

## **AUTOCORRECTION OF MANAGEMENT SYSTEM PARAMETERS BASED ON STAGE REGULATORS WITH INTERNAL OBJECT MODEL**

**A. Stepanets**

*National Technical University of Ukraine «KPI»*

<b>Key words:</b> Cascade SAR Regulation Autocorrection	<b>ABSTRACT</b> Control system with internal model controls for quasi-static objects is represented. System makes autotune its parameters by analysis of external representative process signal.
<b>Article history:</b> Received 20.11.2012 Received in revised form 01.12.2012 Accepted 18.12.2012	An approach to the creation of adaptive cruise control is developed on the basis of internal controls with the model. This let us get close to the aperiodic transients with less than typical structures of the integral indicator of quality in the steady state operation of the equipment. Provide automatic system parameters when changing the through suitable parameters of the object to control the states of the boiler
<b>Corresponding author:</b> A. Stepanets E-mail: npnuht@ukr.net	

## **АВТОКОРЕКЦІЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НА БАЗІ КАСКАДА РЕГУЛЯТОРІВ З ВНУТРІШНЬОЮ МОДЕЛЛЮ ОБ'ЄКТА**

**О.В. Степанець**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»*

*Запропоновано систему автоматичного керування квазістаціонарними об'єктами, побудовану на регуляторах з внутрішньою моделлю об'єкта керування. Система автоматично коректує власні параметри налаштування на основі аналізу зовнішнього репрезентативного сигналу від технологічного процесу.*

**Ключові слова:** каскадна САР, регулювання, автокорекція.

Велика кількість промислових об'єктів керування — складні технологічні системи. У них велика кількість взаємопов'язаних параметрів, контрольованих та неконтрольованих збурень, можливі значні запізнення в інформаційних каналах та змінні режими роботи. Все це впливає на якість роботи устаткування. І якщо невеликі відхилення від номінального режиму можуть бути скомпенсовані роботою автоматики, то перехід на інший режим вже вимагає втручання оператора для запобігання аварійної ситуації. Тому системи автоматичного регулювання (САР) повинні враховувати ці особливості установок, щоб забезпечити ефективну роботу обладнання із дотриманням вимог безпеки, економічності та екологічності.

Для забезпечення працездатності у таких умовах системи автоматичного керування повинні мати адаптивні властивості [0]. Очевидно, що чим прозоріший зв'язок між фундаментом побудови системи — моделлю підконтрольного об'єкта, та параметрами регуляторів, тим зручніше та ефективніше можна надати системі здатності до самоко-

## АВТОМАТИЗАЦІЯ

рекції. В ідеалі найкраще було б мати пряму відповідність між параметрами моделі та структурою і значеннями параметрів регуляторів. До цього наближається система керування, побудована на регуляторах з внутрішньою моделлю (1). Регулятор  $W_p(s)$  містить у явному вигляді структурні елементи та параметри моделі об'єкта  $W_{\text{ОБМ}^+}(s)$  (які можуть бути обернені, тобто модель за виключенням транспортного запізнення)  $[0, 0]$ , що виключає проміжні перетворення «об'єкт — регулятор». При цьому зберігаються переваги керування зі зворотним зв'язком.

$$W_p(s) = W_\Phi(s) \cdot W_{\text{ОБМ}^+}^{-1}(s) \quad (1)$$

Додатково регулятор містить елемент  $W_\Phi(s)$  у вигляді інерційної ланки, стала часу якої впливає на компроміс між чутливістю системи та показниками якості її роботи.

Якщо якість функціонування системи регулювання визнається незадовільною, то ускладнюють або алгоритм функціонування регулятора, або інформаційну структуру системи. Наприклад, у практиці регулювання теплоенергетичних процесів йдуть шляхом введення додаткових інформаційних каналів, що характеризують зміну поточного стану об'єкта більш оперативно, ніж керована величина. У цьому випадку об'єкт описується двома складовими: малоінерційною, або випереджаючою,  $W_{\text{ВИП}}(s)$  та інерційною  $W_{\text{ИН}}(s)$ . Такі системи забезпечують високі показники якості в режимі роботи, на який запроєктовані, однак зміна об'єкта керування через зовнішні умови (навантаження, характеристики палива чи робочого середовища тощо) спроможні зашкодити ефективному протіканню технологічного процесу. Цю проблему можна вирішити, якщо об'єкт дозволяє виділити окремий інформаційний сигнал  $N$ , який характеризує поточний режим роботи об'єкта. Тоді буде знайдена відповідність між параметрами моделі об'єкта, а, отже, і налаштуваннями регуляторів, а структурну схему результуючої САР можна зобразити, як на рис. 1. На рисунку наведена каскадна САР з двома регуляторами з внутрішньою моделлю [0], причому у внутрішньому контурі використовується регулятор з двома степенями свободи [0].

