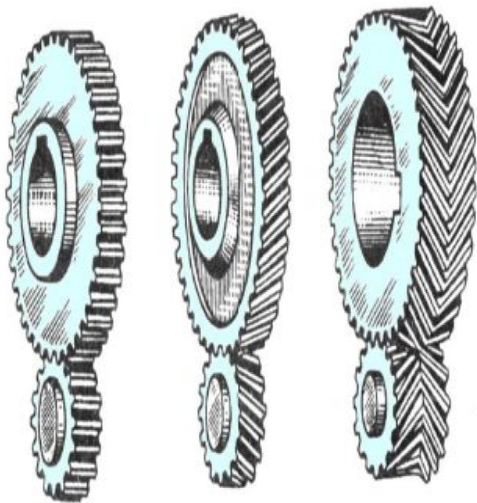


ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧАХ

Основные виды и классификация зубчатых колес

В зубчатой передаче движение передается с помощью зацепления пары зубчатых колес. Термин «зубчатое колесо» относится как к колесу, так и к шестерне.



Достоинства зубчатых передач:

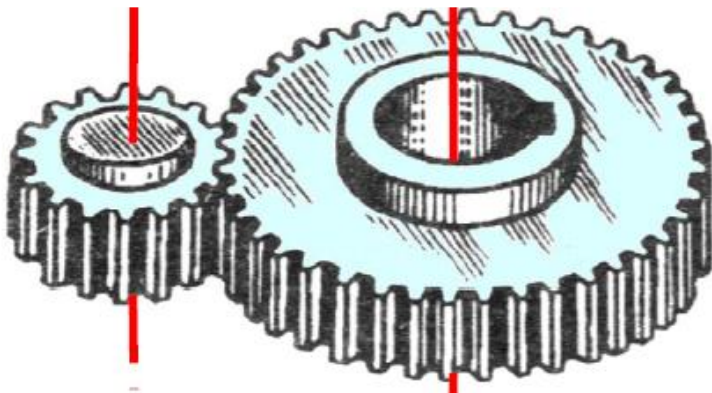
1. высокая надежность;
2. малые габариты;
3. постоянство передаточного числа;
4. сравнительно малые нагрузки;
5. высокий КПД.

Недостатки зубчатых передач:

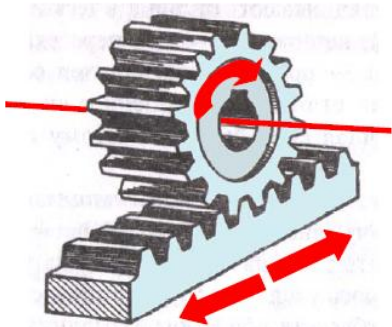
1. шум при больших скоростях;
2. высокие требования к точности изготовления и монтажа.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ (в зависимости от относительного расположения геометрических осей валов):

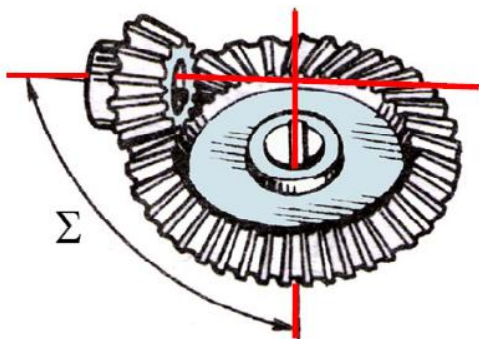
1. цилиндрическая (при параллельных осях)



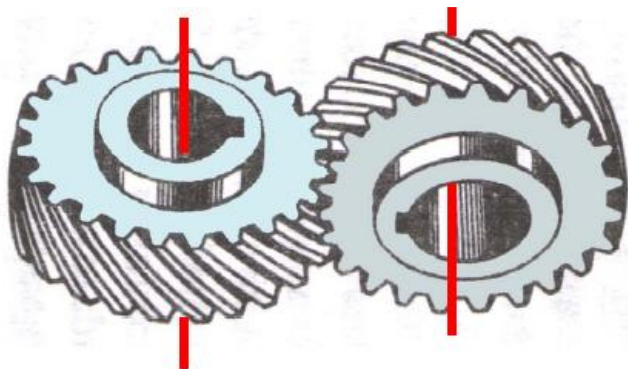
2. реечная передача (для преобразования вращающегося движения в поступательное и наоборот)



