

Розділ 5 Багатоконтурні системи автоматичного управління

В деяких випадках одноконтурні системи не забезпечують необхідної якості регулювання. Причиною цього найчастіше є високі вимоги до систем регулювання, велика інерційність об'єкту і велике транспортне запізнювання в каналах передачі інформації.

Підвищення якості можливе за рахунок:

1. Ускладнення закону регулювання;
2. Ускладнення структури системи, тобто використання декількох регуляторів.

На практиці набув поширення другий шлях, коли використовується декілька простих регуляторів замість одного складного.

5.1 Каскадні системи автоматичного управління

Застосовуються в тих випадках, коли обурення йде з боку регулюючого органу і є проміжна величина, яка швидше реагує на це обурення.

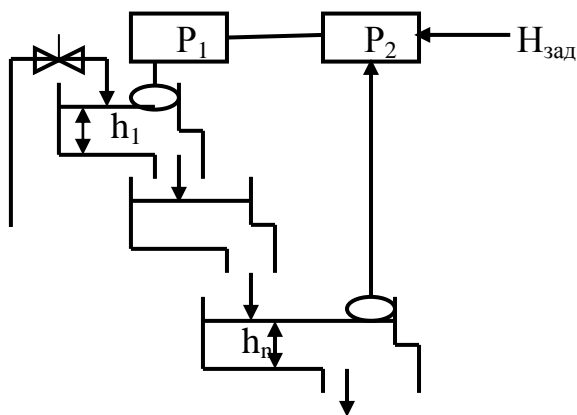


Рисунок 5.1 - Приклад практичної реалізації каскадної системи: P_1 – стабілізуючий регулятор; P_2 – коректуючий регулятор.

Наприклад, вода з колектора через систему ємкостей потрапляє в нижній бак, рівень в якому необхідно стабілізувати (рис. 5.1). При зниженні тиску в колекторі зменшиться прихід води, через деякий проміжок часу зменшиться рівень h_1 в першому баку, потім в другому і т.д. Через час, залежний від об'ємів і кількості ємкостей, зміниться рівень h_n . Поплавковий рівнемір передасть інформацію про зменшення рівня регулятору P_1 , регулятор відкриє засувку, збільшиться прихід води і почнеться процес наповнення баків. Т.ч., перехідний процес в системі з одним регулятором може дуже затягнутися в часі, отже, якість регулювання буде незадовільна.

Для підвищення швидкодії системи управління бажано щонайшвидше дізнатися про виникнення обурення. У даному прикладі при зниженні тиску в колекторі зменшується рівень h_1 , тому можна, не чекаючи зниження рівня h_n , стабілізувати проміжну величину h_1 . Це здійснюється установкою

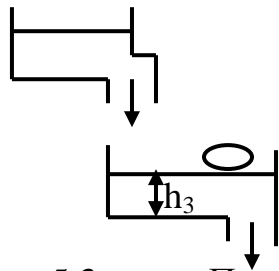


Рисунок 5.3 - Приклад практичної реалізації системи з диференціюванням проміжної величини.

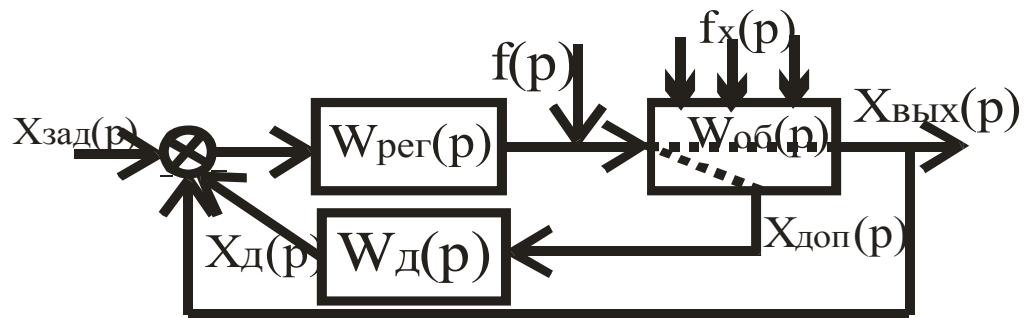


Рисунок 5.4 – Структурна схема САУ з диференціюванням проміжної величини.

5.3 Розімкнені інваріантні системи

Д цих пір розглядалися замкнуті системи, в яких використовується принцип управління за відхиленням (негативний зворотний зв'язок). У розімкненій системі використовується принцип управління за обуренням.

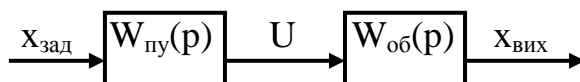


Рисунок 5.5 - Структурна схема розімкненої системи

Передавальна функція такої системи: $\frac{x_{вих}(p)}{x_{зад}(p)} = W_{пу}(p) \cdot W_{об}(p)$.

Для того, щоб вихідний сигнал не змінювався під дією обурюючих дій, діючих на об'єкт, і виконувалася умова $X_{вих} = X_{зад}$, необхідно прийняти:

$W_{пу}(p) = \frac{1}{W_{об}(p)}$. Це умова *точного відтворення*. Найчастіше на практиці

ця умова не може бути фізично або технічно реалізована, оскільки об'єкти містять ланки транспортного запізнювання і описуються передавальними функціями вигляду:

$$W(p) = \frac{k_{об}}{T_{об} \cdot p + 1} \cdot e^{-\tau_{об} \cdot p}$$

Для таких об'єктів управляючий пристрій повинен містити ланку прогнозу, що фізично неможливе.

