

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ**

КАФЕДРА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ І МАШИНОБУДУВАННЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково-графічної роботи
з дисципліни

«ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ»

для студентів денної та заочної форм навчання

галузь знань: 14 Електрична інженерія

спеціальність: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Покровськ, 2019

УДК 621.3.067
М 54

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Теорія електроприводу» для студентів денної та заочної форм навчання галузі знань 14 Електрична інженерія спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / уклад. Т. В. Алтухова, М. В. Чашко - Покровськ: Індустріальний інститут ДВНЗ «ДонНТУ», 2019. – 20 с.

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Теорія електроприводу» містять: завдання з варіантами, порядок розв'язку завдань для осмисленого виконання студентами. Завдання виконуються студентами у відповідності до заданого варіанту.

Укладач: Чашко М. В., в.о. зав. каф. електромеханіки і машинобудування
Алтухова Т.В., асист. каф. електромеханіки і машинобудування

Рецензент: Петелін Е.А., к.т.н., доц., виконуючий обов'язки декана факультету КІТАЕР ДВНЗ «ДонНТУ»

Відповідальний за випуск: Калиниченко В.В., в. о. зав. каф. електромеханіки і машинобудування Індустріального інституту ДВНЗ «ДонНТУ»

Затверджено навчально-методичним відділом ДонНТУ,
протокол № 7 від 26.02.2019 р.

Розглянуто на засіданні кафедри електромеханіки і машинобудування
протокол № 2 від 20.02.2019 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Завдання до розрахунково-графічної роботи	6
Завдання № 1.....	6
<i>Порядок розв'язання завдання №1</i>	<i>8</i>
Завдання № 2.....	8
<i>Порядок розв'язання завдання №2</i>	<i>10</i>
Завдання № 3.....	12
<i>Порядок розв'язання завдання №3</i>	<i>15</i>
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	18

ВСТУП

Якість продукції, що виробляється, продуктивність та надійність роботи металургійних механізмів, машин та технологічних комплексів промислових підприємств у значній мірі залежать від ступеня автоматизації виробничих процесів, ефективності використання електроприводів (ЕП).

Сучасні електроприводи є основними споживачами електроенергії, яка виробляється. Тому вдосконалення технічних та економічних показників електроприводів дозволяє успішно вирішувати проблему енергозбереження засобами електропривода.

Характерною тенденцією розвитку ЕП є розробка та застосування нових типів електродвигунів та перетворювачів електроенергії, а також подальший розвиток систем керування приводами, побудованих на сучасній елементній базі з використанням засобів програмованих контролерів та комп'ютерної техніки.

Складовими успішного вивчення дисципліни є:

- 1) самостійна робота з відпрацювання програмного матеріалу дисципліни згідно з рекомендованою навчальною літературою;
- 2) самостійне розв'язання індивідуальних завдань та прикладів задач;
- 3) знання відповідей на контрольні запитання щодо тематики індивідуальних завдань;
- 4) присутність на аудиторних заняттях згідно з навчальним процесом.

До екзамену допускається студент, який самостійно виконав розрахунково-графічну роботу, практичні роботи та захистив звіти з цих робіт.

При вивченні дисципліни особливу увагу звернути на фізичну сутність та закономірності процесів, що характеризують роботу, теорію та практику використання ЕП, принципи електромеханічного перетворення енергії, на навички та уміння проводити розрахунки та аналіз отриманих результатів цих розрахунків тощо.

Перед виконанням розрахунково-графічної роботи студент повинен ознайомитися з методичними вказівками.

Завдання розроблені у 50 варіантах. Вибір варіанта завдання здійснюється за останньою цифрою номера залікової книжки студента.

При виконанні індивідуальних завдань необхідно дотримуватись наступних вимог:

- 1) виконувати завдання у зошитах або на аркушах формату А4;
- 2) на титульному аркуші вказувати групу, прізвище, ім'я, по батькові, назву дисципліни, номер залікової книжки, номер варіанта розрахунково-графічної роботи (Додаток А);
- 3) у повному обсязі надавати вихідні дані варіанта завдання;
- 4) розрахункова формула повинна бути записана: у загальному вигляді, з підставленими значеннями величин та з результатом розрахунку з відповідною розмірністю.

