



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **81276** (13) **U**
(51) МПК
G05D 23/19 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

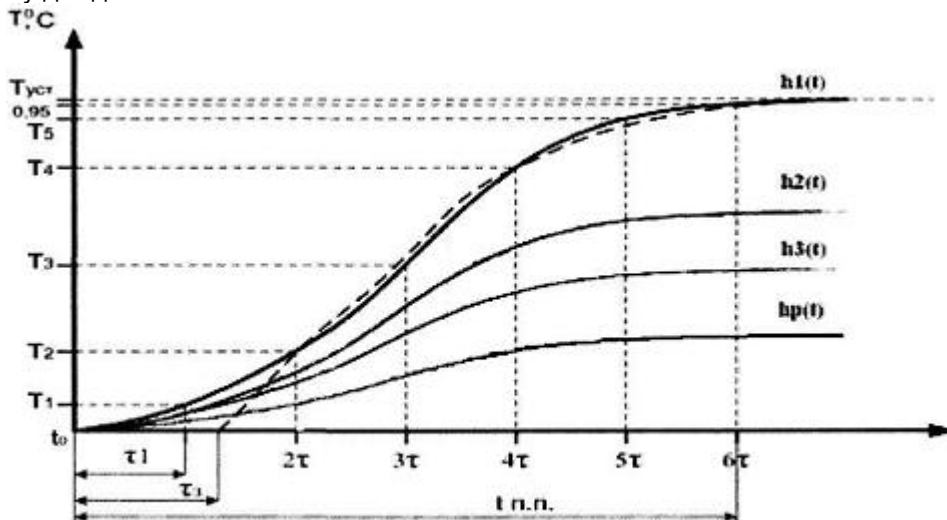
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 00059	(72) Винахідник(и): Савицький Сергій Михайлович (UA), Гапон Анатолій Іванович (UA), Качанов Петро Олексійович (UA), Євсеєнко Олег Миколайович (UA), Вискребенцев Віктор Олегович (UA)
(22) Дата подання заявки: 02.01.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.06.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.06.2013, Бюл.№ 12	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002 (UA)

(54) СПОСІБ ПРОГРАМНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕПЛОВИМ ОБ'ЄКТОМ З ЗАСТОСУВАННЯМ ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНОЇ МОДУЛЯЦІЇ

(57) Реферат:

Спосіб програмного управління тепловим об'єктом з застосуванням широтно-імпульсної модуляції включає формування коду температури задатчика, вимірювання температури об'єкта і формування управляючої дії у вигляді широтно-імпульсної модуляції, вимірюють вихідні сигнали, визначають перехідну характеристику об'єкта, визначають суму кодів приростів температури до кінця інтервалу програмного регулювання, визначають прогнозовану помилку розузгодження, вимірюють температуру об'єкта у всіх точках теплового поля та формують управляючу дію для теплового об'єкта.



Фіг. 1

UA 81276 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 способу є неможливість використання даного методу для управління об'єктом з розподіленими параметрами, невисока точність стабілізації температури.

10 Найбільш близьким аналогом 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 приростів температури до кінця інтервалу програмного регулювання, обумовлених відповідними
15 одиничними функціями, визначають прогнозовану помилку розузгодження як різницю між отриманою сумою, відповідною управляючої 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 способу є неможливість використання даного методу для управління об'єктом з розподіленими параметрами, складність реалізації ступінчастої функції для теплових об'єктів великої потужності.

25 В основу корисної моделі, поставлена задача розробки способу програмного керування тепловим об'єктом з розподіленими параметрами з застосуванням широтно-імпульсної модуляції для переходу від управління точковим об'єктом до управління температурним полем з підвищенням точності стабілізації температури і надійності.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб програмного управління тепловим об'єктом з застосуванням широтно-імпульсної модуляції (ШІМ), що включає формування коду температури задатчика, вимірювання температури об'єкта і формування управляючої дії, у вигляді ШІМ, управляючу дію формують як послідовність прямокутних імпульсів різної довжини, при відомому значенні управляючої дії, вимірюють вихідні сигнали і по ним визначають перехідну
35 характеристику об'єкта, по якій визначають суму кодів приростів температури до кінця інтервалу програмного регулювання, обумовлених відповідними прямокутними імпульсами, визначають прогнозовану помилку розузгодження як різницю між отриманою сумою, відповідною управляючої 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
40 і управляючої дії на попередньому інтервалі програмного регулювання, включає вимірювання температури об'єкта у всіх n точках теплового поля і формування управляючої дії для об'єкта з розподіленими параметрами з застосуванням широтно-імпульсної модуляції.

Вимірювання температури об'єкта у всіх n точках теплового поля і формування управляючої дії для об'єкта з розподіленими параметрами дозволяє програмно керувати тепловим об'єктом з розподіленими параметрами та підвищує точність регулювання температури теплового поля.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням:

Фіг. 1. - ряд перехідних функцій теплового об'єкта.

50 Фіг. 2.- довільний закон зміни температури та відповідно до нього формування управляючої дії з застосуванням широтно-імпульсної модуляції.

Для реалізації запропонованого способу на стадії підготовки необхідно зняти перехідні характеристики об'єкта (Фіг. 1) 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 $t = 1\tau, 2\tau \dots n\tau$ - вимірюється значення вихідного сигналу (температури) T_1, T_2, \dots, T_n

55 та за формулою:

$$K_{i,j,k} = \frac{Y(t)}{X} \Big|_{t=\tau \cdot k} \quad (1)$$

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

5 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 ступінчастої 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 .

