

Лекция 2

Передаточные механизмы.
Назначение и классификация. Параметры передач.
Передачи трением. Фрикционные передачи.
Фрикционные вариаторы

Механическими передачами или просто передачами называются механизмы, которые преобразуют параметры движения от двигателя к исполнительным органам машины .

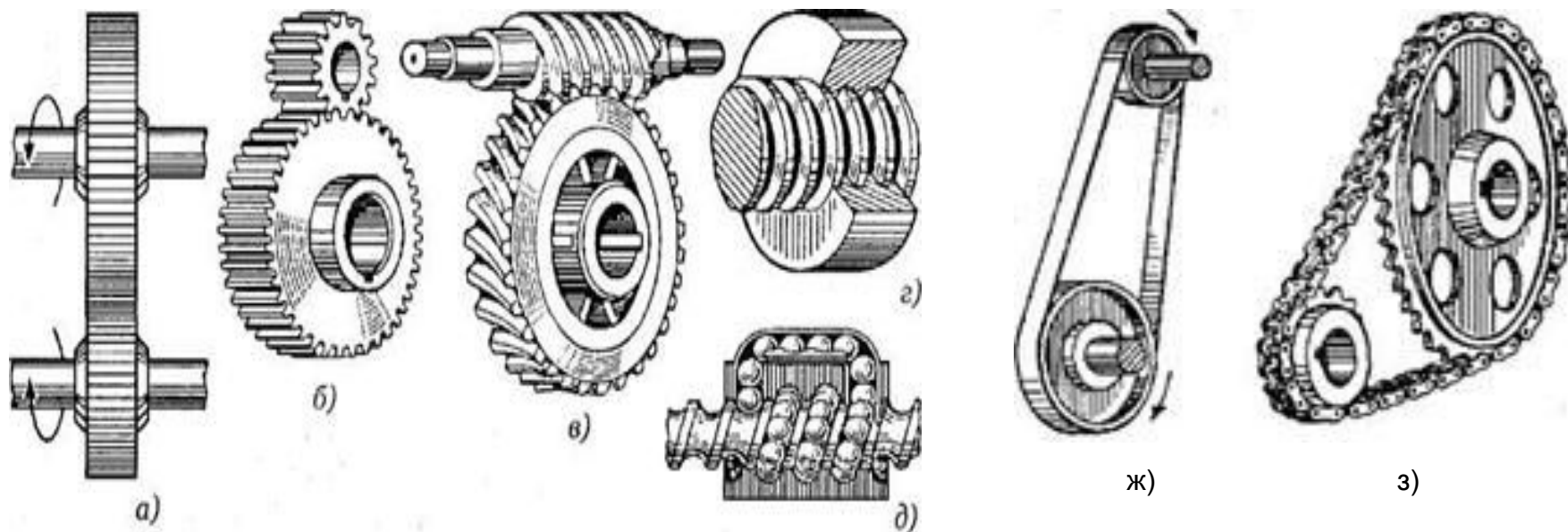
Механическая энергия передаётся, как правило, с преобразованием скоростей и вращающих моментов, а иногда с преобразованием вида и закона движения.

Вращательное движение в машинах передается при помощи передач:

- фрикционной (а),
 - зубчатой (б),
 - червячной (в),
 - винтовой (г) и (д),
 - ременной (ж),
 - цепной (з)
- и другими

Вращательное движение в машинах передается при помощи передач:

- фрикционной (а),
 - зубчатой (б),
 - червячной (в),
 - винтовой (г) и (д),
 - ременной (ж),
 - цепной (з)
- и другими



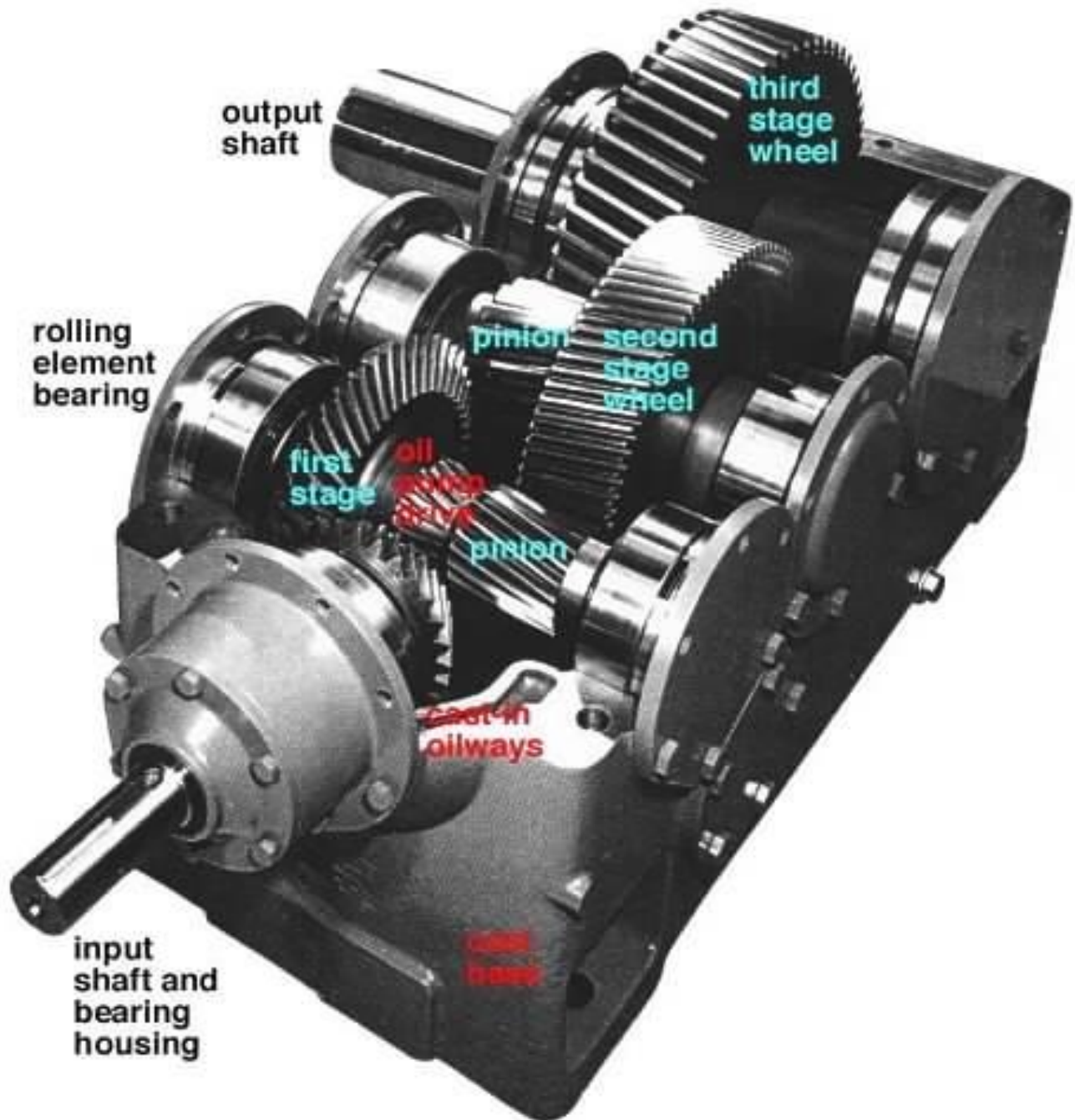
Механические передачи, как правило, заключены в специальные корпуса, чем обеспечивается постоянное взаиморасположение элементов передач относительно друг друга, сохранение смазки, а также предохранение передач от механических воздействий.

Редукторами называются закрытые механические передачи с постоянным передаточным числом (отношением).

В зависимости от типа передачи различают:

- зубчатые цилиндрические,
- зубчатые конические,
- червячные
- комбинированные
(например, коническо-цилиндрические, червячно-цилиндрические) редукторы.

Число механических передач, заключенных в корпусе редуктора, определяет его ступенчатость.



