

Техническая механика.

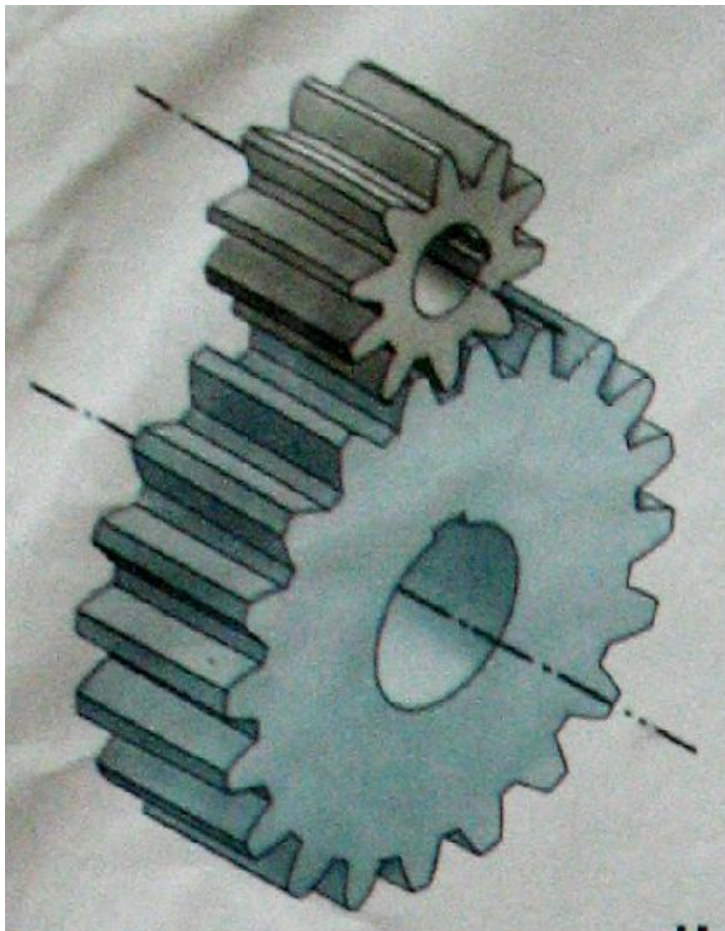
Тема: «Зубчатые передача»

Выполнил студент 282 группы
Согришин Н.М.

Руководитель: Звездихина В.В.

Иваново 2008

ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ



В зубчатой передаче движение передается с помощью зацепления пары зубчатых колес. Меньшее колесо принято называть *шестерней* (1), большее – *колесом* (2).

Достоинства

1. Высокая надежность работы в широком диапазоне нагрузок и скоростей;
2. Малые габариты;
3. Большая долговечность;
4. Высокий КПД;
5. Сравнительно малые нагрузки на валы и подшипники;
6. Постоянство передаточного числа;
7. Простота обслуживания.

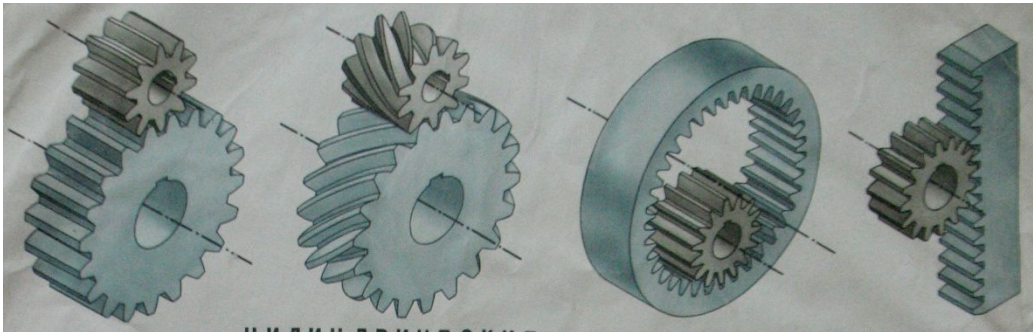
Недостатки

1. Относительно высокие требования к точности изготовления и монтажа;
2. Шум при больших скоростях.

КЛАССИФИКАЦИЯ

- В зависимости от взаимного расположения осей валов:

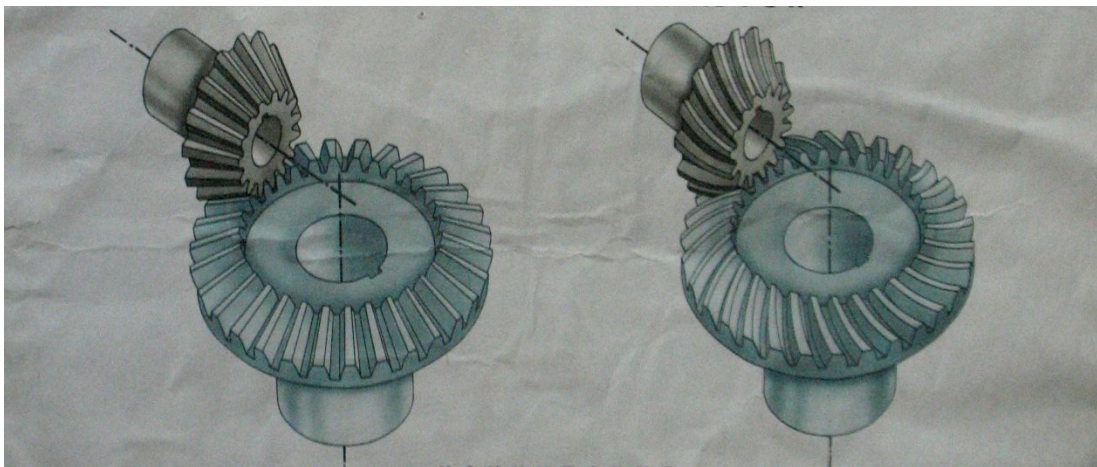
а) *цилиндрические* — при параллельных осях



