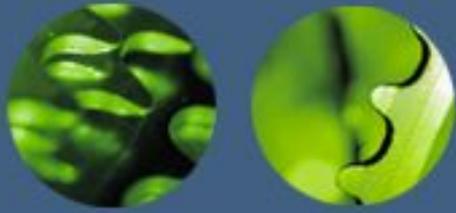




Прикладная механика

Кинематический расчет привода

лекция №3



МОЩНОСТЬ

$$N = \frac{A}{\tau} = \frac{F \cdot S}{\tau} = F \cdot \mathcal{V} = F \cdot \omega \cdot R = T \cdot \omega, \text{ Вт}$$

$$\frac{S}{\tau} = \mathcal{V}, \text{ м/с}$$

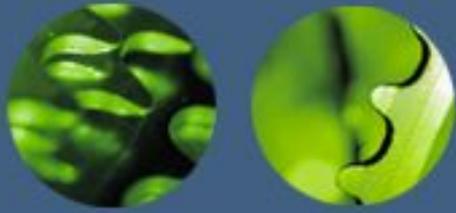
$$\mathcal{V} = \omega \cdot R, \text{ м/с}$$

$$F \cdot R = T, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \text{ рад/с}$$

$$n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi}, \text{ об/мин}$$

ω – угловая скорость
 n – частота вращения
 \mathcal{V} – линейная скорость
 T – крутящий момент
 R – плечо



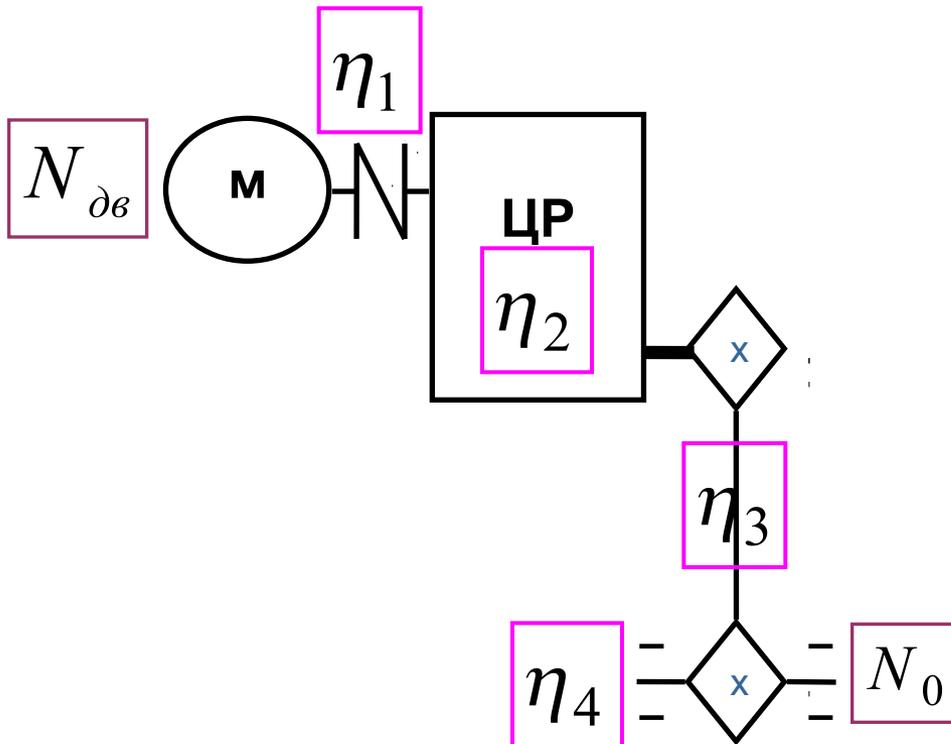
Коэффициент полезного действия

Коэффициент полезного действия (η) –
отношение полезно используемой энергии
к полным энергетическим затратам

$$\frac{N_0}{N_{\text{дв}}} = \eta$$

$$\eta_0 = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \dots \cdot \eta_n$$

