



Детали Машин и Основы Конструирования

Преподаватель:

Дорофеев Леонид Вячеславович

Ст. преподаватель

каф. «Мехатроника и международный

инжиниринг» /ауд. 108,110/



Базовая структура курса

Лекции: 40 часов.

Практические занятия: 20 часов.

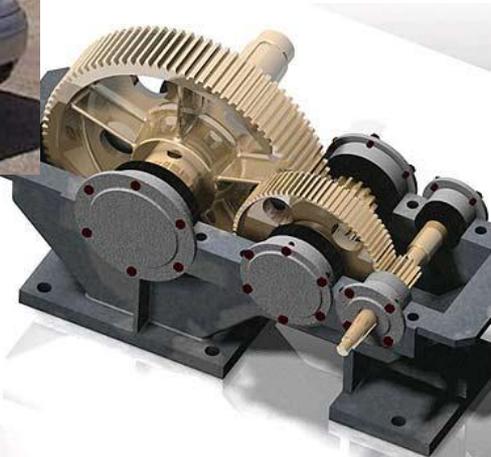
Лабораторные работы: 40 часов.

Самостоятельная работа: 80 часов.

Итоговый контроль

I семестр: РГР, отчет лабораторных работ, тесты, зачет.

II семестр: отчет лабораторных работ, тесты, защита курсового проекта, экзамен.





Условные обозначения в лекциях-презентациях



- **очень важно для понимания всей темы в целом!**



- **необходимо записать!**



- **рисунок (схему) занести в конспект!**



- **спросить, если непонятно!**



- **знать вывод формулы!**

$$[Bm] = \left[\frac{H \cdot m}{c} \right]$$

- **проверить размерность формулы!**



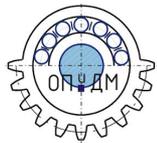
- **99% вероятность дополнительного вопроса на экзамене!**



- **просмотреть по теме другие литературные источники!**



- **самостоятельно повторить решение задачи!**



Типовая элементная база механических устройств

Технические системы представляют собой единое, целостное устройство, предназначенное для выполнения определенных функций.

Но эти системы, в свою очередь, обычно состоят из отдельных элементов (частей), которые также характеризуются выполняемой функцией, принципом действия, структурой и параметрами.

Элементы, родственные по выполняемой функции (хотя они и могут принадлежать различным системам), объединяют в группы, которые образуют элементную базу предметной области – машиностроения, аппаратостроения, приборостроения и т.д. Знание этих групп и составляющих их элементов облегчает анализ сложных и создание новых систем.

Наиболее распространены типовые механические элементы.

Типовые – поскольку такие элементы составляют основу устройства не только машин (от простейших передач до сложных механизмов), но и основу конструкции разнообразных аппаратов и приборов.





Механические передачи

Передаточные устройства – предназначены для передачи движения (работы, мощности) в другую точку пространства с изменением или без него кинематических (угловая или линейная скорость) и силовых параметров (сила, крутящий моменты).

Механические передачи – главная функциональная часть машин или механизмов иных технических систем,

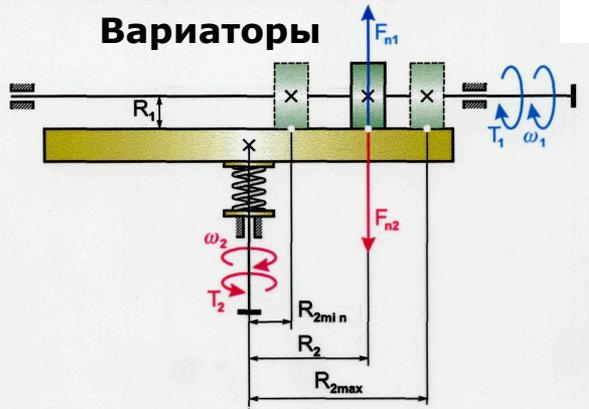
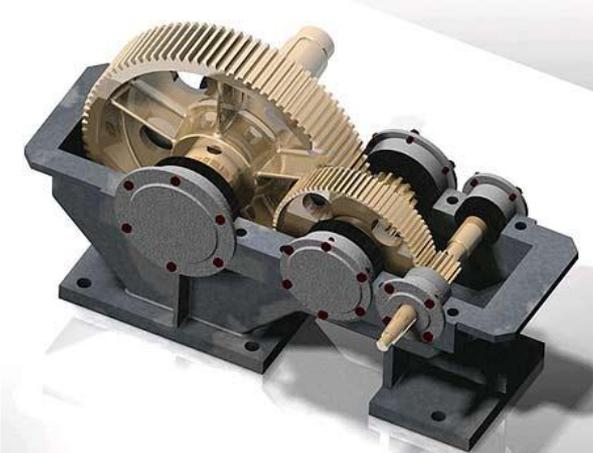
Ременные передачи



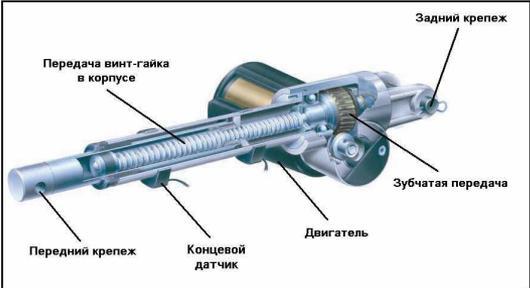
Цепные передачи



Зубчатые передачи



Винт-гайка



Червячные передачи





Передаточные устройства – главная функциональная часть машин или механизмов иных технических систем. Они подразделяются:

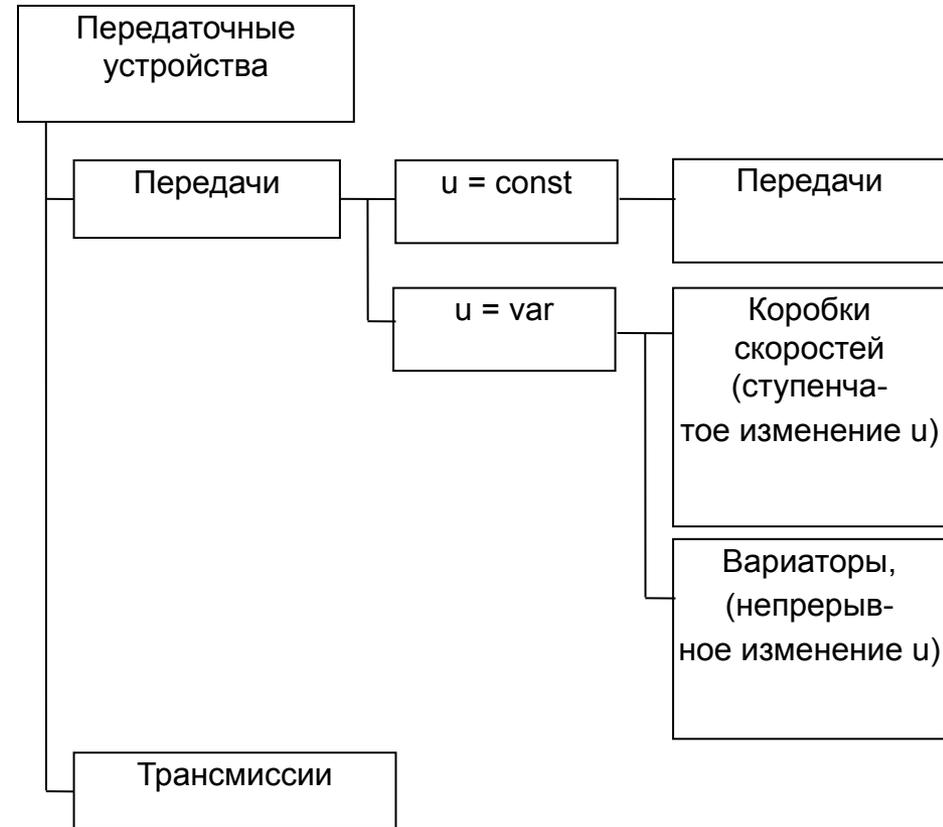
на передачи, предназначенные для согласования (преобразования) вида и параметров движения, которое поступает от двигателя к исполнительному устройству;

на трансмиссии, предназначенные для передачи движения от двигателя к удаленному исполнительному устройству. Трансмиссии – частный случай передач, когда характер движения при его передаче не меняется.

Главным функциональным параметром передачи служит **передаточное отношение** – отношение скорости движения на входе в передачу к скорости движения на выходе из нее и обозначается буквой i .

Передаточное отношение имеет размерность, если виды движения на входе и выходе различаются (например, вращательное и поступательное).

Если в процессе работы устройства передачное отношение **постоянно**, то его обычно называют **передачным числом** и обозначают буквой u .





Виды механических передач: классификационный признак – передаточное отношение

Передаточное отношение – главный параметр любого передаточного устройства.

Они подразделяются на:

- передачи (передаточное число постоянно);
- коробки скоростей и вариаторы (позволяют изменять передаточное число в процессе работы);
- трансмиссии (только передают движение из одной точки пространства в другую, $u=1$).

