



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **77636** (13) **U**
(51) МПК
G05D 23/19 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2012 08541</p> <p>(22) Дата подання заявки: 10.07.2012</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.02.2013</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.02.2013, Бюл.№ 4</p>	<p>(72) Винахідник(и): Савицький Сергій Михайлович (UA), Гапон Анатолій Іванович (UA), Качанов Петро Олексійович (UA), Римар Сергій Іванович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002 (UA)</p>
---	---

(54) СПОСІБ ПРОГРАМНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ

(57) Реферат:

Спосіб програмного регулювання температурного поля включає формування коду температури задатчика, вимірювання температури об'єкта і формування управляючої дії у вигляді ступінчастої функції. Управляючу дію формують як суму одиничних функцій при відомому значенні управляючої дії, вимірюють вихідні сигнали і по ним визначають перехідну характеристику об'єкта, по якій визначають суму кодів приростів температури до кінця інтервалу програмного регулювання, обумовлених відповідними одиничними функціями. Вимірюють температуру у всіх q точках теплового поля, створеного p нагрівачами, формують управляючу дію для температурного поля за допомогою двоконтурної системи регулювання.

UA 77636 U

Корисна модель належить до систем програмного регулювання температури середовищ або тіл, зокрема до способів керування температурою об'єкта по заданій програмі, і може буде реалізована в системах керування в енергетиці, хімічній, металургійній, харчовій та інших областях промисловості.

5 Відомий спосіб програмного визначення стану електронагрівача [1], що включає керування електрорушійною силою за допомогою комп'ютера і одночасні виміри напруги на електронагрівачі та з'єднаному послідовно з ним термостабілізованому електричному опорі.

Недоліком вказаного методу є не можливість використання даного методу для управління об'єктом з розподіленими параметрами, невисока точність стабілізації температури.

10 Найбільш близьким по суті до запропонованого є спосіб програмного регулювання і пристрій для його здійснення [2], що включає формування коду температури задатчика, вимірювання температури об'єкта і формування управляючої дії у вигляді ступінчастої функції, управляючу дію формують як суму одиничних функцій при відомому значенні управляючої дії, вимірюють вихідні сигнали і по ним визначають перехідну характеристику об'єкта, по якій визначають суму кодів пристроїв температури до кінця інтервалу програмного регулювання, обумовлених відповідними одиничними функціями, визначають прогнозовану помилку розузгодження як різницю між отриманою сумою, відповідної управляючій дії для цього ж моменту часу, і кодом приросту температури задатчика, корегують її на величину помилки розузгодження, що мала місце на початок інтервалу програмного регулювання, а управляючу дію формують у вигляді суми скоректованої помилки розузгодження і управляючої дії на попередньому інтервалі програмного регулювання.

Недоліком вказаного методу є неможливість використання даного методу для управління об'єктом з розподіленими параметрами.

25 В основу корисної моделі поставлена задача розробки способу програмного регулювання температурного поля з метою переходу від управління точковим об'єктом до управління температурним полем з підвищенням точності стабілізації температури.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб програмного регулювання температурного поля, що включає формування коду температури задатчика, вимірювання температури об'єкта і формування управляючої дії у вигляді ступінчастої функції, управляючу дію формують як суму одиничних функцій при відомому значенні управляючої дії, вимірюють вихідні сигнали і по ним визначають перехідну характеристику об'єкта, по якій визначають суму кодів приростів температури до кінця інтервалу програмного регулювання, обумовлених відповідними одиничними функціями, визначають прогнозовану помилку розузгодження як різницю між отриманою сумою, відповідною управляючій дії для цього ж моменту часу, і кодом приросту температури задатчика, корегують її на величину помилки розузгодження, що мала місце на початок інтервалу програмного регулювання, а управляючу дію формують у вигляді суми скоректованої помилки розузгодження і управляючої дії на попередньому інтервалі програмного регулювання, згідно з корисною моделлю, вимірювання температури у всіх q точках теплового поля створеного p нагрівачами, формування управляючої дії для температурного поля за допомогою двоконтурної системи регулювання.

40 Вимірювання температури у всіх q точках теплового поля створеного p нагрівачами, формування управляючої дії для температурного поля за допомогою двоконтурної системи регулювання дозволяє програмно керувати температурним полем та підвищує точність регулювання температури теплового поля.

45 Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де позначено ряд перехідних функцій теплового об'єкта.