output shaft

third stage wheel

rolling element bearing

pinion

second stage wheel

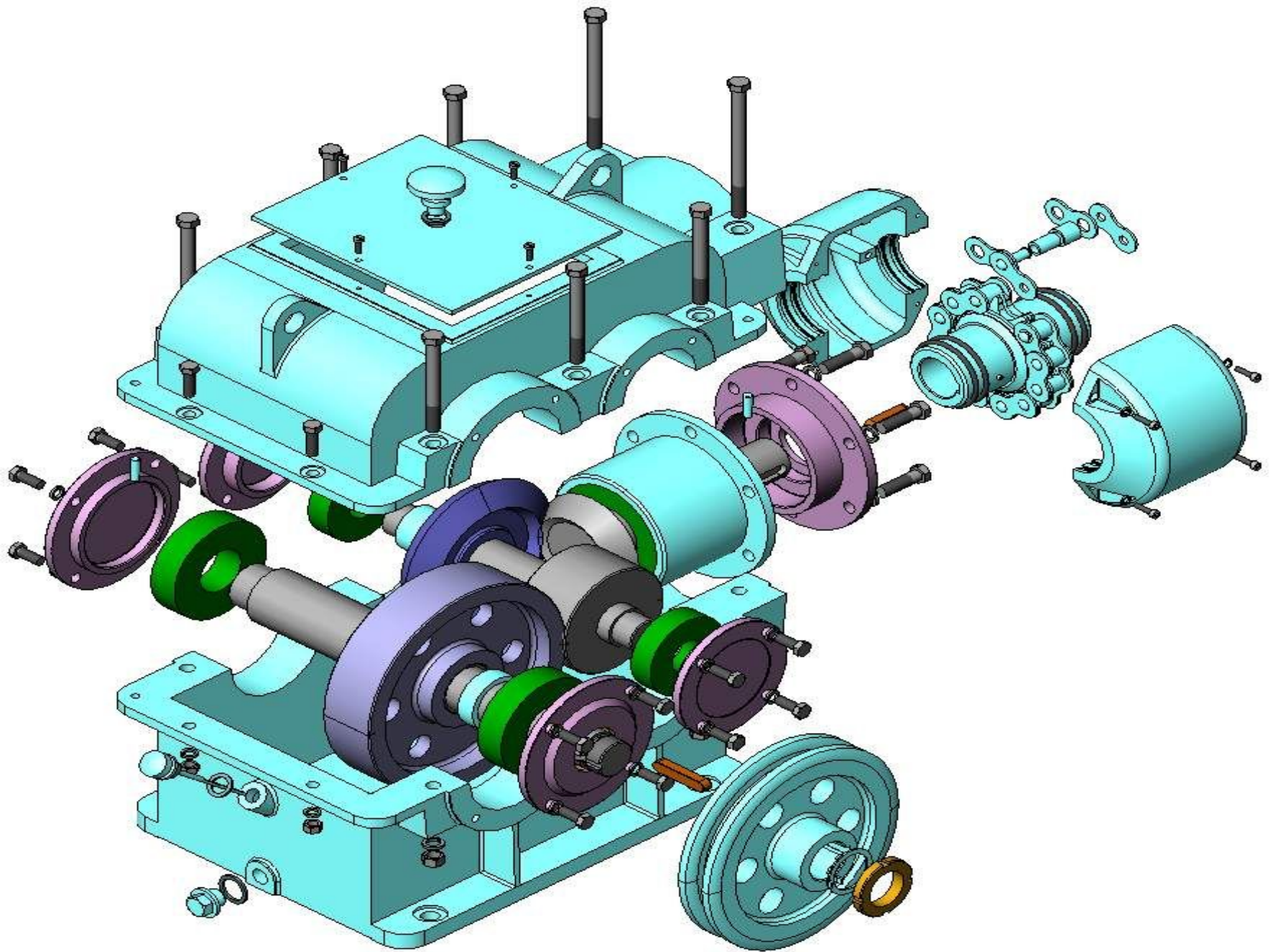
first stage

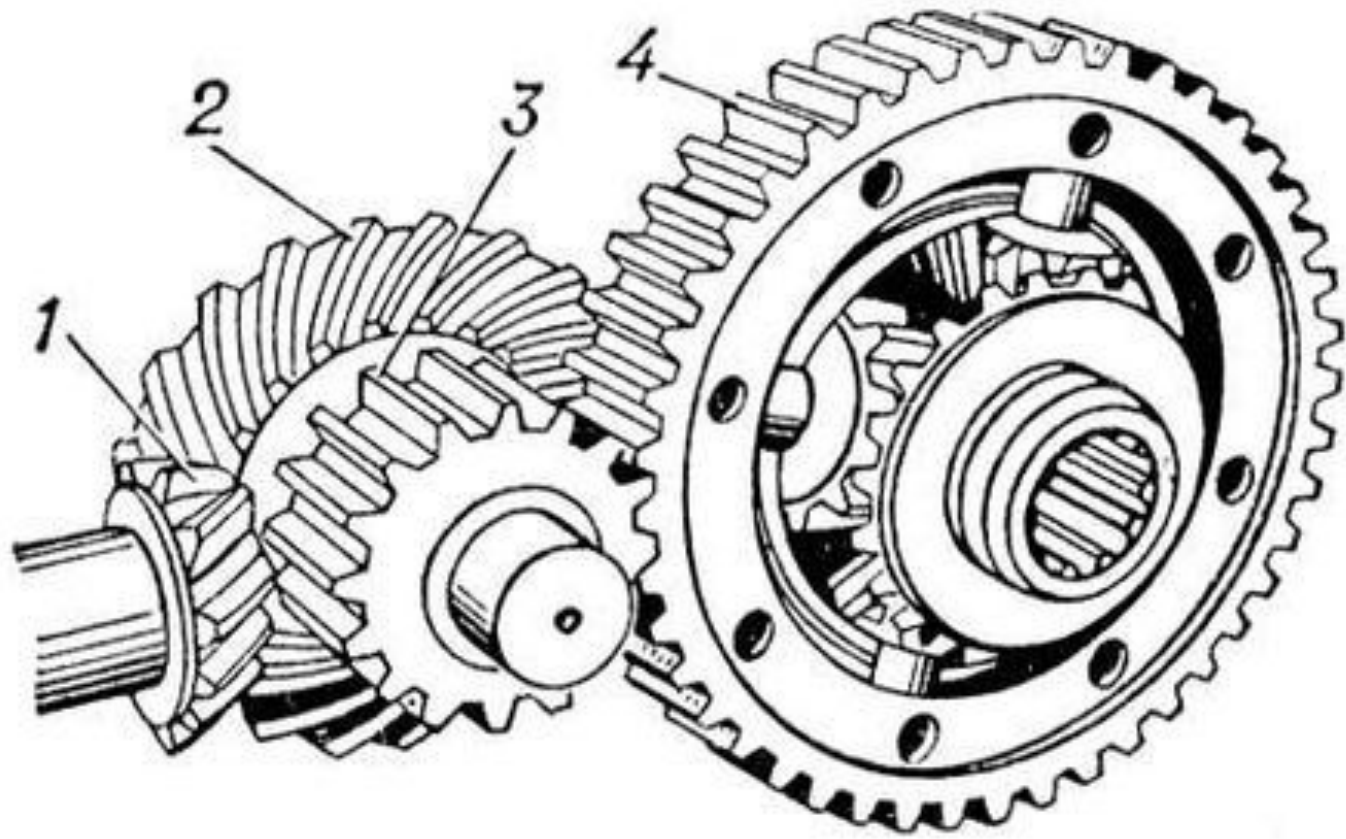
pinion

cast in oilways

input shaft and bearing housing

oil





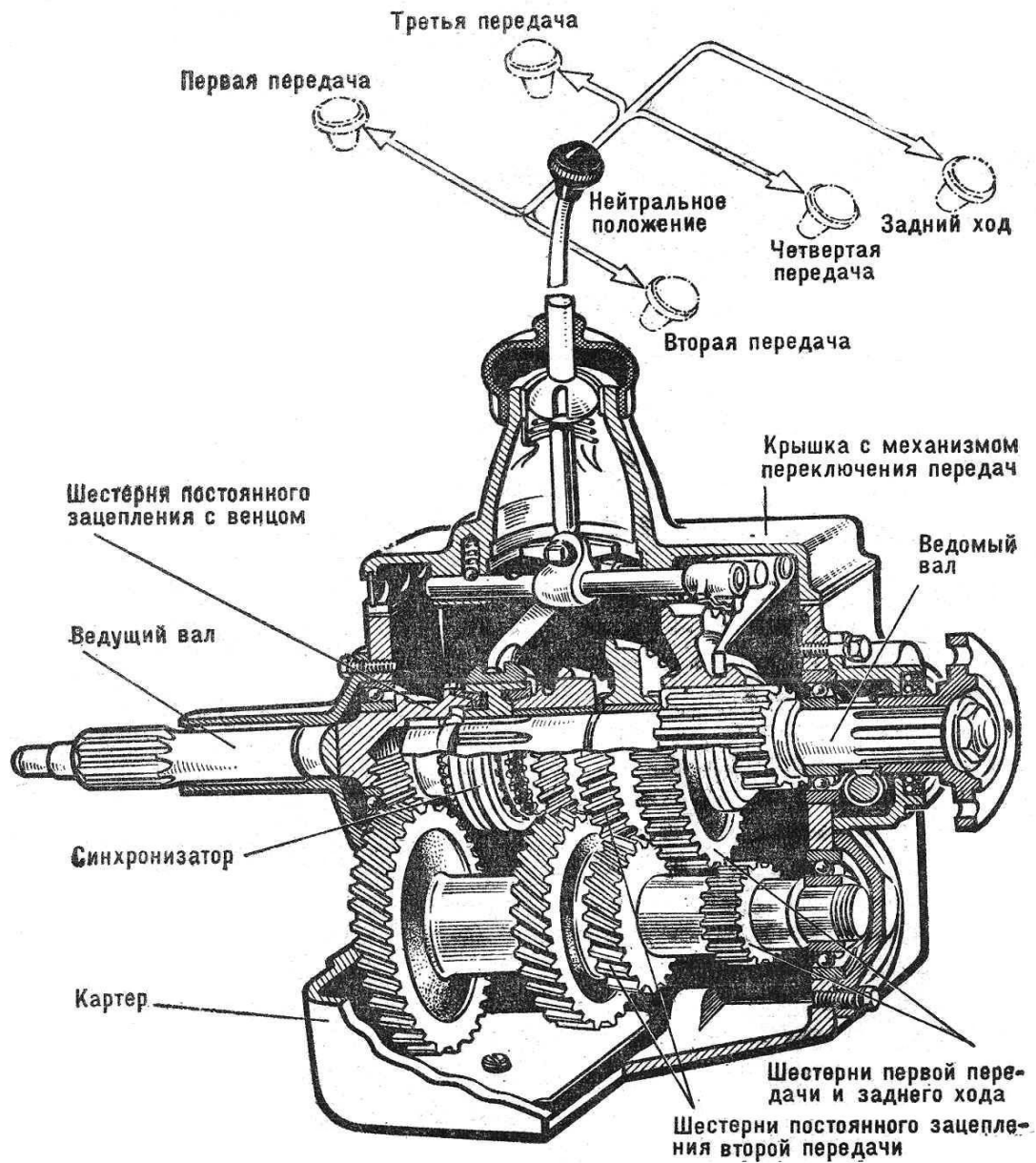
Редуктор (механический) — механизм, передающий и преобразующий крутящий момент (механический) — механизм, передающий и преобразующий крутящий момент, с одной или более механическими передачами.

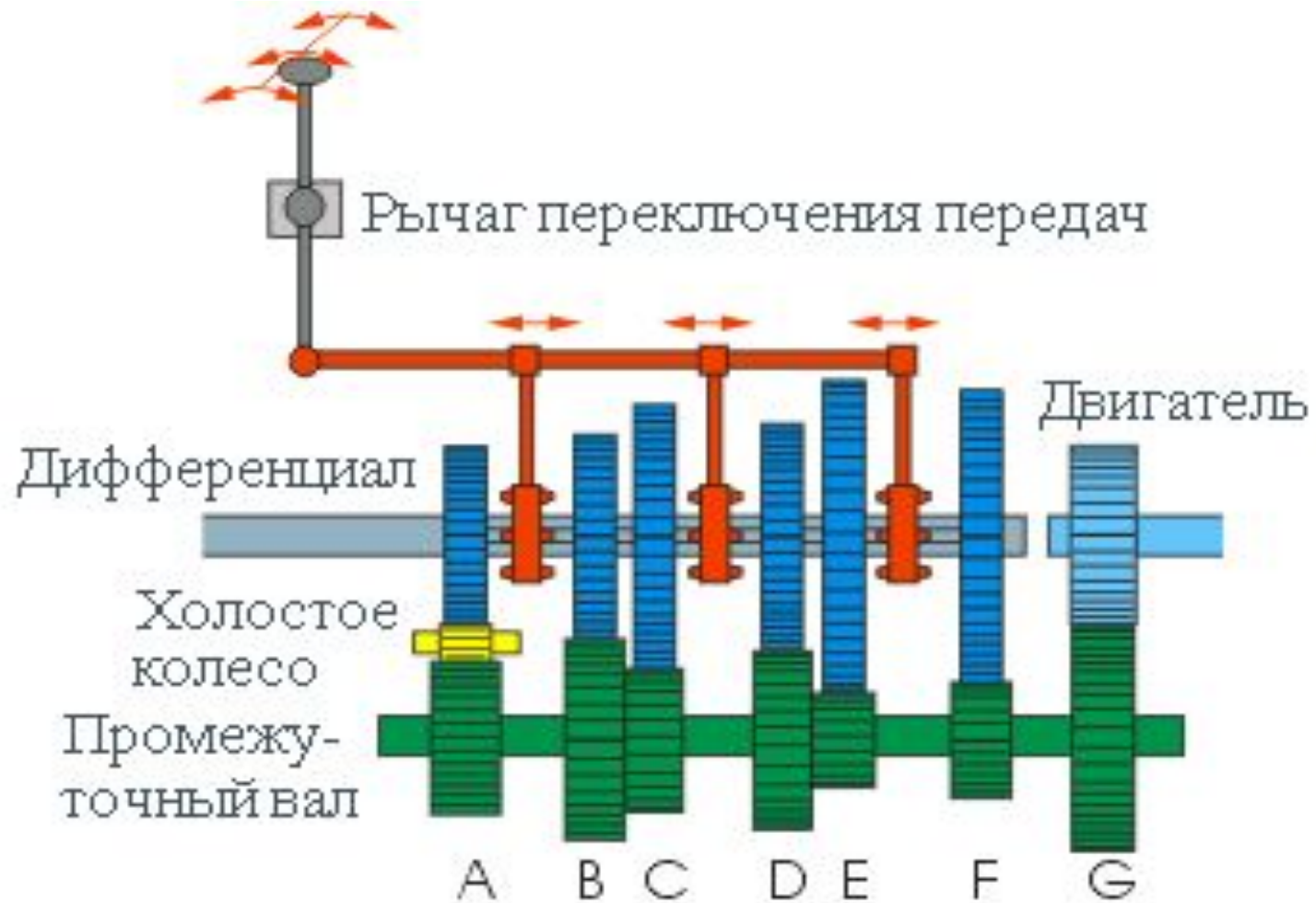
Основные характеристики редуктора — КПД
Основные характеристики редуктора — КПД, передаточное отношение
Основные характеристики редуктора — КПД, передаточное отношение, передаваемая мощность Основные характеристики редуктора — КПД, передаточное отношение, передаваемая мощность, максимальные угловые скорости валов, количество валов и

Обычно редуктором называют устройство, преобразующее высокую угловую скорость. Обычно редуктором называют устройство, преобразующее высокую угловую скорость вращения входного вала в более низкую на выходном валу, повышая при этом вращающий момент. Обычно редуктором называют устройство, преобразующее высокую угловую скорость вращения входного вала в более низкую на выходном валу, повышая при этом вращающий момент. Такой редуктор обычно называют демультипликатором. Обычно редуктором называют устройство, преобразующее высокую угловую скорость вращения входного вала в более низкую на выходном валу, повышая при этом вращающий момент. Такой редуктор обычно

Редуктор со ступенчатым изменением передаточного отношения называется коробкой передач Редуктор со ступенчатым изменением передаточного отношения называется коробкой передач, а с бесступенчатым — вариатор.

Коробками (скоростей или передач, отбора мощности, раздаточными) называют редукторы, выполняющие ряд специальных функций (например, изменение частоты вращения выходного вала, отбор мощности и ее распределение).





По конструктивному исполнению передачи могут быть:

- открытые (вне корпуса)
- закрытые (в корпусе, изолированном от внешней среды).

Открытые передачи работают без смазывания или при периодическом смазывании и могут иметь легкое ограждение. Обычно открытые передачи работают при небольших скоростях (тихоходные передачи).

Закрытыми выполняют передачи, работающие при средних и высоких окружных скоростях (быстроходные передачи) с обильным смазыванием.

