Лекція №18. Перехідний процес електроприводу з лінійною механічною характеристикою при одно- і багатоступінчастому пуску при M_c = const; ω_0 = const.

18.1. Загальні положення.

При пуску в одну ступінь перехідний процес описується рівняннями

$$\omega=\omega_c\cdot\left(1-e^{-\frac{t}{T_M}}\right)+\omega_{нач}\text{¿}e^{-\frac{t}{T_M}};$$

$$M=M_c\cdot\left(1-e^{-\frac{t}{T_M}}\right)+M_{нач}\text{¿}e^{-\frac{t}{T_M}},$$

якщо збільшення швидкості відбувається не від ω = 0, а від якогось початкового усталеного значення, як показано на рис.18.1, а.

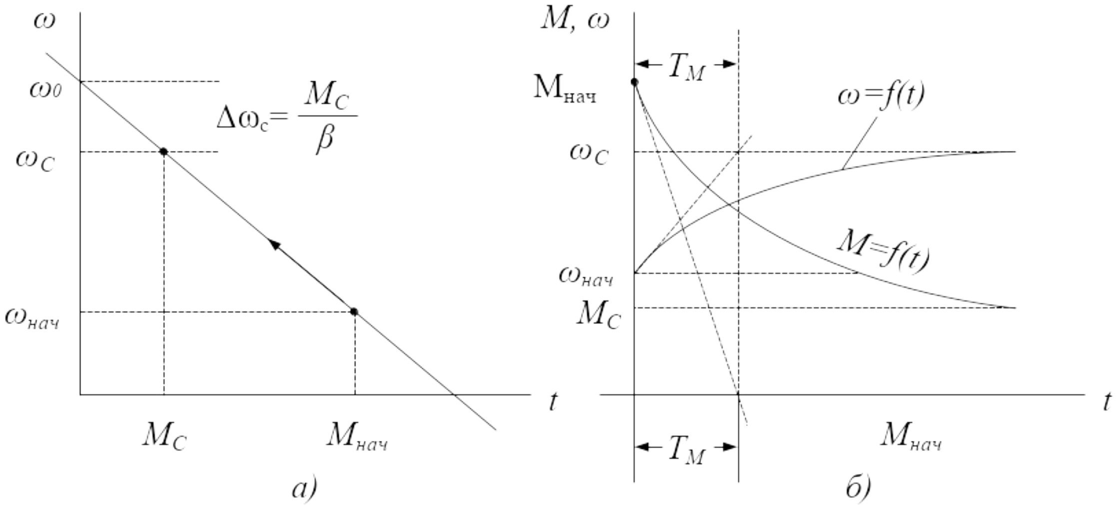

Рис.18.1.

Закон зміни прискорення

$$\frac{d\omega}{dt}=\varepsilon=\varepsilon_{нач}\cdot e^{-\frac{t}{T_м}},$$

де $\varepsilon_{поч}$ - початкове прискорення

$$\varepsilon_{нач}=\frac{\omega_c-\omega_{нач}}{T_м}.$$

Зменшення ε в міру збільшення швидкості пояснюється безперервним змен-шенням динамічного моменту $M_{дин}$. Криві ω(t) і M(t) зображені на рис.18.1, б.

