

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"КОСТРОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ"

Электроэнергетический факультет
Очная форма обучения

Направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия
Профиль Электрооборудование и электротехнологии

Кафедра электроснабжения и эксплуатации электрооборудования

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

по дисциплине «Электропривод»

на тему: «Расчет и выбор номинальной мощности электродвигателей»

Выполнил:

Студент

732



подпись

Замирбекова А.

Проверил:

Преподаватель зав. кафедрой

подпись

Зачтено: отлично

Караваево 2020

Содержание

Задание 1 Расчет и выбор номинальной мощности электродвигателей при продолжительном режиме работы методом максимального нагрева	3
Задание 2 Расчёт и выбор номинальной мощности электродвигателей при переменной нагрузке методом средних потерь	11
Задание 3 Расчет и выбор номинальной мощности электродвигателей при переменной нагрузке методом эквивалентных величин	16
3.1 Метод эквивалентной мощности.	16
3.2 Метод эквивалентного тока	18
3.3 Метод эквивалентного момента	20
Список использованных источников	22

					<i>РГР.41.702.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.№</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		2

Задание №1

Расчет и выбор номинальной мощности электродвигателей при продолжительном режиме работы методом максимального нагрева

Цель работы: освоение методики расчета и выбора номинальной мощности электродвигателей при продолжительном режиме работы с переменной нагрузкой методом максимального нагрева.

Таблица 1.1 – Данные для построения графика нагрузки

Вариант	t_1, c	t_2, c	t_3, c	t_4, c	t_5, c	t_6, c	t_7, c
	20	40	50	30	40	50	30
	$P_1, Вт$	$P_2, Вт$	$P_3, Вт$	$P_4, Вт$	$P_5, Вт$	$P_6, Вт$	$P_7, Вт$
4	7301	3894	7301	1460	973	2433	973

Решение:

В основе расчета номинальной мощности лежит нагрузочная диаграмма (рис.1.1):

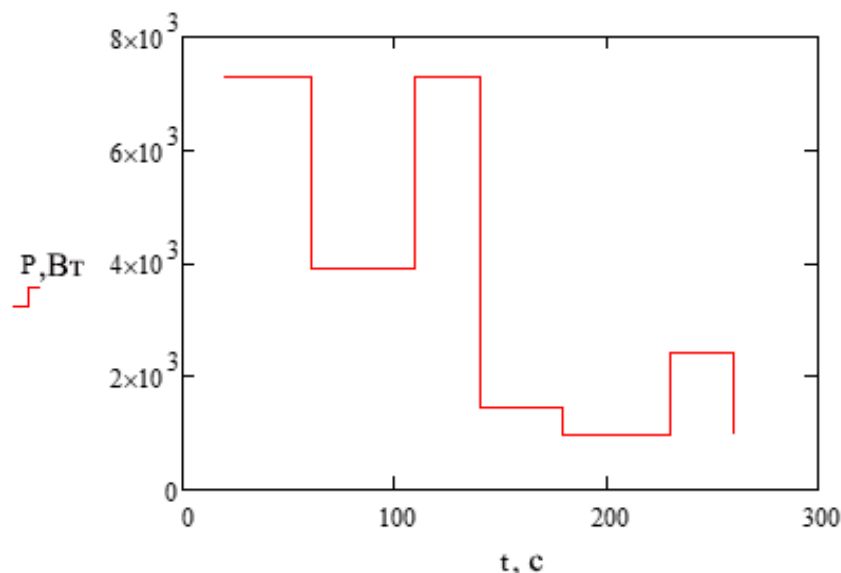


Рис. 1.1 – Нагрузочная диаграмма

По результатам нагрузочной диаграммы находят среднее значение мощности ($P_{cp}, Вт$):

$$P_{\text{cp}} = \frac{\sum P_i t_i}{\sum t_i}, \quad (1.1)$$

где P_i – мощность на участке, Вт;

t_i – время на участке, с.

$$P_{\text{cp}} = \frac{20 \cdot 7301 + 40 \cdot 3894 + 50 \cdot 7301 + 30 \cdot 1460 + 40 \cdot 973 + 50 \cdot 2433 + 30 \cdot 973}{20 + 40 + 50 + 30 + 40 + 50 + 30} = 3463,04$$

Учитывая квадратичную зависимость нагрева от нагрузки, по средней мощности определяют расчетную мощность (P_p , Вт):

$$P_p = (1,1..1,3)P_{\text{cp}} \quad (1.2)$$

$$P_p = 1,2 \cdot 3463,04 = 4155,65$$

По расчетной мощности выбирают двигатель, исходя из условия

$$P_n \geq P_p$$

Принимаем двигатель АИР 112 М4.

