



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108607** (13) **U**
(51) МПК (2016.01)
F22B 35/00
F23N 1/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

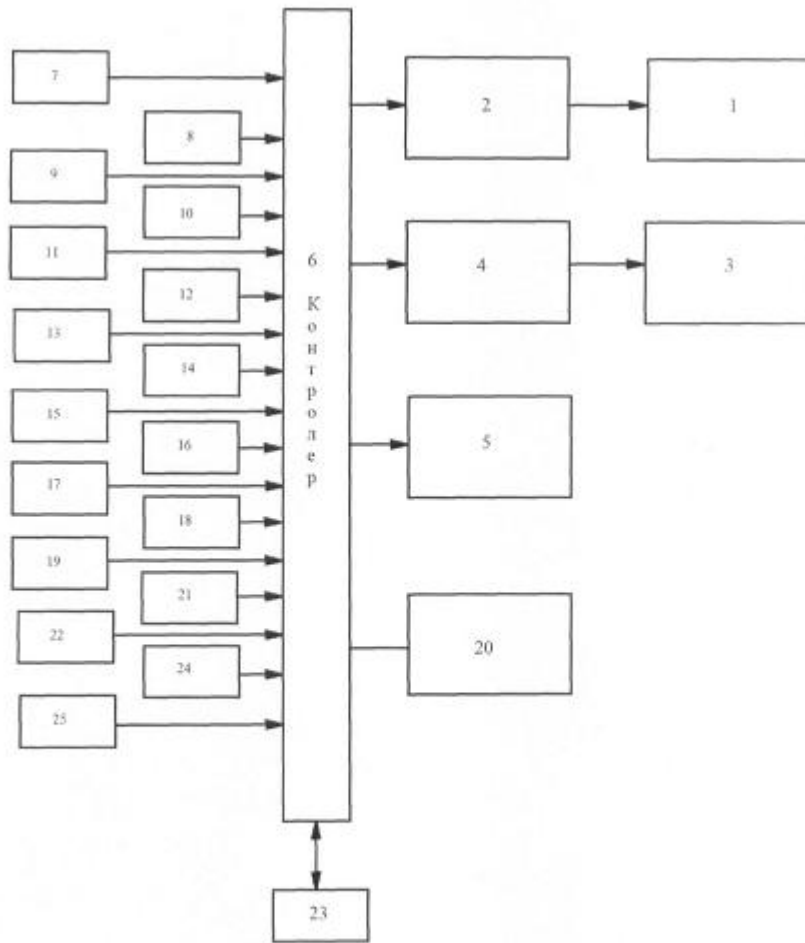
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 00386	(72) Винахідник(и): Скаковський Юрій Михайлович (UA), Бабков Андрій Валентинович (UA)
(22) Дата подання заявки: 18.01.2016	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.07.2016	(73) Власник(и): ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039 (UA), Скаковський Юрій Михайлович, вул. Гайдара, 29, кв. 71, м. Одеса, 65078 (UA), Бабков Андрій Валентинович, вул. Сегедська, 11, кв. 37, м. Одеса, 65063 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.07.2016, Бюл.№ 14	

(54) СПОСІБ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ, КОНТРОЛЮ, ЗАХИСТУ І СИГНАЛІЗАЦІЇ КОТЛОАГРЕГАТУ**(57) Реферат:**

Спосіб автоматичного керування, контролю, захисту і сигналізації котлоагрегату, у якому додатково вимірюють та вводять в контролер фактичне значення вмісту азоту в природному газі, що спалюють в топці, його паспортне значення та паспортне значення нижчої теплоти згоряння палива, і за допомогою контролера розраховують поправку до нижчої теплоти згоряння палива, пов'язану із відмінністю від паспортного значення вмісту азоту в паливі, що надається постачальником, а також фактичний коефіцієнт співвідношення тисків на вході в топку палива та повітря і, з урахуванням поправки, розраховують фактичний коефіцієнт корисної дії, шукають протягом відповідного часу екстремум коефіцієнта корисної дії, і в той момент, як його знаходять, фіксують відповідне йому оптимальне значення коефіцієнта співвідношення тисків палива та повітря на вході в топку, і вводять це значення, як завдання на наступний проміжок часу регулятора співвідношення тисків палива та повітря, управляючи дію якого передають на частотний перетворювач, що плавно управляє електродвигуном вентилятора подачі повітря на пальники.

UA 108607 U



Фиг.