3. коническая передача (при пересекающихся осях)



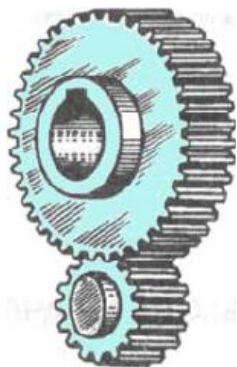
4. винтовая передача (при перекрещивающихся осях)



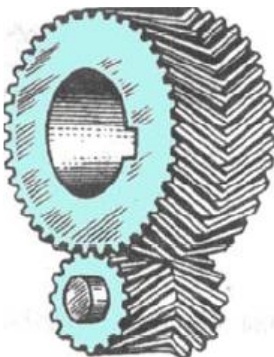
КЛАССИФИКАЦИЯ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ
(в зависимости от расположения зубьев на ободе колес)

Колеса с наклонными зубьями обладают большей несущей способностью, работают плавно и с меньшим шумом.

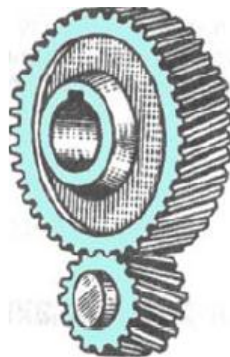
1.прямозубая



2.шевронная

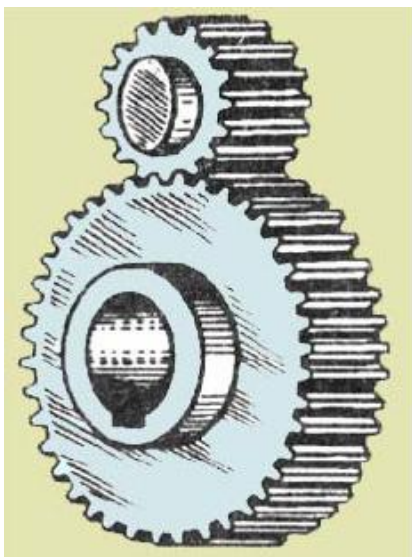


3.косозубая

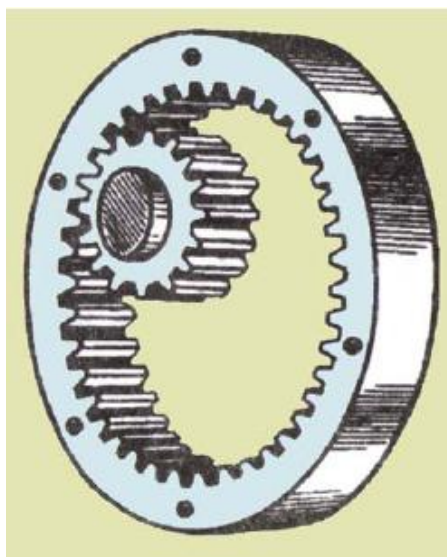


КЛАССИФИКАЦИЯ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ (в зависимости от относительного расположения колес в пространстве)

1.внешнего зацепления



2.внутреннего зацепления



КЛАССИФИКАЦИЯ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ (в зависимости от конструктивного исполнения)

1.открытые передачи

(зубья колес не защищены от внешней среды)



2.закрытые передачи

(помещены в закрытые корпуса и работают в масляной ванне)



КЛАССИФИКАЦИЯ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

(в зависимости от числа ступеней)

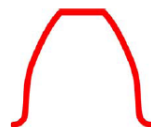
1.одноступенчатые
(одна пара колес в зацеплении)



