

ТЕМА: МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДА ЧИ



Назначение и особенности фрикционных передач

Виды зубчатых передач.

Червячные передачи

Передаточное отношение

Виды разрушения зубьев

ТЕМА: МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ



Классификация передач и их назначение

Механические передачи классифицируют по следующим признакам:

- по физическим условиям передачи движения:

трением (фрикционные, ременные, канатные);

зацеплением одного звена с другим (зубчатые, червячные, цепные);

- по способу соединения ведущего и ведомого звеньев:

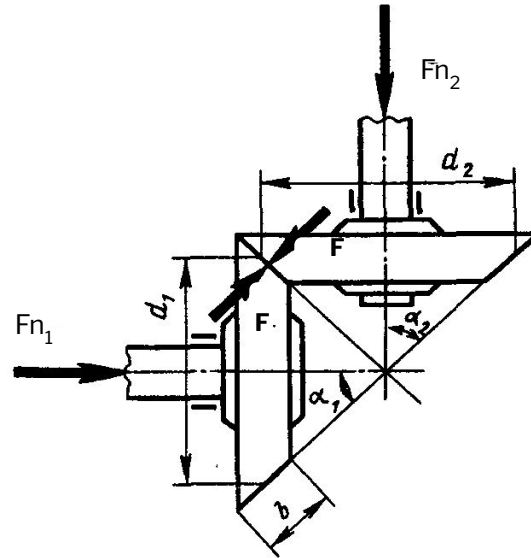
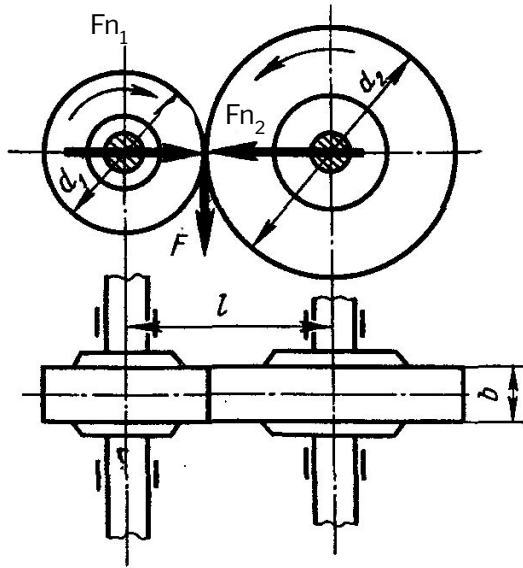
передачи с непосредственным касанием ведущего и ведомого звеньев

— фрикционные, зубчатые, червячные;

передачи с промежуточным звеном, соединяющим ведущее и ведомое

звенья — ременные, канатные, цепные.

ФРИКЦИОННЫЕ ПЕРЕДАЧИ И ВАРИАТОРЫ



Фрикционная передача состоит из двух соприкасающихся между собой колес (катков, роликов, дисков); вращение одного из колес преобразуется во вращение другого колеса за счет сил трения, развиваемых между ними.

Работа фрикционной передачи основана на использовании сил трения, которые возникают в месте контакта двух тел вращения под действием сжимающих сил F_n . При этом должно быть

$$F_t \leq F_{тр}$$

где F_t – окружная сила; $F_{тр}$ – сила трения между катками

$$F_{тр} = F_n \cdot f$$

f – коэффициент трения.

Нарушение условия приводит к буксованию и усиленному износу катков.

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ, ПРИМЕНЕНИЕ

Достоинства:

- простота конструкции;
- бесшумность работы;
- равномерность вращения, что удобно для приборов;
- возможность бесступенчатого регулирования угловой скорости ведомого вала;
- предохранение частей от поломок;
- отсутствие мёртвого хода при реверсе передачи;
- небольшая стоимость .

Недостатки:

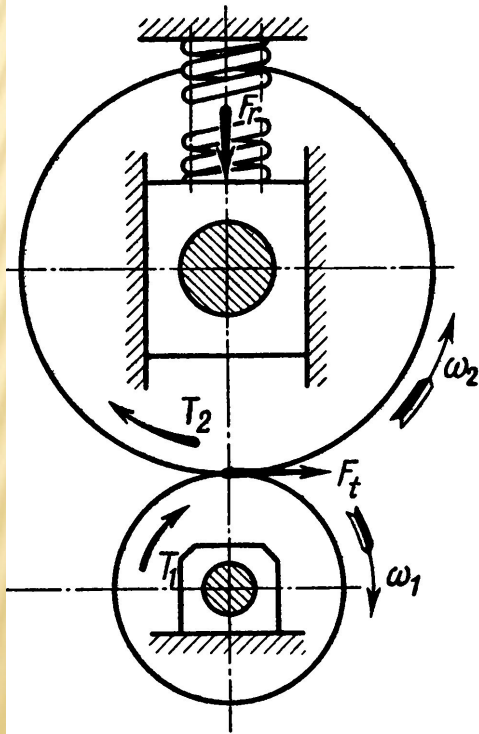
- потребность в прижимных устройствах;
- значительные давления на валы и опоры;
- повреждение катков при пробуксовке;
- непостоянство передаточного числа из-за пробуксовки.

Фрикционные передачи могут работать со скоростями 25 м/с и при передаточных числах до 10. Значения передаваемых мощностей колеблются в пределах от ничтожно малых в приборах до 300квт в силовых передачах.

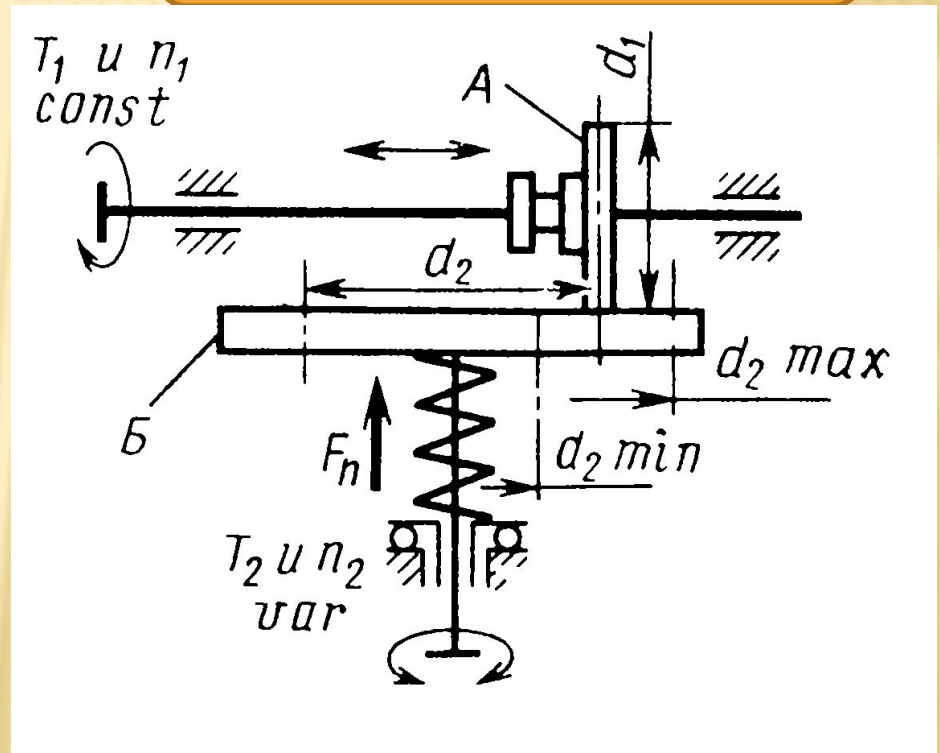
КЛАССИФИКАЦИЯ

Фрикционные передачи

Нерегулируемые
(с постоянным передаточным
отношением)



Регулируемые, или вариаторы
(передаточное переменное)



