

Міністерство освіти і науки України
Чернігівський промислово-економічний коледж
Київського національного університету технологій та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з НР

_____ С.В.Бондаренко

_____ 20__ р.

**Методичні вказівки і завдання щодо виконання
практичних робіт з дисципліни
Основи електропривода
для студентів 3 курсу
спеціальності 5.05070104 "Монтаж та експлуатація
електроустаткування підприємств і цивільних споруд**

Уклав

О.В. Шевченко

Розглянуто на засіданні
циклової комісії
спеціальних електротехнічних дисциплін
Протокол №__ від _____ 20__ року

Інструкція для виконання практичної роботи №1

Тема: Визначення жорсткості характеристик ДПС НЗ

1 Мета: Навчитися будувати електромеханічні характеристики двигуна постійного струму і визначити їхню жорсткість

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1 Обчислювальна техніка

2.2 Олівець

2.3 Лінійка

3 Теоретичні відомості:

Регулювання швидкості таким способом здійснюється при живленні якоря ДПС НЗ від керованого джерела (керованого перетворювача *КП*), утворюючи систему перетворювач-двигун, рисунок 1

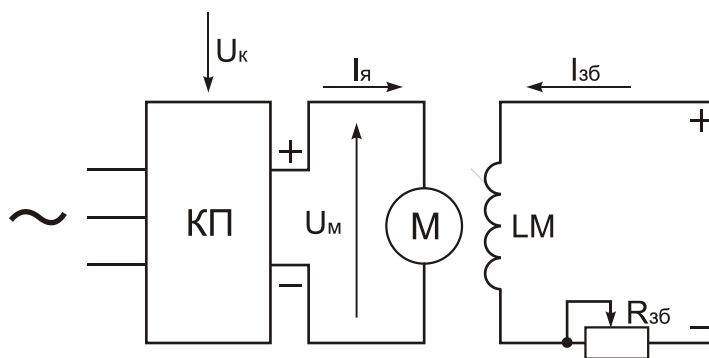


Рисунок 1 – Схема регулювання напруги живлення ДПС НЗ.

Керованим перетворювачем *КП* може бути або електромашинний, або статичний регульований перетворювачі.

Обмотка збудження *LM* ДПС НЗ живиться від окремого джерела постійного струму, наприклад, від некерованого (нерегульованого) випростувача. Перетворювач *КП* характеризується передатним коефіцієнтом (коефіцієнтом підсилення)

$$K_n = \frac{U_m}{U_k},$$

де U_k – вхідний керуючий сигнал.

Статичні характеристики ДПС НЗ, при знехтуванні реакцією якоря двигуна, будуть прямолінійними, їх вигляд наведений на рисунку 2



Рисунок 2 – Статхарактеристики ДПС НЗ при змінюванні напруги живлення якоря.

Оскільки при ідеальному неробочому ході швидкість його визначається

$$\omega_0 = \frac{U_m}{C_m \cdot \Phi},$$

то при змінюванні напруги живлення двигуна U_m пропорційно змінюється швидкість ідеального неробочого ходу на штучних характеристиках 2, 3, 4, 5, 6 ($\omega_{02}, \omega_{03}, -\omega_{03}, -\omega_{02}$).

4 Хід роботи:

Розрахувати і побудувати електромеханічні характеристики, проходження через точки координат, визначені номінальним струмом і швидкостями: $n_n=3000$ об/хв., $n_2=2600$ хв/об., $n_3=2100$ об/хв., $n_4=1000$ об/хв., $n_5=600$ об/хв., а також знайти діапазон регулювання швидкості, якщо пусковий струм на нижній границі регулювання $I_{пуск}=1,5 I_n$

Визначити жорсткість характеристик.

4.1 К.к.д. при номінальному навантаженні

$$\eta_n = \frac{P_n \cdot 10^3}{U_n \cdot I_n} = \frac{700}{220 \cdot 4,3} = 0,74$$

4.2 Внутрішній опір двигуна

$$r_d = \frac{0,5 \cdot (1 - \eta_n) \cdot U_n}{I_n} = \frac{0,5 \cdot (1 - 0,74) \cdot 220}{4,3} = 6,65 \text{ Ом}$$

4.3 Величина добутку конструктивного коефіцієнта на магнітний потік

$$k\Phi = \frac{U_n - I_n \cdot r}{\omega_n} = \frac{220 - 4,3 \cdot 6,65}{314,1} = 0,6$$

де $\omega_n = n_n / 9,55 = 3000 / 9,55 = 314,1$ рад/с

4.4.Е.р.с. тиристорного перетворювача, відповідна найбільшій швидкості і номінальному струму двигуна. Опір ТП приймаємо

$$r_{т.п} = 0,1 \cdot r_d = 0,1 \cdot 6,65 = 0,66 \text{ Ом}$$

$$E_{T1} = k\Phi \cdot \omega_n + I_n (r_d + r_{T.n}) = 0,6 \cdot 314,1 + 4,3(6,65 + 0,66) = 219,9 \text{ В}$$

5. Найбільша швидкість ідеального холостого ходу двигуна

$$\omega_{01} = \frac{E_{T1}}{k\Phi} = \frac{219,9}{0,6} = 366,5 \text{ рад/с}$$

6. Визначаємо е.р.с. і швидкості ідеального холостого ходу при заданих швидкостях

$$E_{T2} = k\Phi \cdot \omega_2 + I_n (r_d + r_{T.n}) = 0,6 \cdot 272,2 + 4,3(6,65 + 0,66) = 194,7 \text{ В}$$

де $\omega_2 = n_2/9,55 = 2600/9,55 = 272,2 \text{ рад/с}$

$$\omega_{02} = \frac{E_{T2}}{k\Phi} = \frac{194,7}{0,6} = 324,5 \text{ рад/с}$$

$$E_{T3} = k\Phi \cdot \omega_3 + I_n (r_d + r_{T.n}) = 0,6 \cdot 219,8 + 4,3(6,65 + 0,66) = 163 \text{ В}$$

