

Лекція №19. Перехідні процеси електроприводу з лінійною механічною характеристикою при $M_c = \text{const}$; $\omega_0 = \text{const}$ в гальмівних режимах.

19.1. Загальні положення.

Розглянемо спочатку реверс, який полягає в гальмуванні противмиканням подальшою зміною напрямку обертання і розгоні в протилежну сторону. Якщо реверс здійснюється при активному моменті опору $M_c = \text{const}$, перехідний процес описується рівняннями, наведеними раніше для двигунного режиму, з тією різницею, що в цих рівняннях потрібно поставити знак мінус перед ω_c і перед $M_{\text{поч}}$.

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

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

На рис.19.1 зображена механічна характеристика, що ілюструє перехід з двигунного режиму в режим противмикання (а) і відповідні криві перехідного процесу $\omega(t)$ і $M(t)$.

Двигун при переході його в режим противмикання гальмується по лінії ВС. Потім, якщо його не відключити від мережі, буде розганятися в зворотному напрямку по лінії CD, досягає швидкості ідеального холостого ходу ($-\omega_0$) і та момент як опір активний, переходить в режим рекуперації з віддачею енергії в мережу (лінія DE). Рівновага настане у т.Е, де $M = M_c$ і швидкість $-\omega_c$. Такий процес може бути, якщо в разі підйому важкого вантажу двигун гальмується противмиканням і при $\omega = 0$ не відключається і не загальмовується механічними гальмами.

При реактивному моменті опору процес розбивається на два етапи. На першому етапі, що є гальмівним, момент M_c і момент двигуна діють відповідно, забезпечуючи ефективне гальмування. Закон зміни ω і M описуються тими ж рівняннями що і при активному M_c . Час гальмування до $\omega = 0$

$$t_T = T_m \cdot \ln \frac{\omega_{\text{нач}} - (-\omega_c)}{\omega_c} = T_m \cdot \ln \frac{\omega_{\text{нач}} + \omega_c}{\omega_c}.$$

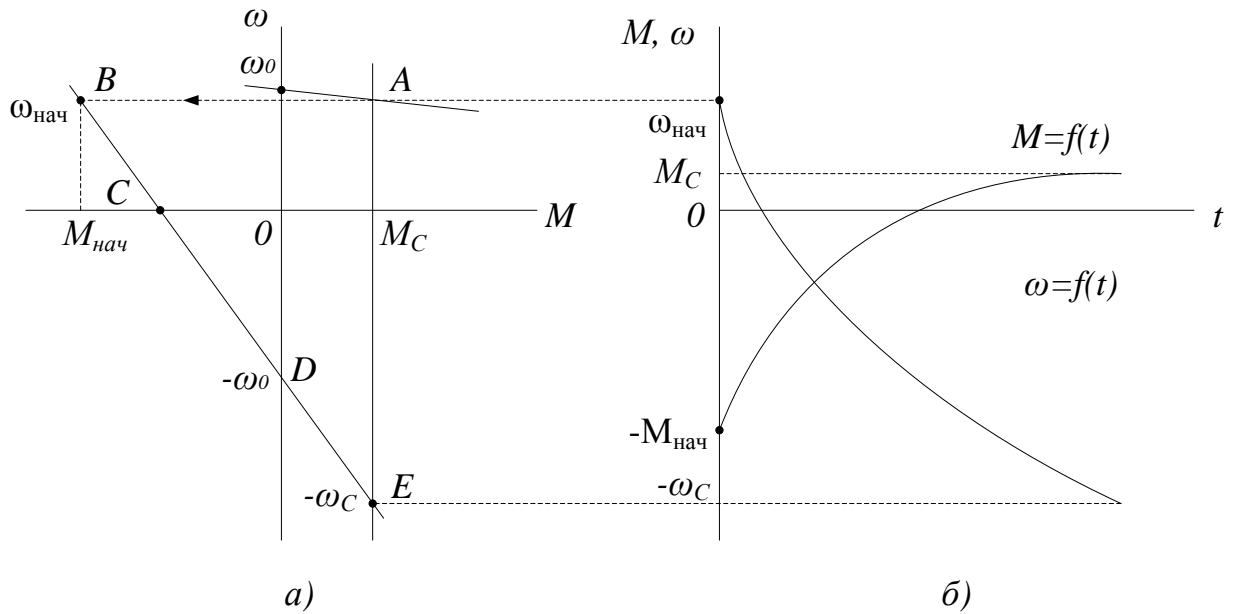


Рис.19.1.