$$\eta_0 = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4$$



η_1

муфты

η_2

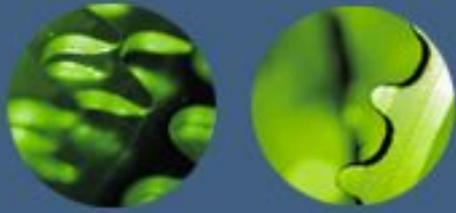
цилиндрического
редуктора

η_3

цепной передачи

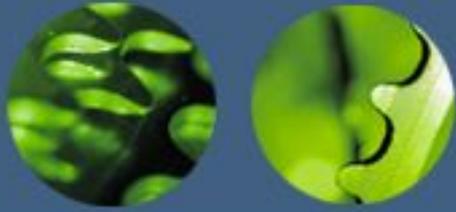
η_4

пары подшипников



Значения К.П.Д. элементов привода

№	Элементы привода	Значения к.п.д.	
		закрытая	открытая
1.	Цилиндрическая зубчатая передача	0,96 - 0,98	0,93 - 0,95
2.	Коническая зубчатая передача	0,95 - 0,97	0,92 - 0,94
3.	Червячная передача при числе заходов червяка $Z_1 = 1$ $Z_1 = 2$ $Z_1 = 3$ $Z_1 = 4$	0,65 - 0,70 0,70 - 0,75 0,70 - 0,85 0,85 - 0,90	- - - -
4.	Цепная передача	0,95 - 0,97	0,9
5.	Ременная передача	-	0,95 - 0,96
6.	Фрикционная передача	0,90 - 0,96	0,7 - 0,8
7.	Подшипники качения (1 пара)	0,99-0,995	
8.	Подшипники скольжения (1 пара)	0,98-0,99	
9.	Муфты	0,985-0,995	



Передаточное отношение

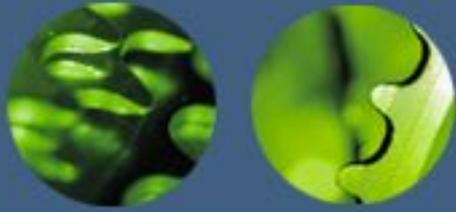
Все передачи, включая редукторы, коробки скоростей, вариаторы (за исключением муфт) имеют передаточное отношение

Обозначим передаточные отношения элементов привода

$$u_1; u_2; u_3; \dots; u_n$$

Общее передаточное отношение привода:

$$u_0(i) = u_1 \cdot u_2 \cdot u_3 \cdot \dots \cdot u_n$$



Передаточное отношение

Передаточное отношение $u(i)$ – безразмерная величина:

- принимает значения от нуля до бесконечности
- показывает во сколько раз частота вращения n (угловая скорость ω) ведущего вала больше или меньше частоты вращения ведомого вала

$$u(i) = \frac{n_{\text{ведущего}}}{n_{\text{ведомого}}} = \frac{\omega_{\text{ведущего}}}{\omega_{\text{ведомого}}}$$

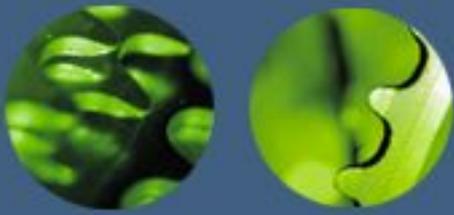
Из двух или более рассматриваемых валов **ведущим** является тот, который в кинематической схеме расположен ближе к источнику движения

При значениях:

$0 < u < 1$ - передача **повышающая**

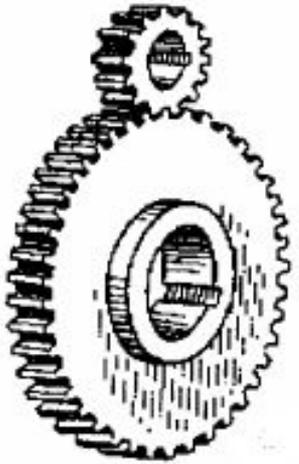
$1 < u < \infty$ - передача **понижающая**