На рис. 1. Прийняті наступні позначення:  $y_{\text{зад}}(t)$  — сигнал завдання для АСР;  $u(t)$  — керуючий сигнал від регулятора;  $v(t)$  — сигнал зовнішнього збурення;  $y_1(t)$  — вихідний сигнал об'єкта керування;  $W_p(s)$  — передавальна функція регулятора;  $W_\Phi(s)$  — передавальна функція фільтра регулятора;  $W_{PK}(s)$  — передавальна функція компенсатора збурень. Індекс «1» відповідає зовнішньому контуру керування, індекси «2» та «ВИП» — внутрішньому; індекс «м» означає модель об'єкта.

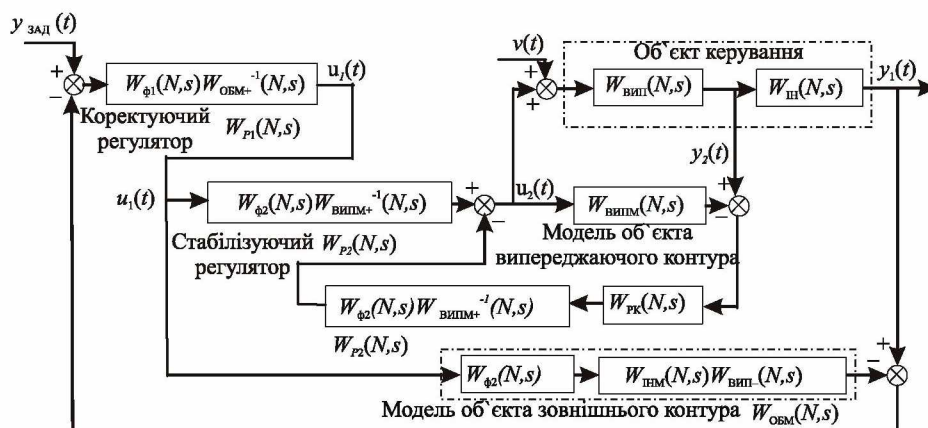


Рис. 1. Структурна схема каскадної САР

Розглянемо систему з автокорекцією на прикладі системи автоматичного керування (САК) температурою первинної пари прямооточного котлоагрегата. Для цього об'єкта характерні всі перераховані вище особливості, які утруднюють використання типових законів керування [0], але при цьому можна виділити допоміжний технологічний сигнал, що відображає поточний режим роботи об'єкта. Цим сигналом є навантаження  $N$ , яке для прямооточних котлоагрегатів визначається за миттєвою витратою живильної води.

Використання автокорекції під час нормальної експлуатації обладнання передусе процедура ідентифікації параметрів моделі об'єкта, проведена для ключових режимів роботи. Структура моделі визначається з апіорних відомостей про динаміку об'єкта. Так, для контуру керування температурою гострої пари моделі випереджаючої частини та об'єкта в цілому представляються як послідовність інерційної ланки другого порядку та ланки транспортного запізнення [0]. Вибір методу ідентифікації залежить від можливостей апаратно-програмної платформи системи керування і може включати як поширені методи ідентифікації по кривій відклику на тестове збурення (наприклад, метод площин), чи інші способи визначити параметри відомої структури моделі.

Результати ідентифікації, що пройшли процедуру верифікації, заносяться до матриці режимів  $\bar{p} = [p_{ij}]$ , де  $p_{ij}$  —  $i$ -й параметр системи на  $j$ -ому режимі. Таким чином накопичується інформація про динаміку об'єкта у ключових режимах роботи. Процедура ідентифікації виконується під час пуско-налагоджувальних робіт при вводі об'єкта в експлуатацію чи після ремонту, та повинна періодично повторюватися через відхилення параметрів об'єкта з плином часу.

