

Кинематический расчет привода

Техническое задание

Кинематическая схема двухступенчатого механического привода		Исходные данные	
		<p>1. Мощность на выходном валу – $P_{вых} = 5 \text{ кВт}$</p> <p>2. Частота вращения выходного вала – $n_{вых} = 250 \text{ об/мин}$</p>	
1	<p>Электродвигатель</p>	2	<p>Клиноременная передача</p>
3	<p>Редуктор цилиндрический одноступенчатый косозубый</p>	4	<p>Зубчатая муфта</p>
5	Рабочая машина		

1. Кинематический расчет механического привода

Цель расчета: выбрать электродвигатель и определить передаточное отношение привода и его ступеней.

1.1. Вычисляем коэффициент полезного действия (к.п.д.) привода, включающего две ступени.

Первая ступень: открытая клиноременная передача.

Выбираем к.п.д. из приложения, табл. 1.: $\eta_1 = 0,95$.

Вторая ступень: редуктор цилиндрический одноступенчатый косозубый

К.п.д. редуктора вычисляется перемножением к.п.д. закрытой зубчатой передачи и к.п.д. двух пар подшипников (Приложение, табл. 1)

$$\eta_2 = 0,97 \cdot 0,992^2 = 0,955 .$$

Общий к.п.д. привода (с учетом к.п.д. зубчатой муфты $\eta_{\text{муф}}$)

$$\eta_{\text{пр}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_{\text{муф}} = 0,95 \cdot 0,955 \cdot 0,98 = 0,889 .$$

1.2. Требуемая мощность двигателя

$$P_{\text{тр}} = \frac{P_{\text{вых}}}{\eta_{\text{пр}}} = \frac{5}{0,889} = 5,62 \text{ кВт}.$$

1.3. Ориентировочная разбивка передаточного отношения привода.

Первая ступень: открытая клиноременная передача.

Выбираем передаточное отношение из приложения, табл. 2. Примем $u_1 = 3$.

Вторая ступень: редуктор цилиндрический одноступенчатый косозубый.

Выбираем передаточное отношение из приложения, табл. 2, 3. Примем $u_2 = 3,55$.

Общее передаточное отношение привода

$$u_{\text{пр}} = u_1 \cdot u_2 = 3 \cdot 3,55 = 10,65 .$$

1.4. Примерная частота вращения вала электродвигателя

$$n_{\text{прэд}} = n_{\text{вых}} \cdot u_{\text{пр}} = 250 \cdot 10,65 = 2662,5 \text{ об/мин}$$

1.5. Выбор электродвигателя (Приложение, табл. 4). В каталоге электродвигателей с синхронной частотой вращения $n_c = 3000 \text{ об/мин}$, (ближайшей к расчетной примерной частоте вращения), находим первый электродвигатель, мощность $P_{\text{эд}}$ которого превысит вычисленную $P_{\text{тр}}$.

Параметры выбранного электродвигателя:

тип 4А112М2У3, мощность электродвигателя $P_{\text{эд}} = 7,5 \text{ кВт}$, частота вращения $n_{\text{эд}} = 2920 \text{ об/мин}$, отношение крутящих моментов при пуске $T_{\text{пик}}/T_{\text{ном}} = 2$.

1.6. Уточненное значение передаточного отношения привода

$$u_{\text{пр}} = \frac{n_{\text{эд}}}{n_{\text{вых}}} = \frac{2920}{250} = 11,68 .$$

1.7. Уточненное значение передаточного отношения клиноременной передачи

$$u_1 = \frac{u_{\text{пр}}}{u_2} = \frac{11,68}{3,55} = 3,29 .$$

1.8. Частота вращения валов привода

$$n_1 = n_{\text{эд}} = 2920 \text{ об/мин},$$

$$n_2 = \frac{n_{\text{эд}}}{u_1} = \frac{2920}{3,29} = 887 \text{ об/мин},$$

$$n_3 = \frac{n_2}{u_2} = \frac{887}{3,55} = 250 \text{ об/мин}.$$

Примечание. Величины частот вращения рекомендуется округлять до целого числа.

