

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



ТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ

Луцького національного технічного університету

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи
для здобувачів початкового рівня (короткий цикл) вищої освіти
освітньо-професійної програми
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
галузь знань 14 Електрична інженерія
спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
денної форми навчання

Луцьк 2019

Задача № 1
за темою “Електромеханічні властивості двигунів постійного струму”

Маєте двигун постійного струму незалежного збудження, номінальні дані якого вказані в таблиці 1. Згідно варіанту побудувати природну механічну характеристику двигуна постійного струму незалежного збудження.

Таблиця 1- Номінальні дані ДПС НЗ

№	$P_{\text{ном}}, \text{кВт}$	$U_{\text{ном}}, \text{В}$	$I_{\text{я ном}}, \text{А}$	$R_{\text{я ном}}, \text{Ом}$	$n_{\text{ном}}, \text{об/хв.}$
1	13,3	230	58	0,465	1460
2	45	660	62	0,03	750
3	23	230	103	0,197	970
4	50	460	110	0,094	375
5	14	220	71	0,205	1000
6	30	230	132	0,064	640
7	95	220	470	0,0125	500
8	67	220	338	0,0218	560
9	32	220	164	0,0563	760
10	16	220	85	0,1611	710
11	12	220	65	0,274	790
12	21	220	110	0,1183	660
13	46	220	238	0,0349	625
14	8,5	220	47	0,432	870
15	6	220	33,3	0,4	3000
16	6	220	33	0,52	1500
17	4,5	220	25	0,69	1500
18	6	220	33	0,44	1000
19	3,2	220	18,8	0,32	750
20	6	220	32,6	0,56	750
21	46,5	220	238	0,037	1500
22	29	220	151	0,072	1000
23	19	220	102	0,129	750
24	20,5	220	76	0,23	750
25	33,5	220	150	0,086	970
26	30	220	132	0,0064	1400
27	60	220	270	0,04	3000
28	6,7	220	31	0,0218	1500
29	22	220	111	0,078	1600
30	15	220	78,5	0,205	750

Задача №2

за темою “Електромеханічні властивості двигунів змінного струму”

Маєте трифазний асинхронний двигун з короткозамкненим ротором єдиної серії 4А, який має наступні номінальні дані, які вказані в таблиці 2 згідно заданого варіанту.

Знайти швидкість ідеального холостого ходу (ω_0 і n_0), номінальну швидкість АД ($\omega_{ном}$ і $n_{ном}$), номінальний момент ($M_{ном}$), номінальний струм фази ($I_{ном}$). За допомогою спрощеної формули Клосса розрахувати та побудувати механічну характеристику АД.

Таблиця 2 – Номінальні дані АД серії 4А, вихідні дані до задачі 2

№	Типорозмір двигуна	Потужність, кВт	Ковзання, %	ККД, %	Cos φ	$M_{макс}/M_{ном}$	$M_{пуск}/M_{ном}$	$M_{мін}/M_{ном}$	$I_{пуск}/I_{ном}$
1	4AA50B2	0,12	9,7	63	0,7	2,2	2	1,2	5
2	4AA56A2	0,18	8	66	0,76	2,2	2	1,2	5
3	4AA56B2	0,25	8	68	0,77	2,2	2	1,2	5
4	4A63A2	0,37	8,3	70	0,86	2,2	2	1,2	5
5	4A63B2	0,55	8,5	73	0,86	2,2	2	1,2	5
6	4A71A2	0,75	5,3	77	0,87	2,2	2	1,2	5,5
7	4A71B2	1,1	6,3	77,5	0,87	2,2	2	1,2	5,5
8	4A80A2	1,5	5	81	0,85	2,2	2	1,2	6,5
9	4A80B2	2,2	5	83	0,87	2,2	2	1,2	6,5
10	4A90L2	3	5,4	84,5	0,88	2,2	2	1,2	6,5
11	4A100S2	4	4	86,5	0,89	2,2	2	1,2	7,5
12	4A112M4	5,5	5	85,5	0,86	2,2	2	1,2	7,5
13	4A132S4	7,5	3	87,5	0,86	2,2	2	1	7,5
14	4A132M4	11	2,8	87,5	0,87	2,2	2	1	7,5
15	4A160S4	15	2,7	89	0,88	2,2	1,4	1	7,5
16	4A160M4	18,5	2,7	90	0,88	2,2	1,4	1	7,5
17	4A180S4	22	2	90	0,9	2,2	1,4	1	7,5
18	4A180M4	30	2	91	0,89	2,2	1,4	1	7,5
19	4A200M4	37	1,7	91	0,9	2,2	1,4	1	7,5
20	4A200L4	45	1,8	92	0,9	2,2	1,4	1	7,5
21	4A100L6	2,2	5,1	81	0,73	2,2	2	1	7,5
22	4A112MA6	3	5,5	81	0,76	2,2	2	1	7,5
23	4A112MB6	4	5,1	82	0,81	2,2	2	1	7,5
24	4A132S6	5,5	4,1	85	0,8	2,2	2	1	7
25	4A132M6	7,5	3,2	85,5	0,81	2,2	2	1	7

