выполняют с дисками **без спиц**, шкивы больших диаметров - с **4 - 6 спицами**. Число спиц, их форму и размеры выбирают по справочной литературе.

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 чугунных шкивов  $\delta = 0,005D + 3$  [мм].

# Шкивы ременных передач

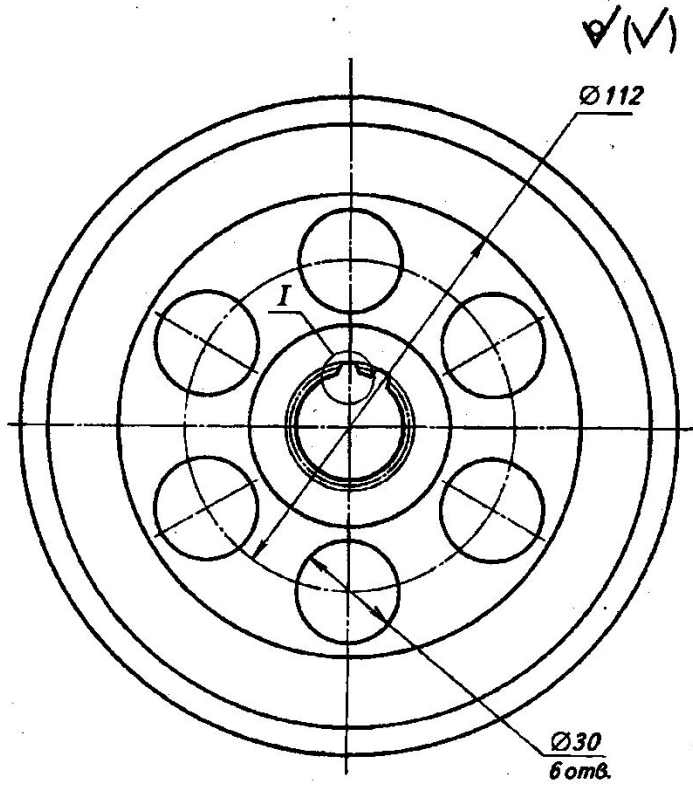
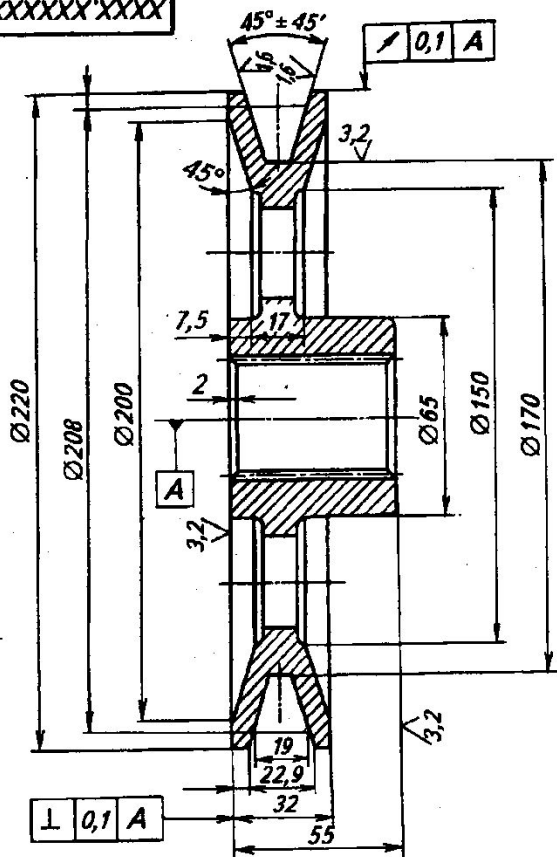


У клиноременных шкивов рабочей поверхностью являются боковые стороны клиновых канавок (в). Диаметр  $D$ , по которому определяют расчетную длину ремня, называют расчетным диаметром шкива.

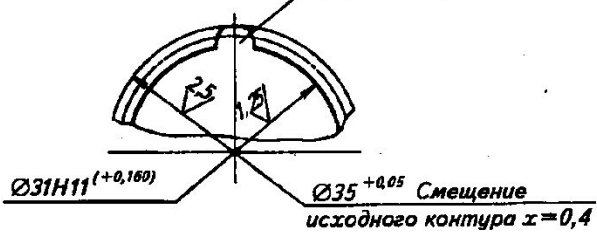
Для обеспечения правильного контакта ремня со шкивом угол канавки  $\varphi$  назначают в соответствии с углом деформированного ремня в зависимости от диаметра шкива по ГОСТ 1284 – 68.