1.9. Крутящие моменты на валах привода

$$T_1 = 9,55 \cdot \frac{P_{\text{тр}}}{n_{\text{эд}}} = 9,55 \cdot \frac{5,62 \cdot 10^3}{2920} = 18 \text{ н·м};$$

$$T_2 = T_1 \cdot u_1 \cdot \eta_1 = 18 \cdot 3,29 \cdot 0,95 = 56 \text{ н·м};$$

$$T_3 = T_2 \cdot u_2 \cdot \eta_2 = 56 \cdot 3,55 \cdot 0,955 = 190 \text{ н} \cdot \text{м}.$$

Примечание. Величины крутящих моментов рекомендуется округлять до целого числа.

1.10. Мощность на валах привода:

на 1 валу (вал электродвигателя) $P_1 = P_{mp} = 5,62 \text{ кВт}$;

на 2 валу (вал шестерни) $P_2 = P_1 \cdot \eta_1 = 5,62 \cdot 0,95 = 5,34 \text{ кВт}$;

на 3 валу (выходной вал редуктора) $P_3 = P_2 \cdot \eta_2 = 5,34 \cdot 0,955 = 5 \text{ кВт}$.

Это значение совпадет с заданной мощностью P_3 в исходных данных, следовательно, мощности вычислены верно.

Таблица 2

Результаты кинематического расчета

Параметр	Вал 1	Вал 2	Вал 3
Мощность, кВт	$P_1 = 5,62$	$P_2 = 5,34$	$P_3 = 5$
Крутящий момент, н·м	$T_1 = 18$	$T_2 = 56$	$T_3 = 190$
Частота вращения валов, об/мин	$n_1 = 2920$	$n_2 = 887$	$n_3 = 250$
Тип передачи привода	Клиноременная открытая		Цилиндрическая закрытая
Передаточное отношение	$u_1 = 3,29$		$u_2 = 3,55$
Коэффициент полезного действия	$\eta_1 = 0,95$		$\eta_2 = 0,955$

Задания

Задание 1. Спроектировать приводную станцию ленточного конвейера по схеме рис. 1. Исходные данные: мощность на валу барабана P_B , его угловая скорость ω_B приведены в табл. 1.

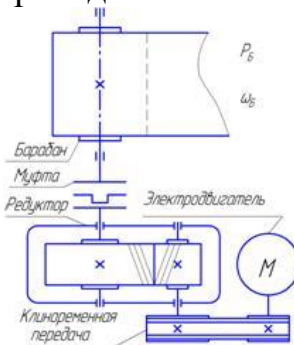


Рис. 1. Кинематическая схема конвейера к заданию 1

Таблица 1

Исходные данные для проектирования привода по схеме рис.1

Техническое задание	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_B , кВт	4,5	5,0	6,0	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	2,0
ω_B , 1/с	$2,5 \pi$	$2,5 \pi$	$3,0 \pi$	$3,5 \pi$	$3,5 \pi$	$2,2 \pi$	$3,0 \pi$	$2,0 \pi$	$2,5 \pi$	$2,5 \pi$

Задание 2. Спроектировать приводную станцию ленточного конвейера по схеме рис. 6. Исходные данные: мощность на валу барабана P_B , его угловая скорость ω_B приведены в табл. 2.