2.многоступенчатые
(две пары зубчатых колес в зацеплении и более)



КЛАССИФИКАЦИЯ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ
зависимости от формы профиля зуба



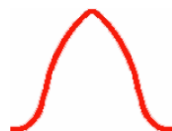
(6)

1.эвольвентные

(образующая профиля-эвольвента)

2.циклоидальные

(образующая профиля-циклоида)



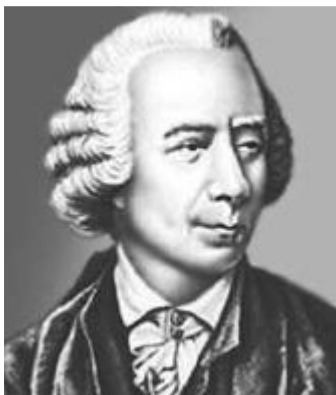
3.с зацеплением Новикова

(образующая профиля-дуга окружности)

Используются в высоконагруженных передачах, которые по конструктивным соображениям должны иметь малые габариты.



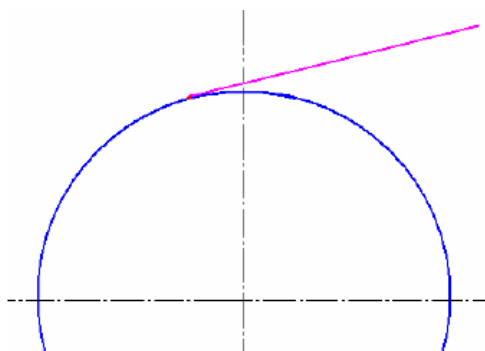
На практике в основном используют эвольвентный профиль зубьев, обеспечивающий их прочность, малые скорости скольжения в зоне зацепления и высокий КПД.



Эвольвентное зацепление впервые было предложено *Леонардом Эйлером* в 1760 году.

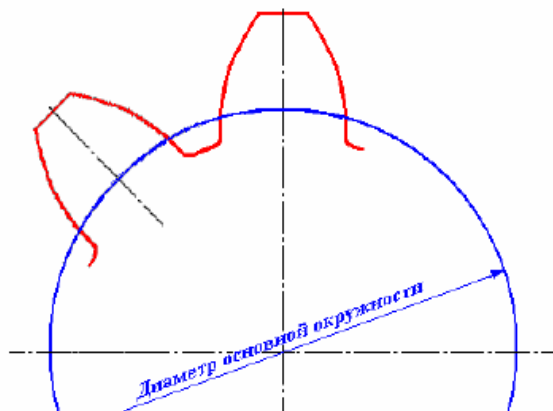
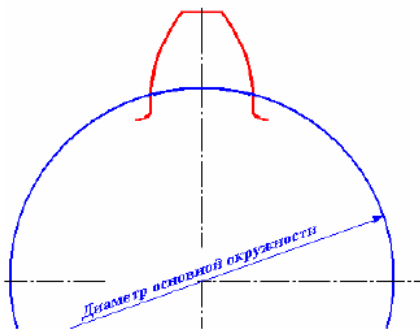
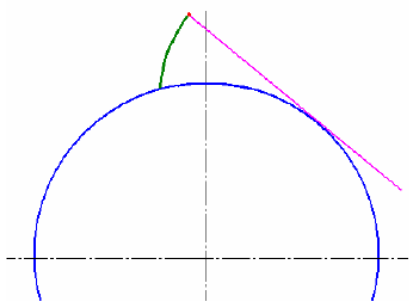
Изготовление зубчатых колес с эвольвентным профилем наиболее просто и дешево.