В свою очередь устройства с изменяемым передаточным числом делятся на:

- если изменение происходит ступенчато (пошагово), то устройства относят к **коробкам скоростей**;
- устройства, позволяющие изменять передаточное число беступенчато (непрерывно в пределах заданного диапазона), относят к **вариаторам**.





Виды механических передач:

классификационный признак – вид выполняемых функций

Функциональный признак

Он характеризует допустимость применения передачи по своему непосредственному назначению, т.е. для **согласования видов и параметров движений на входе и выходе**. Возможен ряд случаев:

1. **Согласуются (изменяются) только параметры вращательного движения.**

$$\text{Передаточное число } u = \omega_{\text{ВХ}} / \omega_{\text{ВЫХ}},$$

где $\omega_{\text{ВХ}}$, $\omega_{\text{ВЫХ}}$ – угловая скорость вращения входного (ведущего) и выходного (ведомого) звеньев (валов) передачи.

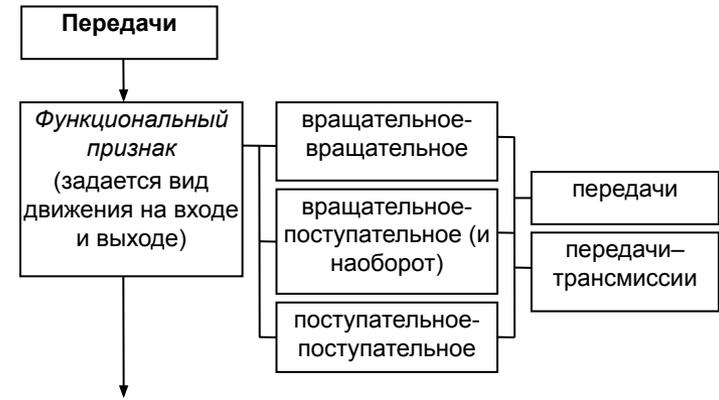
Передачи относят к **редукторам**, если движение замедляется и, следовательно, **передаточное число по абсолютной величине больше единицы, $u > 1$** , либо к **мультипликаторам**, если движение ускоряется, **$u < 1$** .

Если параметры движения **не изменяются, т.е. $u = 1$** , то такие передачи уже относят или к **трансмиссиям** (основная функция – передавать), или к **муфтам** (функция – соединять, но при этом звенья передачи относительно неподвижны).

Передаточное число может иметь **знак (“+” или “-”)**, указывающий на совпадение или нет направлений вращений входного и выходного валов.

В группу передач вращательного движения входят **цилиндрическая, коническая, планетарная, волновая, червячная, ременная, цепная и винтовая передачи и другие**.

При этом ременная и цепная передачи часто используются и как трансмиссии: они содержат гибкие звенья (ремни и цепи), которые называются гибкой связью и обеспечивают выполнение обеих функций (передавать, соединять).





Виды механических передач: классификационный признак – вид выполняемых функций

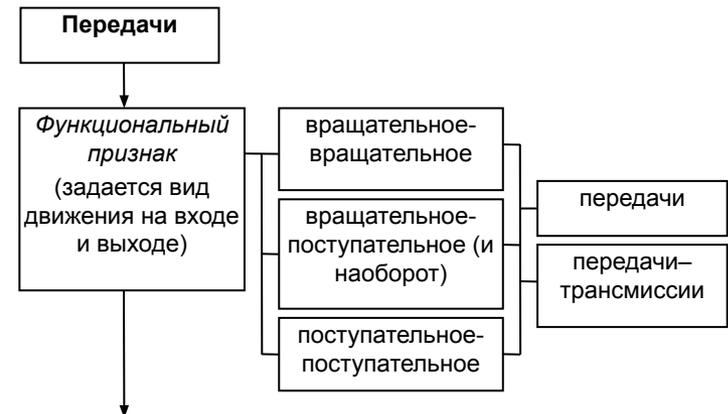
2. **Преобразуется вид передаваемого движения и согласуются его параметры.** Передаточное число $u = \omega_{ВХ} / \nu_{ВЫХ}$, или $u = \nu_{ВХ} / \omega_{ВЫХ}$,

где ω , ν – угловая и линейная скорости передаваемого движения (в этом случае передаточное число имеет размерность). К такому типу относятся, например, **реечная и канатная** (с гибкой связью – канатом) передачи, передача **винт-гайка**, **кривошипно-ползунный механизм**.

3. **Согласуются только параметры передаваемого поступательного движения.**

Передаточное число $u = \nu_{ВХ} / \nu_{ВЫХ}$.

Класс таких передач сравнительно мал – **клиновья и рычажная передачи**.





Виды механических передач: классификационный признак – самотормозящиеся передачи

САМОТОРМОЖЕНИЕ

На практике, работа некоторых передач в режиме **мультипликации ($u < 1$)** или по преобразованию поступательного движения во вращательное иногда становится невозможной, **т.е. независимо от величины приложенной на входе нагрузки привести в движение звенья передачи не удастся.**

Такое явление называется **самоторможением**.

Оно вызывается тормозящим действием сил трения в звеньях передачи, которые при определенных условиях всегда уравнивают внешнюю (на входе) нагрузку. В большинстве, самотормозящимися являются передачи, принцип действия которых основан на эффекте клина. Это – **клиновая и червячная передачи, передача винт-гайка и другие.**



Назначение механических передач

Потребность в передаче выявляется из назначения проектируемой системы или из необходимости обеспечения совместной работы ее частей, т.е.:

- согласования вида и параметров движений двигателя и исполнительного устройства. Например, согласовать частоту вращения вала имеющегося двигателя с заданной частотой вращения колеса автомобиля;
- получения заданного, часто – увеличенного, усилия: вращающего момента T или силы F . Например, создать большое выходное усилие при незначительном усилии на входе (домкрат, пресс и т.п.). Изменение нагрузки основывается на законе сохранения энергии: мощность на выходе $N_{\text{вых}}$ с учетом потерь должна равняться мощности на входе $N_{\text{вх}}$, т.е.

$N_{\text{вых}} = N_{\text{вх}} \cdot \eta$, где η – КПД передачи, а входная и выходная мощность в зависимости от вида движения равна $N = F \cdot v$ или $N = T \cdot \omega$. И, следовательно, замедление или ускорение передаваемого движения ведет соответственно к увеличению или снижению величины выходной нагрузки;

- обеспечения самоторможения, т.е. передачу движения только в одном направлении;
- передачи движения на значительное или изменяемое расстояние.



Механические передачи

Виды механических передач: классификационный признак – геометрия. Выявляется из анализа размещения частей проектируемой системы в пространстве: задается либо внешними условиями, либо возможным или желаемым взаимным расположением входного и выходного звеньев. В соответствии с этим признаком передачи подразделяют на следующие:

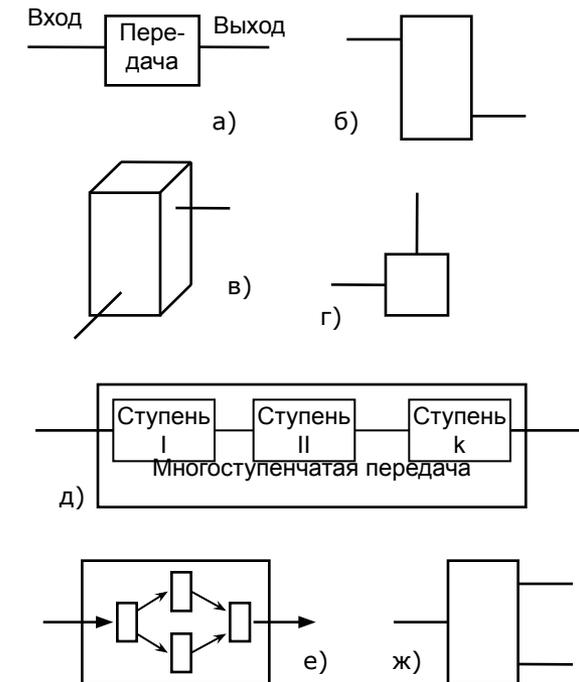
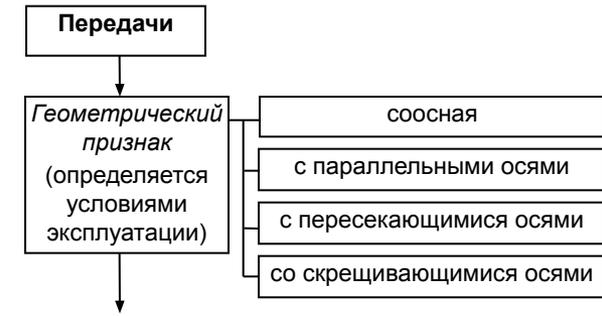
соосные (рис. а). Они характеризуются совпадением осей вращения входного и выходного валов (например, планетарная и волновая передачи) или совпадением оси вращения и траектории движения входного и выходного звеньев (например, передача винт-гайка). Соосные передачи хорошо komponуются (встраиваются в конструкцию системы) и имеют уменьшенные габариты;

с параллельным расположением осей вращения или траекторий движения входного и выходного звеньев (рис. б). К таким передачам относятся цилиндрическая, ременная и цепная;

с пересекающимися осями или траекториями движения входного и выходного звеньев (рис. г). Это – коническая и клиновая передачи;

со скрещивающимися осями или траекториями движения входного и выходного звеньев (рис. в). Это – червячная, винтовая, реечная и канатная передачи, а также ременная передача с угловым расположением шкивов.

