



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **72566** (13) **U**
(51) МПК (2012.01)
F22B 35/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 00470	(72) Винахідник(и): Трубніков Валерій Анатолійович (UA), Хобін Віктор Андрійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 16.01.2012	(73) Власник(и): ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 27.08.2012	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.08.2012, Бюл.№ 16	

(54) СПОСІБ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ КОТЕЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

(57) Реферат:

Спосіб автоматичного управління котельної установки включає вимірювання тиску пари та його регулювання шляхом зміни витрат палива в пальниках котла. Вимірюють тиск повітря у топці котла та регулюють співвідношення паливо-повітря. Вимірюють рівень води в барабані котла та його регулюють шляхом зміни швидкості обертання двигуна насоса. Вимірюють розрідження у витяжці та його регулюють шляхом зміни швидкості обертання двигуна димотяга. Забезпечують регулювання розрідження в топці з використанням каскадної структури регулятора. Регулюють співвідношення паливо-повітря в топці котла. Регулюють тиск пари у барабані котла та регулюють рівень живильної води в барабані котла.

UA 72566 U

Корисна модель належить до теплоенергетики і може бути використана в системах автоматичного управління парових або водогрійних котельних установок, зокрема в системах автоматичного управління процесом отримання пари або гарячої води в котельних установках.

Відомий спосіб автоматичного регулювання парових (або водогрійних) котельних установок на базі регуляторів системи "Кристал", що випускаються Московським заводом теплової автоматики, що складаються з контурів витрат палива і повітря, рівня живильної води в барабані і розрідження в топці котла [Бузников Е. Ф., Раддатис К.Ф., Берзиньш Э.Я. Производственные и отопительные котельные. - М.: Энергоиздат, 1984. - с. 222-235].

Недоліком цього способу є низька ефективність управління котельної установки, яка проявляється у високій ймовірності виходу розрідження в топці за гранично припустиму межу і низької енергетичної ефективності роботи котла. Надмірний тиск у топці призводить до вибивання газів і полум'я з топки в приміщення котельні. Зі збільшенням же розрідження в топці різко зростають присоси повітря, знижують економічність роботи котла за рахунок втрат з димовими газами і збільшення витрати електроенергії на тягу.

Відомий спосіб автоматичного регулювання парових (або водогрійних) котельних установок, що складаються з контурів витрати палива і повітря, рівня живильної води в барабані і розрідження в топці котла [Зыков А.К. Паровые и водогрейные котлы: Справочное пособие. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - с. 115-120].

Недоліком цього способу є низька ефективність управління котельної установки, яка проявляється у високій ймовірності виходу розрідження в топці за гранично припустиму межу і низької енергетичної ефективності роботи котла. Надмірний тиск у топці призводить до вибивання газів і полум'я з топки в приміщення котельні. Зі збільшенням же розрідження в топці різко зростають припливи повітря, знижують економічність роботи котла за рахунок втрат з димовими газами і збільшення витрати електроенергії на тягу.

Найбільш близьким до запропонованого є спосіб автоматичного управління котельної установки, що складається з контурів тиску пари і повітря, рівня води в барабані і розрідження в топці котла [Шафрановский В.А. Справочник наладчика автоматики котельных установок. - Симферополь: Таврия, 1987. - с. 126-172].

Недоліком цього способу є низька ефективність управління котельної установки, яка проявляється у високій ймовірності виходу розрідження в топці за гранично припустиму межу і низької енергетичної ефективності роботи котла. Надмірний тиск у топці призводить до вибивання газів і полум'я з топки в приміщення котельні. Зі збільшенням же розрідження в топці різко зростають припливи повітря, знижують економічність роботи котла за рахунок втрат з димовими газами і збільшення витрати електроенергії на тягу.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення ефективності управління котельної установки за рахунок забезпечення гарантованого невиходу розрідження в топці котла за гранично припустиму межу.