Передачи по принципу работы разделяются на:

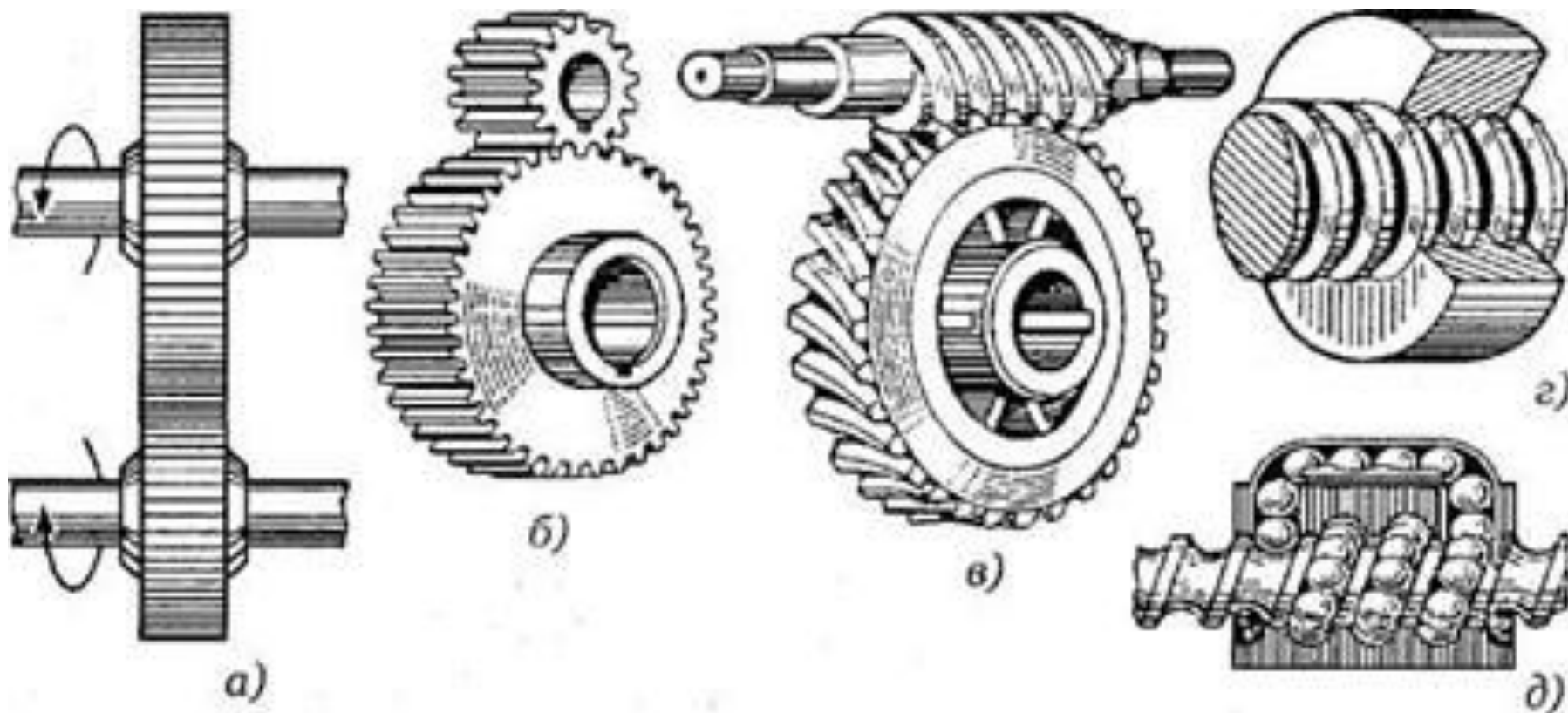
1. Передачи зацеплением:

- с непосредственным контактом (зубчатые и червячные);
- с гибкой связью (цепные, зубчато-ременные).

2. Передачи трением (сцеплением трущихся поверхностей):

- с непосредственным контактом поверхностей (фрикционные);
- с гибкой связью (ременные).

Механические передачи с непосредственным контактом



а — фрикционная передача; б — зубчатая передача;
в — червячная передача; г, д — передачи винт-гайка

Передачи с гибкой связью

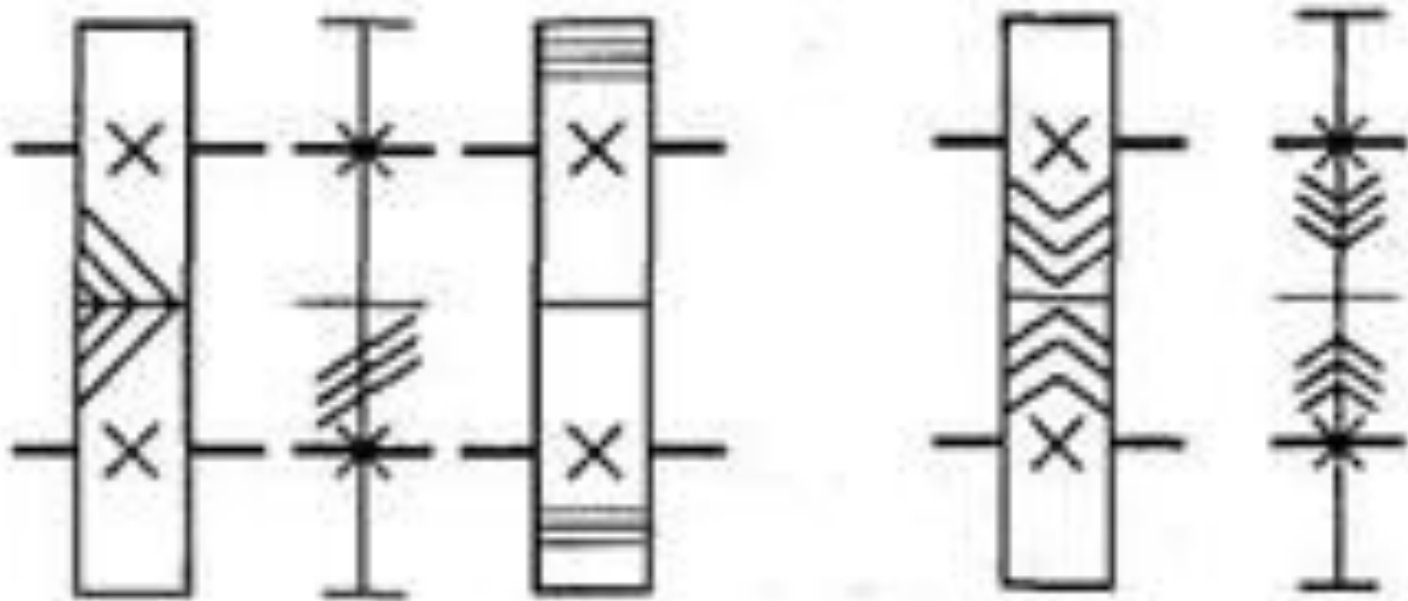


а — ременная;

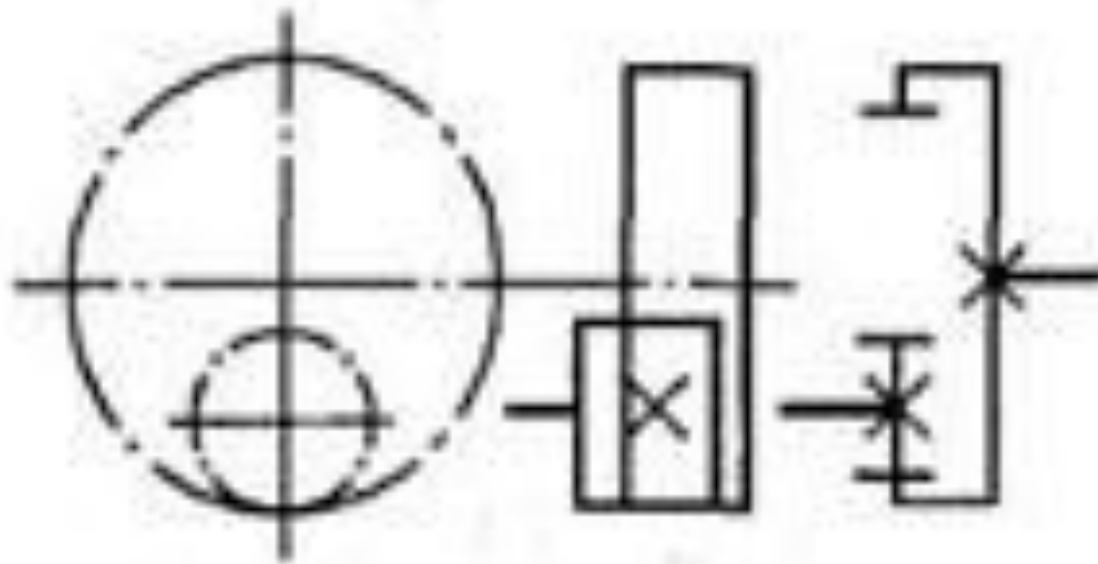


б — цепная

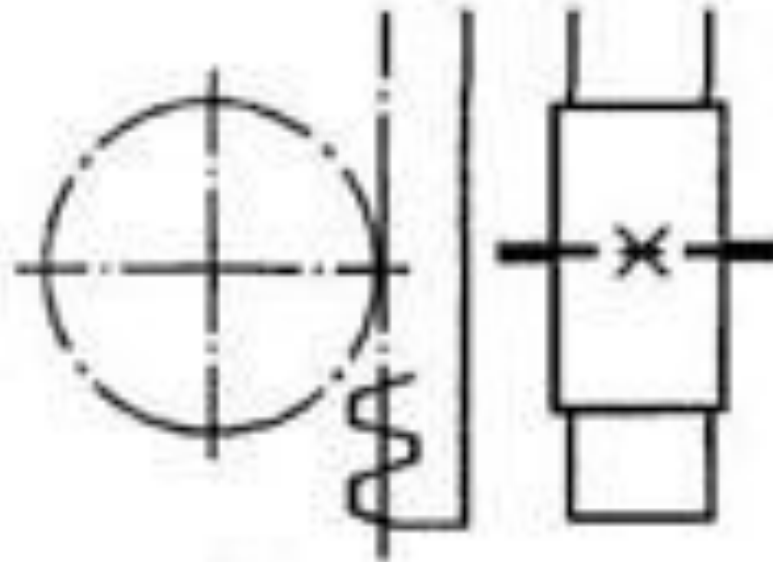
Кинематические схемы механических передач



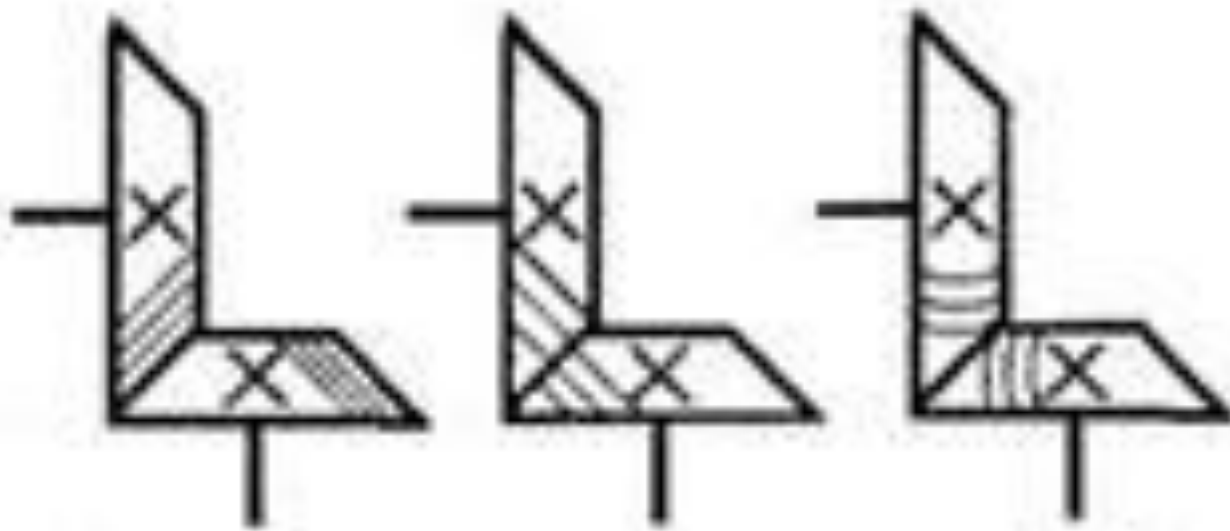
цилиндрические зубчатые передачи с
внешним зацеплением



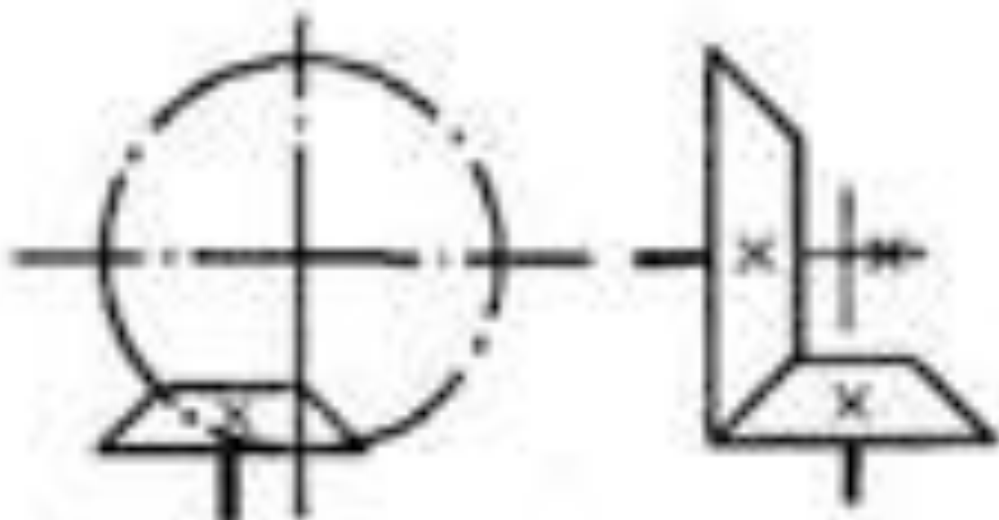
цилиндрические передачи с внутренним зацеплением