Таблица 1.2 – Паспортные данные электродвигателя АИР112М4

Мощность, кВт	Ном. частота вращения, об/мин	Ток при 380В, А	КПД, %	Коэф. мощности	M_n , Н·м	Масса, кг	$\frac{M_p}{M_n}$
5,5	1430	11,3	85,7	0,86	36,7	47,0	2,3

Для каждого участка нагрузки находим коэффициент загрузки (x_i):

$$x_i = \frac{P_i}{P_n} \quad (1.3)$$

$$x_1 = \frac{7301}{5500} = 1,327$$

Результаты занесены в таблицу 1.3:

Таблица 1.3 – Коэффициенты загрузки для каждого участка

Участок	1	2	3	4	5	6	7
x_i	1,327	0,71	1,327	0,27	0,18	0,32	0,18

Для выбранного двигателя рассчитываются номинальные потери (ΔP_H , Вт):

$$\Delta P_H = \frac{P_H(1-\eta_H)}{\eta_H}, \quad (1.4)$$

где P_H – номинальная мощность, Вт;

η_H – КПД, % .

$$\Delta P_H = \frac{5500(1 - 0,86)}{0,86} = 895,35$$

Находим потери мощности на каждом участке(ΔP_i , Вт)

$$\Delta P_i = \frac{\Delta P_H(\alpha+x_i^2)}{(\alpha+1)} \quad (1.5)$$

где α - коэффициент потерь, для асинхронных двигателей ($\alpha=0,5...0,7$);

x_i - коэффициент загрузки на данном участке.

$$\Delta P_1 = \frac{895,35(0,6 + 1,327^2)}{(0,6 + 1)} = 1321,16$$

Результаты расчетов занесены в таблицу 1.4:

Таблица 1.4 – Потери мощности для каждого участка

Участок	1	2	3	4	5	6	7
ΔP_i	1321,16	617,85	1321,16	376,55	353,89	393,06	353,89

Для каждого участка графика нагрузки определяется установившееся превышение температуры ($\tau_{уст.i}$, °С):

$$\tau_{уст.i} = \frac{\Delta P_i}{A}, \quad (1.6)$$

где A — теплоотдача двигателя, Вт/м²

Определяемая по номинальные данные:

$$A = \frac{\Delta P_H}{\tau_H} \quad (1.7)$$

где τ_H — номинальное превышение температуры для класса изоляции выбранного двигателя, °С;

Из таблицы 1.5 Принимаем класс изоляции F, следовательно

$$\tau_H = 115 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Таблица 1.5 – Нагревостойкость изоляционных материалов

Класс изоляции по нагревостойкости	A	E	B	F	H	C
Предельно допустимая температура, $^\circ\text{C}$	105	120	130	155	180	>180
Номинальное превышение температуры, τ_H $^\circ\text{C}$	65	80	90	115	140	>140

$$A = \frac{895,35}{115} = 7,79$$

$$\tau_{\text{уст.1}} = \frac{1321,16}{7,79} = 169,9$$

Результаты занесены в таблицу 1.6:

Таблица 1.6 – Установившееся превышение температуры на каждом участке

Участок	1	2	3	4	5	6	7
$\tau_{\text{уст}i}$	169,6	79,3	169,6	48,3	45,4	50,5	45,4

В конце каждого участка графика нагрузки определяется превышение температуры:

$$\tau_i = \tau_{\text{уст.}i} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t_i}{T}}\right) + \tau_{i-1} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t_i}{T}}\right), \quad (1.7)$$

где τ_{i-1} — превышение температуры двигателя в конце предыдущего участка по графику нагрузки;

T — постоянная времени нагрева электродвигателя, определяемая как

$$T = \frac{C}{A} \quad (1.8)$$

где C — теплоемкость двигателя, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{град}}$;

$$C = C_0 \cdot m \quad (1.9)$$

где C_0 — удельная теплоемкость, берется по стали ($C_0 = 500, \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{град}}$)

					РГР.41.702.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

m — масса двигателя, кг.

$$C = 500 \cdot 47,0 = 23500$$

$$T = \frac{23500}{7,79} = 3016,7$$

К примеру, для второго участка превышение температуры будет равно

$$\tau_{1.1} = \tau_{уст1} \cdot \left(1 - e^{\frac{-t_1}{T}}\right) + 0 \quad (1.10)$$

$$\tau_{1.2} = \tau_{уст2} \cdot \left(1 - e^{\frac{-t_2}{T}}\right) + \tau_{1.1} \cdot e^{\frac{-t_2}{T}} \quad (1.11)$$

$$\tau_{1.2} = 79,3 \cdot \left(1 - e^{\frac{-40}{3016,7}}\right) + 0,86 \cdot e^{\frac{-40}{3016,7}} = 1,65$$

Время, за которое установится постоянная температура двигателя, рассчитывает по формуле:

$$t = (4 \dots 5) \cdot T, \quad (1.12)$$

где t_p – время достижения установившегося значения температуры, с.

$$t_p = 4,5 \cdot 3016,7 = 13575,15$$

Найдём количество циклов работы двигателя (Z):

$$Z = \frac{t_p}{t_{цикла}}, \quad (1.13)$$

$t_{цикла}$ – время работы двигателя за цикл, с.

$$Z = \frac{13575,15}{260} = 52,2$$

Таким образом количество циклов работы двигателя равна 53.