# Чертеж шкива клиноременной передачи

XXX'XXXXXX'XXXX

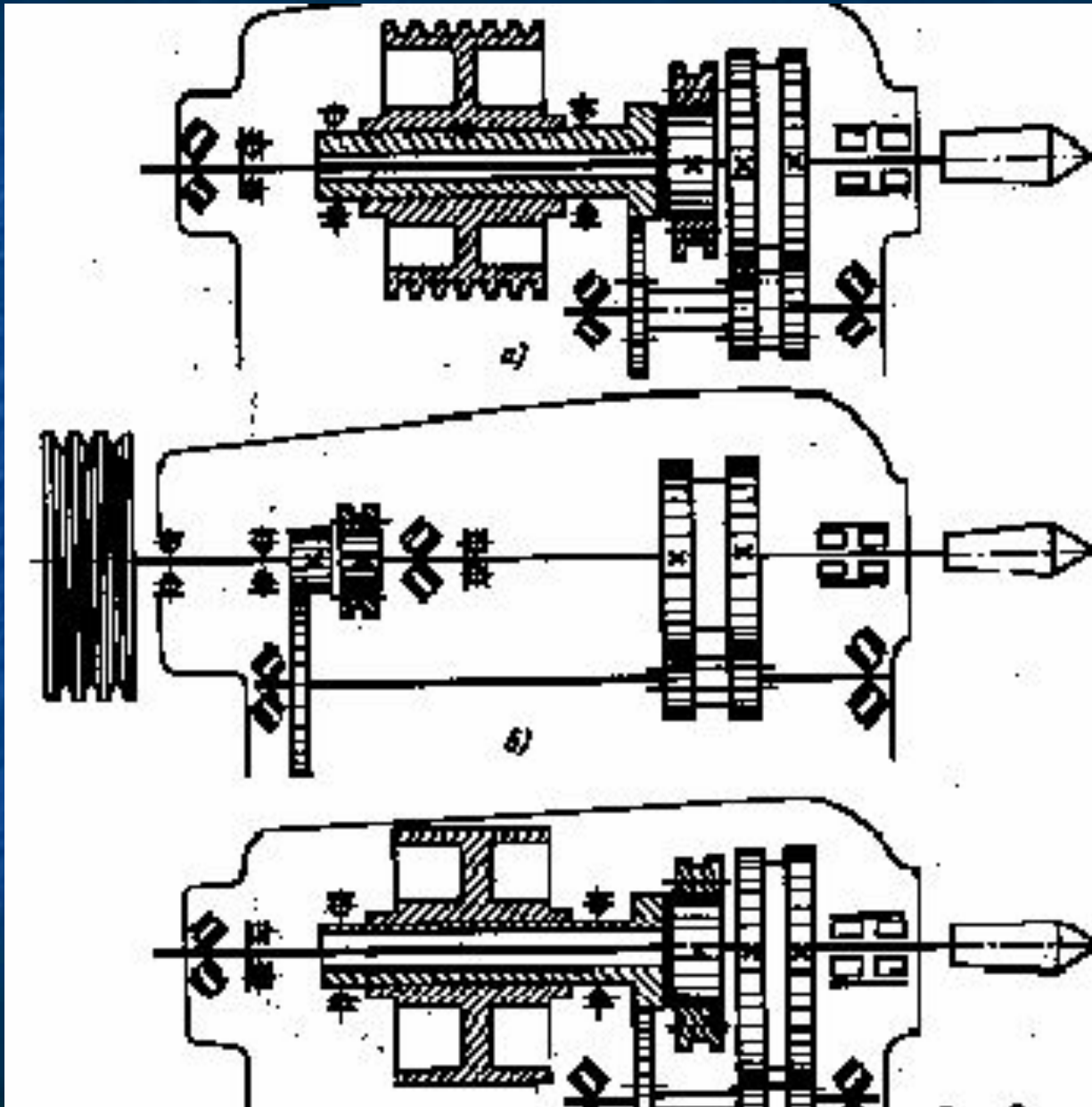


I (M2:1) 35x2x8H ГОСТ 6033-80



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 |



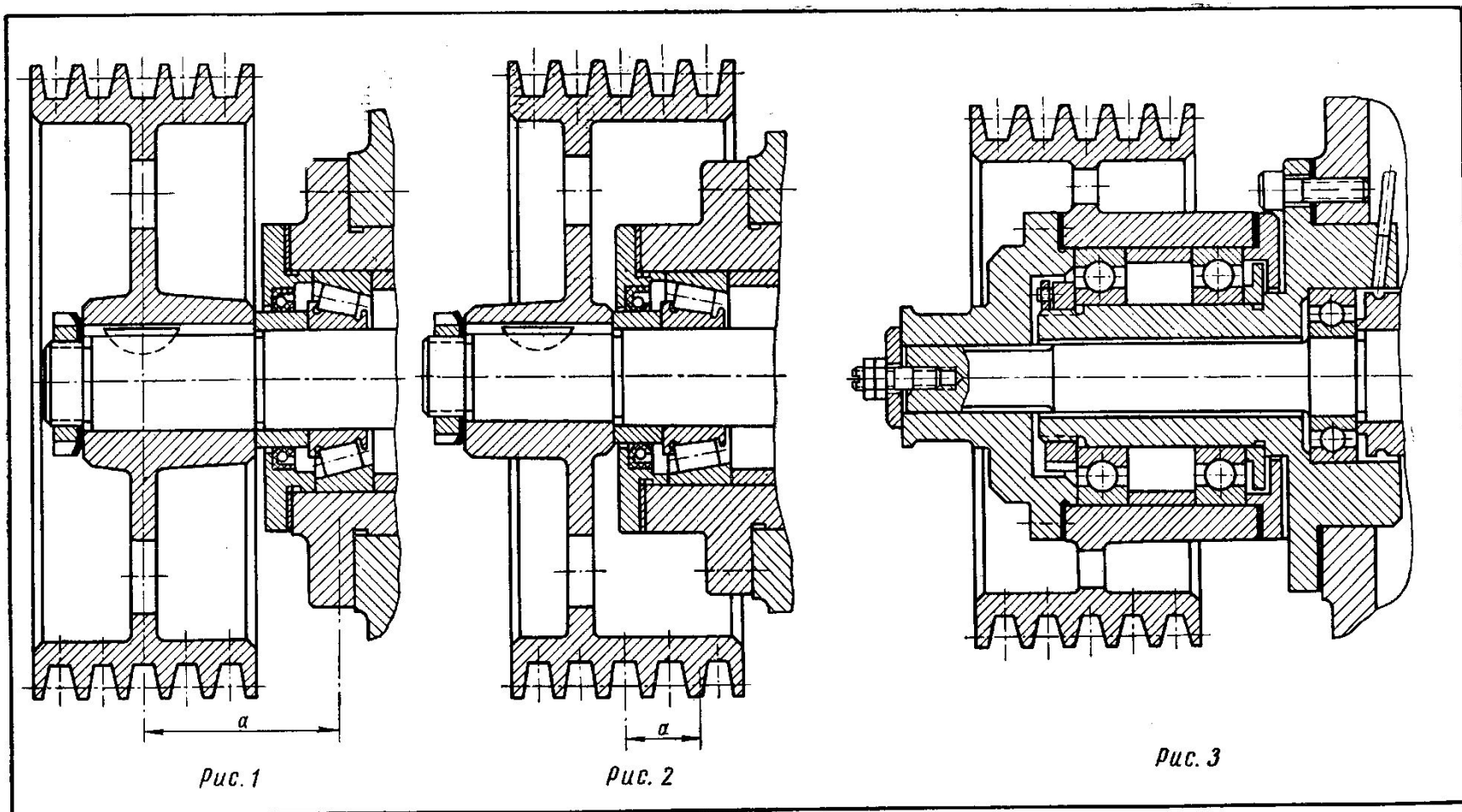


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

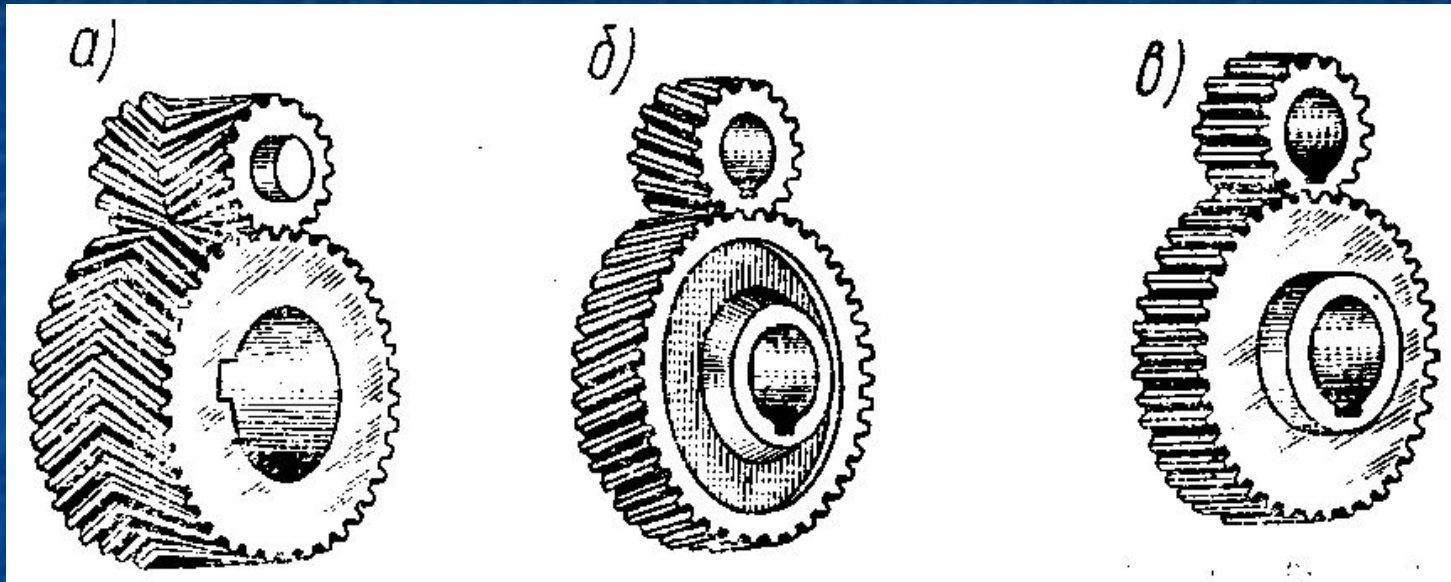
ЛИСТ 86

## 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).

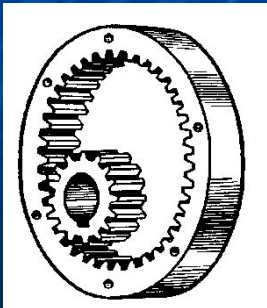