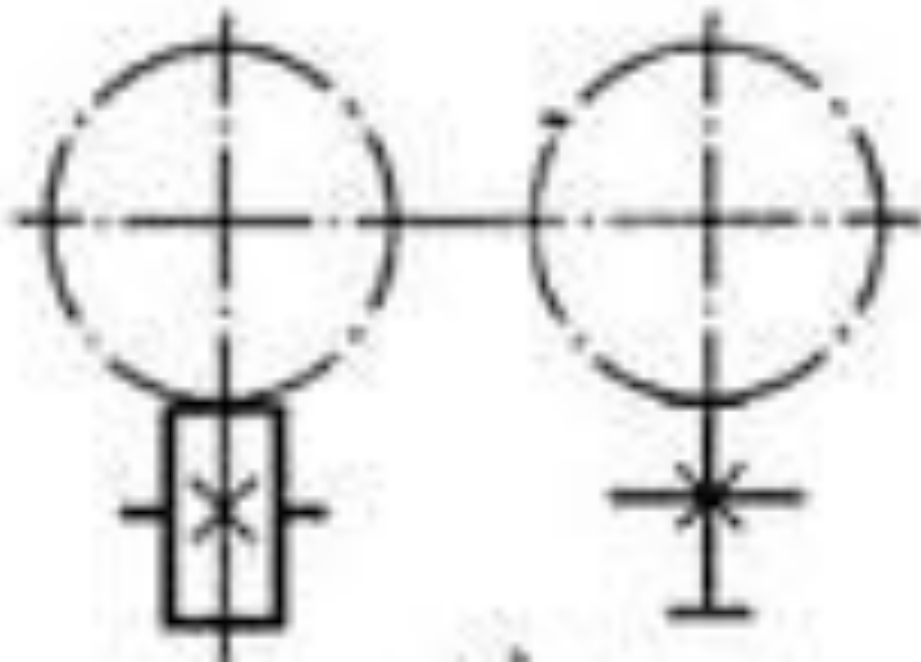
передача рейка — шестерня



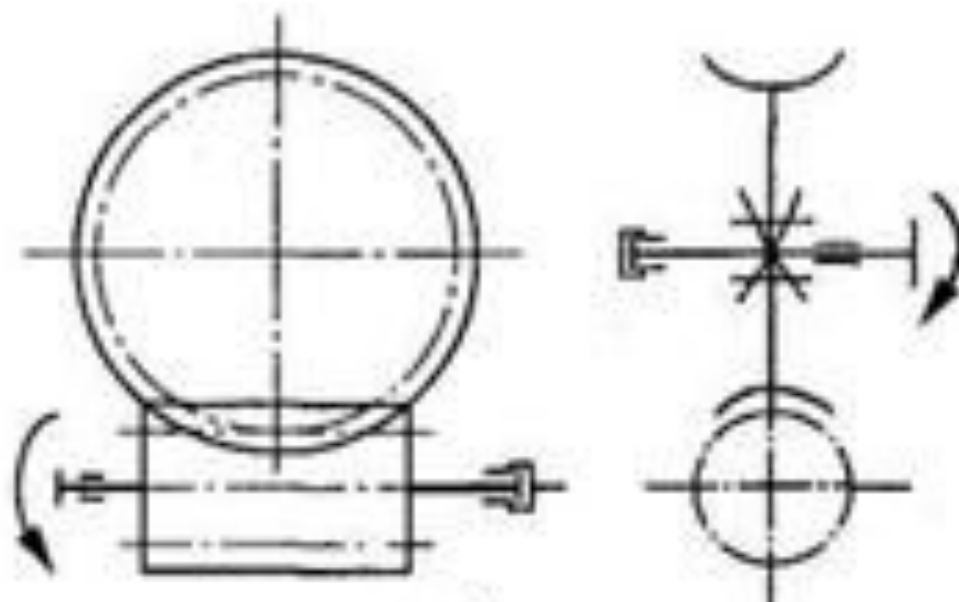
конические зубчатые передачи с пересекающимися осями валов



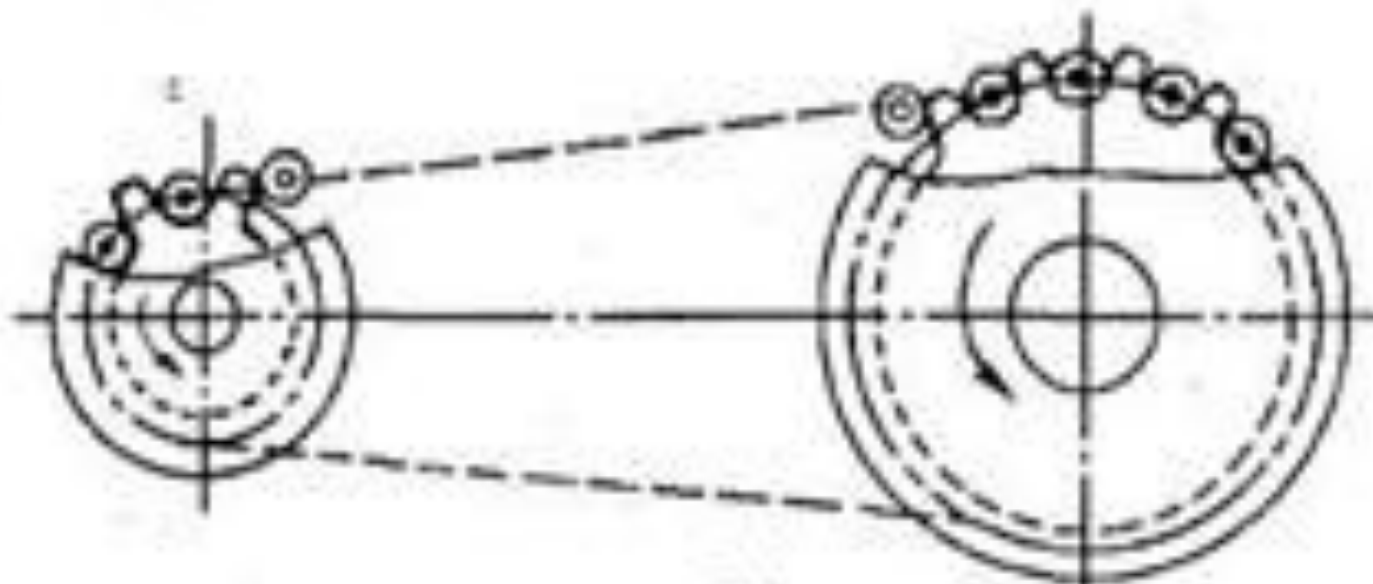
гипоидная передача



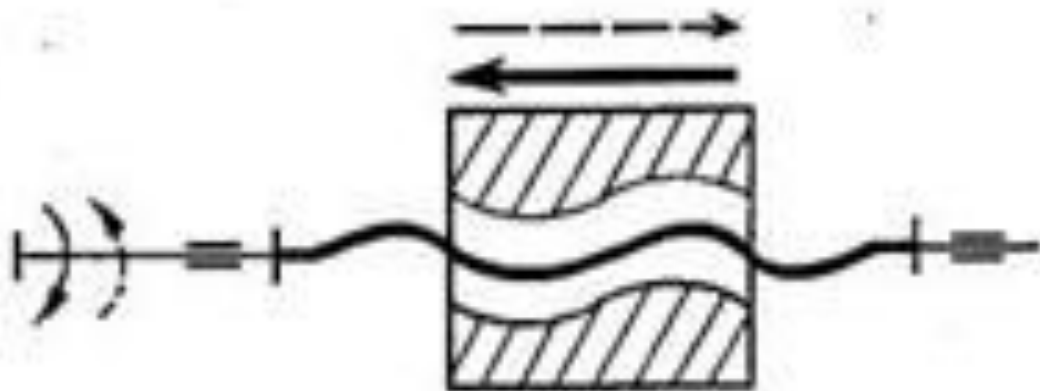
передачи зубчатые цилиндрические со скрещивающимися валами



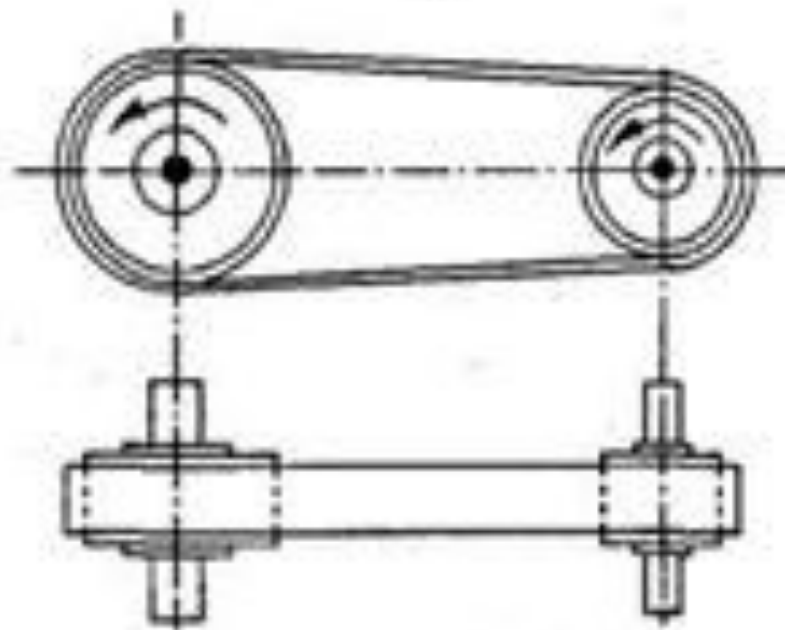
червячная передача



цепная передача

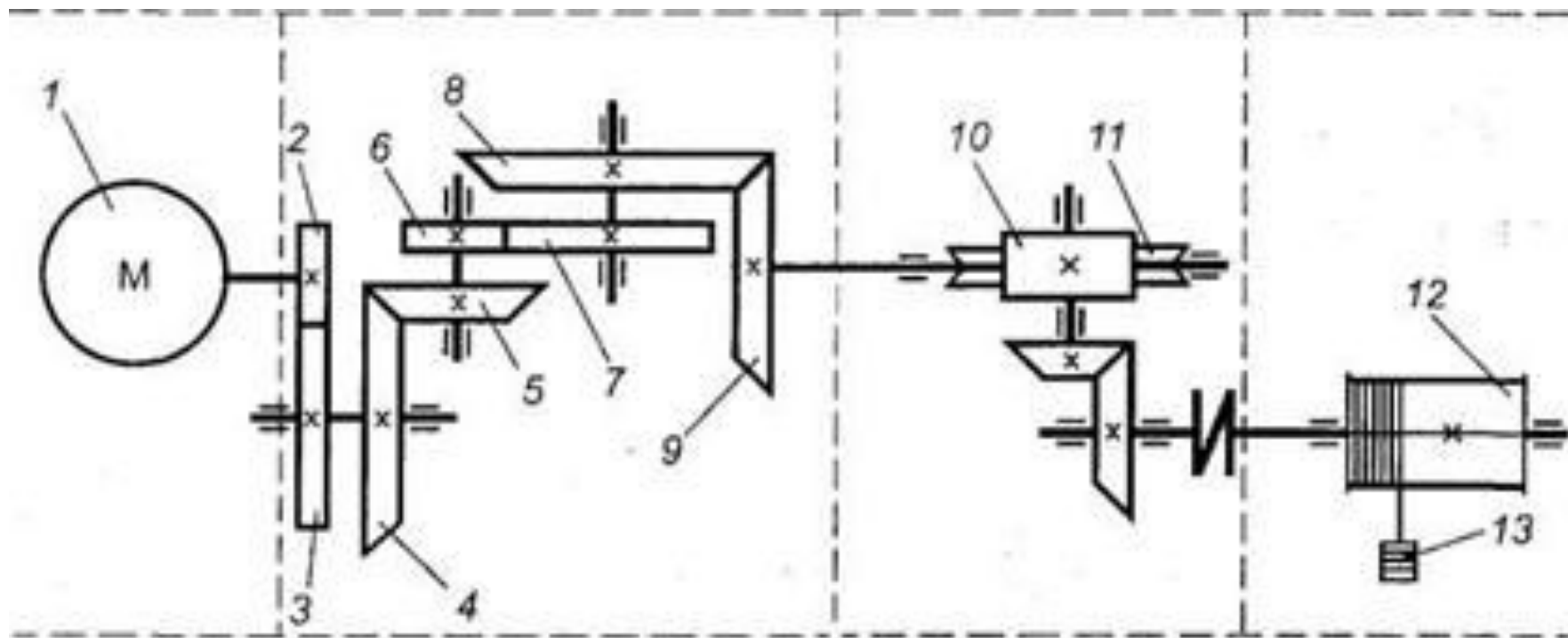


передача винт-гайка

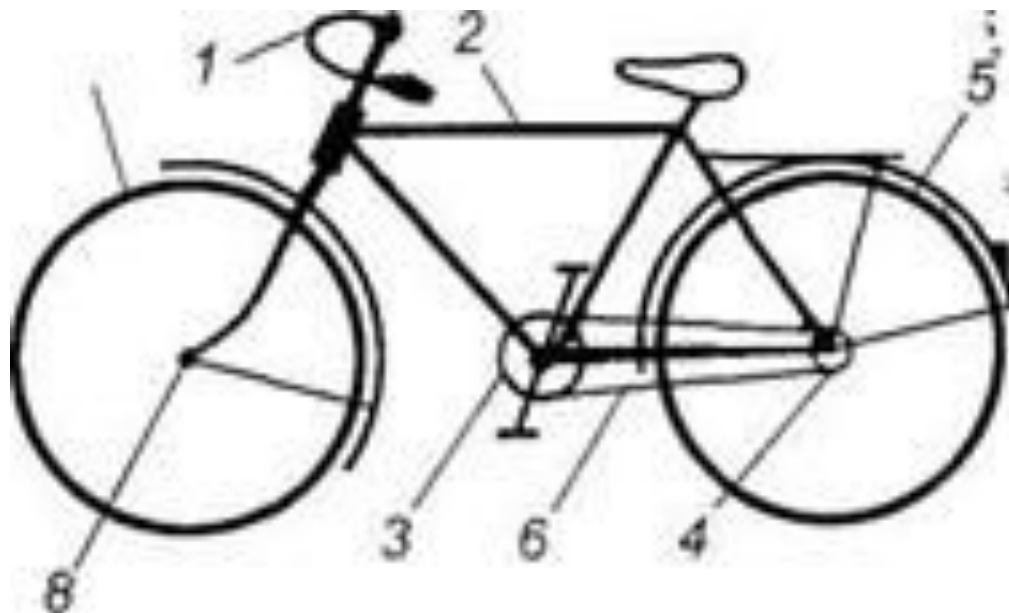


ременная передача

Кинематическая схема многоступенчатой передачи



Кинематическая схема велосипеда



- 1 — руль; 2 — рама; 3 — ведущая звездочка;
4 — ведомая звездочка;
5 — крыло; 6 — цепь; 7 — колесо; 8 — ось

Основные кинематические и силовые отношения в передачах

К основным характеристикам передач относятся

- мощность на ведущем валу - P_1 , кВт;
- мощность на ведомом валу - P_2 , кВт;
- угловая скорость ведущего вала ω_1 , рад/с;
- ведомого вала - ω_2 , рад/с.