де $\omega_3 = n_3/9,55 = 2100/9,55 = 219,8 \text{ рад/с}$

$$\omega_{03} = \frac{E_{T3}}{k\Phi} = \frac{163}{0,6} = 271,8 \text{ рад/с}$$

$$E_{T4} = k\Phi \cdot \omega_4 + I_n (r_d + r_{T.n}) = 0,6 \cdot 104,7 + 4,3(6,65 + 0,66) = 94,1 \text{ В}$$

де $\omega_4 = n_4/9,55 = 1000/9,55 = 104,7 \text{ рад/с}$

$$\omega_{04} = \frac{E_{T4}}{k\Phi} = \frac{94,1}{0,6} = 156,8 \text{ рад/с}$$

$$E_{T5} = k\Phi \cdot \omega_n + I_n (r_d + r_{T.n}) = 0,6 \cdot 62,8 + 4,3(6,65 + 0,66) = 69 \text{ В}$$

де $\omega_5 = n_5/9,55 = 600/9,55 = 62,8 \text{ рад/с}$

$$\omega_{05} = \frac{E_{T5}}{k\Phi} = \frac{69}{0,6} = 114,9 \text{ рад/с}$$

7. Швидкість ідеального холостого ходу і швидкість, відповідна номінальному струму, при найменшій швидкості

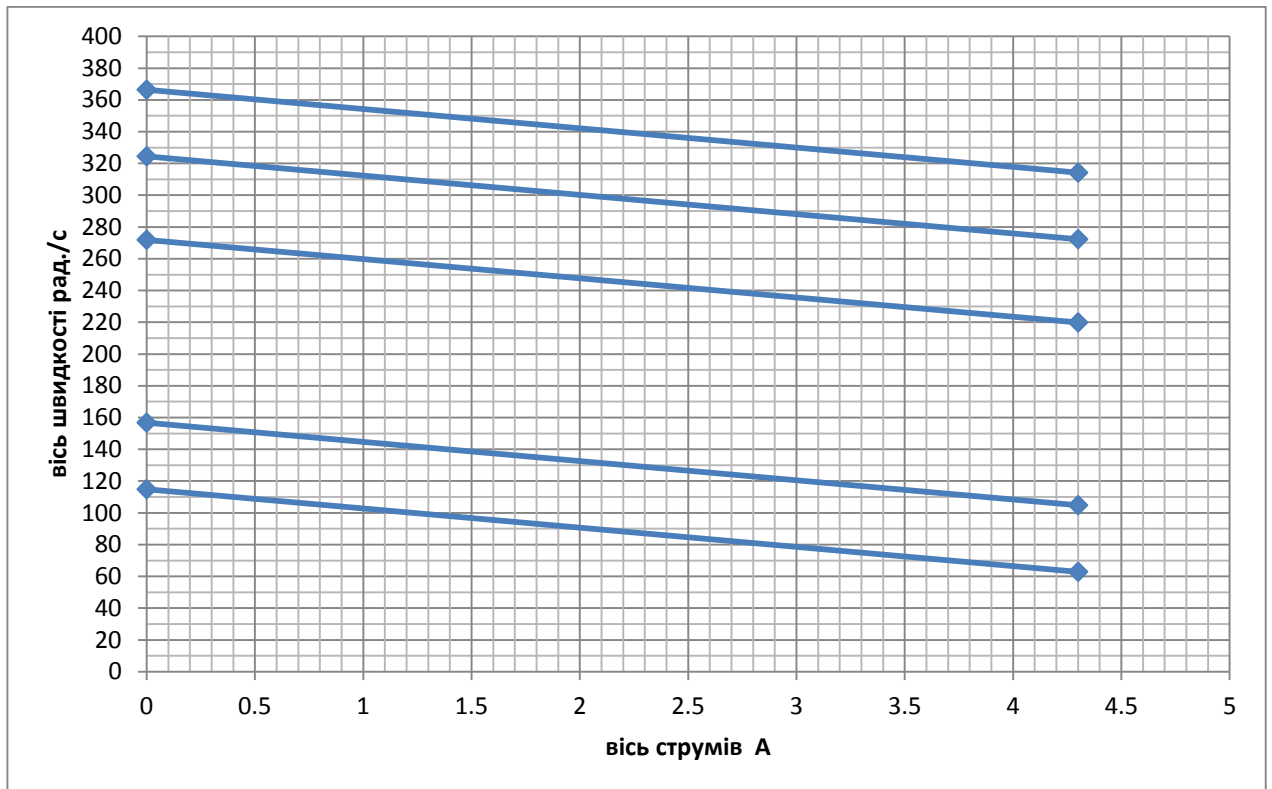
$$E_{T6} = 1,5 \cdot I_n (r_d + r_{T.n}) = 1,5 \cdot 4,3(6,65 + 0,66) = 47,1 \text{ В}$$

$$\omega_{06} = \frac{E_{T6}}{k\Phi} = \frac{47,1}{0,6} = 78,5 \text{ рад/с}$$

8. Діапазон регулювання

$$D = \frac{\omega_n}{\omega_{06}} = \frac{314,1}{78,5} = 4$$

Графік електромеханічних характеристик



5 Висновки:

Зробити висновки про виконану роботу

Література

1 В.В.Москаленко Электрический привод – М.; В.Ш. 1991

2 Ю.А. Михеев. Э.В. Морозов Электрический привод – М.; ВО «Агропромиздат» 1988

3 Э.А. Каминский Практические приемы чтения схем электроустановок- М.; Энергоатомиздат