Корисна модель належить до теплоенергетики і може бути використана для енергоефективного керування спалюванням палива в парових котлоагрегатах. Відомі різні способи автоматичного управління процесом виробництва пари, які відрізняються технологічними схемами, кількістю регульованих параметрів та методами управління.

Відомий спосіб автоматичного керування, контролю, захисту і сигналізації котлоагрегату шляхом безперервного вимірювання за допомогою датчиків, встановлених на котлі, сигналів по витраті палива, повітря, вмісту оксиду вуглецю і кисню в димовому тракті, тиску палива, тиску повітря, розрідження в димовому тракті, температурі усередині котла, які вводяться в контролер, що формує сигнали на управляючі блоки у вигляді частотних перетворювачів для плавного керування вентилятором і димососом, підтримуючі заданий вміст оксиду вуглецю (CO) і кисню (O₂) в димових газах і максимальну температуру в топці. Окрім цього вимірюють і вводять в контролер значення сигналів фактичної продуктивності котлоагрегату, а за допомогою задавачів вводять в контролер завдання по розрідженню в топці і по продуктивності котлоагрегату, а також експериментально зняті енергоефективні залежності витрати повітря, вмісту CO і O₂ в димовому тракті від величини продуктивності котлоагрегату. При цьому контролер формує сигнали на пускач регулюючого органу по подачі палива і на управляючі блоки, які підтримують значення витрати повітря, вміст CO і O₂ в димовому тракті, відповідно експериментально знятим енергоефективним залежностям цих параметрів від продуктивності котлоагрегату. Крім цього, контролер може здійснювати регулювання тільки по максимальному значенню відношення продуктивності котлоагрегату до витрати палива. Контролер також може здійснювати контроль, сигналізацію і аварійне відключення котлоагрегату при досягненні аварійних значень тиску палива, тиску повітря, розрідження в топці [патент UA №36015, F23N 1/02, 2006].

Недоліком запропонованого способу є те, що він не забезпечує управління роботою котлоагрегату по точно розрахованому максимальному значенню коефіцієнта корисної дії (к.к.д.), оскільки в ньому пропонується здійснювати регулювання тільки по максимальному значенню співвідношення продуктивності котлоагрегату до витрат палива, а цей показник не враховує зміни в процесі роботи ентальпії від її тиску та температури, що знижує точність оцінювання ефективності управління котлоагрегатом. Таким чином, не може бути встановлене оптимальне співвідношення витрат повітря до витрат газу, що, в свою чергу, не дає можливості оптимізувати процеси горіння палива в топках котлоагрегатів і забезпечити максимальну економію палива, електроенергії, споживаної електродвигунами вентиляторів і димососів, зниження викидів в атмосферу шкідливих і парникових газів, а таким чином не може бути досягнутий найефективніший режим роботи котлоагрегату.

Найближчим до запропонованого способу за технічною суттю і результатом, що досягається, є спосіб автоматичного керування, контролю, захисту і сигналізації котлоагрегату шляхом безперервного вимірювання за допомогою датчиків, установлених на котлі, сигналів по витраті палива, повітря, вмісту оксиду вуглецю і кисню в димовому тракті, тиску палива, тиску повітря, розрідження в димовому тракті, температури усередині котла, фактичної продуктивності котлоагрегату, які разом із сигналами від задавачів, що формують завдання по розрідженню в топці і по продуктивності котлоагрегату, вводять в контролер. В контролер також вводять експериментально зняті енергоефективні залежності витрати повітря, вмісту CO і O₂ в димовому тракті від величини продуктивності котлоагрегату. Контролер формує сигнали на пускачі виконавчого механізму регулюючого органу по подачі палива та управляючі блоки у вигляді частотних перетворювачів для плавного керування вентилятором і димососом, підтримуючі заданий вміст CO і O₂ в димових газах і максимальну температуру в топці, відповідно експериментально знятим енергоефективним залежностям цих параметрів від продуктивності котлоагрегату.

Крім цього контролер здійснює регулювання по максимальному значенню к.к.д., що розраховують з урахуванням теплоти згоряння палива та ентальпії пари, що може змінюватись, для чого додатково вимірюють і вводять в контролер температуру пари і значення теплоти згоряння палива, розраховують фактичний к.к.д. та фактичний коефіцієнт співвідношення тисків на вході в топку палива та повітря (Kc), шукають протягом відповідного часу екстремум к.к.д. і в той момент, як його знаходять, фіксують відповідний йому оптимальний Kc^{опт} і використовують його значення, як завдання на наступний проміжок часу регулятора співвідношення тисків палива і повітря, управляюча дія якого, передається на частотний перетворювач, що плавно управляє електродвигуном вентилятора подачі повітря на пальники.