Эти две характеристики минимально необходимы и достаточны для проведения проектного расчета любой передачи.

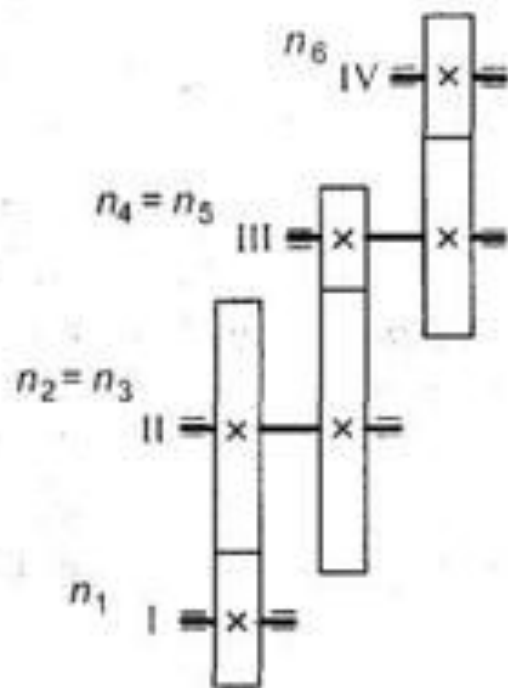
1 передача



$$u_1 = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

$$T_2 = T_1 \cdot u_1 \cdot \eta$$

В механических передачах ведомыми звеньями называют детали передач (катки, шкивы, зубчатые колеса и т. п.), получающие движение от ведущих звеньев.



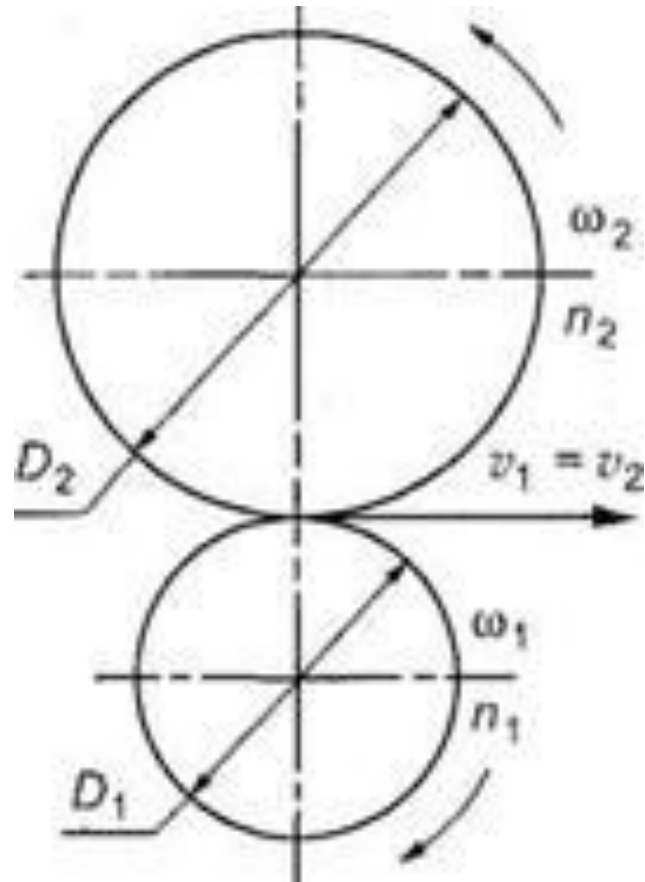
1 – ведущее звено
4 – ведомое звено
2,3 – промежуточные

Трехступенчатая передача

В машиностроении принято обозначать угловые и окружные скорости, частоту вращения, диаметры вращающихся деталей ведущих валов индексами нечетных цифр, ведомых — четными.

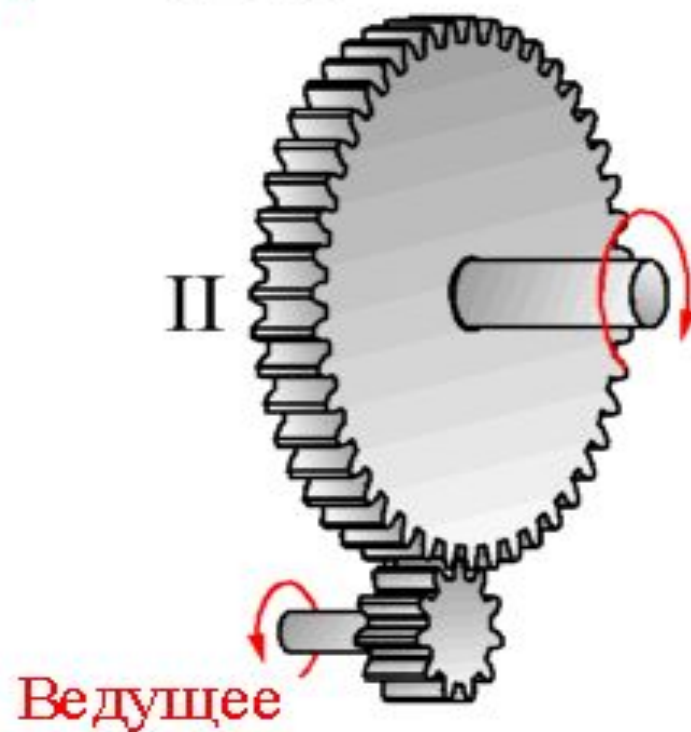
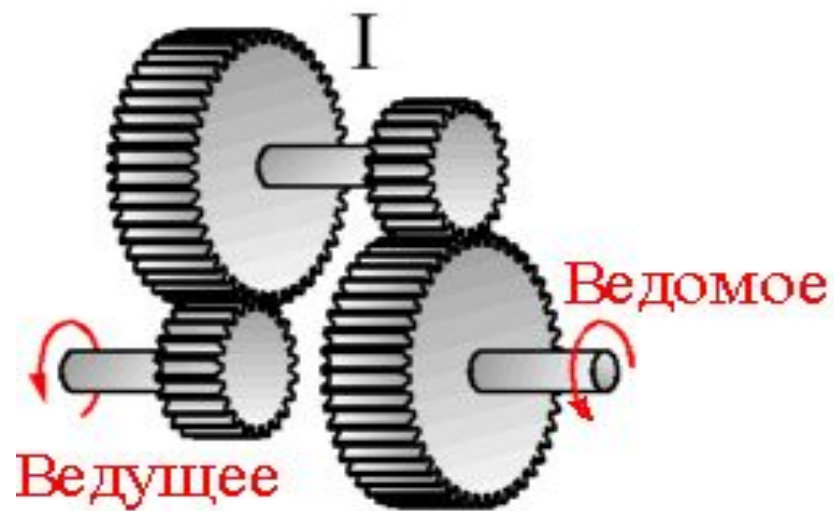
Например, для колес трехступенчатой передачи обозначения частот вращения следующие: n_1 — ведущего вала I; n_3 — ведущей шестерни вала II; n_5 — ведущей шестерни вала III; n_2 — промежуточного ведомого вала II; n_4 — ведомого колеса вала III; n_6 — ведомого колеса вала IV.

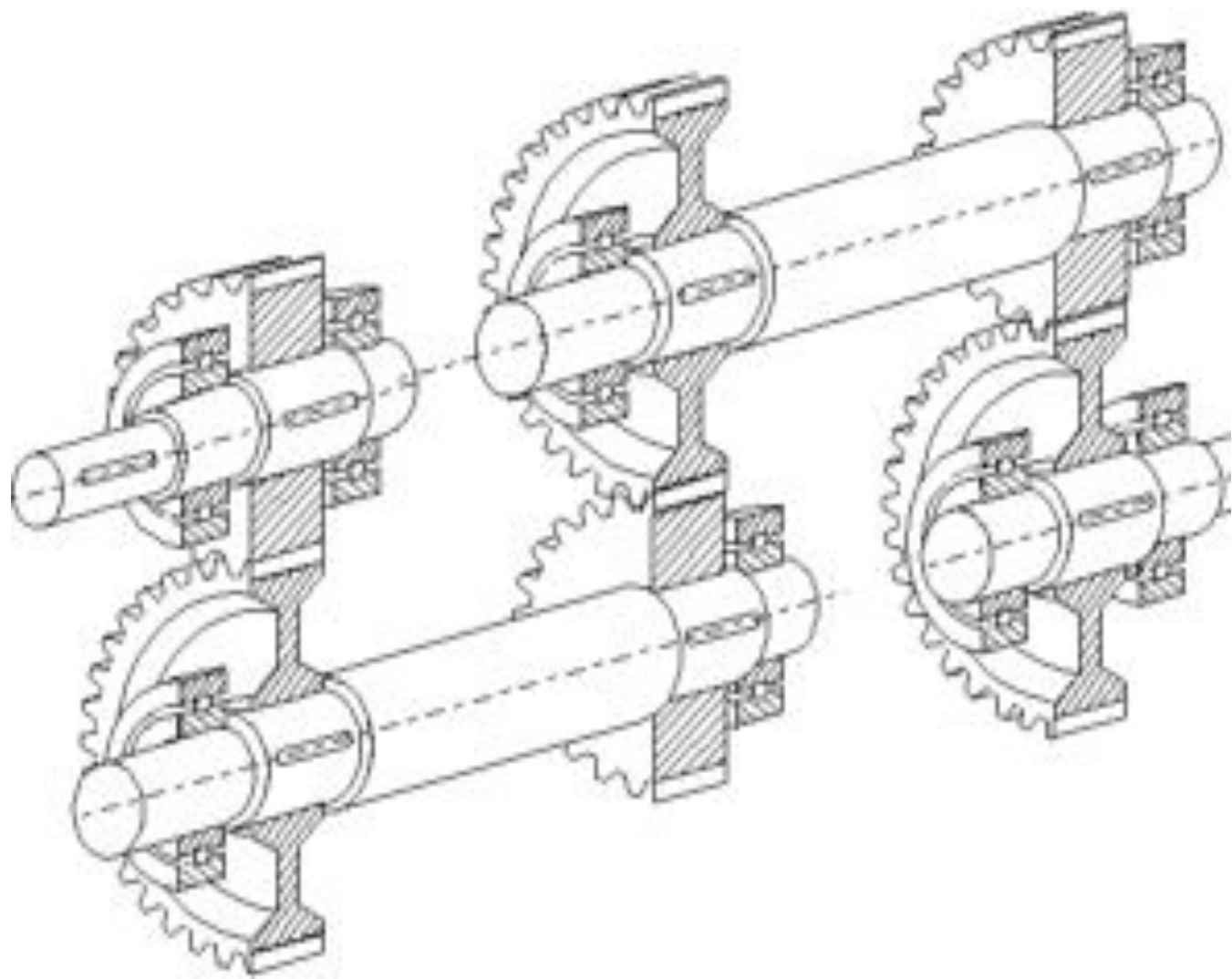
Кинематика цилиндрической передачи



Все механические передачи характеризуются передаточным числом или отношением.

Рассмотрим работу двух элементов передачи, один из которых будет ведущим, а второй — ведомым.





Отношение диаметров ведомого элемента передачи к ведущему называют передаточным числом

Если известны параметры передачи — диаметры D_1 и D_2 или числа зубьев Z_1 и Z_2 , передаточное число и определяем следующим образом.

$$u = \omega_1 / \omega_2 = n_1 / n_2 = D_2 / D_1 = z_2 / z_1$$

Отношение угловых скоростей ведущего и ведомого звеньев называют также передаточным отношением и обозначают u .



