

УДК 621.180.104

Й.С. Мисак, д.т.н., проф., Я.Ф. Івасик, к.т.н.,
Н.М. Лашковська, М.Ф. Заяць,
С.Й. Мисак, М.А. Мартиняк**ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХОНЬ НАГРІВУ ВОДОГРІЙНИХ КОТЛІВ ПІД ЧАС
ПРОСТОЮВАННЯ У РЕЗЕРВІ**

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

Обґрунтовано основні процеси корозії, які протікають (відбуваються) на низькотемпературних поверхнях нагріву під час простоювання водогрійних котлів у резерві. Тому захист від корозії поверхонь нагріву під час простоювання котлів здійснюється за рахунок забезпечення температури металу поверхонь нагріву на рівні 80 °С та з забезпеченням відносної вологості повітря не вище 40%

Вступ. Відповідно до [1], під час простоювання водогрійних котлів у резерві, необхідно забезпечити підтримання температури металу поверхонь нагріву і газоходів вище від температури конденсації водяної пари та періодично проводити вентиляцію паливни і газоходів. А також, у водогрійних котлів під час простоювання у резерві повинні захищатись від корозії як внутрішні, так і зовнішні поверхні нагріву. Захист від корозії цих поверхонь здійснюється одночасно шляхом забезпечення відповідного температурного рівня металу труб. Відповідні температури металу поверхонь підтримуються за рахунок циркуляції через водяний тракт котлів мережної води з температурою 40 – 80 °С. Під час довготривалого резерву, коли опалювальний сезон закінчився, технологія консервації котлів залежить від виду спалюваного палива. У разі спалювання природного газу зовнішні поверхні нагріву залишаються чистими від відкладень, а під час спалювання твердого та рідкого палива виникають проблеми з зовнішніми поверхнями через накопичення на них агресивних відкладень.

Постановка задачі. Аналітичні дослідження процесів корозії в загальному вигляді і таких, які протікають на поверхнях нагріву котлів, що працюють на різних видах палива, дозволили визначити механізми процесів корозії для котлів, які знаходяться у резерві.

Незалежно від того, як реалізуються заходи щодо зниження інтенсивності корозії перед виведенням котлів у резерв або забезпечення її на прийнятному рівні (в межах 0,2-0,3 мг/(м²·год)), захист від корозії зовнішніх поверхонь нагріву зводиться до забезпечення температури металу поверхонь нагріву під час знаходження котлів у резерві, яка перевищує температуру конденсації водяної пари. Залежно від умов у яких знаходяться поверхні нагріву котлів під час простоювання у резерві, змінюються не тільки швидкість, а в значній мірі і характер корозійного процесу. Одночасно, згідно з [2], атмосферну корозію можна поділити на типи:

- мокра атмосферна корозія, коли на поверхнях нагріву спостерігається, видима неозброєним оком, плівка води. Такі умови виникають, коли відносна вологість повітря знаходиться в межах 100%;

- волога атмосферна корозія, коли відносна вологість нижча 100%, протікає під надто тонким шаром води-електроліту, що утворюється на поверхні внаслідок капілярної, адсорбційної або хімічної конденсації. Корозія має максимальну швидкість, коли відносна вологість повітря досягає критичного значення. Вона залежить від стану поверхні металу і знаходиться у межах 55-70 %. Це пояснюється появою плівки води на кородуючих поверхнях у результаті більш інтенсивної конденсації води і переходом від хімічного до інтенсивнішого електрохімічного механізму;

- суха атмосферна корозія, яка виникає у випадку повної відсутності шару води на поверхні металу.

Залежність атмосферної корозії від товщини шару води на поверхні металу за [2] наведено на рис. 1.

На даному графіку зони I, II, III відповідають сухому, вологому і мокрому видам атмосферної корозії. Зниження інтенсивності корозії в зоні III пов'язане з труднощами дифузії кисню через шар води, який потовщується. Збільшення шару води на поверхні металу (фаза IV) призводить лише до незначного сповільнення швидкості корозії. Ця ділянка вже відповідає випадкам корозії під час повного занурення металу в електроліт, тобто корозії внутрішніх поверхонь, коли циркуляційний контур заповнений водою. За реальних умов не завжди вдається розмежувати наведені види атмосферної корозії, тому, залежно від умов корозії, можливий поступовий перехід від одного виду до другого. Процес корозії металу поверхонь нагріву водогрійних котлів під час простоювання у резерві у випадку відсутності H₂SO₄ у відкладеннях, можна поділити на дві категорії (групи), тобто:

-низькотемпературна корозія металу в повітрі, яка має місце при температурі металу нижче від температури конденсації водяної пари;

-виськотемпературна корозія металу в повітрі, яка може мати місце при температурах металу вище від температури точки конденсації водяної пари в повітрі, [2].