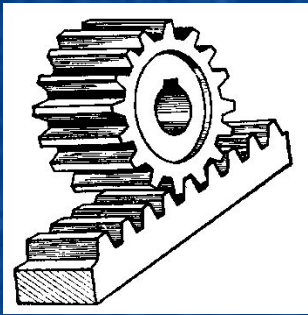
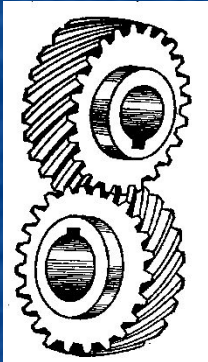
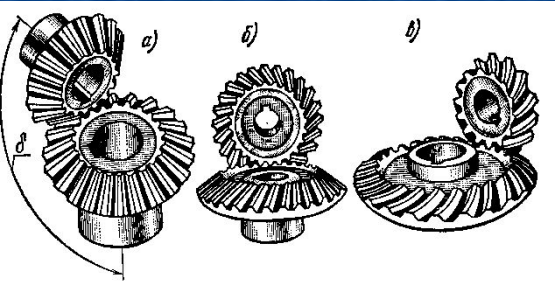
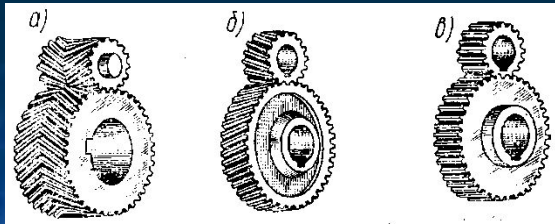
# 3. ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ



*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).

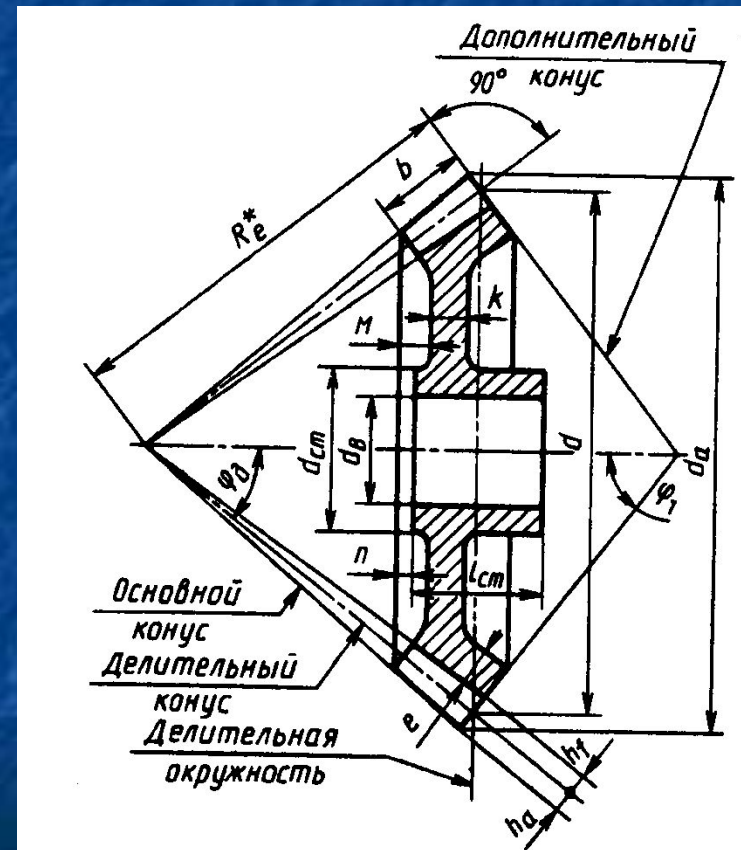
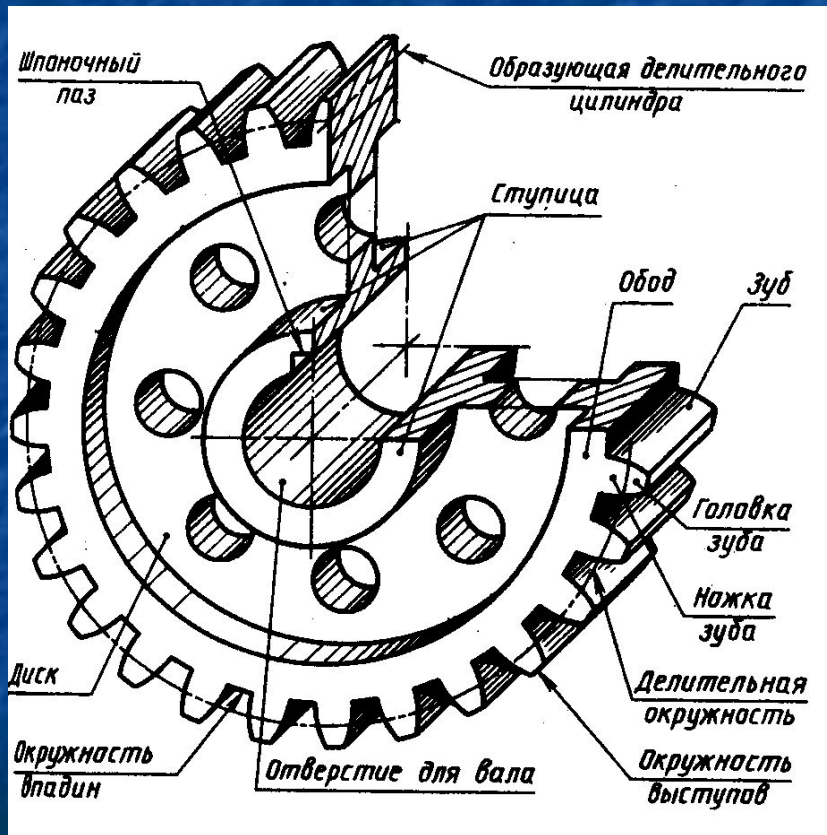
В зависимости от формы профиля зуба передачи бывают:

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.