Інструкція для виконання практичної роботи №2

1 Тема: Побудова механічних характеристик ДПС НЗ з реактивним навантаженням

2 Мета: Навчитися будувати електромеханічні характеристики двигуна постійного струму з реактивним навантаженням

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1 Обчислювальна техніка

2.2 Олівець

2.3 Лінійка

3 Теоретичні відомості:

Для одержання аналітичного виразу механічної характеристики $\omega = f(M)$ треба знайти залежність швидкості ω двигуна від його моменту M . Для цього необхідно скористуватись відомим виразом моменту для ДПС

$$M = C_m \cdot \Phi \cdot I_a, [H \cdot m]. \quad (3.9)$$

Точно кажучи, для виводу цієї залежності слід користуватись не електромагнітним моментом M двигуна (3.9), а моментом на валу двигуна, тобто моментом на величину втрат неробочого ходу меншим, ніж M . Однак для практичної точності розрахунків знехтування цими втратами суттєвого значення не має.

Якщо у формулу (3.8) замість I_a підставити його значення із формули (3.9)

$$I_a = \frac{M}{C_m \cdot \Phi}$$

то одержимо аналітичний вираз залежності ω від M , тобто механічної характеристики двигуна

$$\omega = \frac{U_m}{C_m \cdot \Phi} - \frac{I_a \cdot R_a}{C_m \cdot \Phi},$$
$$\omega = \frac{U_m}{C_m \cdot \Phi} - M \cdot \frac{R_a}{C_m^2 \cdot \Phi^2}, \text{ або} \quad (3.9')$$

$$\omega = \frac{U_m}{\kappa_m} - M \cdot \frac{R_a}{\kappa_m}, \quad (3.10)$$

де $\kappa_m = C_m \cdot \Phi$, [Вб].

Таким чином, рівняння (3.8) та (3.10) є аналітичним виразом електромеханічної й механічної характеристик відповідно, двигуна постійного струму незалежного збудження.

Якщо у рівняннях (3.8) й (3.10) коефіцієнти U_m , C_m , Φ і R_a є константи, то математично ці рівняння мають вигляд типу

$$y = k \cdot x + b,$$

і описують прямі лінії, які не проходять через початок координат.

Отже легко дійти висновку про пряmoliнiйнiсть статхарактеристик, якщо вищеназванi коефiцiєнти можна вважати константами з огляду на фiзичнi процеси, що при цьому протiкають.

4 Хiд роботи:

Двигун постійного струму незалежного збудження працює з реактивним навантаженням. Номiнальнi даннi двигуна:

$P_n = 0,13 \text{ кВт}$, $I_n = 2 \text{ А}$, $U_n = 110 \text{ В}$, $n_n = 1000 \text{ об/хв}$. Розрахувати та побудувати характеристики: штучну

4.1 К.к.д. при номiнальному навантаженнi

$$\eta_n = \frac{P_n \cdot 10^3}{U_n \cdot I_n} = \frac{130}{110 \cdot 2} = 0,54$$

4.2 Внутрiшнiй опiр двигуна

$$r_d = \frac{0,5 \cdot (1 - \eta_n) \cdot U_n}{I_n} = \frac{0,5 \cdot (1 - 0,54) \cdot 110}{2} = 12,65 \text{ Ом}$$

4.3 Номiнальний момент двигуна

$$M_n = \frac{P_n \cdot 1000}{\omega_n} = \frac{130}{104,7} = 1,24 \text{ Нм}$$

$$\text{де } \omega_n = \frac{n_n}{9,55} = \frac{1000}{9,55} = 104,7 \text{ рад/с}$$

4.4 Величина добутку конструктивного коефiцiєнта на магнiтний потiк

$$k\Phi = \frac{U_n - I_n \cdot r_d}{\omega_n} = \frac{110 - 2 \cdot 12,65}{104,7} = 0,81$$

4.5 Швидкiсть iдеального холостого ходу

$$\omega_0 = \frac{U_n}{k\Phi} = \frac{110}{0,81} = 135,8 \text{ рад/с}$$

Координати точок для побудовання штучної механiчної характеристики

$$1 \text{ точка: } M = 0 \quad \omega_0 = 135,8 \text{ рад/с}$$

$$2 \text{ точка: } M_n = 1,24 \text{ Нм} \quad \omega_n = 104,1 \text{ рад/с}$$

5 Висновки:

Зробити висновки про виконану роботу

Лiтература

1 В.В.Москаленко Электрический привод – М.; В.Ш. 1991

2 Ю.А. Михеев. Э.В. Морозов Электрический привод – М.; ВО «Агропромиздат» 1988

3 Э.А. Каминский Практические приемы чтения схем электроустановок – М.; Энергоатомиздат

Інструкція для виконання практичної роботи №3

Тема: Визначення опору противмикання ДПС НЗ

1 Мета: Навчитися будувати електромеханічні характеристики двигуна постійного струму і визначити опір противмикання

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1 Обчислювальна техніка

2.2 Олівець

2.3 Лінійка

3 Теоретичні відомості:

Графічне зображення статичної механічної характеристики, наприклад, для так званого гальмівного спускання, вантажу, має вигляд показаний на рисунку 1. Механічна характеристика для режиму гальмування противвмикання є продовження характеристики двигунового режиму у четвертий квадрант.

