

4 ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ (4 ГОДИНИ)

4.1 Тема практичного заняття «Розв’язання задач» (2 години)

Задача 4.1

Машина постійного струму в режимі двигуна має наступні номінальні дані: P_n ; U_n ; I_n ; R_a ; $I_{зб}$; n_n . Визначити необхідну швидкість обертання якоря МПС, що працює в режимі генератора з напругою U_r . Обчислити номінальну потужність цього генератора, якщо насичення сталі і нагрівання прийняти такими ж, як у двигуна. Вихідні дані наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Параметр	Варіант завдання										
	К	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_n , кВт	11	13	15	18	16	14	12	10	12	14	16
U_n , В	220	230	240	230	220	230	240	230	220	230	240
n_n , об/хв	1000	960	900	840	800	1100	1180	960	900	860	800
I_n , А	62	64	66	68	66	64	62	60	62	64	66
R_a , Ом	0,09	0,1	0,14	0,16	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16	0,13	0,15
$I_{зб}$, А	3	3,4	3,6	3,8	4	3,8	3,6	3	3,2	3,4	3,6
U_r , В	230	240	230	240	230	240	230	240	230	240	230

Розв’язання завдання для варіанта К

Визначаємо струм якоря двигуна й генератора

$$I_{я,дв} = I_n - I_{зб} = 62 - 3 = 59 \text{ А} = I_{н.г.}$$

Обчислюємо ЕРС двигуна й генератора без урахування падіння напруги в щітковому контакті:

$$E_{дв} = U_n - I_{я,дв} \cdot R_a = 220 - 59 \cdot 0,09 = 214,7 \text{ В};$$

$$E_r = U_r + I_{яг} \cdot R_a = 230 + 59 \cdot 0,09 = 235,3 \text{ В}.$$

Швидкість обертання якоря генератора визначаємо із співвідношення

$$\frac{E_r}{E_{дв}} = \frac{c \cdot n_r \cdot \Phi_r}{c \cdot n_{дв} \cdot \Phi_{дв}} = \frac{n_r}{n_{дв}},$$

оскільки за умовою $\Phi_r = \Phi_{дв}$,

$$n_r = \frac{E_r}{E_{дв}} n_{дв} = \frac{235,3}{214,7} 1000 = 1096 \text{ об/хв.}$$

Якщо врахувати падіння напруги в щітковому контакті, наприклад при $\Delta U_{\text{щ}} = 2 \text{ В}$, тоді

$$E'_{\text{дв}} = U_{\text{н}} - I_{\text{ядв}} \cdot R_{\text{я}} - \Delta U_{\text{щ}} = 214,7 - 2 = 212,7 \text{ В},$$

$$E'_{\text{г}} = U_{\text{г}} + I_{\text{яг}} \cdot R_{\text{я}} + \Delta U_{\text{щ}} = 235,3 + 2 = 237,3 \text{ В},$$

і швидкість обертання повинна бути

$$n_{\text{г}} = \frac{E'_{\text{г}}}{E'_{\text{дв}}} n_{\text{дв}} = \frac{237,3}{212,7} 1000 = 1116 \text{ об/хв}.$$

Знаходимо номінальний струм і номінальну потужність:

$$I_{\text{н.г}} = I_{\text{я.г}} - I_{\text{зб}} = 59 - 3 = 56 \text{ А},$$

$$P_{\text{нг}} = U_{\text{г}} \cdot I_{\text{нг}} = 230 \cdot 56 = 12880 \text{ Вт} = 12,9 \text{ кВт}.$$