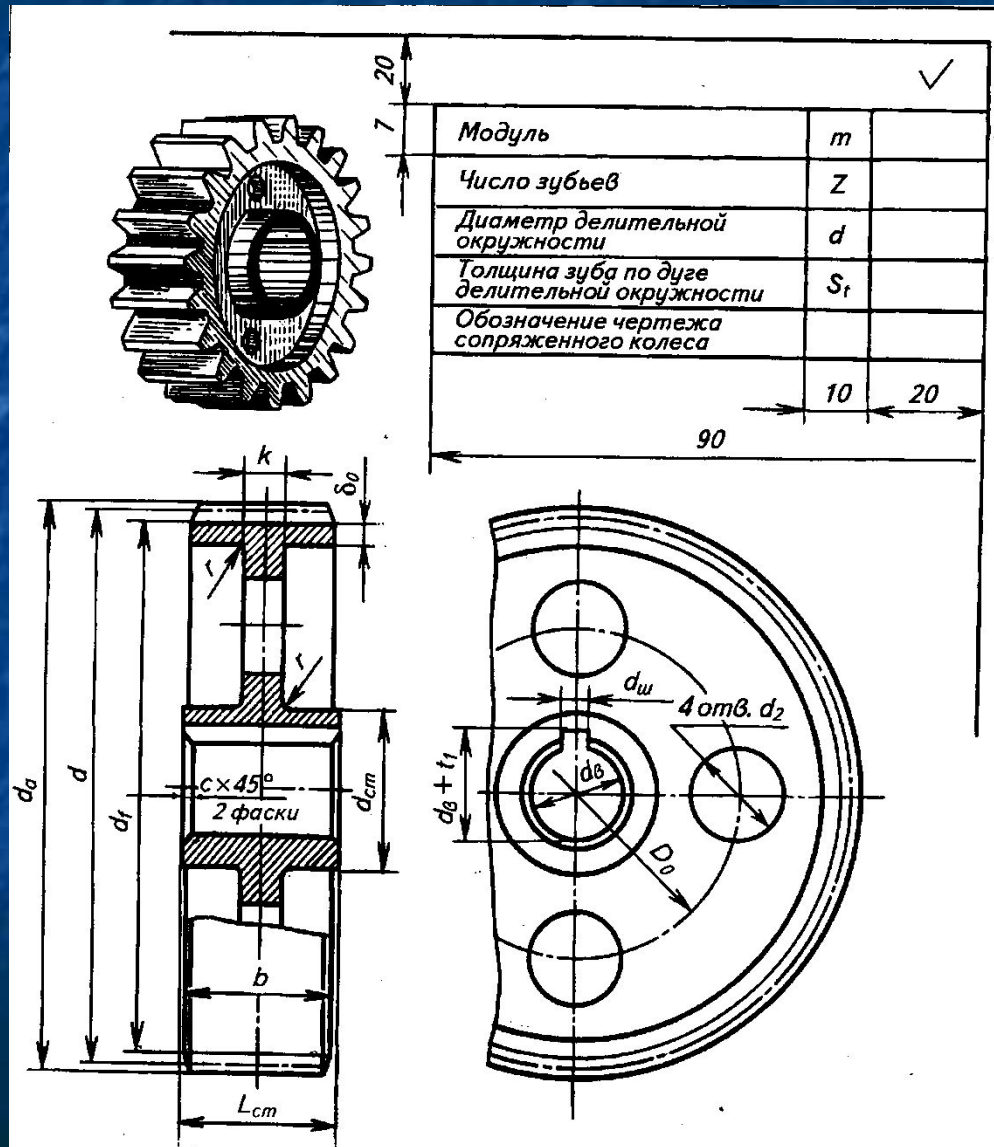
В зависимости от взаимного расположения колес зубчатые передачи бывают внешнего (см. рис. 1) и внутреннего (рис. 5) зацепления.

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

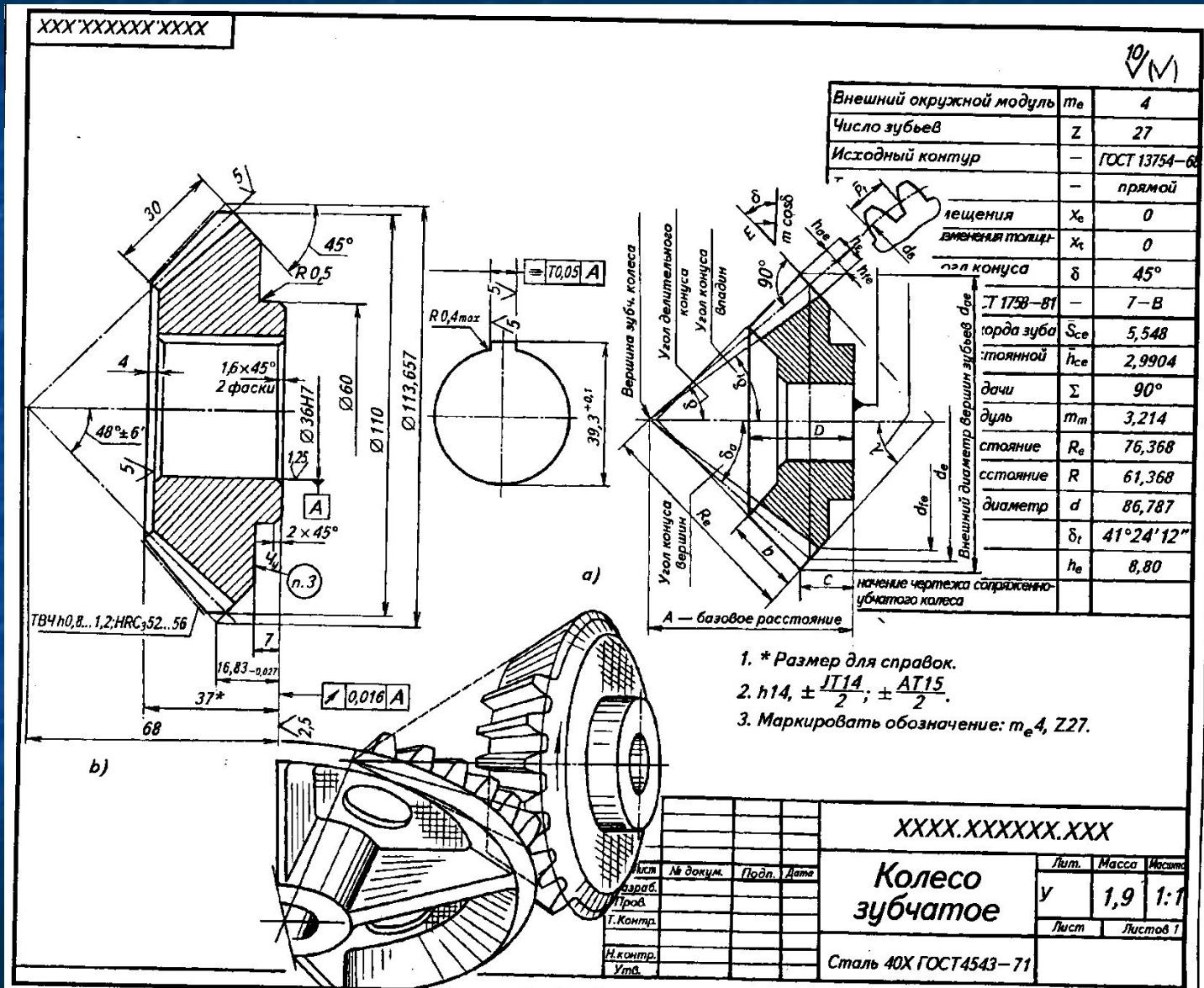
# КОНСТРУКЦИЯ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА



