

УО «ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра технической механики и материаловедения

**Дисциплина
«Прикладная механика»**

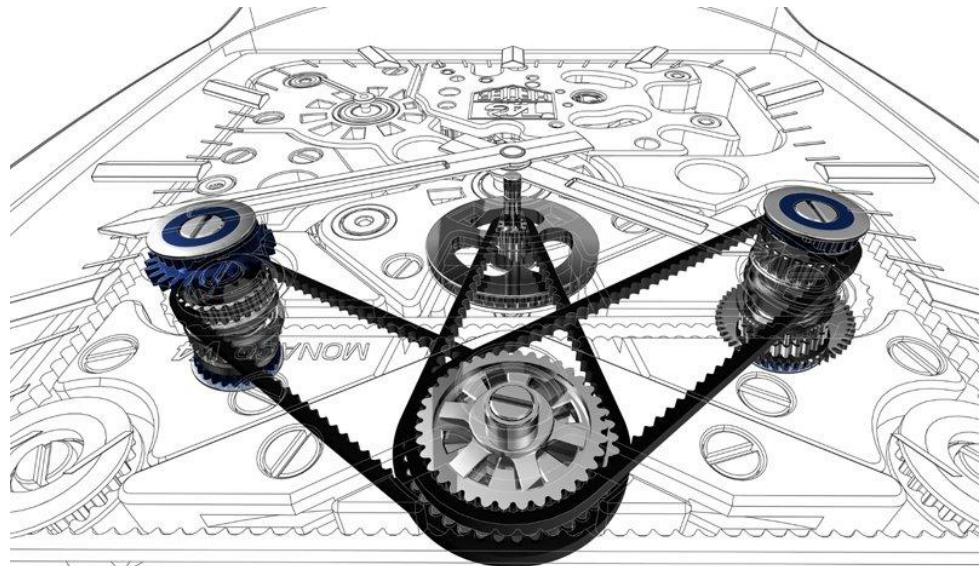
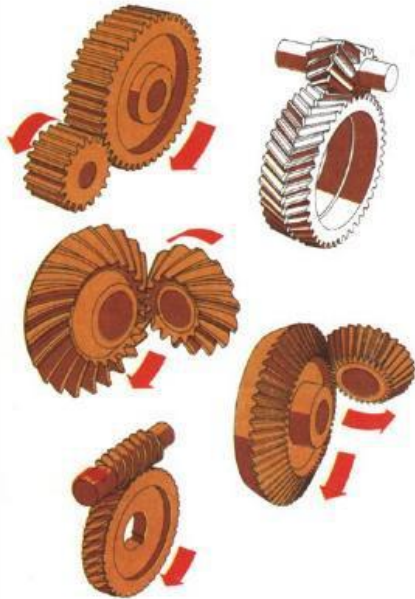
Раздел «ДЕТАЛИ МАШИН»

**Лекция 3
«МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ»**

Лекция 3 «МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ»

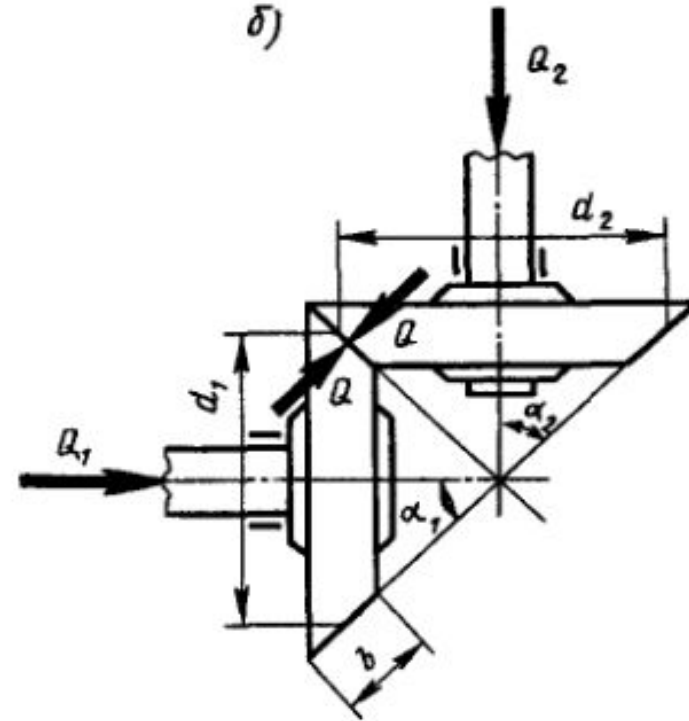
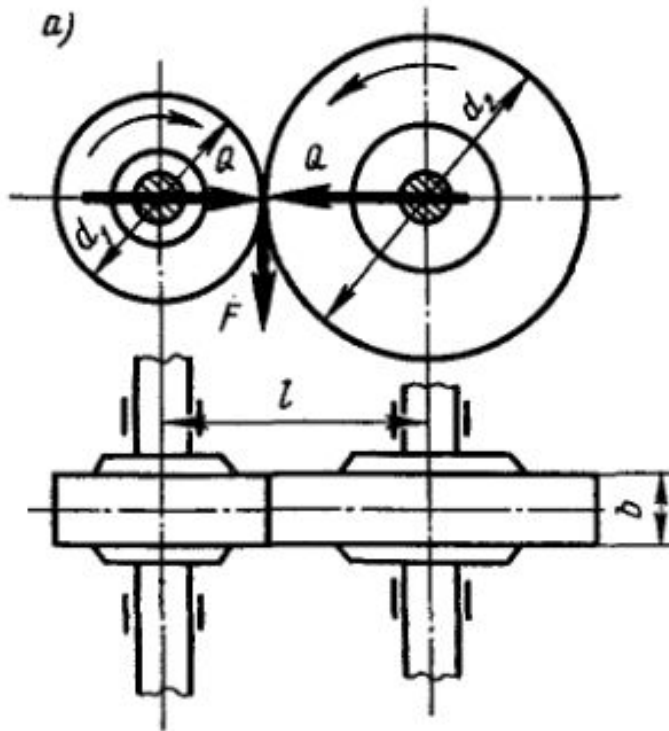
Рассматриваемые вопросы:

1. Фрикционные передачи.
2. Ременные передачи.
3. Цепные передачи.
4. Зубчатые передачи.
5. Червячные передачи.



1 Фрикционные передачи

- Простейшая *фрикционная передача* состоит из двух соприкасающихся между собой колес (катков, роликов, дисков); вращение одного из колес преобразуется во вращение другого за счет сил трения, возникающих в месте контакта колес.



1 Фрикционные передачи

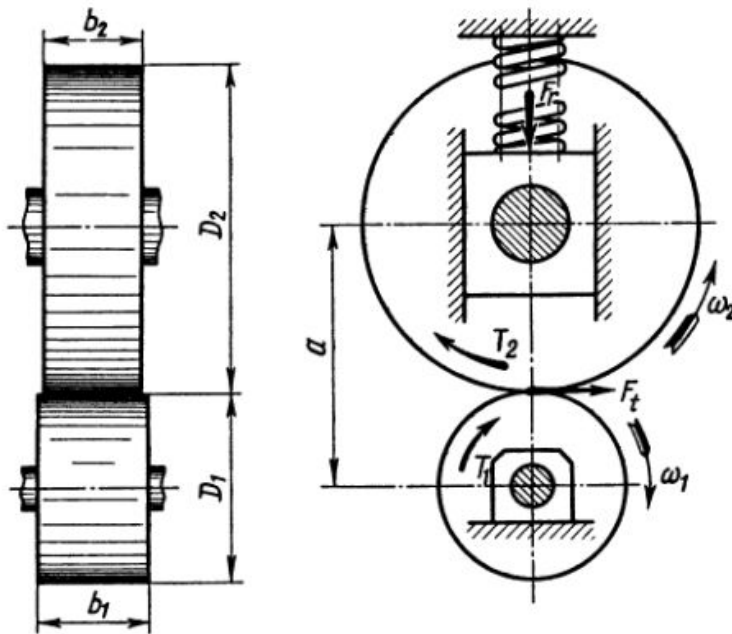
■ Условие работоспособности передачи

$$R_f \geq F_t$$

где F_t – передаваемая окружная сила;

R_f – сила трения в месте контакта катков.

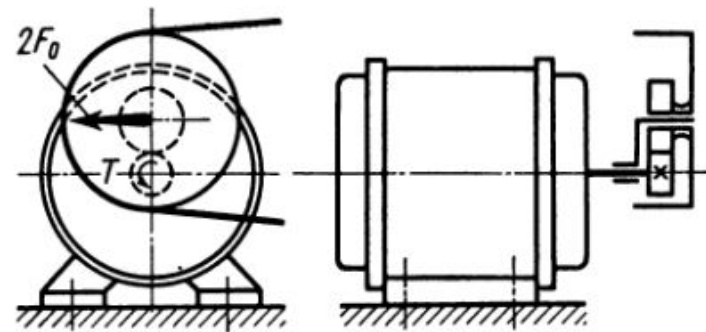
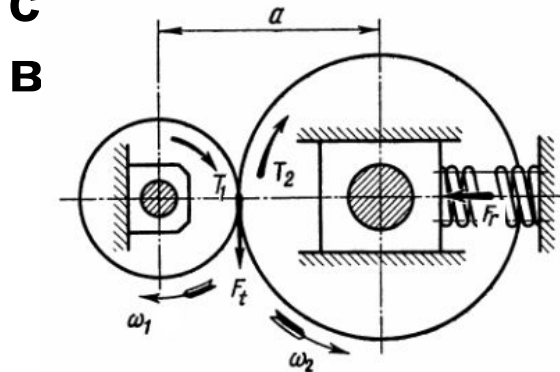
■ Нарушение этого условия приводит к буксованию.



При буксовании ведомый каток останавливается, а ведущий скользит по нему; при этом рабочие поверхности катков изнашиваются.

1 Фрикционные передачи

- Для создания требуемой силы трения R_f катки прижимают друг к другу силой F_r , которая во много раз превышает силу F_t .
- Существует *два вида прижатия катков*:
 - постоянное (создается за счет сил тяжести элементов механизма или пружинами);
 - регулируемое (сила прижатия автоматически изменяется с изменением нагрузки); этот вид прижатия имеет лучшие показатели (выше КПД, меньше интенсивность изнашивания катков) и осуществляется за счет специальных устройств: шариковых и

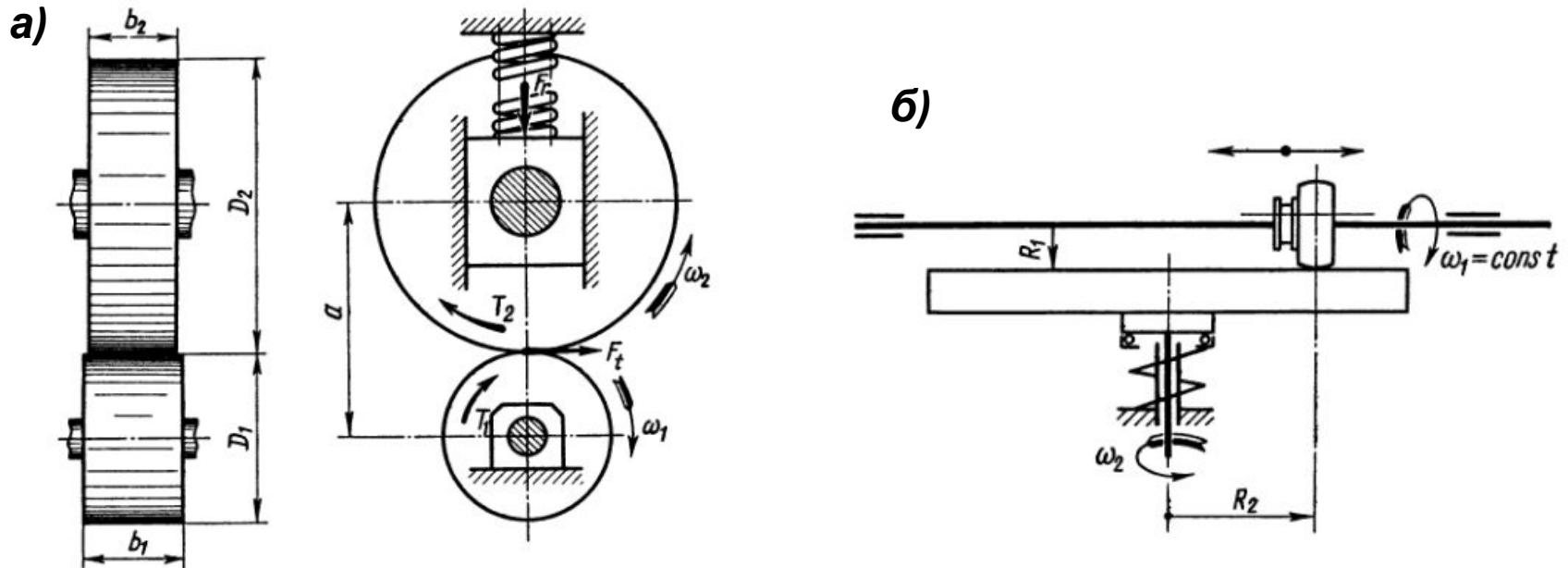


1 Фрикционные передачи

Классификация фрикционных передач

■ В зависимости от назначения различают фрикционные передачи:

- с нерегулируемым передаточным числом (а);
- с бесступенчатым (плавным) регулированием передаточного числа (б) – такие передачи называют

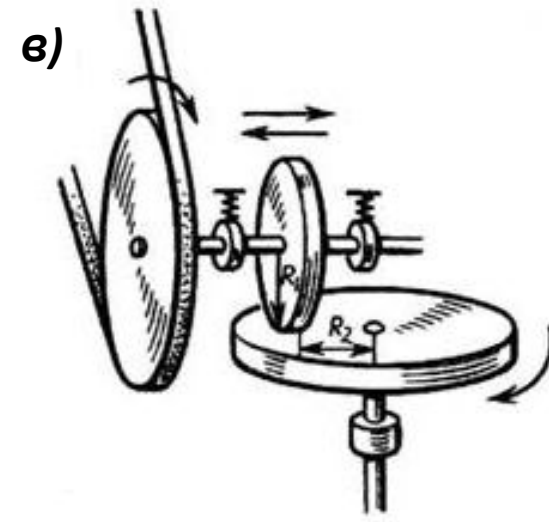
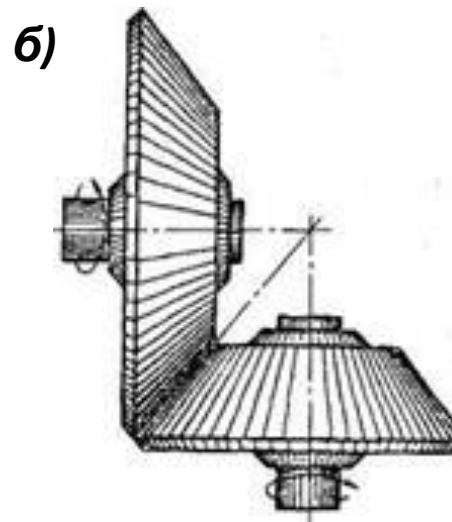
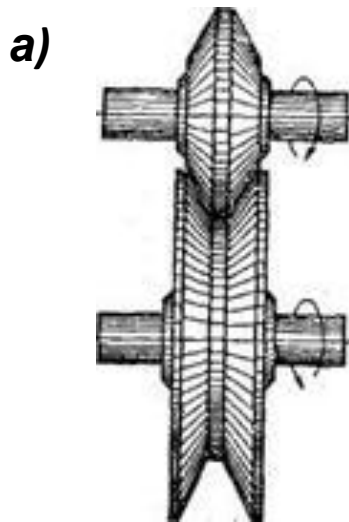


1 Фрикционные передачи

Классификация фрикционных передач

■ В зависимости от взаимного расположения осей валов фрикционные передачи бывают:

- *цилиндрические* – при параллельных осях (а);
- *конические* – при пересекающихся осях (б);
- *лобовые* – при скрещивающихся осях (в).