КЛАССИФИКАЦИЯ

Фрикционные передачи с постоянным передаточным отношением

между параллельными осями валов

с гладким ободом

с клинчатым ободом

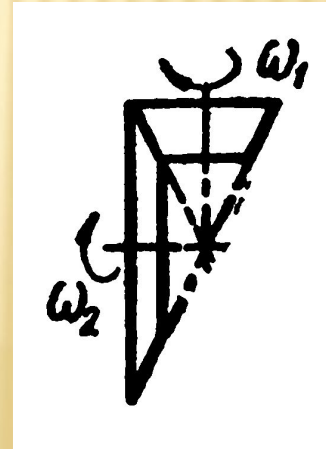
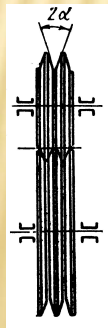
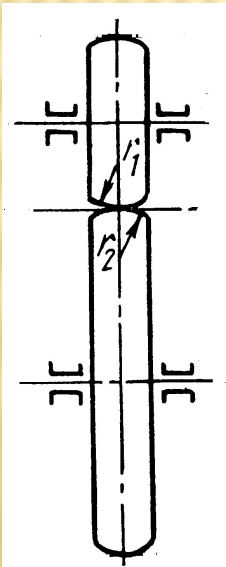
внешнее колесо

внутреннее колесо

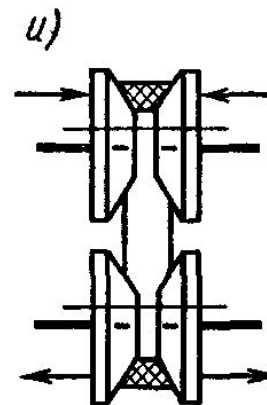
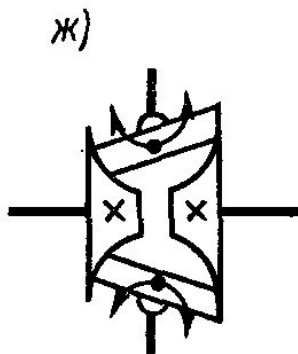
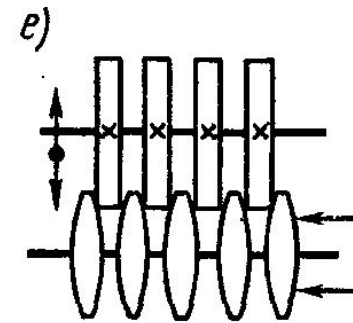
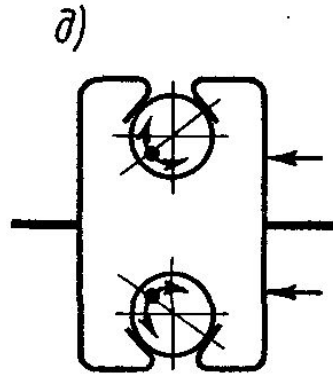
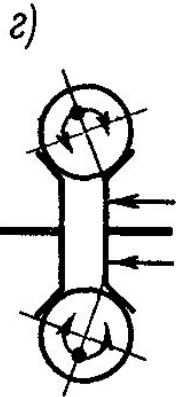
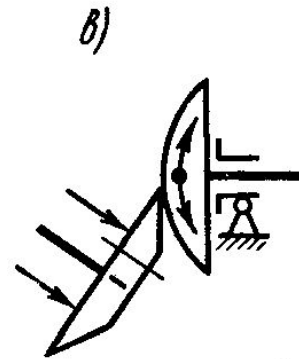
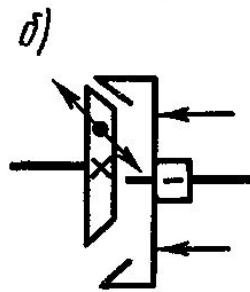
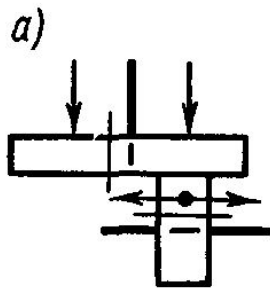
между пересекающимися осями валов

с гладким ободом

с клинчатым ободом



КЛАССИФИКАЦИЯ



СПОСОБЫ ПРИЖАТИЯ КАТКОВ

- Способы прижатия катков :
- с постоянной силой (вследствие предварительной деформации податливых катков : установкой специальных пружин)
- с переменной силой (применением специальных нажимных устройств, например, шариковое самозатягивающее устройство, винтовое нажимное устройство).

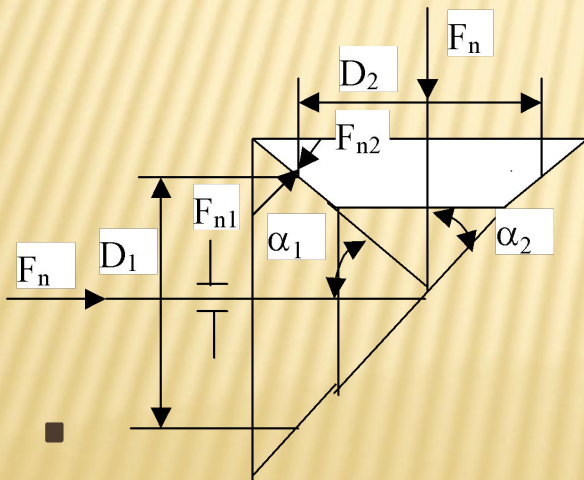
Способ прижатия катков оказывает большое влияние на качественные характеристики передачи :к.п.д., постоянство передаточного отношения, контактную прочность и износ катков. Лучшие показатели получают при регулируемом прижатии.

ОСНОВНЫЕ КИНЕМАТИЧЕСКИЕ, СИЛОВЫЕ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ.

Для конической фрикционной передачи D_1 и D_2 – средние диаметры колес.

Тогда

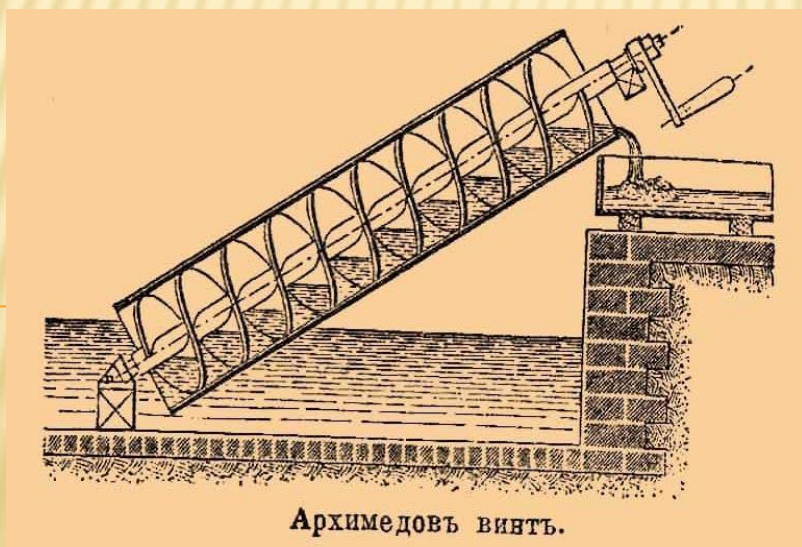
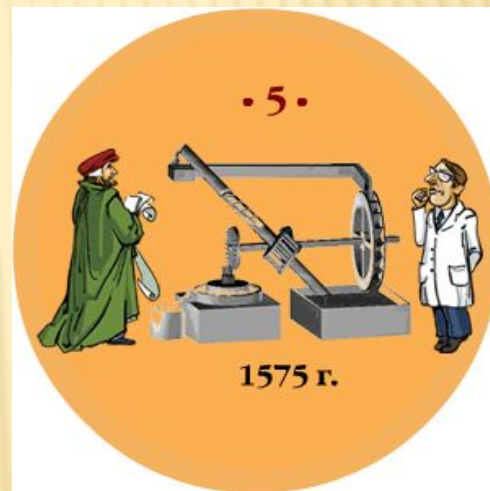
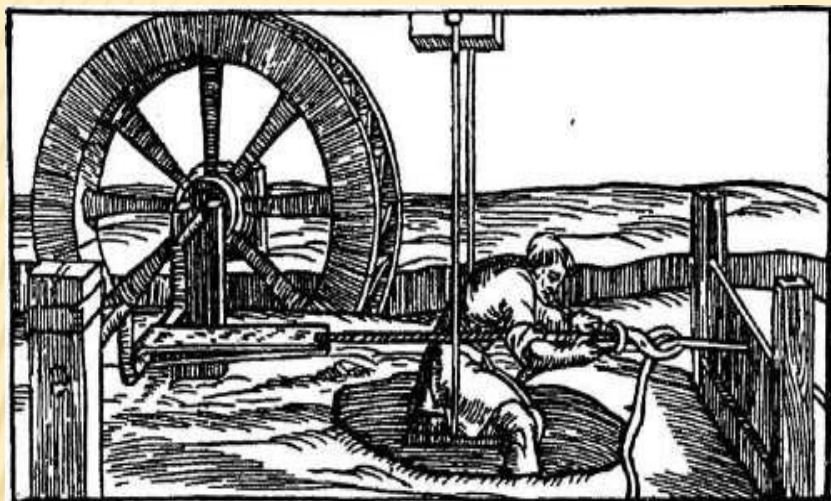
$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{T_2}{T_1 \cdot \eta}$$