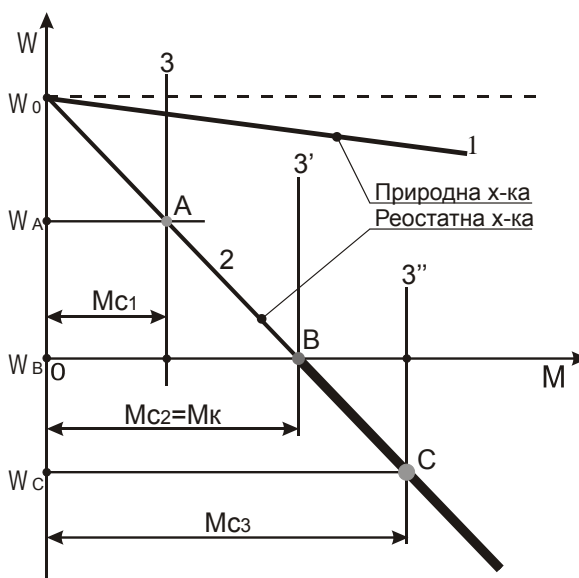


Рисунок 1 – Характеристики гальмування з активним M_c .

При вмиканні обмоток двигуна для піднімання вантажу, двигун може бути запущеним у хід лише тоді, коли

$$M_c < M_k = M_{\text{пуск}}, \quad (3.17)$$

де M_c - статичний момент опору вантажу, умова (3.17) буде чинна, наприклад, коли $M_c = M_{c1}$ (точка **A**, рисунок 3.8);

$M_k = M_{\text{пуск}}$ - момент двигуна на початку пуску, ще при нерухомому якорі, тобто момент короткого замкнення (точка **B**).

Якщо момент опору вантажу під час пуску складає M_{c1} , то після запуску двигуна швидкість його буде збільшуватись до значення швидкості ω_A , тобто до усталеної швидкості у точці **A**, а струм двигуна визначається:

$$I_{\text{я}A} = \frac{U_m - E_{\text{я}A}}{R_{\text{я}}}. \quad (3.18)$$

Якщо під час піднімання вантажу збільшувати масу вантажу (тобто характеристику виконавчого механізму 3, дивись рисунок, зміщувати вправо), то швидкість двигуна буде спадати по ділянці характеристики AB , швидкість піднімання вантажу буде зменшуватись, якщо збільшити при цьому вантаж до створення моменту опору M_{c2} (характеристика механізму 3'), що буде дорівнювати пусковому моменту

$$M_{c2} = M_{\text{пуск}} = M_k,$$

а двигун зупиниться, швидкість піднімання вантажу $\omega_B = 0$.

Для цієї швидкості рівняння (3.18) буде мати вигляд

$$I_{яB} = \frac{U_m - 0}{R_я} = \frac{U_m}{R_я} = I_k = I_{\text{пуск}}.$$

Якщо в подальшому ще збільшувати масу вантажу, то момент вантажу перевищить пусковий момент двигуна і під дією надлишку моменту опору двигун почне обертатися у протилежний бік а вантаж почне опускатися по ділянці характеристики BC , швидкість опускання почне збільшуватись. Якщо установити незмінним вантаж, наприклад такий, що створює момент вантажу M_{c3} (характеристика механізму 3''), то збільшення швидкості опускання вантажу буде тривати до точки C , після якої опускання вантажу вже буде тривати з усталеною швидкістю ω_c .

Таким чином, двигун при цьому буде обертатися у протилежний бік, магнітний потік двигуна зберіг свій напрямок, значить напрямок е.р.с. двигуна зміниться на протилежний, а струм двигуна у відповідності до (3.17) буде

$$I_{яC} = \frac{U_m - (-E_{яC})}{R_я} = \frac{U_m + E_{яC}}{R_я},$$

величина якого, як видно з виразу, буде більшою, ніж у двигуновому режимі.

4 Хід роботи:

Двигун постійного струму незалежного збудження працює з реактивним навантаженням. Номінальні данні двигуна:

$P_H = 0,13 \text{ кВт}$, $I_H = 2 \text{ А}$, $U_H = 110 \text{ В}$, $n_H = 1000 \text{ об/хв}$. Розрахувати та побудувати характеристики: штучну і в режимі проти вмиканням при $M_{\text{нач.торм.}} = 2,5M_H$, якщо $M_c = M_H$.

4.1 К.к.д. при номінальному навантаженні

$$\eta_H = \frac{P_H \cdot 10^3}{U_H \cdot I_H} = \frac{130}{110 \cdot 2} = 0,54$$

4.2. Внутрішній опір двигуна

$$r_d = \frac{0,5 \cdot (1 - \eta_H) \cdot U_H}{I_H} = \frac{0,5 \cdot (1 - 0,54) \cdot 110}{2} = 12,65 \text{ Ом}$$

4.3. Номінальний момент двигуна

$$M_H = \frac{P_H \cdot 1000}{\omega_H} = \frac{130}{104,7} = 1,24 \text{ Нм}$$

$$\text{де } \omega_H = \frac{n_H}{9,55} = \frac{1000}{9,55} = 104,7 \text{ рад/с}$$

4.4. Величина добутку конструктивного коефіцієнта на магнітний потік

$$k\Phi = \frac{U_H - I_H \cdot r_d}{\omega_H} = \frac{110 - 2 \cdot 12,65}{104,7} = 0,81$$

4.5. Швидкість ідеального холостого ходу

$$\omega_0 = \frac{U_H}{k\Phi} = \frac{110}{0,81} = 135,8 \text{ рад/с}$$

Координати точок для побудовання штучної механічної характеристики

$$1 \text{ точка: } M = 0 \quad \omega_0 = 135,8 \text{ рад/с}$$

$$2 \text{ точка: } M_H = 1,24 \text{ Нм} \quad \omega_H = 104,1 \text{ рад/с}$$

Режим проти вмикання

4.6. Е.р.с. двигуна, відповідна заданому статичному навантажені на природній характеристиці

$$E = k\Phi \cdot \omega_H = 0,81 \cdot 104,7 = 84,8 \text{ В}$$

ПРИМІТКА:

$$\text{якщо } M_c \text{ не дорівнює } M_H, \text{ то } E = k\Phi \cdot \omega_e, \text{ де } \omega_e = \omega_0 - \frac{M_c \cdot r_d}{(k\Phi)^2}$$