Контролер також здійснює контроль, сигналізацію і аварійне відключення котлоагрегату при досягненні аварійних значень тиску палива, тиску повітря, розрідження в топці [патент UA № 63774, F22B 35/00, F23N 1/00, 2011].

Даний спосіб вибраний за прототип.

Прототип і спосіб, що заявляється, мають наступні спільні ознаки:

безперервне вимірювання за допомогою датчиків;

керування вентилятором і димососом за допомогою частотних перетворювачів;

5 розрахунок к.к.д. по виміряним сигналам від датчиків із урахуванням змін ентальпії від температури та тиску пари;

управління котлоагрегатом по розрахованому максимальному значенню к.к.д., шляхом підтримання оптимального значення співвідношення тисків палива та повітря.

10 Недоліком запропонованого способу є те, що він не забезпечує управління роботою котлоагрегату по точно розрахованому максимальному значенню к.к.д., оскільки в прототипі пропонується здійснювати регулювання тільки по максимальному значенню к.к.д. з урахуванням співвідношення продуктивності котлоагрегату до витрат палива, змін ентальпії від температури та тиску пари, але цей показник не враховує можливі зміни теплоти згоряння палива в процесі роботи, які є наслідком додавання постачальником до палива (природного газу) повітря, що
15 знижує значення теплоти згоряння палива порівняно із паспортним, і як наслідок, точність оцінювання ефективності управління котлоагрегатом. Таким чином, не може бути встановлене оптимальне співвідношення витрат повітря до витрат газу, що в свою чергу, не дає можливості оптимізувати процеси горіння палива в топках котлоагрегатів і забезпечити максимальну економію палива, електроенергії, споживаної електродвигунами вентиляторів і димососів, зниження викидів в атмосферу шкідливих і парникових газів, а таким чином не може бути
20 досягнутий найефективніший режим роботи котлоагрегату.

В основу корисної моделі поставлена задача створити спосіб автоматичного керування, контролю, захисту і сигналізації котлоагрегату по максимальному значенню к.к.д., з урахуванням можливих змін значення теплоти згоряння палива порівняно із паспортним, що
25 призводить до оптимізації процесів горіння палива в топках котлоагрегатів і забезпечує максимальну економію палива, електроенергії, споживаної електродвигунами вентиляторів і димососів, зниження викидів в атмосферу шкідливих і парникових газів.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі автоматичного керування, контролю, захисту і сигналізації котлоагрегату, що включає вимірювання за допомогою датчиків,
30 установлених на котлі, сигналів по витраті палива, повітря, вмісту оксиду вуглецю і кисню в димовому тракті, тиску палива, тиску повітря, розрідженню в димовому тракті, температури усередині котла, температури, тиску пари і значення теплоти згоряння палива, які вводять в контролер, що формує сигнали на керуючі блоки у вигляді частотних перетворювачів для плавного керування вентилятором і димососом, підтримуючи заданий вміст оксиду вуглецю і
35 кисню в димових газах і максимальну температуру в топці або регулює тільки по максимальному значенню відношення продуктивності котлоагрегату до витрати палива, а також виконує контроль, сигналізацію і аварійне відключення котлоагрегату при досягненні аварійних значень тиску палива, тиску повітря, розрідження в топці, тиску в барабані котла, або розраховує фактичний коефіцієнт корисної дії та фактичний коефіцієнт співвідношення тисків на
40 вході в топку палива та повітря, шукає протягом відповідного часу екстремум коефіцієнта корисної дії і в той момент, як його знаходить, фіксує відповідне йому оптимальне значення коефіцієнта співвідношення тисків на вході в топку палива та повітря і використовує це значення, як завдання на наступний проміжок часу регулятора співвідношення тисків палива і повітря, управляючи дія якого передається на частотний перетворювач, що плавно управляє
45 електродвигуном вентилятора подачі повітря на пальники.