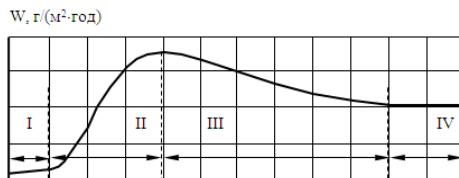
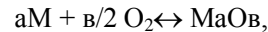


Рис.1. Залежність атмосферної корозії від товщини шару вологи на поверхні металу

I - ділянка товщини плівки вологи $\delta=10 - 100$ А;
 II - ділянка товщини плівки вологи $\delta =100$ А - 1 мм;
 III - ділянка товщини плівки вологи $\delta \approx 1$ мм - 1 мм;
 IV - ділянка товщини плівки вологи $\delta > 1$ мм

Основним компонентом, який бере участь в процесах високотемпературної корозії металу, є кисень. Окиснення металу киснем призводить до утворення оксиду та описується рівнянням:



де М - означає метал, який взаємодіє з киснем; а, в - стехіометричні коефіцієнти.

Цей процес має актуальне значення для водогрійних котлів, коли у водяному контурі циркулює мережна вода.

Реакція взаємодії металу з киснем може протікати в сторону утворення оксиду (напрямок направо), в сторону дисоціації оксиду (напрямок вліво) або знаходитись в хімічній рівновазі. В останньому випадку буде одночасно проходити окиснення металу і

дисоціація оксиду таким чином, що кількість металу, кисню і оксиду в системі з часом не змінюється. Для корозії металу зовнішніх поверхонь нагріву цей чинник є більш суттєвим, тому що плівка сконденсованої пари має нерухомий характер. Крім цього, процес корозії прискорюється тому що товщина водяної плівки на поверхні металу швидше збагачується киснем. Концентрація кисню підвищується до значення його розчинності при відповідній температурі.

Щодо впливу циркуляції води на корозію зовнішніх поверхонь нагріву, то вона не має безпосереднього впливу, а діє через температуру мережної води від якої залежить температурний стан металу. Чинник температури (температурного стану) металу поверхонь нагріву впливає, як на інтенсивність корозії внутрішніх, так і зовнішніх поверхонь нагріву в таких напрямках:

- зниження температури мережної води призводить до зменшення інтенсивності корозії внутрішніх поверхонь нагріву циркуляційного контура;
- зниження температури мережної води нижче від температури конденсації водяної пари призводить до збільшення інтенсивності корозії зовнішніх поверхонь нагріву;
- зниження температури мережної води призводить до зниження втрат тепла, пов'язаних з захистом зовнішніх поверхонь нагріву під час простоювання котлів у резерві;
- у випадку температури металу нижче від температури конденсації водяної пари і наявності нерухомої плівки сконденсованої пари повітря на зовнішніх поверхнях виникають умови для проходження більш інтенсивної корозії, ніж на внутрішніх поверхнях нагріву навіть після спалювання природного газу, коли відбувається, в основному, киснева корозія. У випадку виведення котла в резерв, після спалювання мазуту, інтенсивність корозії в даних умовах суттєво збільшується. Таким чином, оптимальною як з погляду внутрішньої, так і зовнішньої корозії є температура металу, яка вища за температуру конденсації водяної пари з відповідною відносно вологістю повітря, що суттєво змінюється як протягом доби, так і протягом року.

Способи захисту від корозії зовнішніх поверхонь нагріву водогрійних котлів аналогічні методам захисту енергетичних котлів, тільки їх реалізація суттєво відрізняється. На відміну від енергетичних котлів забезпечення оптимального температурного стану поверхонь нагріву здійснюється циркуляцією зворотної мережної води через водяний тракт котлів, яка надходить в котли.

В умовах простоювання водогрійних котлів у резерві температура зворотної мережної води залежить від температурного графіка тепlopостачання та використання споживачами теплової енергії і знаходиться в межах 40-80 °С, яка практично не регулюється експлуатаційним персоналом. Одночасно кількість мережної води, яка циркулює в водяному тракті котла може змінюватись в широкому діапазоні залежно від встановленого режиму циркуляції.

Для наведених умов максимальна різниця температури мережної води на вході і виході із котлів не перевищує 5 °С. Таким чином, температура металу всіх поверхонь нагріву знаходиться практично на одному рівні. Забезпечення оптимального, з огляду корозії, температурного стану металу поверхонь нагріву водогрійних котлів під час простоювання їх у резерві вирішується шляхом регулювання кількості мережної води, яка циркулює в водяному контурі котла.

На підставі [3] температура металу стінок поверхонь нагріву водяного тракту водогрійних котлів через які циркулює мережна вода, нижча від температури води на 2-3 °С та практично, дорівнює температурі мережної води на вході в котел.

Крім цього, оптимальний температурний стан металу поверхонь нагріву, з огляду інтенсивності корозії і витрат тепла, може забезпечуватись повним відключенням котла від димової труби (закупоренням газоповітряного тракту) і підтриманням температури металу на рівні 30-40 °С за рахунок регулювання кількості мережної води залежно від її температури.

Якщо перед виведенням котла у резерв спалювався мазут, то протягом кількох днів з інтервалом 8-16 год необхідно проводити вентиляцію газового тракту з метою відведення випаровуваної з відкладень вологи. Згідно з чинним нормативним документом [4], який ґрунтується на даних процесів корозії, що протікають (відбуваються) на низькотемпературних поверхнях нагріву під час роботи котлів, також переноситься на котли, які знаходяться у резерві. Тому захист від корозії поверхонь нагріву під час простоювання котлів здійснюється за рахунок забезпечення: температури металу поверхонь нагріву на рівні 80 °С; відносної вологості повітря не вище 40 %.

