УДК 621.9
Т.П.Маркова
Луцький національний технічний університет

РОЗРАХУНОК НАБЛИЖЕНИХ ЧИСЕЛЬНИХ ЗНАЧЕНЬ ПАРАМЕТРІВ НАСТРОЙКИ ЛІНІЙНИХ НЕПЕРЕРВНИХ РЕГУЛЯТОРІВ

При наближених розрахунках чисельних значень параметрів настройки регулятора використовується апроксимація динамічних властивостей об'єкта регулювання передаточними функціями, що відповідають структурній моделі у вигляді послідовного з'єднання ланки запізнювання та аперіодичної ланки першого степеня.

Ключові слова: *регулятор, апроксимація, регулювання.*

Орієнтовні розрахунки чисельних значень параметрів настройки регулятора не призводять до їх точних оптимальних значень, але завдяки своїй простоті часто застосовуються в інженерній практиці аналізу АСР.

Такі розрахунки зводяться до визначення чисельних значень параметрів настройки за допомогою порівняно простих співвідношень або номограм.

Методи розрахунку відрізняються апроксимацією динамічних властивостей об'єкта регулювання та критеріями оптимальності системи регулювання, що були покладені в основу розробки розрахунків співвідношень та номограм.

При наближених розрахунках чисельних значень параметрів настройки регулятора використовується апроксимація динамічних властивостей об'єкта регулювання передаточними функціями, що відповідають структурній моделі у вигляді послідовного з'єднання ланки запізнювання та ланки першого степеня.

У першому із них співвідношення одержані напівекспериментальним шляхом як результат моделювання на системі, що складалась із моделі об'єкта та реальної регулюючої апаратури. При формуванні співвідношень вибирались настройки регуляторів, що забезпечували ступінь згасання $\Psi = 0,75$ при найменшому значенні квадратичного інтегрального критерію якості процесу регулювання:

$$J_2 = \int_0^{T_{i\partial}} [y(t) - y(\infty)]^2 dt \to \grave{\imath}\ {}^{3}\acute{\imath}. \qquad (1.1)$$

Для визначення значень параметрів настройки пропорційно-інтегрального регулятора, крім умови $M = const$, використовувалася умова мінімізації лінійного інтегрального критерію

$$J_1 = \int_0^{T_{i\partial}} [y(t) - y(\infty)] dt \to \grave{\imath}\ {}^{3}\acute{\imath}. \qquad (1.2)$$

Другий метод розрахунку розроблений у Московському енергетичному інституті. Критерієм оптимальності процесу регулювання був обраний показник коливальності $M = 1,62$ (при цьому $\Psi \approx 0,9$). Настройка пропорційного регулятора, при якій у замкненій системі забезпечувалося значення $M = 1,62$, вважалася оптимальною.

Для визначення значень параметрів настройки пропорційно-інтегрального регулятора, крім умови $M = const$, використовувалася умова мінімізації лінійного інтегрального критерію

$$J_1 = \int_0^{T_{i\partial}} [y(t) - y(\infty)] dt \to \grave{\imath}\ {}^{3}\acute{\imath}. \qquad (1.2)$$

У випадку статичного об'єкта та ПІ-регулятора чисельні значення параметрів настройки визначаються за допомогою номограми, що зображена на рис. 1.

Розрахункові співвідношення, що наведені у третьому методі, одержані напівекспериментальним шляхом на умовах мінімізації часу першого півперіоду згасаючих коливань та 20%-го перерегулювання. Поняття щодо перерегулювання тут відноситься до перехідних процесів, що виникають при відпрацюванні сигналу від задатчика.

© Т.П.Маркова

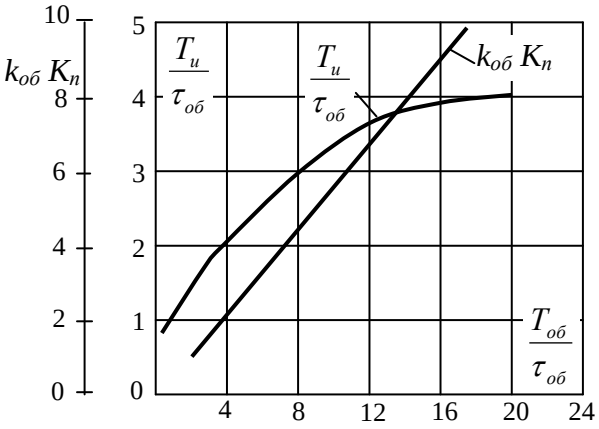

Рис..1

Перерегулювання σ визначається максимальним відхиленням $y_{макс}$ регульованої величини щодо нового сталого відхилення $y(\infty)$ при зміні завдання регулятору

$$\sigma = \frac{y_{\text{ìàêñ}} - y(\infty)}{y(\infty)} 100\% . \qquad (1.3)$$

Четвертий наближений метод розрахунку значень параметрів настройки (метод часткової компенсації - МЧК) використовується тільки для систем, до складу яких входять статичний об'єкт та ПІ-регулятор.

Суть МЧК полягає у наступному. У передаточній функції об'єкта регулювання співмножник $e^{-\tau_{об} p}$ можна записати у вигляді ряду Тейлора. У випадках відносно невеликих значень часу запізнювання можливо обмежитись тільки першим степенем змінної p:

$$e^{\tau_{îá} p} = 1 + \tau_{îá} p . \qquad (1.4)$$

Тоді

$$W_{îá}(p) = \frac{k_{îá}}{Ò_{îá} p + 1} e^{-\tau_{îá} p} = \frac{k_{îá}}{(Ò_{îá} p + 1)(\tau_{îá} p + 1)} \qquad (1.5)$$

Передаточна функція ПІ-регулятора має вигляд

$$W_p(p) = K_Ï \frac{T_È p + 1}{T_È p} . \qquad (1.6)$$

Далі, якщо у передаточну функцію замкненої системи відносно регульованої величини $y(t)$ по каналу внутрішньої збурюючої дії $f(t)$

$$W_{\substack{çñ \\ f \to y}}(p) = \frac{W_{îá}(p)}{1 + W_{îá}(p) W_p(p)} \qquad (1.7)$$

вписати передаточні функції об'єкта (1.5) та регулятора (1.6), то після деяких перетворень отримаємо

$$W_{\substack{çñ \\ f \to y}}(p) = \frac{k_{îá} \tau_{îá}}{Ò_{îá}} \cdot \frac{p}{a_o p^3 + a_1 p^2 + a_2 p + a_3} \qquad (1.8)$$

Тут a_0, …, a_3 – коефіцієнти, значення яких залежать від параметрів динаміки об'єкта регулювання та регулятора.

Для одержаної порівняно простої системи третього степеня автор методу подав параметри настройки ПІ-регулятора функціями параметрів динаміки об'єкта за умови мінімізації квадратичного інтегрального критерію із врахуванням обмеження на ступінь згасання $\Psi = 0{,}95$.

При цьому настройки регулятора у передаточній функції (1.8) ніби компенсують частково вплив інерційності об'єкта. Звідси і назва методу.

Таким чином при наближених розрахунках чисельних значень параметрів настройки регулятора використовується апроксимація динамічних властивостей об'єкта регулювання передаточними функціями, що відповідають структурній моделі у вигляді послідовного з'єднання ланки запізнювання та аперіодчної ланки першого ступеня.

1. Теорія автоматичного управління / Під ред. А.А.Воронова. - М. : Вища школа. -1977.-Ч.І.-304с.
2. Егоров К.В. Основи теорії автоматичного управління. – М. : "Енергія", 1967.

© Т.П.Маркова