# ЧЕРТЕЖ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА



# ЧЕРТЕЖ КОНИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА

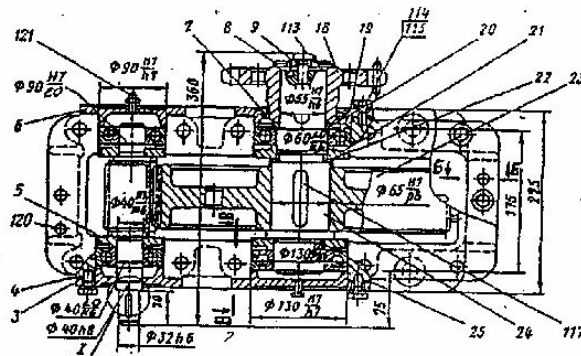
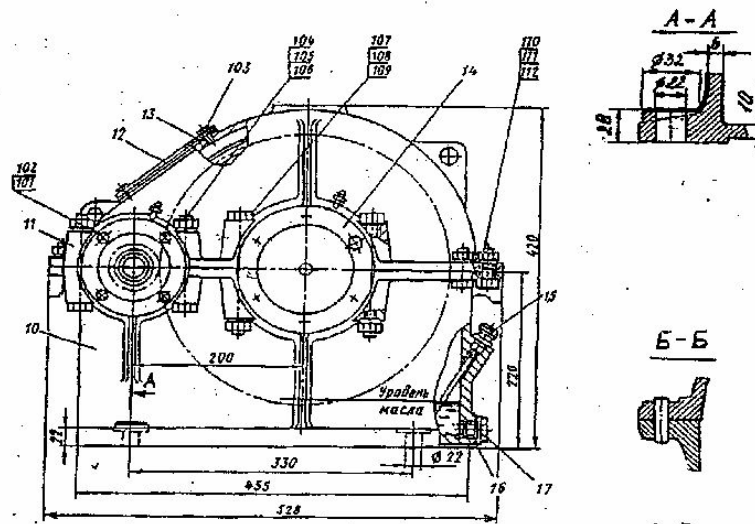


|                         |            |               |
|-------------------------|------------|---------------|
| Внешний окружной модуль | $m_e$      | 4             |
| Число зубьев            | Z          | 27            |
| Исходный контур         |            | ГОСТ 13754-68 |
|                         |            | прямой        |
| коэффициент             | $x_e$      | 0             |
| изменения толщ-         | $x_f$      | 0             |
| угол конуса             | $\delta$   | 45°           |
| ГОСТ 1758-81            |            | 7-B           |
| коэффициент             | $S_{ce}$   | 5,548         |
| коэффициент             | $f_{ce}$   | 2,9904        |
| угол дачи               | $\Sigma$   | 90°           |
| длина                   | $m_m$      | 3,214         |
| радиус                  | $R_e$      | 76,368        |
| радиус                  | R          | 61,368        |
| диаметр                 | d          | 86,787        |
|                         | $\delta_1$ | 41°24'12"     |
|                         | $h_e$      | 8,80          |

- \* Размер для справок.
- $h_{14}, \pm \frac{IT14}{2}; \pm \frac{AT15}{2}$ .
- Маркировать обозначение:  $m_e 4, Z 27$ .

|                        |          |         |      |
|------------------------|----------|---------|------|
| XXXX.XXXXXX.XXX        |          |         |      |
| Исп.                   | № докум. | Подп.   | Дата |
| Зав.                   |          |         |      |
| Проб.                  |          |         |      |
| Т.Контр.               |          |         |      |
| Н.контр.               |          |         |      |
| Утв.                   |          |         |      |
| <b>Колесо зубчатое</b> |          |         |      |
| Лит.                   | Масса    | Масштаб |      |
| у                      | 1,9      | 1:1     |      |
| Лист                   | Листов 1 |         |      |
| Сталь 40X ГОСТ 4543-71 |          |         |      |

# СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ РЕДУКТОРА



## Техническая характеристика

1. Общее передаточное число  $i = 5$
2. Наибольший вращающий момент на выходном валу  $T = 625 \text{ Н·м}$
3. Число оборотов быстрого вала  $n = 574 \text{ об/мин}$

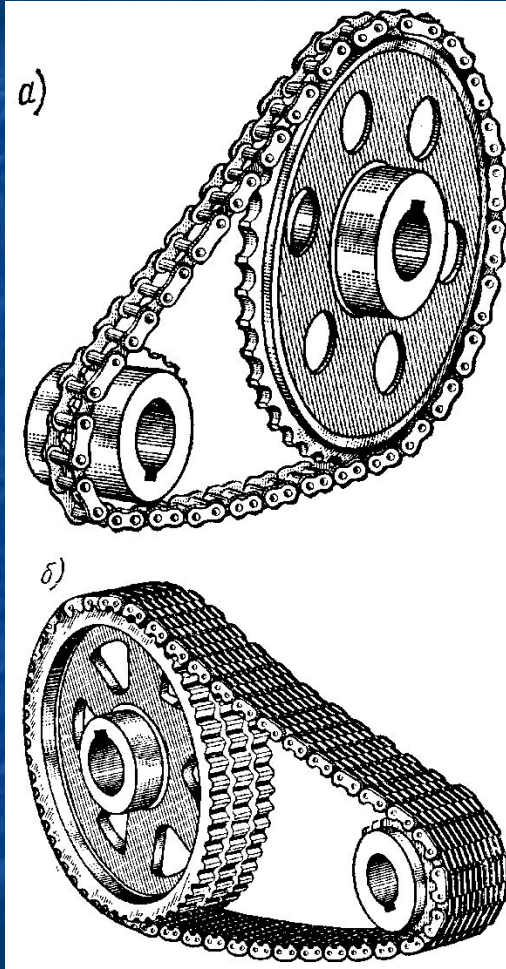
## Технические требования

1. Плоскость разъемов закрыть герметиком при окончательной сборке
2. Неисправности поверхности обработки: внутри радиусов, маслоотбойной кромки, ступицы - керо и нитрозолью
3. Редуктор залить маслом