Після ідентифікації виконується однопараметрична оптимізація роботи замкненої системи на заданий показник якості (2)

$$I = f(y_i(t)) \rightarrow \min_{\lambda_i}, i = 2, \quad (2)$$

де,  $\lambda_i$  — стала фільтру регулятора.

Оптимізація виконується двічі — для внутрішнього контуру при вимкненому головному регуляторі та для системи в цілому. Метод оптимізації обирається з досвіду людини-інтегратора системи.

Під час експлуатації системи залежно від поточного навантаження  $N$  система автоматично визначатиме оптимальні за показником  $I$  параметри налаштувань системи визначатимуться за законом:

$$p_k(N) = \sum_{i=0}^n p_{ki} \cdot \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^n \frac{N - N_j}{N_i - N_j}, \quad (3)$$

де  $p_{ki} = p_k(N_i)$ ,  $p_k(N_i) \in [p_{k \min}; p_{k \max}]$ ,  $N_i \in [N]$ ,  $i = 1 \dots n$ ,  $k$  — номер параметра,  $n$  — кількість ідентифікованих режимів роботи.

Результат моделювання по експериментальним даним з Трипільської ГРЕС для котлоагрегата ТПП-210А показують (рис. 2), що використання каскадної САК з регуляторами з внутрішньою моделлю зменшує значення інтегрального квадратичного показника якості роботи до 60 % у порівнянні з типовими структурами. Налаштування типових структур виконувалось методом оптимального параметричного синтезу на середньоквадратичне відхилення для кожного розглянутого режиму роботи окремо. Перехідні процеси приведені до одиничного ступінчатого збурення.

Вагомим фактором при виборі системи керування описаного типу є відсутність спеціальних вимог до програмно-апаратного забезпечення засобів автоматизації. Систему можна реалізувати на переважній більшості промислових програмованих контролерів, у тому числі на вже встановлених на об'єктах, що потенційно може зменшити витрати на впровадження.

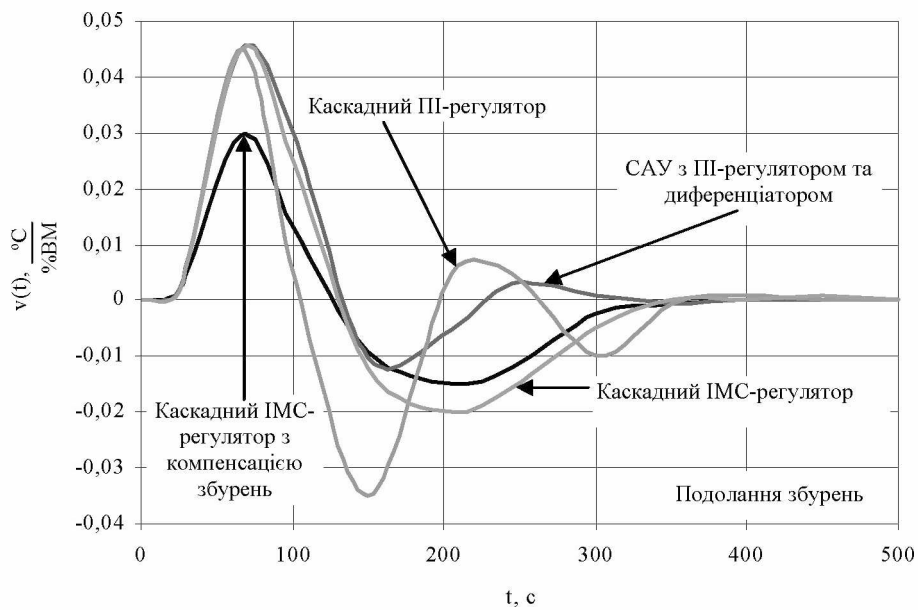
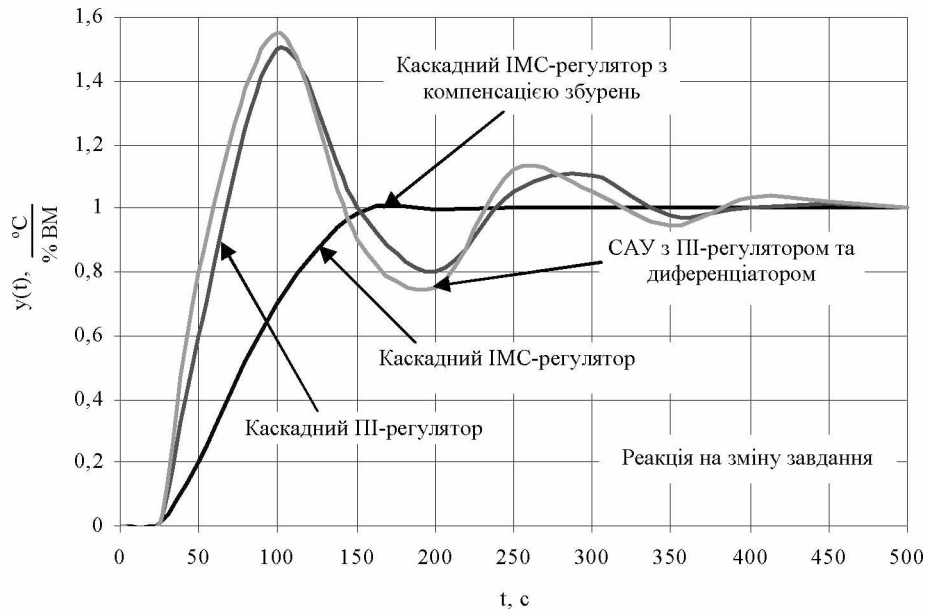


