

УДК 621.180.114

Й.С. Мисак, д.т.н., проф.
Я.Ф. Івасик, к.т.н.
М.Ф. Заяць
Н.М. Лашковська
С.Й. Мисак

ЗАХИСТ ПОВЕРХОНЬ НАГРІВУ КОТЛІВ ПІД ЧАС ЇХ ПРОСТОЮВАННЯ У РЕЗЕРВІ

Національний університет «Львівська політехніка» e-mail: mysak@polynet.lviv.ua

Дана характеристика водогрійним котлам під час простоювання їх у резерві та введено поняття коефіцієнта ефективності збереження водогрійних котлів у резерві, який показує, наскільки ефективно використовується тепло мережної води для забезпечення оптимальних умов простоювання котлів у резерві

Ключові слова: низькотемпературна корозія, корозія зовнішня та внутрішня, простоювання котлів у резерві, втрата тепла з підігрітим повітрям, коефіцієнт ефективності

Вступ

Робота водогрійних котлів протягом року, є різна, особливо у літній період, частина цих котлів перебуває у резерві, а інші працюють у піковому режимі з періодичним простоюванням. Отже виникає проблема ефективності збереження водогрійних котлів у резерві, що пов'язано із захистом від корозії зовнішніх і внутрішніх поверхонь нагріву і з відповідними втратами тепла.

Загальні річні витрати тепла складаються з двох складових – це корисно відпущене тепло споживачам та затрачене тепло на зберігання устаткування під час його знаходження в стані простоювання або резерві [1]. Втрати тепла під час простоювання водогрійних котлів у резерві не регламентуються галузево-керівними документами і є доволі суттєвими для водогрійних котлів. У зв'язку з цим виникає проблема застосування ефективних методів захисту від корозії зовнішніх і внутрішніх поверхонь нагріву, які б не супроводжувалися значними втратами тепла. Вони є змінною величиною та залежать від низки чинників, основними з яких є температура мережної води на вході в котел, температура навколишнього повітря, кількість і температура присмоктаного у газовий тракт котла повітря.

Постановка задачі

Під час простоювання водогрійних котлів у резерві відбувається циркуляція мережної води в циркуляційному контурі з температурою, яка обумовлюється тепловим графіком (характеристикою) теплової мережі. Такий режим забезпечує повну готовність котлів до пуску, сприятливі умови щодо корозії внутрішніх поверхонь та захист циркуляційного контура від пошкодження (розморожування в зимовий період). Одночасно циркуляція води має як позитивний, так і негативний вплив на корозійні процеси внутрішніх і зовнішніх поверхонь нагріву та втрати тепла.

У випадку сухої або мокрої консервації без циркуляції мережної води виникають додаткові проблеми з захистом від корозії як внутрішніх, так і зовнішніх поверхонь нагріву, основними із яких є:

- більш інтенсивна корозія після опорожнення циркуляційного контура, ніж у заповненому;
- додаткові матеріальні витрати пов'язані з заповненням циркуляційного контура нейтральним середовищем;
- захист від корозії зовнішніх поверхонь нагріву і газоходів.

Таким чином, під час простоювання водогрійних котлів у резерві доцільно забезпечувати циркуляцію мережної води з відповідною витратою і температурою.

Основний зміст

Захист від корозії зовнішніх і внутрішніх поверхонь нагріву під час простоювання водогрійних котлів у резерві здійснюється одночасно завдяки забезпеченню відповідного температурного режиму їх металу. Він підтримується за рахунок циркуляції через водяний тракт водогрійного котла мережної води з температурою 40-75 °С, яка залежить від температурного графіка теплової мережі. Залежно від тривалості простоювання котлів у резерві

і необхідності введення їх у роботу та для запобігання відкладень на внутрішніх поверхнях нагріву застосовуються, в основному, два режими циркуляції мережної води, тобто постійно через байпас або постійно через основний трубопровід.