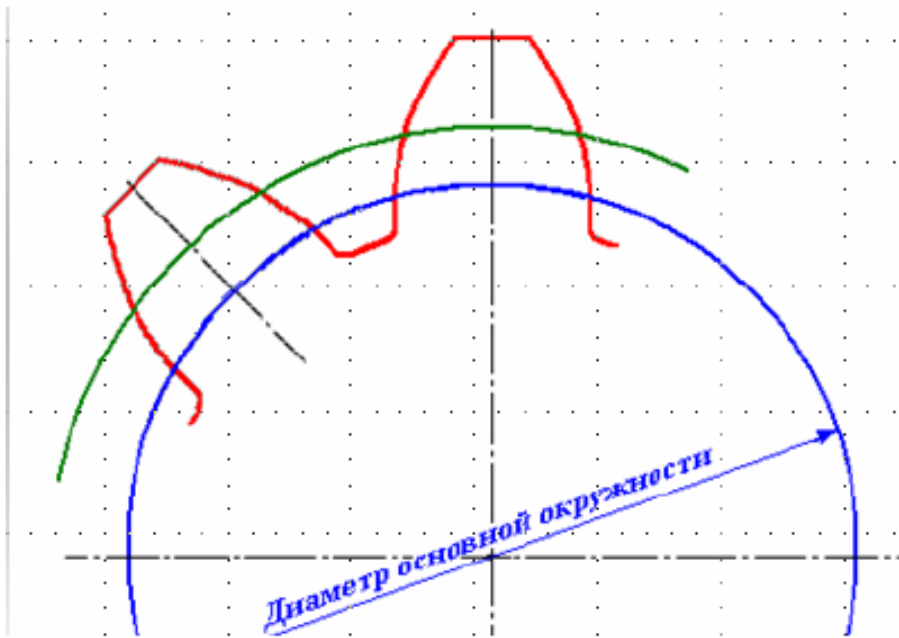
Основные элементы эвольвентного зацепления.



Эвольвентой окружности называют кривую, которую описывает точка прямой, перекатывающаяся без скольжения по окружности. Окружность, по которой перекатывается прямая называется **эволютой** или **основной окружностью**, а перекатываемая прямая-**производящей прямой**.

ПОСТРОЕНИЕ ЭВОЛЬВЕНТЫ





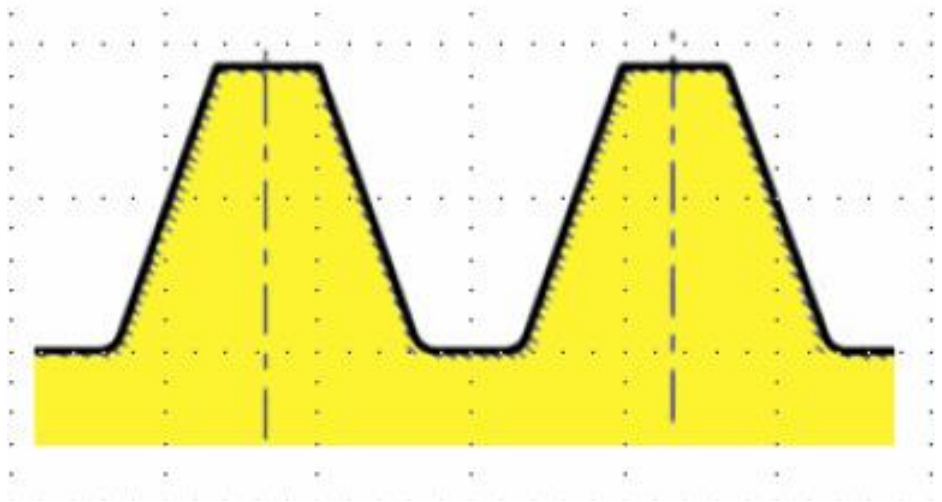
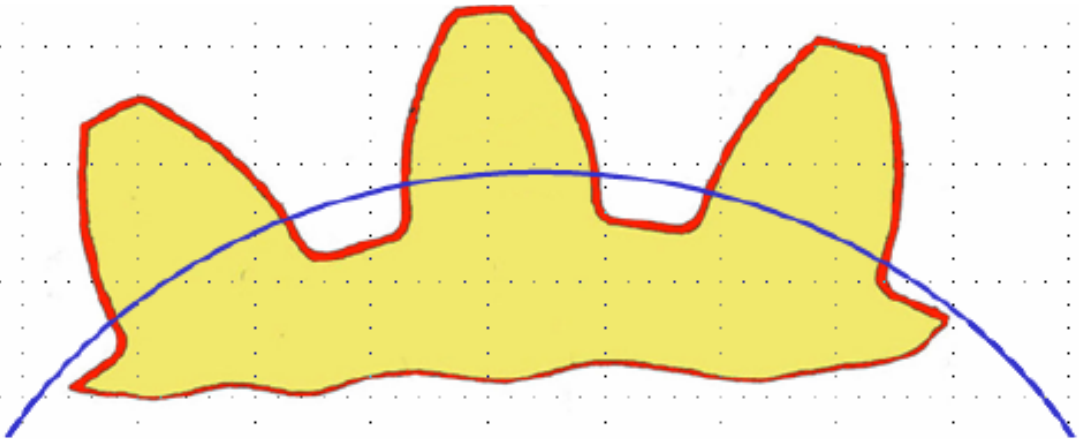
Делительная окружность—это окружность, по которой толщина зуба колеса равна ширине впадины между зубьями.