ВИДЫ РАЗРУШЕНИЙ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КАТКОВ

- Усилие нажатия во фрикционных передачах вызывает на опорной поверхности колес значительные контактные напряжения, которые имеют циклический характер. При таком характере нагружения металлических колес, основными видами поломок фрикционных передач являются:
 - **усталостное выкрашивание** (в передачах с жидкостным трением смазки, когда износ сводится к минимуму);
 - **износ** (в передачах без смазки);
 - **задир** поверхности при пробуксовке.

ИЗ ИСТОРИИ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА





Помимо блестящих знаний в астрономии **древние греки** были еще и невероятно талантливыми инженерами. Еще **во втором веке до нашей эры** им удалось создать **механизм**, воспроизводящий **движение небесных тел солнечной системы** с идеальной точностью!

Его называли «**Механизм Антикиферы**»

В один из весенних дней 1900 года греческий ловец губок Элиас Стадиатос обнаружил на 43-метровой глубине вблизи маленького острова Антикитера обломки затонувшего древнего корабля. Местные власти, узнав от Стадиатоса о находке, организовали группу ныряльщиков из десяти человек для поднятия на поверхность предполагаемых античных реликтов. В ходе десятимесячной работы один из ныряльщиков погиб, а двое стали калеками.

Наградой же за их героизм стали разнообразные бронзовые и мраморные статуэтки, амфоры, золотые украшения, серебряные вазы, монеты и другие предметы, датированные предположительно I веком до н. э. Все находки были отправлены для дальнейшего изучения в Афинский музей национальной истории.

В мае 1902 года археолог Валериос Стаис, сортируя антикитерскую коллекцию, наткнулся на странный предмет из бронзы, внешне сильно напоминавший элемент часового механизма (позднее было обнаружено несколько десятков более мелких непонятных бронзовых фрагментов). Стаис предположил, что этот бронзовый реликт — часть некоего астрономического прибора древних греков, и написал об этом в один из научных журналов. Версия Стаиса была встречена его коллегами в штыки: о существовании в античности чего-либо,

О таинственном предмете надолго забыли и вспомнили лишь в конце 1950-х.

Британский историк науки Дерек де Солла Прайс, работавший в Йельском университете, первым систематически исследовал антикитерский механизм, а точнее, 82 покрытых толстым слоем ржавчины бронзовых фрагмента, когда-то составлявших единое целое. В июне 1959 года Прайс опубликовал в журнале

Scientific American статью под интригующим названием «Древнегреческий компьютер», в которой антикитерская находка названа «самым совершенным механизмом, созданным учеными и технологами античного мира».

С момента этой публикации прошло почти полвека, однако объяснить, что же на самом деле представлял собой загадочный прибор, удалось лишь недавно.

С помощью новейших технологий (трехмерной рентгеновской компьютерной томографии и сканирования с высоким разрешением поверхностных слоев различных фрагментов) ученым удалось почти полностью восстановить текст на обломках, содержащий около двух тысяч букв, и реконструировать большинство недостающих деталей.

В журнале Nature 30 ноября 2006 года была опубликована целая серия статей исследователей антикитерского механизма из Великобритании, Греции и США, объединивших свои усилия в рамках специального проекта (Antikythera Mechanism Research Project). Авторы публикаций пришли к выводу, что античное устройство объединяло в себе сложнейший комплекс различных астрономических приспособлений, предназначенных для высокоточного определения во времени положения на небе Солнца, Луны и пяти видимых невооруженным глазом планет Солнечной системы, а также расчетов сроков лунных и солнечных затмений. Этот воплощенный в бронзе многофункциональный механизм помещался в деревянном корпусе с размерами 31,5 x 19 см и толщиной примерно в 10 см. Возможно, прибор был вершиной научно-технической мысли и астрономических знаний античных ученых. Во всяком случае, создать что-либо подобное человечество смогло лишь более чем через полтора тысячелетия.

установлено, что прибор был изготовлен между 140 и 120 годом до н. э., т.е. задолго до того, как римляне забрали его в качестве трофея. Это дало возможность более конкретно связать прибор с именами известных астрономов. (Но это сама по себе большая тема отражения в механизме Антикиферы развития древней теоретической и наблюдательной астрономии. Механизм, в этом смысле, является как бы дополнительной главой к книгам древних астрономов, и эта тема требует отдельного обсуждения).

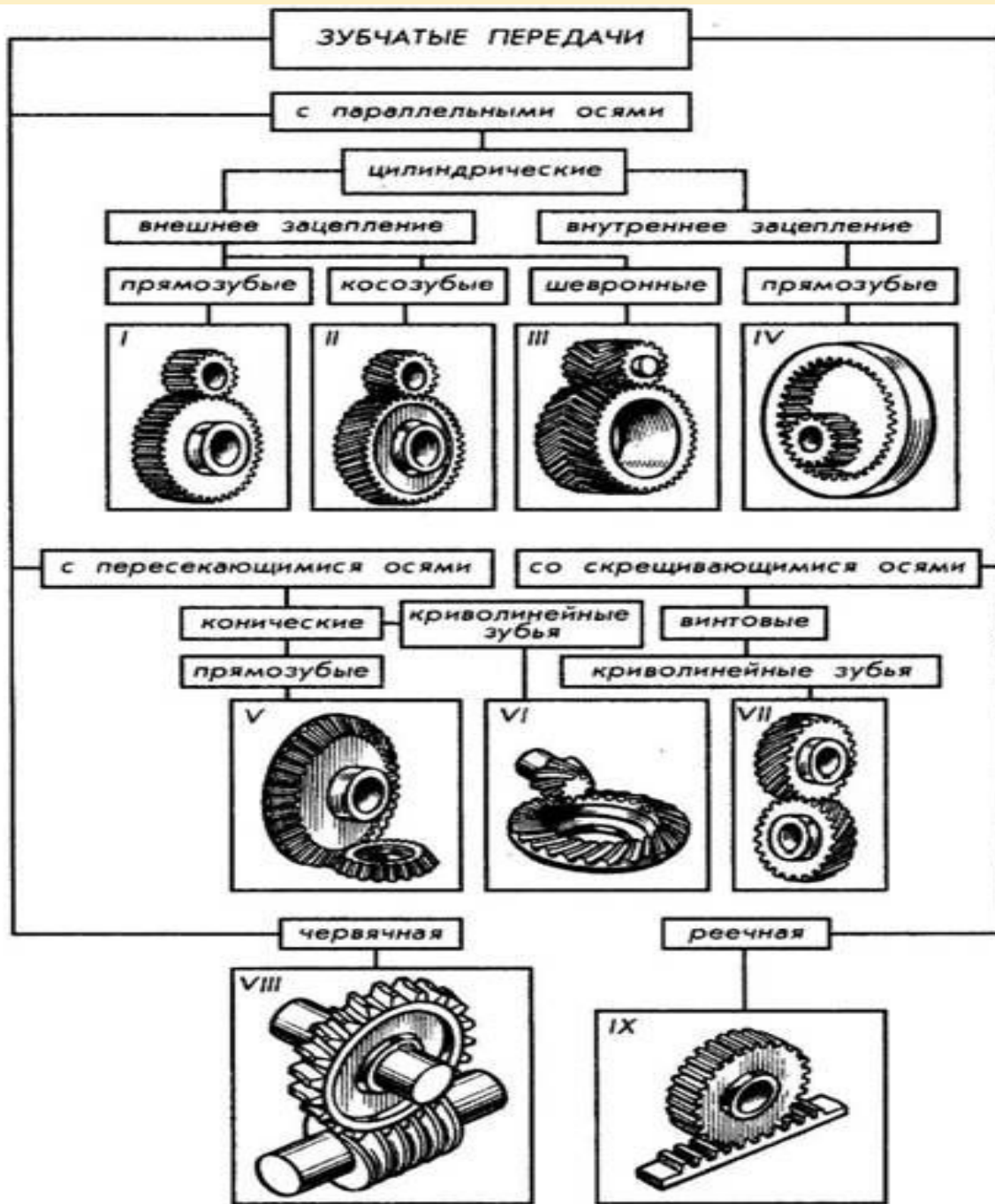
Обо всем трудно рассказать. Главным результатом, пожалуй, было выяснение **назначения прибора..**