4.7. У двигунів постійного струму незалежного збудження момент прямо пропорційний струму, тому момент і струм з початку гальмування дорівнюють

$$M_{\text{нач,торм.}} = -2,5 \cdot M_H = -2,5 \cdot 1,24 = -3,1 \text{ Нм}$$

$$I_{\text{нач,торм.}} = 2,5 \cdot I_H = 2,5 \cdot 2 = 5 \text{ А}$$

4.8. Опір проти вмикання

$$R_{\text{пр}} = \frac{U_H + E}{I_{\text{нач,торм}}} - r_d = \frac{110 + 84,8}{5} - 12,65 = 26,3 \text{ Ом}$$

4.9. При закінченні гальмування $\omega_k = 0$ і $E = 0$, тоді

$$I_{\text{кін,торм}} = \frac{-U_H}{r_d + R_{\text{пр}}} = \frac{-110}{12,65 + 26,3} = -2,82 \text{ А}$$

або в відносних одиницях

$$I^*_{\text{кін,торм}} = \frac{I_{\text{кін,торм}}}{I_H} = \frac{-2,82}{2} = -1,41$$

4.10. Кінцевий гальмівний момент

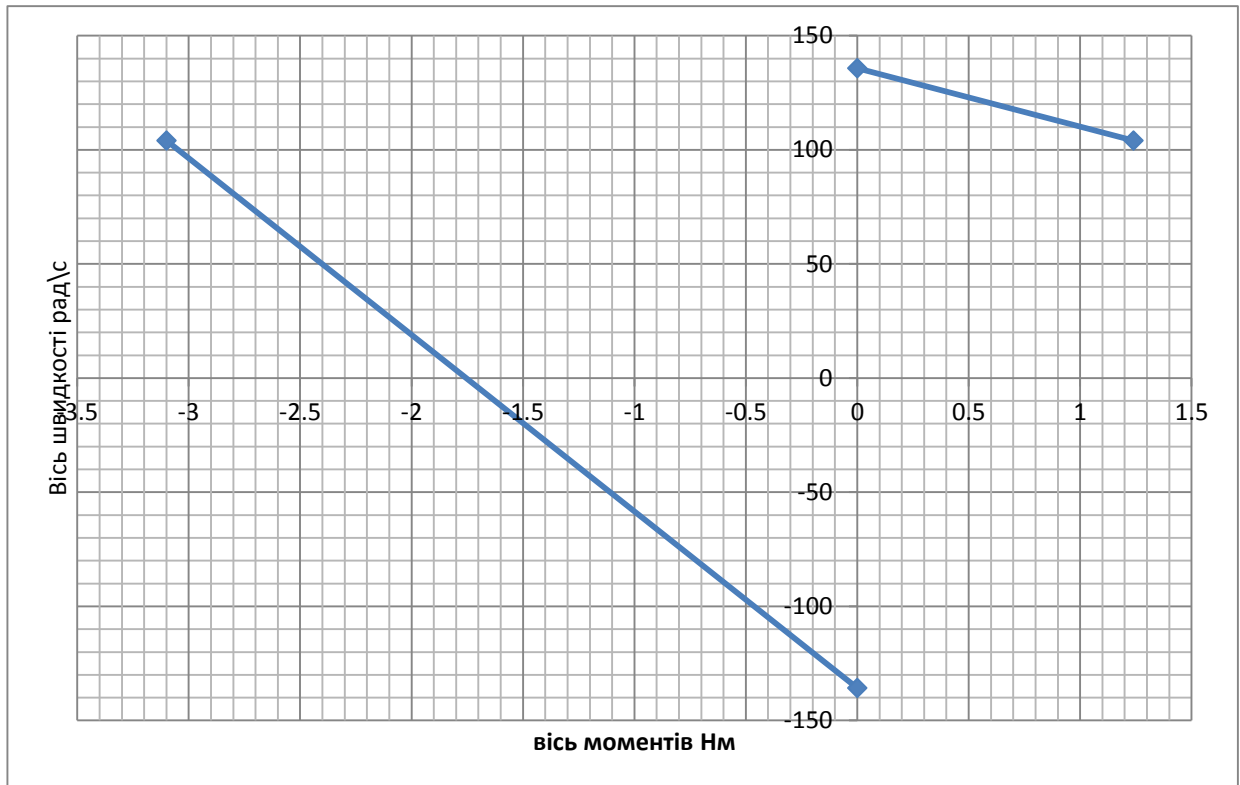
$$M_{\text{кін,торм}} = -1,3 \cdot M_H = -1,41 \cdot 1,24 = -1,74 \text{ Нм}$$

4.11. Рівняння механічної характеристики двигуна в режимі противмикання

$$\omega_H = \omega_0 + \frac{M_H \cdot (r_d + R_{\text{пр}})}{(k\Phi)^2} = -135,8 + \frac{1,24 \cdot (12,65 + 26,3)}{(0,81)^2} = -41 \text{ рад/с}$$

4.12. Координати точок для

1 точка: $M=0$ $-\omega_0 = -135,8$ рад/с
2 точка: $M_{\text{кін.торм}} = -1,74$ Нм $\omega_{\text{к}} = 0$ рад/с



5 Висновки:

5.1 Зробити висновки про виконану роботу

Література

- 1 В.В.Москаленко Электрический привод – М.; В.Ш. 1991
- 2 Ю.А. Михеев. Э.В. Морозов Электрический привод – М.; ВО «Агропромиздат» 1988
- 3 Э.А. Каминский Практические приемы чтения схем электроустановок- М.; Энергоатомиздат

Інструкція для виконання практичної роботи №4

Тема: Побудова механічних характеристик для АД з короткозамкненим ротором

1 Мета: Навчитися будувати механічні характеристики для АД з короткозамкненим ротором

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Обчислювальна техніка
- 2.2 Олівець
- 2.3 Лінійка

3 Теоретичні відомості:

Механічна статична характеристика АД у координатах S й M ($M = f(S)$) Така характеристика добре відома з загального курсу електричних машин (рис.1). Нагадаємо деякі її особливості.