На відміну від прототипу додатково вимірюють та вводять в контролер фактичне значення вмісту азоту в природному газі, що спалюють в топці, його паспортне значення та паспортне значення нижчої теплоти згоряння палива, і за допомогою контролера розраховують поправку до нижчої теплоти згоряння палива, пов'язану із відмінністю від паспортного значення вмісту
50 азоту в паливі, що надається постачальником, а також фактичний коефіцієнт співвідношення тисків на вході в топку палива та повітря і, з урахуванням поправки, розраховують фактичний коефіцієнт корисної дії, шукають протягом відповідного часу екстремум коефіцієнта корисної дії, і в той момент, як його знаходять, фіксують відповідне йому оптимальне значення коефіцієнта співвідношення тисків палива та повітря на вході в топку, і вводять це значення, як завдання на
55 наступний проміжок часу регулятора співвідношення тисків палива та повітря, управляючи дія якого передається на частотний перетворювач, що плавно управляє електродвигуном вентилятора подачі повітря на пальники.

Показник к.к.д. (η), буде знаходитись, як відношення енергій (кількості тепла), тобто тієї енергії, що уходить з парою (q_{nap}) та приходить з паливом (природним газом ($q_{газ}$)), як запропоновано в прототипі:

$$\eta = \frac{q_{nap}}{q_{газ}}.$$

- 5 Також, як запропоновано в прототипі, розраховується q_{nap} з урахуванням витрати пари, можливих змін ентальпії пари внаслідок змін її температури та тиску.

На відміну від прототипу для розрахунку $q_{газ}$ необхідно вимірювати витрати палива $F_{газ}$ і нижчу теплоту згоряння палива Q_n^p , що використовують для енергетичних розрахунків. Остання може бути оцінена виключно у лабораторних умовах, з використанням спеціального обладнання, що значно ускладнює реалізацію способу. Для можливості спрощення практичної реалізації способу та його автоматизованого виконання пропонується використовувати значення Q_n^p , яке наведено у паспорті палива, що подається постачальником, а також наведене там же значення вмісту азоту (N_2) у паливі (природному газі), додатково вимірювати фактичний вміст азоту в газі за допомогою газоаналізатора, та вводити ці дані у контролер. Азот

10 вибраний як найбільша складова повітря (орієнтовно об'ємний відсоток складає - 78 %) для підвищення точності розрахунків η .

У паспорті палива (природного газу) наведений його відсотковий склад, наприклад: метан (CH_4 -92 %, етан (C_2H_6) - 3,9 %, пропан (C_3H_8) - 1,1 %, бутан (C_4H_{10}) - 0,4 %, пентан (C_5H_{12}) - 0,1 %, азот (N_2) - 1,6 %, вуглекислий газ (CO_2) - 0,1 %. Таким чином, без урахування малої частки CO_2 , газу, що згоряють та виділяють тепло складають: $(100 - \%N_2)$ %. Якщо фактичний

20 вміст азоту збільшується відносно паспортного, то відповідно зменшується фактична теплота згоряння палива відносно паспортного значення.

В контролері за даними, що в нього вводяться, в реальному масштабі часу розраховується поточне значення η згідно із залежністю:

25

$$\eta = \frac{q_{nap}}{q_{газ}} = \frac{F_{nap} i(T_n, P_n)}{F_{газ} Q_n^p \left[\frac{(100 - \%N_2^{\phi})}{(100 - \%N_2^n)} \right]},$$

де $\%N_2^n$ - значення вмісту азоту в природному газі, що наведено в паспорті палива, %;

$\%N_2^{\phi}$ - значення вмісту азоту в природному газі, що вимірюється газоаналізатором, %.

Таким чином, якщо вміст азоту виміряний та паспортний збігаються, (повітря в газ постачальником не додається), то в розрахунках використовують паспортне значення Q_n^p

- 30 Якщо внаслідок додавання в паливо повітря фактичний вміст азоту перевищує паспортний, автоматично розраховується корегуюча поправка у частках, що дозволяє підвищити точність розрахунку к.к.д. і, як наслідок, точніше визначити коефіцієнт співвідношення "газ-повітря", який використовується як завдання в контурі регулювання котлоагрегату (контурі "ефективності горіння").

- 35 Ефективність запропонованого способу підтверджується простим прикладом, так, якщо в паспорті палива наведено значення $\%N^n = 1,5\%$, а за даними газоаналізатора $\%N^{\phi} = 3,5\%$, то наведене в паспорті значення Q_n^p зменшується в $(100 - \%N^{\phi}) / (100 - \%N^n) = (100 - 3,5) / (100 - 1,5) = 96,5 / 98,5 = 0,9797$ рази. Що в свою чергу показує можливість уточнення розрахунку оптимального значення к.к.д. більш ніж на 2 %.