Втрати тепла, пов'язані з захистом поверхонь нагріву від корозії, залежать від низки чинників:

$$Q_{\text{пр}} = f(t_{\text{мв}}, t_{\text{нп}}, V_{\text{п}}^{\text{пр}}) \quad (1)$$

- де $Q_{\text{пр}}$ - втрати тепла під час простоювання водогрійного котла у резерві;
 $t_{\text{мв}}$ - температура мережної води;
 $t_{\text{нп}}$ - температура навколишнього повітря;
 $V_{\text{п}}^{\text{пр}}$ - кількість присмоктаного повітря у газовий тракт котла.

Однак, до останнього часу не були визначені оптимальні значення параметрів, які б забезпечували сприятливу швидкість (інтенсивність) корозії з мінімальними втратами тепла під час простоювання котлів у резерві.

Таким чином, циркуляція мережної води має як позитивний, так і негативний вплив на корозійні процеси внутрішніх і зовнішніх поверхонь нагріву та втрати тепла.

Захист від корозії внутрішніх поверхонь нагріву здійснюється, в основному, шляхом мокрої консервації з циркуляцією мережної води.

Циркуляція мережної води має відповідний вплив на характер і інтенсивність корозії внутрішніх поверхонь нагріву циркуляційного контура. Характер корозії низьколегованої сталі в насиченому киснем конденсаті залежить від низки чинників, зокрема від спокою і швидкості руху води. У випадку нерухомого стану води величина корозії цілком вимірна. Однак, при швидкості $0,02 \div 0,03$ м/с вона знижується до величини, яка не піддається вимірюванню. Таким чином, на корозію внутрішніх поверхонь циркуляційного контура з циркуляцією мережної води при $V_{\text{пв}} > 0,02 \div 0,03$ м/с впливає, в основному, температура і рН середовища [2].

З метою забезпечення мінімальної інтенсивності корозії зовнішніх поверхонь нагріву ця температура повинна бути вищою від температури конденсації водяної пари.

Дослідження впливу вологості і температури навколишнього середовища на корозійну агресивність золових відкладень

Запобігання корозії зовнішніх поверхонь нагріву котлів під час простоювання є надзвичайно складною проблемою. До теперішнього часу ще не розроблена оптимальна технологія їх захисту від корозії. Викликано це, насамперед, відсутністю достатніх експериментальних даних про зв'язок процесів інтенсивності корозії з атмосферними явищами, зокрема відносно вологістю повітря, атмосферним тиском тощо.

Для дослідження корозійної активності були відібрані проби відкладень з газомазутного парового котла. Проби відбирались з низькотемпературних поверхонь нагріву та газоходів, які знаходяться в ідентичних температурних умовах з водогрійними котлами. Тому їх вплив на корозійні процеси під час простоювання можна повністю перенести і на водогрійні котли.

Критерієм відбору проб для проведення подальших лабораторних досліджень вибрано активність йонів водню (рН) водного розчину відкладень, які знаходились на рівні $2,5 \div 3,5$.

Експериментальні дослідження залежності швидкості взаємодії адсорбованої відкладеннями сірчаної кислоти з металом від вологості навколишнього повітря проводились на лабораторній установці, що дозволяло підтримувати постійну відносну вологість.

Кількість кислоти у відкладеннях, а також кінетика проходження корозійного процесу контролювалась за кількістю виділеного водню, яка прямопропорційна кількості кислоти, затраченої на взаємодію з металом, тобто:



Для скорочення часу проведення окремого дослідження порошок відкладень змішувався з порошком заліза, суміш пресувалась у циліндричні брикети.

Така методика досліджень дозволила досягнути збільшення:

- поверхні контакту металу з відкладеннями;
- швидкості пересування (дифузії) кислоти до поверхні металу.

- швидкість проходження корозійного процесу лімітується швидкістю перенесення молекул сірчаної кислоти до поверхні металу;
- при достатньо низькій відносній вологості повітря (менше 85 %) реакція практично загальмована.