Шаг зацепления (p)—это расстояние между одноименными профилями двух смежных зубьев, измеренное по дуге делительной окружности.

Основной характеристикой зубчатого зацепления является **модуль (m)**—линейная величина в π раз меньшая окружного шага зубьев p по делительной окружности зубчатого колеса.

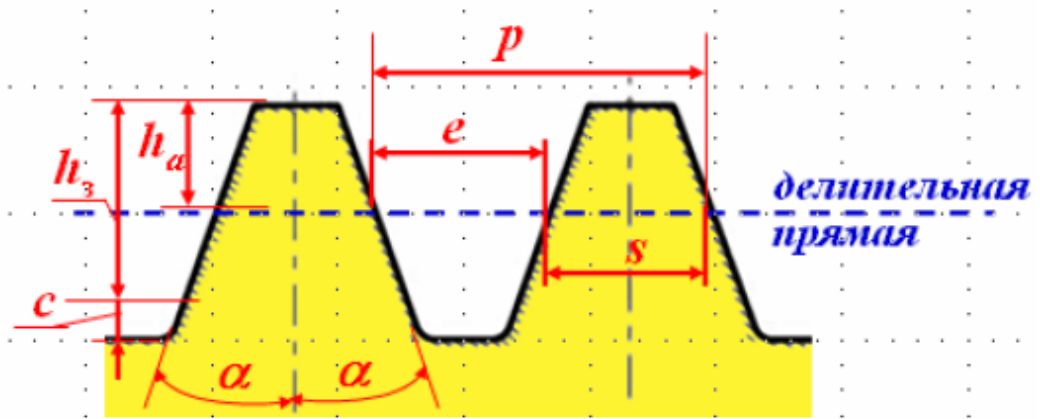
$$m = p/\pi$$

С увеличением диаметра основной окружности d_b кривизна эвольвенты уменьшается и при $d_b \rightarrow \infty$ зубчатый профиль трансформируется в рейку с трапецидальным профилем—**основную рейку**.



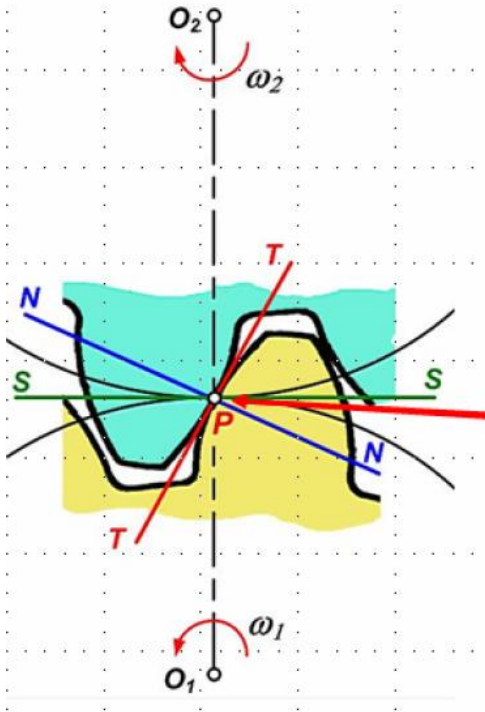
Профиль зуба основной рейки соответствует исходному контуру зуба, регламентированный стандартом. Этот контур положен в основу профилирования инструмента для нарезания зубьев.