Результаты расчета представить в виде таблицы 1.7.

Построить график превышения температуры двигателя в продолжительном режиме с переменной нагрузкой, совместив его с графиком нагрузки для первого цикла и крайнего цикла в расчете (рис. 1.2).

Таблица 1.7 – Превышение температуры за 53 циклов

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,86	1,71	6,54	11,57	16,27	20,07	24,81	28,66	32,26
2	1,65	1,96	7,28	12,25	16,91	21,29	25,36	29,17	62,74
3	3,77	4,08	9,33	14,24	18,84	23,16	27,18	30,94	34,47
4	4,11	4,42	9,63	14,5	19,06	23,35	27,34	31,07	34,58
5	4,53	4,83	9,99	14,81	19,33	23,57	27,52	31,21	34,69
6	5,11	5,41	10,5	15,26	19,72	23,91	27,81	31,45	34,89
7	5,416	5,714	10,765	15,489	19,945	24,073	27,944	31,556	34,97
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	35,65	38,78	41,75	44,52	47,11	49,53	51,81	54,14	56,11
2	36,09	39,19	42,13	44,87	47,44	49,83	52,09	54,39	56,34
3	37,78	40,84	43,74	46,44	48,98	51,34	53,57	55,84	57,77
4	37,86	40,9	43,77	46,45	48,97	51,32	53,53	55,78	57,7
5	37,94	40,95	43,79	46,44	48,93	51,26	53,45	55,68	57,58
6	38,1	41,07	43,87	46,49	48,95	51,25	53,41	55,61	57,49
7	38,115	41,103	43,882	46,482	48,923	51,206	53,349	55,532	57,398
	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	57,97	59,71	61,33	62,84	64,28	65,62	66,87	68,1	69,19
2	58,19	59,91	61,51	63,01	64,43	65,76	67	68,21	69,29
3	59,6	61,29	62,87	64,36	65,76	67,07	68,29	69,49	70,56
4	59,51	61,19	62,76	64,24	65,63	66,93	68,14	69,33	70,39
5	59,37	61,03	62,58	64,05	65,43	66,71	67,91	69,09	70,14
6	59,26	60,9	62,43	63,88	65,24	66,51	67,75	68,86	69,89
7	59,155	60,782	62,301	63,74	65,089	66,35	67,58	68,682	69,704

Продолжение таблицы 1.7

	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1	69,22	70,24	71,19	72,09	72,93	73,71	74,45	75,14	75,78
2	69,32	70,33	71,27	72,016	72,99	73,77	74,5	75,18	75,82
3	70,59	71,58	72,51	73,39	74,21	74,98	75,7	76,37	77
4	70,42	71,4	72,33	73,2	74,01	74,78	75,49	76,16	76,78
5	70,17	71,14	72,06	72,92	73,72	74,48	75,19	75,85	76,46
6	69,92	70,88	71,79	72,64	73,43	74,18	74,88	75,53	76,13
7	69,734	70,687	71,59	72,433	73,217	73,961	74,656	75,301	75,897
	37	38	39	40	41	42	43	44	45
1	76,37	76,94	77,46	77,95	78,42	78,85	79,26	79,64	80
2	76,4	76,96	77,48	77,96	78,43	78,85	79,26	79,64	79,99
3	77,58	78,13	78,64	79,12	79,58	80	80,4	80,78	81,12
4	77,36	77,9	78,41	78,89	79,34	79,76	80,16	80,53	80,87
5	77,04	77,57	78,08	78,55	79	79,41	79,81	80,17	80,51
6	76,71	77,23	77,73	78,2	78,64	79,05	79,44	79,8	80,43
7	76,472	76,988	77,485	77,951	78,388	78,795	79,182	79,539	80,164
	46	47	48	49	50	51	52	53	
1	80,62	80,93	81,19	81,45	81,68	81,9	82,11	82,31	
2	80,61	80,91	81,17	81,43	81,66	81,87	82,08	82,28	
3	81,76	82,03	82,29	82,54	82,77	82,98	83,18	83,38	
4	81,48	81,77	82,03	82,28	82,51	82,72	82,92	83,11	
5	81,12	81,4	81,66	81,91	82,13	82,34	82,54	82,73	
6	80,73	81,01	81,27	81,51	81,73	81,94	82,14	82,32	
7	80,462	80,74	80,998	81,236	81,454	81,663	81,861	82,04	