Якщо розгін йде з нерухомого стану, тобто коли $\omega_{поч}$ = 0, то

$$\omega=\omega_c\cdot\left(1-e^{-\frac{t}{T_м}}\right).$$

$$M=M_c\cdot\left(1-e^{-\frac{t}{T_м}}\right)+M_{нач}¿e^{-\frac{t}{T_м}}.$$

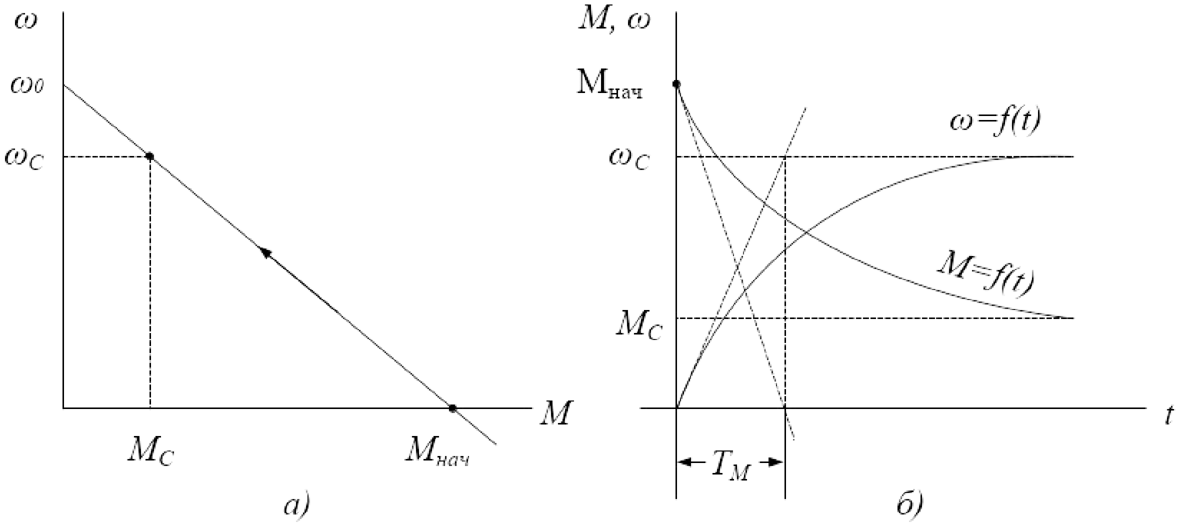

Рис.18.2.

Час розгону на будь-якій ділянці до будь-якої проміжної швидкості $\omega_{кін}$

$$t=T_м\cdot\ln\frac{\omega_{нач}-\omega_c}{\omega_{кон}-\omega_c}=T_м\cdot\ln\frac{M_{нач}-M_c}{M_{кон}-M_c}.$$

$$\omega_{C1}=\omega_0-\frac{R_Я+R_1}{(k\varphi)^2}\cdot M_C.$$

$$\omega_{H1}=\omega_0-\frac{R_Я+R_1}{(k\varphi)^2}\cdot M_H.$$

Задаючись часом t від 0 до знайденого за формулою, можна побудувати криві ω = f (t) і M = f (t). Вони зображені на рис.18.1,б.

Так як $\omega_{кон}=\omega_c$, то $t=\infty$. Тому практично процес вважається завершеним, коли різниця між усталеним і поточними значеннями швидкості знижується до 2%, тобто $\omega_{кон}=\omega_c-0,02\cdot(\omega_c-\omega_{нач})$ або $M_{кон}=M_c-0,02\cdot(M_c-M_{нач})$.

При $\omega_{поч}=0$, $\omega_{кон}=\omega_c-0,02\omega_c=0,98\,\omega_c$. Тому

$$t=T_м\cdot\ln\frac{0-\omega_c}{0,98\cdot\omega_c-\omega_c}=T_м\cdot\ln\frac{-\omega_c}{-0,02\omega_c}=T_м\cdot\ln 50\equiv 4\cdot T_м$$

Зазвичай при розрахунку приймається $t=(3\div 11)T_м$.

Що стосується Тм, її можна визначити, провівши дотичну в будь-якій точці кривої ω=f(t) або M=f(t), як показано на рис.18.1,б і рис.18.2,б, або викори-стовуючи такі вирази:

$$T_м = \frac{I_{\sum ¿}}{\beta} ¿ \; ; \quad T_м = I_{\sum ¿ \cdot \frac{R_{Я \sum ¿}}{(k\varphi)^2}} ¿ \; ; \quad T_м = I_{\sum ¿ \cdot \frac{\omega_0}{M_н} \cdot s_н} ¿ \; ;$$

$$T_м = I_{\sum ¿ \cdot \frac{\omega_0 - \omega_н}{M_н}} ¿ \; .$$

18.2. Розрахунок пускових діаграм.

Для розрахунку перехідного процесу при багатоступеневому пуску спочатку будується пускова діаграма за раніше викладеними правилами задавшись пусковим і перемикаючим моментами. Вона зображена на рис.18,3,а.

Для будь-якої ступені розгону час, протягом якого момент змінюється від M_1 до M_2 може бути визначено за формулою

$$t_x = T_{MX} \cdot \ln \frac{M_1 - M_c}{M_2 - M_c} \; .$$

Постійна часу для будь-якої ступені розгону

$$T_{мх} = J_{\sum ¿ \cdot \frac{\omega_0 - \omega_{нх}}{M_н}} ¿ \; .$$

Закони зміни ω і М при розгоні на будь якому ступені визначаються згідно з раніше наведеними виразами.

