

Нечітка система управління продуктивністю котла з топкою низькотемпературного киплячого шару

I. С. Кушнір¹, А. І. Андрєєв¹, О. М. Харабет²

Annotation – The way of management by efficiency of a copper with a fire chamber of low-temperature boiling layer (LTBL) by means of regulation of the active area of a boiling layer is presented in this article. The fuzzy control system of efficiency of a copper with a fire chamber of LTBL is resulted.

Key words – Efficiency, Low-temperature boiling layer, Active area, Fuzzy control system.

I. ВСТУП

В умовах реструктуризації і переходу до ринкових відносин пріоритетними в розвитку паливно-енергетичної галузі стають напрями, пов'язані зі зниженням собівартості теплової і електричної енергії. Особливо гостро постає питання про підвищення конкурентоспроможності існуючих ТЕЦ, при тому, що зношеність основних фондів досягає 70 % [3, 4]. При цьому складна економічна ситуація і відсутність вільних фінансових ресурсів у генеруючих компаній викликає необхідність знаходити маловитратні методи модернізації і підвищення ефективності роботи теплоенергетичного устаткування. Використання технологій спалювання в низькотемпературному киплячому (псевдозрідженому) шарі є перспективним і прогресивним методом спалювання низькосортних і високозольних палив.

Даний метод спалювання палива відрізняється високим рівнем змішування палива і окислювача, підвищеним порівняно з шаровими топками часом перебування палива в зоні горіння, інтенсивним тепловідводом до поверхонь нагріву, відсутністю рухомих частин в топковому об'ємі, можливістю спалювання в одному агрегаті палив різного складу і якості, зниженим до 1-5% вмістом палива в шарі.

Цей метод спалювання полегшує займання палива, перешкоджає спіканню паливних часток і шлакуванню конвективних поверхонь нагріву [1-4].

II. МЕТА РОБОТИ

Разом з явними перевагами використання котлів з топками низькотемпературного киплячого шару (НТКШ), багаторічний досвід їх експлуатації показав і їх явні недоліки. Основними недоліками є складність регулювання продуктивності котла, що обумовлено вузьким діапазоном робочих температур топки НТКШ [1] та відсутність достатньо повного математичного описання теплових та механічних процесів, що протікають в топці [1-2].

Вирішення питання регулювання продуктивності котла з топкою НТКШ можна здійснити шляхом реалізації

системи управління площею активної поверхні киплячого шару [2].

III. МАТЕРІАЛ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Паливо в топках НТКШ спалюється в псевдозрідженому шарі, що сприяє істотному поліпшенню доступу кисню до палива в процесі горіння, і як наслідок інтенсифікації горіння і тепловіддачі до поверхонь нагріву, а також повноти згорання палива. Ці чинники дозволяють зменшити об'єм топкового простору, а також сприяють економії палива (до 5 %) [3].

Киплячий шар є сукупністю полідисперсних часток, через які продувається зріджуюче повітря з певною швидкістю достатньою для зрідження яка не перевищує швидкість віднесення часток палива з топки. При цьому частки палива знаходяться в зваженому стані і інтенсивно перемішуються в об'ємі топки, завдяки чому покращується доступ повітря до усіх часток палива і інтенсифікується процес горіння.

Перевагою топок киплячого шару є можливість їх використання для спалювання багатьох видів палив або як пристрою для знищення горючих відходів, в деяких випадках з корисним використанням тепла і в усіх випадках із зменшенням кількості шкідливих викидів. Проте для кожного палива топка вимагає спеціального проектування.

На стійку і безаварійну роботу топки НТКШ впливають вологість, зольність, плавкість золи, фракційний склад, вихід легких палива, що використовується. Також на ефективність спалювання палив в топках даного типу впливають наступні чинники: коефіцієнт надлишку повітря, температура в шарі, швидкість зріджуючого повітря, час перебування часток палива в топковому просторі.

Температуру в топці киплячого шару необхідно регулювати в робочих межах, які визначаються характеристиками палива і вимогами зв'язування сірки. Звичайний діапазон робочих температур топки НТКШ становить 800-950 °С, а оптимальна температура для зв'язування сірки близька до 850 °С. Близько половини виділеного тепла витрачається на підвищення температури повітря і палива, що подаються в шар, а інша половина поглинається робочою поверхнею теплообмінних труб, занурених в киплячий шар [1-4].

Якщо необхідно понизити навантаження, варто одночасно знижувати витрату палива і повітря для підтримки ефективної роботи топки в діапазоні регулю-

¹ Одеська національна академія зв'язку ім. О. С. Попова, вул. Кузнечна, 1, Одеса, 65029, УКРАЇНА, E-mail: rottgarson@mail.ru

² Одеський національний політехнічний університет, просп. Шевченка, 1, Одеса, 65044, УКРАЇНА, E-mail: kharabet@yandex.ru

вання. Разом з цією зміною навантаження в пропорції повинен зменшуватися тепловий потік до занурених труб. За рахунок зміни температури шару можна досягти лише порівняно невеликого зменшення навантаження.