- 40 Для знаходження q_{nap} , необхідно вимірювати продуктивність котла (F_n), та розрахувати значення ентальпії, яка змінюється в процесі роботи котла в залежності від температури та тиску пари, ккал/кг (кДж/кг). За даними вимірювання в контролері розраховується кількість тепла, що уходить з парою до споживачів. При цьому ентальпія пари розраховується в контролері по даних, що вимірюються датчиками температури та тиску перегрітої пари на основі залежності, яка закладається в контролер по даним таблиць властивостей води та водяної пари
- 45 або може бути використана відома комп'ютерна програма - "is - діаграма". Таким чином,

суттєво підвищується точність розрахунків к.к.д. На відповідному проміжку часу йде пошук екстремуму (максимального значення к.к.д.). В той момент часу, коли знаходиться відповідний екстремум η^{\max} , фіксується значення коефіцієнта співвідношення витрат (або тисків на вході в топку) паливо (газ) - повітря Kc_i^{onm} і по цьому значенню даного коефіцієнта ведеться управління роботою котлоагрегату в наступний період часу до отримання нового значення η^{\max} , відповідно, $Kc_{(i+1)}^{onm}$.

Контролер також здійснює контроль, сигналізацію і аварійне відключення котлоагрегату при досягненні аварійних значень тиску палива, тиску повітря, тиску в барабані котла, розрідження в топці, перевищенні максимального чи зниженні менш мінімального рівня в барабані котла. Вимірювання продуктивності і формування управляючих сигналів в контролері за експериментально знятими енергоефективними залежностями витрати повітря, вмісту кисню і окису вуглецю в димовому тракті від продуктивності котлоагрегату, запропоноване в прототипі, не може надати максимальну ефективність процесу на весь час роботи котлоагрегату тому, що експериментальні енергоефективні залежності знімаються перед початком основного періоду експлуатації котлоагрегату і не можуть бути оптимальними під час всього періоду експлуатації, бо внутрішні збурення властиві котлоагрегатам (зміна коефіцієнтів теплопередачі унаслідок загоряння труб і т.п.) призводять до не стаціонарності параметрів процесу виробництва пари. Крім цього, у випадку додавання постачальником повітря у природний газ, в запропонованому способі на відміну від прототипу відбувається корегування паспортного значення нижчої теплоти згоряння палива, що дозволяє уточнити розрахунки к.к.д.

Запропонований спосіб вигідно відрізняється від прототипу, оскільки при цьому котлоагрегат працює з максимальним к.к.д., яке буде знаходитись по більш точному способу у всьому діапазоні його продуктивності і періоду експлуатації котлоагрегату.

Суть корисної моделі пояснює креслення.

На кресленні приведена блок-схема системи, в якій реалізований запропонований спосіб автоматичного управління. Система містить електродвигун вентилятора 1, зв'язаний з частотним перетворювачем вентилятора 2, електродвигун димососа 3, зв'язаний з частотним перетворювачем димососа 4, дросельний регулюючий орган подачі газу з виконавчим механізмом 5, контролер 6, зв'язаний із блоками 2, 4, 5, а також з усіма наступними блоками: датчиком вмісту оксиду вуглецю в димовому тракті (газоаналізатор CO) - 7, датчиком вмісту кисню в димовому тракті (газоаналізатор O₂) - 8, датчиком температури в топці 9, датчиком продуктивності 10, датчиком витрати палива 11, датчиком витрати повітря 12, датчиком розрідження в топці 13, датчиком тиску газу 14, датчиком тиску повітря 15, датчиком тиску пари 16, пристроєм вводу паспортної нижчої теплоти згоряння палива (газу) 17, задавачем продуктивності котлоагрегату 18, задавачем розрідження 19, пристроєм звукової і світлової сигналізації 20, датчиком температури пари 21, датчиком рівня в барабані котлоагрегату 22, робочою станцією на базі комп'ютера 23, а також газоаналізатором вмісту азоту в паливі 24 та пристроєм вводу паспортного значення вмісту азоту в паливі 25.