26	4A160S6	11	3	86	0,86	2	1,2	0,9	7
27	4A160M6	15	3	87,5	0,87	2	1,2	0,9	7
28	4A180M6	18,5	2,7	88	0,87	2	1,2	0,9	7
29	4A200M6	22	2,5	90	0,9	2	1,2	0,9	7
30	4A200L6	30	2,3	90,5	0,9	2	1,2	0,9	7

Задача №3

за темою “Керування швидкості електроприводів постійного струму”

Згідно свого варіанту вибрати двигун постійного струму незалежного збудження в таблиці 3. Розрахувати та побудувати природну та штучні механічні характеристики при регулюванні швидкості: 1) підводимою напругою ($U = 200 \text{ В}$), 2) введеним додатковим опором в ланцюзі якоря ($R_{\text{дод}} = 10 \cdot R_{\text{ном}}$), 3) зміною магнітного потоку ($\kappa\Phi = 0,75 \cdot \kappa\Phi_{\text{ном}}$).

Таблиця 3- Вихідні дані до задачі 3

№	$P_{\text{ном}}, \text{кВт}$	$U_{\text{ном}}, \text{В}$	$I_{\text{я ном}}, \text{А}$	$R_{\text{я ном}}, \text{Ом}$	$n_{\text{ном}}, \text{об/хв.}$
1	13,3	230	58	0,465	1460
2	45	660	62	0,03	750
3	23	230	103	0,197	970
4	50	460	110	0,094	375
5	14	220	71	0,205	1000
6	30	230	132	0,064	640
7	95	220	470	0,0125	500
8	67	220	338	0,0218	560
9	32	220	164	0,0563	760
10	16	220	85	0,1611	710
11	12	220	65	0,274	790
12	21	220	110	0,1183	660
13	46	220	238	0,0349	625
14	8,5	220	47	0,432	870
15	6	220	33,3	0,4	3000
16	6	220	33	0,52	1500
17	4,5	220	25	0,69	1500
18	6	220	33	0,44	1000
19	3,2	220	18,8	0,32	750
20	6	220	32,6	0,56	750
21	46,5	220	238	0,037	1500
22	29	220	151	0,072	1000
23	19	220	102	0,129	750
24	20,5	220	76	0,23	750
25	33,5	220	150	0,086	970
26	30	220	132	0,0064	1400
27	60	220	270	0,04	3000
28	6,7	220	31	0,0218	1500
29	22	220	111	0,078	1600
30	15	220	78,5	0,205	750

Задача №4

за темою “Керування швидкості електроприводів змінного струму”

Згідно свого варіанту вибрати трифазний асинхронний двигун з короткозамкненим ротором єдиної серії 4А, який вказаний в таблиці 4. Розрахувати та побудувати механічну характеристику при регулюванні швидкості підвведеною напругою ($U = 0,75 U_{ном}$, $f = f_{ном}$).