Прибор был рассчитан на 76 лет действия с момента его изготовления (т.е. далее его точность не гарантировалась) и был пространственно рассчитан на обслуживание зоны Средиземноморья, т.е. от Малой Азии до Испании. В этих промежутках времени и пространства точность вычислений и показаний была очень высокой. Прибор показывал и предсказывал (т.е. вычислял) движение Солнца, Луны и 6 планет со всеми их особенностями, которые мы практически наблюдаем с Земли (восходы, заходы, петли, остановки и т.п.). Прибор показывал и предсказывал все фазы Луны и даже отображал их наглядно при помощи серебряного кружка.

Выявлено два практических назначения прибора (но, может быть, были и другие).

1) Первое: уточнение календарей, т.е. привязка начала месяцев к определенным наблюдаемым положениям небесных тел (в то время у каждого государства в Греции были свои календари, так что проблема была еще более насущной, чем в таких централизованных государствах, как Древний Египет или Шумер).

2) Второе: служить для ориентировки в морских путешествиях (о важности этого назначения можно судить по тому, сколько сил и денег потратили европейцы на изобретение и изготовление соответствующих приборов в пору освоения ими морских просторов).



ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ЗУБЧАТАЯ ПЕРЕДАЧА



Зубчатая передача — это механизм или часть механизма механической передачи, в состав которого входят зубчатые колёса.

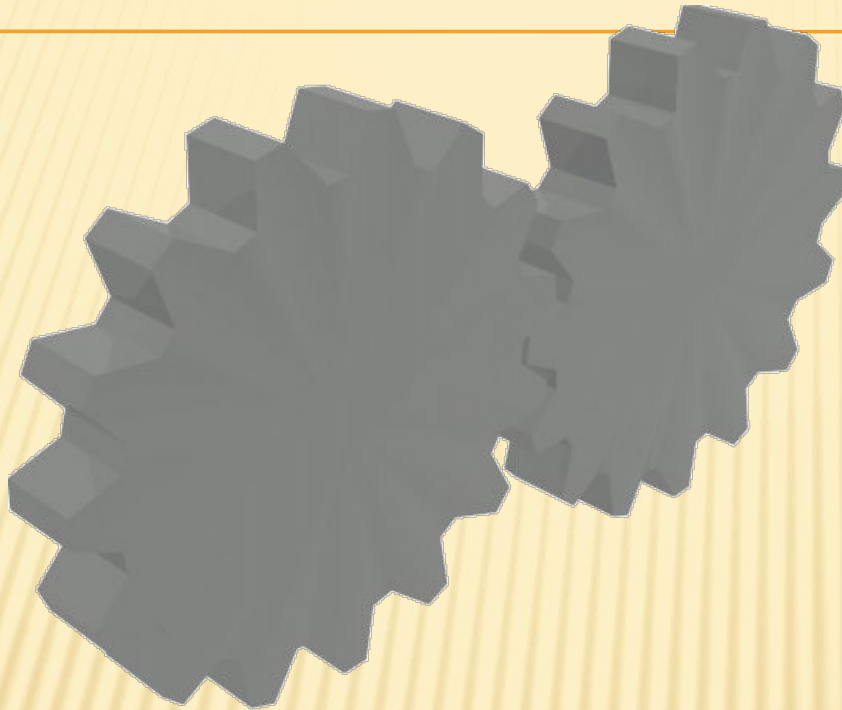
Назначение:

- ❖ передача вращательного движения между валами, которые могут иметь параллельные, пересекающиеся и скрещивающиеся оси.
- ❖ преобразование вращательного движения в поступательное и наоборот.

При этом усилие от одного элемента к другому передаётся с помощью зубьев. Зубчатое колесо передачи с меньшим числом зубьев называется **шестернёй**, второе колесо с большим числом зубьев называется **колесом**.

Пара зубчатых колёс имеющих одинаковое число зубьев — в этом случае ведущее зубчатое колесо называется шестернёй, а ведомое — колесом.

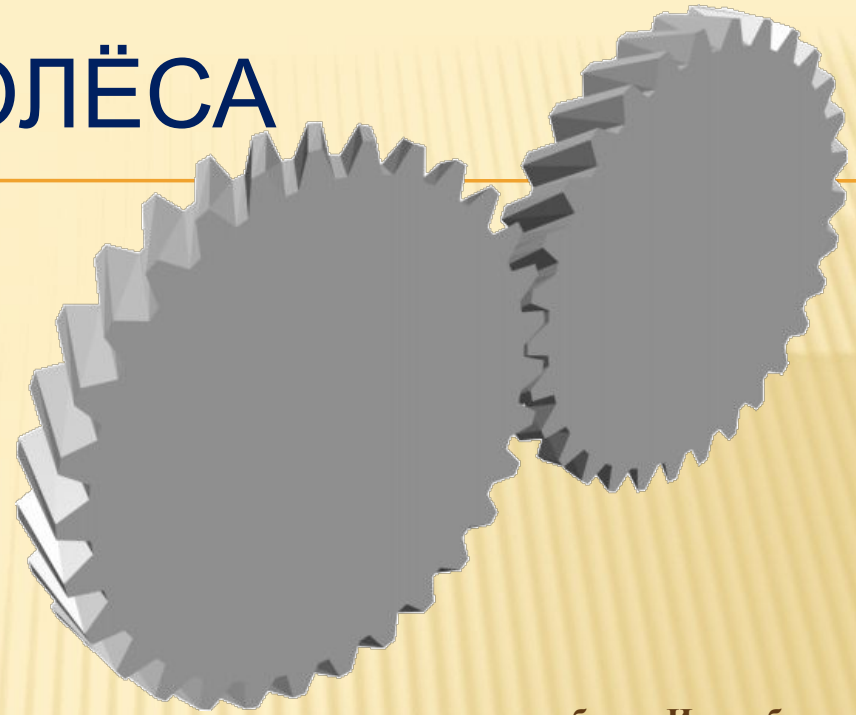
ПРЯМОЗУБЫЕ КОЛЁСА



Прямозубые колёса — самый распространённый вид зубчатых колёс.