в) *винтовые* — при скрещивающихся осях

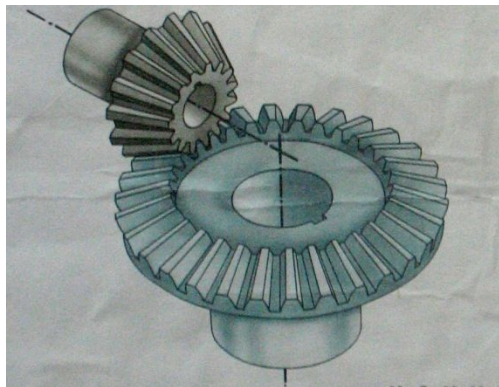
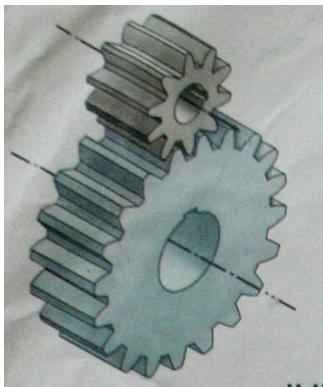


б) *конические* — при пересекающихся осях

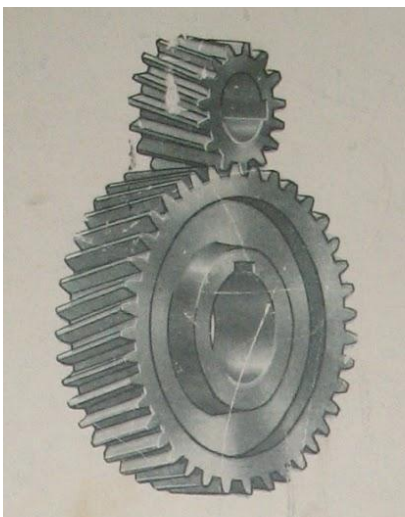


- В зависимости от расположения зубьев на ободу колес:

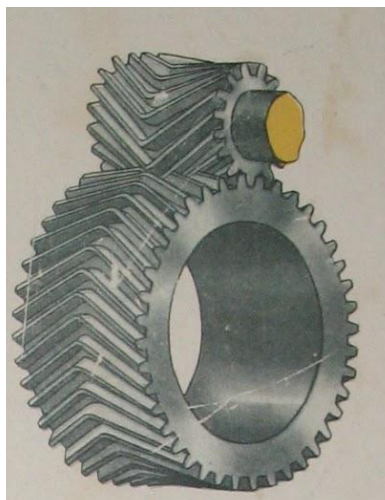
а) *прямозубые*



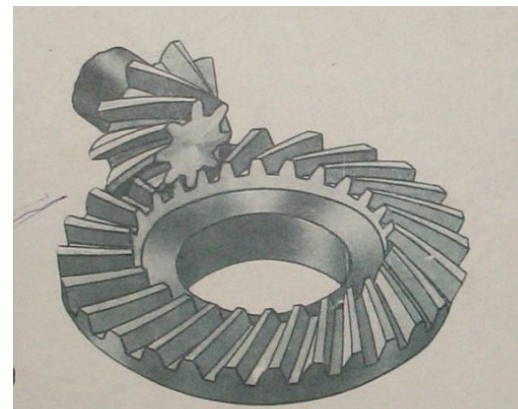
б) *косозубые*



в) *шевронные*

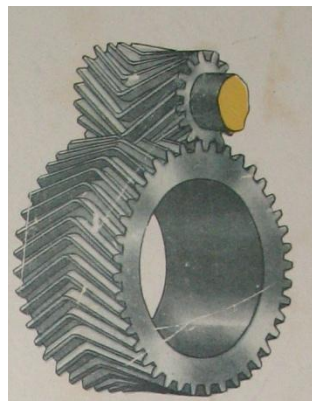
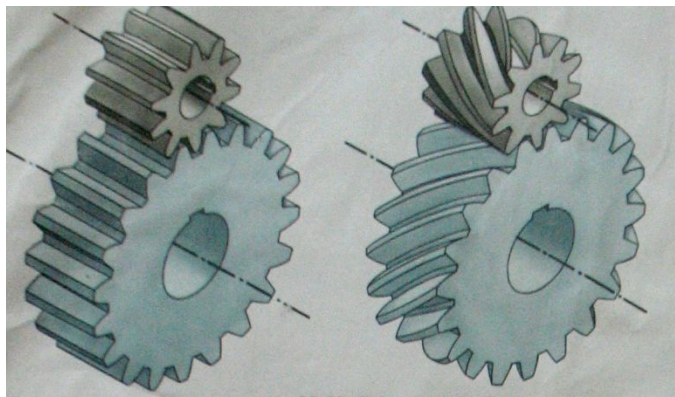