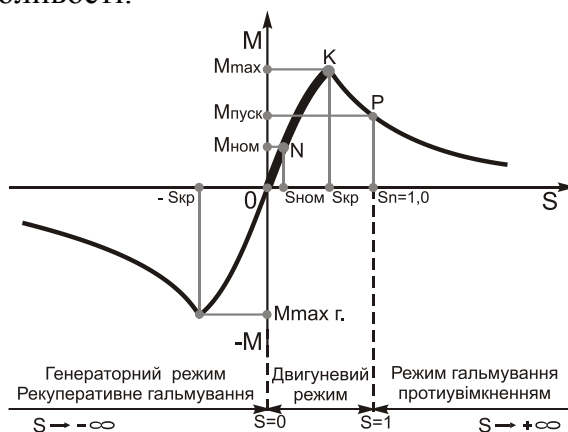


Рисунок 1 – Механічна характеристика АД в координатах $M = f(S)$.

Крива має чотири характерні точки:

- синхронний режим (точка O), при цьому $S = 0$, $M = 0$;
- номінальний режим (точка N), при цьому $S = S_{ном}$, $M = M_{ном}$;
- критичний режим (точка K), при цьому момент, який розвиває двигун у двигуновому режимі, максимальний $M = M_{max \delta}$, а ковзання, що відповідає цьому режимові критичне $S = S_{кр}$;
- режим початкового пуску (точка P), при цьому ковзання $S_n = 1$, а момент – пусковий $M = M_{пуск}$.

На протязі числової осі (числа змінюються від $-\infty$ до $+\infty$) слід відзначити межі змінювання ковзання:

- а) при $1 > S > 0$ – двигуновий режим;
- б) при $+\infty > S > 1$ – режим гальмування противвімкненням;
- с) при $0 > S > -\infty$ – генераторний режим рекуперативного гальмування.

Максимальний момент для двигунового режиму (за абсолютним значенням) менше, ніж максимального момента генераторного режиму

$$|M_{max \delta}| < |M_{max г.}|$$

(на це впливають знаки „ \pm ” у знаменнику рівняння, оскільки опір

$$R_1 + \sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2')^2} > R_1 - \sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2')^2}.$$

Величина критичного ковзання для двигунового й генераторного режимів (за абсолютним значенням) одна і та ж.

$$|S_{кр.д.}| = |S_{кр.г.}|$$

Рівняння механічної характеристики відповідає більш-менш точним співвідношенням параметрів характеристики, тому що ураховує падіння напруги на активному опорі статора R_1 . У реальних умовах активний опір статора (особливо для АД середньої та великої потужностей) не значний і ним (з достатньою для практичних розрахунків точністю) можна знехтувати

$$R_1 = 0.$$

З урахуванням рівняння механічної характеристики набере вигляду

$$M = \frac{2M_{\max}}{\frac{S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S}}.$$

4 Хід роботи

Асинхронний трьохфазний двигун з короткозамкненим ротором працює на реактивне навантаження з $M_c = 0,82 M_H$

Розрахувати і побудувати природну механічну характеристику і штучну характеристику при $U_1 = 0,82 \cdot U_H$. Визначити, чи зможе електродвигун працювати при U_1 на задане навантаження.

Данні: $P_H = 11 \text{ кВт}$, $n_H = 1460 \text{ об/хв.}$, $\lambda_M = M_M/M_H = 3$, $M_H/M_H = 2,2$
 $U_H = 380 \text{ В}$

4.1. Номінальний момент двигуна

$$M_H = \frac{P_H \cdot 11000}{\omega_H} = \frac{11000}{152,9} = 72 \text{ Нм}$$

$$\text{де } \omega_H = \frac{n_H}{9,55} = \frac{1460}{9,55} = 152,9 \text{ рад/с}$$

4.2. Синхронна кутова швидкість

$$\omega_o = n_o/9,55 = 1500/9,55 = 157 \text{ рад/с}$$

4.3. Максимальний момент двигуна

$$M_M = 72 \cdot 3 = 216 \text{ Нм}$$

4.4. Номінальне ковзання

$$S_H = \frac{\omega_o - \omega_H}{\omega_o} = \frac{157 - 152,9}{157} = 0,02$$

4.5. Критичне ковзання

$$s_k = S_H \cdot \left(\lambda_M + \sqrt{\lambda_M^2 + 1} \right) = 0,02 \cdot (3 + \sqrt{3^2 + 1}) = 0,12$$

4.6 Координати точок для побудовання характеристики

$$M_{T1} = \frac{2 \cdot M_{T.M}}{s_{к.т}/S + S/s_{к.т}} = \frac{2 \cdot 216}{0,12/S + S/0,12}$$

| Вид хар- ки | Природна | | | | | | |
|--------------------|----------|------|-------|------|------|------|------|
| | S | 0 | 0,02 | 0,12 | 0,4 | 0,6 | 0,8 |
| M _{T1} Нм | 0 | 70,1 | 216 | 119 | 83 | 64,5 | 52 |
| ω рад/с | 157 | 150 | 138 | 94 | 63 | 31 | 0 |
| M _{T2} Нм | 0 | 47 | 144,7 | 79,7 | 55,6 | 43,2 | 34,8 |

5 Висновки

Зробити висновки про виконану роботу

Література

- 1 В.В.Москаленко Электрический привод – М.; В.Ш. 1991
- 2 Ю.А. Михеев. Э.В. Морозов Электрический привод – М.; ВО «Агропромиздат» 1988
- 3 Э.А. Каминский Практические приемы чтения схем электроустановок- М.; Энергоатомиздат. 1988

Інструкція для виконання практичної роботи №5

Тема: Визначення часу пуску асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором

1 Мета: Навчитися визначати час пуску асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1 Обчислювальна техніка

2.2 Олівець

2.3 Лінійка

3 Теоретичні відомості:

При розрахунку електроприводів потрібно знати час пуску або гальмування системи електродвигун – робоча машина. Така необхідність виникає при розробці технологічних процесів, пов'язаних з частими пусками, гальмуваннями і реверсуванням електродвигунів; при перевірці двигунів на нагрівання під час перехідних режимів тощо.