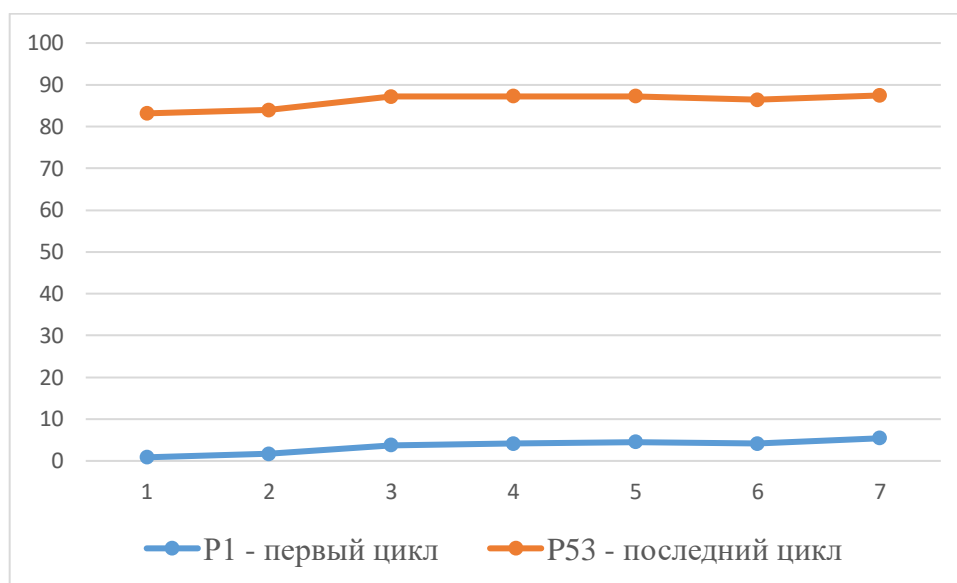


Рис 1.2 – График превышения температуры двигателя в продолжительном режиме с переменной нагрузкой

Для правильно выбранного электродвигателя в последнем цикле расчетов должно соблюдаться условие:

$$\tau_{max} \leq \tau_H$$

τ_{max} - максимальное превышение температуры электродвигателя, в последнем расчетном цикле, °C.

$$83,38^{\circ}\text{C} < 115^{\circ}\text{C}$$

Значит двигатель выбран верно.

ЗАДАНИЕ № 2

Расчёт и выбор номинальной мощности электродвигателей при переменной нагрузке методом средних потерь

Цель работы: ознакомление с методикой расчета и выбора номинальной мощности электродвигателей при продолжительной переменной нагрузке методом средних потерь.

План выполнения работы

1. По числовым данным варианта построить график нагрузки.
2. По данным графика нагрузки рассчитать среднюю мощность нагрузки.
3. По средней мощности нагрузки определить расчетную мощность двигателя.
4. Выбрать номинальную мощность электродвигателя.
5. Рассчитать потери мощности электродвигателя — номинальные и на каждом участке графика нагрузки.
6. Вычислить средние потери мощности двигателя и сравнить их с номинальными.
7. Проверить выбранный электродвигатель по условиям запуска, если $M_c = M_n$, а $\Delta U = 15\%$.
8. Рассчитать установившееся превышение температуры.
9. Сделать заключение о правильности найденной номинальной мощности двигателя.

Таблица 2.1 – Исходные данные

	t_1, c	t_2, c	t_3, c	t_4, c	t_5, c	t_6, c	t_7, c
Вариант 10	50	50	20	40	50	30	20
	$P_1, Вт$	$P_2, Вт$	$P_3, Вт$	$P_4, Вт$	$P_5, Вт$	$P_6, Вт$	$P_7, Вт$
	7300	3900	7300	1400	1000	2400	1000

Решение:

В основе расчета номинальной мощности лежит нагрузочная диаграмма.

По результатам нагрузочной диаграммы находят среднее значение мощности по формуле (1.1):

$$P_{cp} = \frac{7300 \cdot 50 + 3900 \cdot 50 + 7300 \cdot 20 + 1400 \cdot 40 + 1000 \cdot 50 + 2400 \cdot 30 + 1000 \cdot 20}{260} = 3476,9$$

Учитывая квадратичную зависимость нагрева от нагрузки, по средней мощности определяют расчетную мощность по формуле (1.2):

$$P_p = 1,2 \cdot 3476 = 4172,3 \text{ Вт.}$$

По расчетной мощности выбирают двигатель, исходя из условия

$$P_n \geq P_p$$

Принимаем двигатель АИР112 М4.