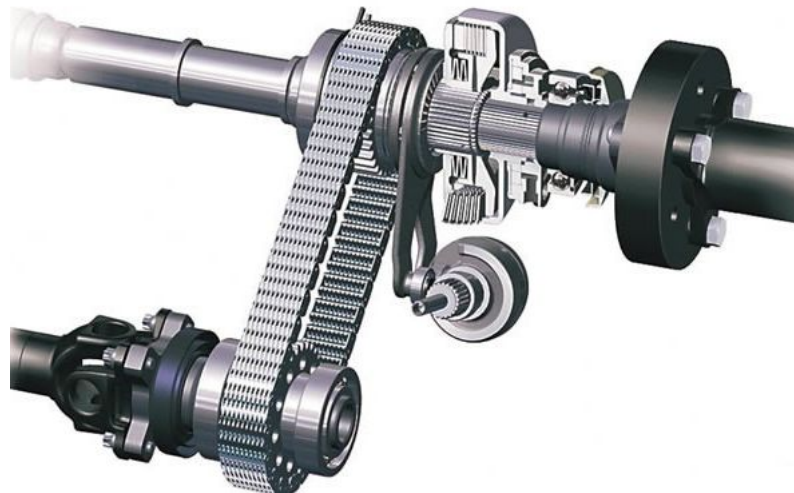
1 Фрикционные передачи

Классификация фрикционных передач

■ В зависимости от условий работы фрикционные передачи подразделяют на:

- *открытые* – работают без смазки (всухую);
- *закрытые* – работают в масляной ванне.

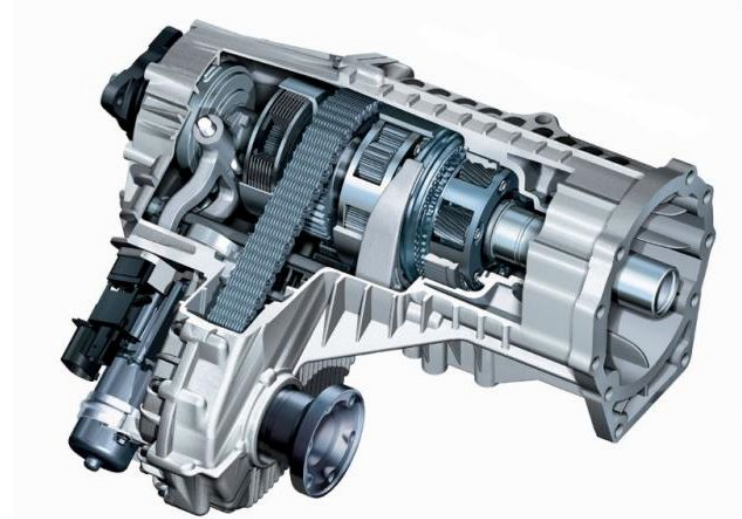
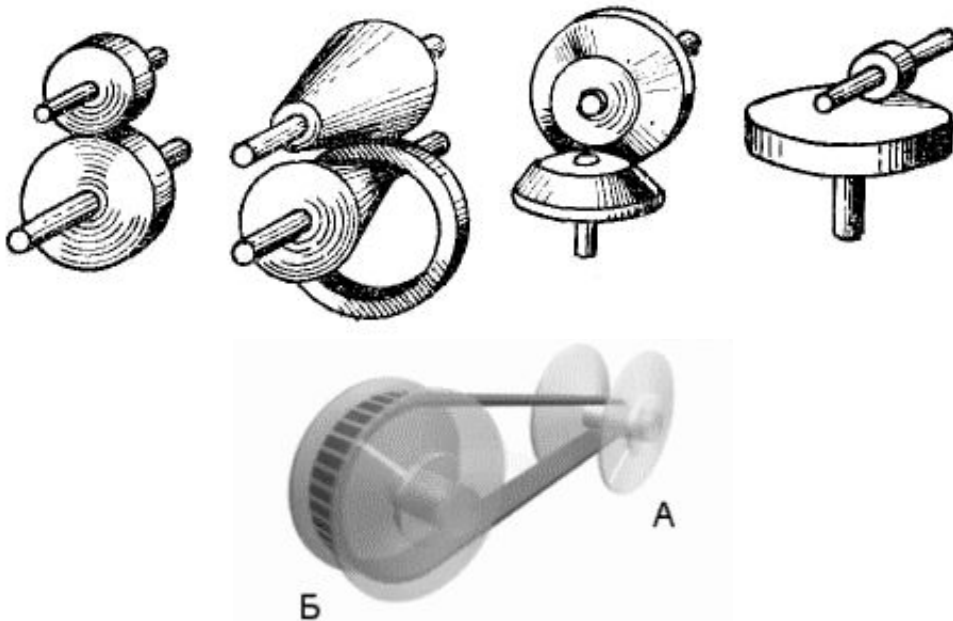
В закрытых фрикционных передачах масляная ванна обеспечивает хороший отвод теплоты, делает скольжение менее опасным, увеличивает долговечность передачи.



1 Фрикционные передачи

Достоинства фрикционных передач

1. Простота конструкции и обслуживания.
2. Равномерность и бесшумность вращения.
3. Возможность бесступенчатого регулирования передаточного числа, причем на ходу, без останова передачи.
4. Невозможность аварий при перегрузках.



1 Фрикционные передачи

Недостатки фрикционных передач

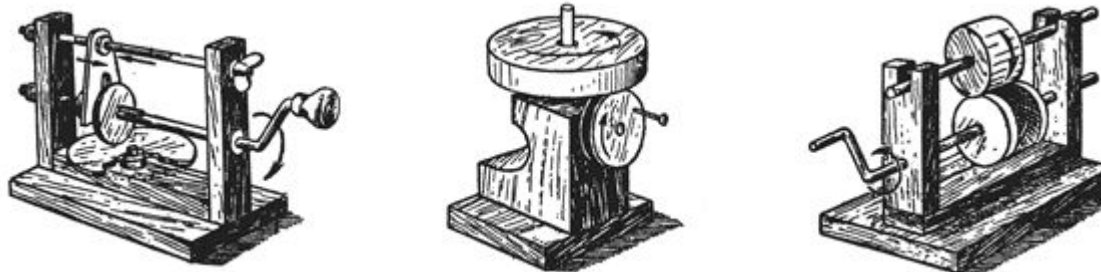
1. Большое и неравномерное изнашивание рабочих поверхностей катков при буксовании.
2. Большие нагрузки на валы и подшипники от прижимной силы F_r , что требует увеличения размеров валов и подшипников и, следовательно, делает передачу громоздкой, что ограничивает передаваемую мощность.
3. Непостоянное передаточное число из-за проскальзывания катков.
4. Большие габаритные размеры (по сравнению с зубчатыми передачами).



1 Фрикционные передачи

Применение

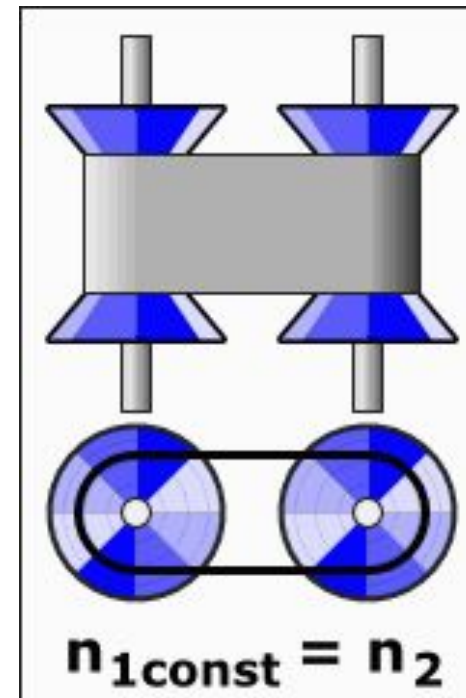
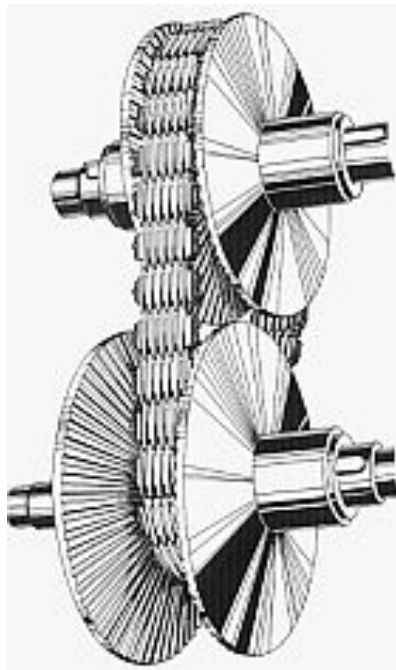
- Фрикционные передачи предназначены для мощностей, не превышающих 200 кВт, окружная скорость катков допускается до 25 м/с.
- *Фрикционные передачи с нерегулируемым передаточным числом* в машиностроении применяют сравнительно редко.
 - В качестве силовых передач они громоздки и малонадежны.
 - Эти передачи используют преимущественно в приборах (спидометры, магнитофоны и др.), где требуется плавность и бесшумность работы.



1 Фрикционные передачи

Применение

- Фрикционные передачи с бесступенчатым регулированием – вариаторы – широко применяют в различных машинах, например в транспортирующих и текстильных машинах, станках и т. д.



1 Фрикционные передачи

Скольжение в передаче

- Различают три вида скольжения в передаче:

1) Буксование.

Буксование наступает при перегрузках элементов передачи.

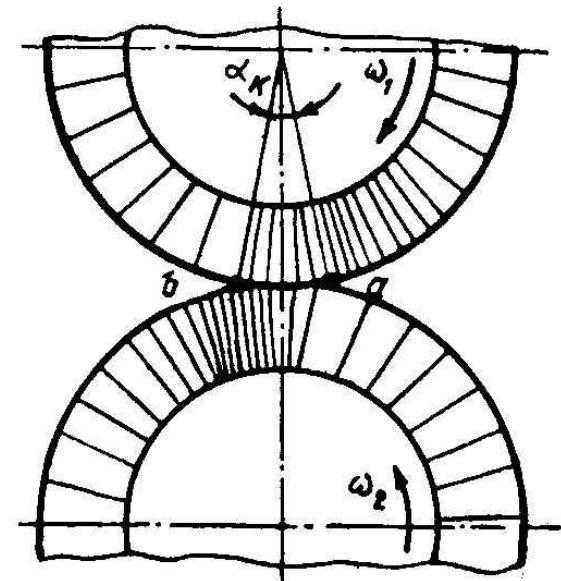
2) Упругое скольжение.

Упругое скольжение характерно для нормально работающей передачи.

Участки поверхности ведущего катка подходят к площадке контакта сжатыми, а отходят растянутыми.

На ведомом катке наблюдается обратная картина.

Касание сжатых и растянутых волокон катков приводит к их упругому скольжению, что вызывает отставание ведомого катка от ведущего.



1 Фрикционные передачи

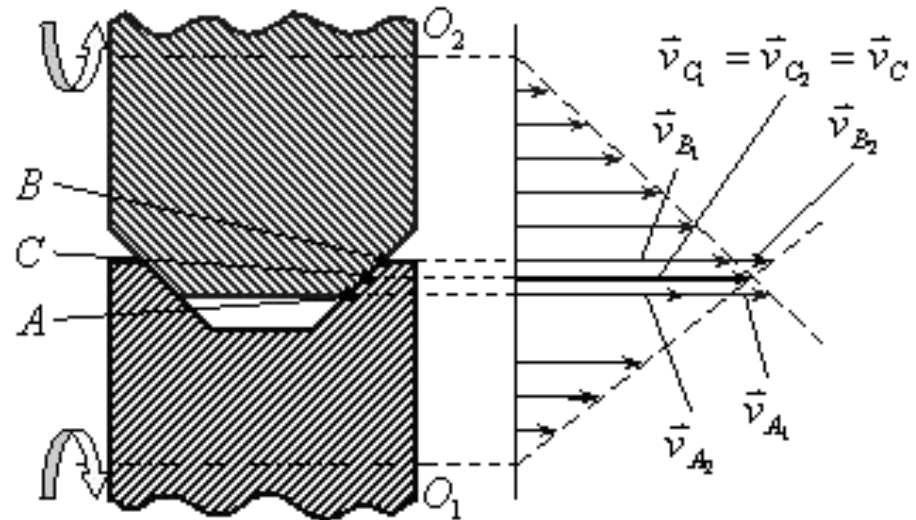
Скольжение в передаче

3) Геометрическое скольжение.