Иногда требуется только передать движение между валами или штоками, расположение которых уже задано. В таком случае передачи подбирают по геометрическому признаку и используют как трансмиссии, с передаточным числом равным единице, т.е. $u = 1$. Часто, это – коническая, ременная и цепная передачи.



Блок-схемы основных видов передач (прямоугольники – передачи, линии и стрелки – входные и выходные звенья)



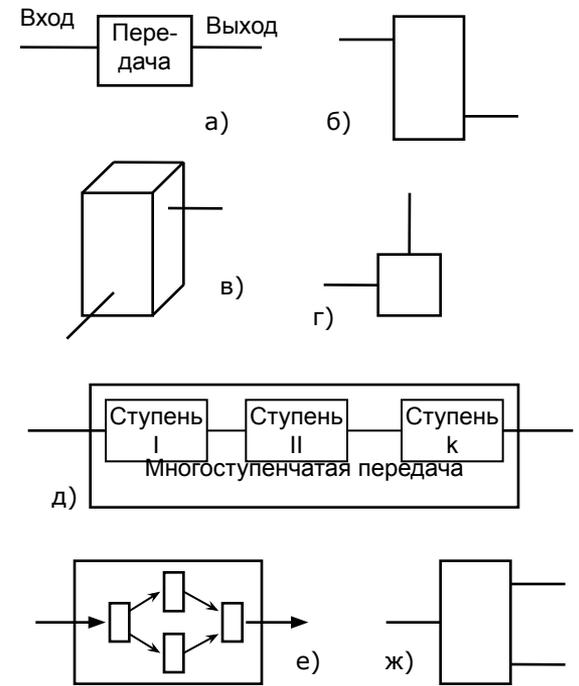
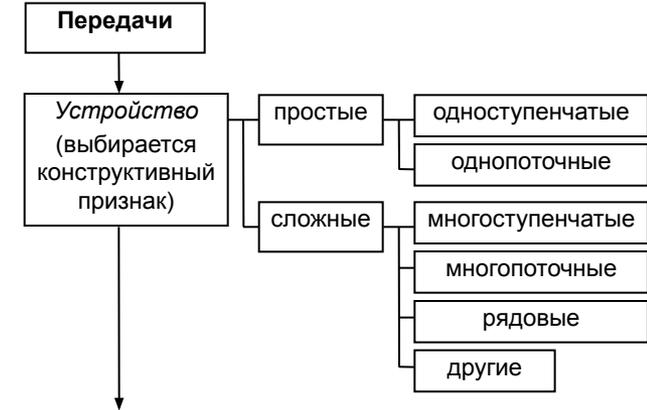
Виды механических передач: классификационный признак – устройство передачи. Характеризует ее конструктивные особенности. Прежде всего, это:

1. Простота конструкции. Достигается применением одноступенчатых и однопоточных передач. Под *ступенью* понимается элементарная передача, не допускающая расчленения на более простые передачи и не имеющая внутри себя промежуточных валов или штоков. На рис. д представлена схема многоступенчатой передачи, в которой ступени последовательно изменяют характеристики движения. На рис. е показана блок-схема многопоточной передачи. Здесь движение (мощность) от входного звена к выходному передается несколькими потоками (на входе разветвляется на ряд потоков, которые потом к выходу снова сливаются в один);

2. Удобство компоновки передачи. Часто достигается применением многоступенчатых, т.е. последовательно сочлененных элементарных передач. Использование передач с различной пространственной ориентацией входных и выходных звеньев (рис. а, б, в, г) или/и изменение взаимного пространственного расположения отдельных ступеней позволяет достичь необходимой геометрической конфигурации (компоновки) всей передачи в целом. С другой стороны, общее передаточное число такой сложной передачи равно произведению передаточных чисел отдельных ступеней, т.е.

$$U = U_I \cdot U_{II} \cdot \dots \cdot U_k,$$

где k – количество ступеней (рис. д).





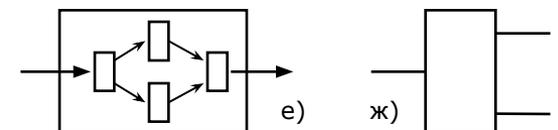
Виды механических передач: классификационный признак – устройство передачи.

Представление передачи в виде многоступенчатой (особенно при больших значениях передаточного числа u) ведет к уменьшению габаритов передачи. Целесообразность выбора числа и вида ступеней, последовательности их расположения устанавливается на основе экспериментальных и теоретических исследований.

Например, конструкция механических часов. Требуемое передаточное число механизма, обеспечивающее согласование частоты вращения маятника и, допустим, часовой стрелки, составляет около 40 000. Габариты одноступенчатой, например, цилиндрической передачи с таким передаточным числом составили бы десятки метров, что вряд ли позволило разместить ее не только на руке, но и в комнате. Многоступенчатая же передача свободно размещается в небольшом корпусе;

3. Повышение нагрузочной способности. Достигается многопоточностью, т.е. передачей механической энергии одновременно несколькими звеньями (потоками). При этом многопоточность может использоваться не только для передачи движения с входного звена к выходному (рис. е), но и для организации нескольких входов или выходов (рис. ж). Многопоточность позволяет повысить надежность всей передачи, так как параллельные потоки взаимно подстраховывают друг друга. Но следует помнить, что многопоточные передачи – статически неопределимые системы и, как следствие, заключают в себе некоторую неопределенность количественного распределения мощности по отдельным направлениям;

4. Передача движения на заданное расстояние или изменение его направления при сохранении значения передаточного числа. Достигается применением рядовых передач (особенность их конструкции будет рассмотрена позже, на примере цилиндрических передач).





Виды механических передач: классификационный признак – характер взаимодействия звеньев.

Представляет собой физический принцип передачи нагрузки с одного звена на другое. Взаимодействие возможно:

□ **посредством надавливания одних деталей на другие.** Это – так называемое **геометрическое замыкание** деталей (звеньев). Здесь важное значение имеет форма контактирующих поверхностей – ее конкретный вид определяет эффективность функционирования, прочность, жесткость и другие факторы;

□ **благодаря действию сил трения, тяжести, инерции, магнетизма и т.п.** Это – **силовое взаимодействие (замыкание)** звеньев.

Оно часто является косвенным результатом действия других нагрузок, таких как, например, сила давления, приводящая к появлению силы трения. К передачам с силовым замыканием, прежде всего, относятся *фрикционные передачи*, в которых движение передается посредством сил трения. Эти передачи характеризуются простотой форм рабочих звеньев, технологичностью, но требуют специальных нажимных устройств, обладают проскальзыванием и повышенным износом рабочих поверхностей. Усилие поджатия звеньев может в несколько раз превышать рабочую нагрузку, что дополнительно и существенно нагружает элементы передачи, снижает их прочность и, следовательно, требует увеличенных габаритов.

Рассмотрим подробнее основные формы контактирующих поверхностей в передачах с геометрическим замыканием звеньев. Подавляющее их большинство составляют передачи с резьбовым соединением (винт-гайка) и зубчатым зацеплением.





Простейшие передачи

К простейшим относят **передачи посредством ворота, клина и рычага**. Они не только характеризуются простой конструкцией, но и известны с древнейших времен.

Канатная передача. Предназначена для преобразования вращения ворота в поступательное движение каната, и наоборот. Используемый здесь принцип действия называется принципом ворота. Основные параметры передачи показаны на рисунке.

Передаточное число, например, для случая преобразования вращательного движения в поступательное по схеме *a*, равно

$$u = \omega / v = 2 / d .$$

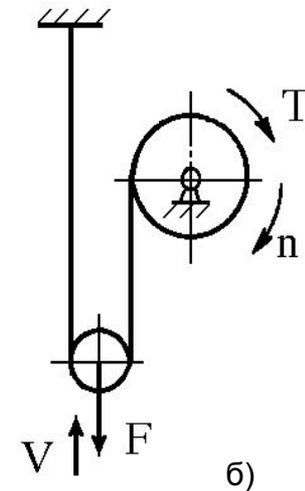
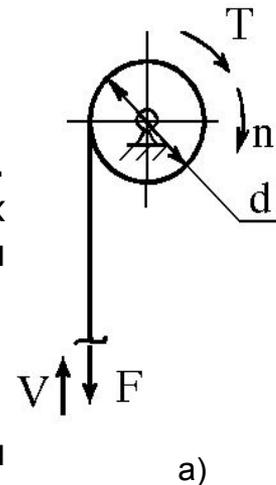
В передаче, выполненной по схеме (*б*), передаточное число в два раза больше. Известны и другие разновидности канатных передач, обладающие значительно большим передаточным числом (например, полиспасты).

Силовые параметры связаны соотношением:

$$F = T \cdot u \cdot \eta .$$

Отказы передачи, в основном, вызываются разрушением каната.

Канатная передача проста по устройству и в изготовлении, но работает только на создание растягивающих усилий.





Клиновая передача. Предназначена для изменения направления передачи движения, наиболее часто – под углом 90° . Используемый здесь принцип действия называется принципом клина.