Для реалізації запропонованого способу на стадії підготовки необхідно зняти перехідні характеристики об'єкта (креслення) регулювання та за отриманими кривими виміряти тривалість перехідних процесів в об'єкті. Час перехідного процесу поділяється на n рівних інтервалів τ . В точках t , де $t=1\tau, 2\tau, \dots, n\tau$ - вимірюються значення вихідного сигналу (температури)

50 T_1, T_2, \dots, T_n та за формулою
$$K_{i,j,k} = \frac{Y(t)}{X} \Big|_{t=\tau \cdot k}$$
 вираховуються відповідні коефіцієнти

передавання теплового впливу $K_{i,j,k}$ для керування тепловим полем в момент часу k , де i - номер датчика ($1 < i < q$), j - номер нагрівача ($1 < j < p$), k - номер інтервалу часу ($i < k < \infty$).

55 Будь-яку управляючу дію можна представити у вигляді суми одиничних функцій. Для теплових полів справедливий принцип суперпозиції, який полягає в тому, що зміна температури об'єкта рівна сумі змін температури, обумовлених кожним тепловим потоком (якщо їх декілька) окремо. Тому при дії на об'єкт теплового потоку, що має вид ступінчастої функції, за умови, що

зміни ступінчастій функції відбуваються в моменти, кратні τ за допомогою масиву коефіцієнтів $K_{i,j,k}$ можна розрахувати температуру об'єкта у будь-який момент часу, кратний τ .

Спосіб реалізується наступним чином:

У початковий момент часу коди приросту теплових потоків обнулені. Коефіцієнти

5 передавання теплового впливу для керування тепловим полем $K_{i,j,1}$ в початковий момент часу розраховуються за попередньо знятими перехідними характеристиками.

Після запуску системи програмного регулювання починається обчислення прогнозованої зміни температури об'єкта відносно T_0 для кожної з q точок. Для обчислення величини управляючої дії, яка за проміжок часу τ виведе об'єкт в точку, задану за програмою, необхідно

10 обчислити, в яку точку вийде об'єкт під впливом дії, що управляє, яка мала місце до початку поточного інтервалу часу τ .

Тому прогнозована зміна температури в точці $t=r \cdot \tau$ обчислюється без урахування теплового потоку, який подається в мить, коли час перевищить $t=r \cdot \tau$ за формулою:

$$\Delta T_{i,r}^p = \sum_{j=1}^p K_{i,j,m} \sum_{r=1}^{k-m} \Delta Q_{j,r} + \sum_{j=1}^p \sum_{r=k-m+1}^k \Delta Q_{j,r} \cdot K_{i,j,r}, \quad (2)$$

15 де $\Delta T_{i,r}^p$ - розрахункова прогнозована зміна температури об'єкта в i -ої точці в кінці r -го інтервалу часу під впливом сумарного теплового потоку від усіх нагрівачів, підведених до моменту часу $t=r \cdot \tau$; $\Delta Q_{j,r}$ - приріст дії теплового потоку, що управляє, на початок r -го

інтервалу часу; $\sum_{j=1}^p K_{i,j,m} \sum_{r=1}^{k-m} \Delta Q_{j,r}$ - приріст температури датчика викликане приростом теплових потоків всіх n нагрівачів, для яких час перехідних процесів минув, і коефіцієнти $K_{i,j,r}$ не

20 змінюються і рівні $K_{i,j,m}$; $\sum_{j=1}^p \sum_{r=k-m+1}^k \Delta Q_{j,r} \cdot K_{i,j,r}$ - приріст температури датчика викликаний

приростом теплових потоків всіх n нагрівачів, для яких час перехідних процесів не минув; $K_{i,j,m}$ - відповідні коефіцієнти передавання теплового впливу для керування тепловим полем в момент часу m ; $K_{i,j,r}$ - відповідні коефіцієнти передавання теплового впливу для керування тепловим полем в момент часу r ; m, r - номери інтервалів часу.

25 Потім вектор розрахункової температури порівнюється з вектором температури, заданим програмно. Вектор різниці з відповідним знаком, вираховується як:

$$\{\Delta_1\} = \{\Delta T_r^3\} - \{\Delta T_r^p\} \quad (3)$$

де ΔT_r^3 - приріст температури, потрібний за програмою.

30 Під час виконання програми регулювання температура навколишнього середовища може змінюватися. Оскільки швидкість зміни температури навколишнього середовища звичайно значно менше швидкості температури об'єкта, перехідними процесами, обумовленими коливаннями зовнішньої температури, можна нехтувати. Проте, ці коливання можуть викликати помилку розузгодження, а також погрішності ЦАП і АЦП можуть викликати помилку розузгодження, яку необхідно враховувати. З цією метою на елемент подається код приросту

35 температури задатчика на кінець r -го інтервалу τ і код приросту температури всіх датчиків на цей же момент часу.