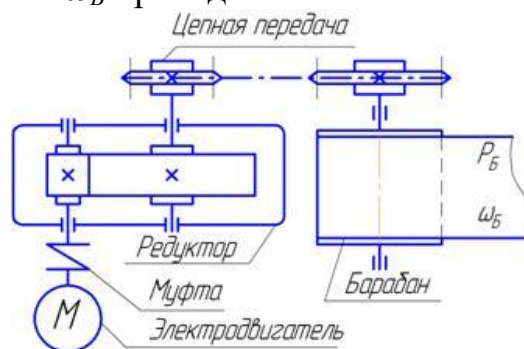


Рис. 2. Кинематическая схема конвейера к заданию 2

Таблица 2

Исходные данные для проектирования привода по схеме рис. 2

Техническое задание	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_B , кВт	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
ω_B , 1/с	$3,4\pi$	$3,2\pi$	$3,1\pi$	$2,9\pi$	$2,5\pi$	$3,4\pi$	$3,2\pi$	$3,1\pi$	$2,9\pi$	$2,4\pi$

Задание 3. Спроектировать привод к цепному конвейеру по схеме рис. 3. Исходные данные: мощность P_3 на ведущей звездочке цепного конвейера, ее угловая скорость ω_3 , приведены в табл. 3.

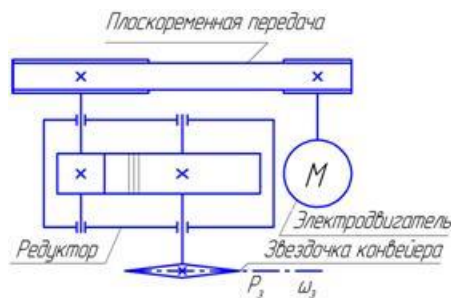


Рис. 3. Кинематическая схема конвейера к заданию 3

Таблица 3

Исходные данные для проектирования привода по схеме рис. 3

Техническое задание	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_3 , кВт	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	2,0	1,5	1,2
ω_3 , 1/с	$3,0\pi$	$4,0\pi$	$4,5\pi$	$5,0\pi$	$6,0\pi$	$2,8\pi$	$2,7\pi$	$2,5\pi$	$2,3\pi$	$2,0\pi$

Задание 4. Спроектировать привод цепного конвейера по схеме рис. 4. Исходные данные: мощность P_3 на валу звездочки конвейера, угловая скорость звездочки ω_3 и особенности корпуса редуктора приведены в табл. 4.

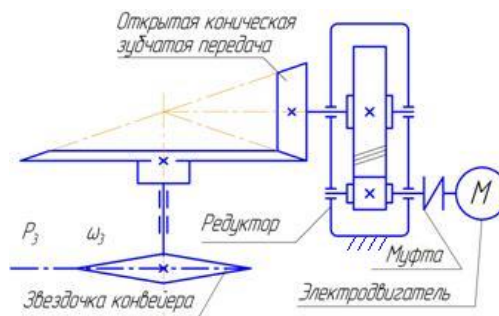


Рис. 4. Кинематическая схема конвейера к заданию 4

Таблица 4

Исходные данные для проектирования привода по схеме рис. 4

Техническое задание	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_3 , кВт	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	6,0	5,0	4,0	3,0	2,0
ω_3 , 1/с	$3,4 \pi$	$3,2 \pi$	$3,1 \pi$	$2,9 \pi$	$2,5 \pi$	$3,0 \pi$	$3,2 \pi$	$2,0 \pi$	$2,5 \pi \pi$	$3,0 \pi$
Особенности корпуса редуктора	Нижнее расположение шестерни					Верхнее расположение шестерни				
	Редуктор вертикальный									

Приложение

Таблица 1

Примерные значения к.п.д. различных передач

Вид передачи	Закрытая	Открытая
Цилиндрическая зубчатая передача	0.96...0.98	0.93...0.95
Коническая зубчатая передача	0.95...0.97	0.92...0.94
Червячная передача при числе заходов червяка $z_1=1$ $z_1=2$ $z_1=4$	0.68...0.72	0.52...0.62
	0.73...0.78	0.62...0.72
	0.78...0.84	
Цепная передача	0.95...0.97	0.90...0.93
Плоскоременная передача	—	0.93...0.95
Клиноременная передача	—	0.94...0.96
Фрикционная передача	0.90...0.96	0.70...0.80
Одна пара подшипников качения	0.990...0.995	
Муфта	0.98...0.99	