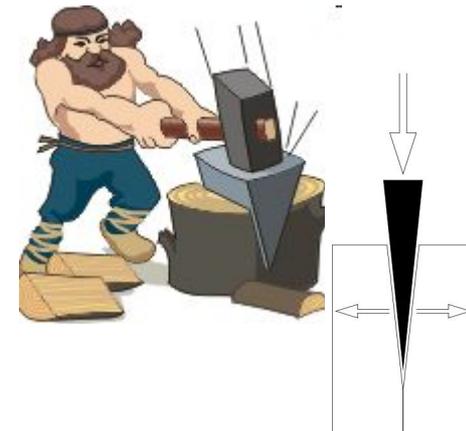
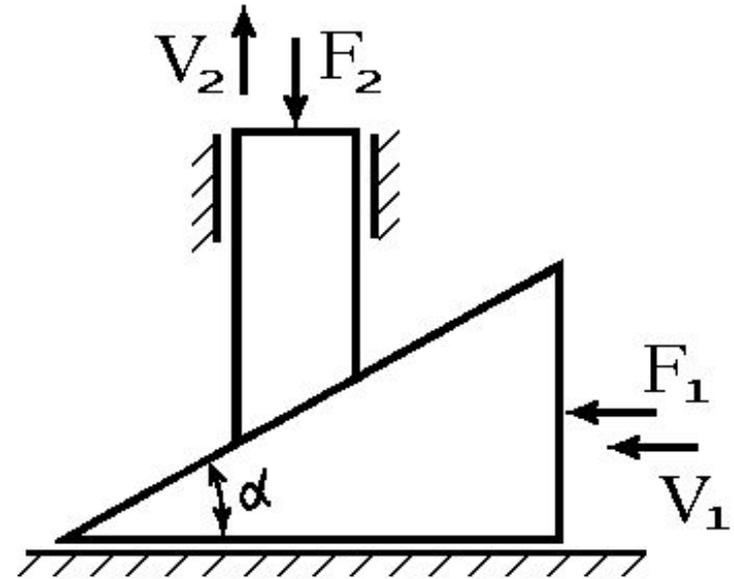
Передаточное число равняется $u = v_1 / v_2 = ctg \alpha$.

При малых значениях угла подъема наклонной плоскости передаче свойственно самоторможение. Условие самоторможения $\alpha < \rho$,

где $\rho = arctg f$ – угол трения, f – коэффициент трения между контактирующими гранями клиньев (при учете трения клиньев об опорные поверхности угол трения возрастает).

Отказы передачи вызываются износом и обмятием контактирующих поверхностей.

Клиновая передача применяется для изменения направления передачи поступательного движения, создания больших усилий и точных перемещений, но при ограниченных смещениях клиньев.

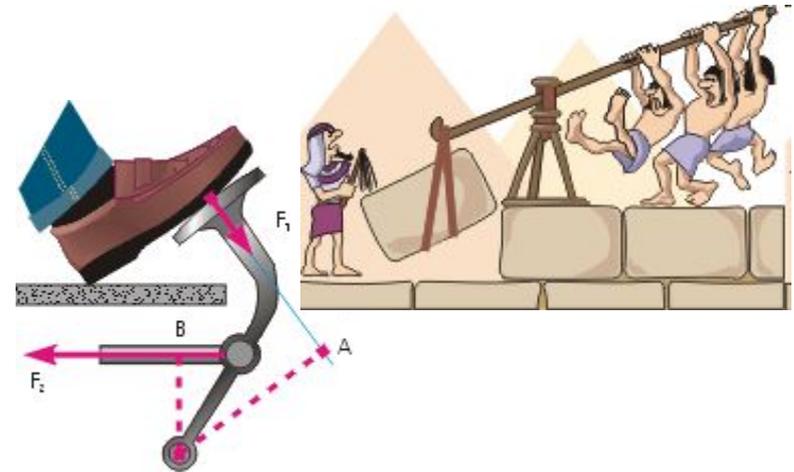
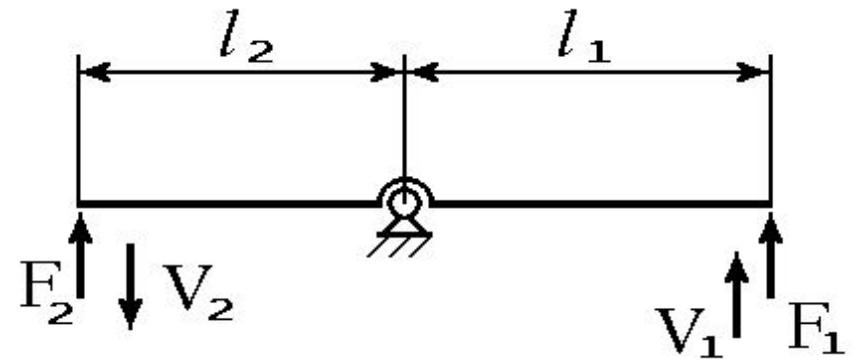




Рычажная передача. Предназначена для передачи движения в двух параллельных направлениях. Используемый здесь принцип действия называется принципом рычага. Передаточное число равно:

$$u = v_1 / v_2 = l_1 / l_2.$$

Отказы передачи вызываются недостаточной изгибной прочностью и жесткостью рычагов. Рычажная передача проста по устройству и в изготовлении, но точки приложения нагрузок смещаются по дуге окружности, что вызывает и смещение линии действия сил.





Фрикционная передача – механизм, в котором движение одного жесткого звена преобразуется в движение другого жесткого звена за счет сил трения в одной или нескольких зонах контакта (сопряжения).

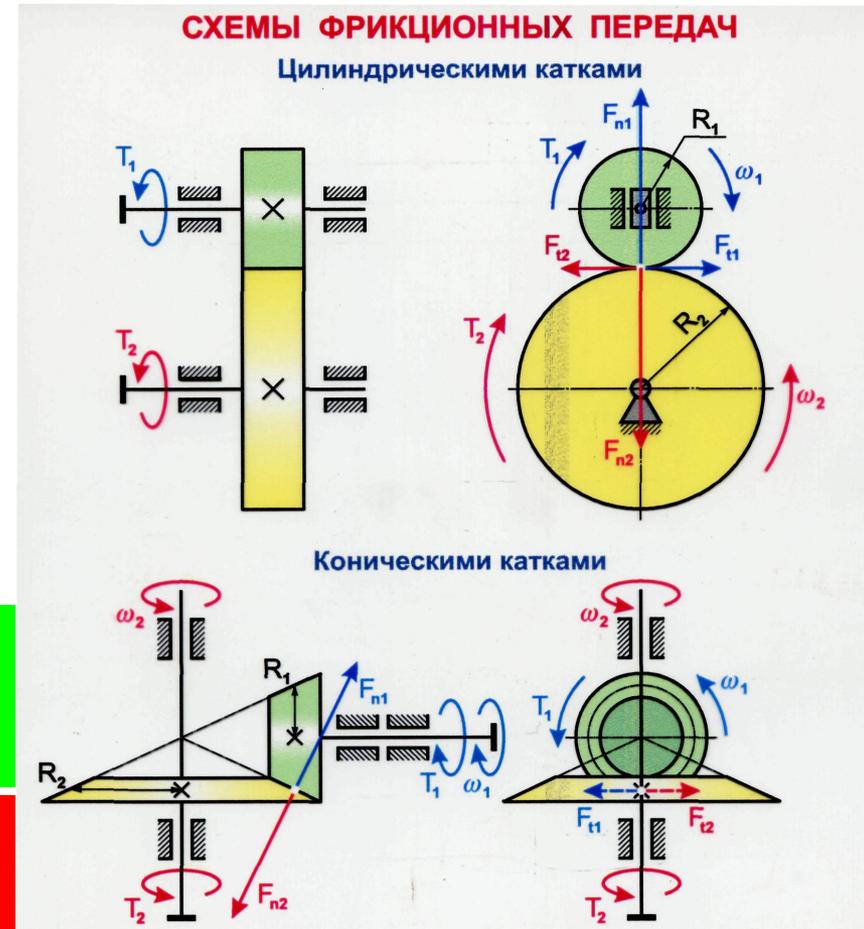
Необходимая сила трения между звеньями механизма создается прижатием одного из них к другому, т.е. силовым замыканием. Такие механизмы применяются для преобразования параметров вращательного движения. Постоянное прижатие получают за счет предварительной деформации при сборке упругих элементов системы, использованием сил тяжести и т.д. Регулируемое (переменное) прижатие достигается за счет применения специальных прижимных устройств.

Достоинства:

простота конструкции, плавность движения, бесшумность, удобство регулирования частоты вращения ведомого звена.

Недостатки:

значительные нагрузки на валы и опоры, наличие проскальзывания.





МП. Фрикционные передачи – вариаторы

Вариатор – это фрикционная передача, которая позволяет изменять передаточное отношение в процессе работы за счет перемещения одного или двух звеньев.

Применение.

