

Лекція №12. Штучні механічні характеристики АД при зміні параметрів кола двигуна і живильної мережі.

12.1. Загальні положення.

Штучні механічні характеристики АД можна отримати зміною величини і частоти напруги живлення, введенням в коло ротора або статора додаткового опору і т.п. Розглянемо, який вплив на механічні характеристики двигуна надають перераховані чинники.

При зміні підводиться до двигуна напруги змінюється момент, тому що

$$\omega = \frac{2\pi f}{p_{\text{п}}}$$

він пропорційний квадрату фазної напруги. Синхронна швидкість ω_0 і критичне ковзання, а також форма характеристики зберігаються (рис.12.1). Зміниться величина швидкості при $M_{\text{н}}$, однак, ця зміна буде незначною.

Зменшення напруги призводить до значного зниження

$$\lambda_M = \frac{M_{\text{кр}}}{M_{\text{н}}}$$

перевантажувальної здатності, але знижується і струм холостого ходу. При $U_1 = U_{1\text{н}}$ магнітне коло машини насичене.

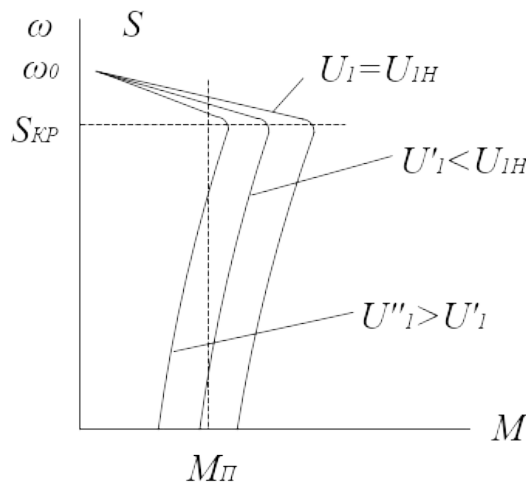


Рис.12.1.

Збільшення U_1 при $f = \text{const}$ призводить при інших рівних умовах до швидкого збільшення струму намагнічування. Оскільки у двигунів нормального виконання струм холостого ходу $I_0 \approx (0,25 \div 0,35) I_{1\text{н}}$, перевищення U_1 на (20...30)% може збільшити I_0 до значень, що перевищують $I_{1\text{н}}$, і двигун може нагріватися понад допустиму температуру навіть при відсутності корисного навантаження.

Для обмеження величини пускового струму АД з к.з. ротором під час роботи від мережі обмеженої потужності або зменшення кидків струму і пускового моменту, що важливо для пом'якшення ударів в передачах, іноді в коло статора вводять додатковий активний або індуктивний опір. Величина опору визначається потрібним значенням пускового струму. Якщо потрібно обмежити пусковий струм двигуна при номінальних умовах до значення

$I_n = \alpha I_n'$, де $\alpha < 1$, то для цього повний опір к.з. в початковий момент пуску має

бути $Z_{кз} = \frac{Z_k}{\alpha}$, де $Z_k = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot I_n}$ - повний опір к.з. при номінальних умовах.

12.2. Визначення додаткових опорів.

Розрахункові формули для визначення додаткових опорів можна знайти використовуючи трикутники короткого замикання (рис.12.2).

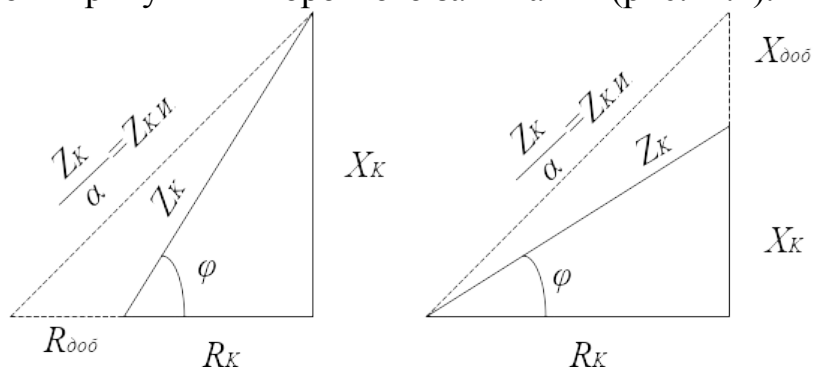


Рис.12.2.

$$R_{доод} = \sqrt{\left(\frac{Z_k}{\alpha}\right)^2 - X_k^2} - R_k \quad X_{доод} = \sqrt{\left(\frac{Z_k}{\alpha}\right)^2 - R_k^2} - X_k$$

При введенні в колоротора АД додаткового активного опору

$$S_{кр} = \frac{R_2 + R_{2доод}}{\sqrt{I_1^2 + X_k^2}}$$

збільшується критичне ковзання зміщується в бік більших ковзань, а величина його не змінюється, тому що $M_{кр}$ не залежить від активного опору роторної кола. Введення в коло ротора $R_{доод}$ використовується для обмеження пускового струму і збільшення пускового моменту (рис.12.3). Фізично збільшення пускового моменту пояснюється збільшенням активної складової струму ротора (збільшенням числа провідників обмотки ротора, на які електромагнітні сили діють у напрямку обертання і зменшенням числа провідників, на які ці сили діють проти напрямку обертання).