Таблиця 4 – Вихідні дані до задачі 4

№	Типорозмір двигуна	Потужність, кВт	Ковзання, %	ККД, %	Cos φ	$M_{макс}/M_{ном}$	$M_{пуск}/M_{ном}$	$M_{мін}/M_{ном}$	$I_{пуск}/I_{ном}$
1	4AA50B2	0,12	9,7	63	0,7	2,2	2	1,2	5
2	4AA56A2	0,18	8	66	0,76	2,2	2	1,2	5
3	4AA56B2	0,25	8	68	0,77	2,2	2	1,2	5
4	4A63A2	0,37	8,3	70	0,86	2,2	2	1,2	5
5	4A63B2	0,55	8,5	73	0,86	2,2	2	1,2	5
6	4A71A2	0,75	5,3	77	0,87	2,2	2	1,2	5,5
7	4A71B2	1,1	6,3	77,5	0,87	2,2	2	1,2	5,5
8	4A80A2	1,5	5	81	0,85	2,2	2	1,2	6,5
9	4A80B2	2,2	5	83	0,87	2,2	2	1,2	6,5
10	4A90L2	3	5,4	84,5	0,88	2,2	2	1,2	6,5
11	4A100S2	4	4	86,5	0,89	2,2	2	1,2	7,5
12	4A112M4	5,5	5	85,5	0,86	2,2	2	1,2	7,5
13	4A132S4	7,5	3	87,5	0,86	2,2	2	1	7,5
14	4A132M4	11	2,8	87,5	0,87	2,2	2	1	7,5
15	4A160S4	15	2,7	89	0,88	2,2	1,4	1	7,5
16	4A160M4	18,5	2,7	90	0,88	2,2	1,4	1	7,5
17	4A180S4	22	2	90	0,9	2,2	1,4	1	7,5
18	4A180M4	30	2	91	0,89	2,2	1,4	1	7,5
19	4A200M4	37	1,7	91	0,9	2,2	1,4	1	7,5
20	4A200L4	45	1,8	92	0,9	2,2	1,4	1	7,5
21	4A100L6	2,2	5,1	81	0,73	2,2	2	1	7,5
22	4A112MA6	3	5,5	81	0,76	2,2	2	1	7,5
23	4A112MB6	4	5,1	82	0,81	2,2	2	1	7,5
24	4A132S6	5,5	4,1	85	0,8	2,2	2	1	7
25	4A132M6	7,5	3,2	85,5	0,81	2,2	2	1	7

26	4A160S6	11	3	86	0,86	2	1,2	0,9	7
27	4A160M6	15	3	87,5	0,87	2	1,2	0,9	7
28	4A180M6	18,5	2,7	88	0,87	2	1,2	0,9	7
29	4A200M6	22	2,5	90	0,9	2	1,2	0,9	7
30	4A200L6	30	2,3	90,5	0,9	2	1,2	0,9	7

Задача №5
за темою “Вибір електродвигуна”

Визначити за допомогою методів еквівалентного струму та моменту потужність електродвигуна. Побудувати діаграму навантаження та вибрати тип двигуна згідно таблиць 1 і 2. Дані для розрахунку приведені в таблиці 5.

Таблиця 5 - Дані навантаження електроприводу

№	I ₁ , A	I ₂ , A	I ₃ , A	M ₁ , Нм	M ₂ , Нм	M ₃ , Нм	t ₁ , с	t ₂ , с	t ₃ , с	ω, 1/с
1	5	2	4	1	3	5	3	5	2	157
2	15	40	5	45	30	15	1	3	1	157
3	20	10	6	20	17	5	4	6	3	157
4	14	6	25	10	30	50	2	4	1	157
5	23	40	70	50	70	100	7	5	2	157
6	25	20	10	29	16	7	2	5	8	157
7	20	10	6	20	17	5	3	5	2	157
8	5	2	4	1	3	5	1	3	1	157
9	15	40	5	45	30	15	4	6	3	157
10	23	40	70	50	70	100	2	4	1	157
11	20	10	6	20	17	5	7	5	2	157
12	5	2	4	1	3	5	2	5	8	157
13	15	40	5	45	30	15	3	5	2	157
14	14	6	25	10	30	50	1	3	1	157
15	14	6	25	10	30	50	4	6	3	157
16	20	10	6	20	17	5	2	4	1	157
17	15	40	5	45	30	15	7	5	2	157
18	40	67	30	46	30	15	2	5	8	157
19	14	6	25	10	30	50	3	5	2	157
20	20	10	6	20	17	5	1	3	1	157
21	40	67	30	46	30	15	4	6	3	157
22	15	40	5	45	30	15	2	4	1	157
23	20	10	6	20	17	5	7	5	2	157
24	15	39	15	57	29	45	2	5	8	157
25	40	67	30	46	30	15	3	5	2	157
26	23	40	70	50	70	100	1	3	1	157
27	5	2	4	1	3	5	4	6	3	157
28	17	36	27	90	45	100	2	4	1	157
29	5	2	4	1	3	5	7	5	2	157
30	39	45	27	43	73	12	2	5	8	157

Примітка: Вибрати ЕД згідно методу еквівалентного струму за таблицею 2, а за методом еквівалентного моменту - таблиця 3

Методичні вказівки виконання самостійної роботи

Задача №1

Розв'язок

Для побудування природної характеристики ДПС НЗ необхідно мати дві точки: точка ідеального холостого ходу ($\omega_0, M=0$) та точка при номінальному моменті ($\omega_{ном}, M_{ном}$).