Связано с тем, что окружные скорости вращения ведущего и ведомого катков на площадке их контакта различны.

Геометрическое скольжение является основной причиной изнашивания рабочих поверхностей элементов фрикционных передач.

Примером геометрического скольжения могут служить фрикционные передачи с клинчатыми катками.



1 Фрикционные передачи

1. Передаточное число.

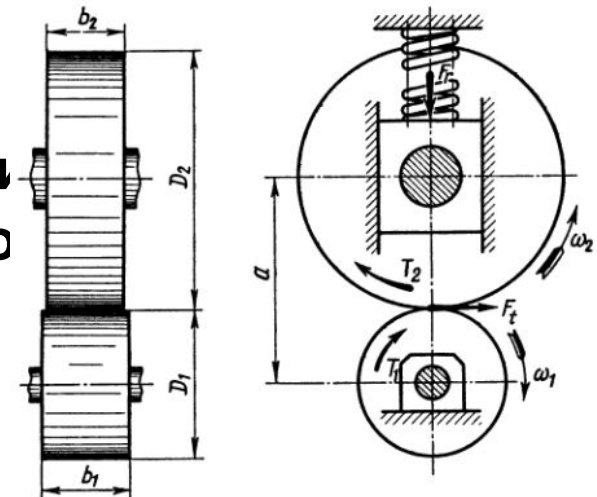
На рисунке показана схема простейшей цилиндрической фрикционной передачи с нерегулируемым передаточным числом

□ Передаточное число:

$$u = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{D_2}{D_1(1-\varepsilon)} \approx \frac{D_2}{D_1}$$

где ε – коэффициент скольжения; $\varepsilon = 0,005 \dots 0,03$.

В силовых передачах рекомендуется $u \leq 6$.



2. Геометрический расчет передачи.

■ Межосевое расстояние $a = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{D_1(u+1)}{2}$

Диаметр ведущего катка:

$$D_1 = \frac{2a}{u+1}$$

Диаметр ведомого катка:

$$D_2 = D_1 \cdot u$$

1 Фрикционные передачи

3. Силы в передаче.

При работе фрикционных передач должно соблюдаться условие $R_f = F_t$

$$R_f = f \cdot F_r$$

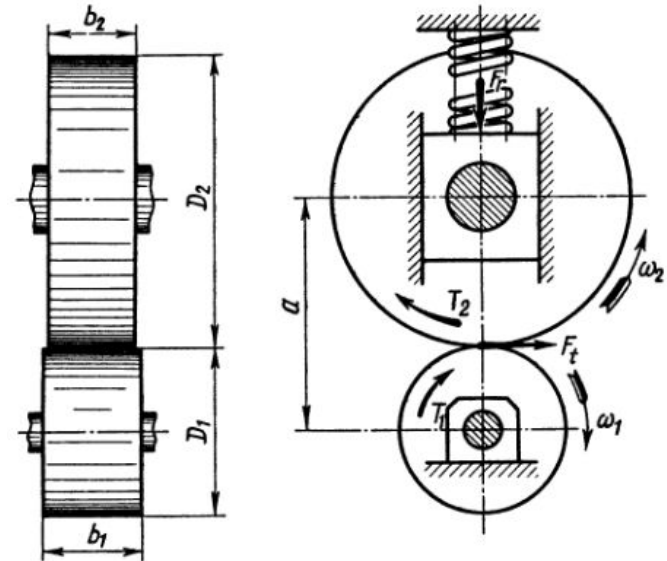
где сила трения

$$F_t = \frac{2T_2}{D_2}$$

$$F_r = \frac{K \cdot F_t}{f}$$

■ Окружная сила

■ Прижимная сила



где K – коэффициент нагрузки (запас сцепления) вводится для предупреждения пробуксовывания катков от перегрузок, в частности, в период пуска.

Для силовых передач $K = 1,25 \dots 2$, для передач приборов $K = 3 \dots 5$.

1 Фрикционные передачи

- Вариаторы служат для плавного (бесступенчатого) изменения на ходу угловой скорости ведомого вала при постоянной угловой скорости ведущего.
- *Вариатор* – механическая передача, способная плавно менять передаточное отношение в некотором диапазоне регулирования.
- Изменение передаточного отношения производится вручную или автоматически.

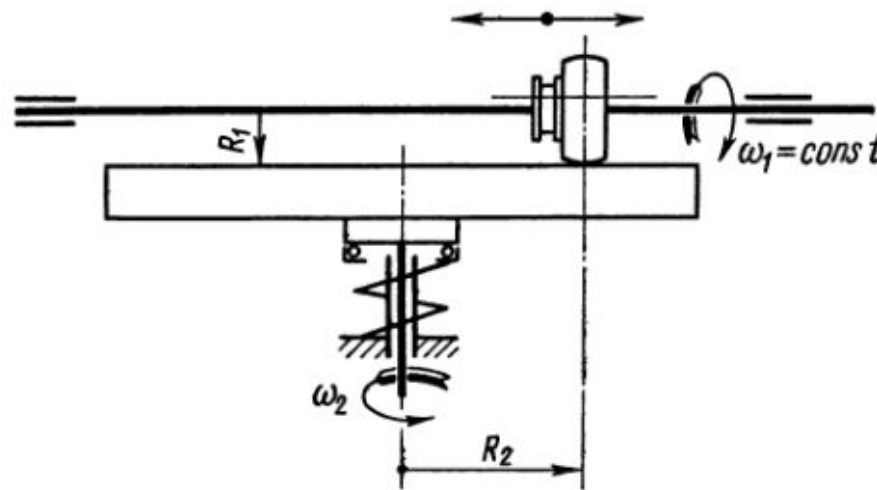
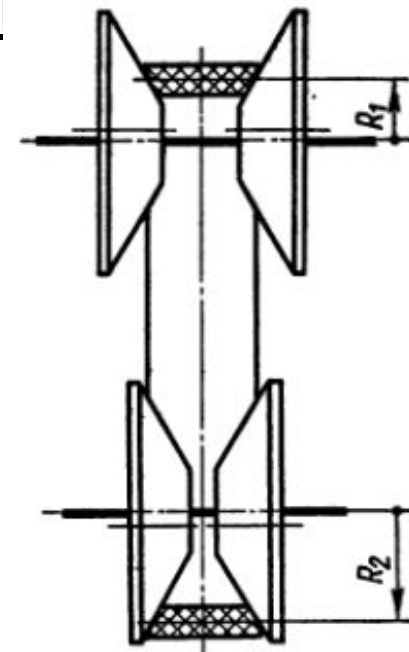


Схема лобового вариатора

1 Фрикционные передачи

- **Бесступенчатое регулирование скорости способствует повышению производительности работы машины вследствие возможности выбора оптимального процесса.**
- **В некоторых машинах – конвейеры, мешалки, волочильные подобные им машины – плавное регулирование скорости является технологически обязательны**



**Схема вариатора
с раздвижными
конусами**

1 Фрикционные передачи

■ **Главной характеристикой вариатора является диапазон регулирования, равный отношению максимальной угловой скорости ведомого катка ω_{2max} к его минимальной угловой скорости ω_{2min} :**

$$D = \frac{\omega_{2max}}{\omega_{2min}} = \frac{u_{max}}{u_{min}} = \frac{R_{max}}{R_{min}} = u_{max}^2$$

■ Практически для одноступенчатых вариаторов $D = 3 \dots 8$.

■ Вариаторы подбирают по каталогам или справочникам в зависимости от передаваемого момента, диапазона регулирования и угловой скорости ведущего вала.



2 Ременные передачи

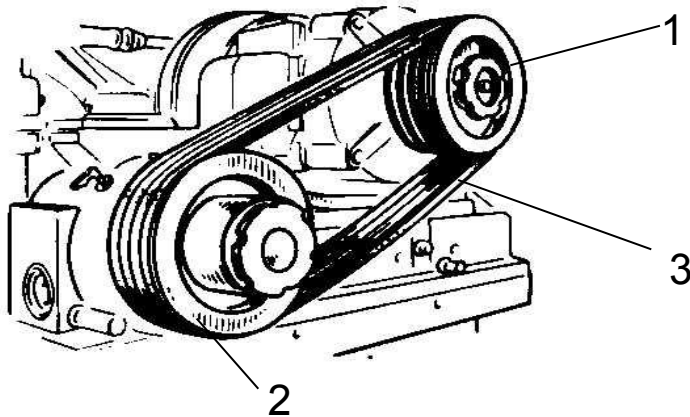
- ***Ременная передача*** – механическая передача вращательного движения при помощи натянутого приводного ремня, перекинутого через шкивы, закрепленные на валах.
- Нагрузка передается силами трения, возникающими между шкивом и ремнем вследствие натяжения последнего.



- ***Ремённая передача*** предназначена для передачи механической энергии при помощи гибкого элемента (ремня) за счёт сил трения или сил зацепления (зубчатые ремни).

2 Ременные передачи

- Ременная передача относится к передачам трением с гибкой связью. Состоит из ведущего (1) и ведомого (2) шкивов, огибаемых ремнем (3).

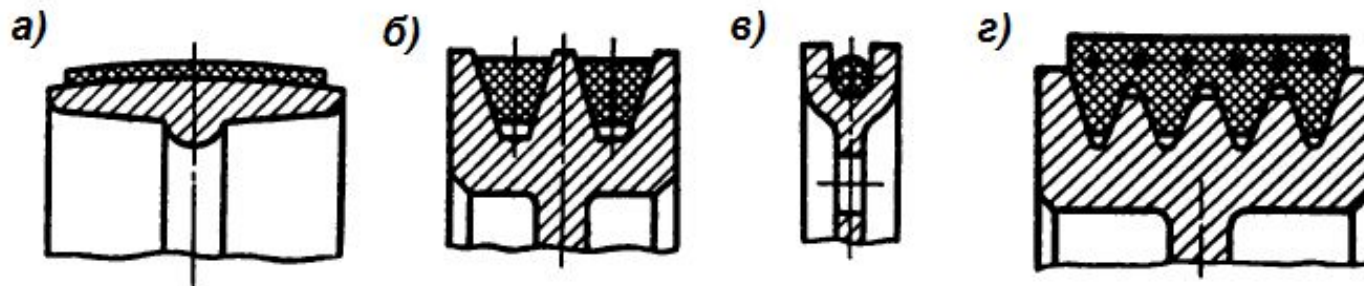


- Ремень, являясь промежуточной гибкой связью, передаёт крутящий момент с *ведущего шкива* на *ведомый* за счёт сил трения, возникающих между натянутым ремнем и шкивами.

2 Ременные передачи

■ В зависимости от формы поперечного сечения ремня передачи бывают:

- плоскоременные (а),
- клиноременные (б),
- круглоременные (в),
- поликлиноременные (г).

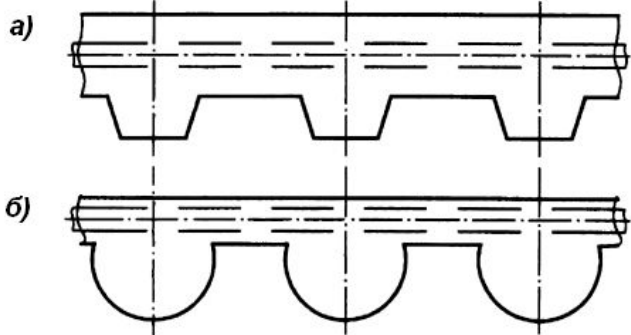


■ В современном производстве наибольшее применение имеют *клиновые* и *поликлиновые ремни*.

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

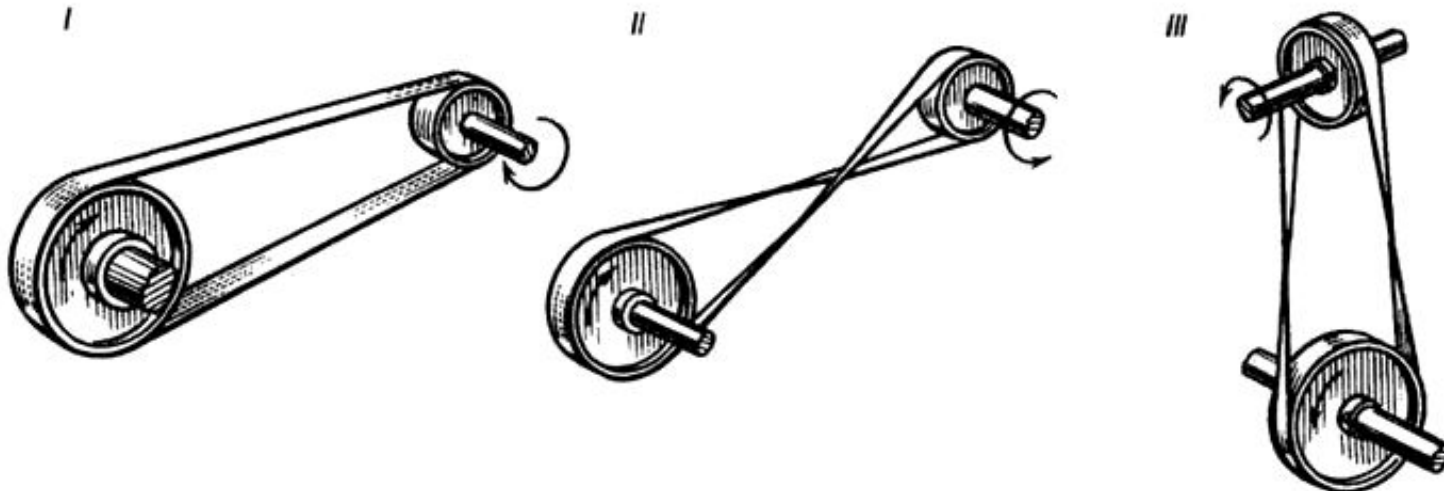
2 Ременные передачи

- Разновидностью ременной передачи является зубчато-ременная, передающая нагрузку путем зацепления ремня со шкивами.
- Зубчатые ремни выполняют бесконечными плоскими с выступами на внутренней поверхности, которые входят в зацепление с зубьями на шкивах.
- Зубья ремня выполняют с трапецеидальным (а) или полукруглым профилем (б).
 - Полукруглый профиль обеспечивает более равномерное распределение напряжений в ремне, возможность передачи нагрузок на 40 %, более плавный вход зубьев