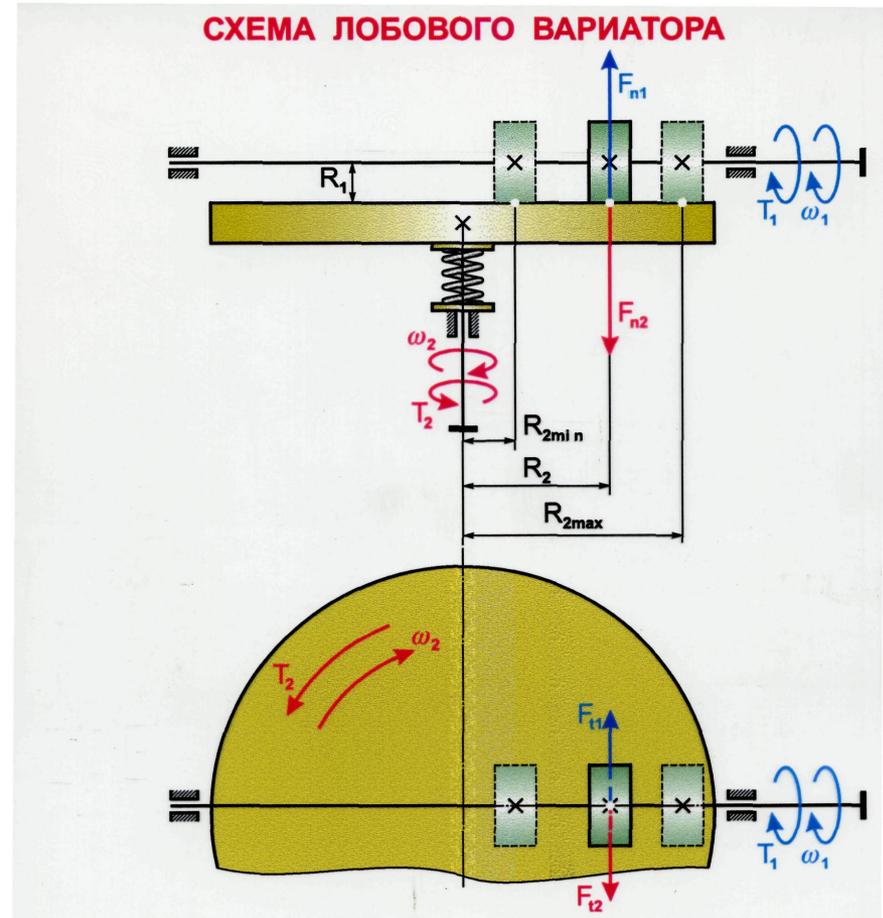
Фрикционные механизмы применяют для обеспечения плавности, бесшумности и безударного включения.

Вариаторы применяют для бесступенчатого регулирования скорости.

Диапазон передаваемых мощностей до 10 кВт. Обычно это силовые кинематические цепи приборов (т.е. там, где нет высоких нагрузок), от которых требуются плавность движения, бесшумность работы, безударное включение на ходу.

Вариаторы делятся на два типа:

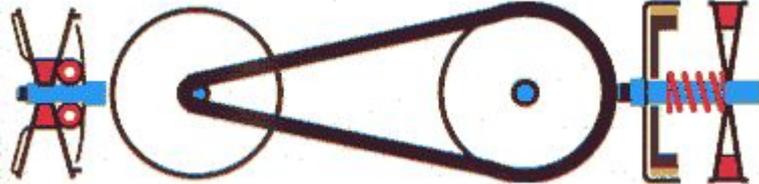
- *простые*: в процессе работы передаточное отношение изменяется за счет смещения одного звена (как правило ведущего);
- *сложные*: в процессе работы передаточное отношение изменяется за счет смещения ведущего и ведомого или промежуточного звена.



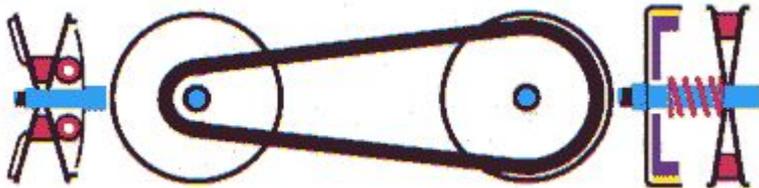


Клиноременный вариатор

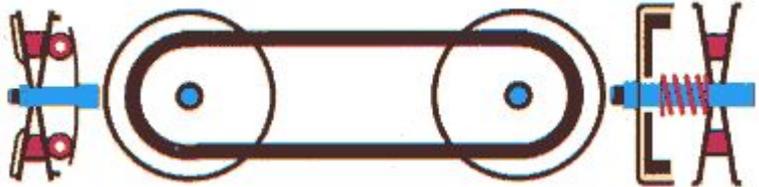
Двигатель не запущен.



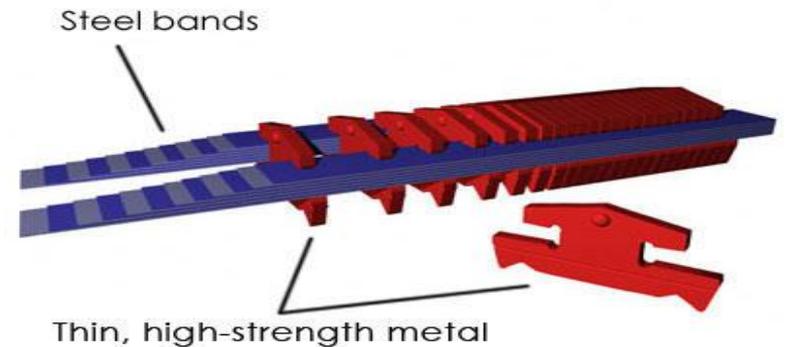
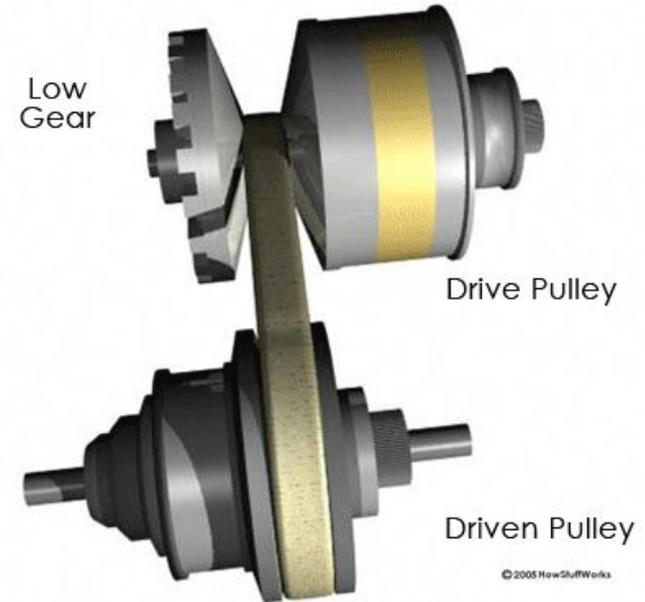
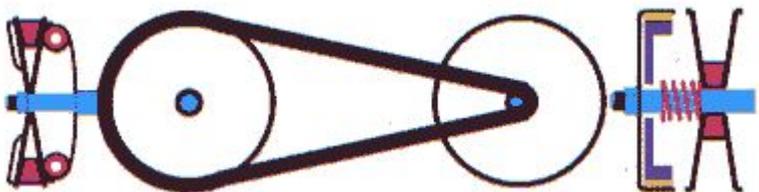
Малые обороты двигателя.



Средние обороты двигателя.