Мета навчальної дисципліни - формування у студентів системи знань з питань теорії електропривода (ЕП), на якій ґрунтуються принципи побудови його механічної частини і системи керування, динамічні та енергетичні властивості; придбання практичних навичок та умінь, необхідних для розрахунку параметрів і характеристик та вибору елементів привода, вивчення спеціальних дисциплін, ефективної і якісної експлуатації енергомеханічних систем промислових підприємств.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен

знати: структуру та типові елементи ЕП, їх призначення, передаточні функції, часові, частотні та статичні характеристики; електромеханічні властивості приводних електродвигунів постійного та змінного струмів; кінематичні схеми електроприводів, основні рівняння електромеханічного перетворення енергії; принципи побудови ЕП та їх систем керування, способи та системи регулювання координат електроприводів постійного та змінного струмів, функціональні схеми типових систем автоматичного регулювання швидкості одно- та двозонного ЕП постійного струму; принципи частотного регулювання швидкості та схеми типових частотно-регульованих асинхронних двигунів; основні енергетичні показники і види втрат в електроприводів у перехідних та усталених режимах; типові теплові режими роботи, методи розрахунку потужності та вибору ЕП у різних режимах; види перехідних процесів та методику визначення показників якості електроприводів у перехідних режимах; особливості ЕП при пуску, реверсуванні та гальмуванні, способи формування перехідних процесів; особливості розрахункових схем систем електроприводу з пружними зв'язками; умовні позначення та зображення елементів на схемах електроприводів; особливості ЕП, які використовуються у енергетичній галузі;

вміти: розраховувати параметри моделей елементів електроприводу; здійснювати зведення моментів та сил опору до валу ЕП; розраховувати та будувати графіки характеристик електроприводів в усталеному та перехідних режимах роботи; розраховувати енергетичні показники, навантажувальні діаграми та будувати їх графіки; визначати потужність та обирати приводний двигун для різних теплових режимів й проводити перевірку ЕП за нагріванням і на перевантажувальну здібність; розбиратися у роботі схем керування електроприводами; читати узагальнені електричні принципові схеми електроприводів, що вивчаються; експериментально досліджувати шляхом отримання вимірювальних даних, розраховувати та будувати графіки характеристик ЕП та інших елементів привода і аналізувати їх властивості;

бути ознайомленим з: змістом та вимогами основної нормативно-технічної документації, довідкової літератури і держстандартів до ЕП та їх елементів; узагальненими, електричними, принциповими схемами типових електроприводів та їх елементів; типовими регульованими ЕП; перспективами та тенденціями розвитку теорії та практики використання електроприводів.

ЗАВДАННЯ ДО РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

Завдання № 1

Підйомний пристрій має кінематичну схему, яка зображена на рисунку 1 і наступні дані, що зведені в таблиці 1. Необхідно визначити момент інерції для випадку розгону і уповільнення при підйомі вантажу m , кг.