Забезпечення таких умов практично не можливе через великі втрати тепла і електроенергії з наступних причин: підтримання температури металу на рівні 80 °С не є оптимальною умовою з погляду корозії, а її забезпечення, згідно з розрахунками, потребує значних витрат тепла, залежно від температури навколишнього повітря в діапазоні від плюс 30 °С до мінус 20 °С; у випадку забезпечення відносної вологості повітря на рівні 40 % мінімальна корозія металу поверхонь нагріву може бути досягнута за значно нижчої температури металу, тобто на рівні 15 - 20 °С, коли температура повітря в паливні і газоходах орієнтовно знаходиться в межах 25 - 30 °С. Однак постійне забезпечення відносної вологості повітря на такому рівні може бути досягнуте тільки за рахунок його висушування в спеціальних сушильних уставах з неоправдано великими витратами енергії, що економічно не обґрунтовано.

На основі експериментальних досліджень встановлено, що у реальних умовах експлуатації під час простоювання котлів у резерві температура середовища в паливні і газоходах, де розташовані поверхні нагріву, в літній період знаходиться на рівні температури повітря в приміщенні котельні. Взимку ця температура (коли відсутня циркуляція мережної води) може знижуватись до нуля і нижче за рахунок присмокків зовнішнього повітря в повітряний тракт котлів, що знаходяться за межами приміщення.

Відносна вологість повітря в паливні і газоходах котлів залежить, в основному, від відносної вологості навколишнього середовища (зовнішнього повітря), співвідношення кількості повітря, яке потрапляє в газоповітряний тракт з навколишнього середовища і котельного приміщення, та парціального тиску (розрідження в газоходах котла).

Експериментальні дослідження показали, що ця вологість в умовах експлуатації може знаходитись в межах 40 - 100 %. Для водогрійних котлів температура повітря в паливні і газоходах, де розташовані поверхні нагріву, менше залежить від температури зовнішнього повітря і в найбільш холодних місцях нижча від температури мережної води на 3 - 5 °С, однак вища від температури конденсації водяної пари. У газоходах за котлами ця температура дещо знижується, однак при температурах мережної води в межах 40 - 50 °С вона знаходиться на рівні 30 °С, що вище температури конденсації водяної пари. Тому проблеми температури точки роси у водогрійних котлах під час простоювання у резерві з циркуляцією мережної води практично не існує.

Висновки. Після виведення котлів у резерв процеси корозії металу поверхонь нагріву продовжуються тільки змінюються умови, що спричиняють корозію, її характер і інтенсивність.

Встановлено, що основною відмінністю умов проходження процесів корозії під час роботи і простоювання котлів є характеристика середовища в якому знаходяться поверхні нагріву, тобто:

під час роботи котлів на мазуті чи твердому сірчистому паливі метал поверхонь нагріву знаходиться в агресивному середовищі, де температура точки конденсації водяної пари димових газів залежно від низки режимних чинників, змінюється в широкому діапазоні температур (від 80 °С до 180 °С);

під час знаходження котлів у резерві чи в стані консервації метал поверхонь нагріву знаходиться в навколишньому середовищі, яке характеризується близьким до нейтрального, де температура конденсації водяної пари повітря залежить від відносної вологості і температури навколишнього середовища, яка в реальних кліматичних і експлуатаційних умовах знаходиться на рівні 20 - 25 °С.

Ці обставини дозволяють спростити заходи щодо захисту від корозії поверхонь нагріву і, що не менш важливо, суттєво зменшити втрати тепла під час знаходження котлів у стані резерву чи консервації.

Мінімальна інтенсивність корозії може бути забезпечена у випадку, коли температура металу поверхонь нагріву буде в діапазоні 20 - 25 °С, а з урахуванням допуску на непередбачені обставини вона повинна збільшуватись на 5 - 10 °С.

Встановлено, що у випадку виведення котлів у резерв після спалювання мазуту потрібні додаткові заходи щодо усунення сірчаної кислоти із відкладень.

Список літератури

1. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила ГДК 34.20.507. –К.: ОЕП, ГРІФРЕ, 2003. -508с.
2. Отс А.А. Коррозия и износ поверхностей нагрева котлов. -М.: Энергоатомиздат, 1987. -272с.3. Гут П.О., Крук М.Т., Фінкевич А.А. Визначення втрат тепла під час простоювання водогрійних котлів Київської ТЕЦ-5 у резерві. Технічний звіт АТ "ЛьвівОРГРЕС". інв.№15430. -Львів: 1988. -29с. 4. Збереження устаткування енергоблоків 150, 200, 300 і 800 МВт у стані довготривалого резерву. Правила. Пелешок А.Г., Іванов Є.В., Густі Й.П. та ін. -К.: УНВО "Енергопрогрес", 1995. -83с.