Поставлена задача вирішується тим, що в запропонованому способі, що включає вимірювання тиску пари та його регулювання, шляхом зміни витрат палива в пальниках котла, вимірювання тиску повітря у топці котла та регулювання співвідношення паливо-повітря шляхом зміни швидкості обертання двигуна вентилятора, вимірювання рівня води в барабані котла та його регулювання шляхом зміни швидкості обертання двигуна насоса, вимірювання розрідження у витяжці та його регулювання шляхом зміни швидкості обертання двигуна димотяга. Згідно з корисною моделлю забезпечується регулювання розрідження в топці з використанням каскадної структури регулятора, гарантування невиходу розрідження в топці за гранично припустиму межу, регулювання співвідношення паливо-повітря в топці котла, регулювання тиску пари у барабані котла та регулювання рівня живильної води в барабані котла.

На кресленні наведено блок-схему запропонованого способу автоматичного управління, який реалізовано наступним чином.

Об'єктом управління [ОУ] 1 є котельна установка, яка складається з контурів регулювання тиску пари в барабані котла, регулювання співвідношення паливо-повітря в топці котла, регулювання розрідження в топці котла та регулювання рівня живильної води в барабані котла.

Контур регулювання розрідження в топці котла включає задатчик ймовірності відсутності порушень 12, задатчик мінімального інтервалу часу 11, задатчик гранично припустимого значення розрідження 8, модуль розрахунку допустимої частоти 13, модуль оцінки інтенсивності 9, модуль оцінки ймовірнісних характеристик, блок порівняння сигналу заданого гарантованого рівня і сигналу оцінки інтенсивності 14, основний регулятор 2, датчик розрідження в топці котла 4, блок порівняння сигналу заданого значення і сигналу зворотного зв'язку 3, допоміжний регулятор 5, частотний перетворювач 6 і двигун димотяга 7.

Контур регулювання співвідношення паливо-повітря в топці котла складається з задатчика тиску повітря 15, блоку порівняння сигналу заданого значення і сигналу зворотного зв'язку 16, регулятора співвідношення паливо-повітря 18, датчика тиску повітря 17 в топці котла та датчика тиску пари 23 в барабані котла, частотного перетворювача 19 і двигуна вентилятора 20.

5 Контур регулювання тиску пари в барабані котла складається з задатчика тиску пари 21, блоку порівняння сигналу заданого значення і сигналу зворотного зв'язку 22, регулятора тиску пари 24, датчика тиску пари в барабані котла 23, виконавчого механізму 25 і регулюючого органу 26.

10 Контур регулювання рівня води в барабані котла складається з задатчика рівня води 27, блоку порівняння сигналу заданого значення і сигналу зворотного зв'язку 28, регулятора рівня води 30, датчика рівня води в барабані котла 29, частотного перетворювача 31 і двигуна насоса живильної води 32.