Знайдемо точку ідеального холостого ходу ДПС НЗ

$$\omega_0 = \frac{U_{ном}}{k\Phi_{ном}} \quad (1)$$

де $k\Phi_{ном}$ - коефіцієнт двигуна, Вс

$$k\Phi_{ном} = \frac{U_{ном} - I_{яном} R_{\Sigma}}{\omega_{ном}} \quad (2)$$

де $\omega_{ном}$ - номінальна швидкість ДПС НЗ, 1/с

$$\omega_{ном} = \frac{2\pi * n_{ном}}{60} \quad (3)$$

$$\omega_{ном} = \frac{2 * 3,14 * 750}{60} = 78,51 / c$$

$$k\Phi_{ном} = \frac{220 - 78,5 * 0,205}{78,5} = 2,6 Вc$$

$$\omega_0 = \frac{220}{2,6} = 84,61 / c$$

Знайдемо електромагнітний номінальний момент

$$M_{e ном} = k\Phi_{ном} * I_{яном} \quad (4)$$

$$M_{e ном} = 2,6 * 78,5 = 204,1 Нм$$

Знайдемо номінальний момент ДПС НЗ

$$M_{ном} = \frac{P_{ном}}{\omega_{ном}} \quad (5)$$

$$M_{ном} = \frac{15000}{78,5} = 191 Нм$$

Механічна характеристика ДПС НЗ приведена на рисунку 1

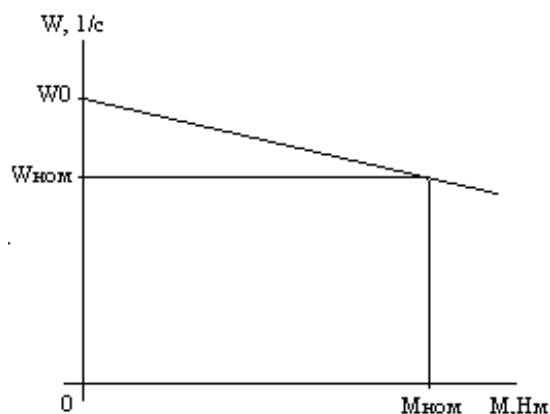


Рисунок 1 - Природна механічна характеристика ДПС НЗ

Задача №2

Розв'язок

Визначимо швидкість холостого ходу (ω_0 і n_0) АД типу 4А80А2.

Для визначення швидкості необхідно знати число пар полюсів. Для цього з типу АД знаходимо число полюсів (4А80А2) $2p = 2$ та число пар полюсів $p = 1$.

$$\omega_0 = \frac{2\pi * f}{p}, \quad (1)$$

$$n_0 = \frac{60f}{p}, \quad (2)$$

$$\omega_0 = 2 * 3,14 * 50 / 1 = 314 \text{ рад/с},$$

$$n_0 = 60 * 50 / 1 = 3000 \text{ об/хв}.$$

Визначимо номінальну швидкість ($\omega_{ном}$ і $n_{ном}$) АД

$$\omega_n = \omega_0 * (1 - S_{ном}/100), \quad (3)$$

$$n_n = n_0 * (1 - S_{ном}/100), \quad (4)$$

$$\omega_n = 314 * (1 - 4,2/100) = 300,8 \text{ рад/с}$$

$$n_n = 3000 * (1 - 4,2/100) = 2874 \text{ об/хв}$$

Визначимо номінальний момент ($M_{ном}$)

$$M_{ном} = \frac{P_{2ном}}{\omega_{ном}}, \quad (5)$$

$$M_{ном} = 1500 / 300,8 = 5 \text{ Нм}$$

Визначимо номінальний струм фази АД ($I_{ном}$)

$$I_{ном} = \frac{P_{2ном}}{mU_{\phi} \cos \varphi_{ном} \eta_{ном}}, \quad (6)$$

$$I_{ном} = \frac{1500}{3 * 220 * 0,85 * 0,81} = 3,3 \text{ А}$$

За допомогою спрощеної формули Клосса розраховуємо координати точок механічної характеристики та зносимо результати розрахунку в таблицю 1.

$$Mi = \frac{2 * M_{кр}}{\frac{Si}{S_{кк}} + \frac{S_{кк}}{Si}}, \quad (7)$$

де

$$M_{кр} = m_{кр} * M_{ном}, \quad (8)$$

$$S_{кр} = S_{ном} * (m_{кр} + \sqrt{(m_{кр}^2 - 1)}). \quad (9)$$

Результати розрахунку механічної характеристики за формулою (7) зносимо в таблицю 1.