У реальних системах окрім сигналу завдання на об'єкт ще діє обурення, яке треба врахувати.

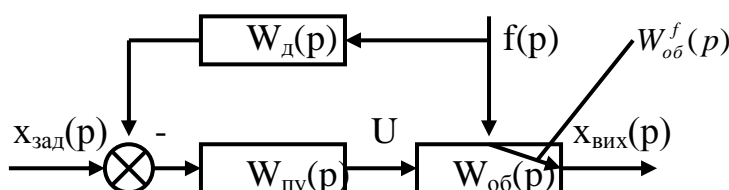


Рисунок 5.6 - Структурна схема системи з обуренням: $W_d(p)$ – передавальна функція додаткового пристрою для вимірювання обурення.

Вихідна величина такої системи залежить від завдання і обурення і описується виразом:

$$x_{вих}(p) = f(p) \cdot \left[W_{об}^f(p) - W_d(p) \cdot W_{ну}(p) \cdot W_{об}(p) \right] + x_{зад}(p) \cdot W_{ну}(p) \cdot W_{об}(p) \quad (5.1)$$

Для забезпечення і виконання умови $X_{вих} = X_{зад}$ необхідне, щоб у виразі (5.1) $\left[W_{об}^f(p) - W_d(p) \cdot W_{ну}(p) \cdot W_{об}(p) \right] = 0$

Умова незалежності вхідної величини $X_{вих}(p)$ від обурення $f(p)$ називається *умовою інваріантності*.

В даний час при використуванні як управляючий пристрій мікроЕОМ (контролера), коли реалізація алгоритму управління здійснюється не апаратно, а програмно, стала можлива реалізація інваріантних систем. Проте на практиці об'єкти схильні до дії безлічі обурень, про яких неможливо одержати інформацію, - в цих випадках використовують комбіновані системи.

5.4 Комбіновані системи

Комбіновані системи – це системи, в яких одночасно використовується принцип управління за відхиленням і принцип управління за обуренням.

У комбінованих системах використовується додатковий контур, який реалізує зворотний негативний зв'язок. За рахунок цього вдається компенсувати вплив обурень, що не піддаються вимірюванню.

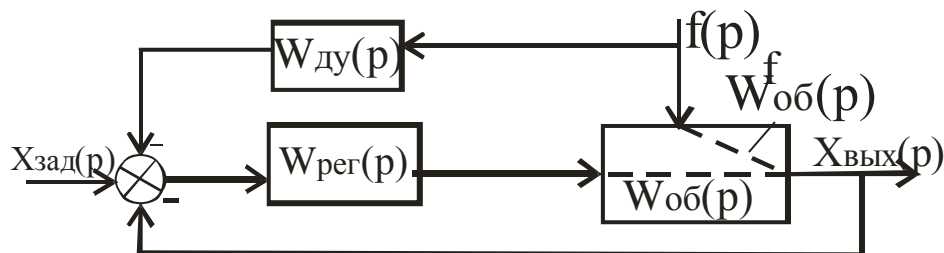


Рисунок 5.7 – Структурна схема комбінованої системи.

Необхідно знайти умову інваріантності комбінованої системи.

Вихідний сигнал

$$x_{вих}(p) = f(p) \cdot \left[\frac{W_{об}^f(p)}{1 + W_{рег}(p) \cdot W_{об}(p)} - \frac{W_{дн}(p) \cdot W_{рег}(p) \cdot W_{об}(p)}{1 + W_{рег}(p) \cdot W_{об}(p)} \right] + x_{зад}(p) \cdot \frac{W_{рег}(p) \cdot W_{об}(p)}{1 + W_{рег}(p) \cdot W_{об}(p)}$$

Після перетворення:

$$x_{вих}(p) = \frac{W_{рег}(p) \cdot W_{об}(p)}{1 + W_{рег}(p) \cdot W_{об}(p)} \cdot \left\{ x_{зад}(p) + f(p) \cdot \left[\frac{W_{об}^f(p)}{W_{рег}(p) \cdot W_{об}(p)} - W_{дн}(p) \right] \right\}$$

Вихідний сигнал комбінованої системи залежатиме тільки від завдання, якщо забезпечити виконання умови абсолютної інваріантності:

$$\frac{W_{об}^f(p)}{W_{рег}(p) \cdot W_{об}(p)} - W_{дн}(p) = 0.$$

На практиці при синтезі багатоконтурних систем використовують умови інваріантності, що забезпечують незалежність системи від найбільш небезпечних обурюючих дій, здатних вивести її із стану рівноваги.

5.5 Питання для самоперевірки

1. Які системи називаються багатоконтурними?
2. У яких випадках використовуються каскадні системи?
3. Які особливості синтезу каскадних систем?
4. Намалюйте структурну схему і опишіть роботу 2-контурної системи з диференціюванням проміжної величини.
5. Які системи називаються розімкненими? Сформулюйте умову інваріантності розімкнених систем.
6. Особливості комбінованих систем.