| Курсовый проект по ПМ |         |      |         |
|-----------------------|---------|------|---------|
| №                     | Имя     | Дата | Подпись |
| 1                     | Авдотер |      |         |
| 2                     |         |      |         |
| 3                     |         |      |         |
| 4                     |         |      |         |
| 5                     |         |      |         |
| 6                     |         |      |         |
| 7                     |         |      |         |
| 8                     |         |      |         |
| 9                     |         |      |         |
| 10                    |         |      |         |
| 11                    |         |      |         |
| 12                    |         |      |         |
| 13                    |         |      |         |
| 14                    |         |      |         |
| 15                    |         |      |         |
| 16                    |         |      |         |
| 17                    |         |      |         |
| 18                    |         |      |         |
| 19                    |         |      |         |
| 20                    |         |      |         |
| 21                    |         |      |         |
| 22                    |         |      |         |
| 23                    |         |      |         |
| 24                    |         |      |         |
| 25                    |         |      |         |
| 26                    |         |      |         |
| 27                    |         |      |         |
| 28                    |         |      |         |
| 29                    |         |      |         |
| 30                    |         |      |         |
| 31                    |         |      |         |
| 32                    |         |      |         |
| 33                    |         |      |         |
| 34                    |         |      |         |
| 35                    |         |      |         |
| 36                    |         |      |         |
| 37                    |         |      |         |
| 38                    |         |      |         |
| 39                    |         |      |         |
| 40                    |         |      |         |
| 41                    |         |      |         |
| 42                    |         |      |         |
| 43                    |         |      |         |
| 44                    |         |      |         |
| 45                    |         |      |         |
| 46                    |         |      |         |
| 47                    |         |      |         |
| 48                    |         |      |         |
| 49                    |         |      |         |
| 50                    |         |      |         |

## 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.

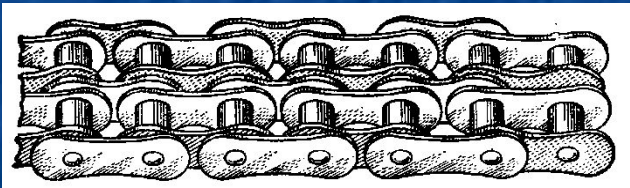
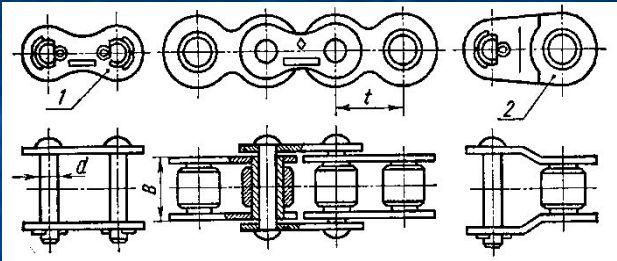
### Недостатки:

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



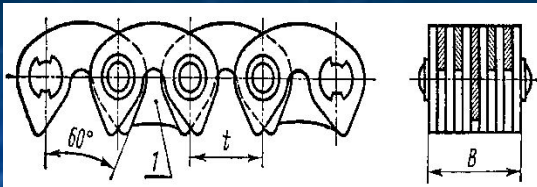
**Втулочные цепи** (ГОСТ10947-64) - по конструкции аналогичны, но не имеют роликов, что удешевляет цепь, уменьшает массу, но увеличивает износ. Втулочные цепи применяют в неответственных передачах при скоростях не больше 1 м/сек.

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

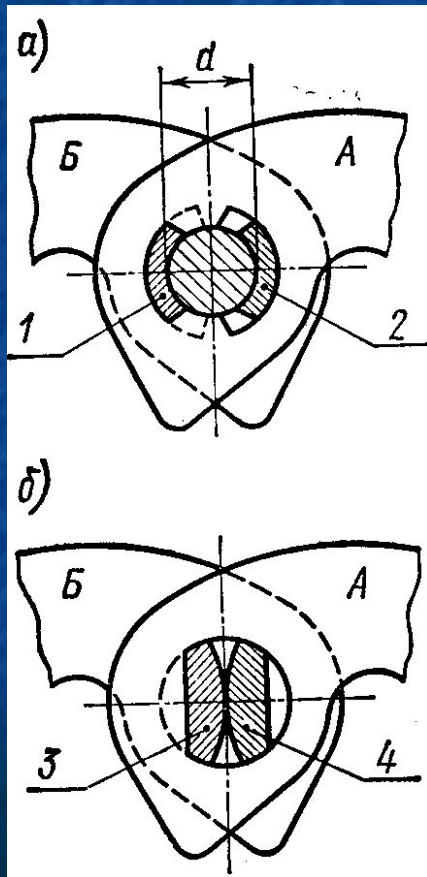
**Роликовые цепи.** (ГОСТ 10947- 64) применяются при скоростях до 15 м/с. Состоят из 2-х рядов наружных и внутренних пластин. В наружные пластины запрессованы валики, пропущенные через втулки, на которые напрессованы внутренние пластины. Валики и втулки образуют шарниры. На втулки свободно надеты закаленные 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.



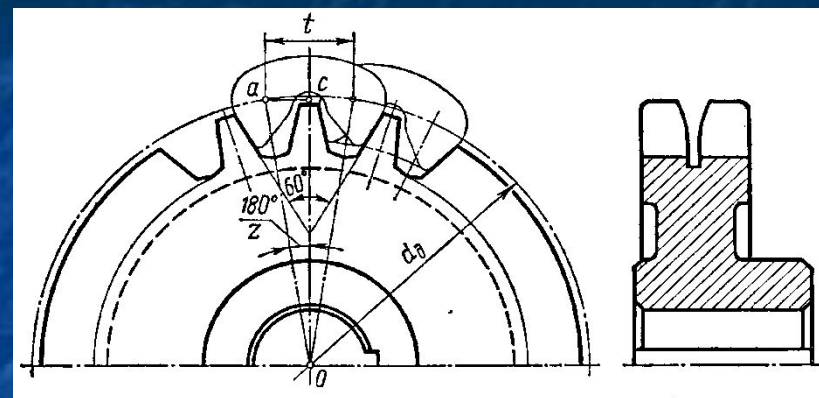
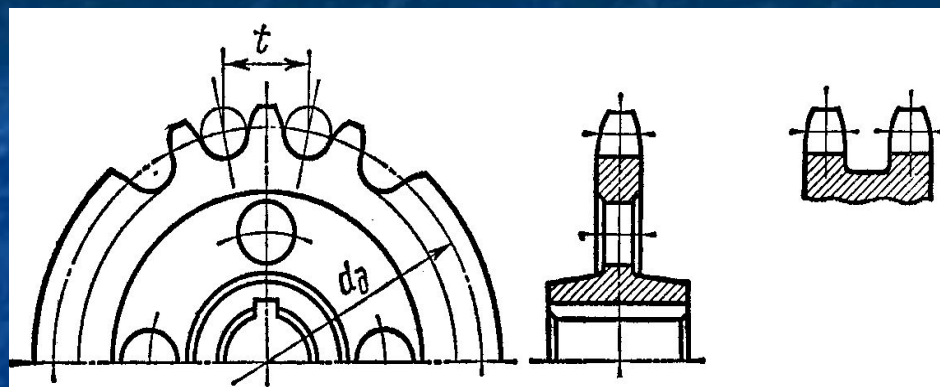
Рабочими гранями являются плоскости зубьев, расположенные под углом  $60^\circ$ . Каждое звено цепи садится на два зуба звездочки, поэтому ЗЦ обладают минимальным шагом и допускают более высокие скорости. Для устранения бокового спадания цепи со звездочки применяются направляющие пластины 1, расположенные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