Таблица 2.2 – Паспортные данные электродвигателя АИР112М4

Мощность кВт	Ном. частота вращения, об/мин	Ток при 380В, А	КПД, %	Коэф. мощности	M_n , Н*м	Масса, кг	$\frac{M_p}{M_n}$
5,5	1430	11,3	85,7	0,86	36,7	47,0	2,3

Для каждого участка нагрузки находим коэффициент загрузки по формуле (1.3):

$$x_1 = \frac{7300}{5500} = 1,33$$

Результаты занесены в таблицу 2.3:

Таблица 2.3 – Коэффициенты загрузки для каждого участка

Участок	1	2	3	4	5	6	7
x_i	1,33	0,71	1,33	0,25	0,18	0,44	0,18

Для выбранного двигателя рассчитываются номинальные потери по формуле (1.4):

$$\Delta P_H = \frac{5500(1 - 0,857)}{0,857} = 917,7$$

Находим потери для каждого участка по формуле (1.5):

$$\Delta P_1 = \frac{917,7(0,6 + 1,33^2)}{(0,6 + 1)} = 1358,7$$

Результаты расчетов занесены в таблицу 2.4:

Таблица 2.4 - Потери мощности для каждого участка

Участок	1	2	3	4	5	6	7
ΔP_i	1358,7	633,3	1358,7	380	632,7	455,2	632,7

Средние потери в двигателе для данного графика нагрузки определяются как:

$$\Delta P_{cp} = \frac{\sum \Delta P_i t_i}{\sum t_i}, \quad (2.1)$$

где ΔP_{cp} – средние потери мощности за цикл работы электродвигателя, Вт.

$$\Delta P_{cp} = \frac{1358,7 \cdot 50 + 633,3 \cdot 50 + 1358,7 \cdot 20 + 380 \cdot 40 + 362,7 \cdot 50 + 455,2 \cdot 30 + 362,7 \cdot 20}{260} = 696,2$$

Для выбранного двигателя должно соблюдаться условие:

$$\Delta P_H \geq \Delta P_{cp}$$

Двигатель выбран верно и его нагрев не будет превышать допустимой величины.

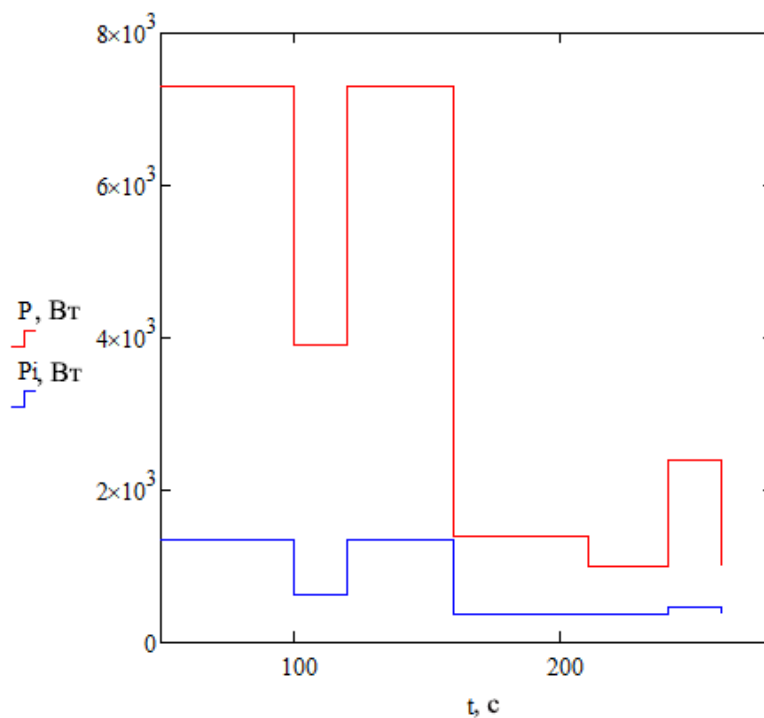


Рис.2.1 - График нагрузки с нанесением средней мощности нагрузки и номинальной мощности двигателя и потерь на участках

Проверка по условиям запуска осуществляется по выражению:

$$k_u^2 \mu_n M_H \geq M_c + 0,25 \cdot M_H, \quad (2.2)$$

где M_c – момент сопротивления рабочей машины при трогании, $M_c = M_H$, Н·м;

μ_n – кратность пускового момента;

M_H – номинальный момент двигателя, Н·м.

k_u – коэффициент снижения напряжения,

$$k_u = 1 - \frac{\Delta U\%}{100}, \quad (2.3)$$

где $\Delta U\%$ – момент сопротивления рабочей машины при трогании, %.

$$0,85^2 \cdot 2,3 \cdot 36,7 \geq 36,7 + 0,25 \cdot 36,7$$

$$61 \geq 45,87,$$

отсюда следует что, условие выполняется, значит, двигатель выбран верно.