Спосіб здійснюється у наступному порядку. Необхідне розрідження в топці задається задавачем розрідження 19 і порівнюється в контролері 6 з його дійсним значенням, що надходить від датчика розрідження в топці 13, при цьому різницевий сигнал з урахуванням корегуючих сигналів по витраті повітря і витраті палива обробляється контролером 6 і подається на частотний перетворювач димососа 4 і частотний перетворювач вентилятора 2, які плавно управляють швидкостями електродвигуна димососа 3 і електродвигуна вентилятора 1, забезпечуючи провітрювання газоповітряного тракту і задане розрідження в топці. Необхідна продуктивність котлоагрегату задається блоком задавача продуктивності 18 і порівнюється в контролері 6 з фактичним значенням, що надходить від датчика продуктивності 10. Різницевий сигнал обробляється контролером 6, який формує сигнал керування на регулюючий орган подачі газу з виконавчим механізмом 5, який за допомогою дросельної заслінки забезпечує необхідну витрату палива для заданої продуктивності.

Контролер 6, одержавши сигнали від датчиків продуктивності 10, температури пари 21, тиску пари 16, витрат палива 11, вмісту азоту в паливі (газі) від газоаналізатора 24, а також значення паспортної нижчої теплоти згоряння палива (Q_n^p) від пристрою вводу паспортної нижчої теплоти згоряння палива (газу) 17 та значення паспортного вмісту азоту в паливі (газі) від пристрою вводу паспортного значення вмісту азоту в паливі 25, розраховує по отриманим даним значення к.к.д. котлоагрегату з урахуванням залежності ентальпії пари від її тиску і температури та поправки до паспортної нижчої теплоти згоряння палива в залежності від відмінності паспортного та фактичного вмісту азоту в паливі. Одночасно в контролері 6

розраховується фактичне співвідношення тисків (K_c) палива від датчика 14 та повітря від датчика 15. В контролері 6 протягом відповідного проміжку часу йде пошук екстремуму к.к.д. і в той момент, як він буде знайдений, фіксується відповідне йому значення оптимального співвідношення тисків $K_{c_i}^{opt}$, яке в свою чергу, стає на наступний період часу завданням

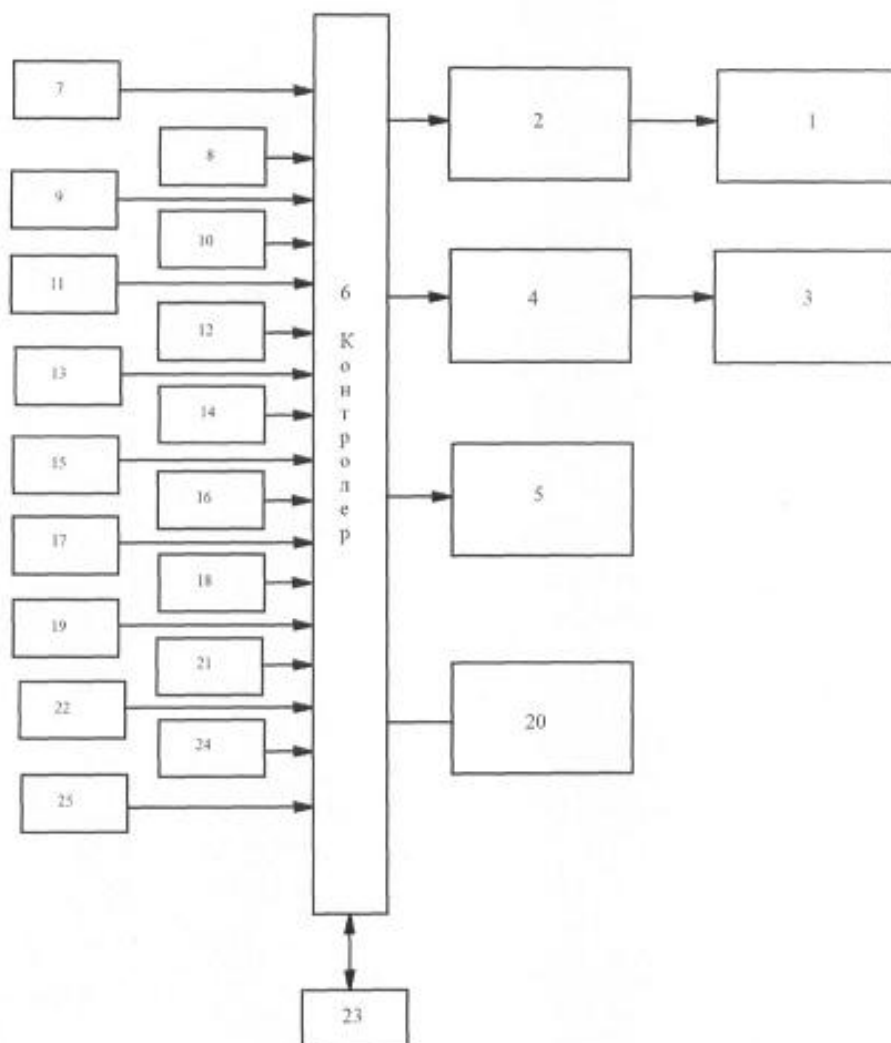
5 регулятора співвідношення тисків палива та повітря, що реалізується в контролері 6. Управляюча дія з цього регулятора від контролера 6 подається на частотний перетворювач 2 і електродвигун вентилятора 1. Контролер 6, крім того, формує по перерахованим даним та отриманим даним від датчика вмісту оксиду вуглецю в димовому тракті (газоаналізатор CO) - 7, датчика вмісту кисню в димовому тракті (газоаналізатор O₂) - 8, датчика температури в топці 9, датчика продуктивності 10, датчика витрати палива 11, датчика витрати повітря 12, датчика розрідження в топці 13 інформацію, що передається в комп'ютер робочої станції 23 для відображення цих даних на мнемосхемі та її архівації, а також здійснює контроль, сигналізацію і аварійне відключення котлоагрегату при досягненні аварійних значень тиску палива, тиску повітря, тиску в барабані котла, розрідження в топці, перевищенні максимального чи зниження менш мінімального рівня в барабані котла від датчика 22.