ПАРАМЕТРЫ ИСХОДНОГО КОНТУРА



1. шаг зубьев $p = m\pi$, m -модуль зубчатого колеса
2. толщина зуба по делительной прямой $s = 0.5p$
3. ширина впадины по делительной прямой $e = 0.5p$
4. профильный угол $\alpha = 20^\circ$
5. глубина захода $h_z = 2h_a^* \cdot m$,
 $h_a^* = 1$ -коэф.высоты головки зуба
6. высота головки зуба $h_a = h_a^* \cdot m = m$
7. радиальный зазор $c = c^* \cdot m$,
 c^* - коэф.радиального зазора для цилиндрических колес. $c^* = 0.25$

ОСНОВНЫЕ КИНЕМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭВОЛЬВЕНТНОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ.



Эвольвентные профили зубьев называются **сопряженными**, так как такой профиль обеспечивает постоянство передаточного числа зубчатой пары. В этом случае при вращении колес нормаль $N-N$ в точке контакта профилей зубьев будет пересекать линию центров в одной и той же точке p - полюсе зацепления. Эта точка делит межосевое расстояние на части, обратно пропорц. угловым скоростям:

$$O_1P / O_2P = \omega_2 / \omega_1$$

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭВОЛЬВЕНТНОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ

Начальными называют окружности, которые в процессе зацепления перекатываются одна по другой без скольжения.

d_{w1}, d_{w2} - диаметры начальных окружностей шестерни и колеса;

a_w - межосевое расстояние $a_w = (d_{w1} + d_{w2}) / 2$;

d_1, d_2 - диаметры делительных окружностей шестерни и колеса; делительные и начальные окружности у колес совпадают, если $(d_1 + d_2) / 2 = a_w$;

h_a -высота головки зуба шестерни и колеса;

h_f -высота ножки зуба шестерни и колеса;

c -радиальный зазор в зацеплении шестерни и колеса;

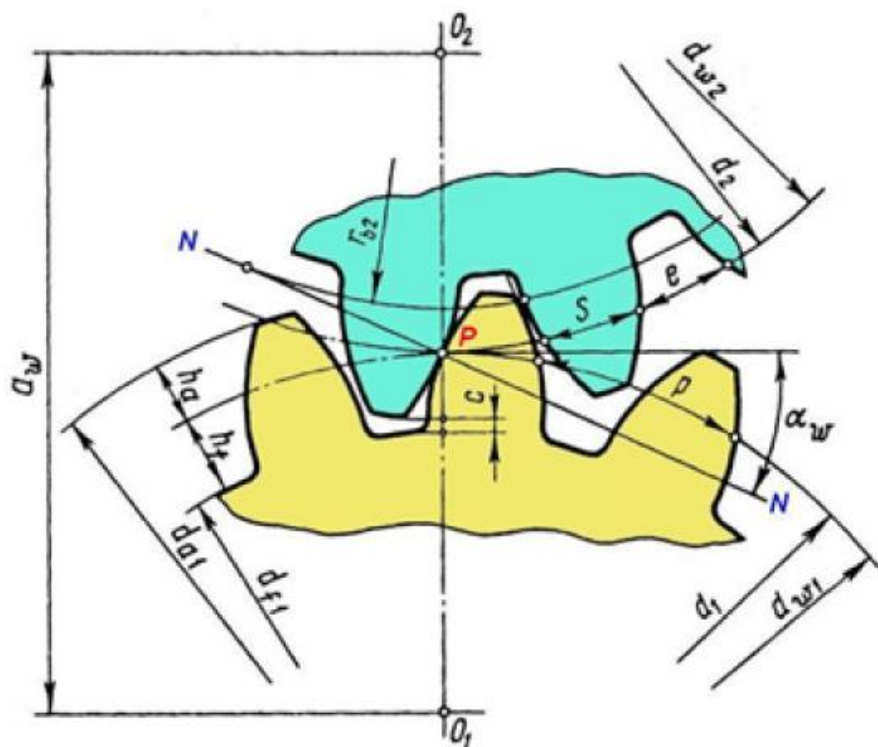
d_{a1}, d_{a2} -диаметры окружностей вершин шестерни и колеса;