Отже, втрати тепла під час простоювання водогрійних котлів у резерві пов'язані із захистом від корозії внутрішніх і зовнішніх поверхонь нагріву. Тому доцільно під час простоювання їх у резерві забезпечувати циркуляцію мережної води з відповідною витратою і температурою.

Під час простоювання котлів у резерві існують дві основні втрати тепла: втрати тепла з підігрітим повітрям і втрати тепла в навколишнє середовище через обмурівку котла.

Повітря присмоктується в котел через нещільності паливні і газоходів та проникає через запірні шибери, напрямні апарати дугтьових вентиляторів та димосмоків [3]. Присмоктане повітря проходить через газоповітряний тракт і, омиваючи поверхні водяного тракту котла, через які циркулює зворотна мережна вода з температурою 40 - 75 °С, нагрівається до відповідної температури і виноситься в навколишнє середовище через димову трубу, тобто є втрата тепла з підігрітим повітрям Q'_2 :

$$Q'_2 = V_n^{np} \cdot c_n \cdot (t_n^{вих} - t_n), \quad (3)$$

- де V_n^{np} - витрата повітря через котел за рахунок самотяги димової труби, $\text{м}^3/\text{год}$;
 c_n - теплоємність повітря, $\text{ккал}/(\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C})$;
 t_n - температура повітря перед котлом, $^\circ\text{C}$;
 $t_n^{вих}$ - температура підігрітого повітря за котлом, $^\circ\text{C}$.

Втрата тепла в навколишнє середовище через обмурівку котла Q'_5 , не є однозначною величиною і залежить переважно від таких чинників:

- температури мережної води, яка циркулює по водяному тракту котла;
- температури повітря в котельні;
- технічного стану та якості теплової ізоляції.

Втрати тепла через огорожувальні поверхні котла визначаються сумарною площею цих поверхонь, температурою зовнішньої стінки теплової ізоляції, температурою повітря в котельні.

Експериментально встановлено, що під час простоювання водогрійних котлів у резерві і циркуляції через водяний тракт котла мережної води з температурою 60 °С і при температурі в котельні 15-25 °С, середня температура обшивки обмурівки котла становить 25- 30 °С.

На підставі аналізу наведених даних приймається втрата Q'_5 , яка дорівнює половині нормативної величини q_5 , тобто 0,025 %, що в перерахунку на абсолютну величину, віднесено до номінальної теплової продуктивності котла, становить $0,025 Q_{\text{ном}}$.

Порівняно з Q'_2 втрати тепла з Q'_5 є несуттєвими, тому за основу при розрахунку можна прийняти нормативну величину q_5 з введенням поправок на реальний температурний стан котлів і навколишнього середовища.

Суттєвий вплив на втрати тепла під час простоювання котлів у резерві має висота димової труби. Результати проведених досліджень свідчать, що чим більша висота димової труби, тим більша кількість повітря виноситься з котла в навколишнє середовище, і навпаки.

Залежно від умов режиму, в якому знаходиться котел у резерві, втрати Q'_2 можуть суттєво відрізнятись. З цього випливає доцільність застосування певного показника, який би характеризував режим зберігання водогрійних котлів у резерві з погляду економічності. Для цього пропонується коефіцієнт ефективності зберігання водогрійних котлів у резерві - η'_p .

Цей коефіцієнт свідчить про ефективність використання тепла мережної води для створення оптимальних умов, з погляду забезпечення режиму з мінімальною інтенсивністю корозії внутрішніх і зовнішніх поверхонь нагріву, безпечність котла в зимовий період, коли температура довкілля нижче від нуля, а також готовність котла до пуску.

Він може визначатися відношенням фактичної суми втрат тепла ($Q'_2 + Q'_5$) до номінальної теплопродуктивності котла або кількості теплоти, яка надходить із зворотною мережною водою

у розрахунковому режимі, тобто номінальної витрати і температури мережної води 70 °С, виходячи із оптимального теплового графіка теплової мережі.