г) *с круговыми зубьями*

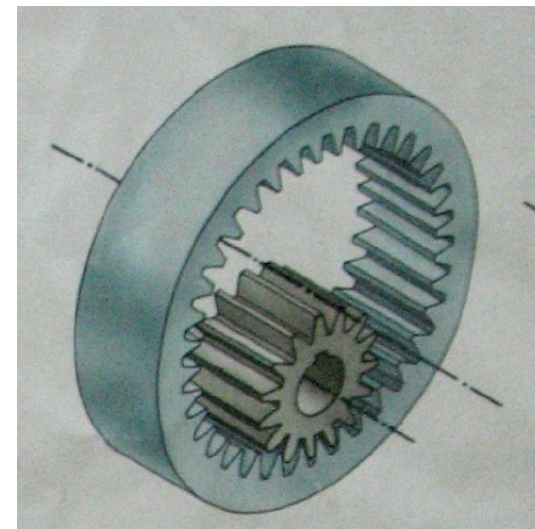
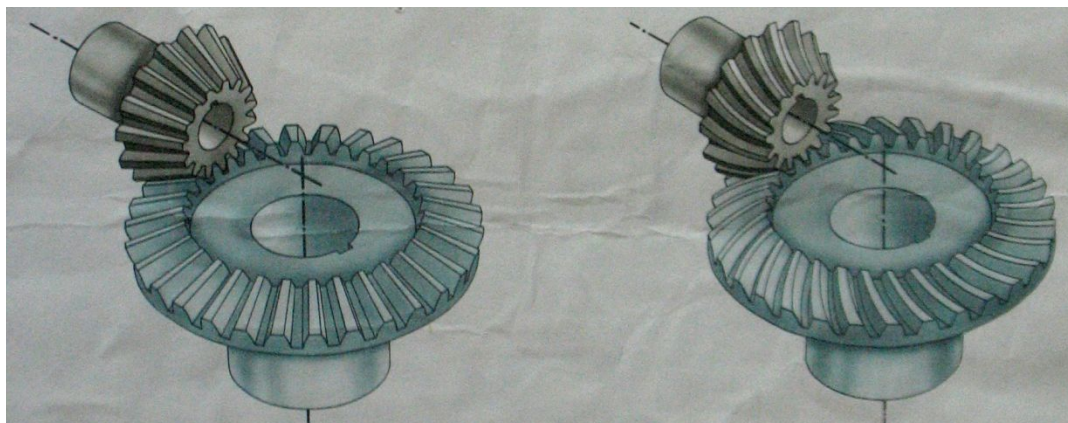


- В зависимости от взаимного расположения колес:

а) *внешнего зацепления*

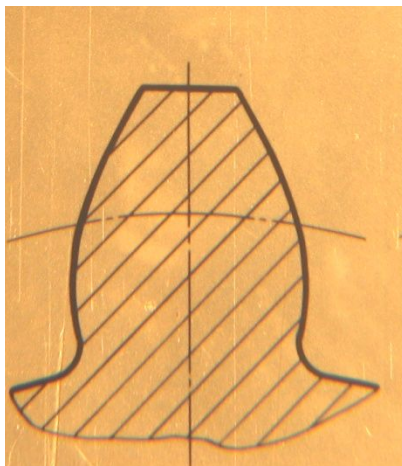


б) *внутреннего зацепления*



- В зависимости от формы профиля зуба:

а) *эвольвентные*



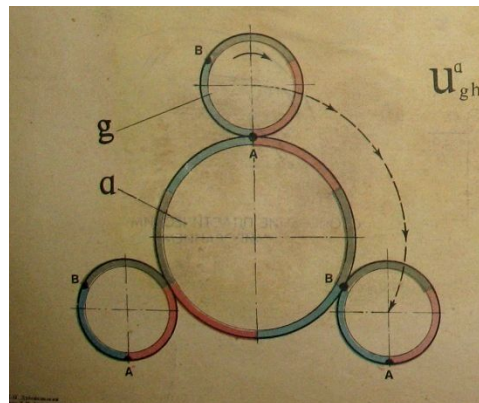
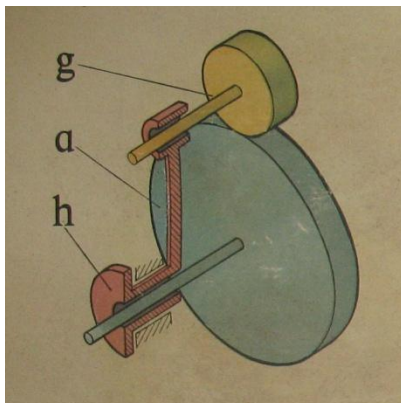
б) *с зацеплением Новикова* (возможно
лишь при косых зубьях)



в) *циклоидальные*
(в приборах и часах)



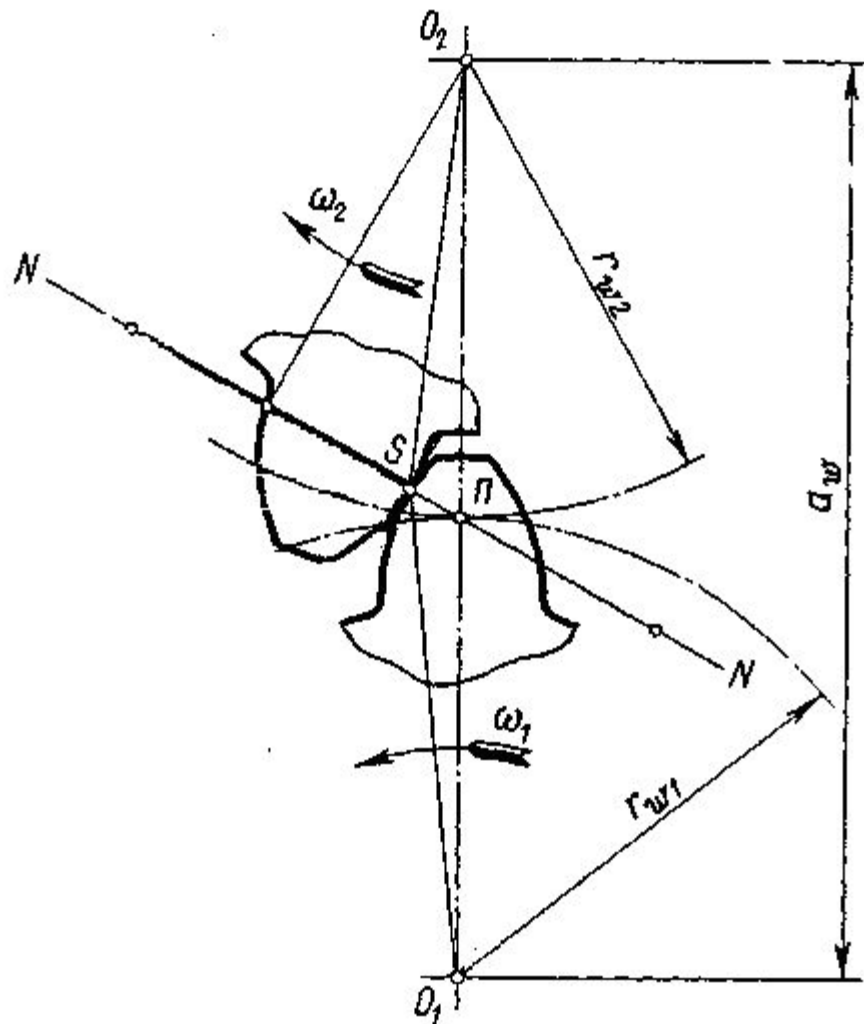
- В зависимости от конструктивного исполнения:
 - а) *закрытые*
 - б) *открытые*
- В зависимости от числа ступеней:
 - а) *одноступенчатые*
 - б) *многоступенчатые*
- В зависимости от относительного характера движения валов:
 - а) *рядовые*
 - б) *планетарные*