Якщо прийняти зведений момент інерції системи J незмінним, то рівняння руху електропривода (1.25) можна записати так:

$$dt = J \frac{d\omega}{M_{\delta} - M_c}, \quad (3.1)$$

або

$$t = J \int_{\omega_1}^{\omega_2} \frac{d\omega}{M_{\delta} - M_c}, \quad (3.2)$$

де t – час перехідного процесу при зміні швидкості електродвигуна від ω_1 до ω_2 .

Оскільки момент електродвигуна і момент статичних опорів системи є функціями швидкості, то

$$t = J \int_{\omega_1}^{\omega_2} \frac{d\omega}{M_{\partial}(\omega) - M_c(\omega)}. \quad (3.3)$$

Аналітичне розв'язання рівняння (3.3) часто дуже складне, а іноді неможливе через складність рівнянь механічних характеристик електродвигуна і робочої машини. В деяких випадках розв'язання можна спростити.

Розглянемо це на прикладі реостатного пуску електродвигуна постійного струму або асинхронного двигуна з фазним ротором, прийнявши залежність між їх моментом і швидкістю лінійною, а момент статичних опорів незмінним ($M_c = const$).

При вірному розрахунку пускового реостата значення максимального моменту $M_{\partial 1}$ і моменту перемикання $M_{\partial 2}$ на всіх ступенях однакові (рис.3.1), тому з невеликою похибкою можна допустити, що момент двигуна в процесі пуску незмінний і дорівнює середньому значенню:

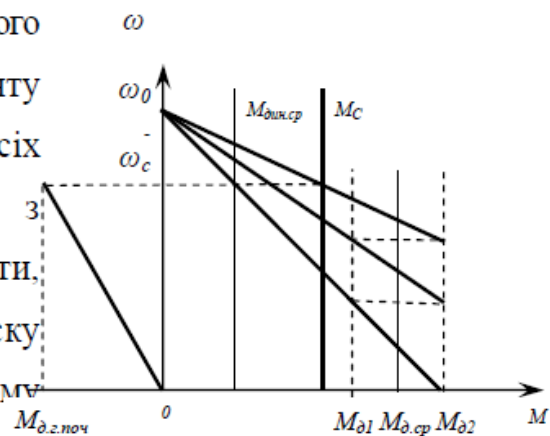


Рис.3.1. Зміна моменту електродвигуна при реостатному пуску і $M_c = const$

$$M_{\partial, ср} = \frac{M_{\partial 1} + M_{\partial 2}}{2}. \quad (3.4)$$

З урахуванням прийнятих припущень час пуску системи до усталеної швидкості ω_c буде:

$$t_n = J \int_0^{\omega_c} \frac{d\omega}{M_{\partial, ср} - M_c} = \frac{J\omega_c}{M_{\partial, ср} - M_c}. \quad (3.5)$$

4 Хід роботи:

Визначити час пуску, гальмування асинхронного короткозамкненого двигуна, що приводить в рух центробіжний вентилятор.

Дані для розрахунку:

$$P_n = 1,1 \text{ кВт}; \quad n_n = 1420 \text{ об/хв.}; \quad M_{*M} = 2,2;$$

$$j_{дв} = 0,0323 \text{ кг} \cdot \text{м}^2; \quad j_{вент} = 0,0011 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

$$\text{Момент навантаження } \dot{I}_{*n} = 0,8$$

Розв'язок:

4.1 Номінальне ковзання двигуна

$$S_n = \frac{n_0 - n_n}{n_0} = \frac{1500 - 1420}{1500} = 0,053$$

4.2 Критичне ковзання

$$S_k = S_n \cdot (M_{*M} + \sqrt{M_{*M}^2 - 1}) = 0,053 \cdot (2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1}) = 0,22$$

4.3 Номінальний момент двигуна

$$M_n = \frac{9550 \cdot P_n}{\eta_n} = \frac{9550 \cdot 1,1}{1420} = 7,4 H_M$$

4.4 Значення ефективного моменту при пуску

$$M_{эф.п.} = \frac{M_n \cdot S_k}{0,25 + 1,5 \cdot S_k^2} = \frac{2,2 \cdot 7,4 \cdot 0,22}{0,25 + 1,5 \cdot 0,22^2} = 12,02 H_M$$

4.5 Сумарний момент інерції електропривода на валу двигуна

$$\sum j = j_{дв} + j_{вент.} = 0,00323 + 0,0011 = 0,00433 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

4.6 Час пуску електродвигуна під навантаженням

$$t_{пуск} = \frac{\sum j \cdot \omega_n}{M_{эф.п.} - M_c},$$

де $\omega_n = 1420 / 9,55 = 148,7 \text{ рад/с}$

$$M_c = 0,8 \cdot M_n = 0,8 \cdot 7,4 = 5,92 H_M$$

$$t_{пуск} = \frac{0,00433 \cdot 148,7}{12,02 - 5,92} = 0,105 \text{ с}$$

4.7 Ефективне значення моменту при гальмуванні проти вмиканням

$$M_{эф.т.} = \frac{M_n \cdot S_k}{0,75 + 0,345 \cdot S_k^2} = \frac{2,2 \cdot 7,4 \cdot 0,22}{0,75 + 0,345 \cdot 0,22^2} = 4,71 H_M$$