Зубья расположены в радиальных плоскостях, а линия контакта зубьев обеих шестерён параллельна оси вращения. При этом оси обеих шестерён также должны располагаться строго параллельно. Прямозубые колеса имеют наименьшую стоимость, но, в то же время, предельный крутящий момент таких колес ниже, чем косозубых и шевронных

КОСОЗУБЫЕ КОЛЁСА



Косозубые колёса являются усовершенствованным вариантом прямозубых. Их зубья располагаются под углом к оси вращения, а по форме образуют часть спирали.

Достоинства:

Зацепление таких колёс происходит плавнее, чем у прямозубых, и с меньшим шумом.

Площадь контакта увеличена по сравнению с прямозубой передачей, таким образом, предельный крутящий момент, передаваемый зубчатой парой, тоже больше.

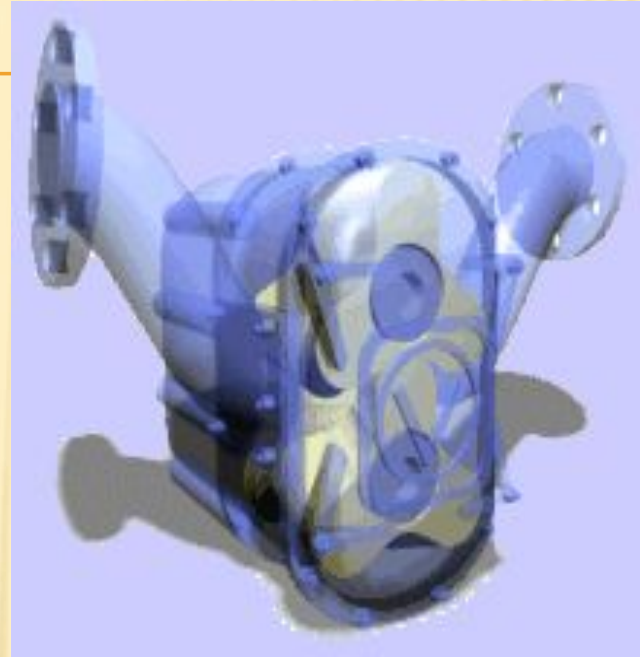
Недостатками косозубых колёс можно считать следующие факторы:

При работе косозубого колеса возникает механическая сила, направленная вдоль оси, что вызывает необходимость применения для установки вала упорных подшипников;

Увеличение площади трения зубьев (что вызывает дополнительные потери мощности на нагрев), которое компенсируется применением специальных смазок.

В целом, косозубые колёса применяются в механизмах, требующих передачи большого крутящего момента на высоких скоростях, либо имеющих жёсткие ограничения по шумности.

ШЕВРОННЫЕ КОЛЕСА



Зубья таких колёс изготавливаются в виде буквы «V» (либо они получаются стыковкой двух косозубых колёс со встречным расположением зубьев). Передатки, основанные на таких зубчатых колёсах, обычно называют «шевронными».

Шевронные колёса решают проблему осевой силы. Осевые силы обеих половин такого колеса взаимно компенсируются, поэтому отпадает необходимость в установке валов на упорные подшипники.

При этом передача является самоустанавливающейся в осевом направлении, по причине чего в редукторах с шевронными колесами один из валов устанавливают на плавающих опорах (как правило — на подшипниках с короткими цилиндрическими роликами).

ПЕРЕДАЧА С ВНУТРЕННИМ ЗАЦЕПЛЕНИЕМ



Зубчатые колёса с внутренним зацеплением

При жёстких ограничениях на габариты, в планетарных механизмах, в шестерённых насосах с внутренним зацеплением, в приводе башни танка, применяют колёса с зубчатым венцом, нарезанным с внутренней стороны. Вращение ведущего и ведомого колеса совершается в одну сторону. В такой передаче меньше потери на трение, то есть выше КПД.

КОНИЧЕСКИЕ ЗУБЧАТЫЕ КОЛЁСА



Главная передача в автомобиле

Во многих машинах осуществление требуемых движений механизма связано с необходимостью передать вращение с одного вала на другой при условии, что оси этих валов пересекаются. В таких случаях применяют коническую зубчатую передачу. Различают виды конических колёс, отличающихся по форме линий зубьев: с прямыми, тангенциальными, круговыми и криволинейными зубьями. Конические колёса с прямым зубом, например, применяются в автомобильных дифференциалах, используемых для передачи момента от двигателя к колёсам.

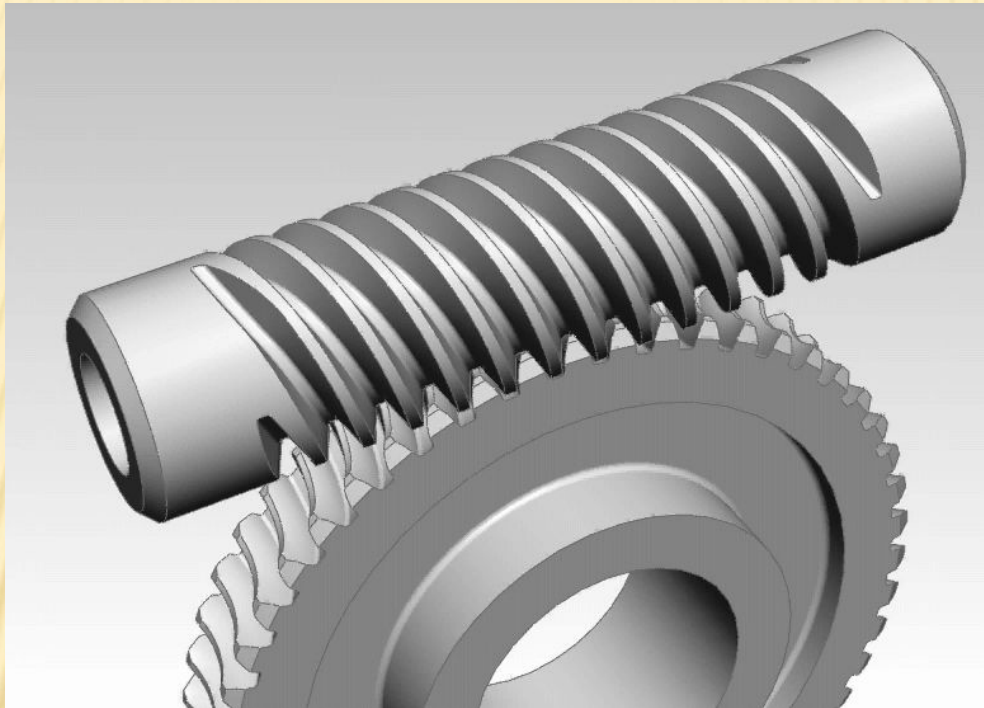
РЕЕЧНАЯ ПЕРЕДАЧА.



Зубчатая передача рейка-шестерня - частный случай зубчатой передачи, широко используемой в станках и механизмах для передачи вращательного движения и преобразования угловых скоростей и крутящего момента в линейное перемещение.

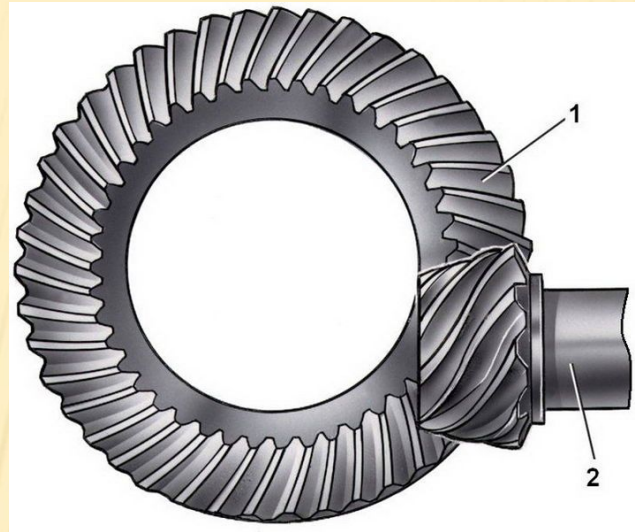
Зубчато-реечная передача как элемент трансмиссии служит для преобразования вращательного движения (например, вала мотор-редуктора) в поступательное, реже наоборот.