На другому етапі відбувається розгін в протилежному напрямку (після гальмування і зупинки), якщо потрібен реверс. Знак M_c змінюється на протилежний. Рівняння, що описують перехідний процес матимуть такий самий вигляд, як для режиму пуску, тільки $\omega_{\text{поч}} = 0$, $M_{\text{поч}} = M_n$, $\omega_c = -\omega'_c$, тобто

$$\omega = -\omega'_c \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{T_M}}\right); \quad M = -M_c \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{T_M}}\right) - M_n \cdot e^{-\frac{t}{T_M}},$$

де M_{Π} – пусковий момент.

Час реверсу

$$t_{\text{рес}} = t_m + t_n = T_M \cdot \ln \frac{\omega_{\text{нач}} + \omega_c}{\omega_c} + T_M \cdot \ln 50.$$

Механічні характеристики, відповідні даному режиму і криві перехідного процесу наведені на рис.19.2.

При переході швидкості через 0 динамічний момент $M_{\text{дин}}$ стрибком змінюється від значення $M_{\text{дин}} = - (M_{\Pi} + M_c)$ до $M_{\text{дин}} = - (M_{\Pi} - M_c)$, що викликає відповідну зміну прискорення і в кривих $\omega = f(t)$ і $M = f(t)$ з'являється злам.

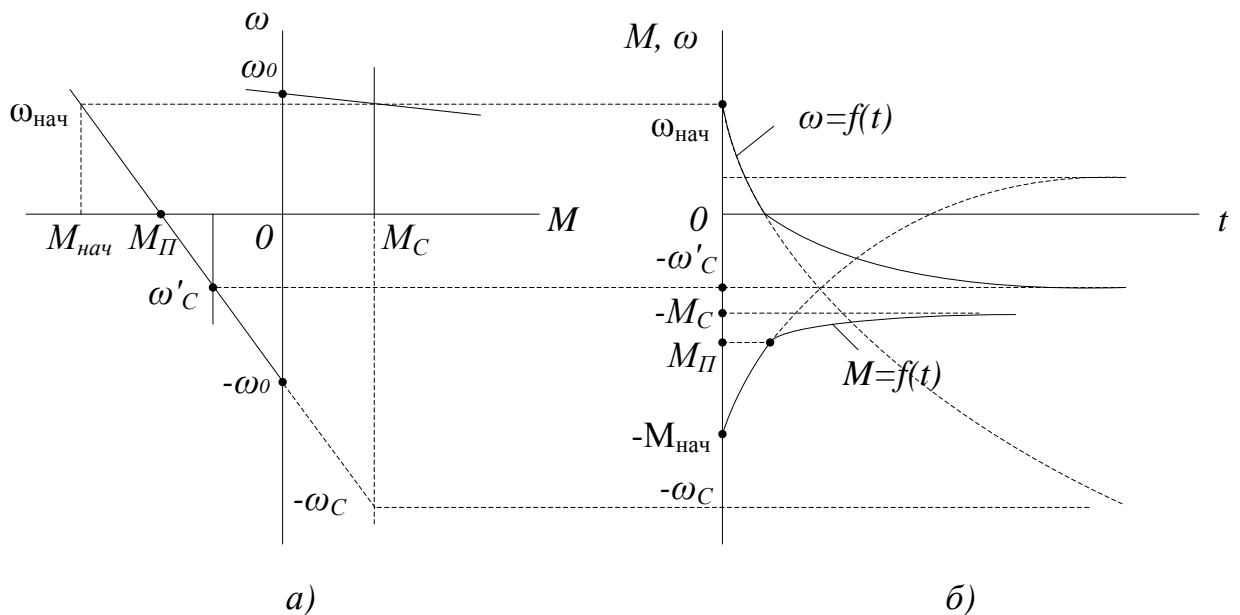


Рис.19.2.