Шарниры ЗЦ бывают с трением скольжения (изготавливают по нормалям) 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

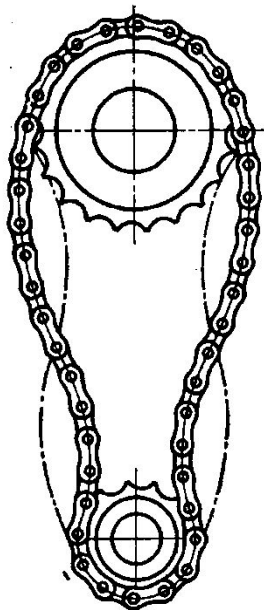


Рис. 1

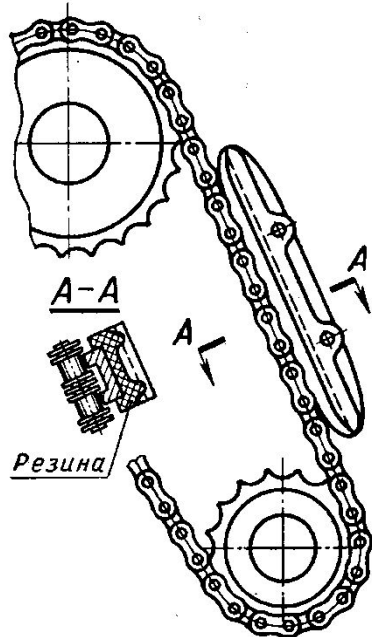


Рис. 2

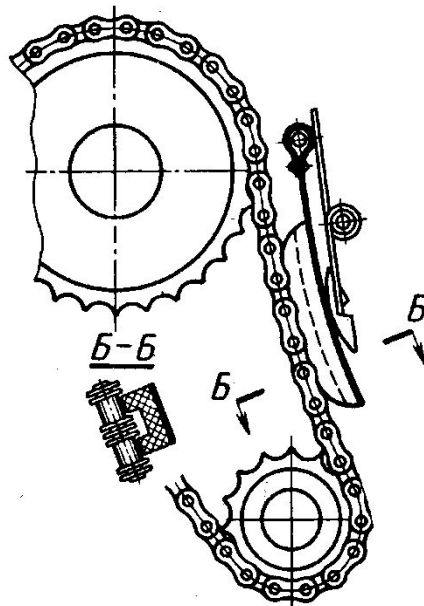


Рис. 3

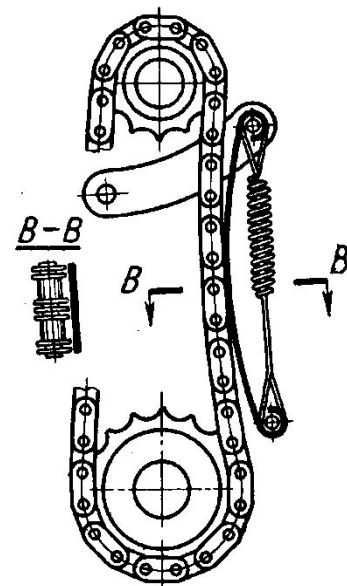


Рис. 4

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.

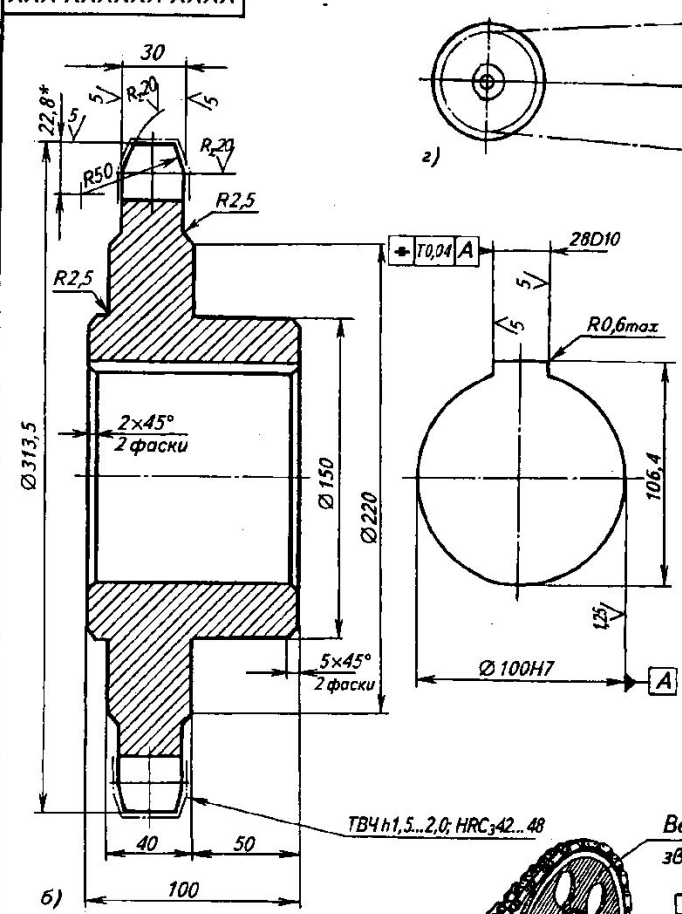
На рис. 2 дан пример гасителя с резиновым упруго-демпфирующим элементом.

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

На рис. 4 показан пружинный гаситель с металлической подушкой.

# ЧЕРТЕЖ ЗВЕЗДОЧКИ ЦЕПНОЙ ПЕРЕДАЧИ

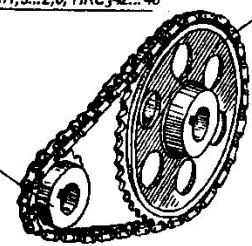
XXX XXXXXX XXXX



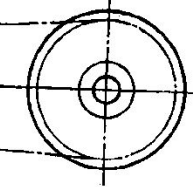
ТВЧ n1,5...2,0; HRC3...48

Ведущая звездочка

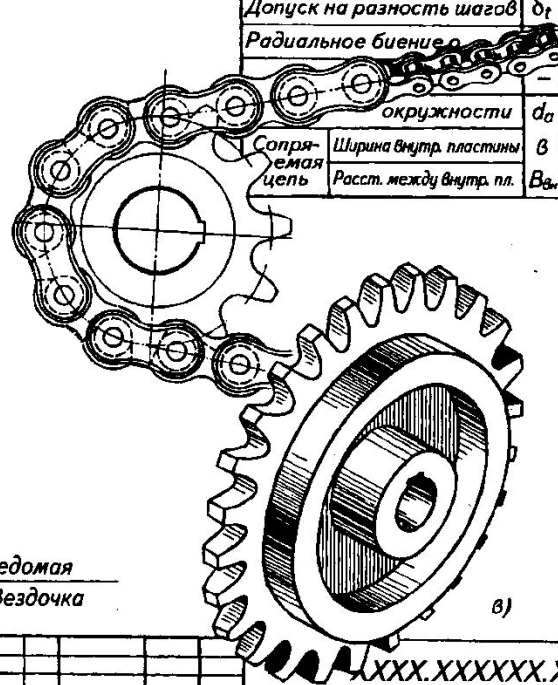
а)