ЧЕРВЯЧНАЯ ПЕРЕДАЧА С ЧЕТЫРЁХЗАХОДНЫМ ЧЕРВЯКОМ



Червя́чная переда́ча (зубчато-винтовая передача) — механическая передача, осуществляющаяся зацеплением червяка и сопряжённого с ним червячного колеса. Передача предназначена для существенного увеличения крутящего момента и, соответственно, уменьшения угловой скорости. Ведущим звеном является червяк.

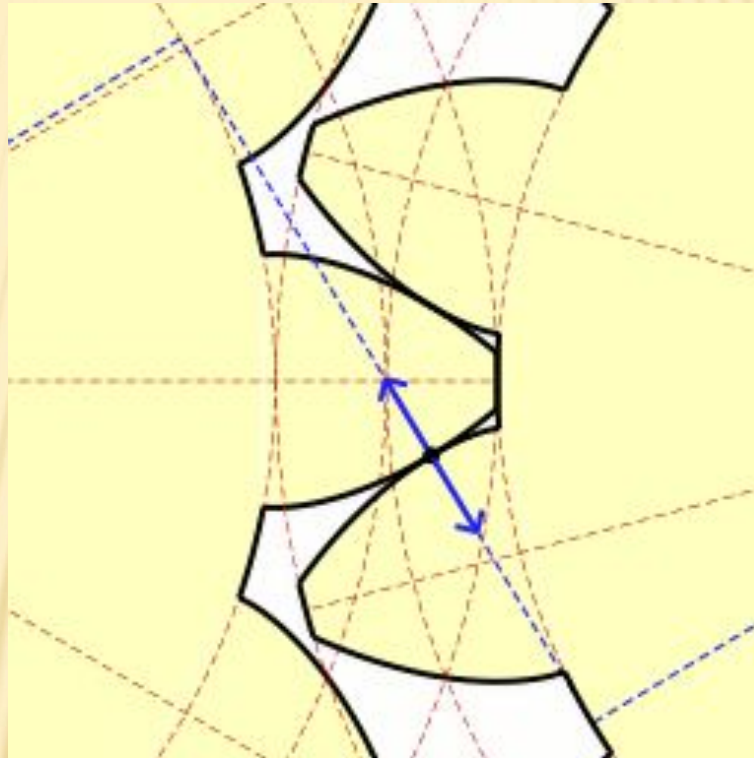
ГИПОИДНАЯ ЗУБЧАТАЯ ПЕРЕДАЧА



Гипоидная передача: 1—ведомая шестерня, 2—ведущая шестерня

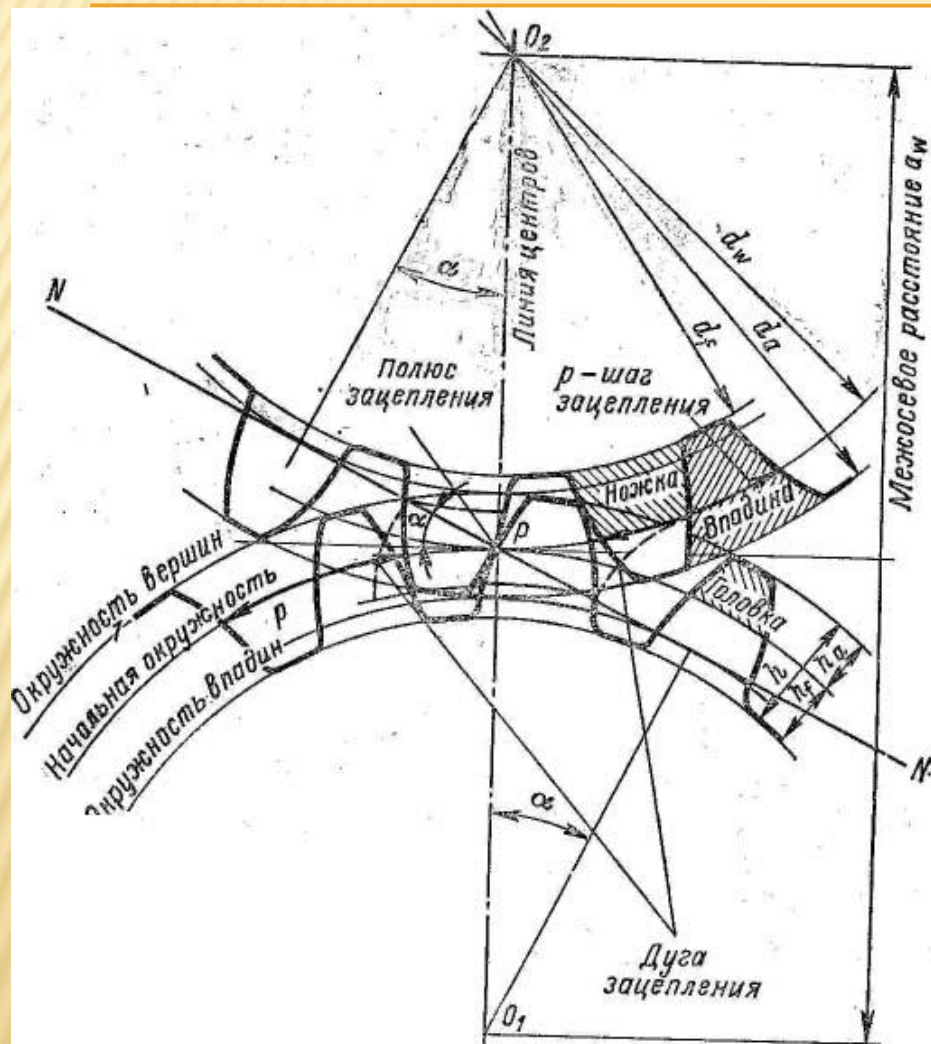
Гипоидная передача (гиперболоидная) — вид винтовой зубчатой передачи, осуществляемой коническими колёсами (с косыми или криволинейными зубьями) со скрещивающимися осями (обычно 90°). Гипоидная передача имеет смещение по оси между большим и малым зубчатыми колёсами. Данный тип передачи характеризуется повышенной нагрузочной способностью, плавностью хода и бесшумностью работы. Часто используется как главная передача в приводах ведущих колёс автомобилей, сельскохозяйственной техники, а также в качестве привода в станках и прочих промышленных машинах для обеспечения высокой точности при большом передаточном числе

В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ НАИБОЛЬШЕЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОЛУЧИЛИ ЭВОЛЬВЕНТНЫЕ ПЕРЕДАЧИ.



Движение точки соприкосновения зубьев с эвольвентным профилем;
слева — ведущее, справа — ведомое колесо

ГЕОМЕТРИЯ СТАНДАРТНОГО ЭВОЛЬВЕНТНОГО ЗУБЧАТОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ



Окружной шаг зубчатого зацепления p есть расстояние между одноименными сторонами двух соседних зубьев колеса, измеренное по дуге делительной окружности.