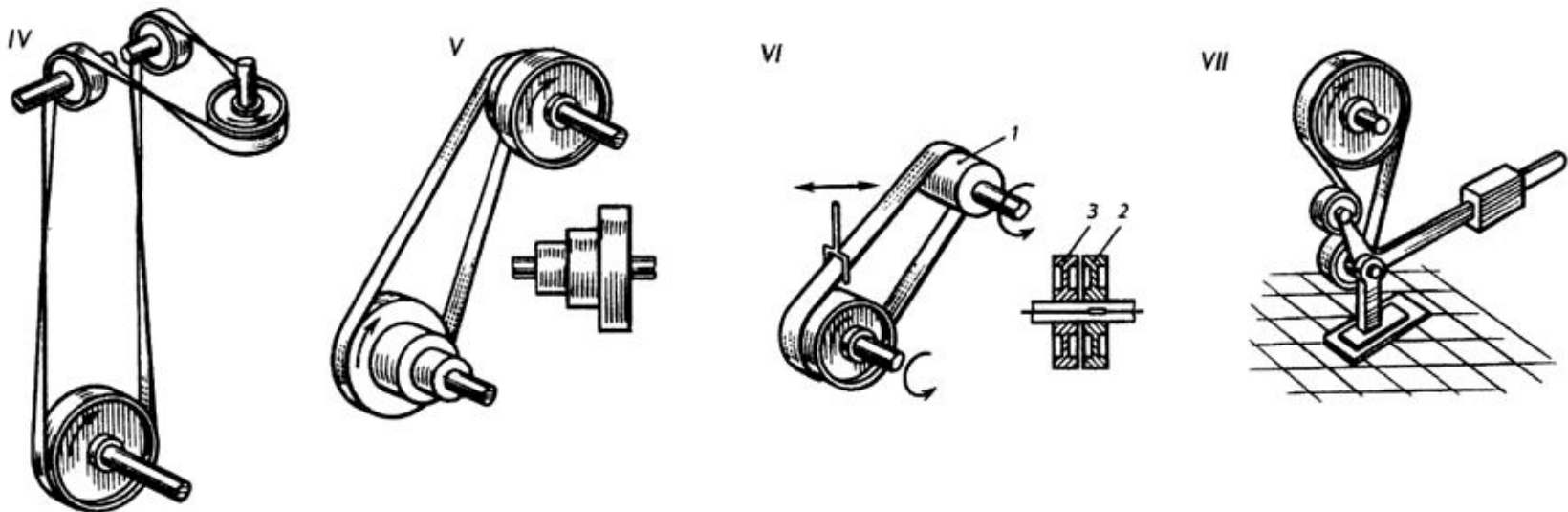
2 Ременные передачи

- **В зависимости от расположения осей шкивов и назначения различаются следующие типы ременных передач:**
 - **открытая передача** — при параллельных осях и вращении шкивов в одном направлении (I);
 - **перекрестная передача** — при параллельных осях и вращении шкивов в противоположных направлениях (II);
 - **полуперекрестная передача** — при перекрещивающихся осях (III);



2 Ременные передачи

- **В зависимости от расположения осей шкивов и назначения различаются следующие типы ременных передач:**
 - **угловая передача — при пересекающихся осях (IV);**
 - **передача со ступенчатыми шкивами (V);**
 - **передача с холостым шкивом (VI);**
 - **передача с натяжным роликом, обеспечивающая автоматическое натяжение ремня и увеличение угла обхвата ремнем меньшего шкива (VII).**



2 Ременные передачи

■ Достоинства ременных передач:

1. Простота конструкции и малая стоимость.
2. Возможность передачи мощности на значительные расстояния (до 15 м).
3. Плавность и бесшумность работы, что обусловлено эластичностью приводного ремня.
4. Предотвращение резкой перегрузки элементов машины вследствие упругости ремня и возможности его проскальзывания на шкивах.
5. Отсутствие необходимости в смазке



2 Ременные передачи

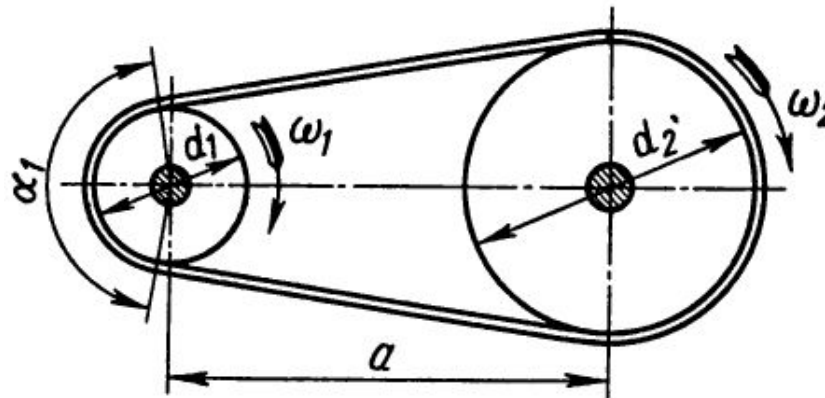
■ Недостатки ременных передач:

1. Большие габаритные размеры, в особенности при передаче значительных мощностей.
2. Малая долговечность ремня в быстроходных передачах.
3. Большие нагрузки на валы и подшипники от натяжения ремня (в 2..3 раза больше, чем в зубчатой передаче).
4. Непостоянное передаточное число из-за неизбежного упругого проскальзывания ремня (отклонение до 2 %).
5. Неприменимость во взрывоопасных местах вследствие электризации ремня.



2 Ременные передачи

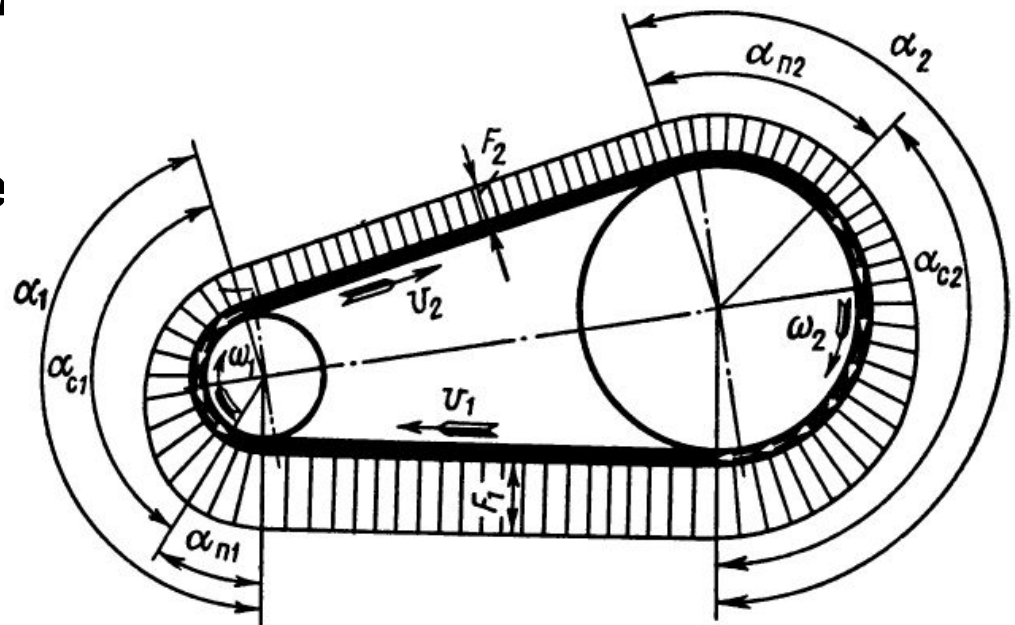
- **Ременные передачи применяют в большинстве случаев для передачи движения от электродвигателя, когда по конструктивным соображениям межосевое расстояние a должно быть достаточно большим, а передаточное число u не строго постоянным (в приводах станков, транспортеров, дорожных и строительных машин и т. п.).**



- **Мощность, передаваемая ременной передачей, обычно до 50 кВт (зубчатыми ремнями – до 200 кВт).**
- **Скорость ремня $v = 5...50$ м/с, а в сверхскоростных передачах может достигать до 100 м/с.**

2 Ременные передачи

- В ременной передаче возникают два вида скольжения ремня по шкиву:
 - *упругое* – неизбежное при нормальной работе передачи;
 - *буксование* – при перегрузке.
- В процессе обегания ремнем ведущего шкива натяжение его падает от F_1 до F_2 . Ремень укорачивается и отстает от шкива – возникает *упругое скольжение*.
- На ведомом шкиве происходит аналогичное скольжение, но здесь натяжение ремня возрастает от F_2 до F_1 , он удлиняется и опережает шкив.



2 Ременные передачи

Передаточное число.

- **Окружные скорости шкивов передачи**

$$v_1 = \omega_1 d_1 / 2 \quad \text{и} \quad v_2 = \omega_2 d_2 / 2,$$

где ω_1 и ω_2 – угловые скорости ведущего и ведомого шкивов;
 d_1 и d_2 – диаметры этих шкивов.

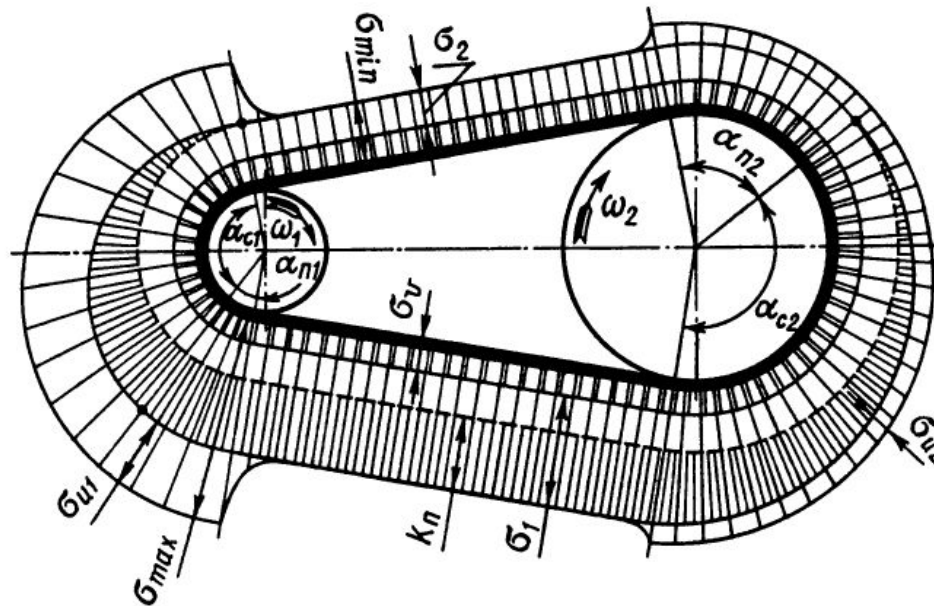
- **Вследствие упругого скольжения $v_1 > v_2$. Разделив v_1 на v_2 , с учётом коэффициента скольжения ξ [$\xi = (v_1 - v_2)/v_1$], получим передаточное число ремённой передачи:**

$$u = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{d_2}{d_1(1 - \xi)}$$

- **Рекомендуемые значения передаточных чисел:**
 - для плоскоремённых передач – $u \leq 5$,
 - для клиноремённых – $u \leq 7$,
 - для поликлиноремённых – $u \leq 8$.

2 Ременные передачи

- При работе ременной передачи напряжения по длине ремня распределяются неравномерно.



- Различают следующие виды напряжения в ремне:
 1. Предварительное напряжение σ_0 .
 2. Напряжение от центробежных сил σ_v .
 3. Удельная окружная сила (полезное напряжение) k_n .
 4. Напряжение изгиба σ_u .

2 Ременные передачи

- **Основными критериями работоспособности ременных передач являются:**
 - **тяговая способность**, которая зависит от значения сил трения между ремнем и шкивом,
 - **долговечность ремня**, т. е. его способность сопротивляться усталостному разрушению.
- **Основным расчетом ременных передач, обеспечивающим требуемую прочность ремней, является расчет по тяговой способности.**



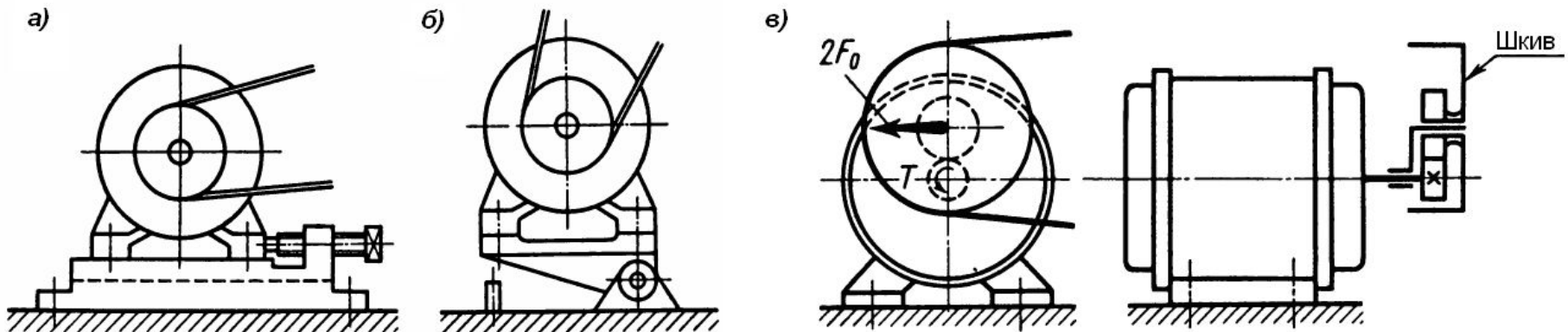
- **Расчет на долговечность производится как проверочный.**

2 Ременные передачи

Натяжение ремней.