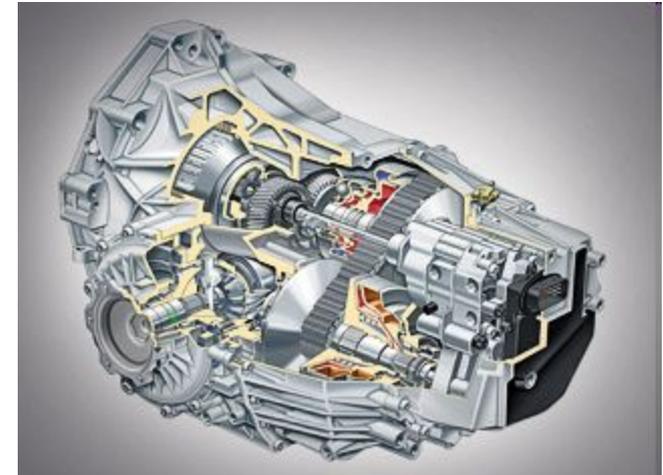
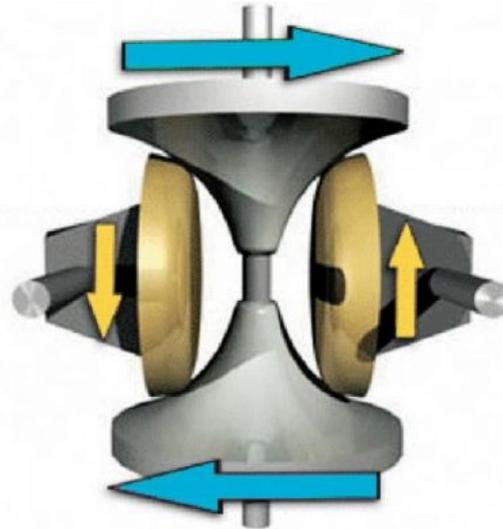
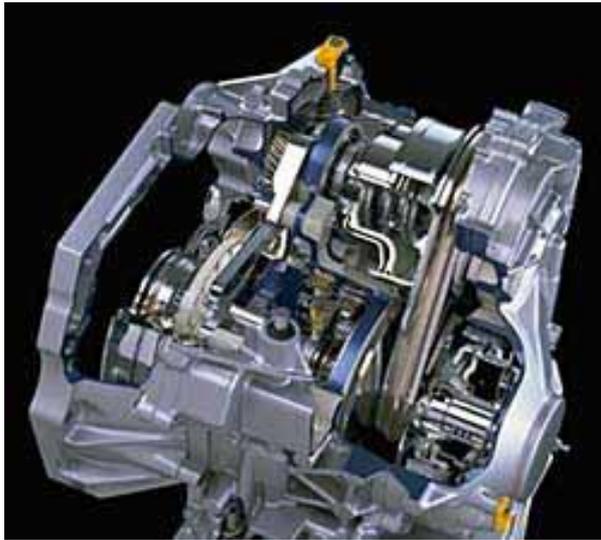
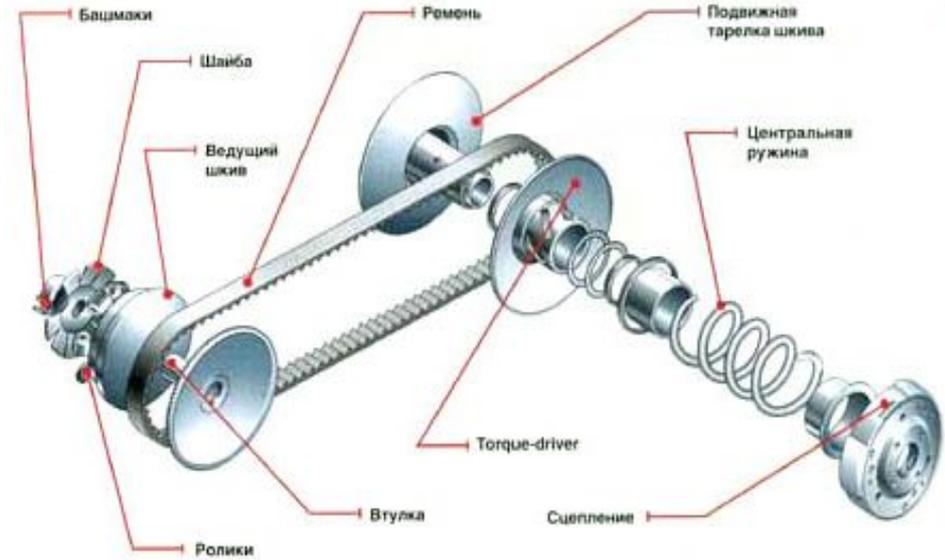
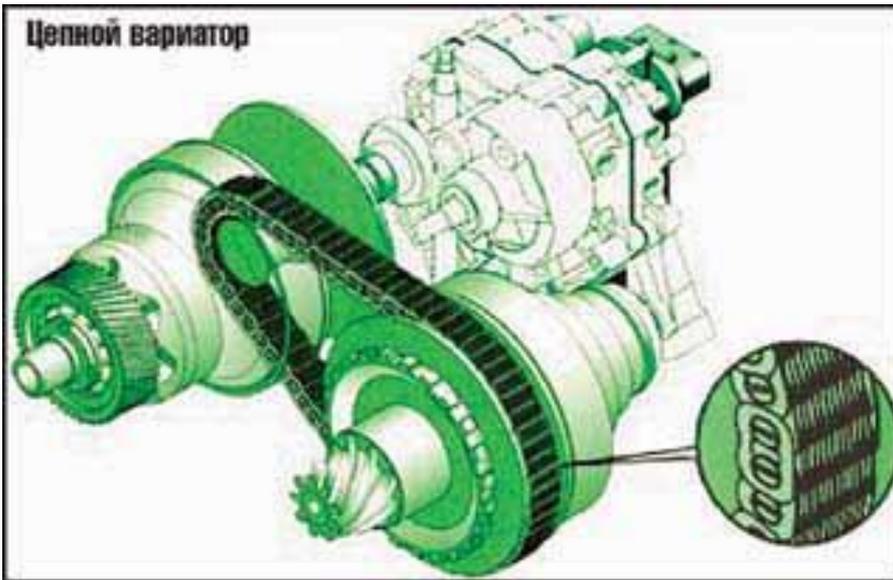


Максимальные обороты двигателя.