Передачное отношение $44 : 22 = 2:1$

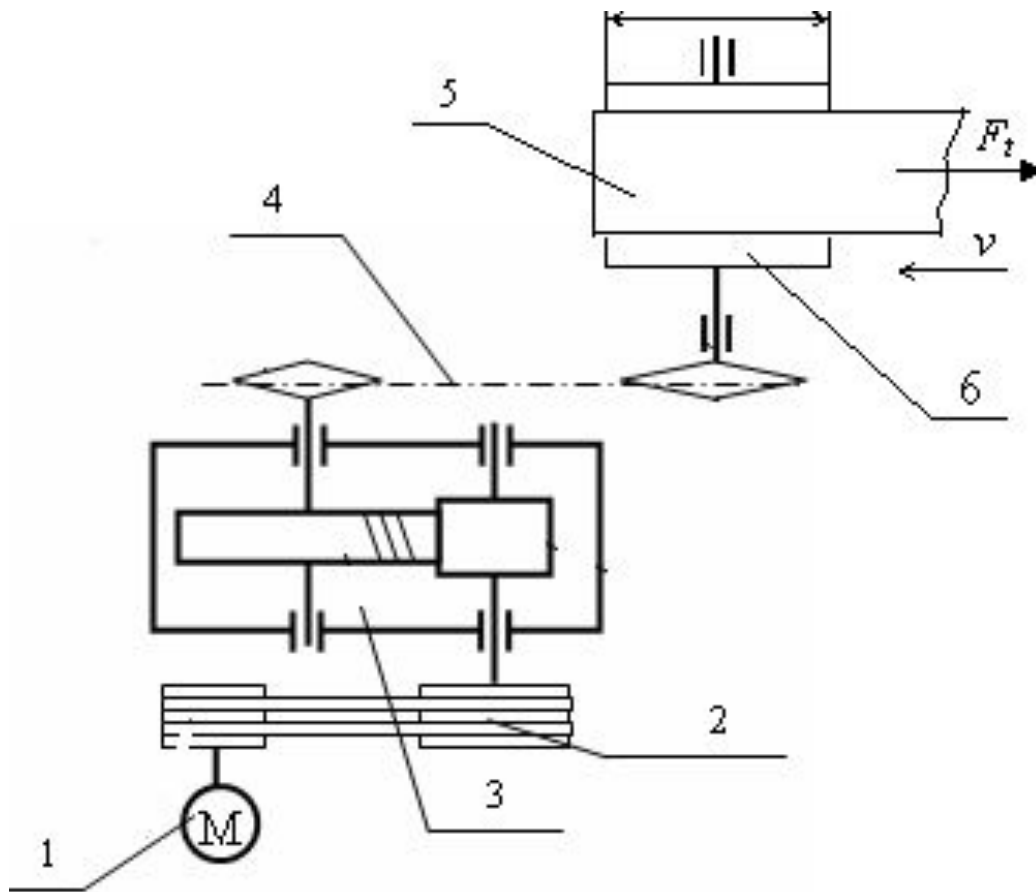


Схема привода ленточного конвейера:

1-электродвигатель; 2-ременная передача; 3-редуктор цилиндрический одноступенчатый; 4-цепная передача; 5-лента конвейера; 6- барабан конвейера

Передача мощности от ведущего вала к ведомому всегда сопровождается потерей части передаваемой мощности вследствие наличия вредных сопротивлений (трения в движущихся частях, сопротивления воздуха и др.).

Если P_1 — мощность на ведущем валу, P_2 — на ведомом валу, то $P_1 > P_2$.

Отношение значений мощности на ведомом валу к мощности на ведущем валу называют механическим коэффициентом полезного действия (КПД)

$$\eta = P_2 / P_1$$

Общий КПД многоступенчатой последовательно соединенной передачи определяют по формуле

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n$$

где $\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n$

— КПД, учитывающие потери в отдельных кинематических парах передачи.

КПД характеризует качество передачи.

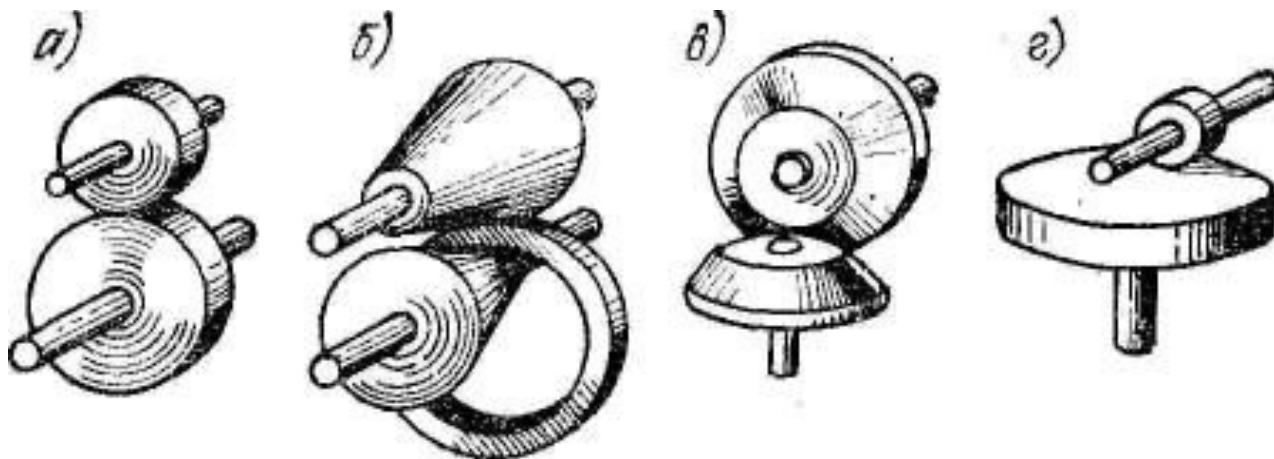
Потеря мощности – показатель непроизводительных затрат энергии – косвенно характеризует износ деталей передачи, так как потерянная в передаче мощность превращается в теплоту и частично идет на разрушение рабочих поверхностей.

С уменьшением полезной нагрузки КПД значительно снижается, так как возрастает относительное влияние постоянных потерь (близких к потерям холостого хода), не зависящих от нагрузки;

ФРИКЦИОННЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Передают движение за счёт сил трения (*лат. frictio – трение*).

Простейшие передачи состоят из двух цилиндрических или конических роликов - катков. Главное условие работы передачи состоит в том, что момент сил трения между катками должен быть больше передаваемого вращающего момента.

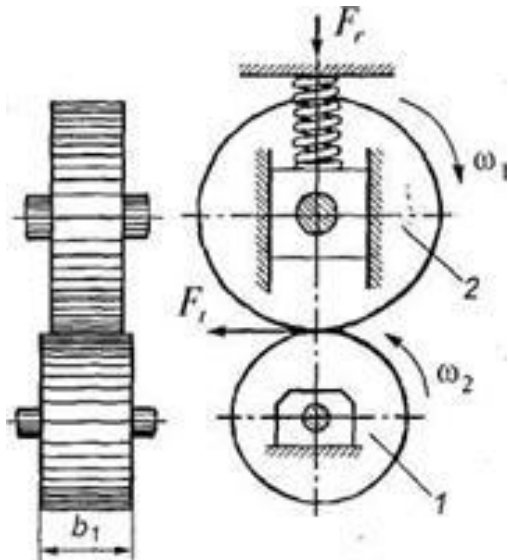


Фрикционные передачи классифицируют по следующим признакам:

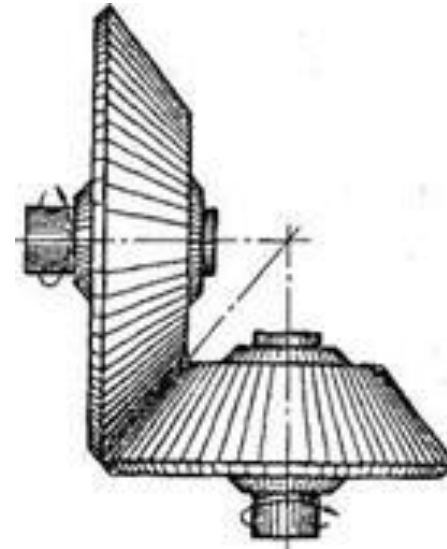
1. По назначению:

- с нерегулируемым передаточным числом
- с бесступенчатым (плавным) регулированием передаточного числа (вариаторы).

2. По взаимному расположению осей валов:

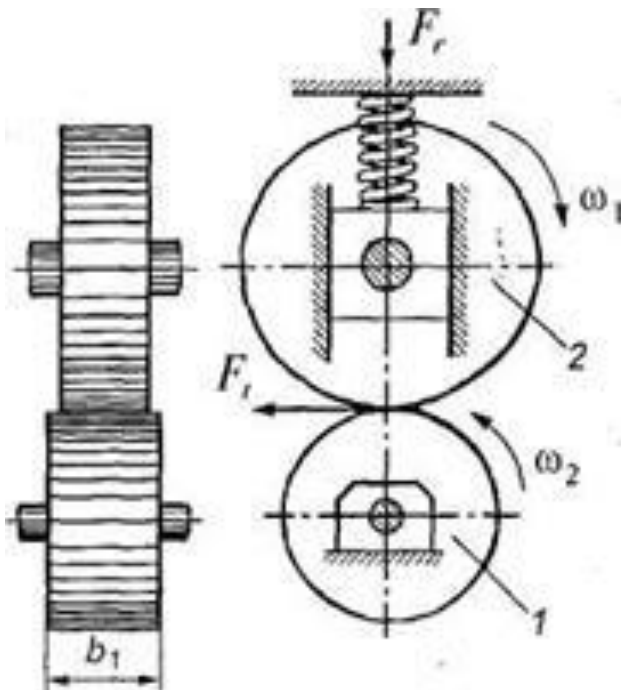


- цилиндрические или конусные с параллельными осями



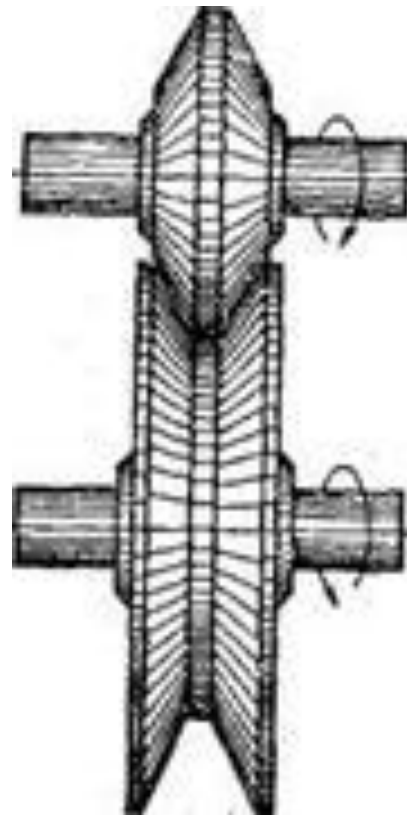
- конические с пересекающимися осями.

Цилиндрическая фрикционная передача



- 1 — ведущий каток;
- 2 — ведомый каток

Передача с катками клинчатой формы



3. В зависимости от условий работы:

- открытые (работают всухую);
- закрытые (работают в масляной ванне).

4. По принципу действия:

- нереверсивные
- реверсивные.

5. Различают также передачи с постоянным или автоматическим регулируемым прижатием катков, с промежуточным (паразитным) фрикционным элементом или без него.

Передаточное отношение цилиндрической фрикционной передачи определяют как отношение частот вращения или диаметров тел качения.

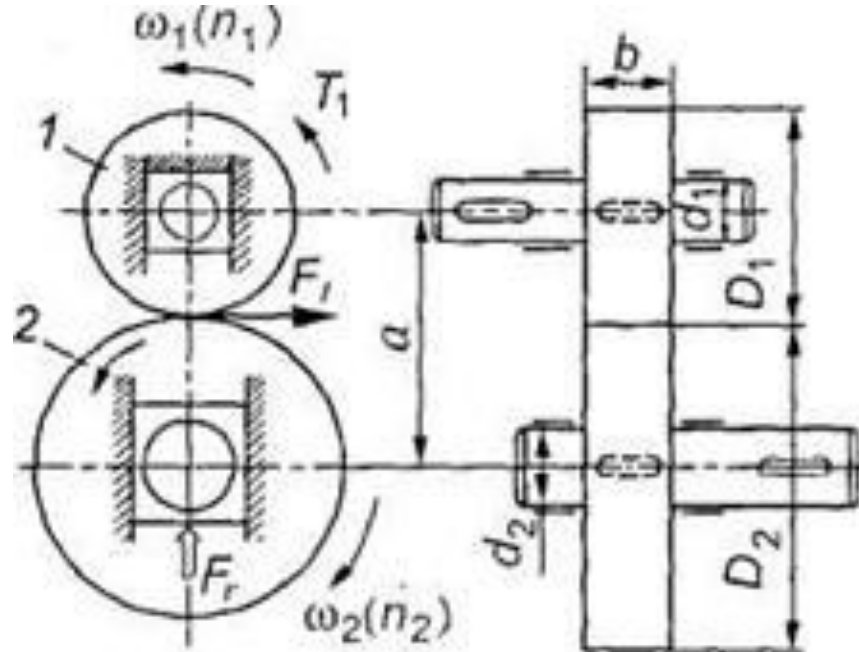
$$U = n_1/n_2 = D_2/[D_1(1 - \epsilon)], \text{ где}$$

ϵ – коэффициент скольжения

$\epsilon = 0,05$ – для передач "всухую";

$\epsilon = 0,01$ – для передач со смазкой и большими передаточными отношениями.

Геометрические параметры фрикционных передач



- D_1 и D_2 — диаметры ведущего и ведомого катков;
- a — межосевое расстояние;
- b — ширина катка;
- d_1 и d_2 — диаметры валов ведущего и ведомого катков

Фрикционные передачи выполняются либо с постоянным, либо с регулируемым передаточным отношением (вариаторы).