Даний спосіб автоматичного керування, контролю, захисту і сигналізації забезпечує максимальну ефективність роботи котлоагрегату і, в наслідок цього, мінімальні питомі витрати палива та електроенергії, а також відповідає сучасним санітарно-екологічним умовам.

20

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб автоматичного керування, контролю, захисту і сигналізації котлоагрегату, що включає вимірювання за допомогою датчиків, установлених на котлі, сигналів по витраті палива, повітря, вмісту оксиду вуглецю і кисню в димовому тракті, тиску палива, тиску повітря, розрідженню в димовому тракті, температури усередині котла, температури, тиску пари і значення теплоти згоряння палива, які вводять в контролер, що формує сигнали на керуючі блоки у вигляді частотних перетворювачів для плавного керування вентилятором і димососом, підтримуючи заданий вміст оксиду вуглецю і кисню в димових газах і максимальну температуру в топці або регулює тільки по максимальному значенню відношення продуктивності котлоагрегату до витрати палива, а також виконує контроль, сигналізацію і аварійне відключення котлоагрегату при досягненні аварійних значень тиску палива, тиску повітря, розрідження в топці, тиску в барабані котла, або розраховує фактичний коефіцієнт корисної дії та фактичний коефіцієнт співвідношення тисків на вході в топку палива та повітря, шукає протягом відповідного часу екстремум коефіцієнта корисної дії і в той момент, як його знаходить, фіксує відповідне йому оптимальне значення коефіцієнта співвідношення тисків на вході в топку палива та повітря і використовує це значення як завдання на наступний проміжок часу регулятора співвідношення тисків палива і повітря, управляюча дія якого передається на частотний перетворювач, що плавно управляє електродвигуном вентилятора подачі повітря на пальники, який **відрізняється** тим, що додатково вимірюють та вводять в контролер фактичне значення вмісту азоту в природному газі, що спалюють в топці, його паспортне значення та паспортне значення нижчої теплоти згоряння палива, і за допомогою контролера розраховують поправку до нижчої теплоти згоряння палива, пов'язану із відмінністю від паспортного значення вмісту азоту в паливі, що надається постачальником, а також фактичний коефіцієнт співвідношення тисків на вході в топку палива та повітря і, з урахуванням поправки, розраховують фактичний коефіцієнт корисної дії, шукають протягом відповідного часу екстремум коефіцієнта корисної дії, і в той момент, як його знаходять, фіксують відповідне йому оптимальне значення коефіцієнта співвідношення тисків палива та повітря на вході в топку, і вводять це значення, як завдання на наступний проміжок часу регулятора співвідношення тисків палива та повітря, управляючу дію якого передають на частотний перетворювач, що плавно управляє електродвигуном вентилятора подачі повітря на пальники.



Комп'ютерна верстка О. Рябко

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

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