Длина делительной окружности равна

$$\pi d = pz$$

p - шаг зацепления

отсюда $d = \frac{p}{\pi} z$

$$m = \frac{p}{\pi} = \frac{d_w}{z}$$

модуль зубчатого зацепления – отношение диаметра начальной окружности приходящегося на один зуб

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{z_2}{z_1}$$

ГЕРАЛЬДИКА

В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ЗУБЧАТОЕ КОЛЕСО ПРИСУТСТВУЕТ НА ГЕРБАХ:

Изобильный



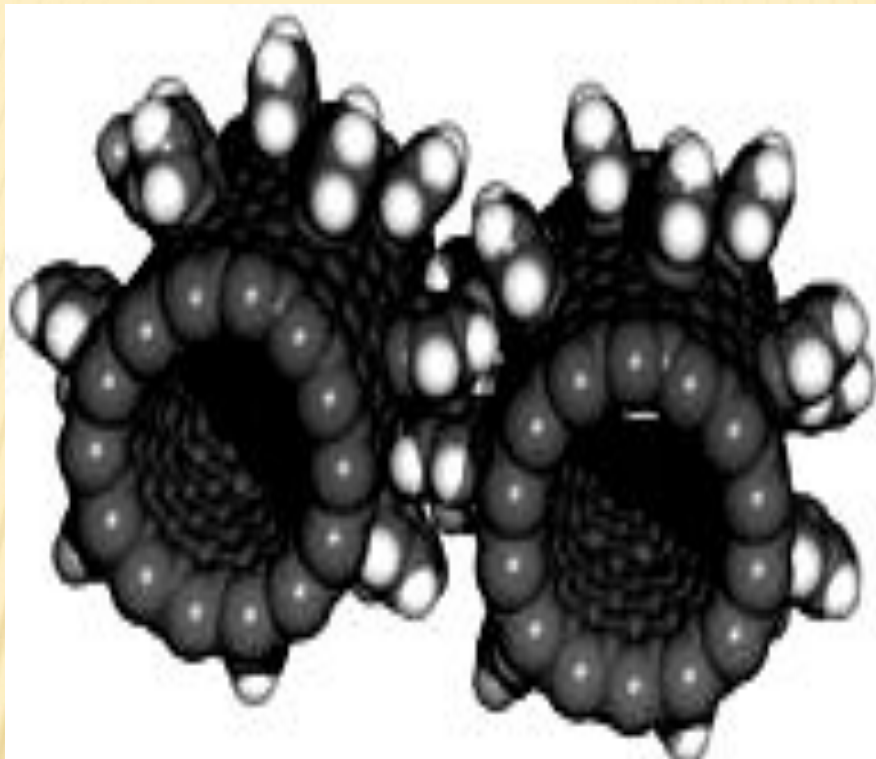
Чёрная шестерня - символ развивающейся
индустрии

ВОЛГОГРАД



В нижней половине герба изображена золотистого цвета шестерня, символизирующая развитую промышленность и индустрию города

Новые технологии



ШЕСТЕРНИ МОЛЕКУЛЯРНОГО
РАЗМЕРА НА ОСНОВЕ
НАНОТРУБОК



В. И. Курдюмов

Русский ученый Валериан Иванович Курдюмов
(1853—1904) :

**«Если чертеж является языком техники,
одинаково понятным всем образованным народам,
то начертательная геометрия
служит ее грамматикой...»**

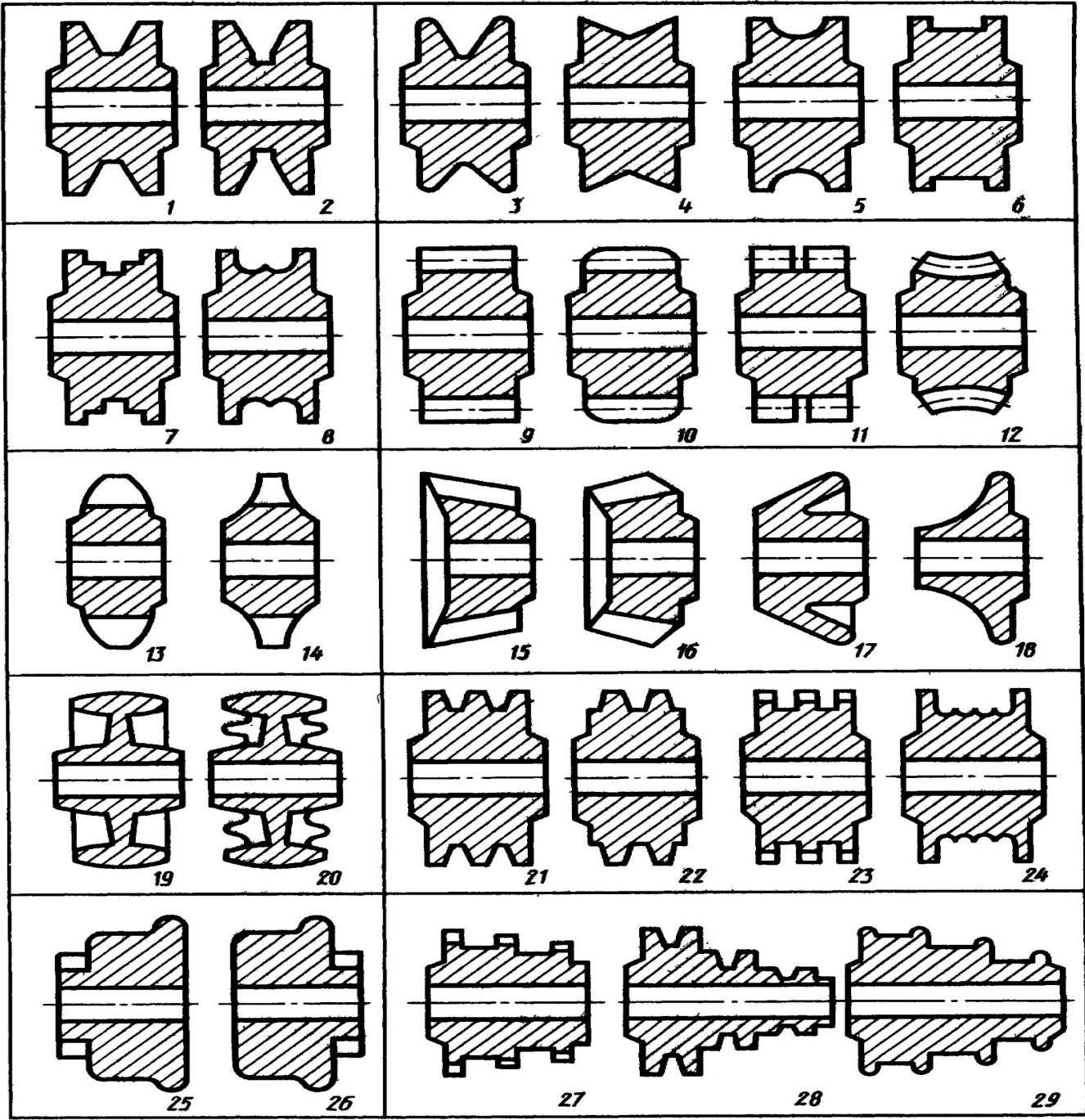
Техник сразу скажет, что изображено на представленных здесь разрезах .

Для тех же, кто плохо знаком с техническими конструкциями, разрезы составят загадку.

А для вас?

Скажите, как называются изображенные здесь «колеса», где они применяются.

Определите, сколько колес вам известно, а сколько — нет.



ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА «ЭСКИЗ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ»

Задание:

Выполнить расчёт цилиндрической
зубчатой передачи (по формулам)

Выполнить чертёж согласно ГОСТ
2.402-68

СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

1. По заданному модулю (m), числу зубьев (z), диаметру отверстия ($dв$) выполнить расчёты и вычертить детали зубчатой передачи.
2. Рассчитать и вычертить сборочный чертёж цилиндрической зубчатой передачи и заполнить спецификацию
3. Выполнить практическую работу по определению модуля и остальных параметров зубчатого колеса по модели.
4. Выполнить рабочий чертёж зубчатого колеса.

Оформление задания

1. Сборочный чертёж передачи выполнить на формате А3 (297x420)

Указания по выполнению задания

Сборочный чертёж зубчатой передачи выполнить в двух проекциях: главное изображение и вид слева. При выполнении сборочного чертежа нужно обратить особое внимание на правильное вычерчивание места зацепления двух зубчатых колёс – радиальный зазор передачи равный $0,25 m$, а также изменение типов линий окружности выступов колеса.

