

## Лекція №14. Розрахунок природних і штучних механічних характеристик АД.

### 14.1. Розрахунок природних механічних характеристик АД.

Для розрахунку характеристик необхідно знати паспортні дані двигуна:  $P_n, \omega_n, U_n, I_n, \cos\varphi_n, \eta_n, E_{2n}, \lambda_\mu$ .

Найбільш точним співвідношенням для розрахунку природної механічної характеристики АД є уточнена формула Клосса.

$$M = \frac{2 M_{KP} \cdot \left(1 + \frac{r_1}{r_2'} \cdot S_{KP}\right)}{\frac{S}{S_{KP}} + \frac{S_{KP}}{S} + 2 \cdot \frac{r_1}{r_2'} \cdot S_{KP}} = \frac{2 M_{KP} \cdot (1 + \alpha \cdot S_{KP})}{\frac{S}{S_{KP}} + \frac{S_{KP}}{S} + 2 \cdot \alpha \cdot S_{KP}}$$

Але цією формулою можна скористатися, якщо відомі  $r_1$  і  $r_2'$ .

Якщо ж прийняти, що при відсутності додаткового опору в колі ротора  $r_1 \cong r_2'$ , що зазвичай має місце, тоді невідомою величиною у формулі Клосса є тільки  $S_{KP}$ , яке можна обчислити за формулою:

$$S_{KP} = \frac{S_H \cdot (\lambda_\mu + \sqrt{\lambda_\mu^2 + 2S \cdot (\lambda_\mu - 1) - 1})}{1 - 2S_H \cdot (\lambda_\mu - 1)}$$

Якщо нехтувати значенням  $r_1$ , то для розрахунку механічної характеристики можна використовувати спрощену формулу Клосса.

$$M = \frac{2 M_{KP}}{\frac{S}{S_{KP}} + \frac{S_{KP}}{S}}$$

де  $S_{KP} = S_H \cdot (\lambda_\mu + \sqrt{\lambda_\mu^2 - 1})$

Задаючись різними значеннями  $S_H$  і підставляючи в уточнену або спрощену формулу Клосса, можна знайти  $M$  і побудувати залежність  $M=f(S)$ , а значить і  $\omega=f(M)$ .

Природна механічна характеристика будується для номінальної напруги. При відхиленні  $U_n$  від номінального  $S_{KP}$  не змінюється, оскільки воно не залежить від  $U$ . При відомих  $r_1$  і  $r_2'$ , розрахунок проводиться за уточненою формулою Клосса, тільки попередньо потрібно перерахувати  $M_{KP}$ , користуючись співвідношенням:

$$M_{KP}^I = M_{KP} \cdot \left(\frac{U_1}{U_{1H}}\right)^2$$

де  $M_{KP}$  – критичний момент при  $U_1=U_{1H}$ .

При врахуванні  $r_1=r_2$  або нехтуванні величиною  $r_1$ , розрахунок ведеться так само, тільки так само повинно бути попередньо перераховано значення  $M_{кр}$  на відповідну напругу.

Для розрахунку та побудови штучної характеристики АД з фазним ротором, що відповідає введенню в коло ротора додаткового активного опору, необхідно мати природну або якусь штучну характеристику і дані про відповідну їй величиною  $r_{дод}$ .

При введенні в коло ротора додаткового активного опору,  $M_{кр}$  і

$$\varepsilon = \frac{r_1}{\sqrt{r_1^2 + x_K^2}} = \frac{r_1}{r_2'} \cdot S_{кр}$$

величина не змінюється.

### 14.2. Розрахунок штучних механічних характеристик АД.

Напишемо вираз для природної і штучної характеристик, відповідних однаковим моментів  $M$  (рис.14.1). Цьому моменту відповідають ковзання  $S_{пр}$  і  $S_{шт}$ , а критичного моменту – ковзання  $S_{кр.пр}$  та  $S_{кр.шт}$ .

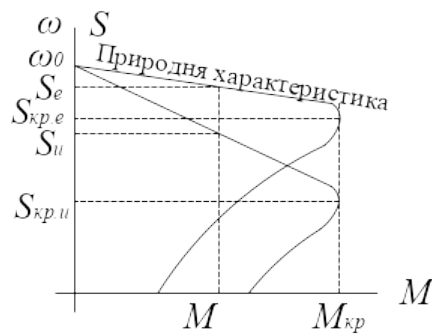


Рис.14.1.

$$\frac{2M_{кр} \cdot (1 + \varepsilon)}{\frac{S_{пр}}{S_{кр.пр}} + \frac{S_{кр.пр}}{S_{пр}}} = \frac{2M_{кр} \cdot (1 + \varepsilon)}{\frac{S_{шт}}{S_{кр.шт}} + \frac{S_{кр.шт}}{S_{шт}}}$$

Звідси 
$$\frac{S_{пр}}{S_{кр.пр}} + \frac{S_{кр.пр}}{S_{пр}} = \frac{S_{шт}}{S_{кр.шт}} + \frac{S_{кр.шт}}{S_{шт}}$$

$$\frac{S_{np}}{S_{KP,np}} = \frac{S_{ш}}{S_{KP,ш}}$$

Ця рівність може мати місце тільки при умові  
Тоді

$$S_U = S_E \cdot \frac{S_{KP,U}}{S_{KP,E}} = S_E \cdot \frac{r_2 + r_{доб}}{r_2}$$

Отримані співвідношення справедливі і для випадку рівності критичних

$$S_{Kш} = S_{Knp} \cdot \frac{I_2 + I_{ДОД}}{I_2} ; \quad S_{Hш} = S_{Hnp} \cdot \frac{I_2 + I_{ДОД}}{I_2}$$

і номінальних моментів, тобто

Порядок розрахунку штучної характеристики такий: задаючись ковзанням на вихідній (природній чи штучній) характеристиці, знаходиться величина  $S_{ш}$  на штучній характеристиці, що відповідає тому ж значенню моменту.

Таким чином, по точкам може бути побудована вся шукана характеристика.

Розрахунок можна вести і за формулами Клосса. У цих випадках потрібно в відповідну формулу Клосса підставляти ковзання, знайдене за вищенаведеним виразом для заданого додаткового опору, а потім вести розрахунок природної характеристики.

Якщо активні опори  $r_1$  і  $r_2$  невідомі, їх можна знайти виходячи з паспортних даних двигуна. Дійсно, так як номінальні втрати в міді роторному колі

$$\Delta P_{2H} = P_{ЭМ} \cdot S_H = 3 I_{2H}^2 \cdot r_2, \text{ то}$$

$$r_2 = \frac{P_{ЭМ} \cdot S_H}{3 I_{2H}^2} = \frac{\sqrt{3} \cdot E_{2H} \cdot I_{2H} \cdot S_H}{3 I_{2H}^2} = \frac{E_{2H}}{\sqrt{3} \cdot I_{2H}} \cdot S_H$$

Активний опір фази статора наближено можна визначити за формулами:

$$r_1 \approx \frac{U_{1H} \cdot S_H}{\sqrt{3} I_{1H}} ; \quad r_1 \approx \frac{U_{1H}}{k_{CX} \cdot \sqrt{3} \cdot I_{H1}} \cdot (1 - \eta)$$

де  $K_{CX} = 1$  при з'єднанні обмотки в трикутник і  $K_{CX} = 3$  при з'єднанні в зірку.