Таблиця 1 – Механічна характеристика АД типу 4А80А2

S_i	0	0,042	0,1	0,21	0,4	0,6	0,8	0,9	1
$M_i, \text{Нм}$	0	5	10,1	13	10,7	8,1	6,38	5,75	5,22

За даними розрахунку (табл. 1) будемо природну механічну характеристику

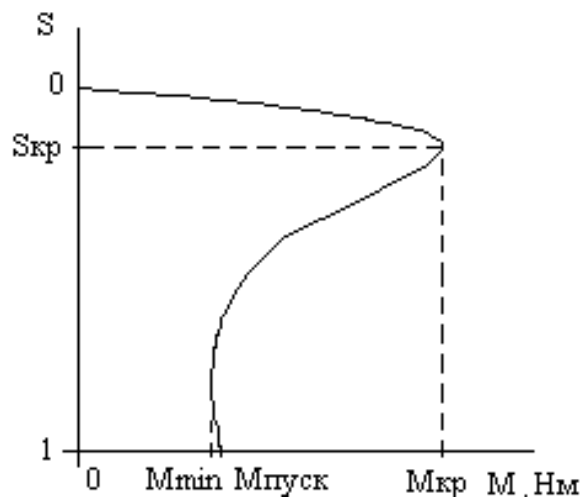


Рисунок 1 – Природна механічна характеристика АД

Задача №3

Розв'язок

Для побудування природної характеристики ДПС НЗ необхідно мати дві точки: точка ідеального холостого ходу ($\omega_0, M=0$) та точка при номінальному моменті ($\omega_{ном}, M_{ном}$).

Знайдемо точку ідеального холостого ходу ДПС НЗ

$$\omega_0 = \frac{U_{ном}}{k\Phi_{ном}} \quad (1)$$

де $k\Phi_{ном}$ - коефіцієнт двигуна, Вc

$$k\Phi_{ном} = \frac{U_{ном} - I_{яном} R_{\Sigma}}{\omega_{ном}} \quad (2)$$

де $\omega_{ном}$ - номінальна швидкість ДПС НЗ, 1/c

$$\omega_{ном} = \frac{2\pi * n_{ном}}{60} \quad (3)$$

$$\omega_{ном} = \frac{2 * 3,14 * 750}{60} = 78,5 \text{ 1/c}$$

$$k\Phi_{ном} = \frac{220 - 78,5 * 0,205}{78,5} = 2,6 \text{ Вc}$$

$$\omega_0 = \frac{220}{2,6} = 84,6 \text{ 1/с}$$

Знайдемо електромагнітний номінальний момент

$$M_{e \text{ ном}} = k\Phi_{\text{ном}} * I_{\text{я ном}} \quad (4)$$

$$M_{e \text{ ном}} = 2,6 * 78,5 = 204,1 \text{ Нм}$$

Знайдемо номінальний момент ДПС НЗ

$$M_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\omega_{\text{ном}}} \quad (5)$$

$$M_{\text{ном}} = \frac{15000}{78,5} = 191 \text{ Нм}$$

Для побудування штучної характеристики двигуна необхідно дві точки ω_0 та ω_c . Розрахуємо характеристику при регулюванні швидкості підводимою напругою. Знайдемо точку ідеального холостого ходу ДПС НЗ

$$\omega_{0U} = \frac{U}{k\Phi_{\text{ном}}} \quad (6)$$

$$\omega_{0U} = \frac{200}{2,6} = 77 \text{ 1/с}$$

Так як при регулюванні швидкості підводимою напругою величина падіння швидкості під навантаженням $\Delta\omega_c$ не залежить від напруги живлення, тому

$$\omega_{cU} = \omega_{0U} - \frac{M_{\text{ном}} R_{\text{я}\Sigma}}{k\Phi_{\text{ном}}^2} \quad (7)$$

$$\omega_{cU} = 77 - \frac{191 * 0,205}{2,6^2} = 71 \text{ 1/с}$$

Розрахуємо характеристику двигуна при введенні додаткового опору в ланцюзі якоря.