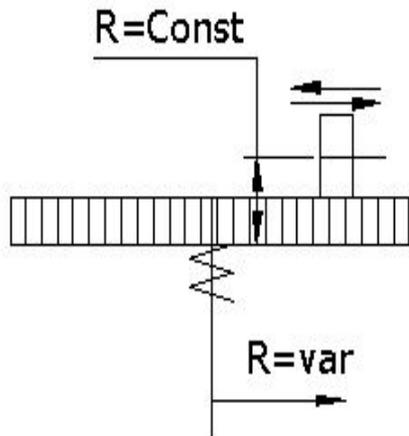


Механические передачи трением



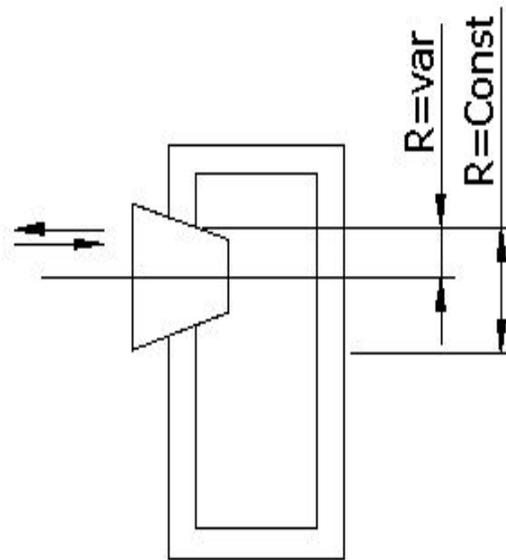


Лобовой

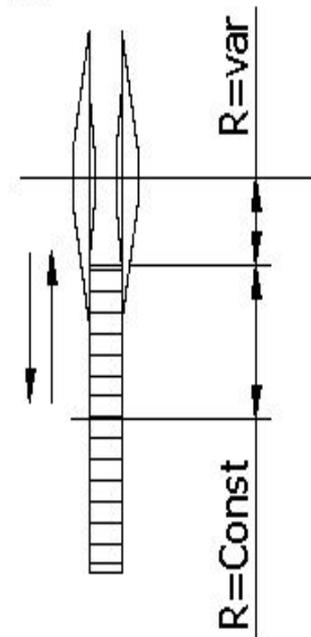


Простые вариаторы

Конусный

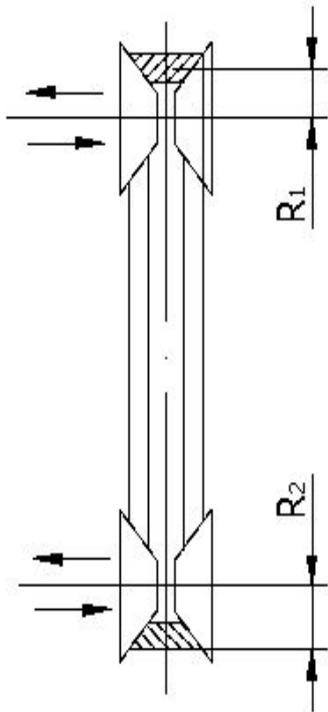


Дисковый



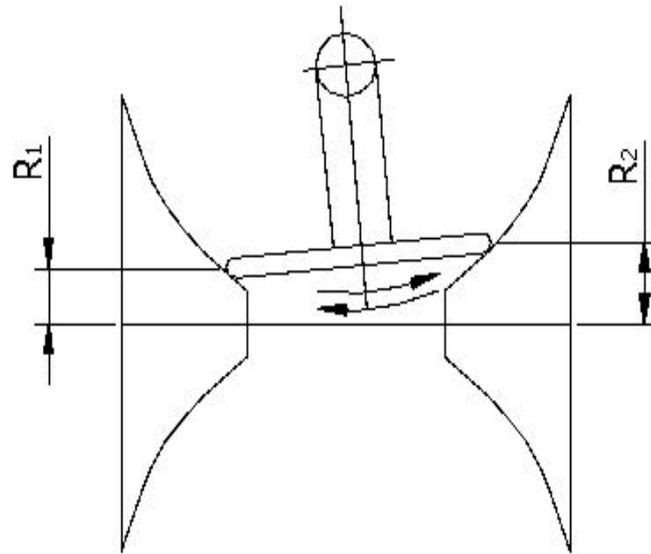


Конусный

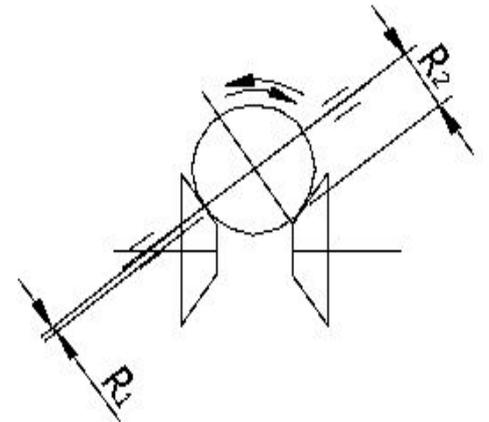


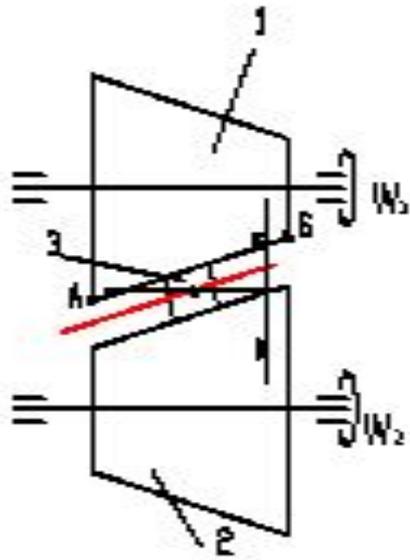
Сложные вариаторы

Торовый



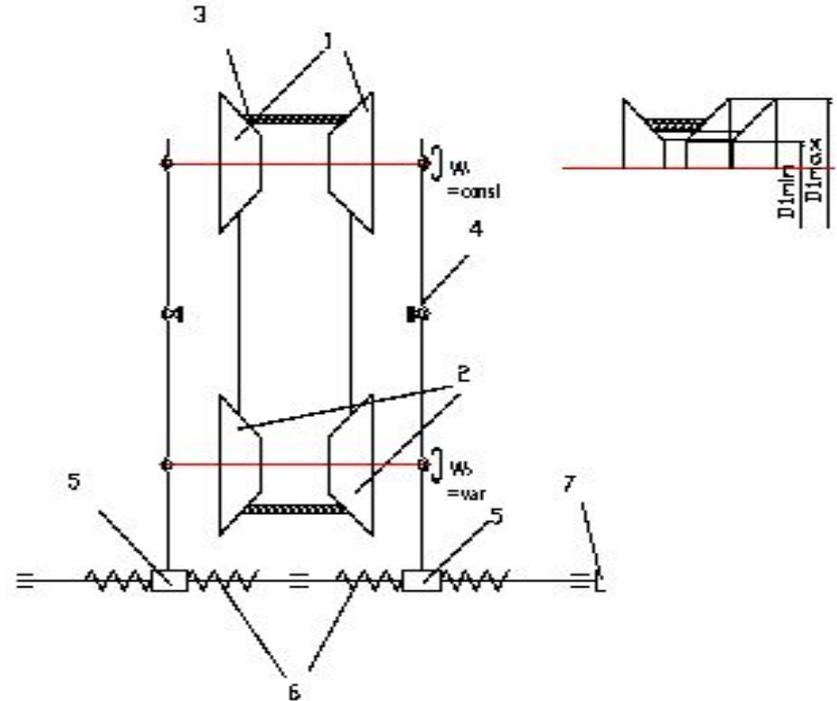
Шаровой





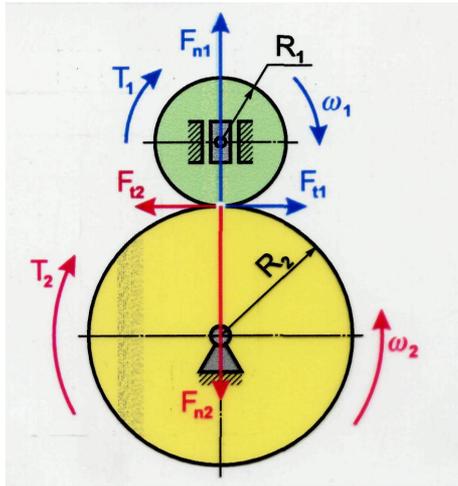
Вариатор со встречными конусами

Принцип работы: изменение частоты вращения ведомого вала происходит за счёт передвижения ролика 3 вдоль вала и поверхности конусов при этом меняются действующие значения диаметров d_1 и d_2 . Максимальная частота вращения достигается в положении А, а минимальная – в положении Б.





Передаточное отношение фрикционной передачи находится из условия равенства линейных скоростей в точках контакта ведущего и ведомого звена $v_1 = v_2$.



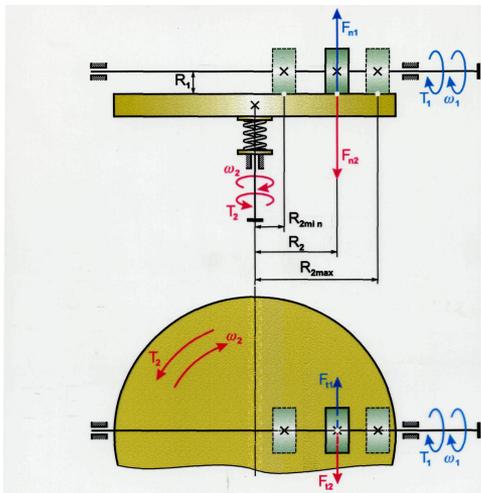
Но! Во фрикционных передачах неизбежно скольжение, поэтому линейная скорость на ведомом звене несколько меньше, чем на ведущем. Это снижение характеризуется коэффициентом скольжения ξ . Поэтому $v_2 = v_1(1 - \xi)$.

Линейные скорости на поверхностях катков

$$v_1 = \frac{\omega_1 d_1}{2} \quad v_2 = \frac{\omega_2 d_2}{2}$$

Передаточное отношение фрикционной передачи

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



Для вариаторов вводится дополнительная характеристика – диапазон регулирования, которая показывает соотношение максимальной и минимальной угловой скорости выходного звена.

$$D = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}}$$

Например,

для лобового вариатора: $u_{\max} = \frac{\omega_1}{\omega_{2\min}} = -\frac{R_{\max}}{R_1}$, $u_{\min} = \frac{\omega_1}{\omega_{2\max}} = -\frac{R_{\min}}{R_1}$, $D = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} = \frac{R_{\max}}{R_{\min}}$.

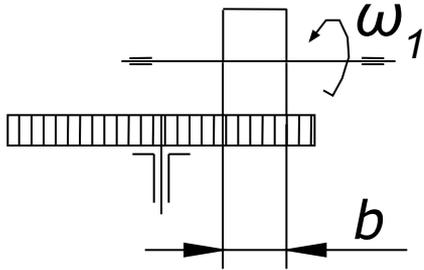
Диапазон регулирования ограничен, обычно рекомендуют $D = 1.5 \dots 3$.

Нижнее значение диапазона ограничено

Верхнее значение ограничивается из-за невозможности преодолеть силы трения



Скольжение в фрикционных передачах



Во фрикционных передачах неизбежно скольжение, поэтому линейная скорость на ведомом звене несколько меньше, чем на ведущем. Это снижение характеризуется коэффициентом скольжения ξ , который определяется экспериментально.

Для фрикционных передач $\xi=0.01\dots0.05$.

$$\xi = 1 - \frac{V_2}{V_1}$$

Для механических передач с силовым замыканием звеньев (передачи трением) различают два вида скольжения:

- 1) геометрическое (фрикционные передачи, вариаторы);
- 2) упругое (ременные передачи, вариаторы с раздвижными конусами).

Геометрическое скольжение – скольжение вследствие разности скоростей ведущего и ведомого катков по длине контакта.

Объяснение.

1) $V_c = \omega_1 R_1; \omega_2 = \frac{V_c}{R_c}$.

2) $V_a = \omega_2 \left(R_c - \frac{b}{2} \right); V_d = \omega_2 \left(R_c + \frac{b}{2} \right)$, то есть $V_a \neq V_d$.

3) Но! Точки 1 и 2 находятся в контакте с ведущем звеном, т.е.