Если $u = 1$ - частоты вращения ведущего и ведомого валов **равны**



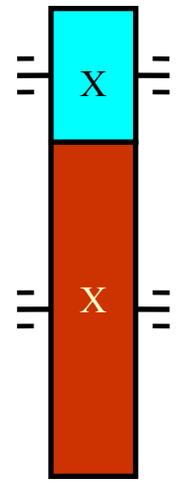
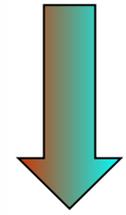
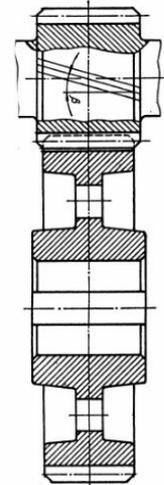
Повышающие и понижающие передачи

М

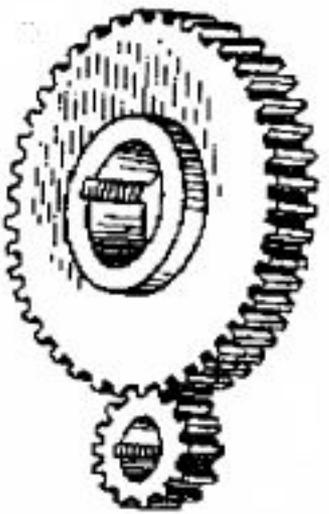


Ведущий вал

Ведомый вал

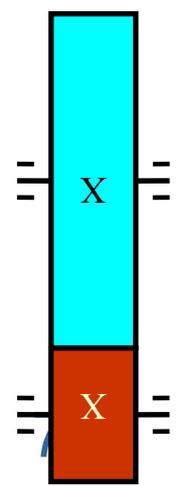
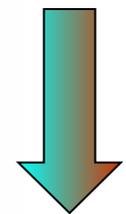
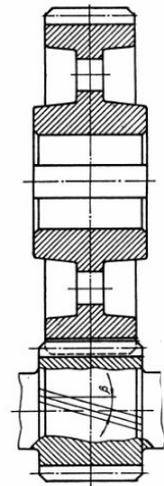


