

**Лекція №21. Регулювання координат електропривода.
21.1. Вимоги до координат електроприводу і формування
його статичних та динамічних характеристик.**

Управління рухом електроприводу і технологічним процесом установки, як правило, вимагає регулювання кількох координат, різних на різних етапах роботи. В залежності від задач управління регулювання координат може здійснюватися з метою:

- а) підтримання заданого рівня змінної;
- б) зміни змінної за заданим законом;
- в) обмеження змінної допустимим значенням;
- г) відпрацювання законів руху, що задаються на вході системи з необхідною точністю.

Можливі наступні способи управління змінними:

- а) параметричні способи, використовувані в розімкнених системах;
- б) способи автоматичного управління, засновані на зміні підводиться до двигуна напруги, а для двигунів змінного струму ще й частоти при використанні зворотних зв'язків, що має місце в замкнених системах.

Хоча параметричні способи, засновані на зміні параметрів кіл двигунів, широко застосовуються в сучасному електроприводі, однак можливості їх обмежені, оскільки у багатьох випадках при такому регулюванні не можна забезпечити необхідні режими роботи і показники.

Тому область розімкнених систем електроприводу звужується і вони замінюються замкнутими системами з зворотними зв'язками.

Автоматичне регулювання змінних здійснюється за відхиленням змінної від заданого значення за допомогою негативного зворотного зв'язку по регульованій змінній (це основний спосіб регулювання).

21.2. Основні показники способів регулювання координат електропривода.

Для зіставлення між собою можливих способів регулювання координат використовуються такі узагальнені показники:

- 1. Точність (стабільність) регулювання.**
- 2. Діапазон регулювання.**
- 3. Плавність регулювання.**
- 4. Динамічні показники якості регулювання.**
- 5. Економічність регулювання.**
- 6. Допустиме навантаження при регулюванні.**

Точність регулювання або інакше точність підтримки заданої змінної X визначається можливими відхиленнями її від заданого значення під дією

збурюючих факторів, наприклад, змінення навантаження при регулюванні швидкості, зміну швидкості при регулюванні моменту і т. д. У розімкнутих системах оцінкою точності може служити відношення найбільшого відхилення (рис.21.1) регульованої величини до середнього значення

$$\Delta x_{\max}^* = \frac{\Delta x_{\max}}{x_{\text{ср}}} = \frac{(x_{\max} - x_{\min}) \cdot 2}{(x_{\max} + x_{\min}) \cdot 2} = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{x_{\max} + x_{\min}} = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{2 \frac{(x_{\max} + x_{\min})}{2}}$$

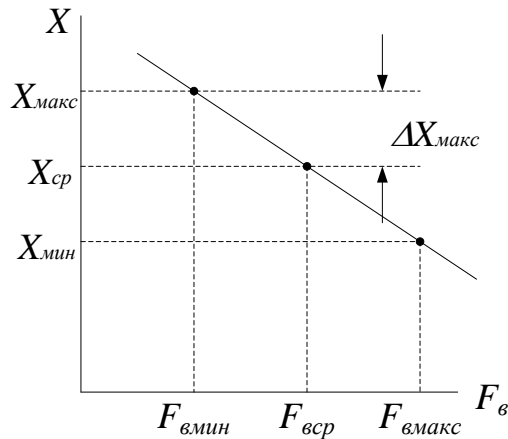


Рис.21.1.

Чим жорсткіша залежність X від F_v , тим точніше регулювання.

Діапазон регулювання характеризує межі зміни середніх значень змінної X , можливі при даному способі регулювання (рис.21.2)

$$D = \frac{x_{\text{ср.макс}}}{x_{\text{ср.мін}}}$$

Зазвичай D позначається в числах, наприклад $D = 100 : 1$; $D = 30 : 1$.

Верхня межа регулювання змінної обмежується максимально допустимим або максимально реалізованим значенням змінної, а нижня межа – необхідною точністю підтримання заданої змінної і можливістю практичної реалізації при даному способі регулювання.