Натяжение ремня в передачах осуществляется:

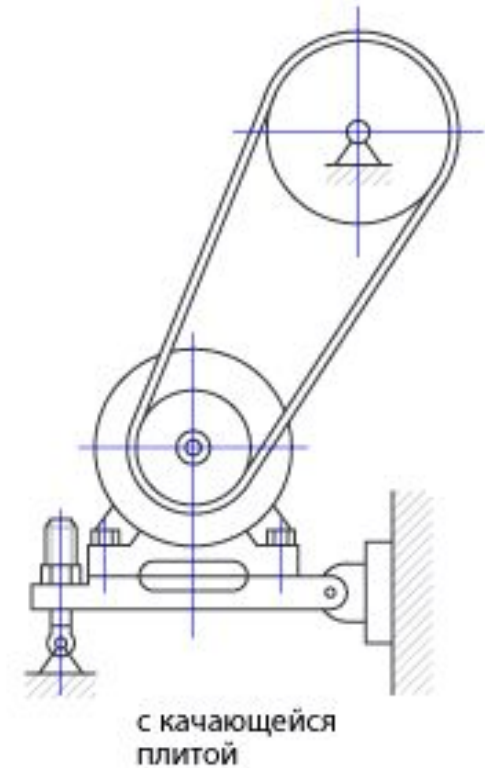
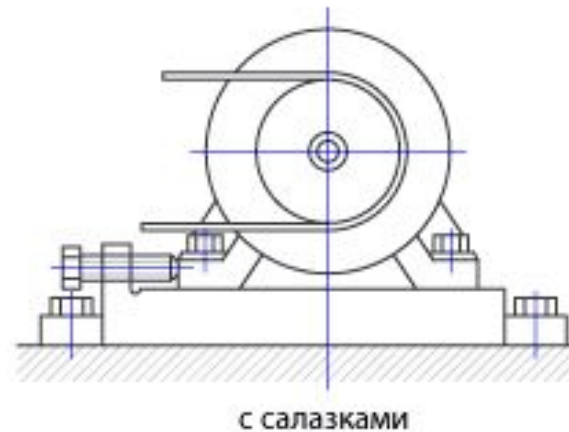
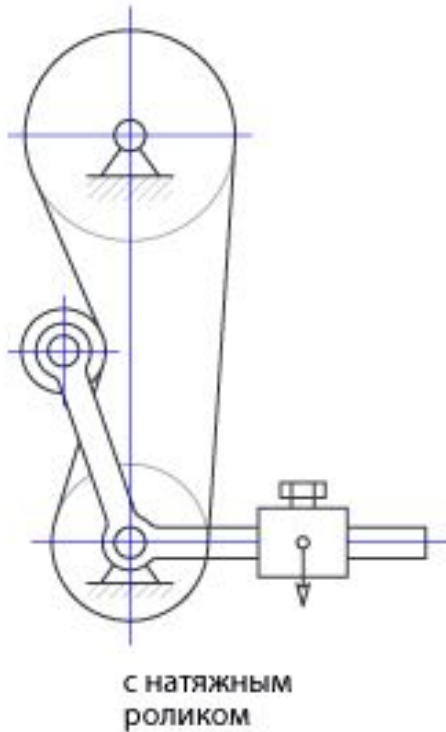
- 1) Устройствами периодического действия, где натяжение регулируется винтами (а) и др.**
- 2) Устройствами постоянного действия, где натяжение создается грузом, силой тяжести узла или пружиной (к ним относятся натяжные ролики, качающиеся плиты (б) и др.).**
- 3) Устройствами, автоматически обеспечивающими регулирование натяжения в зависимости от нагрузки с использованием активных и реактивных сил и моментов,**



2 Ременные передачи

Натяжение ремней.

■ **Натяжение ремня в передачах также может осуществляется по одной из приведенных схем:**



2 Ременные передачи

Коэффициент полезного действия.

■ ***КПД ременных передач*** зависит от потерь:

- на скольжение ремня по шкивам;
- на внутреннее трение в ремне при изгибе;
- на сопротивление воздуха движению ремня и шкивов;
- на трение в подшипниках.

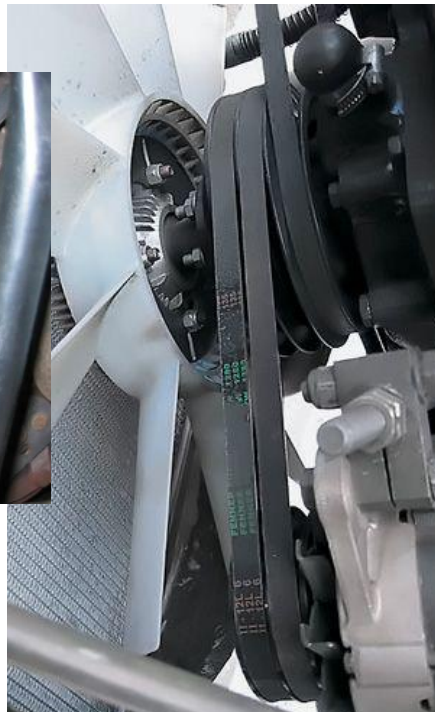


■ **КПД также зависит от степени загруженности передачи.**

2 Ременные передачи

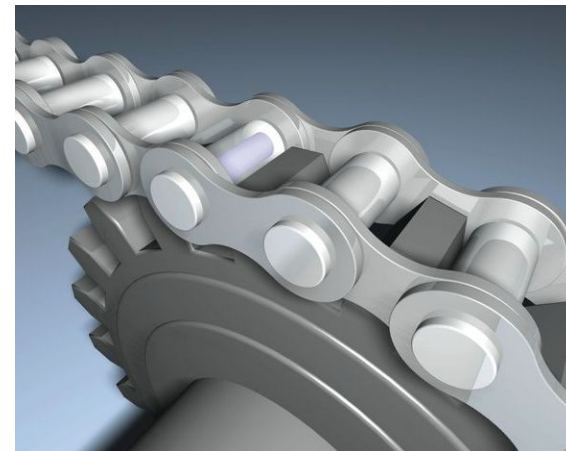
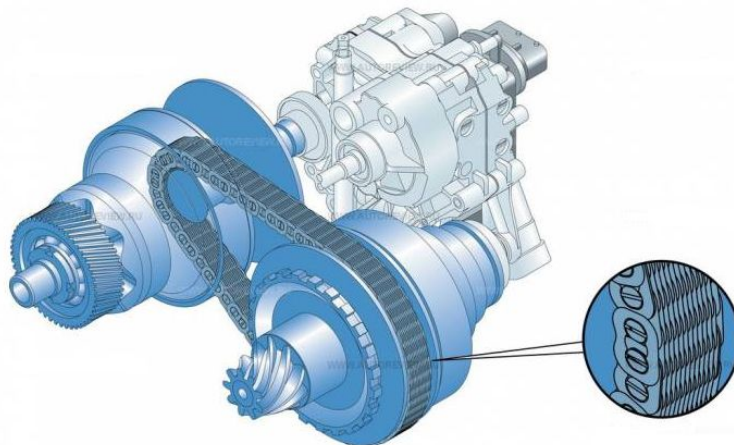
Коэффициент полезного действия.

- При нормальных условиях работы принимают:
 - для плоскоременной передачи $\eta = 0,94...0,96$;
 - для клиноременной и поликлиноременной передачи $\eta = 0,88...0,96$.



3 Цепные передачи

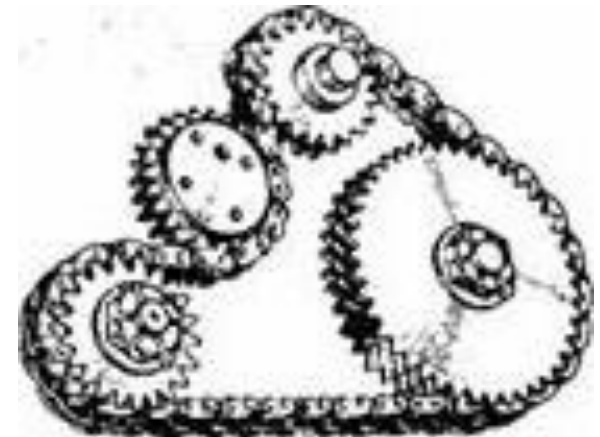
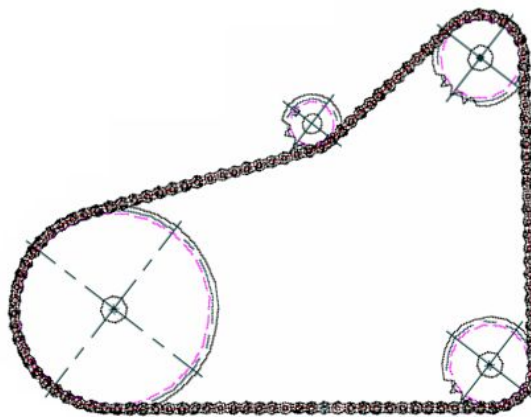
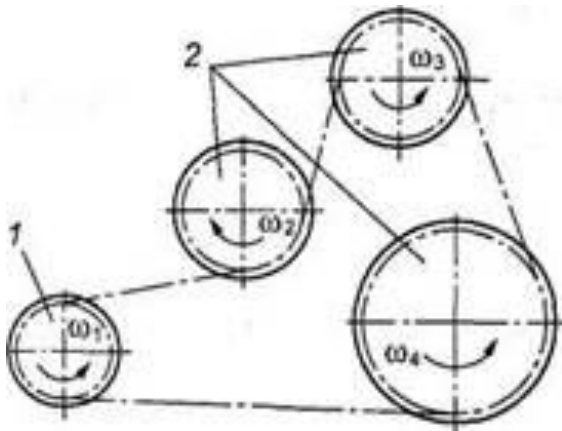
- **Цепная передача** – механизм для передачи вращения между параллельными валами при помощи жестко закрепленных на валах зубчатых колёс звёздочек, через которые перекинута замкнутая приводная цепь.
- ***Цепная передача*** в самом распространенном виде состоит из расположенных на некотором расстоянии друг от друга ведущей и ведомой звёздочек и охватывающей их цепи.



- ***Вращение ведущей звёздочки преобразуется во вращение ведомой благодаря сцеплению цепи с зубьями звёздочек.***

3 Цепные передачи

- Цепная передача относится к *передачам зацеплением с гибкой связью*.
- Цепные передачи можно использовать как при больших, так и при малых межосевых расстояниях.
- Они могут передавать мощность от одного ведущего звена 1 нескольким звездочкам 2.



3 Цепные передачи

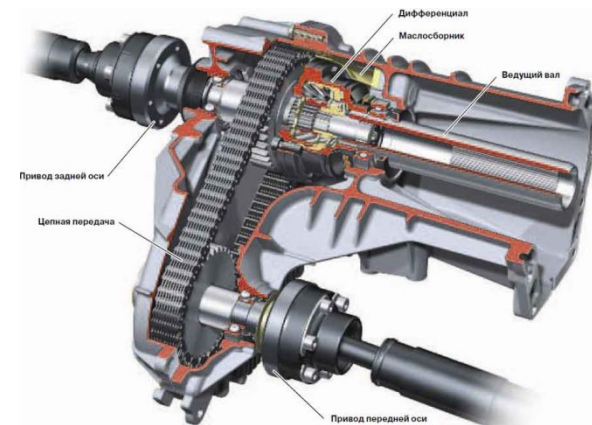
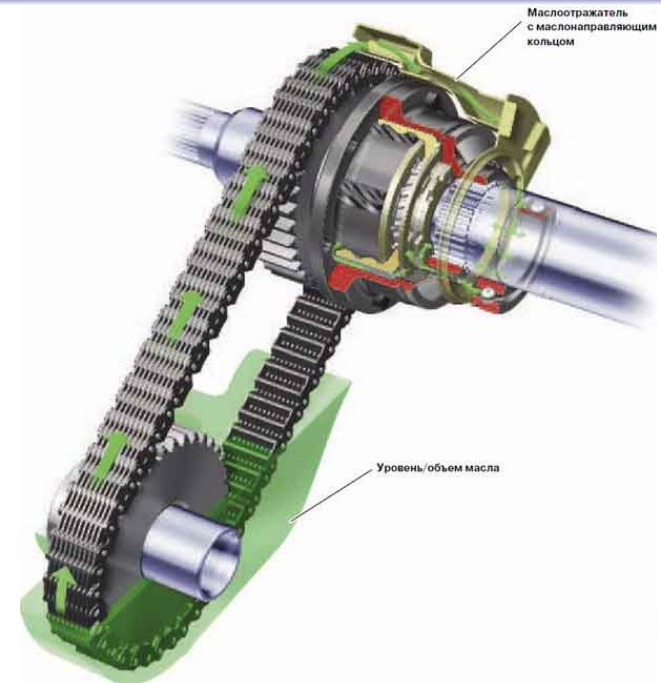
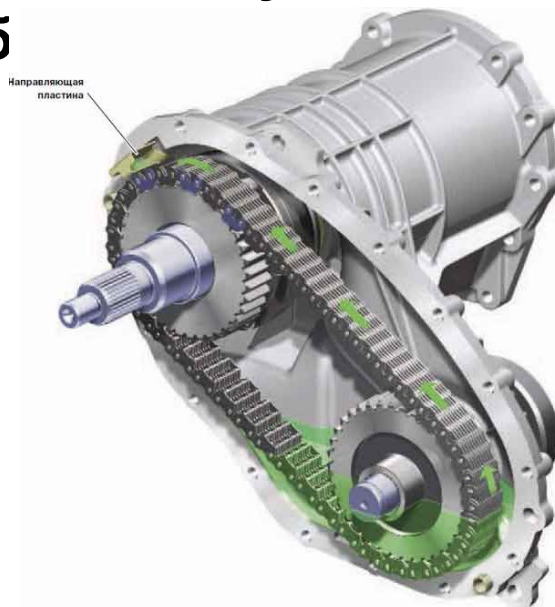
- Цепные передачи применяют при больших межосевых расстояниях, когда зубчатые передачи невозможно использовать из-за громоздкости, а ременные передачи – в связи с требованиями компактности или постоянства передаточного



- В зависимости от конструкции цепей применяют передачи мощностью до 5000 кВт при окружных скоростях до 30...35 м/с.
- Наиболее распространены цепные передачи мощностью до 100 кВт при окружных скоростях до 15 м/с.