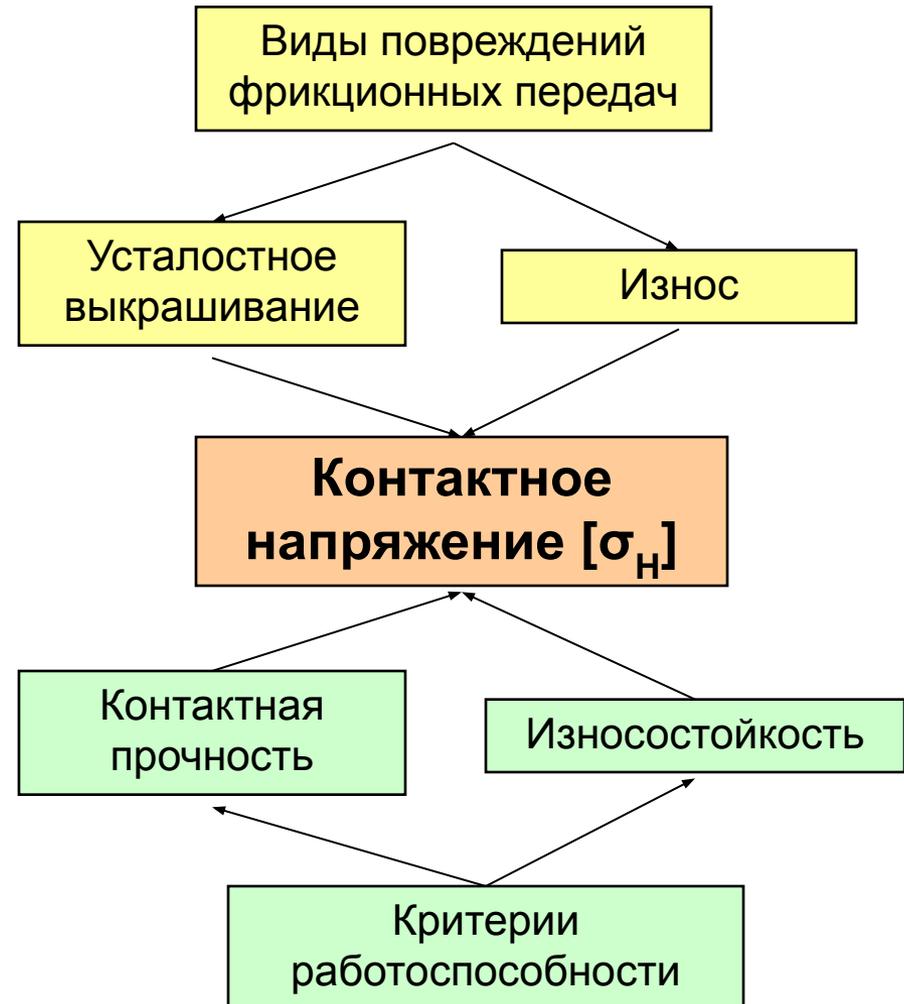
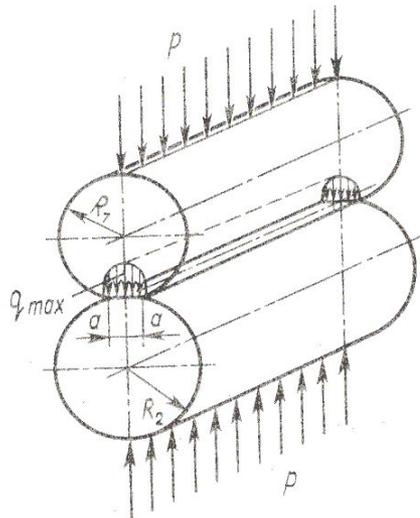
$$\omega_1 = \frac{V_a}{R_1}; \omega_1 = \frac{V_d}{R_1}, \text{ но } V_1 \neq V_2!$$



Расчет фрикционных передач

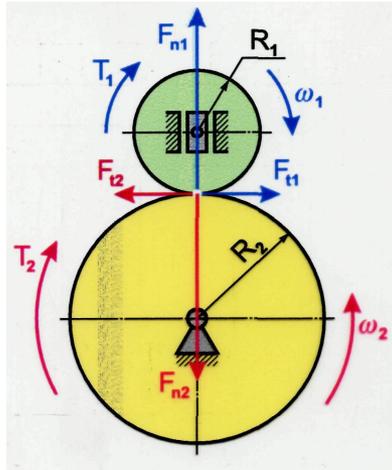
Расчет фрикционных передач сводится к тому, чтобы определить необходимую силу прижатия для передачи требуемого крутящего момента из условия прочности катков.

Геометрические параметры (диаметры катков, ширина, межосевое расстояние) также находятся из условия на прочность.





Расчет фрикционных передач



Если на ведомый каток диаметром d_2 действует **момент сопротивления** (внешняя нагрузка) T_2 , то для его преодоления требуется **полезная окружная сила**:

$$F_t = \frac{2T_2}{d_2} = F_f$$

$$F_f = F_r f$$

F_f – сила трения, образующаяся на площадке контакта катков. f – коэффициент трения; $f = 0.5$ для пары сталь – сталь или чугун – чугун при работе в масле, для пары сталь – текстолит – $f = 0.1...0.15$.

Для уменьшения проскальзывания катков (из-за вибрации, перегрузок, ...) создают **запас сцепления** (для силовых передач – $K = 1.25...1.5$; для приборов – $K = 3$):

$$K = \frac{F_f}{F_t} > 1$$

**Необходимое
усилие прижатия:**

$$F_r = \frac{KF_t}{f} = \frac{2KT_2}{fd_2}$$

Усилие прижатия F_r существенно больше, чем сила F_t

КПД фрикционных передач и вариаторов зависит от потерь на скольжения и потерь в опорах и обычно $\eta = 0.9...0.95$.

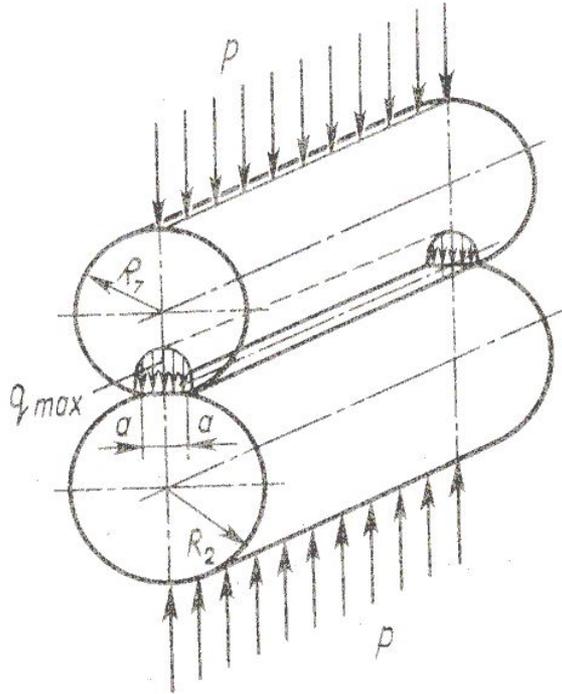


Расчет фрикционных передач

Расчет на прочность по допускаемым контактным напряжениям $[\sigma_H]$:

Задача Герца. Контакт двух цилиндров. Контактное напряжение определяется как:

$$\sigma_H \leq [\sigma_H]$$

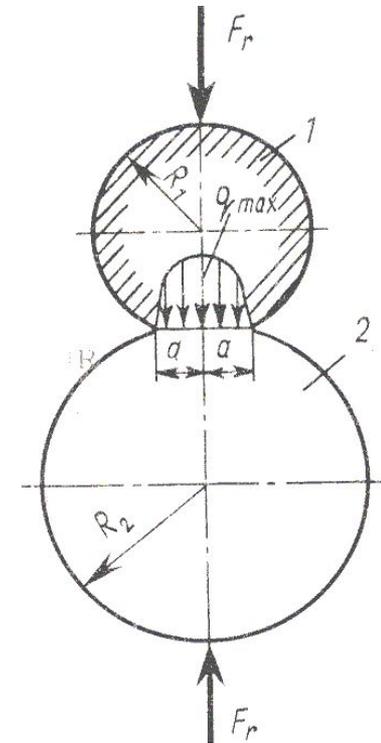


$$\sigma_H = 0.418 \sqrt{\frac{F_r E}{bR}}$$

$$E = \frac{2E_1 E_2}{E_1 + E_2} \quad \text{— приведенный модуль упругости}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{— приведенный радиус кривизны}$$

Значение $[\sigma_H]$ принимают в зависимости от твердости по Бринеллю поверхности катков: для металлической пары при работе в масле $[\sigma_H] = (2.5...3)HB$, при работе без смазочного материала — $[\sigma_H] = (1.2...1.5)HB$. Для катков из текстолита при работе без масла $[\sigma_H] = 80...100$ МПа.





Расчет фрикционных передач

$$a = 0.5(d_1 + d_2) \quad u = \frac{\omega_1}{\omega_2} = -\frac{d_2}{d_1(1-\varepsilon)} \quad F_r = \frac{KF_t}{f} = \frac{2KT_2}{fd_2}$$

$b = \psi_{ba} a$ – коэффициент ширины катка

Предварительное *определение межосевого расстояния*:

$$a = (u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{T_2 KE}{\psi_{ba} f} \left(\frac{0.418}{u[\sigma_H]} \right)^2}$$

«+» – внешний контакт катков, «-»
» – внутренний контакт катков.

При известном межосевом расстоянии диаметры катков находятся из соотношений:

$$d_1 = \frac{2a}{u \pm 1}$$

$$d_2 = d_1 u (1 - \varepsilon)$$

Расчет на износ по допускаемым контактным напряжениям $[\sigma_{H*}]$ при расчете на износостойкость:

$$\sigma_H \leq [\sigma_{H*}]$$



Вопросы для самоконтроля

1. Какие передачи называют фрикционными?
2. Для чего необходимо прижатие звеньев фрикционной передачи и как его осуществляют?
3. Что такое вариатор и какие типы вариаторов применяют в технике?
4. Для чего в расчет фрикционных передач вводят запас сцепления?
5. Каким образом можно повысить в два раза полезную окружную силу (тяговую способность) передачи?
6. Каковы причины выхода из строя фрикционных передач?
7. За счет изменения каких параметров можно уменьшить габариты передачи?