

УДК 621.193.224:681.536.5

Ю.М. Радченко ⁽¹⁾, доцент, к.т.н.

В.І. Іванов ⁽²⁾, ст. наук. співробітник

В.Ю. Зінченко ⁽²⁾, доцент, к.т.н.

О.В. Гупало ⁽¹⁾, доцент, к.т.н.

ДО УПРАВЛІННЯ ТЕПЛОВИМ РЕЖИМОМ РЕКУПЕРАТИВНИХ НАГРІВАЛЬНИХ КОЛОДЯЗІВ З ОПАЛЮВАННЯМ ІЗ ЦЕНТРУ ПОДУ

⁽¹⁾ Національна металургійна академія України. м. Дніпропетровськ,

⁽²⁾ Запорізька державна інженерна академія

Выполнен анализ существующих автоматических систем регулирования теплового режима рекуперативных нагревательных колодцев с отоплением из центра пода. Предложена рациональная схема указанной системы, реализация которой позволит обеспечить необходимое качество сжигания топлива в течение всего процесса нагрева слитков в колодцах данного типа.

Ключевые слова: рекуперативный нагревательный колодец, отопление из центра пода, регулирование температуры, соотношение «топливо-воздух», продукты горения, содержание кислорода

Виконано аналіз існуючих автоматичних систем регулювання теплового режиму рекуперативних нагрівальних колодязів з опалюванням із центру поду. Запропоновано раціональну схему зазначеної системи, реалізація якої дозволить забезпечити необхідну якість спалювання палива протягом усього процесу нагрівання зливків у колодязях даного типу.

Ключові слова: рекуперативний нагрівальний колодязь, опалювання із центру поду, регулювання температури, співвідношення «паливо-повітря», продукти горіння, вміст кисню

The analysis of the existent automatic systems for regulation of the thermal regime for recuperative heating soakers with heating from the center of bottom has been realized. The rational chart of stated system, realization which permits to provide necessary quality for incineration of fuel during all process heating of bars in soakers of this type has been offered.

Key words: recuperative heating soaker, heating from the center of bottom, regulation of temperature, correlation «fuel-air», combustion products, content of oxygen

Вступ. Рекуперативні нагрівальні колодязі з опалюванням із центру поду, які складають 25...30 % загальної кількості нагрівальних колодязів обтискних цехів металургійного виробництва України, застосовують для нагрівання зливків перед прокатуванням на станах «слябінг» і «блюмінг».

Нагрівання зливків у колодязях зазначеного типу, як правило, виконують за режимом, що складається із двох періодів:

– перший період – період нагрівання зливків, який здійснюють шляхом підвищення температури у робочому об'ємі колодязя до її заданого значення за постійної витрати газоподібного палива;

– другий період – період витримки зливків, що реалізують за заданої постійної температури у робочому об'ємі колодязя.

Управління процесом нагрівання зливків виконують за допомогою локальних

автоматичних систем регулювання (АСР) температури та співвідношення «паливо-повітря» з регулюючими діями, якими слугують відповідно змінювання витрати палива та повітря.

Аналіз досягнень. Незважаючи на досить тривалу історію розвитку та низку вдосконалень, рекуперативні нагрівальні колодязі з опалюванням із центру поду володіють принципово неусувними недоліками, що обумовлено їх конструктивними особливостями.

Одним з основних недоліків зазначених колодязів є неконтрольоване перетікання повітря із керамічних рекуператорів у бік відведення продуктів горіння. Значення втрат повітря, якого подають до керамічних рекуператорів, на початку кампанії нагрівального колодязя, становить 30 %, а через рік його експлуатації – сягає 50...60 %. Як наслідок, походить поступове зниження максимальної теплової потужності колодязя за ходом його кампанії, що призводить до підвищення питомої витрати палива на нагрівання зливків.

Положення посилюється і тим, що якість спалювання палива регулюють з використанням типової АСР співвідношення «паливо-повітря» (ведучою величиною є витрата палива, а витрату повітря визначають за допомогою обчислювального пристрою [1]), яка не в змозі її забезпечити. У такому разі реалізація розрахункової міри відкриття регулюючого органу на трубопроводі підведення повітря не свідчить про надходження до пальника необхідної кількості повітря. Це пов'язано з тим, що під час роботи типової АСР співвідношення «паливо-повітря» використовують теоретичні дані про витрату повітря, яке подають на вхід рекуператора; проте його кількість, що фактично надходить до пальника, є невідомою величиною через втрати у рекуператорі.