Для окончательно выбранного двигателя проверяется установившееся превышение температуры ($\tau_{уст}, ^\circ C$):

$$\tau_{уст} = \tau_n \left(\frac{\alpha + x_3^2}{\alpha + 1} \right) \quad (2.4)$$

где τ_n — номинальное превышение температуры для класса изоляции выбранного двигателя ($\tau_n = 115^\circ\text{C}$ для двигателя АИР112М4 с мощностью 5,5 кВт), $^\circ\text{C}$;

x_3 — эквивалентный коэффициент загрузки.

$$x_3 = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 t_i}{\sum t_i}} \quad (2.5)$$

$$x_3 = \sqrt{\frac{1.33 * 50 + 0.71 * 50 + 1.33 * 20 + 0.25 * 40 + 0.18 * 50 + 0.44 * 30 + 0.18 * 20}{260}}$$

$$= 0,795$$

$$\tau_{уст} = 115 \cdot \frac{(0,6 + 0,795^2)}{0,6 + 1} = 88,6$$

отсюда следует что, условию выполняется, значит, двигатель выбран верно.

					РГР.41.702.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

ЗАДАНИЕ № 3

Расчет и выбор номинальной мощности электродвигателей при переменной нагрузке методом эквивалентных величин

Цель работы: ознакомление с методикой расчета номинальной мощности электродвигателей методом эквивалентных тока, мощности и момента при переменной нагрузке.

План выполнения работы

1. В соответствии с выданным вариантом, по числовым данным нагрузочной диаграммы построить графики ($I = f(t)$, $M = f(t)$, $P = f(t)$).
2. Определить расчетную мощность электродвигателя, используя методы эквивалентных величин (тока момента и мощности) и выбрать из каталога двигателя серии АИР (4А).
3. Выбранные двигатели проверить по условию запуска.

Таблица 3.1 – Исходные данные

Вариант	t_1, c	t_2, c	t_3, c	t_4, c	t_5, c	t_6, c	$\Delta U, \%$
	20	10	30	30	40	10	
	$I_1; P_1; M_1$	$I_2; P_2; M_2$	$I_3; P_3; M_3$	$I_4; P_4; M_4$	$I_5; P_5; M_5$	$I_6; P_6; M_6$	
10	8; 4; 28	15; 8; 56	3; 2; 14	2; 1; 7	5; 3; 22	2; 1; 7	16

3.1 Метод эквивалентной мощности

Решение:

Расчет номинальной мощности электродвигателей выполняется по данным таблицы 3.1.

Построить график нагрузки $P=f(t)$ (Рис. 3.1)

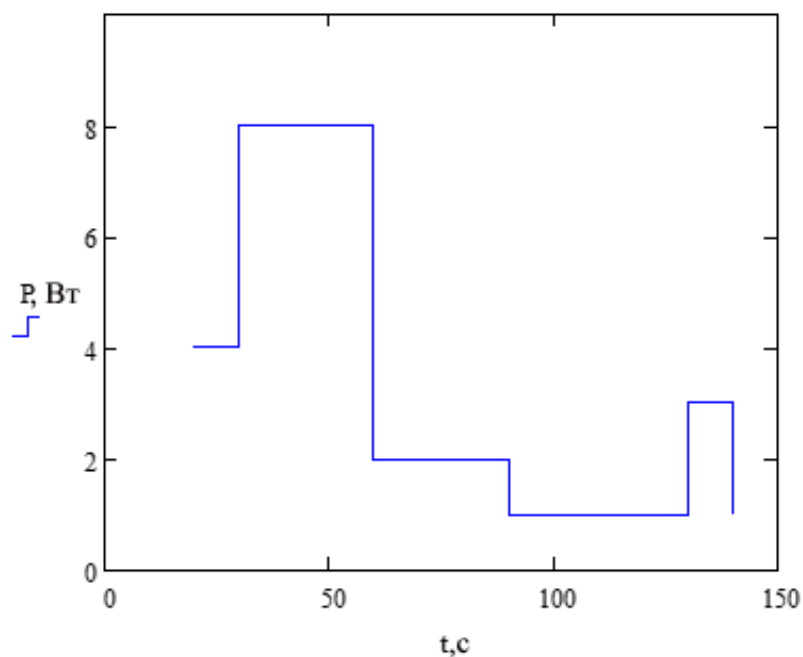


Рис.3.1 – График нагрузки $P=f(t)$

Если график нагрузки задан как $P=f(t)$, вычисляется эквивалентная мощность по формуле:

$$P_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{\sum P_i^2 t_i}{\sum t_i}}, \quad (3.1)$$

$$P_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{4^2 \cdot 20 + 8^2 \cdot 10 + 2^2 \cdot 30 + 1^2 \cdot 30 + 3^2 \cdot 40 + 1^2 \cdot 10}{20 + 10 + 30 + 30 + 40 + 10}} = 2560$$

Номинальная мощность электродвигателя выбирается по условию:

$$P_{\text{н}} \geq P_{\text{экв}}$$

Принимаем двигатель АИР100S4.

