

Практическое занятие №16

Тема: Расчет мощности, выбор двигателя и станции управления к нему

Цель работы: Приобрести навыки расчета мощности, выбора двигателя и станции управления к нему.

Задание:

- Рассмотреть и записать в конспект решение примера
- Выполнить **ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ** по теме: Расчет мощности, выбор двигателя и станции управления к нему. Вариант задания соответствует порядковому номеру в документе СПИСОК ПО ЖУРНАЛУ

Методические указания к решению задачи

Расчет мощности, выбор электродвигателя, станции управления к нему.

Нагрузочная диаграмма $M=f(t)$ строится в масштабе.

Эквивалентные момент и мощность определяются по формуле

$$M_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{M_1^2 \cdot t_1 + M_2^2 \cdot t_2 + M_3^2 \cdot t_3 + M_4^2 \cdot t_4}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}}, \quad P_{\text{экв}} = \frac{M_{\text{экв}} \cdot n}{9550}.$$

Выбор двигателя производится по каталожным данным (**Приложение А**, таблица 1) из условия:

$$P_{\text{ном}} \geq P_{\text{экв}}; \quad n_{\text{ном}} \approx n.$$

Для выбранного двигателя определяется $M_{\text{кр}} = m_{\text{кр}} M_{\text{ном}}$ и проверяется условие $M_I \leq M_{\text{кр}}$. Если это условие не выполняется, выбирается двигатель большей мощности: $m_{\text{кр}} = M_{\text{кр}} / M_{\text{ном}}$.

Номинальный ток выбранного двигателя определяется по паспортным данным:

$$I_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}} \cdot 10^3}{\eta_{\text{ном}} \sqrt{3} U_{\text{ном}} \cos \varphi_{\text{ном}}}.$$

По таблице 2 (**Приложение А**) выбирается станция управления из условия: $I > I_{\text{ном}}$. Проверка правильности выбора станции управления определяется из условия

$$0 < \Delta I < 0,35, \quad \text{где} \quad \Delta I = \frac{I - I_{\text{ном}}}{I}$$

По таблице 3 (**Приложение А**) в соответствии с номинальным током двигателя $I_{\text{ном}}$ выбирается сечение провода или кабеля, а также способ прокладки.

Пример: Известны величины моментов, время работы с заданными моментами и частота вращения вала двигателя (таблица 5). По условиям работы для данного механизма пригоден асинхронный двигатель общего применения серии 4А

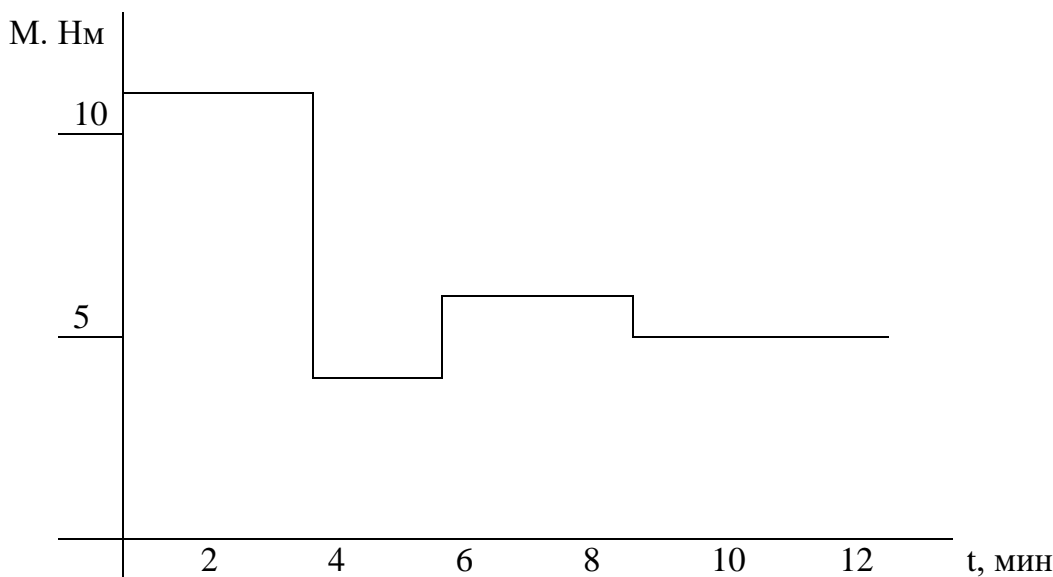
Таблица 5 – Исходные данные

М, Нм				t, мин				n, об/мин
M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	
11	4	6	5	3	2	3	4	2870