Набагато більший діапазон регулювання можливий при діленні шару на декілька сегментів, які залежно від необхідного навантаження можуть бути в зваженому або нерухомому станах. При використанні цього методу регулювання кількість інертного матеріалу в киплячому шарі залишається постійною.

На Рис. 1 наведено схему поділу топки НТКШ на сегменти для варіації продуктивності котла в діапазоні 30-100 % з кроком в 10 %.

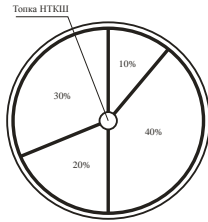


Рис.1. Схема поділу топки НТКШ на сегменти для варіації продуктивності котла

Такий поділ дозволяє варіацію продуктивності котла за наведеними нижче правилами.

- збільшення навантаження:

$$\left\{ \begin{array}{l} 30\% = 30\%; \\ 40\% = 30\% + 10\%; \\ 50\% = 30\% + 20\%; \\ 60\% = 20\% + 40\%; \\ 70\% = 40\% + 20\% + 10\%; \\ 80\% = 40\% + 10\% + 30\%; \\ 90\% = 40\% + 30\% + 20\%; \\ 100\% = 100\%; \end{array} \right. \quad (1)$$

- зменшення навантаження:

$$\left\{ \begin{array}{l} 100\% = 100\%; \\ 90\% = 30\% + 20\% + 40\%; \\ 80\% = 30\% + 40\% + 10\%; \\ 70\% = 10\% + 40\% + 20\%; \\ 60\% = 40\% + 20\%; \\ 50\% = 30\% + 20\%; \\ 40\% = 30\% + 10\%; \\ 30\% = 30\%. \end{array} \right. \quad (2)$$

Правила зміни площі активної поверхні киплячого шару (1) та (2) розроблені таким чином, щоб одночасно були задіяні лише сусідні сегменти, що забезпечує цілісність площі активної поверхні. Кожен з нерухомих сегментів зберігає властивості необхідні для реалізації процесу горіння досить тривалий час (до 24 год.) [1], а тому може бути активований без особливої затримки. Якщо навантаження на агрегат триватиме без змін у часі більше, ніж час збереження здатності реалізації процесу горіння неактивних сегментів шару, то система управління повинна виконати їх увімкнення, що не

приведе до суттєвих втрат енергії та зниження коефіцієнту корисної дії.

Недоліком даного методу є те, що динамічний відгук залежить від теплоємності шару і, отже, буде дещо уповільненим [1]. Нечітка автоматизована система керування [5], що наведена на Рис. 2 дозволить зменшити час реакції системи на динамічну зміну навантаження та відповідно до неї виконуватиме швидке регулювання продуктивності котла.

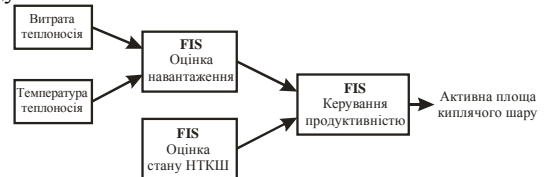


Рис.2. Структура нечіткої системи управління продуктивністю котла з топкою НТКШ

Така система керування за рахунок оцінки зміни навантаження та комплексних даних про стан киплячого шару (температура, висота, щільність, наявність неактивних сегментів та час їх перебування у неактивному стані та ін.) дозволить швидко та з заданою точністю виконувати управління продуктивністю котла з топкою НТКШ.

IV. ВИСНОВКИ

Наведена у роботі схема поділу топки НТКШ на сегменти та відповідні правила вимкнення та активізації сегментів дозволить здійснювати регулювання в діапазоні 30-100 % з кроком 10 %, забезпечуючи одночасну роботу сусідніх ділянок.

Нечітка система управління дозволить значно зменшити час реакції системи на зміну навантаження регулюванням *продуктивності* котла з топкою НТКШ.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Баскаков А.П. Котлы и топки с кипящим слоем. / А.П. Баскаков, В.В. Мацнев, И.В. Распопов – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 352 с.
- [2] Баскаков А.П. Расчеты аппаратов кипящего слоя: Справочник / А.П. Баскаков, Б.П. Лукачевский, И.П. Мухленов, А.А. Ойгенблик, А.Н. Прокопенко, Н.Б. Рашковская, Б.С. Сажин, О.М. Тодес, Н.Ф. Филипповский, В.Ф. Фролов, О.Б. Цитович – Л.: Химия, 1984. – 352 с.
- [3] Шайхед О. В. Конструкция топки для сжигания углей в низкотемпературном кипящем слое // Вісник Донецької національної академії будівництва і архітектури, Інженерні системи та техногенна безпека – 2009-2 (76) – с. 114-117.
- [4] Антонов П.П. Уточненный тепловой расчет топок низкотемпературного кипящего слоя / П.П. Антонов, А.М. Сидоров, А.С. Тюркин, Ф.В. Щербаков // Ползуновский вестник – 2008-№ 1-2 – с. 115-122.
- [5] Леоенков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и FuzzyTECH. – Спб.: Издательская группа BHV, 2005 – 736 с.