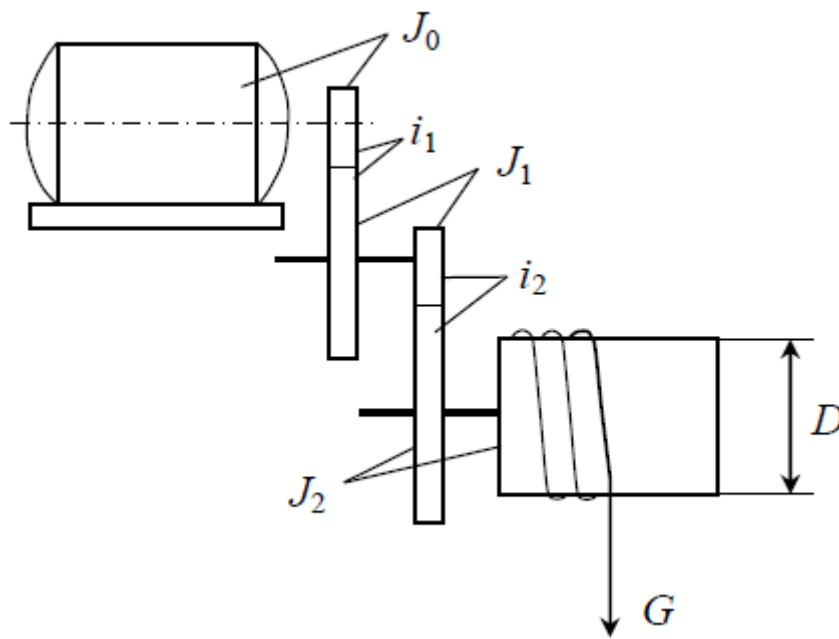


Рисунок 1 – Кінематична схема підйомного пристрою

Таблиця 1 – Вихідні дані до завдання №1

Варіант	n , об/хв.	J_0 , кг·м ²	J_1 , кг·м ²	J_2 , кг·м ²	i_1	i_2	η	D , м	m , кг
1	1100	0,8	9	23	4	2	0,95	0,9	1200
2	980	0,6	4	28	2	4	0,97	0,6	1000
3	1000	0,7	6	26	5	5	0,96	0,8	950
4	1200	0,5	7	24	3	4	0,94	0,9	1300
5	1500	0,7	3	25	2	3	0,93	0,6	1250
6	2560	0,5	8	29	5	2	0,97	0,8	1100
7	750	0,8	5	30	3	2	0,96	0,9	1300
8	950	0,6	2	27	2	4	0,94	0,6	1500
9	560	0,7	7	24	4	4	0,94	0,8	1400
10	1200	0,7	3	25	5	2	0,93	0,8	1300
11	2450	0,5	8	29	5	4	0,97	0,9	1250
12	2950	0,8	5	30	4	4	0,96	0,6	1100
13	1500	0,6	2	27	3	5	0,96	0,6	1300
14	2560	0,7	7	24	3	2	0,94	0,8	1300
15	750	0,5	3	25	2	2	0,94	0,8	1500

Продовження таблиці 1 –

Варіант	n , об/хв.	J_0 , кґ·м ²	J_1 , кґ·м ²	J_2 , кґ·м ²	i_1	i_2	η	D , м	m , кґ
16	950	0,6	9	23	5	4	0,93	0,9	1400
17	2450	0,7	4	28	4	5	0,97	0,6	1300
18	2950	0,7	6	26	4	3	0,95	0,8	1250
19	1500	0,5	7	24	4	2	0,97	0,9	1100
20	2560	0,6	6	30	5	4	0,96	0,6	1100
21	980	0,5	7	25	2	4	0,94	0,8	1300
22	1000	0,6	3	29	3	5	0,93	0,9	1300
23	1200	0,8	8	28	4	5	0,97	0,6	1500
24	1500	0,7	7	26	3	3	0,96	0,8	1400
25	2560	0,5	3	30	3	4	0,94	0,8	1300
26	1500	0,6	9	27	4	5	0,94	0,9	1300
27	2560	0,5	4	24	5	2	0,96	0,6	1500
28	980	0,6	7	25	5	5	0,94	0,9	1400
29	1000	0,5	9	22	4	4	0,93	0,6	1300
30	980	0,6	4	26	3	3	0,97	0,8	1250
31	1250	0,8	6	28	2	5	0,96	0,9	1100
32	780	0,5	7	30	5	3	0,94	0,6	1100
33	560	0,8	6	30	2	4	0,96	0,8	1300
34	1500	0,6	9	27	3	5	0,94	0,8	1300
35	930	0,7	4	24	4	2	0,94	0,9	1500
36	1500	0,8	6	25	5	3	0,96	0,8	1200
37	2560	0,5	8	29	3	4	0,94	0,9	1000
38	980	0,8	5	22	4	5	0,93	0,6	950
39	1000	0,6	2	27	5	3	0,97	0,9	1300
40	980	0,5	7	26	5	5	0,94	0,6	1250
41	950	0,6	3	23	2	2	0,96	0,8	1100
42	1000	0,7	8	25	3	3	0,94	0,9	1300
43	1200	0,7	4	26	4	4	0,93	0,6	1500
44	1500	0,8	9	26	5	4	0,97	0,8	1400
45	2560	0,8	3	28	3	5	0,93	0,6	950
46	1500	0,5	6	30	4	5	0,97	0,6	1300
47	2560	0,7	5	27	5	2	0,94	0,7	1250
48	2560	0,6	7	29	5	4	0,96	0,9	1100
49	980	0,7	5	22	2	5	0,94	0,8	1300
50	1000	0,8	8	30	3	5	0,95	0,8	1500

Порядок розв'язання завдання №1:

Для визначення приведенного моменту інерції, необхідно знати швидкість підйому вантажу, відповідну заданій швидкості двигуна. Цю швидкість, якщо нехтувати товщиною каната, можна вважати рівній окружній швидкості барабана:

$$V_6 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot i_1 \cdot i_2}, \text{ м / сек.}$$

Де D – діаметр барабану, м;

i_1, i_2 – передавальне число;

n – швидкість обертання двигуна, об./хв.