Наприклад, верхня межа регулювання швидкості двигуна обмежується механічною міцністю якоря або ротора, а для двигунів постійного струму ще й умовами комутувань, оскільки із збільшенням швидкості зростає реактивна ЕРС в комутованій секції обмотки якоря. Потрібно мати на увазі, що зниження середнього значення регульованої змінної призводить до зростання відносної помилки Δx_{\max}^* регулювання.

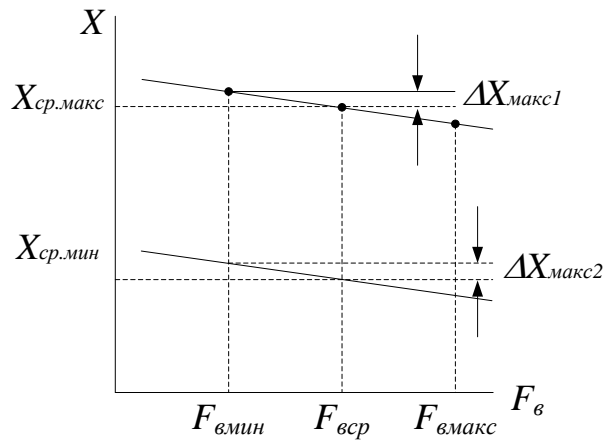


Рис.21.2.

Якщо показане на рис.21.2 значення $x_{ср.хв}$ вважати мінімально допустимим за умовами точності регулювання, то йому при заданій допустимій відносній помилці $\Delta x_{доп}^*$ відповідає співвідношення

$$\Delta x_{макс2}^* = \frac{\Delta x_{макс2}}{x_{ср.мин}} < \Delta x_{доп}^*.$$

Плавність регулювання характеризується числом дискретних (проміжних) значень регульованої змінної, одержуваних при даному способі регулювання в діапазоні регулювання. Вона тим вище, чим менший стрибок змінної при переході від даного її значення до найближчого можливого значення. Іноді для оцінки плавності використовується поняття коефіцієнта плавності, під яким розуміється відношення двох сусідніх значень змінної

$$k_{пл} = \frac{x_i}{x_{i-1}}. \text{ Чим ближче } k_{пл} \text{ до одиниці, тим плавніше регулювання.}$$

При автоматичному регулюванні координат електропривода важливе значення мають динамічні показники якості регулювання, оцінювані за характером перехідного процесу при стрибку керуючого впливу. Головним показником швидкодії, безпосередньо впливає на продуктивність ряду механізмів, є час пуску і гальмування електропривода. Швидкодія характеризується такими показниками, як час запізнювання t , час регулювання t_p , за яке змінна перший раз досягає усталеного значення $x_{уст}$, час максимуму $t_{макс}$, загальний час перехідного процесу $t_{пп}$, за яке згасають всі її вільні складові (рис.21.3).

Перерегулювання являє собою динамічну похибку і характеризується максимальним відхиленням $\Delta x_{макс}$ від $x_{уст}$ при $t_{макс}$, віднесеним до сталого значення регульованої змінної

$$\Delta x_{макс}^* = \frac{\Delta x_{макс}}{x_{уст}}.$$

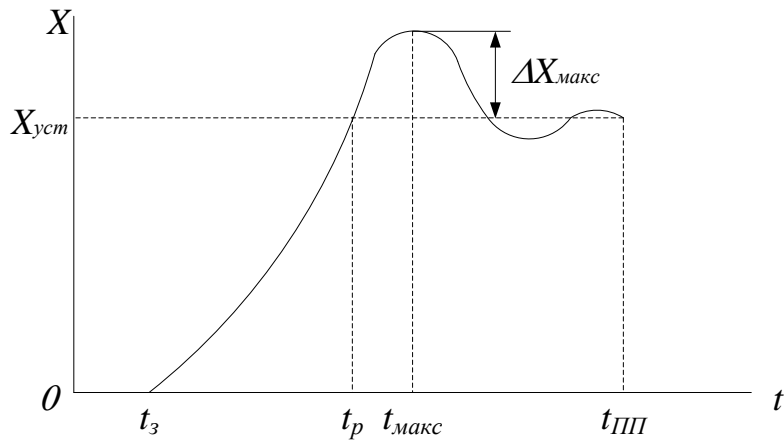


Рис.21.3.