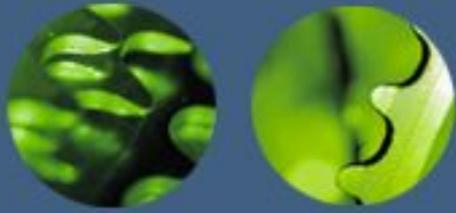
М



Ведущий вал

Ведомый вал





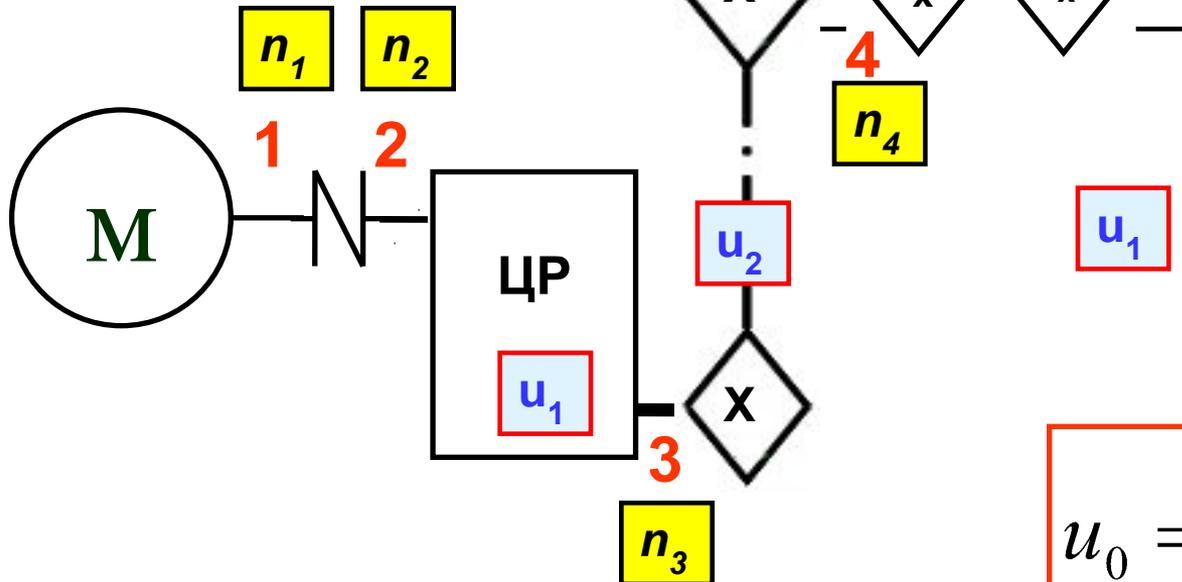
Передаточное отношение

- 1 - вал электродвигателя
- 2 - быстроходный вал редуктора
- 3 - тихоходный вал редуктора
- 4 - приводной вал цепного транспортера

Введем нумерацию валов **1,2,3,4** и обозначим частоты вращения валов:

$$n_1; n_2; n_3; n_4$$

$$n_1 = n_2$$



$$u_1 = \frac{n_2}{n_3}$$

$$u_2 = \frac{n_3}{n_4}$$

$$u_0 = u_1 \cdot u_2 = \frac{n_2}{n_3} \cdot \frac{n_3}{n_4} = \frac{n_2}{n_4}$$

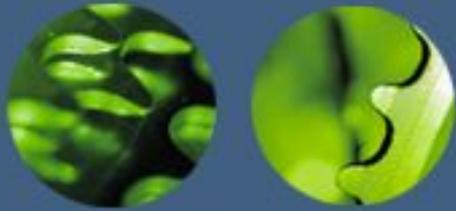


Рекомендуемые значения передаточных отношений

№	Тип передачи	Передаточное число	
		среднее значение	наибольшее значение
1.	Цилиндрическая передача с прямыми зубьями с косыми зубьями	3 – 4	8
		3 – 5	8
2.	Коническая передача	2 – 3	6
3.	Червячная передача	10 – 40	80
4.	Клиноременная передача	2 – 5	7
5.	Цепная передача	2 - 4	8
6.	Редуктор: - одноступенчатый - двухступенчатый - трехступенчатый	2,0 – 6,3 8,0 – 40 45 – 200	

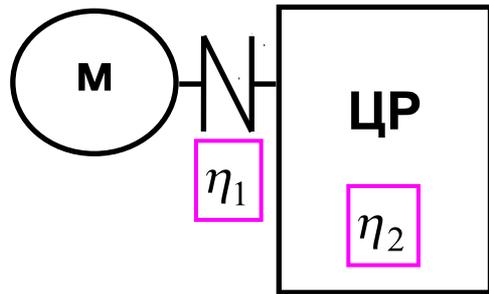
*

—



Выбор электродвигателя (по мощности)

$$\frac{N_0}{N_{\text{дв}}} = \eta \quad \rightarrow \quad N_{\text{дв}} = \frac{N_0}{\eta} \quad \rightarrow \quad N_{\text{дв}} = \frac{1,5}{0,85} = 1,76 \text{ кВт}$$



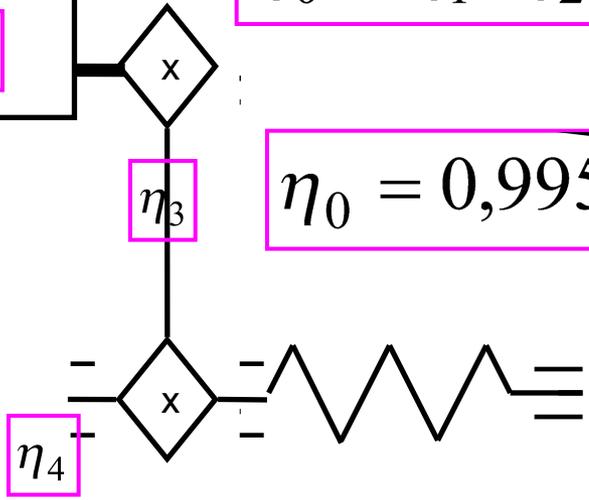
$$\eta_0 = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \dots \cdot \eta_n$$