Таким чином, для першого періоду теплової обробки зливків у робочому об'ємі рекуперативних колодязів даного типу раціональне спалювання палива не може бути забезпеченим, хоча тривалість зазначеного періоду складає більше половини загального часу нагрівання зливків.

За виробничих умов обтискних цехів металургійних підприємств України якісного спалювання палива у нагрівальних колодязях з опалюванням із центру поду достатньо об'єктивно дотримують нагрівальники металу за деякими ознаками (зовнішній вигляд полум'я, швидкість підвищення температури у робочому об'ємі колодязя та ін.), тобто його реалізація, таким чином, залежить від кваліфікації обслуговуючого персоналу зазначених теплових агрегатів. Зазвичай таку операцію здійснюють шляхом змінювання витрати палива за ручним режимом для забезпечення максимально можливого підвищення температури у робочому об'ємі нагрівального колодязя за кількості повітря, що фактично подають. Її виконують індивідуально як для кожного нагрівального колодязя, так і кожного завантаження зливків до його об'єму. Помилки під час настроювання типової системи співвідношення «паливо-повітря» призводять до підвищення питомої витрати палива на нагрівання зливків і збільшення втрат металу з окалиною.

На ряді теплових агрегатів зазначеного типу для підвищення якості спалювання палива здійснюють корегування співвідношення «паливо-повітря» за вмістом кисню у продуктах горіння, що відходять. У такому разі витрату повітря, що прямує до пальника, визначають як поточною витратою палива, так і заданим вмістом кисню у продуктах горіння, що відходять [2]. Проте така система в змозі забезпечити якісне спалювання палива тільки у разі, коли кількість повітря, що поступає до пальника, є достатньою для його повного спалювання. Окрім того, застосування подібної системи

обмежено її значною інерційністю (тривалість – до однієї хвилини), а також відсутністю надійних високотемпературних давачів.

В роботі [3] для регулювання теплового режиму рекуперативних нагрівальних колодязів з опалюванням із центру поду додатково до зазначених типових АСР додавали АСР якості спалювання палива за вмістом кисню у продуктах горіння, які відбирають з-під наднасадного простору рекуператора (рис. 1,а).

Для першого періоду нагрівання зливків, коли швидкодія АСР не має принципового значення, регулювання якості спалювання палива здійснюють за вмістом кисню у продуктах горіння, що відбирають.

Так, по завантаженні зливків до робочого об'єму нагрівального колодязя за допомогою АСР температури та співвідношення «паливо-повітря» забезпечують максимальну міру відкриття регулюючих органів 1і і 2н, які встановлено на трубопроводах підведення палива та повітря. Далі виконавчий механізм 2м відключають від регулятора співвідношення «паливо-повітря» 2ж. Як результат, мають стабілізацію максимально можливої витрати повітря, що прямує до пальника.

Після цього здійснюють регулювання заданого вмісту кисню у продуктах горіння, що відходять з-під наднасадного простору рекуператора нагрівального колодязя. Регулятор вмісту кисню 3в, діючи на додатково встановлений регулюючий орган 3і, змінює витрату палива, що поступає до пальника, для додержання у продуктах горіння заданого вмісту кисню, тобто, таким чином, забезпечують спалювання палива із заданим коефіцієнтом витрати повітря.

Під час другого періоду нагрівання зливків здійснюють поступове пониження витрати палива із забезпеченням необхідної якості його спалювання за допомогою швидкодіючої АСР співвідношення «паливо-повітря». Тому регулюючого органа 2н підключають до регулятора 2ж та відключають регулюючого органа 3і від регулятора вмісту кисню 3в і система працює за звичайним режимом.

Недоліком описаної схеми регулювання теплового режиму рекуперативних нагрівальних колодязів з опалюванням із центру поду є наявність додаткової АСР вмісту кисню у продуктах горіння, що відходять, а також необхідність розміщення додаткового регулюючого органу, якого встановлено на трубопроводі підведення палива.