Регулювання розрідження в топці P_T реалізується за принципом каскадного управління з проміжною точкою за тиском пари або гарячої води. У контурі регулювання розрідження P_T в топці передбачено функцію гарантування невиходу регульованої координати за гранично допустиме значення $P_T^{рр+}$. В результаті виконання функції гарантування головний регулятор 2 формує сигнал завдання $P_T^{3д}$ на основі сигналу помилки регулювання $\Delta n_s^{д+}$. Цей сигнал формується елементом порівняння 14, як різниця сигналу з модуля припустимої інтенсивності порушень $n_s^{д+}$ 13 та поточної (або розрахункової) з модуля 9 інтенсивності порушень регламенту. Сигнал припустимої інтенсивності порушень $n_s^{д+}$ формує модуль 13 за сигналами заданої ймовірності відсутності порушень 12, мінімального інтервалу часу 11, де виконується умова квазістаціонарності, та сигналу зворотного зв'язку P_T від датчика розрідження 4. Сигнал поточної або розрахункової інтенсивності порушень регламенту $n_s^+(P_T^{рр+}, T)$ формується модулем оцінки інтенсивності порушень 9 на основі сигналів оцінок ймовірності оцінок регульованої координати ($T_{кст}$ - мінімальний інтервал часу, де виконується умова квазістаціонарності, \hat{m}_{P_T} - оцінка математичного очікування, $\hat{m}_{\dot{P}_T}$ - оцінка похідної математичного очікування, $\hat{\sigma}_{P_T}$ - оцінка середньоквадратичного відхилення, $\hat{\sigma}_{\dot{P}_T}$ - оцінка похідної середньоквадратичного відхилення) та задатчика 8 гранично припустимого регулювання координати $P_T^{рр+}$. Формування оцінок ймовірнісних характеристик сигналу зворотного зв'язку P_T , як випадкового динамічного процесу, забезпечує модуль оцінки ймовірнісних характеристик 10 за оцінюваним сигналом P_T від датчика розрідження 4, який надходить на його вхід. У каскадній САР функції допоміжного регулятора реалізує блок 5, який формує управляючу дію $U1$ на основі сигналу розугодження ΔP_T . Цей сигнал формується блоком порівняння 3, як різниця сигналу завдання $P_T^{3д}$ та сигналу зворотного зв'язку P_T від датчика розрідження 4, що надходить з першого виходу об'єкта управління 1. Каскадний контур регулювання розрідження в топці формує управляючу дію $U1$, яка поступає на частотний перетворювач 6, що змінює швидкість обертання ω_d димотяга 7, який змінює величину розрідження P_T , яка надходить на перший вхід об'єкта управління 1. Зміна частоти обертання двигуна димотяга змінює кількість відсмоктаних димових газів, що виділяються при спалюванні палива в пальниках котла, що в результаті приводить до відповідної зміни величини розрідження.

40 Регулювання співвідношення паливо-повітря забезпечує регулятор 18 за сигналом помилки регулювання $\Delta P_{п/пов}$, що формується блоком порівняння 16, в який надходять задане значення регульованої координати $P_{пов}^{3д}$ від задатчика 15, сигнали зворотного зв'язку $P_{пов}$ та P_p з датчика тиску повітря 17 та датчика тиску пари 23 відповідно. Регулятор 18 виробляє керуючу дію $U2$ на частотний перетворювач 19, що змінює швидкість обертання $\omega_{пов}$ двигуна вентилятора 20, який змінює величину тиску повітря $P_{пов}$ в топці котла 1. Зміна частоти обертання двигуна вентилятора змінює тиск повітря, що надходить в топку котла, що в результаті приводить до відповідної зміни співвідношення паливо-повітря.

50 Поточний тиск пари P_p в барабані котла в ОУ 1, перетворюють у датчику тиску 23 у сигнал, який надходить в блок порівняння 22, куди також надходить і задане значення тиску пари $P_p^{3д}$ від задатчика 21, здобуваючи сигнал розбалансу ΔP_p , який у свою чергу надходить у регулятор 24, який керуючою дією $U3$ впливає на виконавчий механізм 25 та регулюючий орган 26, змінюючи витрати палива $G_{пал}$, на об'єкт 1. Зміна витрат палива змінює кількість теплоти, що виділяється при його спалюванні в пальниках котла, що в свою чергу призводить до відповідної зміни тиску пари P_p .

55 Поточне значення рівня живильної води $H_{жв}$ в барабані котла в ОУ 1 перетворюють у датчику рівня 29 у сигнал, який надходить в блок порівняння 28, куди також надходить і задане значення рівня живильної води $H_{жв}^{3д}$ від задатчика 27, здобуваючи сигнал розбалансу $\Delta H_{жв}$, який у свою чергу надходить у регулятор 30, який виробляє керуючу дію $U4$ на частотний

перетворювач 31, що змінює швидкість обертання ω_n двигуна насоса 32, який змінює величину рівня живильної води $N_{жв}$ в барабані котла 1. Зміна частоти обертання двигуна насоса змінює кількість води в барабані котла, що надходить з живильної магістралі, що в результаті приводить до відповідної зміни рівня води в барабані.