Кутова швидкість двигуна:

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}, \text{ рад / сек.}$$

При розгоні:

$$J_{розг} = J_0 + \frac{J_1}{i_1^2 \cdot \eta_1} + \frac{J_2}{i_1^2 \cdot \eta_1 \cdot i_2^2 \cdot \eta_2} + \frac{m \cdot V_6^2}{\omega^2 \cdot \eta^2}, \text{ кг} \cdot \text{ м}^2$$

Де $\eta_1 = \eta_2 = \eta$ – ККД двигуна.

При гальмуванні:

$$J_{гальм} = J_0 + \frac{J_1 \cdot \eta_1}{i_1^2} + \frac{J_2 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{i_1^2 \cdot i_2^2} + \frac{m \cdot V_6^2 \cdot \eta^2}{\omega^2}, \text{ кг} \cdot \text{ м}^2$$

Завдання № 2

Дано двигун постійного струму, з паспортними даними, приведеними в таблиці 2.

2.1. Двигун працює в режимі динамічного гальмування з швидкістю, рівній половині номінальної, і номінальним струмом якоря.

Знайти величину додаткового опору, включеного в якірне коло, і момент на валу двигуна.

2.2. Двигун працює в режимі противімкнення із швидкістю $n=600$ об/хв. при струмі якоря $I = 110$ А.

Визначити величину додаткового опору, включеного в коло якоря; момент на валу двигуна; потужності: споживану з мережі, що підводиться з

валу, що поглинається в опорах якірного кола.

2.3. Двигун працює в генераторному режимі з віддачею енергії в мережу.

Визначити швидкість обертання якоря, якщо струм якоря $I = 140$ А та $R_p = 0$.

Таблиця 2 – Вихідні дані до завдання №2

Варіант	Тип двигуна	$P_{ном}, кВт$	$U_{ном}, В$	$I_{ном}, А$	$n_{ном}, об/хв.$
1	4ПН200S	8,5	220	44,5	2500
2	4П200М	75,0	440	184	3150
3	4ПН225М	37,0	110	150	1500
4	4ПН250S	11,0	220	84	1000
5	4ПН200S	13,0	110	135	1120
6	4ПН225S	16,0	440	131	1800
7	4ПН200S	53,0	110	118	2360
8	4П200М	8,5	110	46	500
9	4ПН225М	22,0	440	58	750
10	4ПН250S	22,0	220	189	1060
11	4ПН225М	15,0	220	94	600
12	4ПН250S	20,0	440	80	1000
13	4ПН200S	32,0	440	105	2500
14	4ПН225S	32,0	110	54	1600
15	4ПН200S	22,0	440	55,6	3500
16	4П200М	80,0	220	244	750
17	4ПН200S	48,0	110	108	1060
18	4П200М	71,0	440	90	600
19	4ПН225М	24,0	110	104	1000
20	4ПН250S	45,0	220	205	2500
21	4ПН225М	45,0	440	125	600
22	4ПН250S	36,0	220	181	2200
23	4П200М	110,0	440	155	1000
24	4ПН225М	110,0	110	175	1120
25	4ПН250S	27,0	440	378	1800
26	4ПН225М	30,0	220	140,5	2360
27	4ПН250S	27,0	110	69,8	500
28	4ПН200S	85,0	440	145	750
29	4ПН225S	132,0	220	548	1060
30	4ПН200S	132,0	440	108	600
31	4П200М	32,0	220	90	1500
32	4ПН200S	22,0	440	104	1000