3 Цепные передачи

- Цепные передачи, работающие при больших нагрузках и скоростях, помещают в специальные кожухи, называемые *картерами*, что обеспечивает постоянную обильную смазку цепи, безопасность и защиту передачи от загрязнения и уменьшение шума, возникающего при ее раб

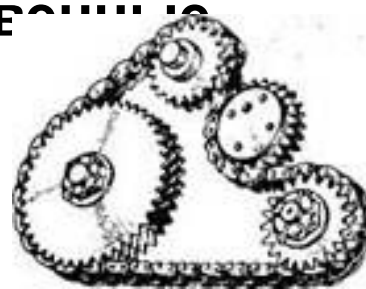
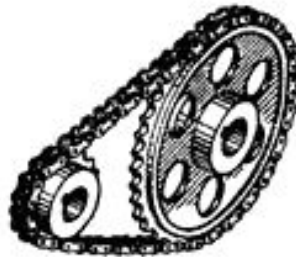


3 Цепные передачи

Цепные передачи разделяют по следующим основным признакам:

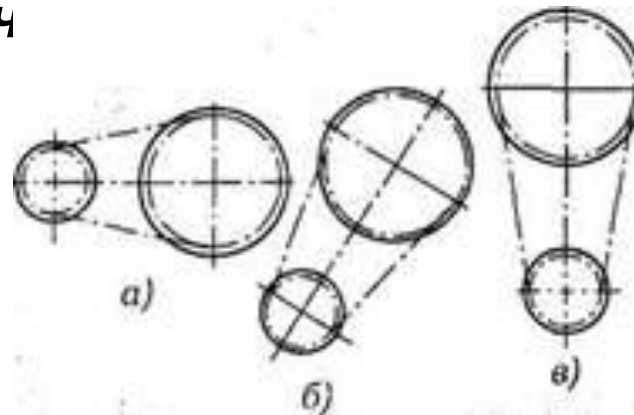
1. По числу ведомых звездочек:

- нормальные двухзвенные;
- спец| МНОГОЗВЕННЫЕ



2. По расположению звездоч

- горизонтальные (а);
- наклонные (б);
- вертикальные (в).

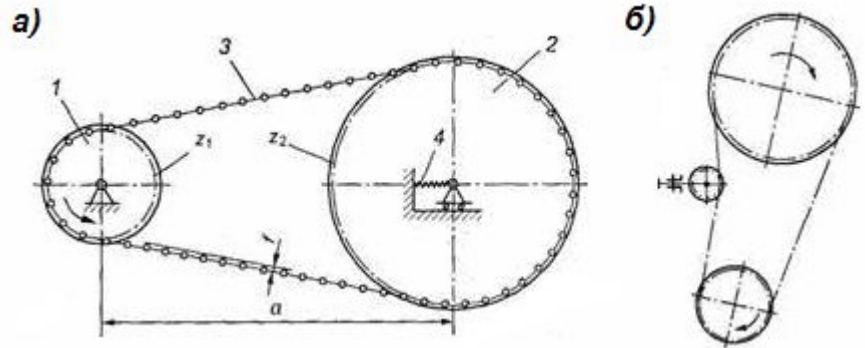


3 Цепные передачи

Цепные передачи разделяют по следующим основным признакам:

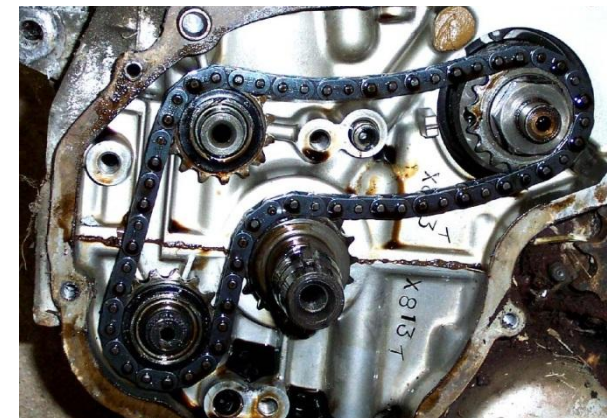
3. По способу регулирования провисания цепи:

- с натяжным устройством (а)
- с натяжной звездочкой (б).



4. По конструктивному исполнению:

- открытые;
- закрытые.



3 Цепные передачи

- **Достоинства цепных передач:**

1. По сравнению с зубчатыми передачами цепные передачи могут передавать движение между валами при значительных межосевых расстояниях (до 5 м).

2. По сравнению с ременными передачами:

а) более компактны (занимают значительно меньше места по ширине);

б) могут передавать большие мощности (до 5000 кВт);

в) меньшие нагрузки на валы и подшипники (нет необходимости в большом предварительном натяжении цепи);

г) могут передавать движение одной цепью несколькими звездочкам.



3 Цепные передачи

■ Недостатки цепных передач:

1. Значительный шум вследствие удара звена цепи при входе в зацепление, особенно при малых числах зубьев звездочек и большом шаге.

2. Сравнительно быстрое изнашивание шарниров цепи вследствие затруднительного подвода смазочного материала.

3. Удлинение цепи вследствие износа ее шарниров и растяжения пластин, в результате имеет беспокойный ход.

4. Наличие в элементах цепи переменных ускорений, вызывающих динамические нагрузки тем большие, чем выше скорость движения цепи и чем меньше зубьев на меньшей звездочке.



3 Цепные передачи

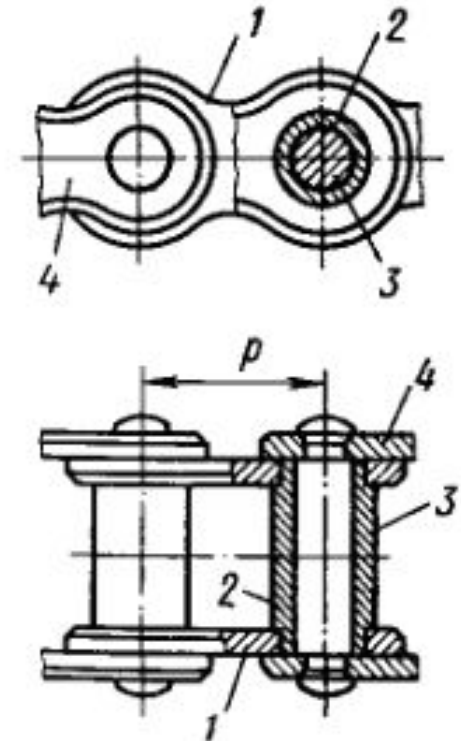
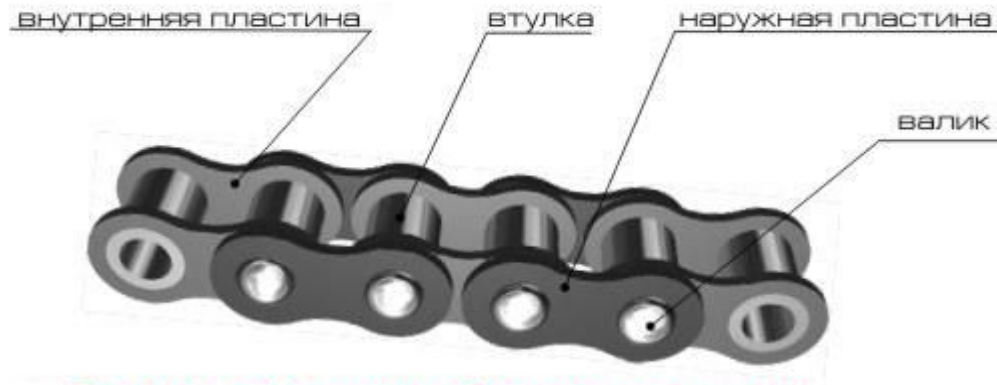
- Главный элемент цепной передачи – *приводная цепь*, которая состоит из соединенных шарнирами звеньев.
- Приводные цепи по конструкции различают:
 - втулочные (ГОСТ 13568-97);
 - роликовые (ГОСТ 13568-97);
 - зубчатые (ГОСТ 13552-81);
 - фасоннозвенные.



3 Цепные передачи

Втулочные цепи

■ **Втулочная однорядная цепь** состоит из внутренних пластин 1, напрессованных на втулки 2, свободно вращающиеся на валиках 3, на которых напрессованы наружные пластины 4.



Эти цепи простые по конструкции, имеют небольшую массу и наиболее дешевые, но менее изнosoустойчивы, поэтому применение их ограничивают небольшими скоростями, обычно до 10 м/с.

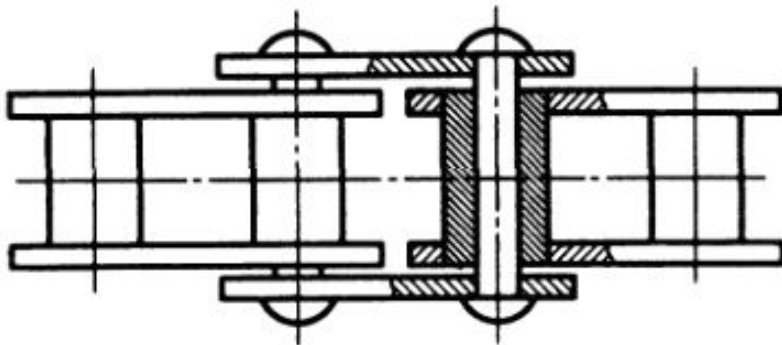
3 Цепные передачи

Втулочные цепи

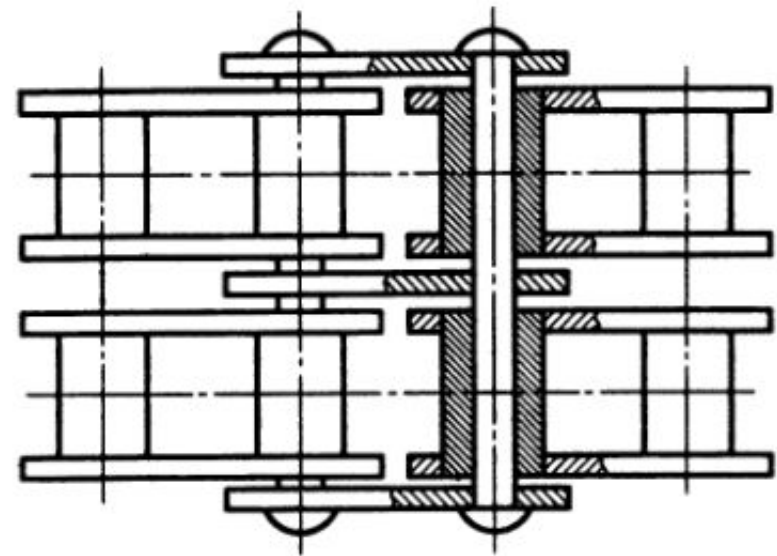
■ В зависимости от передаваемой мощности втулочные цепи изготавливают:

- а) однорядными (ПВ);
- б) двухрядными (2ПВ).

а)



б)

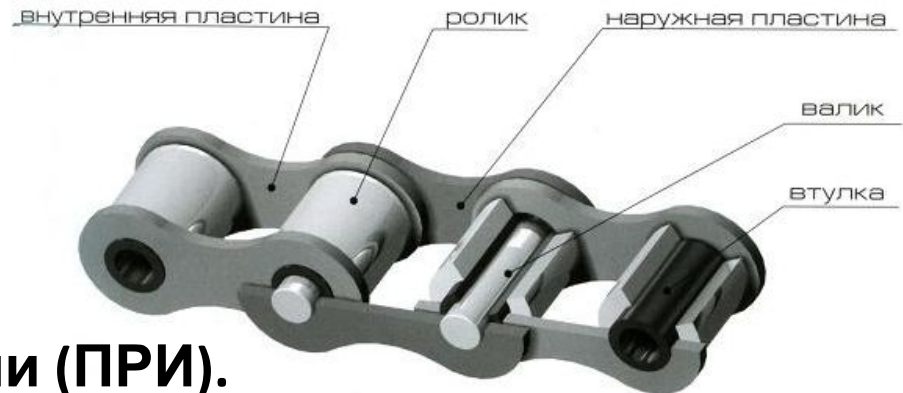


3 Цепные передачи

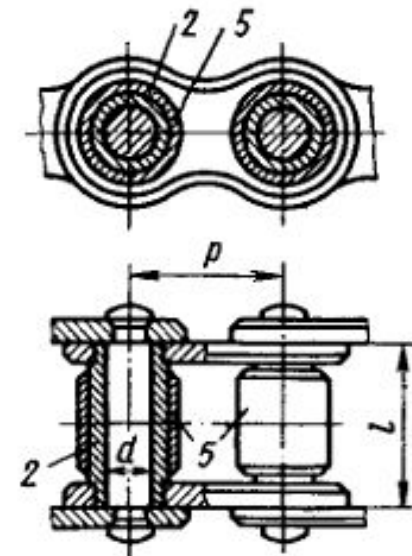
Роликовые цепи

■ **Приводные роликовые цепи бывают:**

- **однорядные (ПР);**
- **двухрядные (2ПР);**
- **трёхрядные (3ПР);**
- **четырёхрядные (4ПР);**
- **с изогнутыми пластинками (ПРИ).**



■ **Роликовая однорядная цепь отличается втулочной тем, что на её втулках 2 свободно вращающиеся ролики 5.**

