

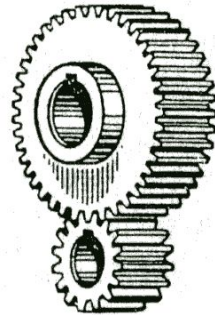
# **Влияние кинематических параметров зубчатых передач и механических свойств материала зубчатых колёс на габаритные характеристики редуктора**



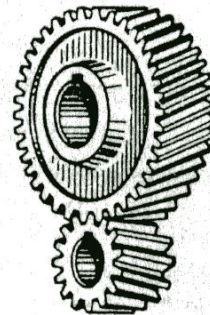
**Выполнил: студент  
группы 212.31**

# Зубчатые передачи

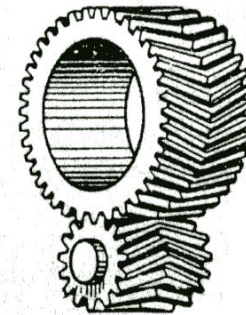
В современном машиностроении и приборостроении **зубчатые передачи** являются основной разновидностью механических передач. Они работают на принципе зацепления, с непосредственным контактом ведущего и ведомого звеньев передачи.



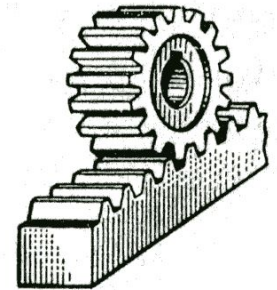
а)



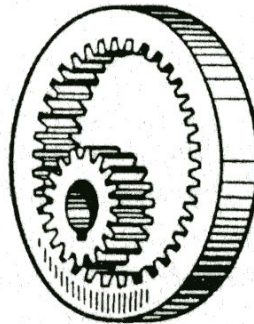
б)



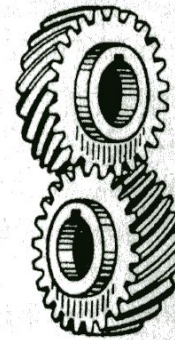
в)



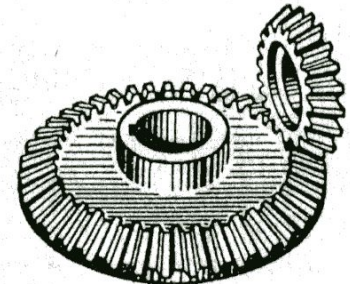
г)



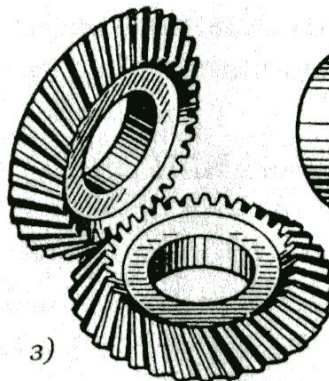
д)



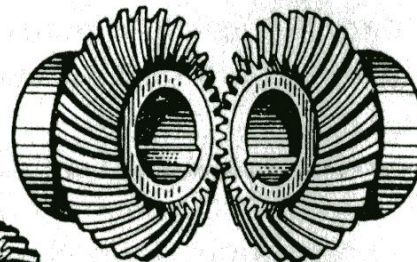
е)



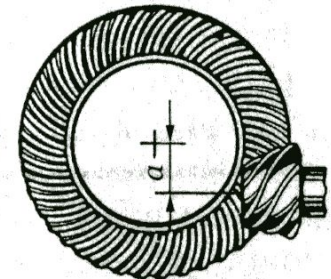
ж)



з)



и)