Таблица 2

Рекомендуемые передаточные числа i различных передач

Вид передачи	Среднее передаточное число	Максимально возможное передаточное число
Открытая цилиндрическая зубчатая передача	3...7	12
Закрытая цилиндрическая зубчатая передача	3...6	10
Закрытая коническая зубчатая передача	2...3	6
Открытая червячная передача	10...60	120
Закрытая червячная передача	10...40	80
Открытая цепная передача	2...6	8
Открытая плоскоременная передача	2...5	6
Открытая клиноременная передача	2...5	7

Таблица 3

Стандартные значения передаточных чисел i

1 ряд	1,00	1,25	1,6	2,00	2,50	3,15	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0	25	31,5
2 ряд	1,12	1,40	1,8	2,24	2,8	3,55	4,5	5,6	7,1	9,0	11,2	14,0	18,0	22,4	28	35,5

Примечание. Округлять до ближайшего значения из любого ряда, при равных условиях следует предпочитать первый ряд.

Таблица 4

Параметры асинхронных электродвигателей

Тип электродвигателя	$P_{эд}$, кВт	$n_{эд}$, об/мин	$T_{пик}/T_{ном}$	Масса, кг
Синхронная частота вращения $n_c = 3000$ об/мин				
4A71A2Y3	1,1	2840	2,0	12,0
4A80A2Y3	1,5	2835	2,0	14,0
4A80B2Y3	2,2	2865	2,0	16,0
4A90L2Y3	3,0	2905	2,0	25,0
4A100S2Y3	4,0	2865	2,0	34,0
4A100L2Y3	5,5	2910	2,0	60,0
4A112M2Y3	7,5	2920	2,0	71,0
4A132M2Y3	11,0	2930	2,0	100
4A160S2Y3	15,0	2920	2,0	115
4A160M2Y3	18,5	2930	1,9	130
4A180S2Y3	22,0	2920	1,9	165
Синхронная частота вращения $n_c = 1500$ об/мин				
4A80A4Y3	1,1	1420	2,0	14,0
4A80B4Y3	1,5	1415	2,0	17,2
4A90L4Y3	2,2	1425	2,0	25,0
4A100S4Y3	3,0	1415	2,0	26,0
4A100L4Y3	4,0	1435	2,0	34,0
4A112M4Y3	5,5	1450	2,0	62,0
4A132SY3	7,5	1450	2,0	73,0
4A132M4Y3	11,0	1460	2,0	105
4A160SY3	15,0	1460	2,0	125
4A160M4Y3	18,5	1470	1,9	165
4A180S4Y3	22,0	1465	1,9	175
Синхронная частота вращения $n_c = 1000$ об/мин				
4A80B6Y3	1,1	930	1,9	15,6
4A90L6Y3	1,5	945	1,9	24,0
4A100L6Y3	2,2	960	1,9	33,0
4A112MA6Y3	3,0	950	1,9	54,0
4A112MB6Y3	4,0	950	1,9	66,0
4A132S6Y3	5,5	950	1,9	72,0
4A132M6Y3	7,5	960	1,8	100
4A160S6Y3	11,0	960	1,8	125
4A160M6Y3	15,0	975	1,8	170
4A180M6Y3	18,5	960	1,8	205
4A200M6Y3	22,0	975	1,8	240
Синхронная частота вращения $n_c = 750$ об/мин				
4A90LB8Y3	1,10	705	1,8	26,3
4A100L8Y3	1,50	720	1,8	31,0
4A112MA8Y3	2,20	710	1,8	53,0
4A112MB8Y3	3,00	710	1,8	65,0
4A132S8Y3	4,00	705	1,8	85,0
4A132M80Y3	5,50	710	1,8	95,0
4A160S8Y3	7,50	705	1,7	115
4A160M8Y3	11,0	730	1,7	165
4A180M8Y3	15,0	725	1,7	205
4A200M8Y3	18,5	720	1,7	255
4A200L8Y3	22,0	725	1,7	295