Продовження таблиці 2 –

Варіант	Тип двигуна	$P_{ном}, кВт$	$U_{ном}, В$	$I_{ном}, А$	$n_{ном}, об/хв.$
33	4П200М	80,0	110	205	1120
34	4ПН225М	48,0	440	125	1800
35	4ПН250S	71,0	220	181	2360
36	4ПН225М	24,0	110	155	500
37	4ПН250S	45,0	440	140,5	750
38	4ПН200S	45,0	220	69,8	1060
39	4ПН225S	36,0	110	145	600
40	4ПН200S	110,0	440	548	500
41	4П200М	37,0	220	108	750
42	4ПН200S	11,0	440	90	1060
43	4П200М	13,0	220	104	600
44	4ПН225М	16,0	440	205	1500
45	4П200М	53,0	110	125	1000
46	4ПН225М	8,5	440	181	1120
47	4ПН250S	22,0	110	140,5	1800
48	4ПН225М	22,0	220	69,8	3500
49	4ПН250S	15,0	220	145	800
50	4ПН200S	75,0	440	548	1120

Порядок розв'язання завдання №2:

1. Режим динамічного гальмування.

Опір якоря двигуна:

$$R_{я} = 0,049 \cdot R_{ном}, Ом$$

Де $R_{ном}$ – номінальний опір, Ом.

Коефіцієнт c :

$$c = \frac{U_{ном} - I_{ном} \cdot R_{я}}{\omega_{ном}}, В \cdot сек / рад$$

Де $\omega_{ном} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{ном}}{60}$ – номінальна кутова швидкість, рад./сек.

$U_{ном}$ – номінальна напруга, В.

$I_{ном}$ – номінальний струм, А.

Електромагнітний момент двигуна при номінальному струмі:

$$M_{em} = c \cdot I_{ном}, H \cdot м$$

Номінальний момент на валу двигуна:

$$M_{ном} = \frac{P_{ном} \cdot 10^3}{\omega_{ном}}, H \cdot м$$

$P_{ном}$ – номінальна потужність двигуна кВт.

Момент втрат холостого ходу:

$$M_{xx} = M_{em} - M_{ном}, H \cdot м$$

Момент на валу двигуна:

$$M_{\phi} = M_{em} + M_{xx}, H \cdot м$$

Загальний опір якірного кола, у випадку, коли швидкість дорівнює половині номінальної:

$$R = \frac{c^2 \cdot \omega}{M_{ном}}, Ом$$

Додатковий опір:

$$R_p = R - R_{я}, Ом$$

2. Режим противвімкнення.

Загальний опір якірного кола:

$$R = \frac{U_{ном} - c \cdot \omega}{I}, Ом$$

Де $\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$, рад / сек.

Додатковий опір:

$$R_p = R - R_{я}, Ом$$

Електромагнітний момент двигуна:

$$M_{em} = c \cdot I, H \cdot m$$

Момент на валу двигуна:

$$M_{\phi} = M_{em} + M_{xx}, H \cdot m$$

Потужність, що споживається з мережі:

$$P = U \cdot I, кВт$$

Потужність, що поглинається в опорах якорного кола:

$$P_{\phi} = I^2 \cdot R_{\phi}, кВт$$

Потужність, що підводиться з валу без урахування втрат холостого ходу:

$$P_2 = P_{\phi} - P, кВт$$

3. Генераторний режим з віддачею енергії в мережу.

Швидкість обертання якоря:

$$\omega_{\phi} = \frac{U_{ном}}{c} + \frac{I \cdot R_{\phi}}{c}, рад / сек$$

$$n_{\phi} = \frac{30 \cdot \omega_{\phi}}{\pi}, об. / хв.$$

Завдання № 3

Побудувати природну механічну характеристику для асинхронного двигуна відповідного типу (таблиця 3) в руховому і генераторному режимах роботи.