Передачи с постоянным передаточным отношением применяются редко, главным образом, в кинематических цепях приборов, например, магнитофонов и т.п. Они уступают зубчатым передачам в несущей способности.

Фрикционные вариаторы применяют как в кинематических, так и в силовых передачах для бесступенчатого регулирования скорости.

Зубчатые передачи не позволяют такого регулирования.

Достоинства фрикционных передач:

- + простота изготовления тел качения;
- + равномерность вращения, что удобно для приборов;
- + возможность плавного регулирования скорости;
- + отсутствие мёртвого хода при реверсе передачи.

Недостатки фрикционных передач:

- потребность в прижимных устройствах;
- большие нагрузки на валы, т.к. необходимо прижатие катков;
- большие потери на трение;
- повреждение катков при пробуксовке;
- неточность передаточных отношений из-за пробуксовки

Виды поломок фрикционных передач:

- усталостное выкрашивание (в передачах с жидкостным трением);
- износ (в передачах без смазки);
- задир поверхности при пробуксовке.

Основные требования к материалам фрикционных колёс:

- высокая износостойкость и поверхностная прочность;
- высокий коэффициент трения (во избежание больших сил прижатия);
- высокий модуль упругости (чтобы площадка контакта, а значит и потери на трение были малы).

Наиболее пригодными оказываются шарикоподшипниковые стали типа ШХ15 или 18ХГТ, 18Х2Н4МА.

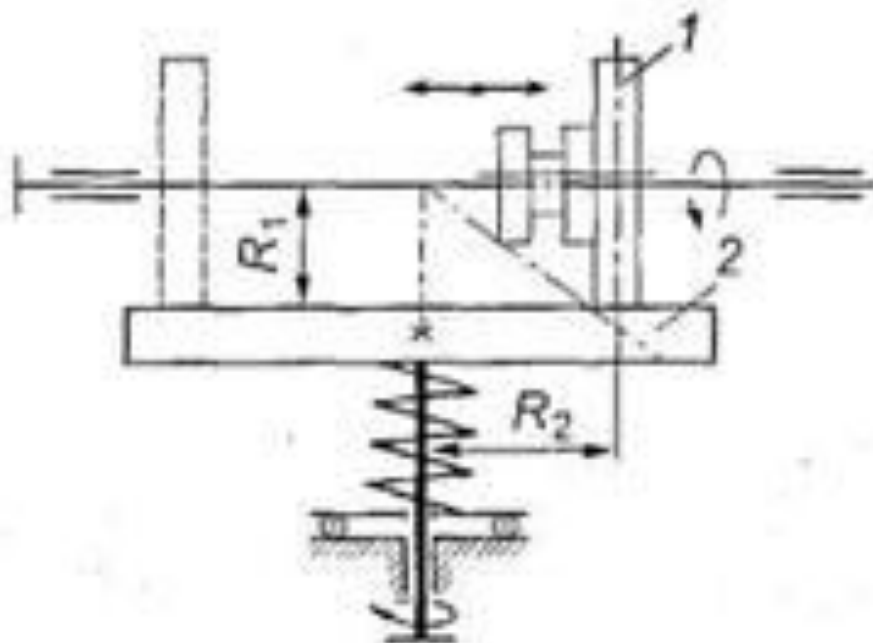
Разработаны специальные фрикционные пластмассы с асбестовым и целлюлозным наполнителем, коэффициент трения которых достигает 0,5. Широко применяется текстолит.

Применяются обрешиненные катки, однако их коэффициент трения падает с ростом влажности воздуха.

Для крупных передач применяют прессованный асбест, прорезиненную ткань и кожу.

вариаторы

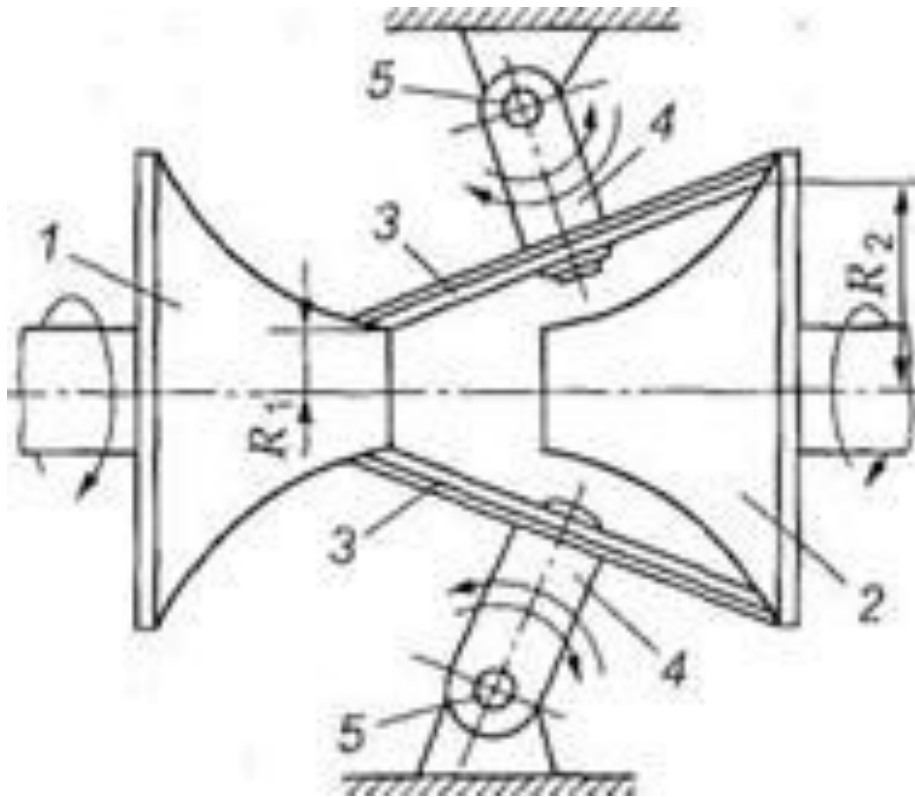
Лобовые вариаторы



1 — ведущий каток; 2 — ведомый каток

Лобовой вариатор позволяет изменять направление и частоту вращения ведомого вала, останавливать его на ходу без выключения привода.

Торовые вариаторы

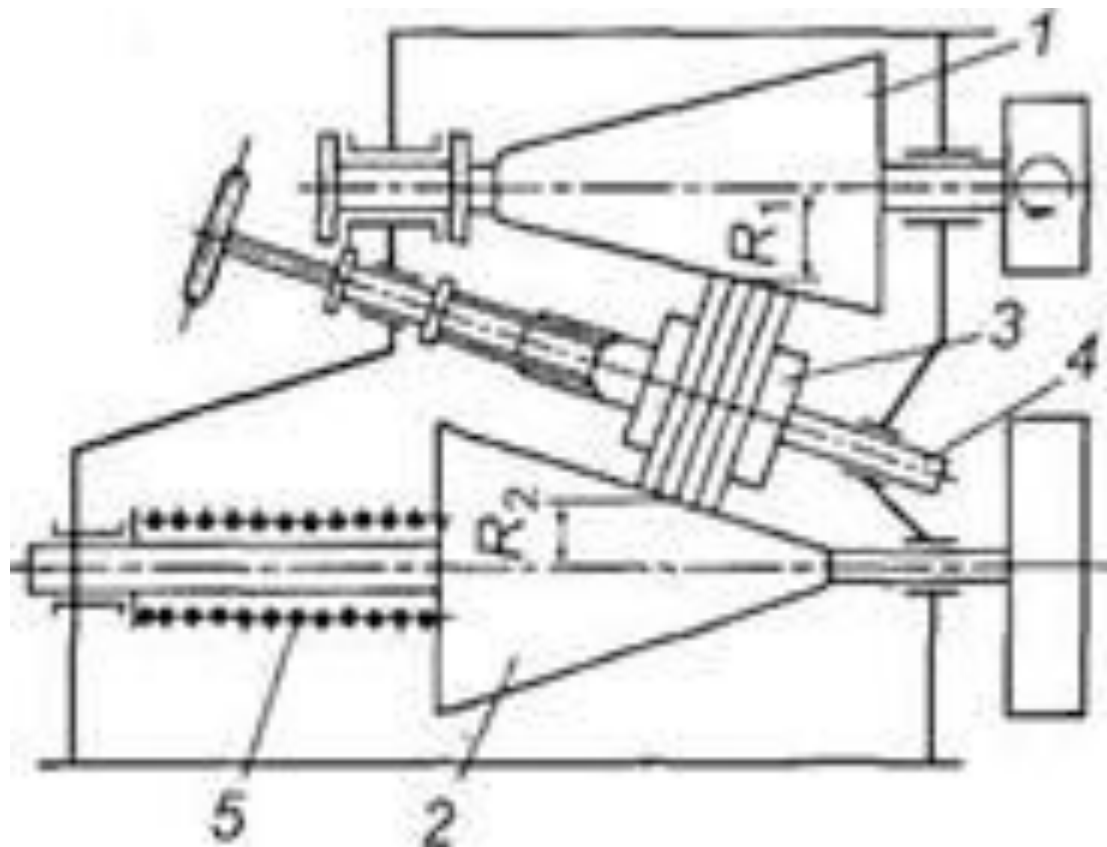


Диапазон
регулирования

$$D \approx \left(\frac{R_{\max}}{R_{\min}} \right)^2$$

1 — ведущая торовая чашка; 2 — ведомая торовая чашка;
3 — диск; 4 — оси дисков; 5 — шарниры осей

Вариаторы с коническими катками



Диапазон
регулирования

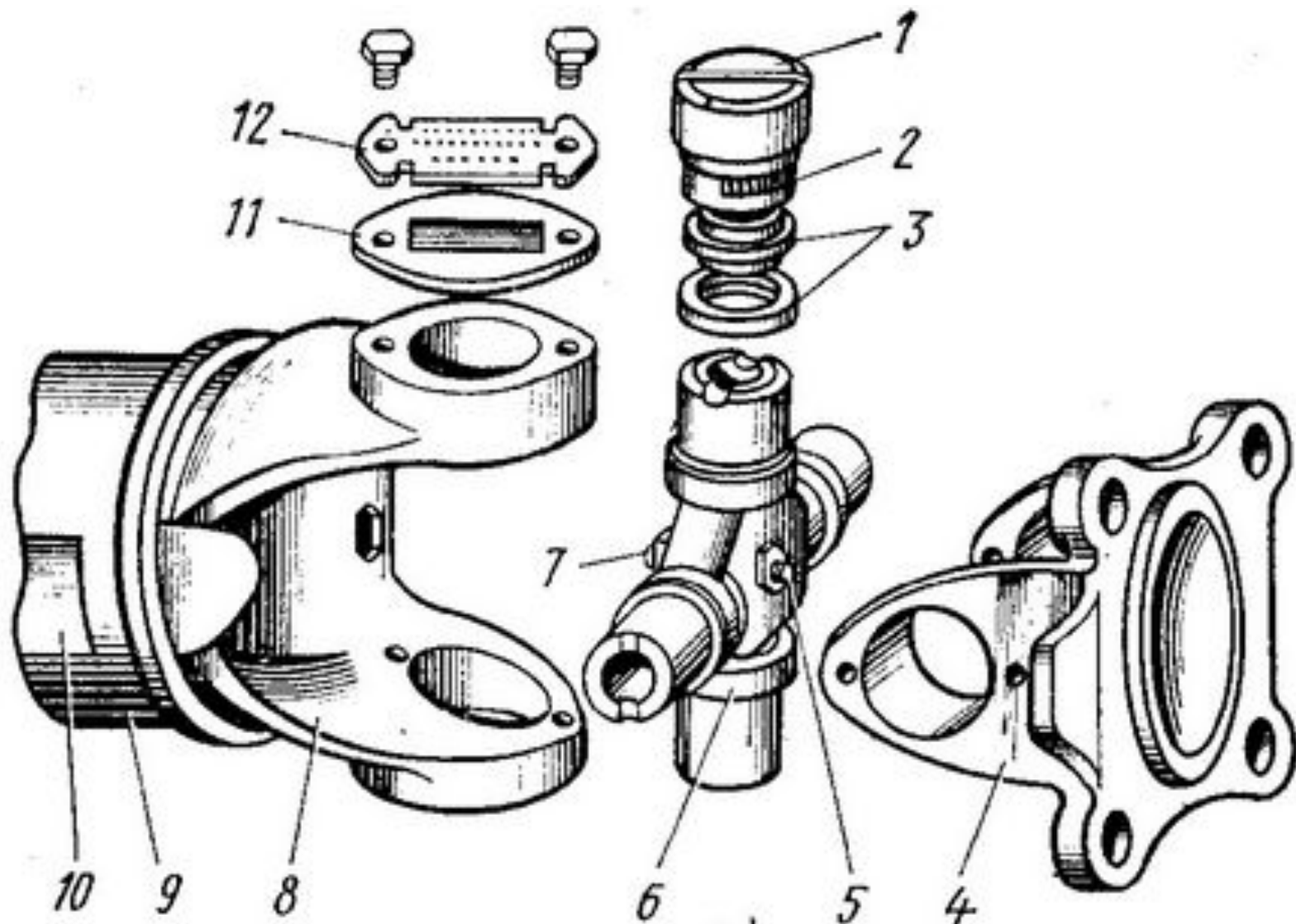
$$D \approx \left(\frac{R_{\max}}{R_{\min}} \right)^2$$

1 — ведущий каток: 2 — ведомый каток:
3 — промежуточный диск: 4 — ось диска; 5 — пружина

Карданные передачи

Карданные передачи передают вращение от ведущего вала к ведомому, когда оба вала расположены под углом друг к другу. При работе трансмиссии угол может менять свою величину, поэтому эти передачи в основном применяют в трансмиссиях базовых автомобилей, где угол передачи вращения меняется при изменении нагрузки или толчке во время движения по неровной дороге.