5 Розрахунок поточного значення імовірності відсутності порушення в модулі розрахунку допустимої частоти визначається з виразу:

$$P_s(P_T^{rp\pm}, T) = \text{учз} \left\{ n_s(P_T^{rp\pm}, T) \right\} = \exp \left\{ N_s(P_T^{rp\pm}, T) \right\},$$

де T - інтервал часу;

s - події;

10 $n_s(P_T^{rp\pm}, T)$ - середня частота (інтенсивність) порушень у обмежень $P_T^{rp\pm}$ на T ;

$N_s(P_T^{rp\pm}, T)$ - загальна кількість подій s на T .

Розрахунок оцінок середньої інтенсивності подій в модулі оцінки інтенсивності подій проводиться за допомогою виразу:

$$\hat{n}^{\pm}(P_T^{rp\pm}, T) = \frac{\hat{\sigma}_{P_T}}{2\pi\hat{\sigma}_{P_T}} \exp \left\{ \frac{1}{2} \text{sign} \Delta P_T \pm \left[\frac{P_T^{rp\pm} - \hat{m}_{P_T}(t)}{\hat{\sigma}_{P_T}} \right]^2 \right\} * \left\{ \exp \left(\frac{\hat{m}_{P_T}(t)}{\hat{\sigma}_{P_T}} \right) \mp \sqrt{2\pi} \frac{\hat{m}_{P_T}(t)}{\hat{\sigma}_{P_T}} \Phi \left(\mp \frac{\hat{m}_{P_T}(t)}{\hat{\sigma}_{P_T}} \right) \right\},$$

15 де $\Phi \left(\mp \frac{\hat{m}_{P_T}(t)}{\hat{\sigma}_{P_T}} \right)$ - інтеграл ймовірності;

\hat{m}_{P_T} , $\hat{m}_{\dot{P}_T}$, $\hat{\sigma}_{P_T}$, $\hat{\sigma}_{\dot{P}_T}$ - оцінки характеристик випадкових процесів, що обчислюються на інтервалі часу $T_{кст}$;

$\hat{m}_{P_T}(t)$, $\hat{m}_{\dot{P}_T}(t)$ - оцінки мінливого математичного очікування і його першої похідної, обчислювані на інтервалі часу $T < T_{кст}$.

20 При розрахунку оцінки характеристик випадкових процесів у модулі оцінки імовірнісних характеристик використано вирази:

$$\hat{m}_{P_T} = \frac{1}{T} \int_T^{t+T} P_T(t) dt,$$

де \hat{m}_{P_T} - оцінка математичного очікування.

$$\hat{m}_{\dot{P}_T} = \frac{1}{T} \int_T^{t+T} \dot{P}_T(t) dt$$

25 де $\hat{m}_{\dot{P}_T}$ - оцінка похідної математичного очікування.

$$\hat{\sigma}_{P_T} = \frac{1}{T} \int_T^{t+T} (P_T(t) - \hat{m}_{P_T})^2 dt,$$

де $\hat{\sigma}_{P_T}$ - оцінка середньоквадратичного відхилення.