Таблица 3.2 – Паспортные данные электродвигателя АИР100S4

Мощность, кВт	Ном. частота вращения, об/мин	Ток при 380В, А	КПД, %	Коэф. мощности	М _н , Н·м	Масса, кг	$\frac{M_p}{M_n}$
3	1410	6,80	82,6	0,82	20,3	21	2,3

Проверка по условиям запуска осуществляется по выражению (2.2):

$$0,84^2 \cdot 2,3 \cdot 20,3 \geq 20,3 + 0,25 \cdot 20,3$$

$$32,94 \geq 25,37$$

Условие выполняется, значит двигатель выбран верно.

3.2 Метод эквивалентного тока

Решение:

Расчет номинальной мощности электродвигателей выполняется по данным таблицы 3.1.

Построить график нагрузки $I=f(t)$, (Рис. 3.2)

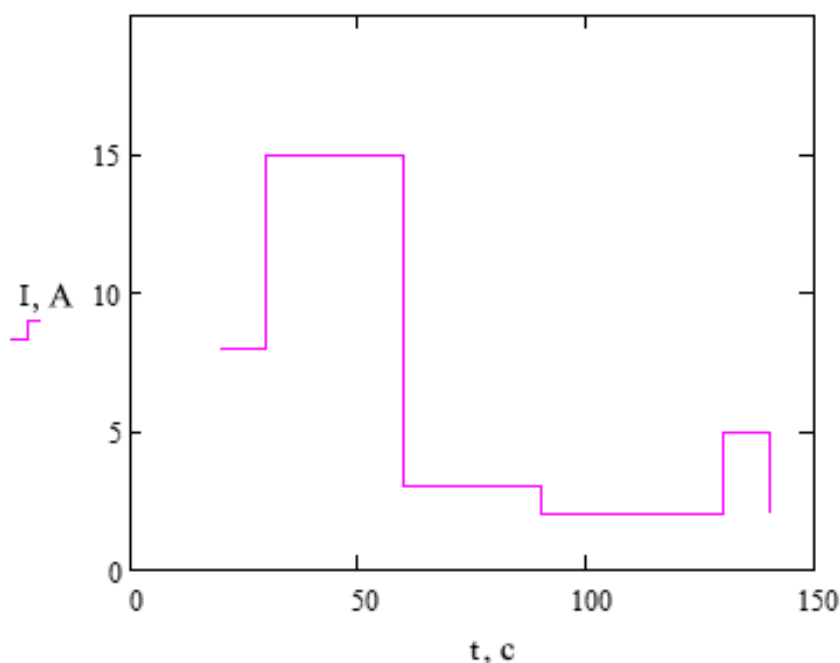


Рис.3.2 – График нагрузки $I=f(t)$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Если график нагрузки задается функцией $I=f(t)$, определяется эквивалентный ток ($I_{\text{ЭКВ}}$, А):

$$I_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\frac{\sum I_i^2 t_i}{\sum t_i}}, \quad (3.2)$$

где I_i – ток на i -ом участке графика нагрузки, А .

$$I_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\frac{8^2 \cdot 20 + 15^2 \cdot 10 + 3^2 \cdot 30 + 2^2 \cdot 30 + 5^2 \cdot 40 + 2^2 \cdot 10}{20 + 10 + 30 + 30 + 40 + 10}} = 5,95$$

Определяем эквивалентную мощность по формуле:

$$P_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{ср}} \cdot I_{\text{ЭКВ}} \cdot \cos \varphi \cdot \eta, \quad (3.3)$$

где $\cos \varphi$, η – коэффициенты мощности и полезного действия электродвигателя для расчета принимаются средними значениями и равными 0,82 каждый.

$$P_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 5,95 \cdot 0,82 \cdot 0,82 = 2633$$

Номинальная мощность электродвигателя выбирается по условию:

$$P_{\text{Н}} \geq P_{\text{ЭКВ}}$$

Принимаем двигатель АИР100S4.