1. Начертить в масштабе нагрузочную диаграмму механизма в соответствии с заданием.
2. Определить мощность, необходимую для привода механизма.
3. Выбрать двигатель по каталожным данным (таблица 1, **Приложение А**) и произвести проверку на перегрузочную способность.
4. Для выбранного двигателя рассчитать номинальный ток, выбрать станцию управления нереверсивным двигателем (таблица 2, **Приложение А**) и произвести проверку правильности выбора станции управления.
5. По допустимым токовым нагрузкам (таблица 3, **Приложение А**) выбрать токоподводящие провода или кабель и способ их прокладки.

Решение:

Нагрузочная диаграмма $M=f(t)$ строится в масштабе.



Эквивалентные момент и мощность, необходимую для привода механизма определяем по формуле

$$M_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{M_1^2 \cdot t_1 + M_2^2 \cdot t_2 + M_3^2 \cdot t_3 + M_4^2 \cdot t_4}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}} = \sqrt{\frac{11^2 \cdot 3 + 4^2 \cdot 2 + 6^2 \cdot 3 + 5^2 \cdot 4}{3 + 2 + 3 + 4}} = 7,1 \text{ Нм}$$

$$P_{\text{экв}} = \frac{M_{\text{экв}} \cdot n}{9550} = \frac{7,1 \cdot 2870}{9550} = 2,14 \text{ кВт}.$$

Выбор двигателя производим по каталожным данным (таблица 1, Приложение А) из условия: $P_{ном} \geq P_{эв}$; $n_{ном} \approx n$.

Таблица 6

$P_{ном},$ кВт	2р	$S_{ном}, \%$	$\eta, \%$	$\cos\varphi_{ном}$	$\frac{M_{кр}}{M_{ном}}$	$\frac{I_n}{I_{ном}}$	$\frac{M_n}{M_{ном}}$
2.2	2	4.3	83.0	0.87	2.6	6.5	2.1

Для выбранного двигателя определяем

$$M_{кр} = m_{кр} M_{ном} = 2,6 \cdot 7,1 = 18,5 \text{ Нм}$$

и проверяем на перегрузочную способность по условию

$$M_I \leq M_{кр}, \quad 11 \text{ Нм} \leq 18,5 \text{ Нм} \quad \text{условие выполняется.}$$

Номинальный ток выбранного двигателя определяем по паспортным данным:

$$I_{ном} = \frac{P_{ном} \cdot 10^3}{\eta_{ном} \sqrt{3} U_{ном} \cos\varphi_{ном}} = \frac{2200}{0,83 \cdot 1,73 \cdot 380 \cdot 0,87} = 4,63 \text{ А}.$$

По таблице 3 (Приложение А) выбирается станция управления нереверсивным двигателем из условия: $I > I_{ном}$.

Таблица 7 - Технические данные станции управления с питанием цепи управления линейным напряжением 380 В.

Типовой индекс	Силовой ток станции I, А	Выключатель в силовой цепи двигателя		Пускатель		Реле типовое		Предохранитель	Кнопка
		тип	I_p , А	тип	$I_{ном}$, А	тип	Предел регулир. тока	тип	тип
УХЛ 4	6	АЕ 2026-10НУЗ-Б	8	ПМЛ 1100	6	РТЛ-1010	3,8 - 6	ПРС-6ПУЗ, 1 плавкая вставка	КЕ 011 УЗ

УХЛ4 – умеренно холодный климат 4 зоны.