Задача 4.2

Визначити швидкість обертання якоря генератора з $P_{\text{н}} = 16,5 \text{ кВт}$, $U_{\text{н}} = 230 \text{ В}$, $n_{\text{н.г}} = 1460 \text{ об/хв}$, $R_{\text{я}} = 0,18 \text{ Ом}$, $R_{\text{зб}} = 82 \text{ Ом}$ при роботі двигуном з $U_{\text{дв}} = 220 \text{ В}$, якщо насичення сталі й нагрівання двигуна прийняти такими ж, як у генератора. Обчислити електромагнітну потужність двигуна. Вихідні дані наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Параметр	Варіант завдання										
	К	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$P_{\text{нг}}, \text{ кВт}$	16,5	18	20	22	21	19	17	15	16	18	20
$U_{\text{н.г}}, \text{ В}$	230	240	230	240	230	240	230	240	230	240	230
$n_{\text{н.г}}, \text{ об/хв}$	1460	1400	1540	1500	1460	1400	1540	1600	1500	1460	1400
$R_{\text{я}}, \text{ Ом}$	0,18	0,2	0,22	0,21	0,2	0,19	0,18	0,17	0,16	0,18	0,2
$R_{\text{зб}}, \text{ Ом}$	82	84	86	85	83	81	80	82	84	85	83
$U_{\text{дв}}, \text{ В}$	220	220	220	230	210	220	210	220	210	220	220

Розв'язання задачі для варіанта К

Знаходимо струм якоря генератора й двигуна:

$$\begin{aligned} I_{\text{я.г}} &= I_{\text{н}} + I_{\text{зб}} = P_{\text{нг}}/U_{\text{н.г}} + U_{\text{н}}/R_{\text{зб}} = \\ &= 16500/230 + 230/82 = 72 + 2,8 = 74,8 \text{ А} \end{aligned}$$

$$I_{\text{я.дв}} = I_{\text{я.г}} \text{ (за умовою завдання).}$$

Струм, споживаний двигуном з мережі, дорівнює

$$I_{\text{дв}} = I_{\text{я.дв}} + I_{\text{зб}} = 74,8 + 2,8 = 77,6 \text{ А}.$$

Обчислюємо ЕРС генератора й двигуна:

$$E_{\Gamma} = U_{\text{н.Г}} + I_{\text{я.Г}} \cdot R_{\text{я}} = 230 + 74,8 \cdot 0,18 = 243,5 \text{ В};$$

$$E_{\text{дв}} = U_{\text{дв}} - I_{\text{ядв}} \cdot R_{\text{я}} = 220 - 74,8 \cdot 0,18 = 206,5 \text{ В}.$$

Швидкість обертання якоря двигуна знаходимо із співвідношення

$$n_{\text{дв}} = \frac{E_{\text{дв}}}{E_{\Gamma}} n_{\text{н.Г}} = \frac{206,5}{243,5} 1460 = 1238 \text{ об/хв.}$$

Визначаємо електромагнітну потужність двигуна:

$$P_{\text{ем}} = E_{\text{дв}} \cdot I_{\text{ядв}} = 206,5 \cdot 74,8 = 15446 \text{ Вт} = 15,5 \text{ кВт}.$$

Номинальна потужність двигуна буде трохи меншою.

Контрольні питання з теми «Електричні машини постійного струму»

1. Назвіть основні частини машини постійного струму, поясніть її конструкцію.
2. Поясніть принцип дії генератора постійного струму і призначення колектора у генератора та у двигуна.
3. Як можна змінити ЕРС генератора?
4. Поясніть принцип дії двигуна постійного струму.
5. Запишіть рівняння протиположності ЕРС і струму якоря двигуна.
6. Виведіть рівняння обертового моменту двигуна. Як змінити напрям обертання якоря двигуна?
7. Виведіть рівняння швидкості двигуна і поясніть можливості її регулювання.
8. Поясніть призначення пускового реостата й вибір величини його опору.
9. Особливості схеми двигуна з паралельним збудженням.
10. Поясніть регулювання швидкості двигуна зміною струму збудження. Чому розрив кола збудження небезпечний для двигуна?
11. Поясніть регулювання швидкості двигуна з паралельним збудженням зміною напруги на якорі.
12. Як змінюється швидкість двигуна з послідовним збудженням при зміні навантаження на його валу? Чому робота з малим навантаженням для двигуна є неприпустимою?
13. Поясніть, як регулюють швидкість двигуна з послідовним збудженням.
14. Як змінюються обертовий момент і швидкість двигуна із змішаним збудженням із зростанням навантаження?
15. Які з втрат у машині постійного струму залежать від навантаження? Які втрати є постійними?