- Для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот применяют *реечную передачу*

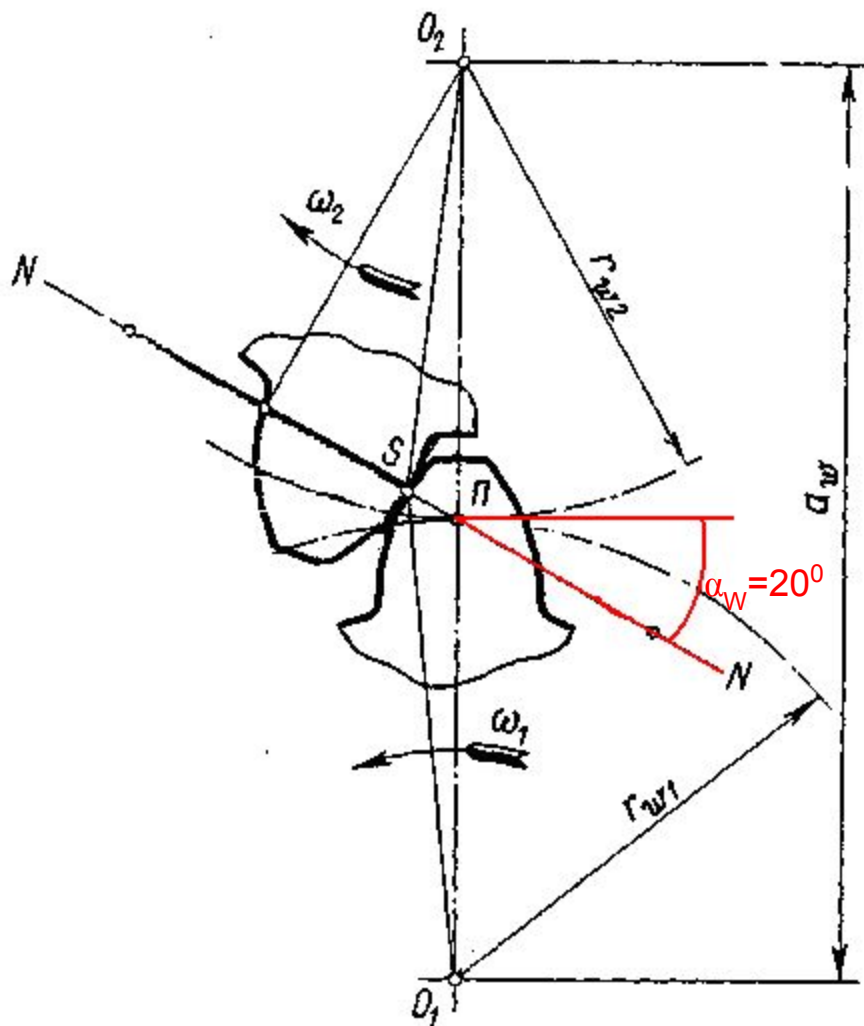


ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЗУБЧАТОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ



Основная теорема зацепления:

для постоянства передаточного числа зубчатых колес профили их зубьев должны очерчиваться по кривым, у которых общая нормаль NN , проведенная через точку касания профилей (точка зацепления S) всегда проходит через одну и ту же точку на линии центров (полюс зацепления P) которая делит расстояние между центрами O_1O_2 на части, обратно пропорциональные угловым скоростям.