$$\eta_0 = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4$$

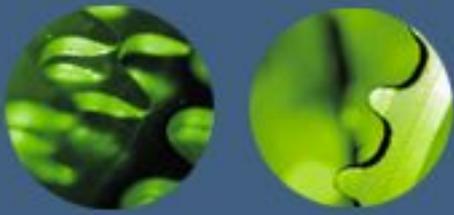
Смотри таблицу

Определить:
 $N_{\text{дв}} ; \omega_{\text{дв}} (n_{\text{дв}})$

$$\eta_0 = 0,995 \cdot 0,96 \cdot 0,9 \cdot 0,99 = 0,85$$



Задано:
 $N_0 = 1,5 \text{ кВт}$
 $\omega_0 = 1,0 \text{ с}^{-1} \cdot 10$



Выбор электродвигателя (по частоте вращения)

$$\omega_{\text{дв}} = u_{\text{оц}} \cdot \omega_0, \text{ с}^{-1}$$

$$u_{\text{оц}} = u_0 = u_1 \cdot u_2 \cdot u_3 \cdot \dots \cdot u_n$$

Определить:

$N_{\text{дв}} ; \omega_{\text{дв}} (n_{\text{дв}})$

$$u_{\text{оц}} = u_0 = u_1 \cdot u_2$$

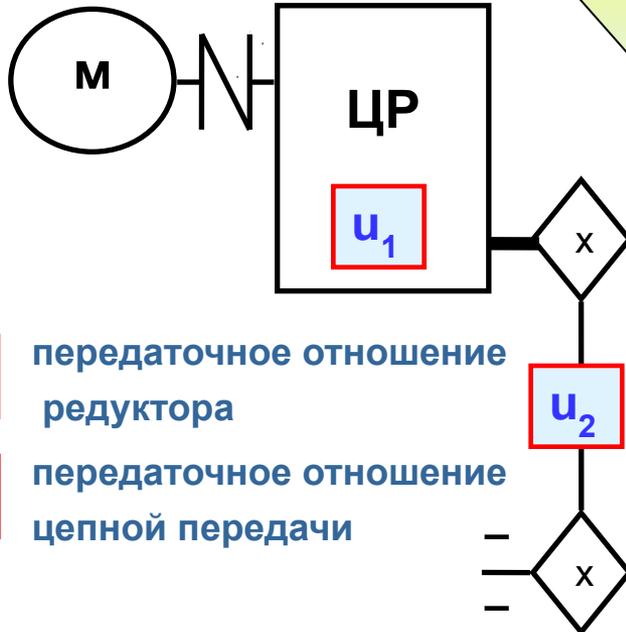
Смотри
таблицу

$$u_2 = 2 - 4$$

$$u_1 = 2 - 200$$

$$u_{\text{оц}} = (2 - 4) \cdot (2 - 200) = 4 - 800$$

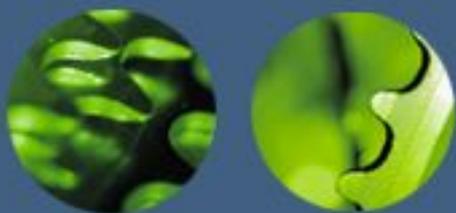
$$\omega_{\text{дв}} = (4 - 800) \cdot \omega_0, \text{ с}^{-1}$$



u_1 передаточное отношение редуктора

u_2 передаточное отношение цепной передачи

Задано:
 $N_0 ; \omega_0$



Выбор электродвигателя (по частоте вращения)

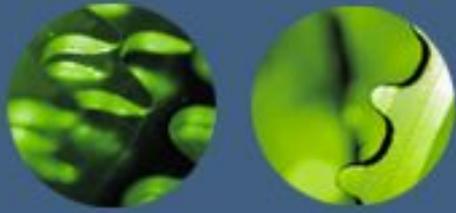
$$\omega_{дв} = (4 - 800) \cdot \omega_0, c^{-1}$$