Ведомая звездочка



z)



б)

|                               |                         |               |
|-------------------------------|-------------------------|---------------|
| 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      | $\delta_t$              |               |
| Радиальное биение             |                         | 0,32          |
|                               | окружности              | $d_a$ 292,55  |
| Сопрягаемая цепь              | Ширина внутр. пластины  | b 48,26       |
|                               | Расст. между внутр. пл. | $B_{в}$ 31,75 |

10/М

XXX XXXXXX XXX

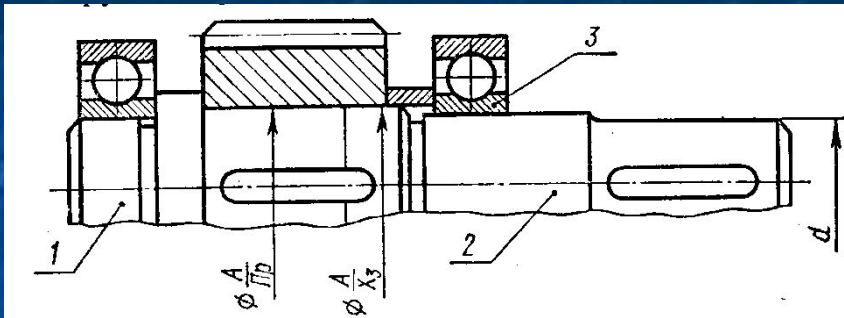
|          |      |          |       |      |
|----------|------|----------|-------|------|
| Изм.     | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| Разраб.  |      |          |       |      |
| Пров.    |      |          |       |      |
| Т.Контр. |      |          |       |      |
| Н.контр. |      |     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

Звездочка

Сталь 40X ГОСТ 4543-71

|      |          |         |
|------|----------|---------|
| Лист | 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.

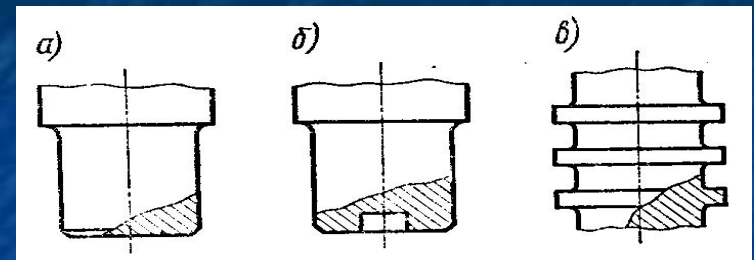
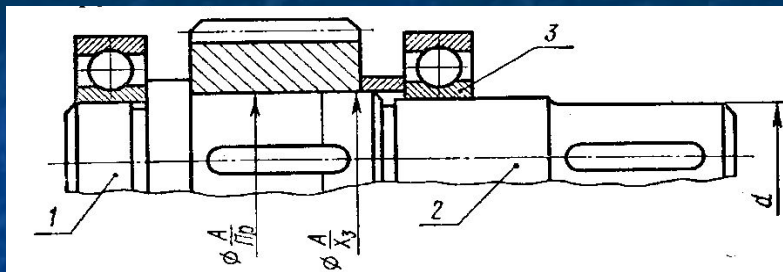
1. По геометрической форме валы делятся на прямые (см. рис.), коленчатые и гибкие. Коленчатые и гибкие валы относятся к специальным деталям и в настоящем курсе не рассматриваются.

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)).

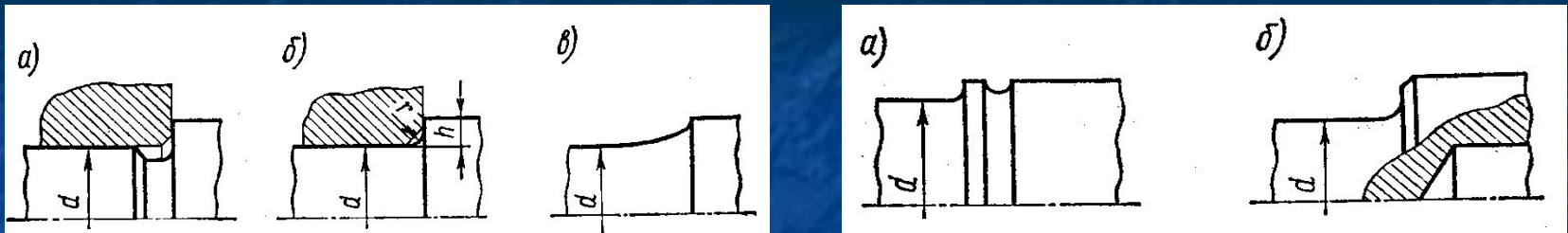
**Шейкой** называется цапфа, расположенная в средней части вала или оси. Опорами для шипов и шеек служат подшипники (см. рис.1 (2)).

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:

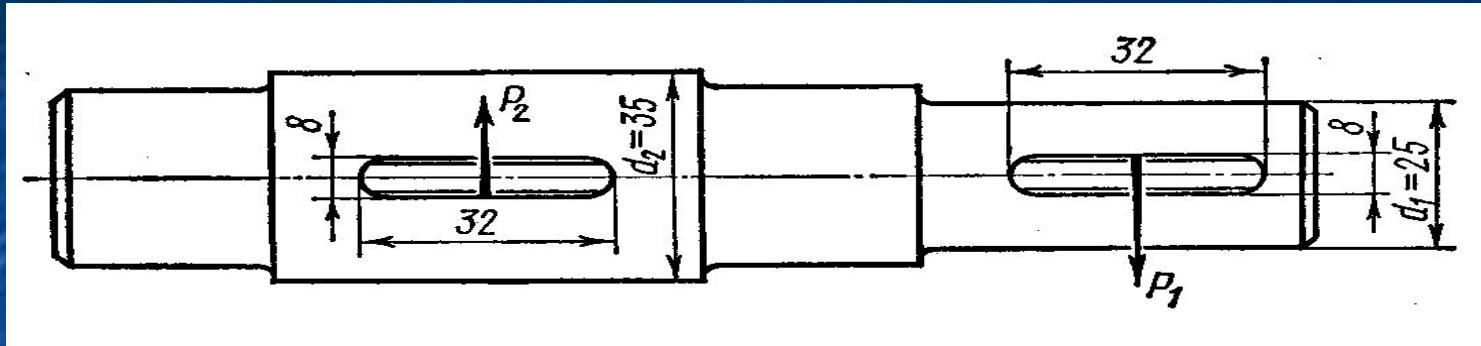
- а) с канавкой со скруглением для выхода шлифовального круга по ГОСТ 8820 — 69 (рис. 1, а - эти канавки повышают концентрацию напряжений, поэтому рекомендуется их делать на концевых участках, где изгибающие моменты небольшие);
- б) с галтелью (поверхность плавного перехода от меньшего сечения вала к 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  $180^\circ$  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.).