Таблиця 3 – Вихідні дані до завдання №3

Варіант	Тип асинхронного двигуна	$P_{ном}$, кВт	$n_{ном}$, об/хв.	n_1 , об/хв.	$U_{л}$, В	$E_{2к}$, В	R_1 , Ом	R_2 , Ом	X_1 , Ом	X_2 , Ом
1	4AP100S4Y3	3,0	1435	1500	380	256	0,055	0,0314	0,15	0,094
2	4AP100L4Y3	4,0	1430	1500	380	259	0,053	0,0303	0,17	0,106
3	4AP112M4Y3	5,5	1445	1500	380	262	0,051	0,0291	0,18	0,113
4	4AP132S4Y3	7,5	1455	1500	380	265	0,049	0,0280	0,16	0,100
5	4AP132M4Y3	11,0	1460	1500	380	268	0,047	0,0269	0,13	0,081
6	4AP160S4Y3	15,0	1465	1500	380	271	0,045	0,0257	0,19	0,119
7	4AP160M4Y3	18,5	1465	1500	380	274	0,043	0,0246	0,14	0,088
8	4AP180S4Y3	22,0	1460	1500	380	277	0,041	0,0234	0,11	0,069
9	4AP180M4Y3	30,0	1460	1500	380	280	0,039	0,0223	0,12	0,075
10	4AP200M4Y3	37,0	1470	1500	380	276	0,037	0,0211	0,16	0,100
11	4AP200L4Y3	45,0	1470	1500	380	272	0,035	0,0200	0,13	0,081
12	4AP225M4Y3	55,0	1475	1500	380	268	0,033	0,0189	0,19	0,119
13	4AP250S4Y3	75,0	1475	1500	380	264	0,031	0,0177	0,14	0,088
14	4AP250M4Y3	90,0	1475	1500	380	260	0,037	0,0211	0,19	0,119
15	4AP280S4Y3	110	1470	1500	380	256	0,043	0,0246	0,14	0,088
16	4AP280M4Y3	132	1480	1500	380	252	0,049	0,0280	0,11	0,069
17	4AP315S4Y3	160	1480	1500	380	248	0,055	0,0314	0,12	0,075
18	4AP315M4Y3	200	1480	1500	380	263	0,061	0,0349	0,16	0,100
19	4AP112MA6Y3	3,0	955	1000	380	261	0,067	0,0383	0,13	0,081
20	4AP112MB6Y3	4,0	950	1000	380	259	0,073	0,0417	0,15	0,094
21	4AP132S6Y3	5,50	965	1000	380	257	0,079	0,0451	0,17	0,106
22	4AP132M6Y3	7,5	970	1000	380	255	0,085	0,0486	0,18	0,113
23	4AP160S6Y3	11,0	975	1000	380	253	0,091	0,0520	0,16	0,100
24	4AP160M6Y3	15,0	975	1000	380	251	0,097	0,0554	0,13	0,081

25	4AP180M6Y3	18,5	975	1000	380	249	0,094	0,0537	0,19	0,119
26	4AP200M6Y3	22,0	975	1000	380	247	0,091	0,0520	0,14	0,088
27	4AP200L6Y3	30,0	980	1000	380	245	0,088	0,0503	0,11	0,069
28	4AP225M6Y3	37,0	980	1000	380	243	0,085	0,0486	0,11	0,069
29	4AP250S6Y3	45,0	985	1000	380	241	0,082	0,0469	0,12	0,075
30	4AP250M6Y3	55,0	985	1000	380	239	0,079	0,0451	0,16	0,100
31	4AP280S6Y3	75,0	985	1000	380	237	0,076	0,0434	0,13	0,081
32	4AP280M6Y3	90,0	985	1000	380	235	0,073	0,0417	0,15	0,094
33	4AP315S6Y3	110	985	1000	380	238	0,07	0,0400	0,17	0,106
34	4AP315M6Y3	132	985	1000	380	241	0,067	0,0383	0,18	0,113
35	4AP355S6Y3	160	985	1000	380	244	0,064	0,0366	0,16	0,100
36	4AP355M6Y3	200	985	1000	380	247	0,061	0,0349	0,13	0,081
37	4AP160S6Y3	11,0	1475	1500	380	250	0,058	0,0331	0,19	0,119
38	4AP160M6Y3	15,0	1470	1500	380	253	0,055	0,0314	0,14	0,088
39	4AP180M6Y3	18,5	1480	1500	380	263	0,052	0,0297	0,11	0,069
40	4AP200M6Y3	22,0	1480	1500	380	261	0,049	0,0280	0,15	0,094
41	4AP200L6Y3	30,0	1480	1500	380	253	0,051	0,0291	0,12	0,075
42	4AP225M6Y3	37,0	1425	1500	380	256	0,053	0,0303	0,16	0,100
43	4AP250S6Y3	45,0	975	1000	380	259	0,055	0,0314	0,16	0,100
44	4AP100S4Y3	3,0	980	1000	380	265	0,057	0,0326	0,13	0,081
45	4AP100L4Y3	4,0	980	1000	380	268	0,059	0,0337	0,19	0,119
46	4AP112M4Y3	5,5	985	1000	380	271	0,061	0,0349	0,14	0,088
47	4AP132S4Y3	7,5	1475	1500	380	274	0,063	0,0360	0,19	0,119
48	4AP132M4Y3	11,0	1480	1500	380	277	0,065	0,0371	0,14	0,088
49	4AP160S4Y3	15,0	950	1000	380	280	0,067	0,0383	0,11	0,069
50	4AP160M4Y3	18,5	965	1000	380	276	0,069	0,0394	0,12	0,075

Порядок розв'язання завдання №3:

Коефіцієнт трансформації від статора до ротора:

$$k = \frac{E_1}{E_{2k}}$$

Де $E_1 = U_{\text{л}}$.