№	Угловая скорость приводного вала ω_0, c^{-1} (n_0 , об/мин)	Минимальная угловая скорость двигателя $\omega_{дв min}$ ($n_{дв min}$, об/мин)	Максимальная угловая скорость двигателя $\omega_{дв max}$ ($n_{дв max}$, об/мин)	Частота вращения выбранного двигателя, об/мин
1.	0,1 (1)	0,4 (4)	80 (800)	750
2.	1 (10)	4 (40)	800 (8000) *	750, 1000, 1500, 3000
3.	10 (100)	40 (400)	8000 (80000)	750, 1000, 1500, 3000
4.	50 (500)	200 (2000)	40000 (400000)	3000

Угловые скорости и частоты вращения стандартных электродвигателей:

$\omega_{дв}$ **75, 100, 150, 300 c^{-1}**
 $n_{дв}$ **750, 1000, 1500, 3000 об/мин**

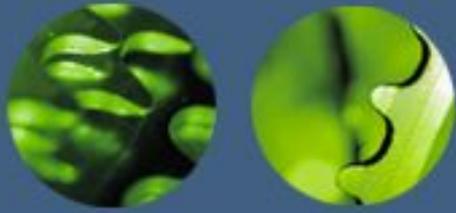
Технические данные трехфазных асинхронных электродвигателей



серии 4А (АМР)

$N_{\text{ДВ}}$ кВт	Тип двигателя			
	3000 об/мин	1500 об/мин	1000 об/мин	750 об/мин
0,75	4A71A2Y3	4A71B4Y3	4A80A6Y3	4A90B8Y3
1,1	4A71B2Y3	4A80A4Y3	4A80B6Y3	4A90B8Y3
1,5	4A80A2Y3	4A80B4Y3	4A906Y3	4A1008Y3
2,2	4A802Y3	4A90S4Y3	4A1006Y3	4A112MA8Y3
3,0	4A902Y3	4A100S43	4A112MA6Y3	4A113MB8Y3
4,0	4A1002Y3	4A100S4Y3	4A112MB6Y3	4A1328Y3
5,5	4A1002Y3	4A112M4Y3	4A132M6Y3	4A132M8Y3
7,5	4A112M2Y3	4A132S4Y3	4A132M6Y3	4A1608Y3
11,0	4A132M2Y3	4A132M4Y3	4A1606Y3	4A160M8Y3
15,0	4A1602Y3	4A160S4Y3	4A180M6Y3	4A180M8Y3





Распределение общего передаточного отношения по ступеням привода

$$u_0 = u_1 \cdot u_2 = \frac{n_{\text{дв}}}{n_0} = \frac{750}{10} = 75$$

$$u_0 = u_1 \cdot u_2 = \frac{n_{\text{дв}}}{n_0} = \frac{1000}{10} = 100$$

$$u_0 = u_1 \cdot u_2 = \frac{n_{\text{дв}}}{n_0} = \frac{1500}{10} = 150$$

$$u_0 = u_1 \cdot u_2 = \frac{n_{\text{дв}}}{n_0} = \frac{3000}{10} = 300$$


$$u_2 = \frac{u_0}{u_1} = \frac{75}{25} = 3 (2 - 4)$$



$$u_2 = \frac{u_0}{u_1} = \frac{100}{40} = 2,5 (2 - 4)$$



$$u_2 = \frac{u_0}{u_1} = \frac{150}{40} = 3,75 (2 - 4)$$


$$u_2 = \frac{u_0}{u_1} = \frac{300}{100} = 3 (2 - 4)$$

Передаточные отношения двухступенчатых редукторов:

8, 10, 12,5; 16, 18, 20, 22,4; 25, 28, 31,5; 35,5; 40

Передаточные отношения трехступенчатых редукторов:

45, 50, 56, 63, 80, 100, 125, 160, 200