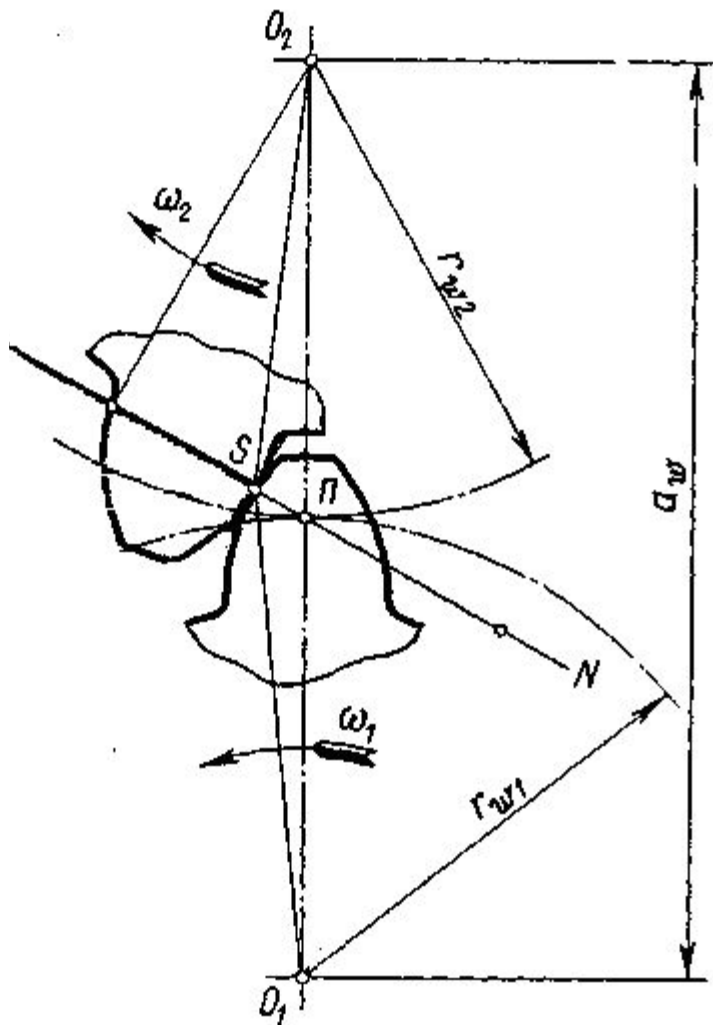


Полюс – это точка (P), которая делит межосевое расстояние на части, обратно пропорциональные угловым скоростям.

Прямая NN является геометрическим местом точек зацепления и называется **линией зацепления**.

Угол между линией зацепления и прямой, перпендикулярной межосевой линии, называется **углом зацепления**

$$\alpha_w = 20^\circ$$



Окружности, касающиеся друг друга в полюсе зацепления, имеющие общие с зубчатыми колесами центры и перекатывающиеся одна по другой без скольжения, называются **начальными**

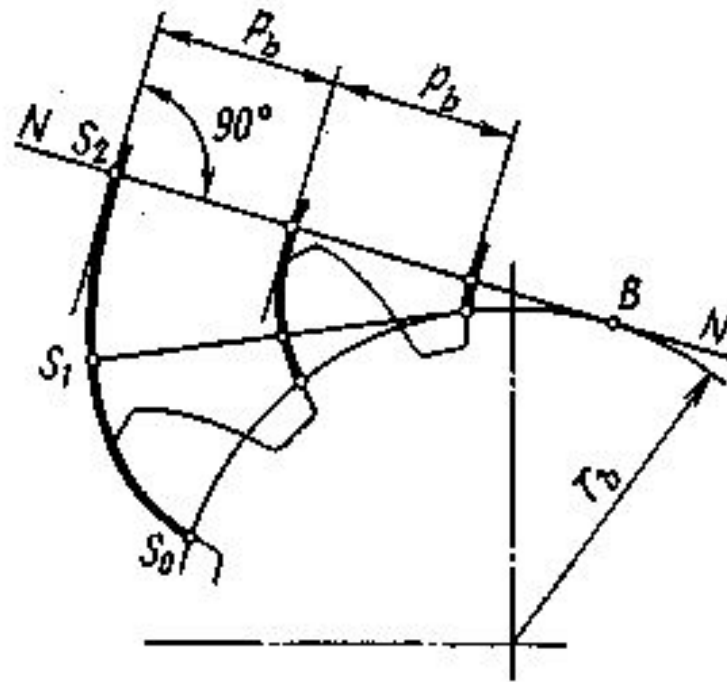
$$d_{w1}, d_{w2}$$

Передаточное число
$$U = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{d_{w2}}{d_{w1}}$$

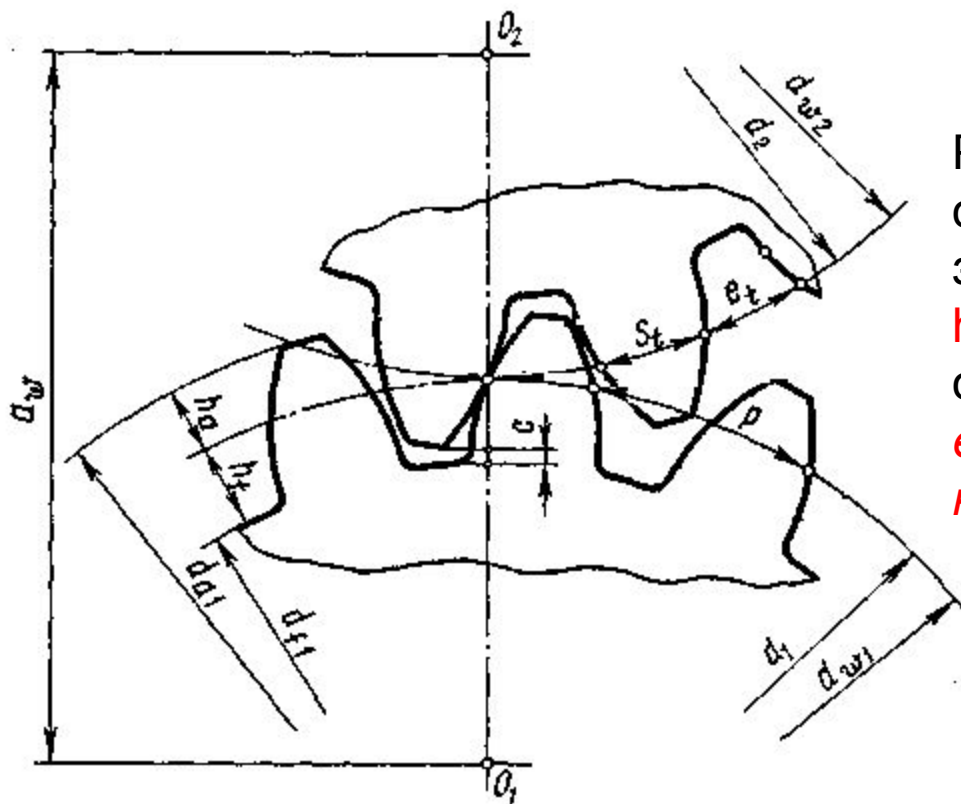
Окружности, являющиеся начальными при зацеплении со стандартной рейкой, называются **делительными**.

$$d_1, d_2$$

Одной из кривых, удовлетворяющих условию основной теоремы зацепления, является **эвольвента окружности** – кривая, которую описывает точка S прямой NN , перекатываемой без скольжения по окружности радиуса r_w . Эта окружность называется **основной**, а прямая NN – **производящей прямой**.