10 Спосіб реалізується наступним чином:

У початковому момент часу коди приросту теплових потоків обнулені. Коефіцієнти передавання теплового впливу для керування тепловим полем $K_{i,j,1}$ в початковий момент часу розраховуються за попередньо знятими перехідними характеристиками.

15 Після запуску системи програмного регулювання починається обчислення прогнозованої зміни температури об'єкта відносно T_0 для кожної з n точок. Для обчислення величини управляючої дії, яка за проміжок часу τ виведе об'єкт в точку, задану за програмою, необхідно обчислити, в яку точку вийде об'єкт під впливом дії, що управляє, яка мала місце до початку поточного інтервалу часу τ .

20 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:

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

25 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;

$$\sum_{j=1}^n K_{i,j,m} \sum_{r=1}^{k-m} \Delta Q_{j,r} - \text{приріст температури датчика викликане приростом теплових потоків всіх}$$

n нагрівачів, для яких час перехідних процесів минув, і коефіцієнти $K_{i,j,r}$ не змінюються і рівні $K_{i,j,m}$;

$$\sum_{j=1}^n \sum_{r=k-m+1}^k \Delta Q_{j,r} K_{i,j,r} - \text{приріст температури датчика викликаний приростом теплових потоків}$$

30 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.

35 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.

40 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. Для цього на елемент подається код приросту температури задатчика на кінець r -го інтервалу τ і код приросту температури всіх датчиків на

45 цей же момент часу.

Різницевий код дорівнює:

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

$$t_{\partial} = \frac{t_u}{I}.$$

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 $t = i \cdot \tau$ до $t = (i+1) \cdot \tau$. Процес розрахування відновлюється, як тільки, закінчиться i -ий інтервал часу.

Технічний результат, який досягається при використанні корисної моделі:

1. Можливість ефективного керування тепловим об'єктом з розподіленими параметрами з застосуванням широтно-імпульсної модуляції.

2. Підвищення точності регулювання температури.

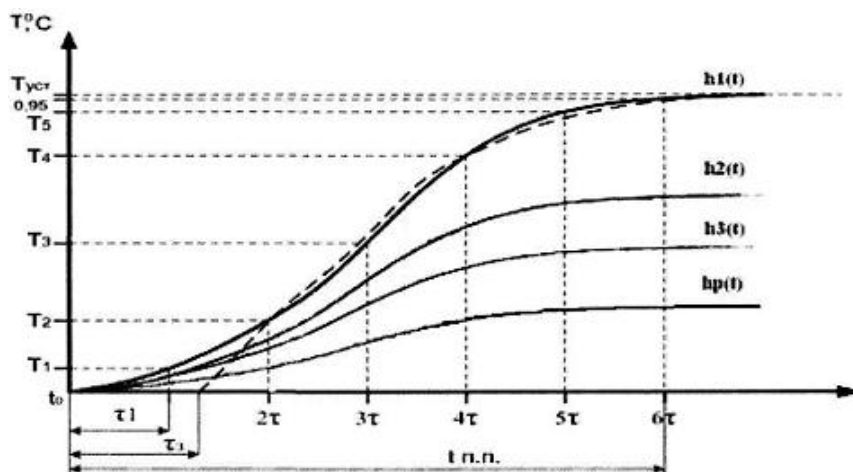
Джерела інформації:

1. Патент на винахід України № 83073, МПК G05D23/19, G05D23/20.

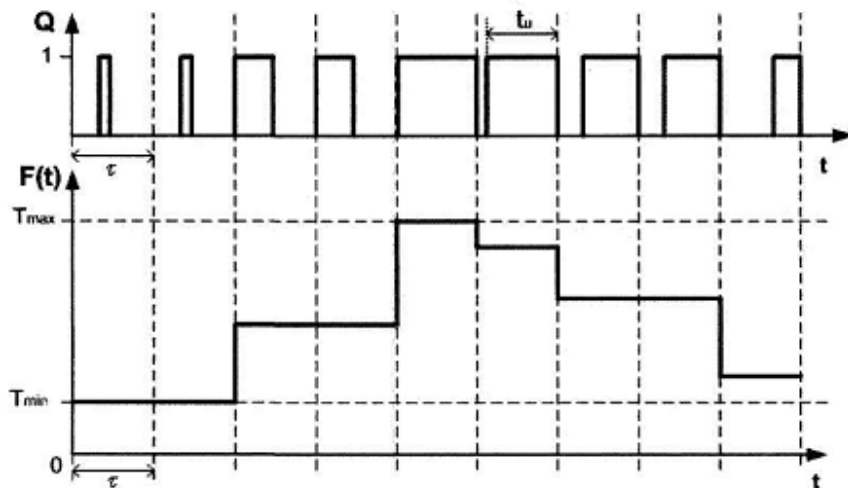
2. Патент SUNe 1464147, МПК G05D23/19.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб програмного управління тепловим об'єктом з застосуванням широтно-імпульсної модуляції (ШІМ), що включає формування коду температури задатчика, вимірювання температури об'єкта і формування управляючої дії у вигляді ШІМ, управляючу дію формують як послідовність прямокутних імпульсів різної довжини, 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 прямокутними імпульсами, визначають прогнозовану помилку розузгодження як різницю між отриманою сумою, відповідною управляючої 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, що вимірюють температуру об'єкта у всіх n точках теплового поля і формують управляючу дію для теплового об'єкта з застосуванням широтно-імпульсної модуляції (ШІМ).



Фіг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка В. Мацело

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