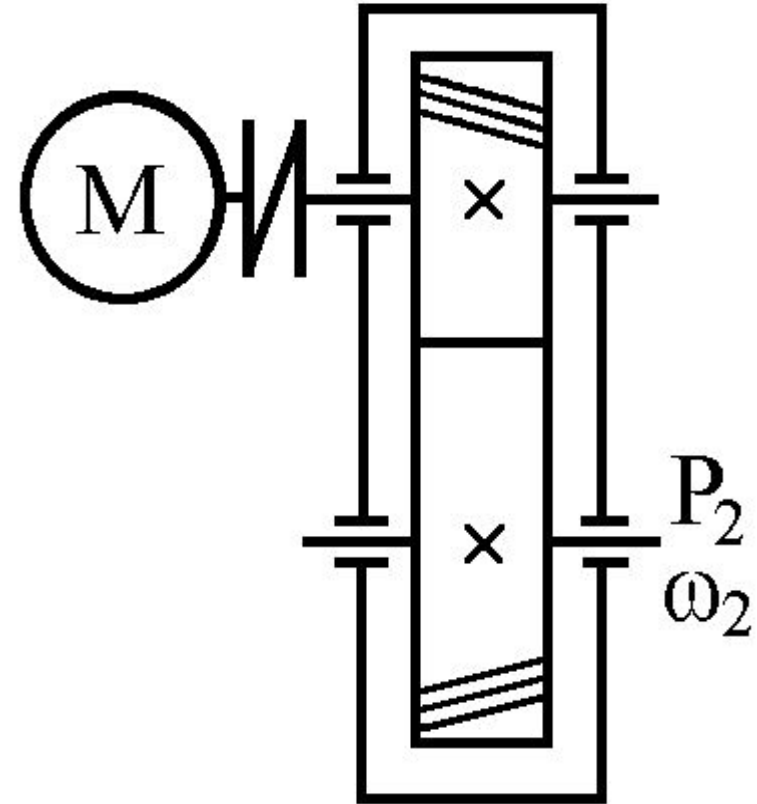


к)

# Зубчатый редуктор

**Зубчатый редуктор** – это зубчатая передача, служащая для понижения угловой скорости увеличения крутящего момента и выполненная в виде отдельного агрегата.

Краткое определение зубчатого редуктора – *закрытая пониженная зубчатая передача.*



# Передаточное отношение $i$

Основной кинематической характеристикой зубчатого редуктора является передаточное отношение  $i$ . (отношение угловой скорости ведущего звена  $\omega_1$  к угловой скорости ведомого звена  $\omega_2$ )

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

Передаточное отношение обычно ограничивается габаритами зубчатой передачи. В понижающих (редукторных) передачах максимальные значения передаточных отношений тихоходной передачи  $i = 5,6 \dots 6,3$ , быстроходной передачи  $i = 6,3 \dots 8,0$ . Нижние значения при твердости материала зубьев  $56 \dots 63 \text{ HRC}$ , верхние –  $350 \text{ HB}$ .

# Материал для зубчатых колёс

Основным материалом, для изготовления зубчатых колёс являются термически обрабатываемые стали. В зависимости от твёрдости (или термической обработки) стальные зубчатые колёса условно подразделяют на две группы:

)Твёрдостью  $H \leq 350$  HB – с термообработкой нормализация или улучшение.

)Твёрдостью  $H > 350$  HB – с термообработкой, объёмная и поверхностная закалка, цементация, нитроцементация и азотирование.

Несущая способность зубчатых передач по контактной выносливости увеличивается с повышением твердости материала колес. Это указывает на целесообразность широкого применения зубчатых колес со значительной твердостью рабочих поверхностей зубьев с целью уменьшения габаритов и массы передачи

# Расчёт зубьев на контактную прочность

Расчет зубьев колес на контактную прочность является основным (проектировочным) расчетом для закрытых зубчатых передач.

Расчет сводится к удовлетворению условия прочности по контактными напряжениям.

Основная формула проверочного расчета цилиндрических передач на контактную прочность

$$\sigma_H = \frac{270}{a_w} \sqrt{\frac{T_{2\Pi} \cdot K_H \cdot (i + 1)^3}{b_2 \cdot i_{3n}^2}} \leq [\sigma_H]$$

Формула проектировочного расчета

$$a_w = K_a \cdot (i_{3\Pi} + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot K_H}{[\sigma_{\text{вн}}]^2 \cdot b_a \cdot \psi}}$$

# Зависимость размеров зубчатой передачи от твердости

Параметры	Термообработка			
	Нормализация	Улучшение	Закалка	Цементация
Твердость	175 HB	280 HB	55 HRC	60 HRC
Контактное напряжение МПа	380	570	950	1100
Межосевое расстояние мм	275	200	145	136
Модуль $m$ , мм	4	4	3	2,5
Размер $L$ , мм	558	408	296	277