При динамічному гальмуванні закони зміни ω і M описуються тими ж рівняннями, що і для реверсу, тобто

$$\omega = -\omega_c \cdot (1 - e^{-\frac{t}{T_M}}) - \omega_{\text{нач}} \cdot e^{-\frac{t}{T_M}}; \quad M = M_c \cdot (1 - e^{-\frac{t}{T_M}}) - M_{\text{нач}} \cdot e^{-\frac{t}{T_M}},$$

де ω_c – стала швидкість, яка визначається точкою перетину механічної характеристики динамічного гальмування і вертикалі $M_c = \text{const}$.

У разі активного M_c точка "В", що відповідає сталій швидкості $-\omega_{c2}$, відноситься до випадку, коли цей момент на початку процесу є гальмівним, що має місце, наприклад, при підйомі вантажу, а точка "С" зі сталою швидкістю ω_{c1} – до випадку, коли цей момент є рушійним, наприклад, при спуску вантажу (рис.19.2).

19.2. Гальмування електроприводу.

У разі гальмування при підйомі вантажу під дією гальмівного моменту двигуна і M_c привід спочатку буде гальмується і зупиниться, тому що момент двигуна стане рівним 0, але тому що M_c є активним і буде продовжує діяти в тому ж напрямку, під його дією система буде обертатися у зворотний бік. При цьому M_c з гальмівного перетвориться в рушійний, а гальмівний момент двигуна змінить свій знак і буде продовжувати діяти як гальмівний. Стала швидкість $-\omega_{c2}$ настане при рівності моменту двигуна і M_c тобто в точці "В". Криві перехідного процесу для цього випадку зображені на рис.19.3. Час гальмування до зупинки.

$$t_m = T_m \cdot \ln \frac{\omega_{нач} - \omega_c}{-\omega_c}.$$

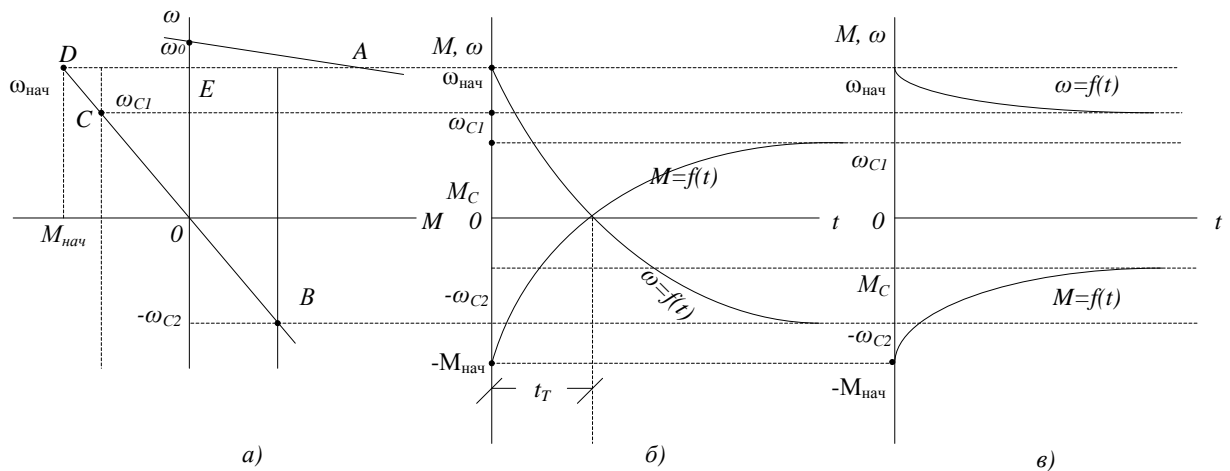


Рис.19.3.