Проверка правильности выбора станции управления определяется из условия

$$0 < \Delta I < 0,35, \quad \text{где} \quad \Delta I = \frac{I - I_{ном}}{I} = \frac{6 - 4,63}{6} = 0,23. \quad 0 < 0,23 < 0,35,$$

Условие выполняется.

По таблице 3 (Приложение А) в соответствии с номинальным током двигателя $I_{ном} = 4,63 \text{ А}$ выбирается сечение кабеля, а также способ прокладки.

Один трехжильный кабель, проложенный в одной трубе, сечение токоподводящей жилы $2,5 \text{ мм}^2$. АПВ - $1 \times (3 \times 2,5)$ с $I_{доп} = 16 \text{ А}$

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Известны величины моментов, время работы с заданными моментами и частота вращения вала двигателя (таблица 4). По условиям работы для данного механизма пригоден асинхронный двигатель общего применения серии 4А

6. Начертить в масштабе нагрузочную диаграмму механизма в соответствии с заданием.

7. Определить мощность, необходимую для привода механизма.

8. Выбрать двигатель по каталожным данным (таблица 1, Приложение А) и произвести проверку на перегрузочную способность.

9. Для выбранного двигателя рассчитать номинальный ток, выбрать станцию управления нереверсивным двигателем (таблица 2, Приложение А) и произвести проверку правильности выбора станции управления.

10. По допустимым токовым нагрузкам (таблица 3, Приложение А) выбрать токоподводящие провода или кабель и способ их прокладки.

Таблица 4 - Исходные данные

№ варианта	М, Нм				t, мин				n, об/мин
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	
1	15	4	10	6	4	3	4	5	2870
2	20	6	12	8	3	2	3	4	2900
3	27	8	16	10	4	3	4	5	2895
4	40	10	22	12	3	2	3	4	2925
5	60	12	24	14	3,5	2,5	3,5	4,5	2930
6	75	14	32	16	4,5	3,5	4,5	5,5	2935
7	90	18	50	20	4	3	4	5	2935
8	110	24	60	26	3	2	3	4	2940
9	150	28	85	30	4	3	4	5	2945
10	22	5	14	7	3,5	2,5	3,5	4,5	1425
11	30	8	17	10	3	2	3	4	1435
12	38	10	23	12	4,5	3,5	4,5	5,5	1430
13	50	12	30	14	4	3	4	5	1445
14	80	14	50	16	3	2	3	4	1455
15	120	17	70	20	3,5	2,5	3,5	4,5	1460
16	150	20	100	22	4	3	4	5	1465
17	180	22	120	24	4,5	3,5	4,5	5,5	1465
18	220	24	140	26	4	3	4	5	1470
19	300	26	200	28	3	2	3	4	1470
20	32	8	20	10	3,5	2,5	3,5	4,5	950
21	32	8	20	10	3,5	2,5	3,5	4,5	950
22	60	12	35	14	4,5	3,5	4,5	5,5	950
23	84	14	50	16	3	2	3	4	965
24	120	16	70	18	3,5	2,5	3,5	4,5	970
25	170	20	110	22	4	3	4	5	975
26	220	24	160	26	4,5	3,5	4,5	5,5	975
27	280	28	200	30	3	2	3	4	975
28	320	30	240	32	3,5	2,5	3,5	4,5	975
29	430	33	350	35	4	3	4	5	980

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1 - Асинхронные двигатели серии 4А