Різницевий код дорівнює:

$$\{\Delta_2\} = \{\Delta T_{r-1}^3\} - \{\Delta T_{r-1}^d\}, \quad (4)$$

де $\{\Delta T_{r-1}^d\}$ - вектор приростів температури в точках.

40 Оскільки зміну зовнішньої температури передбачити складно, і оскільки ця зміна за час τ надзвичайно мала, приймаємо $\Delta_2(r) = \Delta_2(r-1)$. Виходячи з цього, розраховується повне відхилення прогнозованої температури об'єкта від температури, заданої за програмою. Сумарний вектор прогнозованих помилок розузгодження дії, що управляє, обчислюється за формулою:

Під впливом підведеного до об'єкта тепла об'єкт починає змінювати свою температуру на ΔT_i^3 . Після запису коду зміни температури система починає обчислювати значення дії, що управляє, для інтервалу часу від $t = r \cdot \tau$ до $t = (i+1) \cdot \tau$. Процес розрахування відновлюється як тільки закінчиться i -ий інтервал часу.

5 Позитивний ефект, який досягається при використанні корисної моделі: можливість керування тепловим об'єктом з розподіленими параметрами, підвищення точності регулювання температури.

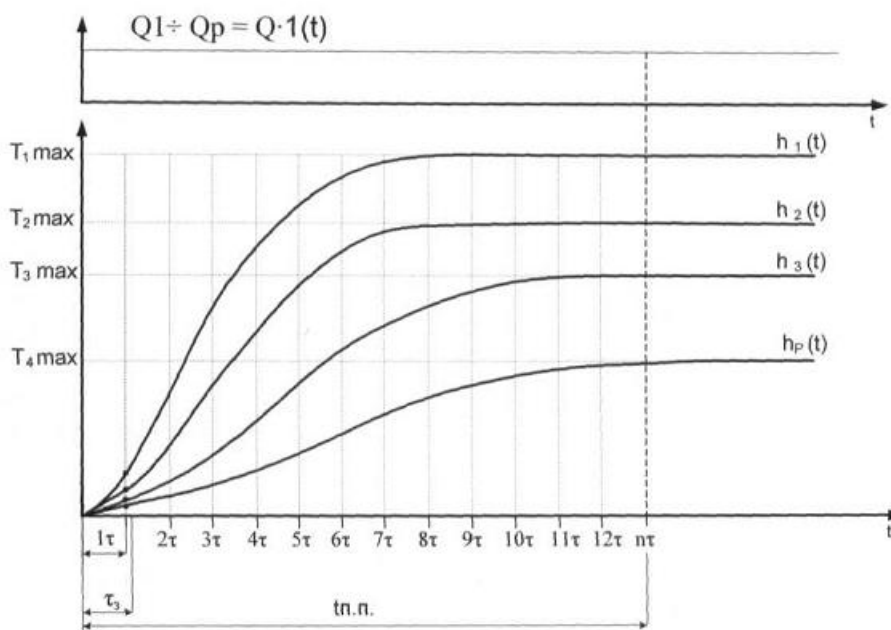
Джерела інформації:

1. Патенту на винахід України № 83073, МПК G05D 23/19, G05D 23/20.

10 2. Патент SU № 1464147, МПК G05D 23/19.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

15 Спосіб програмного регулювання температурного поля, що включає формування коду температури задатчика, вимірювання температури об'єкта і формування управляючої дії у вигляді ступінчастої функції, управляючу дію формують як суму одиничних функцій при відомому значенні управляючої дії, вимірюють вихідні сигнали і по ним визначають перехідну характеристику об'єкта, по якій визначають суму кодів приростів температури до кінця інтервалу програмного регулювання, обумовлених відповідними одиничними функціями, визначають
20 прогнозовану помилку розузгодження як різницю між отриманою сумою, відповідною управляючій дії для цього ж моменту часу, і кодом приросту температури задатчика, корегують її на величину помилки розузгодження, що мала місце на початок інтервалу програмного регулювання, а управляючу дію формують у вигляді суми скоректованої помилки розузгодження і управляючої дії на попередньому інтервалі програмного регулювання, який **відрізняється** тим,
25 що вимірюють температуру у всіх q точках теплового поля, створеного p нагрівачами, формують управляючу дію для температурного поля за допомогою двоконтурної системи регулювання.



Комп'ютерна верстка Л. Купенко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601