Якщо активний момент опору M_c на початку гальмування був рушійним (гальмування при спуску вантажу), то на початку гальмування гальмівний момент двигуна (відрізок ED на рис. 19.3,а) більший за рушійний статичний момент і має місце уповільнення, що супроводжується зменшенням гальмівного моменту двигуна. При швидкості ω_{c1} $M = M_c$, настає сталий режим гальмівного спуску вантажу зі швидкістю ω_{c1} . В цьому випадку загальмувати систему до зупинки шляхом динамічного гальмування не можна (рис.19.3,в).

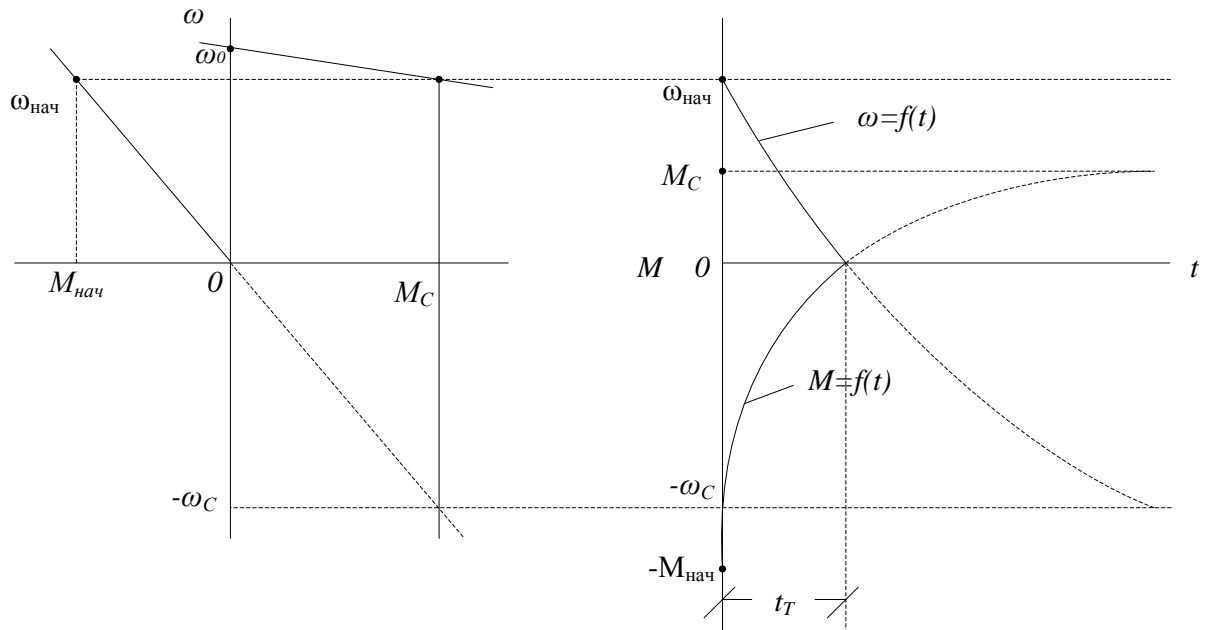


Рис.19.4.

При реактивному M_c динамічне гальмування відбувається так само, як і при підйомі вантажу. Різниця лише в тому, що при $\omega = 0$ дія M_c припиниться, і тому момент двигуна теж стане рівним 0, система зупиниться. Відповідні цьому випадку механічні характеристики і криві $\omega(t)$ і $M(t)$ зображені на наведених рис. 19.4. Процес буде протікати так, ніби швидкість ω прагнула б стати рівною $-\omega_c$, але припиниться при $\omega = 0$. Тому відповідні відрізки кривих на рисунку зображені пунктиром.