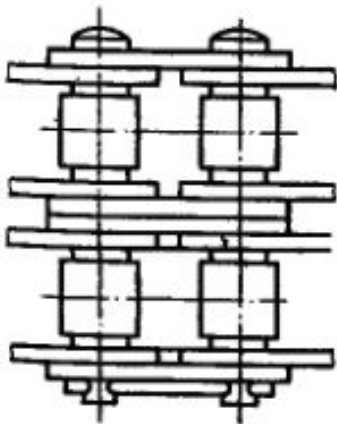


**от
вают**

3 Цепные передачи

Роликовые цепи

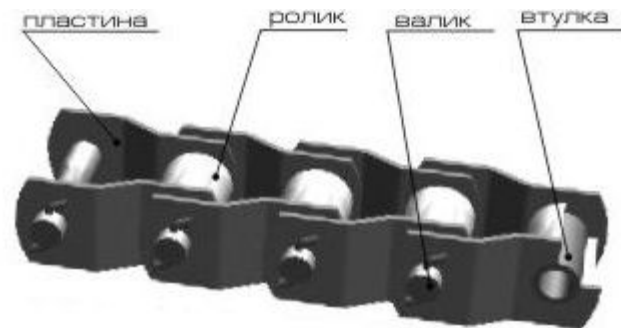
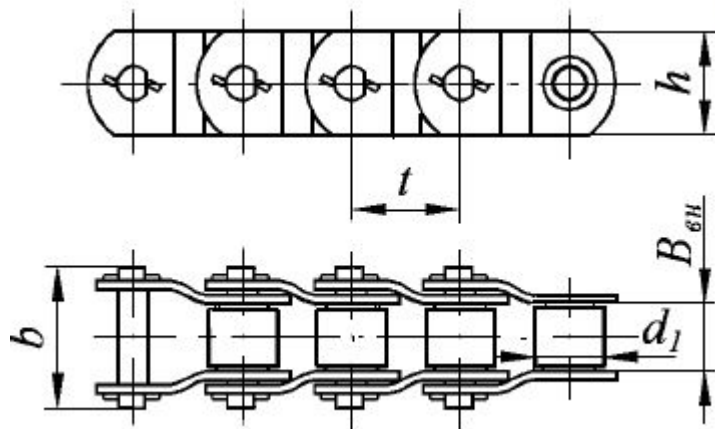
- Ролики заменяют *трение скольжения* между втулками и зубьями звездочек во втулочной цепи *трением качения*. Поэтому износостойкость роликовых цепей по сравнению со втулочными значительно выше и соответственно их применяют при окружных скоростях передач до 20 м/с.
- *Многорядные цепи* позволяют увеличивать нагрузку пропорционально числу рядов, поэтому их применяют при передаче больших мощностей.



3 Цепные передачи

Роликовые цепи

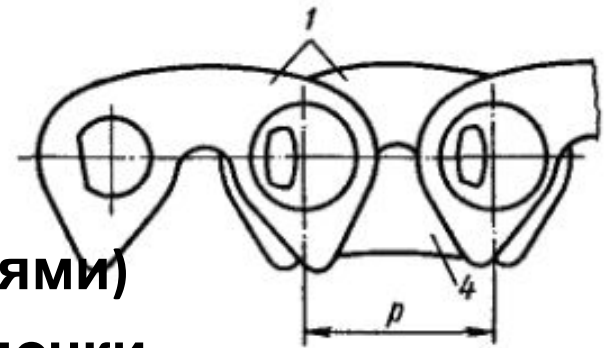
- Роликовые цепи с изогнутыми пластинами повышенной податливости применяют при динамических нагрузках (ударах, частых реверсах и т. д.).



3 Цепные передачи

Зубчатые цепи

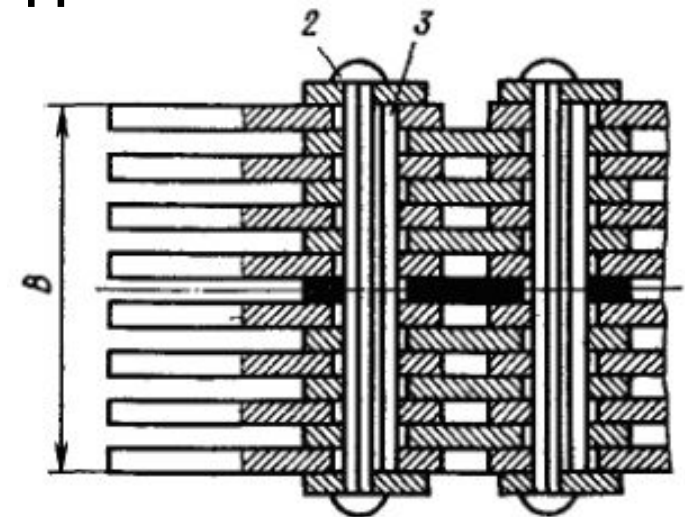
- **Зубчатая цепь** в каждом звене имеет набор пластин 1 (число их определяется шириной цепи) с двумя выступами (зубьями) и с впадиной между ними для зуба звездочки.



Эта цепь изготавливается с шарнирами трения качения.

В отверстиях пластин каждого шарнира устанавливаются две призмы 2 и 3 с криволинейными рабочими поверхностями.

В процессе движения цепи призмы перекатывают одна другую.

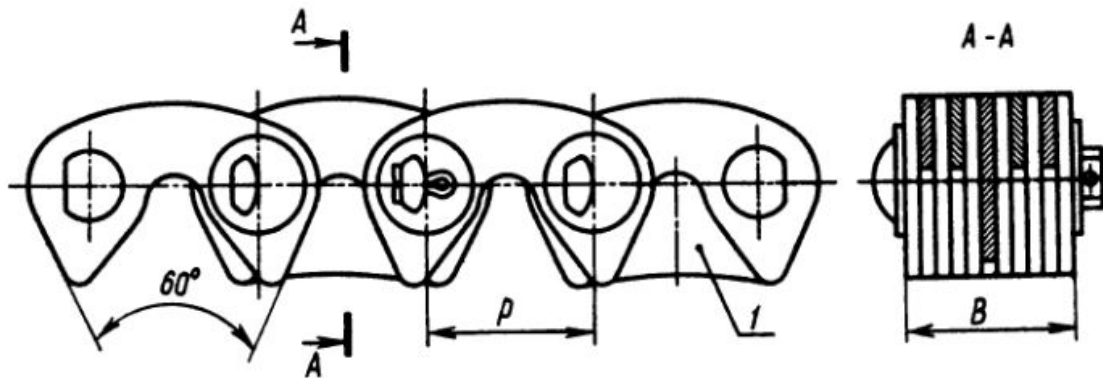


- Число пластин определяет ширина цепи B , которая зависит от передаваемой мощности.

3 Цепные передачи

Зубчатые цепи

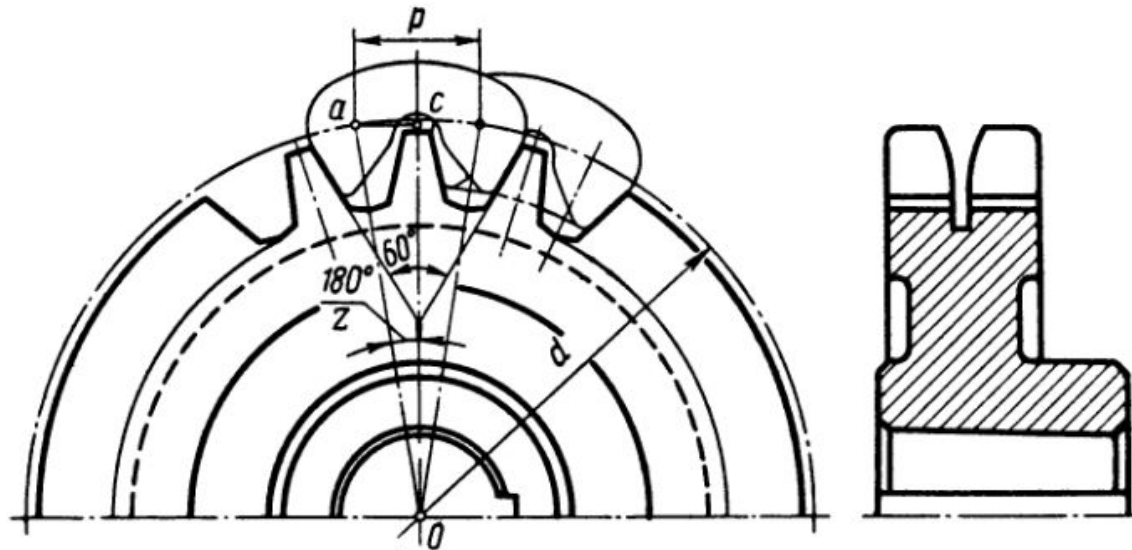
- Рабочими гранями пластин являются плоскости зубьев, расположенные под углом 60° , которыми каждое звено цепи садится на два зуба звездочки.
- Зубчатые цепи для предохранения от соскальзывания со звездочек при работе снабжают направляющими пластинами 1, представляющими собой обычные пластины, но без выемок для зубьев звездочек.



3 Цепные передачи

Зубчатые цепи

- Зубчатые цепи вследствие лучших условий зацепления с зубьями звездочек работают с меньшим шумом.
- По сравнению с другими зубчатые цепи более тяжелые, сложнее в изготовлении и дороже, поэтому их применяют ограниченно.
 - Рекомендуются при скоростях $v < 25$ м/с

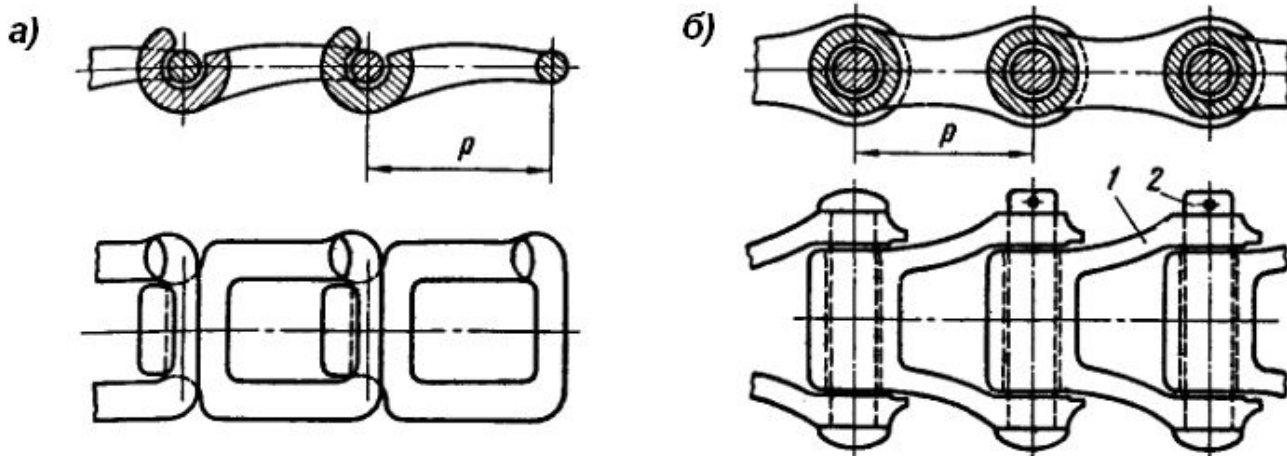


Звездочка зубчатой цепи

3 Цепные передачи

Фасоннозвенные цепи

- **Фасоннозвенные цепи** различают двух типов:
 - крючковые (а);
 - штыревые (б).
- **Крючковая цепь** состоит из звеньев одинаковой формы. Сборку и разборку этой цепи осуществляют путем взаимного наклона звеньев на угол 60° .
- В **штыревой цепи** литые звенья 1 соединяются зашплинтованными стальными штырями 2.



3 Цепные передачи

Материал цепей

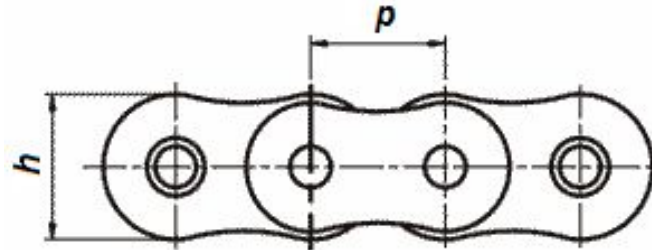
- От материала и термической обработки цепей и звездочек зависит долговечность цепных передач.
Цепи должны быть износостойкими и прочными.
- Элементы втулочных, роликовых и зубчатых цепей изготавливают из следующих материалов:
 - пластины – из среднеуглеродистых или легированных сталей 40, 45, 50, 30ХНЗА с закалкой до твердости HRC 35...45,
 - валики, втулки, ролики и вкладыши – из цементируемых сталей 10, 15, 20, 12ХНЗА, 20ХНЗА, 30ХНЗА с термообработкой до твердости HRC 58...65.



3 Цепные передачи

Шаг цепи

■ Шаг p цепи является основным параметром цепной передачи и принимается по ГОСТ.



□ Чем больше шаг, тем выше нагрузочная способность цепи, но сильнее удар звена о зуб в период набегания на звездочку, меньше плавность, бесшумность и долговечность передачи.

□ При больших скоростях принимают цепи с малым шагом.