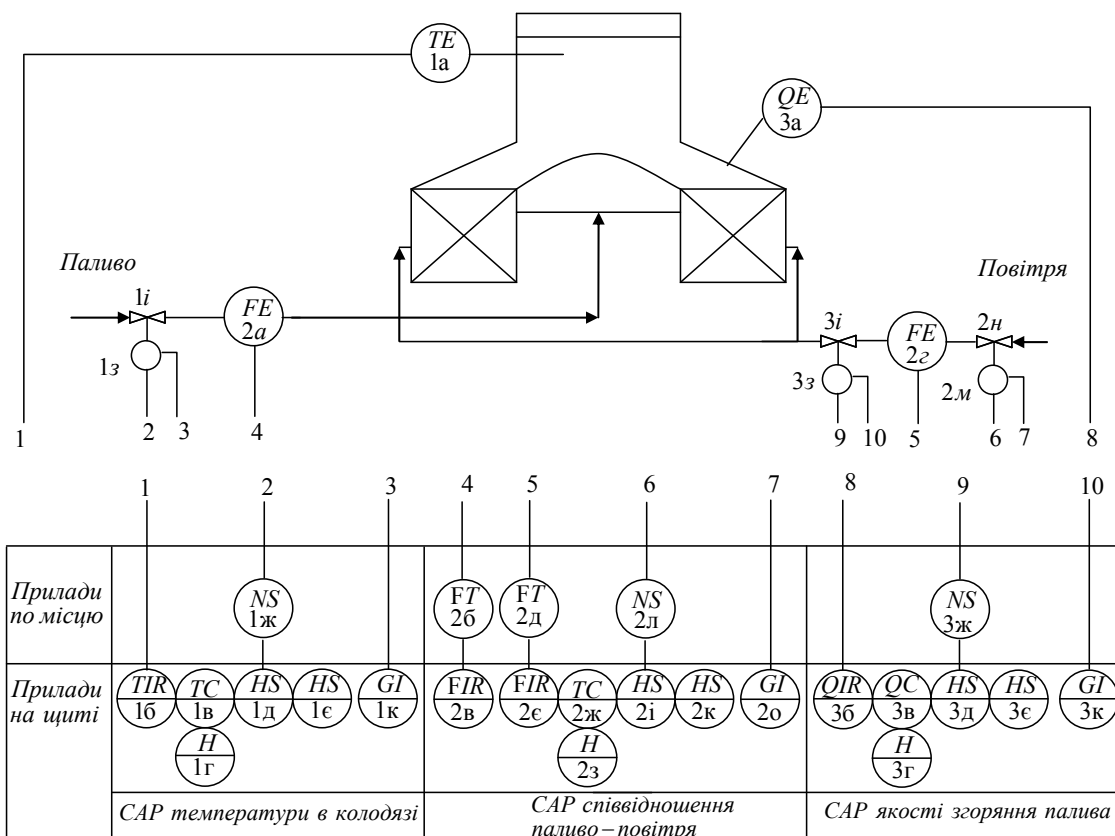
Постановка завдання. Завданням є спрощення АСР теплового режиму рекуперативних нагрівальних колодязів з опалюванням із центру поду та підвищення ефективності її роботи.

Основна частина досліджень. Для вирішення поставленого завдання запропоновано АСР теплового режиму нагрівальних колодязів зазначеного типу, під час роботи якої забезпечують необхідну якість спалювання палива протягом усього процесу нагрівання зливків (рис. 1,б).

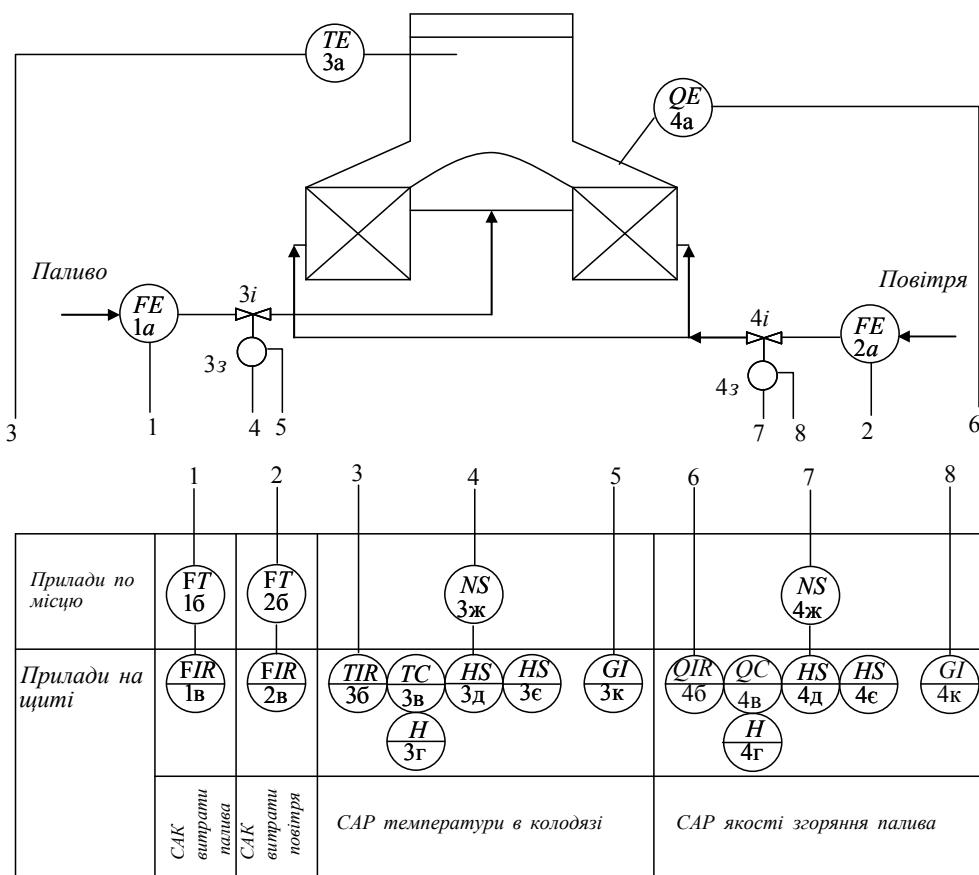
До складу такої схеми входять АСР температури, а також, замість АСР співвідношення «паливо-повітря», вводять АСР вмісту кисню у продуктах горіння, що відходять [4].