При регулюванні швидкості додатковим опором в ланцюзі якоря швидкість ідеального холостого ходу не залежить від сумарного опору, тому

$$\omega_{0R} = \frac{U_{\text{ном}}}{k\Phi_{\text{ном}}} \quad (8)$$

$$\omega_{0R} = \frac{220}{2,6} = 84,6 \text{ 1/с}$$

Швидкість під навантаженням

$$\omega_{cR} = \omega_{0R} - \frac{M_{ном} * (R_{я\Sigma} + R_{дод})}{k\Phi_{ном}^2} \quad (9)$$

$$\omega_{cR} = 84,6 - \frac{191 * (0,205 + 10 * 0,205)}{2,6^2} = 16,5 \text{ 1/c}$$

Розрахуємо характеристику при регулюванні швидкості двигуна при зміні магнітного потоку.

Швидкість ідеального холостого ходу

$$\omega_{0\phi} = \frac{U_{ном}}{k\Phi} \quad (10)$$

$$\omega_{0\phi} = \frac{220}{0,75 * 2,6} = 113 \text{ 1/c}$$

Швидкість під навантаженням

$$\omega_{c\phi} = \omega_{0\phi} - \frac{M_{ном} * R_{я\Sigma}}{k\Phi^2} \quad (11)$$

$$\omega_{c\phi} = 113 - \frac{191 * 0,205}{(0,75 * 2,6)^2} = 102,7 \text{ 1/c}$$

За результатами розрахунку побудуємо характеристики (рисунок 1).

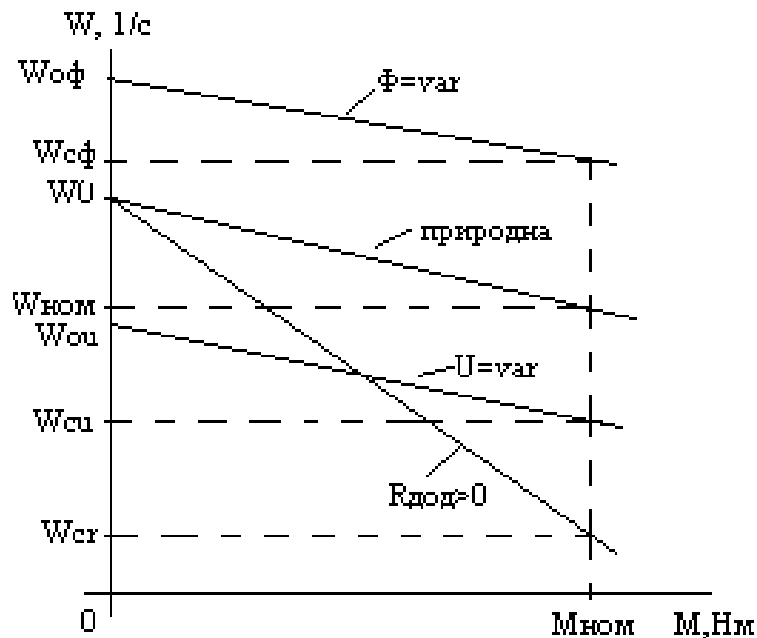


Рисунок 1 - Механічні характеристики ДПС НЗ

Задача №4

Розв'язок

Розрахунок природної механічної характеристики

Визначимо швидкість холостого ходу (ω_0 і n_0) АД типу 4А80А2.

Для визначення швидкості необхідно знати число пар полюсів. Для цього з типу АД знаходимо число полюсів (4А80А2) $2p = 2$ та число пар полюсів $p = 1$.

$$\omega_0 = \frac{2\pi * f}{p}, \quad (1)$$

$$n_0 = \frac{60f}{p}, \quad (2)$$

$$\omega_0 = 2 * 3,14 * 50 / 1 = 314 \text{ рад/с},$$

$$n_0 = 60 * 50 / 1 = 3000 \text{ об/хв}.$$

Визначимо номінальну швидкість ($\omega_{ном}$ і $n_{ном}$) АД

$$\omega_n = \omega_0 * (1 - S_{ном} / 100), \quad (3)$$

$$n_n = n_0 * (1 - S_{ном} / 100), \quad (4)$$

$$\omega_n = 314 * (1 - 4,2 / 100) = 300,8 \text{ рад/с}$$

$$n_n = 3000 * (1 - 4,2 / 100) = 2874 \text{ об/хв}$$

Визначимо номінальний момент ($M_{ном}$)

$$M_{ном} = \frac{P_{2ном}}{\omega_{ном}}, \quad (5)$$

$$M_{ном} = 1500 / 300,8 = 5 \text{ Нм}$$

Визначимо номінальний струм фази АД ($I_{ном}$)

$$I_{ном} = \frac{P_{2ном}}{m U_{\phi} \cos \varphi_{ном} \eta_{ном}}, \quad (6)$$

$$I_{ном} = \frac{1500}{3 * 220 * 0,85 * 0,81} = 3,3 \text{ А}$$

За допомогою спрощеної формули Клосса розраховуємо координати точок механічної характеристики та зносимо результати розрахунку в таблицю 1.

