



УКРАЇНА

(19) UA (11) 63774 (13) U
(51) МПК (2011.01)
F22B 35/00
F23N 1/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ, КОНТРОЛЮ, ЗАХИСТУ ТА СИГНАЛІЗАЦІЇ КОТЛОАГРЕГАТУ

1

(21) u201101646

(22) 14.02.2011

(24) 25.10.2011

(46) 25.10.2011, Бюл.№ 20, 2011 р.

(72) ІЛУЦА ВАДИМ СЕРГІЙОВИЧ, СКАКОВСКИЙ ЮРІЙ МИХАЙЛОВИЧ, ВІТВИЦЬКИЙ ВАСИЛЬ ДМИТРОВИЧ

(73) ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

(57) Спосіб автоматичного керування, контролю, захисту і сигналізації котлоагрегату, що здійснюють шляхом безперервного вимірювання за допомогою датчиків, встановлених на котлі, сигналів по витраті палива, повітря, вмісту окису вуглецю і кисню в димовому тракті, тиску палива, тиску повітря, розрідженню в димовому тракті, температури всередині котла, які вводяться в контролер, що формує сигнали на керуючі блоки у вигляді частотних перетворювачів для плавного керування вентилятором і димососом, підтримуючи заданий вміст окису вуглецю CO і кисню O₂ в димових газах

2

і максимальну температуру в топці або контролером виконується регулювання тільки по максимальному значенню відношення продуктивності котлоагрегату до витрати палива, а також контроль, сигналізацію і аварійне відключення котлоагрегату при досягненні аварійних значень тиску палива, тиску повітря, розрідження в топці, тиску в барабані котла, який **відрізняється** тим, що додатково вимірюють і вводять в контролер температуру пари і значення теплоти згоряння палива, розраховують фактичний коефіцієнт корисної дії к.к.д. та фактичний коефіцієнт співвідношення тисків на вході в топку палива та повітря K_c, шукають протягом відповідного часу екстремум к.к.д. і в той момент, як його знаходять, фіксують відповідний йому оптимальний K_{c^{онт}} 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.

Корисна модель належить до теплоенергетики і може бути використана для енергоефективного керування спалюванням палива в парових і водогрійних котлоагрегатах.

Відомі різні способи автоматичного управління процесом виробництва пари, які відрізняються технологічними схемами, кількістю регульованих параметрів та методами управління.

Відомий спосіб автоматичного регулювання режиму горіння в топці котла шляхом вимірювання сигналів по витраті палива і повітря, що подаються на задавач, в якому в процесі експлуатації за допомогою датчика, встановленого в газовому тракті димоходу, безперервно вимірюють вміст окису вуглецю в димових газах і спільно із задавачем формують сигнали на управляючий блок у вигляді частотного перетворювача для плавного керування електродвигуном димососа і (або) вентилятора, постійно підтримуючи вміст окису вуглецю в димо-

вих газах в кількості 0,1-0,2 % [патент РФ №2247900, F23N 1/02, 2005].

Недоліком запропонованого способу є те, що він не забезпечує роботу котлоагрегату з максимально можливим к.к.д., якщо проводиться регулювання його продуктивності в залежності від навантаження, оскільки добре відомо, що оптимальне значення надлишку повітря, а, відповідно, і значення вмісту кисню O₂ і окису вуглецю CO в димових газах, що відходять, напряму залежить від того, з якою продуктивністю працює конкретний котлоагрегат, ці дані підтверджується результатами теплотехнічних випробувань котлоагрегатів різної продуктивності.

Найближчим (прототипом) до пропонованого способу за технічною суттю і результатом, що досягається, є спосіб автоматичного керування, контролю, захисту і сигналізації котлоагрегату шляхом безперервного вимірювання за допомогою датчиків, встановлених на котлі, сигналів по витраті па-

U
(13)

63774
(11)

UA
(19)

лива, повітря, вмісту окису вуглецю і кисню в димовому тракті, тиску палива, тиску повітря, розрідження в димовому тракті, температури 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 окису вуглецю CO і кисню O₂ в димових газах і максимальну температуру в топці, додатково 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 кисню O₂ і окислу вуглецю CO 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 кисню O₂ і окису вуглецю CO в димовому тракті, відповідно експериментально знятим енергоефективним залежностям цих параметрів від продуктивності котлоагрегату. Крім того, 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 к.к.д., оскільки в прототипі 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, також можливі зміни теплоти згоряння палива, що знижає 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.

В основу корисної моделі поставлено задачу забезпечення управління роботою котлоагрегату по максимальному значенню к.к.д., що призведе до оптимізації процесів горіння палива в топках котлоагрегатів і забезпечить максимальну економію палива, електроенергії, споживаної електродвигунами вентиляторів і димососів, зниження викидів в атмосферу шкідливих і парникових газів.