ЭЛЕМЕНТЫ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА



d_a - диаметр вершин зубьев

d_f - диаметр впадин зубьев

Радиальное расстояние между окружностями вершин и впадин зубьев называется **высотой зуба h** , которая делительной окружностью делится на две части: **высота головки зуба h_a** и **высота ножки зуба h_f** .

$$h = h_a + h_f$$

Расстояние, измеренное по дуге делительной окружности между одноименными точками двух соседних зубьев, называется **окружным шагом P** , который равен сумме окружной **толщины зуба S_t** и **ширины впадины e_t** .

$$P = S_t + e_t$$

Модуль m - часть делительной окружности, приходящаяся на один зуб. Измеряется в мм. Для пары зубчатых колес должен быть одинаковым. Принимается по ГОСТу.

$$m = \frac{d}{z}$$

Окружной шаг: $P = \pi \cdot m$

Диаметр делительной окружности: $d = m \cdot z$

Высота головки зуба: $h_a = m$

Высота ножки зуба: $h_f = 1,25m$

Высота зуба: $h = h_a + h_f = 2,25m$

Диаметр вершин зубьев: $d_a = d + 2h_a = mz + 2m = m(z + 2)$

Диаметр впадин зубьев: $d_f = d - 2h_f = mz - 2 \cdot 1,25m = m(z - 2,5)$

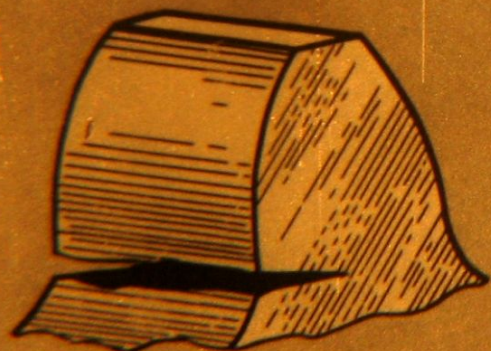
Радиальный зазор: $c = h_f - h_a = 0,25m$

Межосевое расстояние:

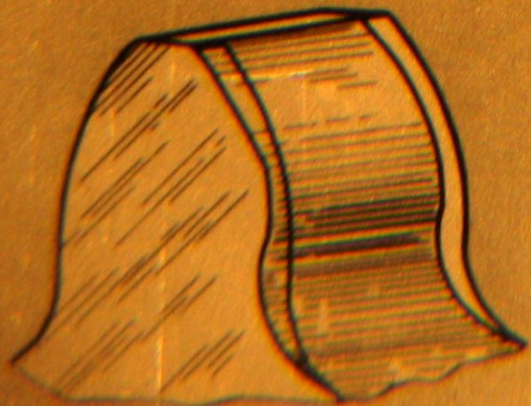
$$a_w = \frac{d_1}{2} + \frac{d_2}{2} = \frac{mz_1}{2} + \frac{mz_2}{2} = m \frac{z_1 + z_2}{2}$$

ВИДЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЗУБЬЕВ

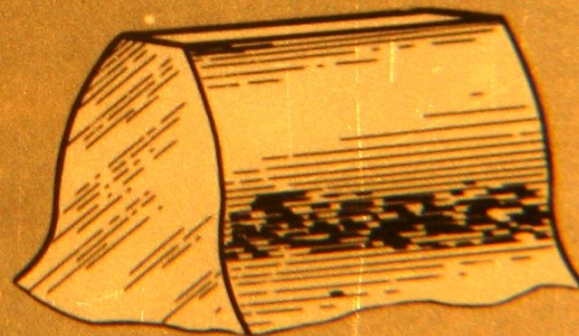
Усталостная трещина



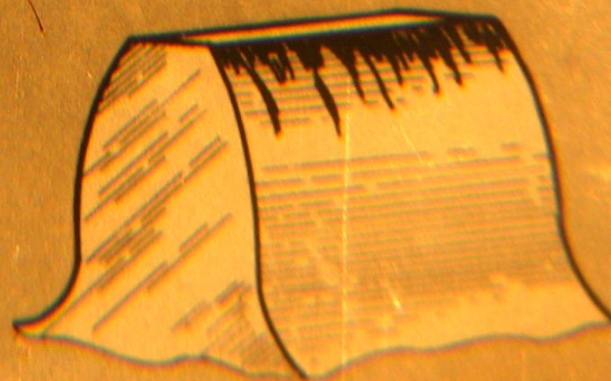
Износ с изменением формы зубьев



Выкрашивание от контактных напряжений



Борозды вследствие заедания

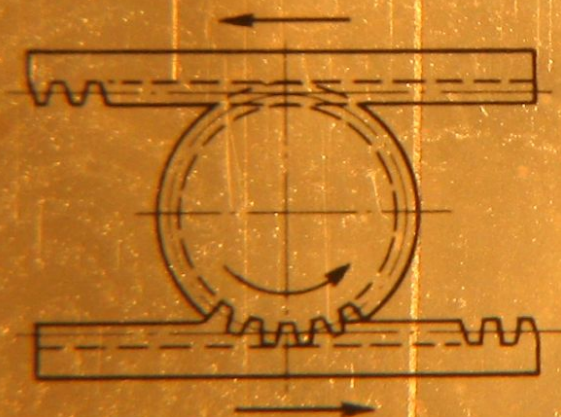


ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

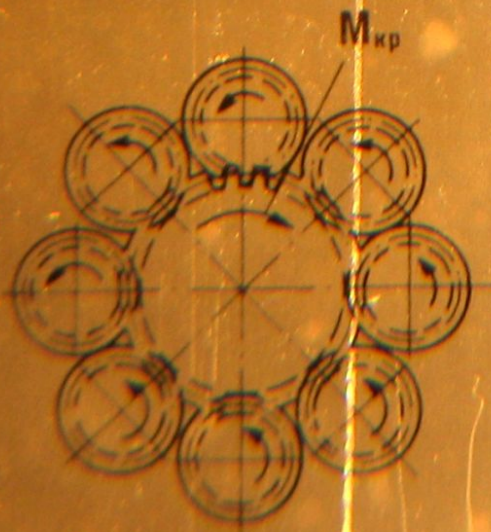
- **Накатывание зубьев** - образование зубьев в результате пластической деформации нагретой до 1000° – 1100° заготовки, которую обкатывают между колесами – накатниками.

Применяется в массовом производстве. Достоинства: повышается износостойкость и прочность зубьев. Недостаток: меньшая точность зубьев по сравнению с нарезанными.