$$M_i = \frac{2 * M_{кр}}{\frac{S_i}{S_{кк}} + \frac{S_{кк}}{S_i}}, \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \text{де } M_{кр} &= m_{кр} * M_{ном}, \\ S_{кр} &= S_{ном} * (m_{кр} + \sqrt{(m_{кр}^2 - 1)}). \end{aligned} \quad (8)$$

$$(9)$$

Результати розрахунку механічної характеристики за формулою (7) зносимо в таблицю 1.

Таблиця 1 – Механічна характеристика АД типу 4А80А2

S_i	0	0,042	0,1	0,21	0,4	0,6	0,8	0,9	1
$M_i, \text{Нм}$	0	5	10,1	13	10,7	8,1	6,38	5,75	5,22

Регулювання швидкості АД підведеною напругою ($U = 0,75 U_{\text{ном}}$, $f = f_{\text{ном}}$)

Згідно [5] для розрахунку механічної характеристики АД при регулюванні швидкості підведеною напругою ($U = 0,75 U_{\text{ном}}$ та $f = f_{\text{ном}}$) необхідно тільки перерахувати точки штучної характеристики за формулою

$$M_{ш} = M_{н} * \left(\frac{U}{U_{н}} \right)^2 \quad (10)$$

де $M_{ш}$ - момент двигуна на штучній характеристиці ($S_{ш} = S_{н}$), Нм;

$M_{н}$ - момент на природній характеристиці, Нм;

U - величина підведеної напруги, В;

$U_{н}$ - величина номінальної напруги, В.

Результати розрахунку штучної характеристики за формулою (10) зносимо в таблицю 2.

Таблиця 2 - Механічна характеристика АД при $U = 0,75 U_{\text{ном}}$

$S_{н}$	0	0,042	0,1	0,21	0,4	0,6	0,8	0,9	1
$M_{н}, \text{Нм}$	0	5	10,1	13	10,7	8,1	6,38	5,75	5,22
$S_{ш}$	0	0,042	0,1	0,21	0,4	0,6	0,8	0,9	1
$(U/U_{н})^2$	$0,75^2$	$0,75^2$	$0,75^2$	$0,75^2$	$0,75^2$	$0,75^2$	$0,75^2$	$0,75^2$	$0,75^2$
$M_{ш}, \text{Нм}$	0	2,81	28,4	7,31	6,02	4,56	3,6	3,23	2,9