4.8 Час гальмування електродвигуна під навантаженням

$$t_{торм} = \frac{\sum j \cdot \omega_n}{M_{эф.п.} + M_c} = \frac{0,00433 \cdot 148,7}{4,71 + 5,92} = 0,0605 \text{ с}$$

5 Висновки:

Зробити висновки про виконану роботу

Література

1 В.В.Москаленко Электрический привод – М.; В.Ш. 1991

2 Ю.А. Михеев. Э.В. Морозов Электрический привод – М.; ВО
«Агропромиздат» 1988

3 Э.А. Каминский Практические приемы чтения схем электроустановок-
М.; Энергоатомиздат

Інструкція для виконання практичної роботи №6

Тема: Визначення втрат енергії в АД

1 Мета: Навчитися проводити розрахунок втрат енергії в АД

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1 Обчислювальна техніка

2.2 Олівець

2.3 Лінійка

3 Теоретичні відомості

Основні складові втрат в машині:

- втрати в обмотках (втрати в міді);
- втрати в магнітопроводі (втрати в сталі);
- втрати в частинах, що труться (втрати механічні).

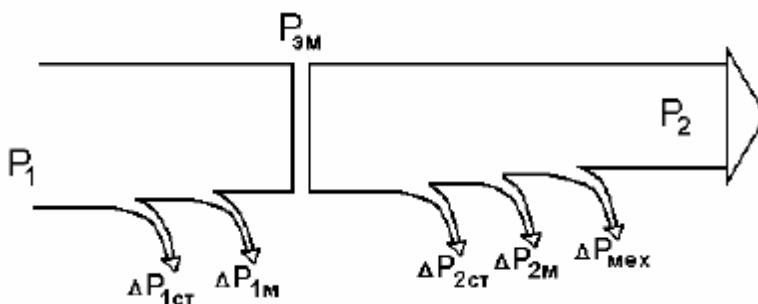
Для нерегульованого електроприводу першу складову, пропорційну I^2 , відносять до змінних втрат, оскільки $I = M$, а останній визначається моментом опору, тобто залежить від технологічного процесу. Дві інші складові відносять умовно до постійних втрат, оскільки втрати в магнітопроводі визначаються практично незмінною амплітудою і частотою магнітної індукції, а механічні втрати – практично незмінною швидкістю. Таким чином, для нерегульованого електроприводу в першому наближенні можна вважати

$$\Delta P = K + I^2 R$$

де - K – постійні втрати;

I і R – струм і опір силовому колу.

Детальніше якісне уявлення про втрати дає – діаграма втрат при передачі енергії від електричного джерела $P_1 = 3U\phi I \cos \varphi$ (або $P_1 = UI$ для електроприводу постійного струму) до навантаження P_2 , що $P_2 = Mw$.



Визначити втрати енергії в асинхронному трьохфазному короткозамкненому двигуні при пуску, гальмуванні проти вмиканням, реверсуванні без навантаження.

4 Хід роботи

Дані для розрахунку:

$$P_n = 22 \text{ кВт}; n_n = 730 \text{ об/хв.}; I_n = 45,3 \text{ А}; M_{*II} = 1,2; I_{*II} = 5,5;$$

$$j_{дв} = 0,453 \text{ кг} \cdot \text{м}^2; \cos \varphi_{II} = 0,4; U_n = 380 \text{ В}.$$

Р о з в ' я з о к:

Повний опір двигуна при пуску

$$Z_{\kappa} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot I_{II}} = \frac{380}{1,73 \cdot 5,5 \cdot 45,3} = 0,88 \text{ Ом}$$

Активний приведенний опір ротора

$$R_2' = \frac{\omega_0 \cdot M_{II} \cdot Z_{\kappa}^2}{3 \cdot U_{\phi}^2},$$

де $\omega_0 = 750/9,55 = 78,5 \text{ рад/с}$

$$M_{II} = 1,2 \cdot M_n = \frac{1,2 \cdot P_n \cdot 9550}{n_n} = \frac{1,2 \cdot 22 \cdot 9550}{730} = 345,4 \text{ Нм}$$

$$U_{\phi} = 380/\sqrt{3} = 220 \text{ В}$$

$$R_2' = \frac{78,5 \cdot 345,4 \cdot 0,88^2}{3 \cdot 220^2} = 0,144 \text{ Ом}$$

Активний опір фазної обмотки статора

$$R_1 = Z_{\kappa} \cdot \cos \varphi_{II} - R_2' = 0,88 \cdot 0,4 - 0,144 = 0,208 \text{ Ом}$$

Втрати енергії в двигуні при пуску

$$\Delta A_{II} = \frac{j_{дв} \cdot \omega_0^2}{2} \cdot \left(1 + \frac{R_1}{R_2'}\right) = \frac{0,453 \cdot 78,5^2}{2} \cdot \left(1 + \frac{0,208}{0,144}\right) = 3412 \text{ Дж}$$

Втрати енергії при гальмуванні проти вмиканням

$$\Delta A_T = 3 \cdot \Delta A_{II} = 3 \cdot 3412 = 10236 \text{ Дж}$$

Втрати енергії при реверсуванні без навантаження

$$\Delta A_p = 4 \cdot \Delta A_{II} = 4 \cdot 3412 = 13648 \text{ Дж}$$

5 Висновки

Зробити висновки про виконану роботу

Література

- 1 В.В.Москаленко Электрический привод – М.; В.Ш. 1991
- 2 Ю.А. Михеев. Э.В. Морозов Электрический привод – М.; ВО «Агропромиздат» 1988
- 3 Э.А. Каминский Практические приемы чтения схем электроустановок- М.; Энергоатомиздат. 1988