d_{f1}, d_{f2} -диаметры окружностей впадин шестерни и колеса;

p -окружной шаг;

s -окружная толщина зуба;

e -окружная ширина впадины зуба.



Для пары зубчатых колес, находящихся в зацеплении окружной шаг p , а следовательно и модуль m должны быть одинаковыми.

На делительной окружности толщина зуба равна ширине впадины:

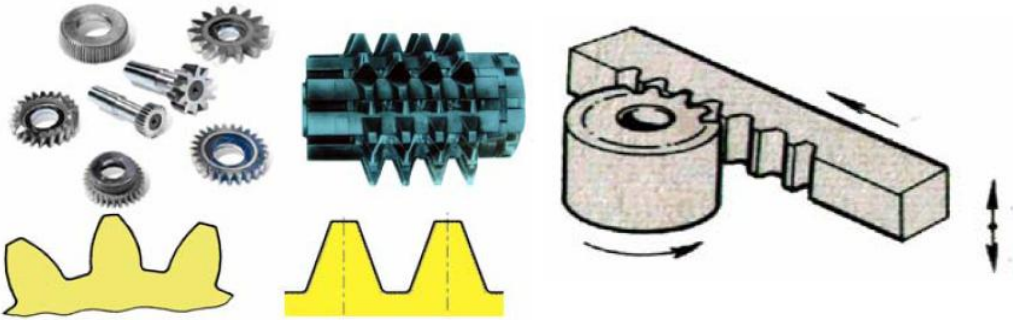
$$s = e$$

Модуль зубьев- основной параметр зубчатых колес.

Все геометрические параметры зубчатых колес выражаются через модуль.

Методы нарезания зубчатых колес.

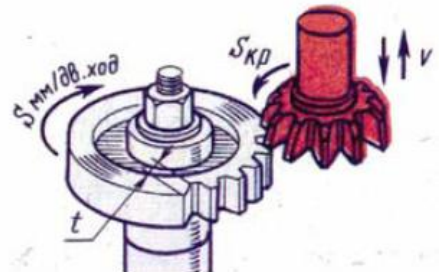
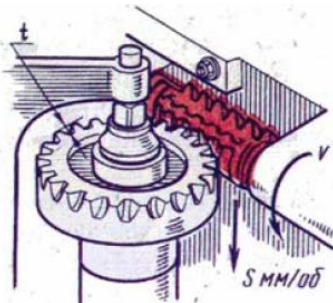
1. метод обкатки (основан на зацеплении и согласованных движениях зубч атой пары, со стоящей из заготовки и инструмента)