# Влияние механических свойств материала зубчатых колес на габариты передачи

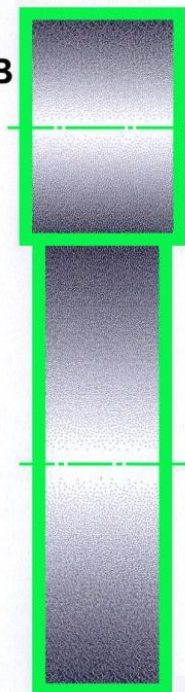
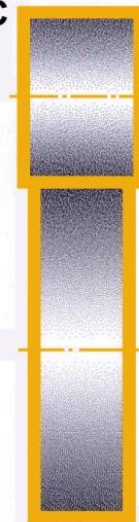
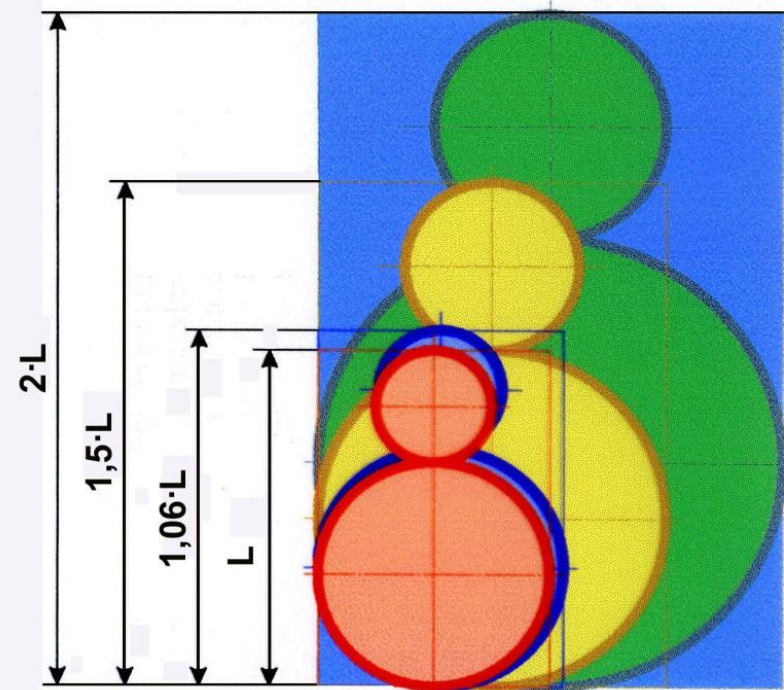
ЗАВИСИМОСТЬ РАЗМЕРОВ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ  
ОТ ВИДА ТЕРМООБРАБОТКИ ЗУБЬЕВ

Нормализация  
 $H = 180 \dots 210 \text{ HB}$

Улучшение  
 $H = 200 \dots 320 \text{ HB}$

Закалка  
с нагревом ТВЧ  
 $H = 48 \dots 58 \text{ HRC}$

Химико-термическое  
упрочнение  
 $H = 55 \dots 63 \text{ HRC}$





# Влияние передаточного отношения на габариты передачи

Параметры	Значения						
$i_{3П}$	2,5	2,8	3,15	3,55	4	4,5	5
$T_2$ , Н·м	242	272	305	344	388	436	487
$\omega_2$ , рад/с	40,8	36,4	32,4	28,7	25,5	22,6	20,4
$a_w$ , мм	122	127	133	140	148	157	165
$m$ , мм	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
$L$ , мм	249	259	271	283	301	319	335

# Влияние передаточного отношения на габаритные размеры зубчатой передачи редуктора при постоянном крутящем моменте.

Параметры	Значения						
$i_{3П}$	5	4,5	4	3,55	3,15	2,8	2,5
$T_2, \text{Н}\cdot\text{м}$	300						
$a_w, \text{мм}$	141	139	136	134	133	131	130
$m, \text{мм}$	2,5						
L, мм	287	283	277	273	271	267	265

# Влияние твердости материала зубчатых колес на нагрузочную способность передачи, т.е. на величину крутящего момента

Параметры	Значения			
Твёрдость	175 HB	280HB	55 HRC	60HRC
$[\sigma_H]$ МПА	380	570	950	1100
$T_2$ , Нм	1678	3775	10487	14060

$$T_2 = \left( \frac{a_w}{K_a \cdot (i_{3П} + 1)} \right)^3 \cdot \frac{[\sigma_{Hh}]^2 \cdot i_{ba}^2 \cdot \psi}{K_H}$$

Несущая способность зубчатых передач по контактной выносливости пропорционально квадрату твердости.