При зміні частоти мережі і $U_1 = \text{const}$, змінюється швидкість обертання

$$\frac{2\pi f_1}{\omega_0}$$

магнітного поля машини $\omega_0 = \frac{P_n}{i}$ і критичний момент (див. рис.12.11).

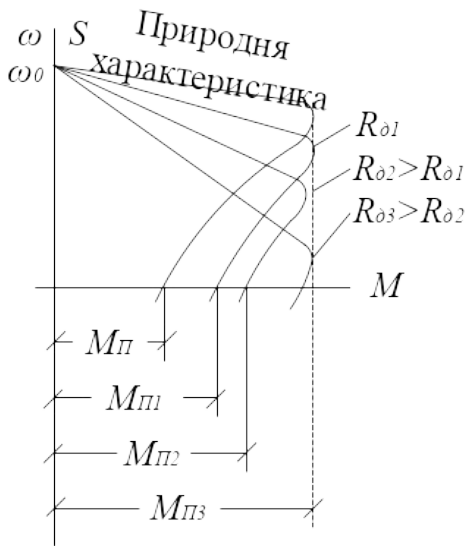


Рис.12.3.

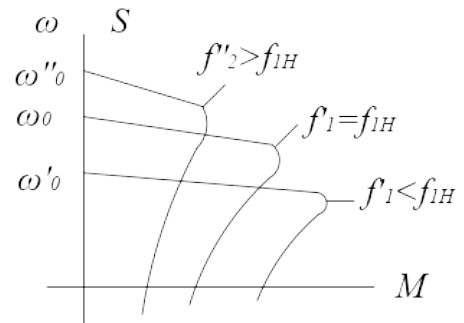


Рис.12.4.

Змінюється і магнітний потік, причому він зменшується з ростом частоти і збільшується при її зменшенні. Це видно з рівняння рівноваги ЕРС для однієї фази статора $U_1 = I_1 \cdot Z_1 - E_1$. Нехтуючи падінням напруги в колі статора, можна написати для абсолютних значень ЕРС і напруги при $U_1 = \text{const}$.

$$\dot{U}_1 \cong E_1 = 4,44 \cdot W_1 \cdot K_{об1} \cdot f_1 \cdot \Phi_M = \text{const}$$

Звідси видно, що при зростанні f_1 потік зменшується, а при зменшенні f_1 він росте. Цим пояснюється і зміна $M_{кр}$ двигуна і його перевантажувальної здатності.

Збільшення потоку веде до насичення магнітного кола машини, збільшення намагнічу вального струму, наслідком чого є погіршення енергетичних показників двигуна. Зменшення потоку при $M_c = \text{const}$ призводить до збільшення струму ротора, що видно з виразу $M = C_M \cdot \Phi \cdot I_2 \cdot \cos \psi_2$, і споживаного з мережі струму, отже, до перевантаження обмоток двигуна при недовикористанні сталі. Тому для найкращого використання двигуна бажано, щоб потік був завжди постійним. Для цього при зміні частоти необхідно змінювати і величину напруги, що підводиться, причому не тільки в функції частоти, але і в функції навантаження. У найпростішому випадку при зміні напруги в тій же мірі, що

$$\frac{U_1}{f_1} = \text{const}$$

і частоти, тобто при $\frac{U_1}{f_1} = \text{const}$, перевантажувальна здатність двигуна особливо при частотах, менших $0,5 f_{1H}$, буде зменшуватися (див. рис.12.5).

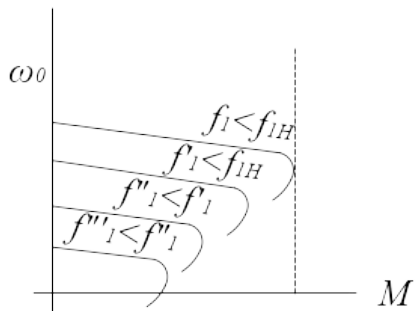


Рис.12.5.

Це пояснюється впливом спаду напруги на опорах обмотки статора, яке призводить до зменшення напруги на намагнічувальному контурі обмотки статора, до зменшення магнітного потоку Φ , отже, до зменшення критичного моменту двигуна.