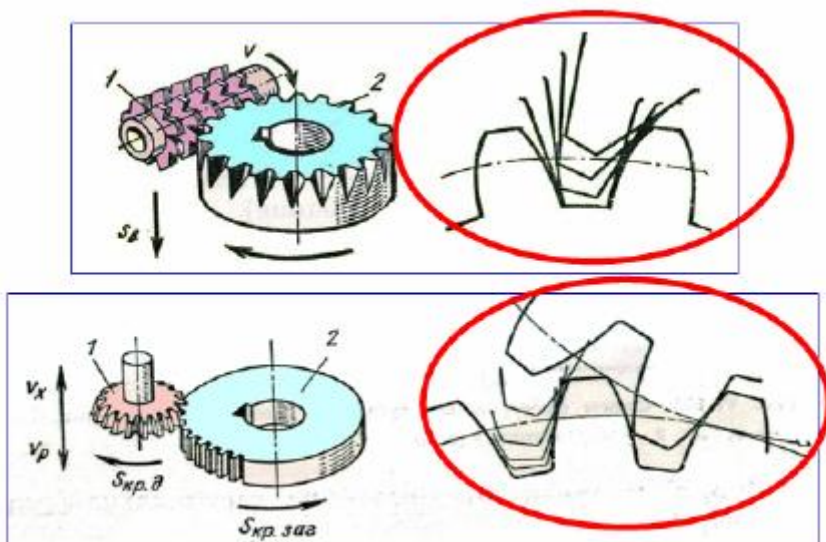


ПРИМЕРЫ:

нарезание червячной фрезой

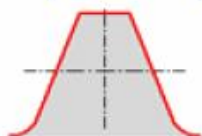
нарезание долбяком



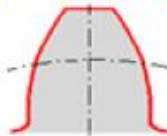


ПОДРЕЗАНИЕ ЗУБЬЕВ ПРИ НАРЕЗАНИИ ПО МЕТОДУ ОБКАТКИ

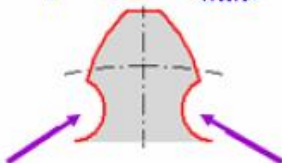
при $(z \rightarrow \infty)$



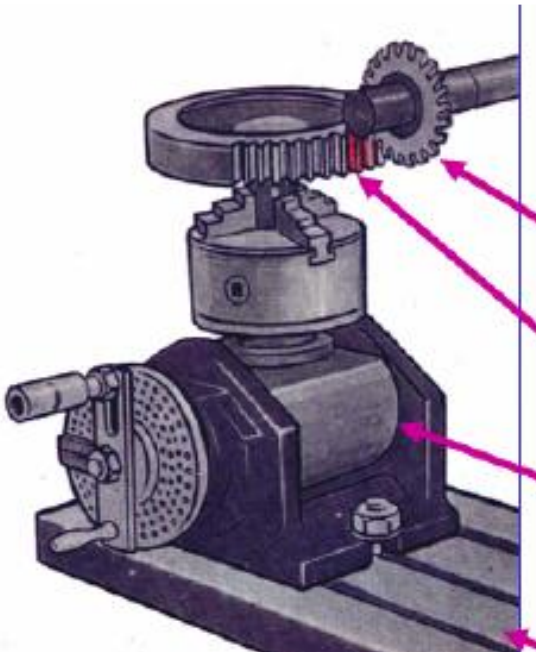
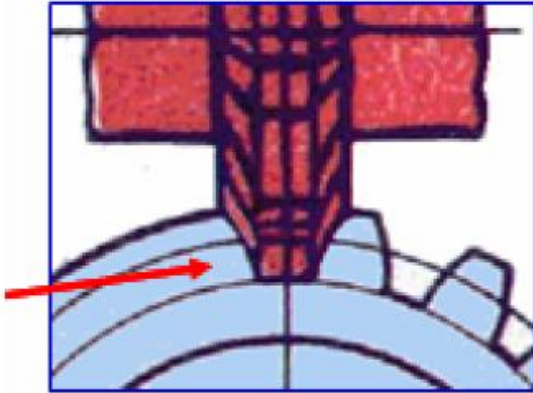
при $(z > z_{\text{min}})$



при $(z < z_{\text{min}})$



2. метод копирования (основан на использовании инструмента, режущая часть которого соответствует профилю впадин между зубьями)



дисковая модульная фреза

заготовка зубчатого колеса

делительная головка

стол станка