За даними таблиць 1 та 2 будемо природну та штучну характеристики АД типу 4А80А2

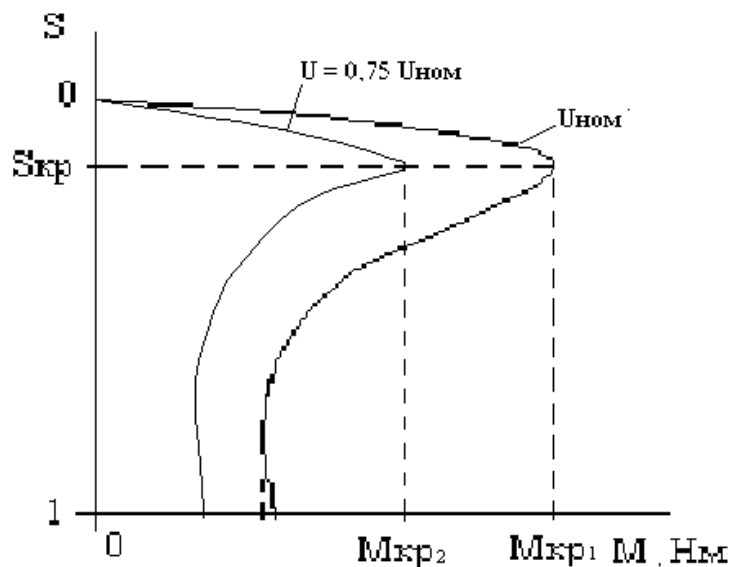


Рисунок 1 - Природна та штучна характеристики АД

Задача №5

Розв'язок

Вибір електродвигуна за методом еквівалентного струму

Згідно /5/ умовою правильного вибору двигуна за методом еквівалентного струму є

$$I_e \leq I_n \quad (1)$$

де I_e - величина еквівалентного струму, А

$$I_e = \sqrt{\frac{\sum I_i^2 * t_i}{T_{\Sigma}}} \quad (2)$$

T_{Σ} - повний час циклу, с

$$T_{\Sigma} = \sum t_i \quad (3)$$

$$T_{\Sigma} = 2 + 5 + 8 = 15 \text{ с}$$

$$I_e = \sqrt{\frac{39^2 * 2 + 45^2 * 5 + 27^2 * 8}{15}} = 35,6 \text{ А}$$

$$I_n \geq 35,6 \text{ А}$$

Згідно формули (1) вибираємо за даними таблиці 1 електродвигун постійного струму з наступними номінальними даними:

$$P_n = 8,5 \text{ кВт} \quad U_n = 220 \text{ В} \quad I_n = 47 \text{ А} \quad R_{\Sigma} = 0,432 \text{ Ом} \quad n_n = 870 \text{ об/мин}$$

Вибір електродвигуна за методом еквівалентного моменту

Умова правильного вибору електродвигуна за методом еквівалентного моменту

$$M_e \leq M_n \quad (4)$$

де M_e - величина еквівалентного моменту, Нм.

$$M_e = \sqrt{\frac{\sum M_i^2 * t_i}{T_{\Sigma}}} \quad (5)$$

$$M_e = \sqrt{\frac{43^2 * 2 + 73^2 * 5 + 12^2 * 8}{15}} = 45,8 \text{ Нм}$$

$$M_n = \frac{P_n}{\omega_n} \geq 45,8 \text{ Нм}$$

Згідно (4) та $\omega = 157 \text{ 1/с}$ ($n = 1500 \text{ об/хв}$) вибираємо за даними таблиці 2 електродвигун змінного струму. У зв'язку з тим що не має двигуна з $M_n = 45,8 \text{ Нм}$ вибираємо найближчий.

АД типу 4А132S4 з $P_{2\text{ном}} = 7,5 \text{ кВт}$, $U_{1\text{номЛ}} = 220$, $S_{\text{ном}} = 2,9 \%$, $\eta_{\text{ном}} = 0,87$, $\cos\phi_{\text{ном}} = 0,86$, $m_{\text{пуск}} = 2,2$, $m_{\text{min}} = 1,7$, $m_{\text{кр}} = 3$

На рисунку 1 приведена навантажувальна діаграма електроприводу

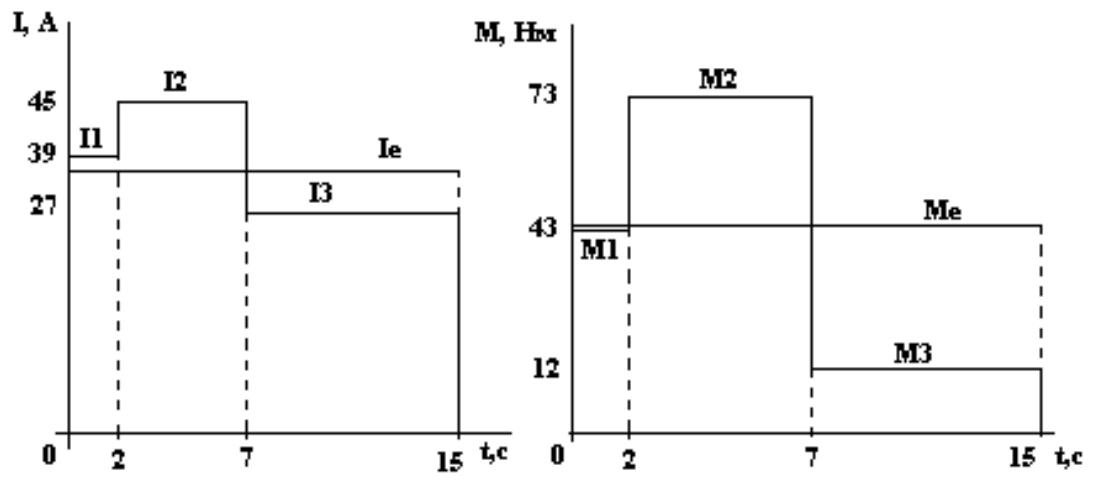


Рисунок 1 - Навантажувальна діаграма електроприводу