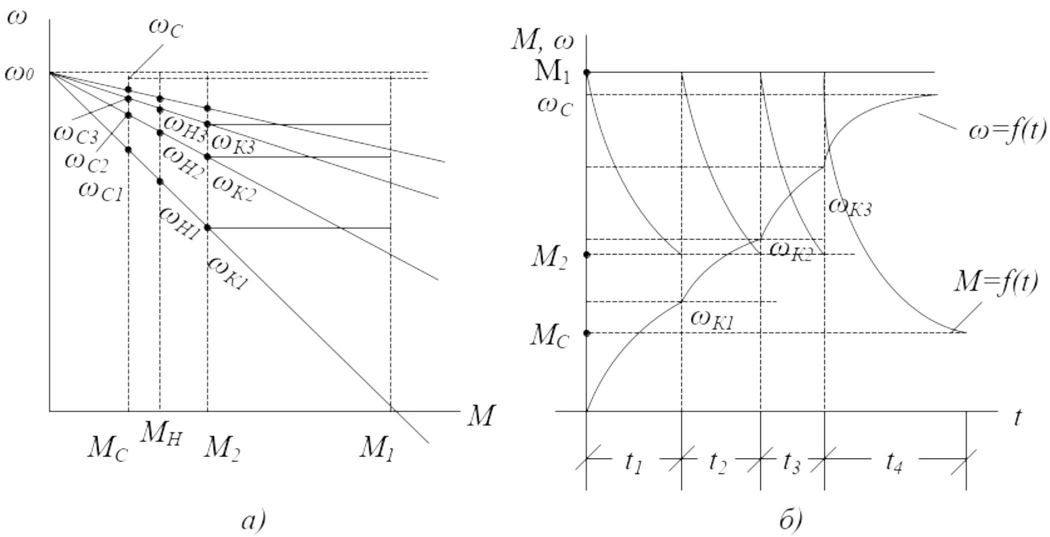

Рис.18.3.

Для прикладу розрахуємо перехідний процес на першій і другій ступені.

Закон зміни швидкості на цій ступені: $\omega=\omega_{c1}\cdot\left(1-e^{-\frac{t}{T_{м1}}}\right)+0$.

Закон зміни моменту на цій ступені: $M=M_c\cdot\left(1-e^{-\frac{t}{T_{м1}}}\right)+M_1 ¿ e^{-\frac{t}{T_м}}$.

Значення $\omega_{н1}$ і $\omega_{с1}$ перебувають з графіка рис.18.3 або теоретично:

$$\omega_{C1}=\omega_0-\frac{R_1}{(k\varphi)^2}\cdot M_C\ ; \qquad \omega_{H1}=\omega_0-\frac{R_1}{(k\varphi)^2}\cdot M_H\ .$$

Тут R_1 – повний опір якірного або роторного кола ДНЗ або АД.

Задаючись часом t від 0 до t_1, можна розрахувати за наведеними формулами і побудувати криві ω=f(t) та M=f(t).

Постійна часу для другої ступені: $T_{м2}=I\sum ¿\cdot\frac{\omega_0-\omega_{н2}}{M_н} ¿$.

Час розгону на другоїй ступені: $t_2=T_{M2}\cdot\ln\frac{M_1-M_c}{M_2-M_c}$.

Закон зміни швидкості і моменту на цій щаблі

$$\omega=\omega_{c2}\cdot\left(1-e^{-\frac{t}{T2}}\right)+\omega_{кон1}\cdot e^{-\frac{t}{T_{м2}}}\ ; \qquad M=M_c\cdot\left(1-e^{-\frac{t}{T_{м2}}}\right)+M_1 ¿ e^{-\frac{t}{T_{м2}}}\ .$$

Значення $\omega_{н2}$ і $\omega_{с2}$ знаходяться з пускової діаграми аналогічно як і на першій ступені і т. д.

Час розгону при виході на природній характеристиці до швидкості ωс приймається рівним $t_н=(3\div 11)T_м$, де $T_м$ замість $\omega_{нх}$ підставляється $\omega_Н$.