Однією з головних змінних, необхідності регулювання, яка диктується технологічними вимогами, в більшості випадків є швидкість електропривода. При її регулюванні необхідно знати, які механічні навантаження можуть бути допустимі на валу двигуна. Тому одним з найважливіших показників є допустиме навантаження. Необхідність її оцінки виникає у зв'язку з тим, що M_c приводиться механізму в загальному випадку також залежить від швидкості.

Допустиме навантаження залежить від методу регулювання швидкості, обмежується нагріванням двигуна, викликаним втратами енергії в ньому. Вони ж визначаються головним чином величиною споживаного струму. Зазвичай вважається, що двигун працює нормально, якщо при тривалому навантаженні струми в колах його обмоток не перевищує номінального значення. В цьому випадку двигун не нагрівається вище допустимої температури. Для визначення допустимого навантаження (допустимого моменту) необхідно знайти його величину, що відповідає номінальному струму головного кола двигуна при різних швидкостях, і тим самим встановити залежність $M_{\text{доп}}=f(\omega)$.

Дуже суттєвим є забезпечення відповідності закону зміни M_c і характеру залежності гранично допустимого за умовами нагріву моменту двигуна від швидкості. Раціональне використання двигуна при регулюванні швидкості буде в тому випадку, коли еквівалентний момент по нагріванню при зміні робочої швидкості буде змінюватися за таким же законом, що і M_c . При відсутності цього двигун буде погано використовуватися в тепловому відношенні в одній частині діапазону зміни швидкості і може виявитися перевантаженим в іншій.

Момент і потужність, що розвивається двигуном, залежить від методу регулювання. Регулювання можливо при сталому момені і при сталій потужності, тобто розрізняються дві зони регулювання (див. рис.21.4).

Зона I відповідає регулювання при сталому моменту. Наприклад, в разі застосування ДНЗ при номінальному струмі і магнітному потоці $\Phi = \Phi_H$
 $M_{\text{дон}} = M_H = K\phi_H \cdot I_H = \text{const}$.

Потужність P_2 на валу двигуна в цій зоні змінюється за лінійним законом, тобто пропорційна швидкості

$$P_2 = M \cdot \omega.$$

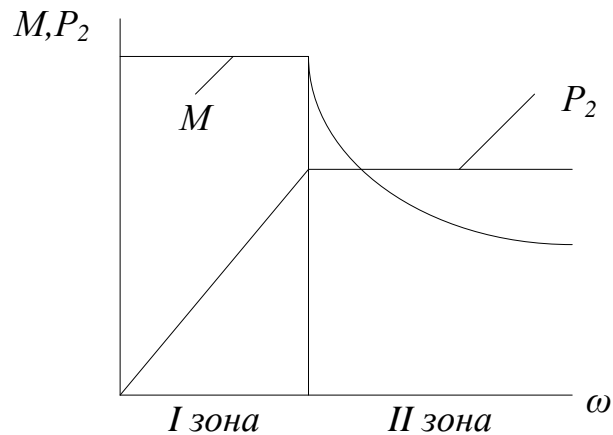


Рис.21.4.

Зона II відповідає регулюванню з постійною потужністю. У цьому випадку (стосовно ДНЗ при ослабленні магнітного потоку) зі збільшенням швидкості момент змінюється за законом гіперболи, тобто навантаження двигуна необхідно зменшити так, щоб при будь-якій даній швидкості момент дорівнював M_c .