Приведені опори:

$$R'_2 = R_2 \cdot k^2, \text{ Ом}$$

$$X'_2 = X_2 \cdot k^2, \text{ Ом}$$

$$X_k = X_1 + X'_2, \text{ Ом}$$

Величина критичного ковзання:

$$s_{\text{кр}} = \pm \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X'_2)^2}};$$

$$a \cdot s_{\text{кр}} = \frac{R_1}{R'_2} \cdot s_{\text{кр}}$$

Кутова синхронна швидкість:

$$\omega_0 = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_0}{60}, \text{ рад / сек.}$$

Критичний момент в режимі двигуна:

$$M_{\text{кр.дв.}} = \frac{3 \cdot U_{\text{л}}}{2 \cdot \omega_0 \cdot \left[R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + (X_1 + X'_2)^2} \right]}, \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Критичний момент в генераторному режимі

$$M_{\text{кр.ген.}} = M_{\text{кр.дв.}} \cdot \frac{R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_k^2}}{R_1 - \sqrt{R_1^2 + X_k^2}}, \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Рівняння природної механічної характеристики:

$$M = \frac{\pm 2 \cdot M_{кр.} \cdot (1 \pm a \cdot s_{кр})}{\frac{s}{\pm s_{кр}} + \frac{\pm s_{кр}}{s} \pm 2 \cdot a \cdot s_{кр}} = \frac{\pm Q}{\frac{s}{\pm s_{кр}} + \frac{\pm s_{кр}}{s} \pm 2 \cdot a \cdot s_{кр}}, \text{кН} \cdot \text{м}.$$

а) режим двигуна

$$M_{дв.} = \frac{Q}{\frac{s}{s_{кр}} + \frac{s_{кр}}{s} + 2 \cdot a \cdot s_{кр}}, \text{кН} \cdot \text{м}.$$

б) генераторний режим

$$M_{ген.} = \frac{Q}{\frac{s}{-s_{кр}} + \frac{-s_{кр}}{s} - 2 \cdot a \cdot s_{кр}}, \text{кН} \cdot \text{м}.$$

Результати розрахунків необхідно звести в таблицю 4.

Таблиця 4 – Результати розрахунків

s	0	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$	$\pm 0,8$	$\pm 0,9$	± 1
$M_{дв.}, \text{кН} \cdot \text{м}.$									
$M_{ген.}, \text{кН} \cdot \text{м}.$									

За даними таблиці 4 побудувати природну характеристику двигуна (рис. 2).