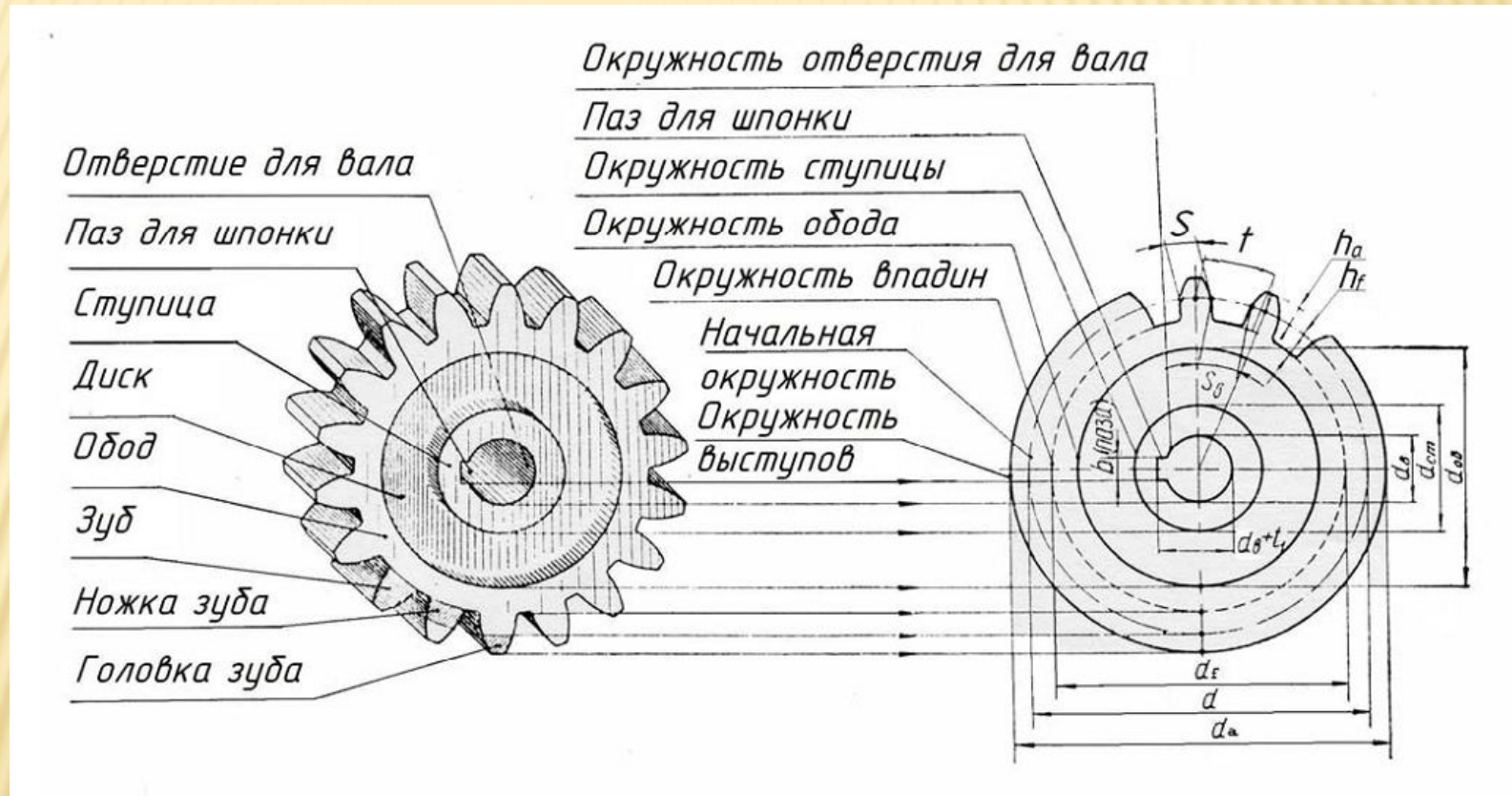
ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ

Число зубьев шестерни — z_1

Число зубьев колеса — z_2

Модуль — m

УСЛОВНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА

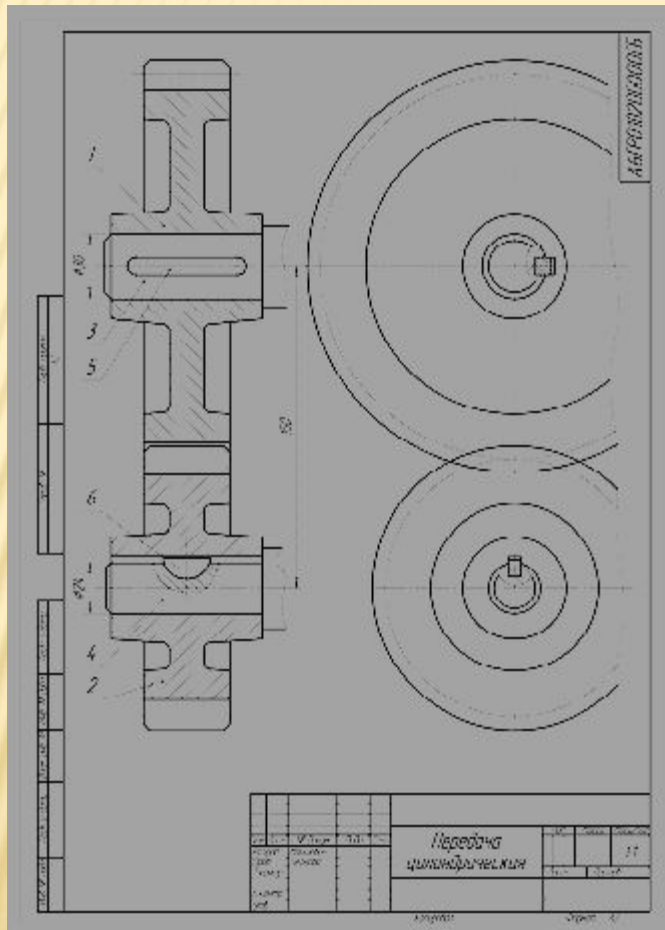


РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ

Наименование параметра	Обозначение	Расчётная формула
Межосевое расстояние	a_w	$a_w = \frac{(Z_{\text{шестерни}} + Z_{\text{колеса}})m}{2}$
Делительный диаметр	d	$d = Z \cdot m$
Диаметр вершин зубьев	d_a	$d_a = m \cdot (Z + 2)$
Диаметр впадин зубьев	d_f	$d_f = m \cdot (Z - 2,5)$
Радиальный зазор	C	$C = 0,25 \cdot m$
Высота головки зуба	h_f	$h_f = m$
Высота ножки зуба	h_a	$h_a = 1,25 \cdot m$
Высота зуба	h	$h = 2,25 \cdot m$
Нормальный шаг	P_n	$P_n = \pi \cdot m$

ОБРАЗЕЦ ВЫПОЛНЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ



Сборочный чертеж зубчатой передачи со шпоночным соединением валов и колес

Код документа	Лист	Кол-во листов	Обозначение	Наименование	№	Примечание
Документация						
			АБГР0102000005	Сборочный чертеж		
Детали						
		1	АБГР0102000001	Колесо $m=6, z=30$	1	
		2	АБГР0102000002	Шестерня $m=6, z=20$	1	
		3	АБГР0102000003	Вал ведомый	1	
		4	АБГР0102000004	Вал ведущий	1	
Стандартные изделия						
		5		Шпонка $8 \times 7 \times 56$ ГОСТ 23360-78	1	
		6		Шпонка 6×9 ГОСТ 24071-80	1	
Итого						
			Передача цилиндрическая			
			Передача цилиндрическая			

Спецификация сборочного чертежа

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

Оформить графическую работу.