Рис. 2. Перехідні процеси у САК температурою первинної пари при номінальному навантаженні котлоагрегата

**Висновки**

Запропоновано підхід до створення адаптивних систем автоматичного керування на базі регуляторів з внутрішньою моделлю, який дозволяє отримати близькі до апериодичних перехідні процеси з меншими у порівнянні з типовими структурами значеннями інтегрального показника якості роботи у стаціонарних режимах функціонування обладнання, та забезпечує автокорекцію параметрів системи при зміні режиму роботи за рахунок використання відповідності параметрів об'єкта керування режимам роботи котлоагрегата.

**Література**

1. *Brosilow, C.* Techniques of Model-Based Control [Текст] / C. Brosilow, B. Joseph. — USA : Prentice Hall, 2002. — 704 p.
2. *Leva, A.* Hands-on PID autotuning: a guide to better utilization [Електронний ресурс] / Leva, A., Cox C., Ruano A. — IFAC Professional Brief. — Режим доступа \www/ URL: <http://www.ifac-control.org/publications/list-of-professional-briefs> — 14.10.2012 p. — Загол. з екрану.
3. *Плетнев Г. П.* Автоматизированное управление объектами тепловых электростанций [Текст] / Плетнёв Г. П. — М. : Энергоатомиздат, 1981. — 368 с.
4. *Ротач В.Я.* Теория автоматического управления: соответствуют ли её основные положения действительности? [Текст] / В. Я. Ротач // Промышленные АСУ и Контроллеры. — 2007. — №3. — С. 1 – 5.
5. *Серов Е.П.* Динамика парогенераторов [Текст] / Е. П. Серов, Б.П. Корольков. — М.: Энергоиздат, 1981. — 408 с.
6. *Степанець О.В.* Регулювання теплового навантаження котлоагрегата на основі оцінки моделі об'єкта [Текст] / О.В. Степанець, А.П. Мовчан // Восточно-Европейский журнал передових технологий. — 2011. — №4/8(52). — С. 42 – 45

**АВТОКОРРЕКЦИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ  
УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ КАСКАДА РЕГУЛЯТОРОВ  
С ВНУТРЕННЕЙ МОДЕЛЬЮ ОБЪЕКТА**

**А.В. Степанец**

*Національний технічний університет України «КПІ»*

*Предложена система автоматического управления квазистационарными объектами, построенная на регуляторах с внутренней моделью объекта управления. Система автоматически корректирует собственные параметры настройки за счет анализа внешнего репрезентативного сигнала от технологического процесса.*

*Ключевые слова:* каскадная САР, регулирование, автокоррекция.