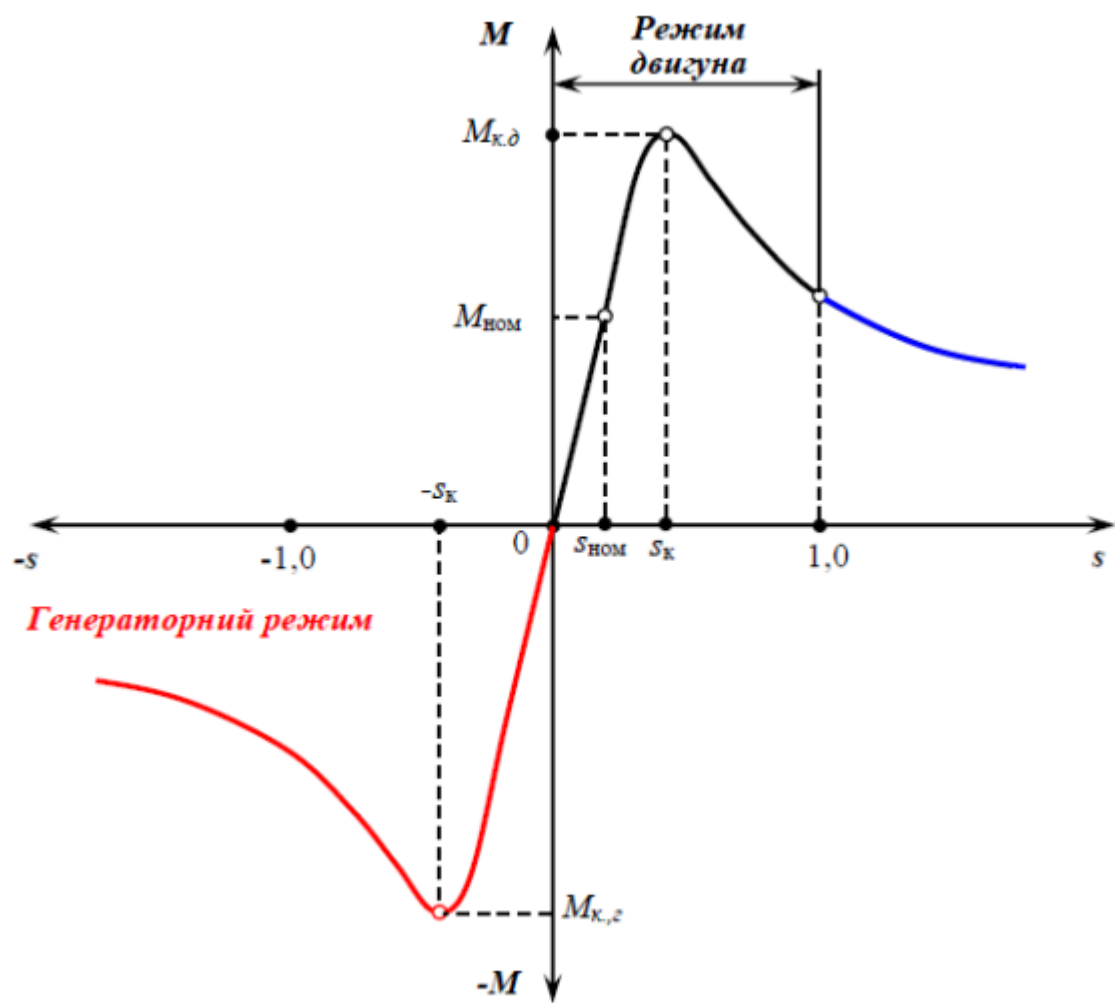


Рисунок 2 – Природна механічна характеристика асинхронного двигуна

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Теорія електропривода: Підручник / М.Г. Попович, М.Г. Борисюк, В.А. Гаврилюк та ін.; за ред. М.Г. Поповича.— К.: Вища школа, 1993.-494 с.
2. Ключев В.И. Теория электропривода: Учебник для ВУЗов.-М.: Энергоатомиздат, 1998.-704 с.
3. Ключев В.И. Теория электропривода: Учебник для ВУЗов.-М.: Энергоатомиздат, 1985.-560 с.
4. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода: Учебник для ВУЗов.-М.: Энергоиздат, 1981.-576 с.
5. Булгар В.В. Теорія електроприводу: збірник задач./ОНПУ- Одеса: Поліграф, 2006 – 408 с.
6. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. посібник / М.Г.Попович та ін.-К.: Либідь,2005.-680с.
7. Бондаренко В.І.Основи електричного привода. Навчальний посібник. - Запоріжжя.: ЗНТУ, 2003.- 314с.

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ

факультет технології і організації виробництва

кафедра електромеханіки і машинобудування

ІНДИВІДУАЛЬНА РОБОТА

з дисципліни ***ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ***

Варіант №__

Виконав студент групи _____

Прізвище Ініціали _____
(підпис)

З.к. № _____

«_____» _____ 20__ рік

Перевірив: _____
(науковий ступінь, звання, посада)

Прізвище Ініціали _____
(підпис)

Оцінка за шкалою:

Національна _____
(зараховано/ не зараховано)

Бали _____

«_____» _____ 20__ рік

Покровськ, 20__

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання індивідуального завдання
з дисципліни

«ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ»

для студентів денної та заочної форм навчання

галузь знань: 14 Електрична інженерія

спеціальність: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Комп'ютерний набір і верстка: Алтухова Т. В.

Укладачі: Алтухова Т. В., Чашко М. В.