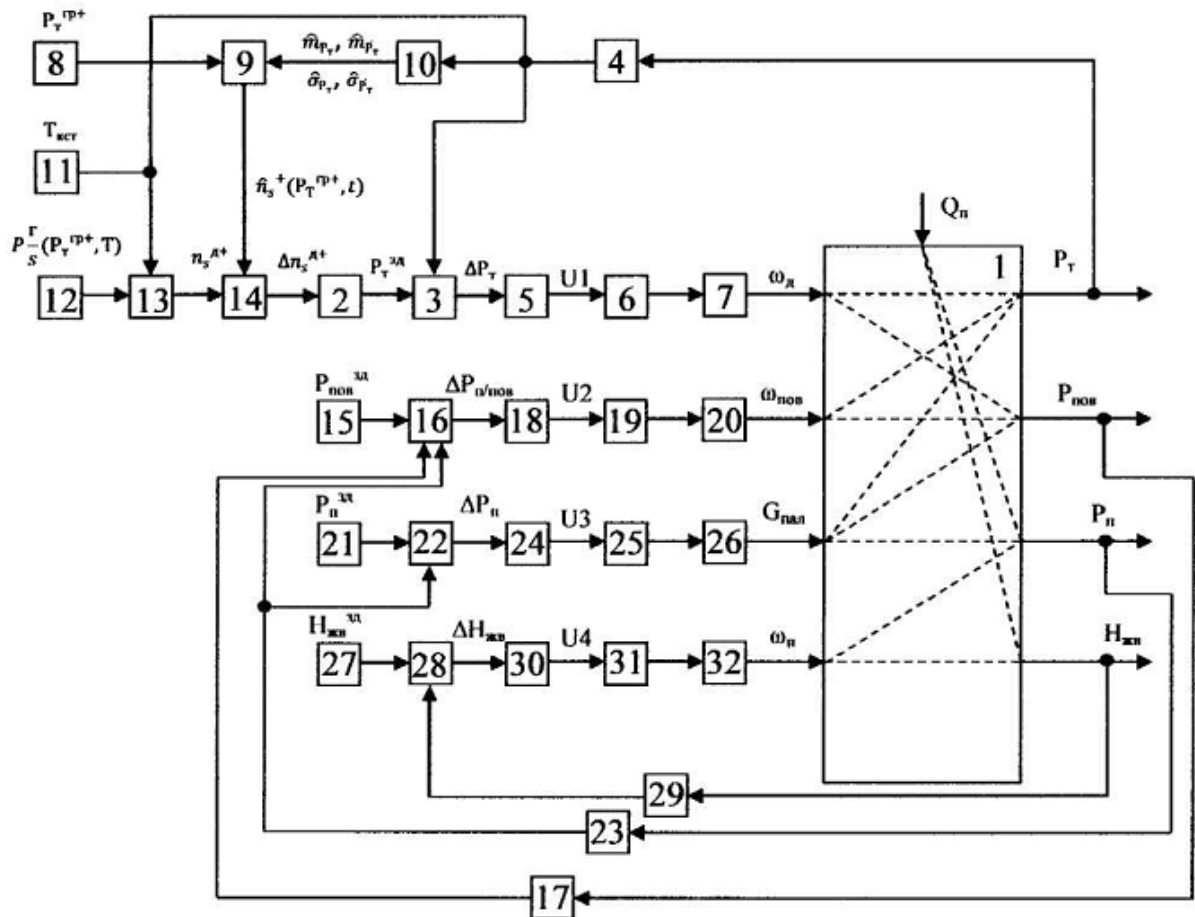
$$\hat{\sigma}_{\dot{P}_T} = \frac{1}{T} \int_T^{t+T} (\dot{P}_T(t) - \hat{m}_{\dot{P}_T})^2 dt,$$

де $\hat{\sigma}_{\dot{P}_T}$ - оцінка похідної середньоквадратичного відхилення.

30 Імітаційне моделювання запропонованого способу підтвердило доцільність його використання та роботоздатність системи управління.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

35 Спосіб автоматичного управління котельної установки, що включає вимірювання тиску пари та його регулювання, шляхом зміни витрати палива в пальниках котла, вимірювання тиску повітря у топці котла та регулювання співвідношення паливо-повітря шляхом зміни швидкості обертання двигуна вентилятора, вимірювання рівня води в барабані котла та його регулювання шляхом зміни швидкості обертання двигуна насоса, вимірювання розрідження у витяжці та його регулювання шляхом зміни швидкості обертання двигуна димотяга, який **відрізняється** тим, що забезпечують регулювання розрідження в топці з використанням каскадної структури регулятора, гарантують невихід розрідження в топці за гранично припустиму межу, регулюють співвідношення паливо-повітря в топці котла, регулюють тиск пари у барабані котла та регулюють рівень живильної води в барабані котла.



Комп'ютерна верстка М. 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