Карданная передача состоит из валов, шарниров и промежуточных опор. Различают карданные передачи с жестким карданным шарниром и шарниром равных угловых скоростей.



Карданная передача с жестким карданным шарниром:

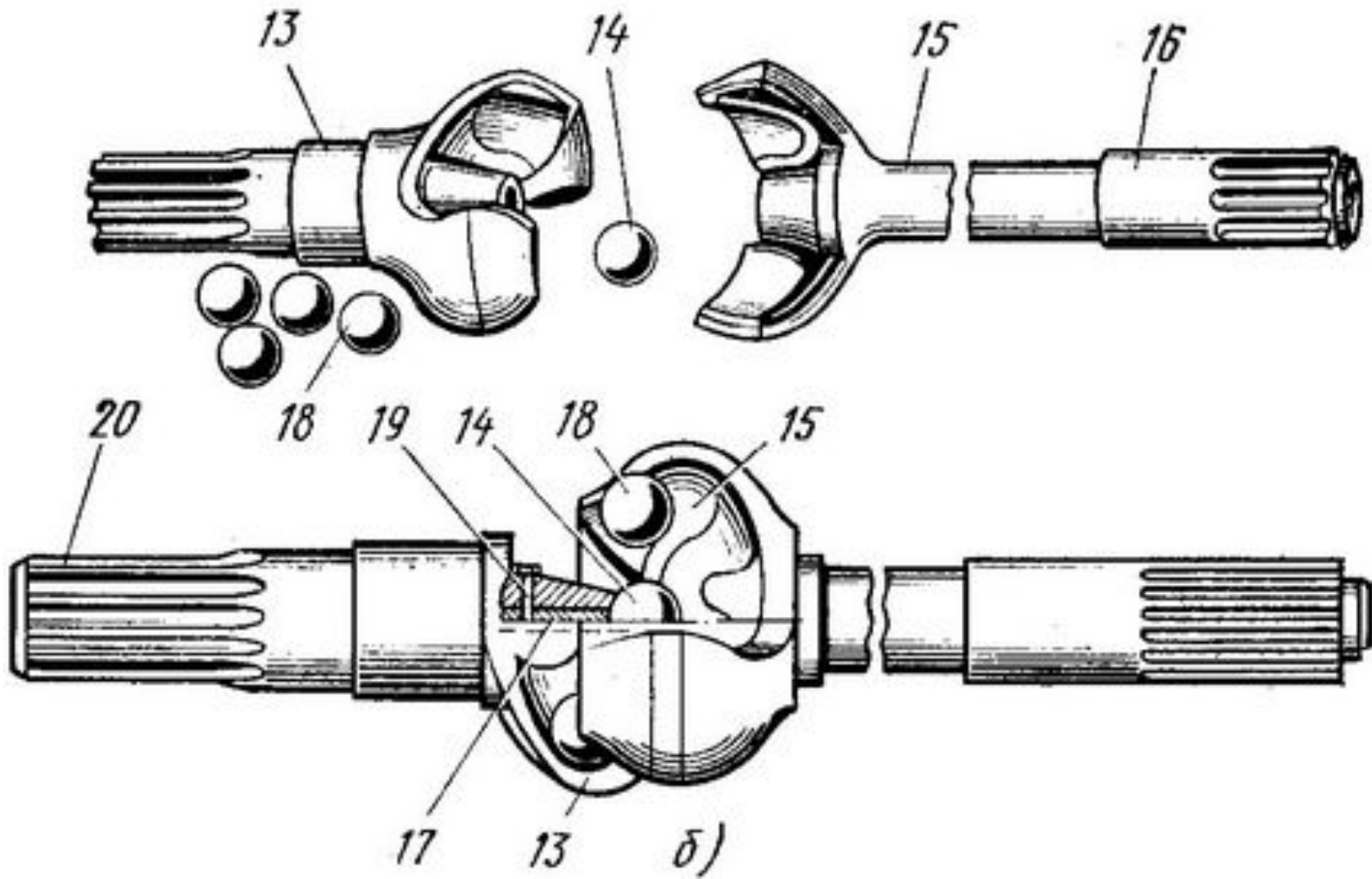
Жесткий карданный шарнир состоит из двух вилок 8 и 4, крестовины 6, установленной шипами в четырех игольчатых подшипниках, и пластин 11 и 12. К одному концу вала 9 приварена вилка 8 простого шарнира, к другому шлицованный наконечник, на который устанавливают скользящую вилку универсального шарнира. Вместо наконечника иногда приваривают шлицованную втулку. Вал вместе с шарнирами динамически балансируют, приваривая пластины 10. установлен предохранительный клапан 5.

Для правильной работы карданной передачи обе вилки одного вала должны лежать в одной плоскости, что обеспечивает совмещение стрелок на валу и вилке. Иглы 2 подшипника заключены в стакан 1, укрепленный на вилке пластиной 11 или стопорным кольцом. Для смазывания подшипников крестовина имеет сверление и масленку 7. Чтобы предохранить сальники от пробивания смазкой, на крестовине установлен предохранительный клапан 5.

Недостатки жесткого карданного шарнира — неравномерность вращения и сравнительно небольшой угол (до 24°), при котором можно передавать крутящий момент.

Там, где необходимо обеспечивать равномерность вращения и передачу крутящего момента под большим углом, применяют карданные шарниры равных угловых скоростей (например, в ведущих мостах базовых автомобилей).

Инженеры Жан-Альбер Грегуар и Пьер Фенай (французской компании Tracta) придумали шарниры равных угловых скоростей, и в 1926 году сделали машину с приводом на переднюю ось.



шарнир равных угловых скоростей

Шарнир равных угловых скоростей состоит из двух фасонных вилок 13 и 15 с делительными канавками, изготовленных заодно со шлицованными наконечниками 16 и 20. Вилки центрируют с помощью сферических торцовых углублений шариком 14, положение которого фиксируется шпилькой 17, закрепленной штифтом 19.

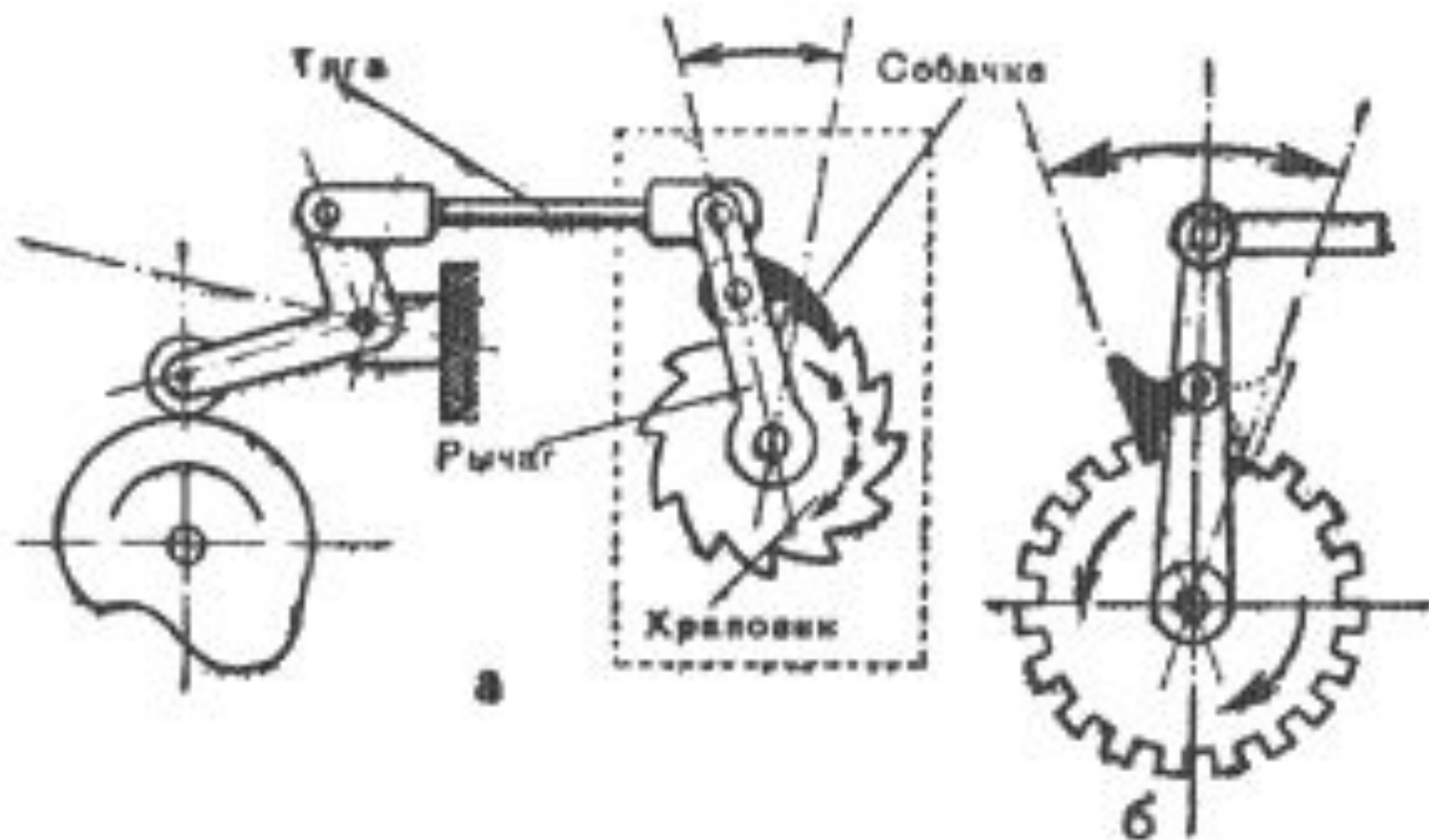
В делительные канавки вилок заложены шарики 18, передающие усилие от ведущей вилки ведомой. Шарик 14 не позволяет ведущим шарикам 18 выкатываться из канавок. Делительные канавки имеют овальную форму, при которой ведущие шарики независимо от угловых перемещений вилок всегда располагаются в плоскости, делящей пополам угол между осями вилок. Благодаря этому обеспечивается равномерность вращения валов.

Движение от ведущего вала ведомому передается с равной угловой скоростью под углом до 35° .

Наконечники 16 и 20 входят в зацепление с внутренними шлицами карданных валов. Шлицевое соединение наконечников с валами позволяет установить необходимую длину передачи. Валы закрепляют на подвесных подшипниках, состоящих из кронштейна, резиновой подушки и шарикового подшипника.

Храповые механизмы

Кроме непрерывного вращательного движения, в машинах очень часто применяется прерывистое вращательное движение. Такое движение осуществляется при помощи так называемого храпового механизма.



Основными частями храпового механизма являются: храповик (диск с зубцами), рычаг и собачка.

Зубцы храповика имеют особую форму. Одна сторона у них сделана пологой, а другая отвесной или несколько поднутренной.

Храповик насажен на вал неподвижно. Рычаг же, сидящий рядом с храповиком, может свободно качаться. На рычаге имеется собачка, которая одним концом лежит на храповике. С помощью шатуна или тяги от того или иного ведущего механизма рычаг приходит в качательное движение.

При отклонении рычага влево собачка скользит свободно по пологому склону зубцов, не поворачивая храповик.

При отходе вправо собачка упирается в уступ зубца и поворачивает храповик на некоторый угол. Так, непрерывно качаясь в ту и другую сторону, рычаг с собачкой приводит храповик с валом в периодическое вращательное движение.

Для надежного прилегания собачки к храповику собачка снабжается нажимной пружиной.

Но чаще бывает другое назначение храпового механизма - предохранения вала с храповиком от проворачивания.

Так, у лебедки при подъеме груза храповик с собачкой не дают барабану провертываться обратно.

Иногда нужно получить вращение храповика не только в одну сторону, но и в другую. В этом случае зубцы у храповика делают прямоугольными, а собачку - перекидной. Перекинув собачку вправо или влево, можно изменить и вращение храповика.

Число зубцов на храповике зависит от требуемого угла поворота. На какую часть окружности поворачивается храповик, столько делают и зубцов.

Например, если на 60° - одну шестую долю окружности, то берут 6 зубцов; на 30° - одну двенадцатую долю - делают 12 зубцов и т.д.

Меньше шести зубцов на храповике обычно не бывает.

Храповик должен быть небольшим. Большой храповик потребует увеличения размаха рычага и большого хода кривошипа, качающего рычаг.

Высоту зубца храповика следует брать в пределах 0,35-0,4 от шага. Профиль зубца делают остроугольным, пологую сторону зубца - прямой, но ее можно и очерчивать по радиусу.

Рычагов лучше брать два, помещая их по обеим сторонам храповика. При двух рычагах собачка и поводок от кривошипа встанут между ними и уменьшат перекос при работе. Нажим собачки можно осуществлять не только пружиной, но и резинкой. Конец собачки следует хорошо скашивать, чтобы она надежнее упиралась в зубец.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