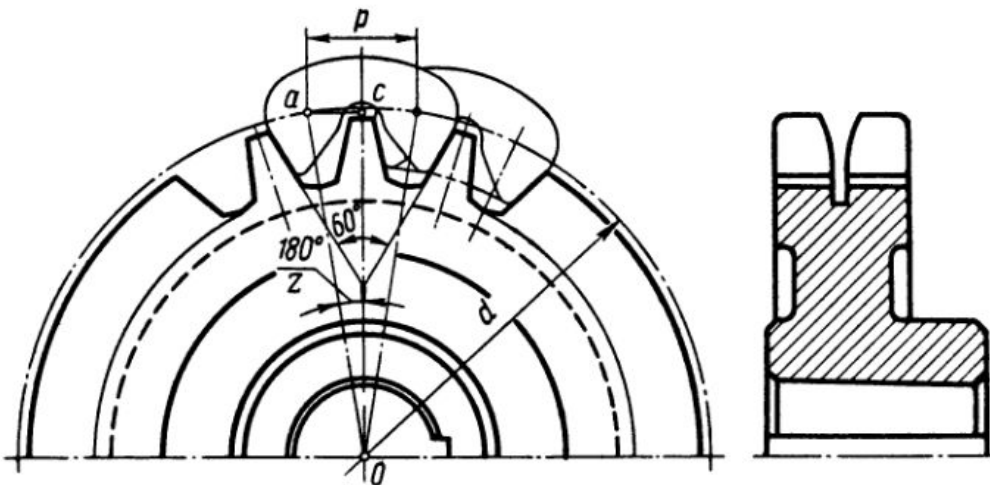
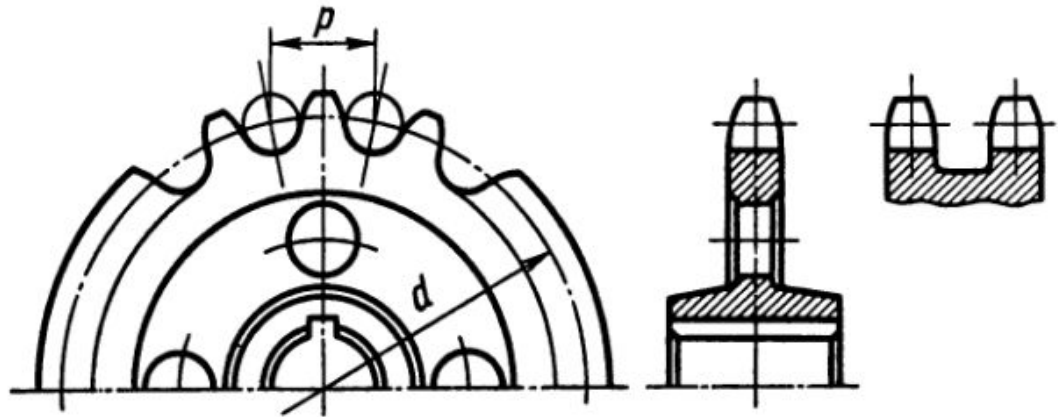
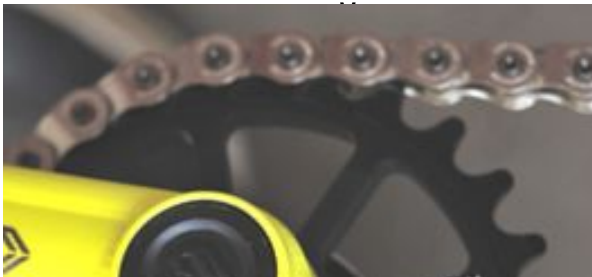
■ В быстроходных передачах при больших мощностях рекомендуются цепи малого шага: зубчатые большой ширины или роликовые многорядные.

■ Максимальное значение шага цепи ограничивается угловой скоростью малой звездочки

3 Цепные передачи

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

Звездочка
роликовой и

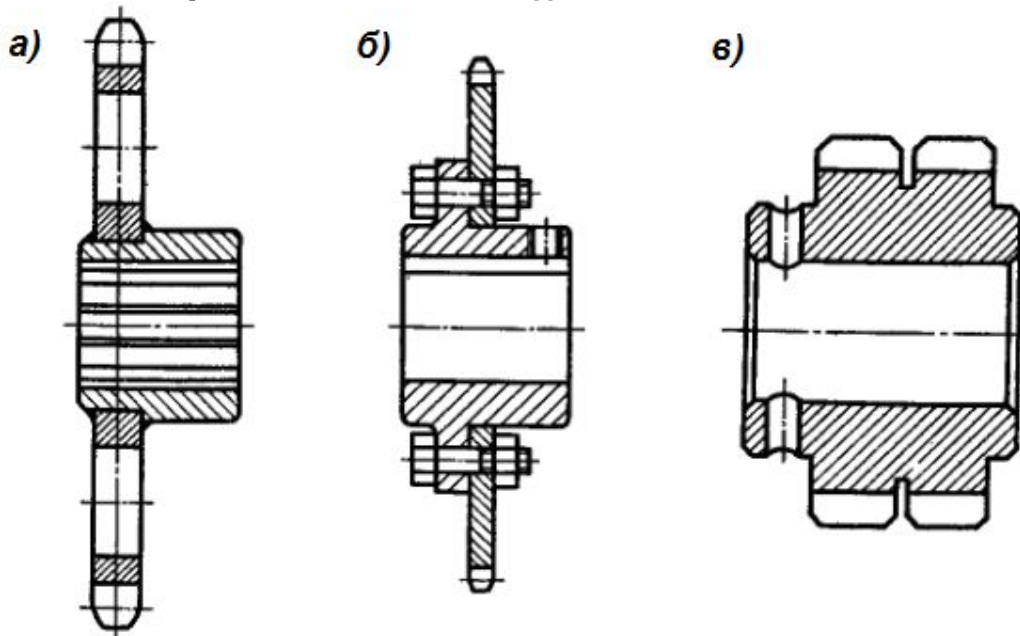


Звездочка зубчатой цепи



3 Цепные передачи

- В зависимости от размеров, материала и назначения их выполняют *целыми* или *составными*.
- Звездочки для втулочных и роликовых цепей имеют небольшую ширину. Их обычно выполняют из двух частей – диска с зубьями и ступицы, которые в зависимости от материала и назначения звездочки сваривают (а) или соединяют заклепками (болтами) (б).
- Звездочки полняют
целыми (в)



3 Цепные передачи

- **Предпочтительно принимать нечетные числа зубьев звездочек, что в сочетании с четным числом звеньев цепи способствует более равномерному ее изнашиванию.**



- **Максимальное число зубьев большой звездочки ограничено:**
 - для втулочной цепи $z_2 \leq 90$;
 - для роликовой $z_2 \leq 120$;
 - для зубчатой $z_2 \leq 140$.
- **Материал звездочек должен быть износостойким и хорошо сопротивляться ударным нагрузкам.**

3 Цепные передачи

- Цепь за один оборот звездочки проходит путь pz , следовательно, скорость цепи (м/с)

$$v = \frac{pZ_1\omega_1}{2\pi} = \frac{pZ_2\omega_2}{2\pi}$$

где p – шаг цепи, м;

z_1 и z_2 – числа зубьев ведущей и ведомой звездочек;

ω_1 и ω_2 – угловые скорости ведущей и ведомой звездочек, рад/с.

- Из равенства скоростей цепи на звездочках передаточное число

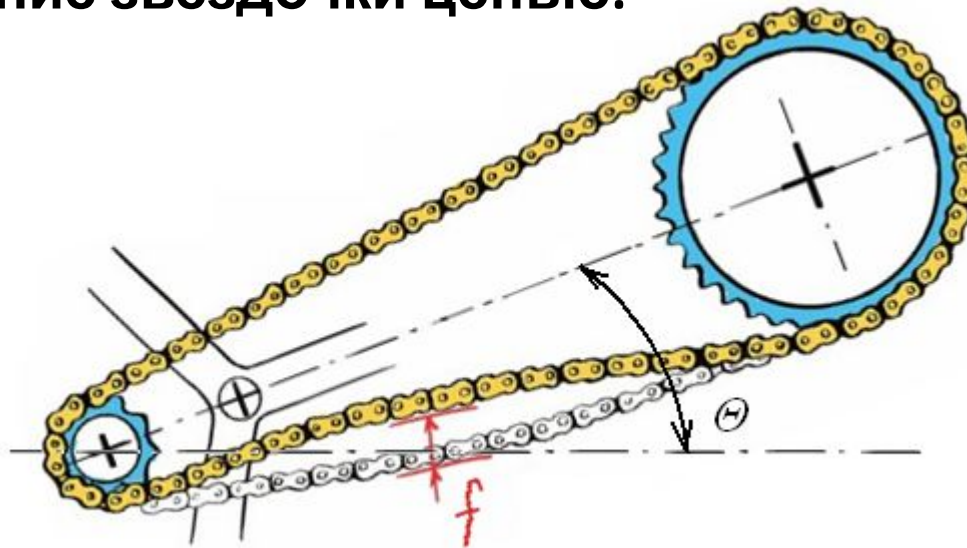
$$u = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{z_1}$$



3 Цепные передачи

Натяжение цепи

■ По мере изнашивания шарниров цепь вытягивается, стрела провисания f ведомой ветви увеличивается, что вызывает захлестывание звездочки цепью.



■ Для передач с углом наклона θ к горизонту:

- $\theta \leq 40^\circ$ – $[f] \leq 0,02a$;
- $\theta > 40^\circ$ – $[f] \leq 0,015a$,

где a – межосевое расстояние.

3 Цепные передачи

Натяжение цепи

- **Регулирование натяжения цепи осуществляется устройствами, аналогичными применяемым для натяжения ремня, т. е. перемещением вала одной из звездочек, нажимными роликами или оттяжными звездочками.**

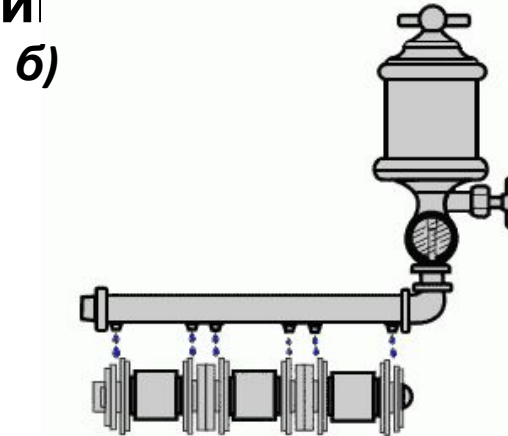


- **Натяжные устройства должны компенсировать удлинение цепи в пределах двух звеньев, при большей вытяжке цепи два ее звена удаляют.**

3 Цепные передачи

Смазывание цепи

- Смазывание цепи оказывает решающее влияние на долговечность.
- При скорости цепи до 1,5 м/с достаточно смазки *вручную*: с помощью кисточки (а), с помощью автомата (б) 1 раз в день.



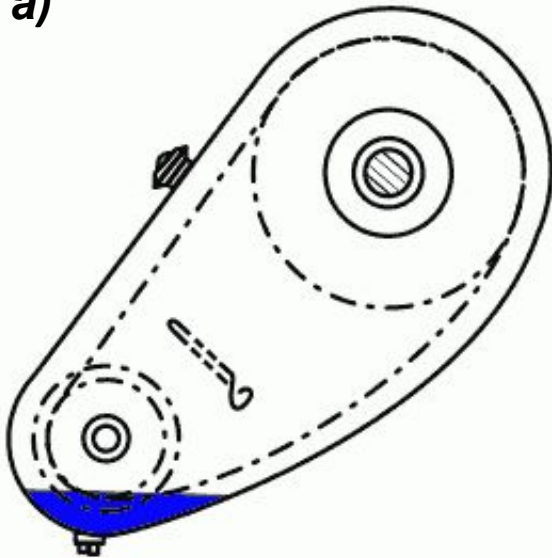
- При отсутствии герметического картера и скорости цепи до 8 м/с применяют *консистентную внутришарнирную смазку*, осуществляемую периодически через 120...180 ч погружением цепи в нагретую до разжижения смазку. Иногда вместо консистентной смазки пользуются *капельной смазкой* (б)

3 Цепные передачи

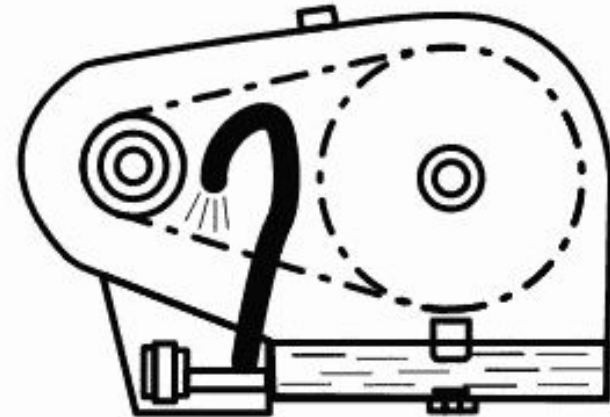
Смазывание цепи

■ Для ответственных силовых цепных передач применяют непрерывную картерную смазку (а), осуществляемую при скорости до 10 м/с с окунанием цепи в масляную ванну на глубину не свыше ширины пластины и при большей скорости – принудительной циркуляционной подачей смазки от насоса (б).

а)



б)



3 Цепные передачи

Коэффициент полезного действия

- КПД передачи зависит от потерь:
 - на трение в шарнирах цепи;
 - на трение на зубьях звездочек;
 - на перемешивание масла при смазывании погружением.
- При нормальных условиях работы среднее значение $\eta = 0,92...0,96$.
- В некоторых случаях к п.д. цепной передачи может до



Рекомендуемая литература:

1. **Гузенков П. Г. Детали машин: Учеб. для вузов. – 4-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 1986.**
2. **Детали машин в примерах и задачах: Учеб. пособие / С. Н. Ничипорчик, М. И. Корженцевский, В. Ф. Калачев и др. Под общ. ред. С. Н. Ничипорчика. – 2-е изд. – Мн.: Выш. школа, 1981.**
3. **Иванов М. Н. Детали машин: Учебник для машиностроительных специальностей вузов / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов – 12-е изд., испр. – М.: Высш. школа, 2008.**
4. **Иосилевич Г. Б. Детали машин: Учебник для студентов машиностроит. спец. вузов. – М.: Машиностроение, 1988.**
5. **Кузьмин А. В. и др. Расчеты деталей машин: Справ. пособие / А. В. Кузьмин, И. М. Чернин, Б. С. Козинцов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Высш. шк., 1986.**
6. **Куклин Н. Г., Куклина Г. С. Детали машин: Учеб. для машиностроит. спец. техникумов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1987.**
7. **Ряховский О. А. Детали машин: Учеб. для вузов / О. А. Ряховский, А. В. Клыпин. – М.: Дрофа, 2002.**