№ варианта	$P_{ном},$ кВт	2p	$S_{ном}, \%$	$\eta, \%$	$\cos\varphi_{ном}$	$\frac{M_{кр}}{M_{ном}}$	$\frac{I_n}{I_{ном}}$	$\frac{M_n}{M_{ном}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2,2	2	4,3	83,0	0,87	2,6	6,5	2,1
2	3,0	2	4,3	84,5	0,85	2,5	6,5	2,1
3	4,0	2	3,3	86,5	0,89	2,5	7,5	2,0
4	5,5	2	3,4	87,5	0,91	2,5	7,5	2,0
5	7,5	2	2,5	87,5	0,88	2,8	7,5	2,0
6	11,0	2	2,3	88,0	0,9	2,8	7,5	1,7
7	15,0	2	2,1	88,0	0,91	2,2	7,0	1,4
8	18,5	2	2,1	88,5	0,92	2,2	7,0	1,4
9	22,0	2	1,9	88,5	0,91	2,5	7,5	1,4
10	30,0	2	1,8	90,5	0,9	2,5	7,5	1,4
11	2,2	4	5,1	80,0	0,83	2,4	6,0	2,1
12	3,0	4	4,4	82,0	0,83	2,4	6,0	2,0
13	4,0	4	4,6	84,0	0,84	2,4	7,1	2,0
14	5,5	4	3,6	85,5	0,85	2,2	7,0	2,0
15	7,5	4	2,9	87,5	0,86	3,0	7,5	2,2
16	11,0	4	2,8	87,5	0,87	3,0	7,5	2,2
17	15,0	4	2,3	88,5	0,88	2,3	7,0	1,4
18	18,5	4	2,2	89,5	0,88	2,3	7,0	1,4
19	22,0	4	2,0	90,0	0,90	2,3	6,5	1,4
20	30,0	4	1,9	91,0	0,89	2,3	6,5	1,4
21	2,2	6	5,1	81,0	0,73	2,2	5,0	2,0
22	3,0	6	4,7	81,0	0,76	2,5	6,0	2,0
23	4,0	6	5,1	82,0	0,81	2,5	6,0	2,0
24	5,5	6	3,3	85,0	0,80	2,5	6,0	2,0
25	7,5	6	3,2	85,5	0,81	2,5	6,0	2,0
26	11,0	6	2,7	86,0	0,86	2,0	6,0	1,2
27	15,0	6	2,6	87,5	0,87	2,0	6,0	1,2
28	18,5	6	2,4	88,0	0,87	2,0	6,0	1,2
29	22,0	6	2,3	90,0	0,90	2,4	6,5	1,3
30	30,0	6	2,1	90,5	0,90	2,4	6,5	1,3

Таблица 2 - Технические данные станции управления с питанием цепи управления линейным напряжением 380 В.

Типовой индекс	Силовой ток станции I, А	Выключатель в силовой цепи двигателя		Пускатель		Реле типовое		Предохранитель	Кнопка
		тип	I _p , А	тип	I _{ном} , А	тип	Предел регулир. тока	тип	тип
УХЛ 4	6	АЕ 2026-10НУЗ-Б	8	ПМЛ 1100	6	РТЛ-1010	3,8-6	ПРС-6ПУЗ, 1 плавкая вставка	КЕ 011 УЗ
УХЛ 4	8		10	ПКЛ	8	РТЛ-1012	5,5-8		
УХЛ 4	10		12,5	20	10	РТЛ-1014	7-10		
УХЛ 4	12,5	АЕ 2048М-10РУЗ-Б	16	ПМЛ	12,5	РТЛ-1016	9,5-14		
УХЛ 4	16		20	2100;	16	РТЛ-1021	13-19		
УХЛ 4	25		31,5	ПКЛ 20	25	РТЛ-1022	18-25		
УХЛ 4	32		40	ПМА 3202;	32	РЕЛЕ встроено в пускатель	27,2-36,8		
УХЛ 4	40		50	УХЛ4В	40		34-46		
УХЛ 4	50		63	ПМА 4200;	50		42,5-57,5		
УХЛ 4	63		80	УХЛ4В	63		53,5-72,3		

УХЛ4 – умеренно холодный климат 4 зоны.

I_p – ток срабатывания тепловой уставки выключателя

Таблица 3 - Длительно допустимые токовые нагрузки на провода и кабели с резиновой и полихлорвиниловой изоляцией и алюминиевыми жилами.

Сечение токоподводящей жилы, мм ²	Токовые нагрузки на одну жилу, А		
	Одножильные провода, проложенные открыто	Проложенные в одной трубе	
		Три одножильных провода	Один трехжильный кабель
2,5	24	19	16
4	32	28	21
6	39	32	26
10	60	47	38
16	75	60	55
25	105	80	65

Форма отчета: отчет по практической работе

Срок выполнения задания 21.05

Получатель отчета: Код курса xgbkmiy