Поставлена задача вирішена в способі автоматичного керування, контролю, захисту і сигналізації котлоагрегату, який включає безперервне вимірювання за допомогою датчиків встановлених на котлі, сигналів по витраті палива, повітря, вмі-

ту окису вуглецю і кисню в димовому тракті, тиску палива, тиску перегрітої пари, тиску повітря, розрідження в димовому тракті, температури усередині котла, які вводяться в контролер, що формує сигнали на управляючі блоки у вигляді частотних перетворювачів для плавного керування вентилятором та димососом, підтримуючі заданий вміст окису вуглецю CO і кисню O₂ в димових газах, і максимальну температуру в топці, 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 експериментальні зняття енергоефективні залежності витрати повітря, вмісту кисню O₂ і окислу вуглецю CO в димовому тракті від величини продуктивності котлоагрегату. При цьому контролер формує сигнали на пускач регулюючого органу по подачі палива на управляючі блоки, які підтримують значення витрати повітря, вміст кисню O₂ і окису вуглецю CO в димовому тракті, відповідні експериментальне знятим енергоефективним залежностям цих параметрів від продуктивності котлоагрегату. Згідно з корисною моделлю для підвищення точності управління вимірюють і вводять в контролер сигнали від датчиків температури пари та значення теплоти згоряння палива, залежності ентальпії пари від її температури та тиску, а також рівень в барабані котла для формування команд для захисту і сигналізації, регулювання роботи котлоагрегату ведеться по максимальному значенню к.к.д. (η). На відміну від існуючих способів, показник η , буде знаходитись, як відношення енергій (кількості тепла), тобто тієї енергії, що уходить з паром ($q_{\text{пар}}$) та приходить з паливом

$$\eta = \frac{q_{\text{пар}}}{\text{газом}(q_{\text{газ}})}$$
 . Для розрахунку $q_{\text{газ}}$ необхідно вимірювати витрати палива $F_{\text{газ}}$ і теплоту згоряння Q^p палива. В контролері в реальному маш-

табі часу розраховується $q_{\text{газ}} = F_{\text{газ}} \cdot Q^p$. Для знаходження $q_{\text{пар}}$, необхідно вимірювати продуктивність котла (F_n), та розрахувати значення ентальпії, яка змінюється в процесі роботи котла в залежності від температури та тиску пари $i_n = f(T, P)$,

ккал/кг (кДж/кг). За даними вимірювання F_n, T_n, P_n , в контролері розраховується кількість тепла, що

уходить с паром до споживачів $q_{\text{пар}} = F_n \cdot i_n$. При цьому ентальпія пари розраховується в контролері по даних, що вимірюються датчиками температури та тиску перегрітої пари на основі залежності $i_n = i_n(T_n, P_n)$, яка закладається в контролер по даним таблиць властивостей води та водяної пари 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 , фіксується значення коефіцієнту співвідношення витрат (або тисків на вході в топку) паливо(газу)-повітря

K_{ci}^{opt} і по цьому значенню даного коефіцієнту ведеться управління роботою котлоагрегату в наступний період часу до отримання нового значення

$$\eta^{max} \text{ відповідно } K_{c(i+1)}^{opt}.$$

Контролер також може здійснювати 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 нестационарності параметрів процесу виробництва пари. Запропонований спосіб вигідно відрізняється від прототипу, оскільки при цьому котлоагрегат працюватиме з максимальним к.к.д., яке буде знаходитися по більш точному способу у всьому діапазоні його продуктивності і періоду експлуатації котлоагрегату.

На фігурі приведена блок схема запропонованого способу автоматичного управління, який реалізується наступним чином:

Система містить електродвигун вентилятора (блок 1), зв'язаний з частотним перетворювачем вентилятора (блок 2), електродвигун димососа (блок 3), зв'язаний з частотним перетворювачем димососа (блок 4), дросельний регулюючий орган подачі газу (блок 5), контролер (блок 6), датчик вмісту окислу вуглецю CO в димовому тракті (газоаналізатор CO - блок 7), датчик вмісту кисню O₂ в димовому тракті (газоаналізатор O₂ - блок 8), датчик температури в топці (блок 9), датчик продуктивності (блок 10), датчик витрати палива (блок 11), датчик витрати повітря (блок 12), датчик розрідження в топці (блок датчик тиску газу (блок 14), датчик тиску повітря (блок 15), датчик тиску пари (блок 16), пристрій вимірювання теплоти згоряння палива (газу) (може бути лабораторний з ручним уводом значення) (блок 17), задавач продуктивності котлоагрегату (блок 18), задавач розрідження (блок 19), пристрій звукової і світлової сигналізації (блок 20), датчик температури пари (блок 21), датчик рівня в барабані котлоагрегату (блок 22), робоча станція на базі комп'ютера (блок 23). Спосіб здійснюється таким чином.

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

Контролер (блок 6), одержавши сигнал від датчиків продуктивності (блок 10), температури пари (блок 21), тиску пари (блок 16), витрат палива (блок 11) та значення Q^p теплоти згоряння палива розраховує по отриманим даним значення к.к.д. на основі залежності ентальпії пари від її тиску і температури. Одночасно в контролері розраховується фактичне співвідношення K_c тиску палива (від блоку 14) та повітря (блок 15). В контролері (блок 6) протягом відповідного проміжку часу йде пошук екстремуму к.к.д. і в той момент, як він буде знай-

дений, фіксується відповідними йому K_c^{opt} , який в свою чергу, стає на наступний період часу завданням регулятора співвідношення тисків палива та повітря, що реалізованими в контролері (блок 6). Управляюча дія з цього регулятора подається на частотний перетворювач (блок 2) і електродвигун вентилятора (блок 1). Контролер (блок 6), крім того, формує по перерахованим даним та отриманим даним (блоки 7, 8, 9) інформацію, що передається в комп'ютер робочої станції (блок 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 блока 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.