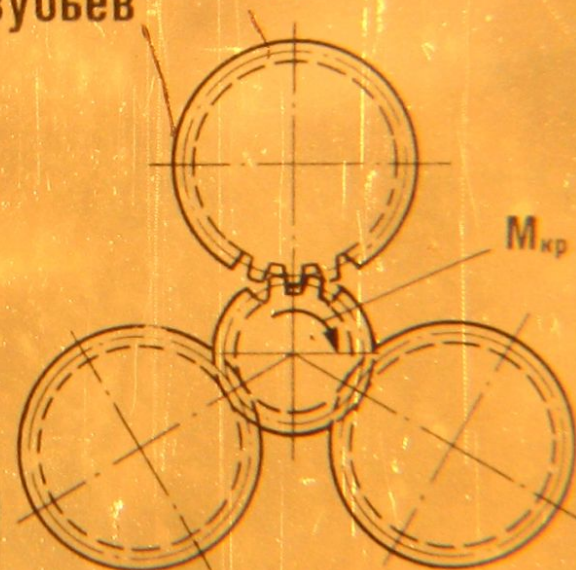
Накатывание зубьев



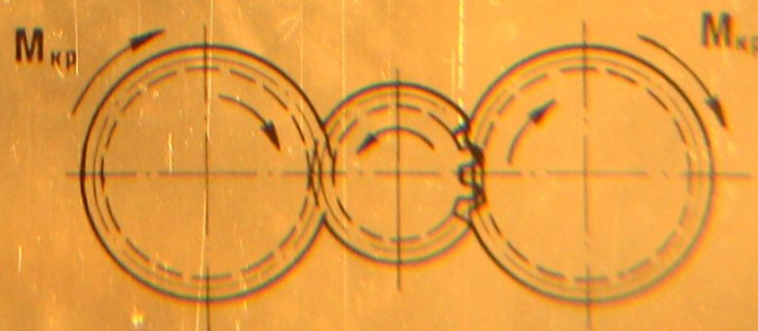
Между рейками



Групповое

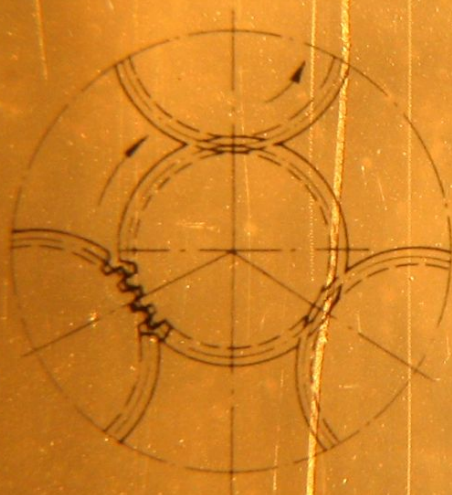


Тремя накатниками
с принудительным вращением от изделия

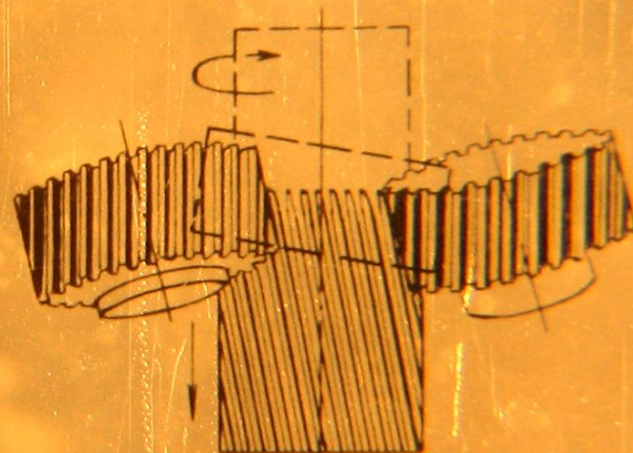


Двумя накатниками с вращением
изделия от накатников

Формирование зубьев в процессе накатывания



Накатник



Накатник



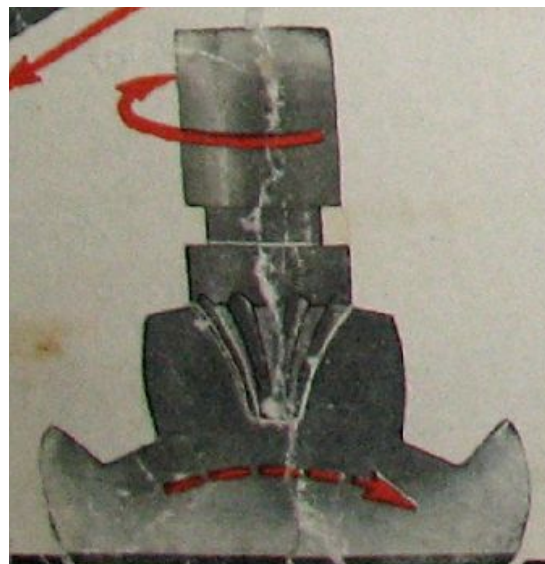
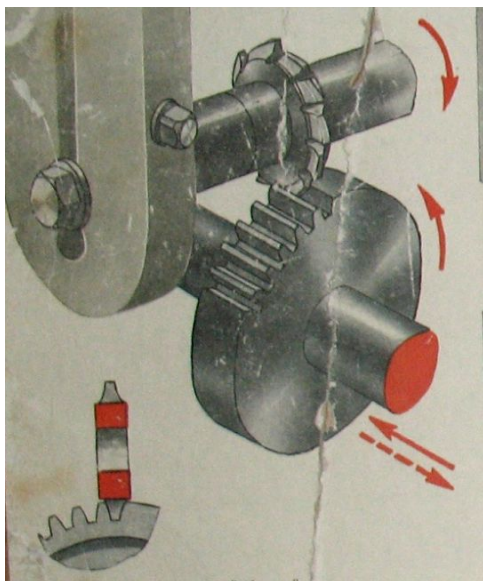
Окружность заготовки

Начальная стадия
образования зубьев

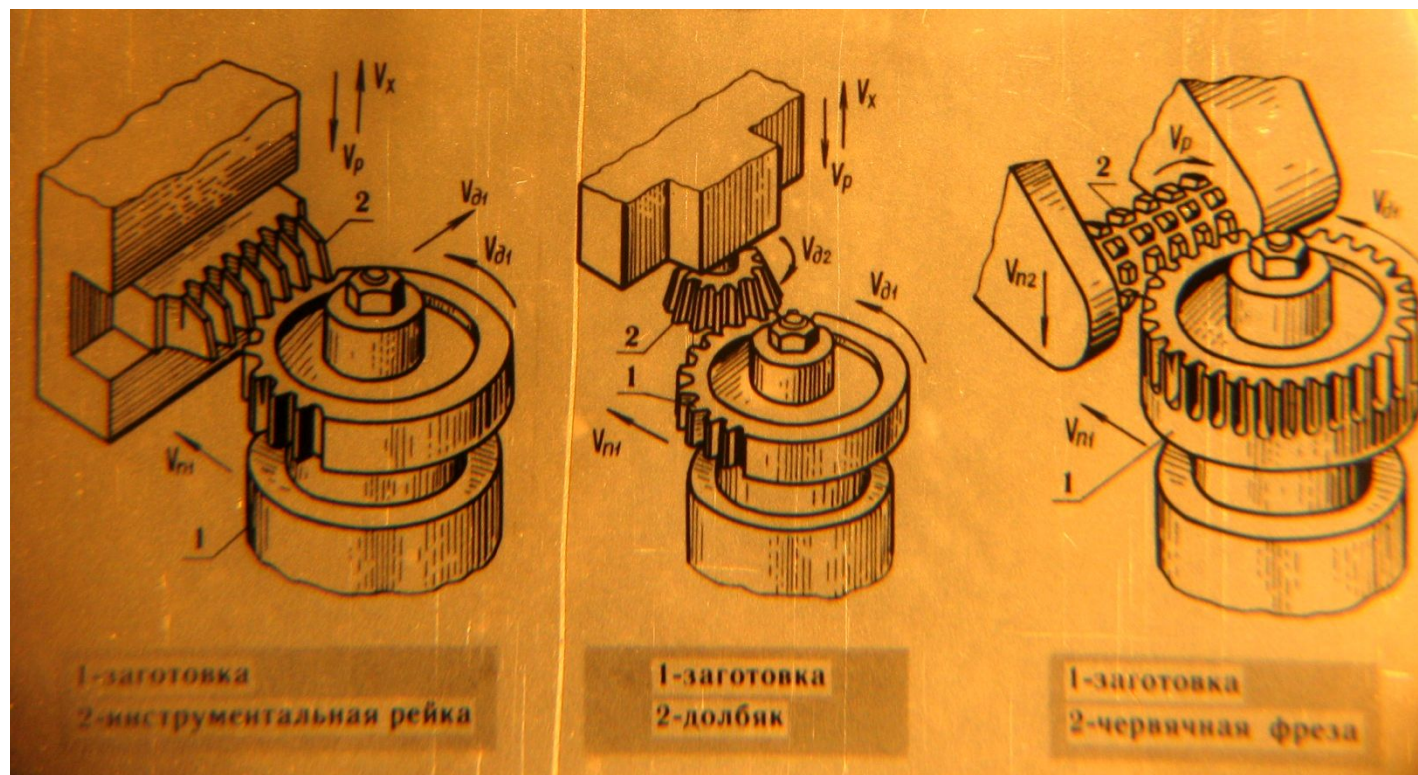


- **Нарезание зубьев** осуществляется двумя методами:
 - а) *копирования*
 - б) *обкатки*

Метод **копирования** осуществляется на фрезерных станках дисковой или пальцевой фрезой, форма режущих кромок которых соответствует форме впадины зуба. Это малопроизводительный и неточный метод. Применяется в единичном производстве.



Метод обкатки осуществляется на зубофрезерных и зубострогальных станках. Основан на воспроизведении зацепления зубчатой пары. Одной из зубчатых деталей является заготовка, а другой – режущий инструмент: червячная фреза, долбяк, инструментальная рейка. Способ высокопроизводительный и обеспечивает достаточную точность зубчатых колес.



КОРРИГИРОВАНИЕ

Для устранения подрезания зубьев, для повышения изгибной и контактной прочности, для получения заданного межосевого расстояния применяют зубчатые колеса со смещением (корригированные). Корригирование осуществляется смещением инструментальной рейки на некоторую величину в радиальном направлении.