Таблица 3.2 - Паспортные данные электродвигателя АИР100S4

Мощность, кВт	Ном. частота вращения, об/мин	Ток при 380В, А	КПД, %	Коэф. мощности	$M_{\text{н}}$, Н·м	Масса, кг	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{н}}}$
3	1410	6,80	82,6	0,82	20,3	21	2,3

Проверка по условиям запуска осуществляется по выражению (2.2):

$$0,84^2 \cdot 2,3 \cdot 20,3 \geq 20,3 + 0,25 \cdot 20,3$$

$$32,94 \geq 25,3$$

Условие выполняется, отсюда следует что, двигатель выбран верно.

3.3 Метод эквивалентного момента

Решение:

Расчет номинальной мощности электродвигателей выполняется по данным таблицы 3.1.

Построить график нагрузки $M=f(t)$, (Рис. 3.3)

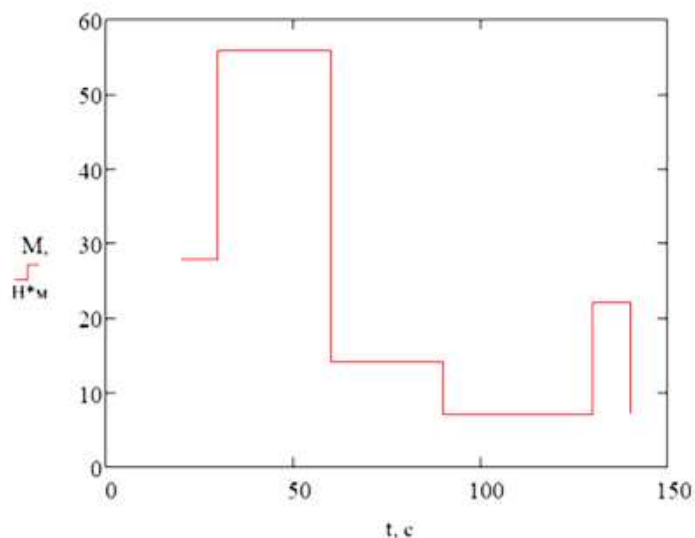


Рис.3.3 – График нагрузки $M=f(t)$

В том случае, когда график нагрузки задается функцией $M=f(t)$, эквивалентный момент ($M_{\text{ЭКВ}}$, Н·м) определяется по формуле:

$$M_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\frac{\sum M_i^2 t_i}{\sum t_i}}, \quad (3.4)$$

где M_i – момент на i -ом участке графика нагрузки, Н·м.

$$M_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\frac{28^2 \cdot 20 + 56^2 \cdot 10 + 14^2 \cdot 30 + 7^2 \cdot 30 + 22^2 \cdot 40 + 7^2 \cdot 10}{20 + 10 + 30 + 30 + 40 + 10}} = 23,03$$

Эквивалентная мощность определяется из выражения:

$$P_{\text{ЭКВ}} = M_{\text{ЭКВ}} \cdot \omega_o, \quad (3.5)$$

где ω_o – синхронная угловая скорость электродвигателя, рад/с.

$$P_{\text{ЭКВ}} = 23,03 \cdot 157 = 3615,7$$

Номинальная мощность электродвигателя выбирается по условию:

$$P_{\text{Н}} \geq P_{\text{ЭКВ}}$$

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Принимаем двигатель АИР100L4.

Таблица 3.2 – Паспортные данные электродвигателя АИР100L4

Мощность, кВт	Ном. частота вращения, об/мин	Ток при 380В, А	КПД, %	Коэф. мощности	М _н , Н·м	Масса, кг	$\frac{M_p}{M_n}$
4	1410	8,8	83,1	0,84	27,1	29,2	2,1

Проверка по условиям запуска осуществляется по выражению (2.2):

$$0,84^2 \cdot 2,1 \cdot 27,1 \geq 27,1 + 0,25 \cdot 27,1$$

$$40,15 \geq 33,87$$

Условие выполняется, отсюда следует что, двигатель выбран верно.

Список использованных источников

1. Электропривод : Методические рекомендации по выполнению расчетно - графической работе для студентов направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиль «Электрооборудование и электротехнологии» очной формы обучения/ сост. А.А. Васильков - Караваево : Костромская ГСХА, 2015. -23 с.
2. Электропривод : учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», профиль «Электрооборудования и электротехнологии» очной и заочной формы обучения/ сост. А.С Симоненко. – 2-е изд., стереотип. – Караваево : Костромская ГСХА, 2015. – 182 с.
3. ФГБОУ ВО Костромская ГСХА Текстовые работы студентов. Правила оформления / ФГБОУ ВО Костромская ГСХА – Караваево: Костромская ГСХА, 2015. -63 с.
4. Энегргоснабкомплект [Электронный ресурс] /Режим просмотра <http://www.esbk.ru/>

					РГР.41.702.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22