Так як величина теплової продуктивності є фіксованою, то для визначення коефіцієнта ефективності зберігання котла у резерві в розрахунках приймається номінальна теплова продуктивність Q_k^H та втрати тепла ($Q'_2 + Q'_5$) і визначається за формулою:

$$\eta'_p = 100 - \frac{Q'_2 + Q'_5}{Q_k^H} \cdot 100\%, \quad (4)$$

де η'_p - коефіцієнт ефективності;

Q'_2 - втрати тепла з підігрітим повітрям, Гкал/год;

Q'_5 - втрати тепла в навколишнє середовище через обмурівку, Гкал/год;

Q_k^H - номінальна теплова продуктивність котла, Гкал/год.

На рис. 2 наведена залежність коефіцієнта ефективності η'_p зберігання котлів різної теплопродуктивності від втрат тепла ($Q'_2 + Q'_5$) під час простоювання їх у резерві.

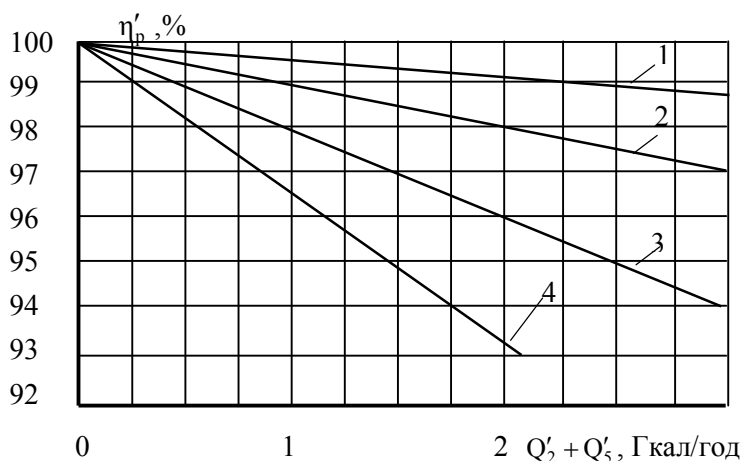


Рис.2. Залежність ефективності зберігання водогрійних котлів від втрат тепла для котлів теплопродуктивністю:

1 - 180 Гкал/год;

2 - 100 Гкал/год;

3 - 50 Гкал/год;

4 - 30 Гкал/год.

Висновки

1 Захист від корозії поверхонь нагріву супроводжується втратами тепла з присмоктаним повітрям, яке нагрівається через поверхні нагріву мережною водою, і винесенням із котлів у навколишнє середовище, а також втратою тепла через обмурівку котла.

2 Для характеристики режиму простоювання водогрійних котлів у резерві введено поняття коефіцієнта ефективності збереження водогрійних котлів у резерві. Цей коефіцієнт показує, наскільки ефективно використовується тепло мережної води для збереження оптимальних умов простоювання котлів у резерві.

Список літературних джерел

1. Крячко Б.И., Кузнецов Н.В., Петросян Р.А. Низкотемпературная коррозия поверхностей нагрева котельных агрегатов при сжигании сернистых топлив // Повышение параметров пара и мощности агрегатов в теплоэнергетике. Сборник. М., 1961.

2. Гут П.О., Крук М.Т., Мисак Й.С. Захист від корозії зовнішніх поверхонь нагріву під час простоювання котлів у резерві // Вісник Державного університету "Львівська політехніка". Теплоенергетика. Інженерія довкілля. Автоматизація. -1999. -№ 365. -С.47-55.

3. Внуков А.К., Стриха И.И., Хидович О.В. Основные закономерности стояночной коррозии поверхностей нагрева мазутных котлов. // Вестни Академии Наук БССР. -1975. -№3. -С.48-52.