На відміну від типової АСР температури, де регулюючою дією є змінювання витрати палива, для запропонованої АСР температури регулюючою дією слугує змінювання витрати повітря, а для АСР вмісту кисню у продуктах горіння, що відходять, – змінювання витрати палива.

Управління процесом нагрівання зливків у рекуперативних колодязях зазначеного типу виконують таким чином. Після завантаження зливків до робочого об'єму колодязя за допомогою АСР температури забезпечують максимальну міру відкриття регулюючого органу 4і на трубопроводі підведення повітря, тобто здійснюють стабілізацію максимально можливої кількості повітря, що поступає до пальника.



а)



б)

а) відома АСП; б) запропонована АСП

Рисунок 1 – Спрощена схема АСП теплового режиму колодязя

В свою чергу, АСР вмісту кисню у продуктах горіння, що відходять, діючи на регулюючий орган 4і на трубопроводі підведення палива, змінює витрату палива, що поступає до пальника, тим самим, забезпечуючи у продуктах горіння заданий вміст кисню, тобто додержують необхідне значення коефіцієнта витрати повітря. По досягненні у робочому об'ємі нагрівального колодязя заданого рівня температури здійснюють перехід на стабілізацію її значення шляхом відповідного зниження витрати як палива, так і повітря за дотриманням заданого вмісту кисню у продуктах горіння, що відходять.

Висновки.

1. Під час роботи рекуперативних нагрівальних колодязів з опалюванням із центру поду з використанням типової АСР співвідношення «паливо-повітря» не забезпечують необхідної якості спалювання палива через неконтрольовані витоки повітря із керамічних рекуператорів у бік відведення продуктів горіння.

2. Якісне спалювання палива з автоматичним урахуванням змінювання витоків повітря із рекуператорів протягом кампанії колодязя сягають шляхом поєднання регулювання температури за змінюванням витрати повітря із регулюванням витрати палива за вмістом кисню у продуктах горіння, що відходять.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Автоматическое управление металлургическими процессами [Текст] / А. М. Беленький, В. Ф. Бердышев, О. М. Блинов, В. Ю. Каганов. – М. : Металлургия, 1989. – 379 с. – Библиография в конце разделов. – ISBN 5-229-00224-7.
2. Повышение эффективности горения топлива при непрерывном контроле содержания кислорода в дымовых газах [Текст] / В. Я. Обозан, И. И. Просветов, И. Б. Затопляева, В. А. Ткаченко // Металлургическая теплотехника : сборник научн. трудов Национальной металлургической академии Украины. – Днепропетровск : Пороги, 2005. – Т. 2. – С. 420-425.
3. Управление качеством сжигания топлива в рекуперативных нагревательных колодцах с отоплением из центра пода [Текст] / Ю. Н. Радченко, В. Ф. Сапов, В. И. Шибakovский, В. И. Иванов // Металлургическая теплотехника : сборник научн. трудов Национальной металлургической академии Украины. – Днепропетровск : Новая идеология, 2008. – С. 242-246.
4. К управлению тепловой работой рекуперативных нагревательных колодцев [Текст] / Ю. Н. Радченко, В. Ф. Сапов, В. И. Иванов, В. Ю. Зинченко // Материалы IX междунар. науч.-техн. конф. «Ключови въпроси в съвременната наука-2013». – София : «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2013. – Т. 35. – С. 12-14.

Стаття надійшла до редакції 17.05.2013 р.
Рецензент, проф. А.М. Ніколаєнко