

szczelność korpusu, same ulegając uszkodzeniom wywołanym przez dodatkowy moment zginający.

Ważnym elementem rewitalizacji jest obróbka cieplna korpusu w piecu. W zależności od stanu poeksploatacyjnego korpusu jest to proces jedno- lub dwuetapowy. W wersji obecnie stosowanej jest możliwe przeprowadzenie regeneracji struktury, odprężania i prostowania w jednym zabiegu cieplnym. Całkowite usunięcie niekorzystnych cech i zmian struktury powstałych zarówno w procesie wytwarzania odlewu jak i po długotrwałej eksploatacji jest technicznie bardzo trudne do wykonania, a ekonomicznie mało atrakcyjne. Doświadczenia nasze wskazują, że już częściowa poprawa struktury, polegająca na usunięciu:

— faz iglastych,

— ferrytu w postaci Widmannstättena,

— rozłożenia perlitu po granicach ziarn ferrytu

oraz rozdrobnienie struktury poprawiają cechy użytkowe odlewu, tj. zwiększają granicę plastyczności i wytrzymałości, polepszają udarność, a jednocześnie obniżają temperaturę przejścia w stan kruchy.

Doświadczenie wskazuje, że parametry wyżarzania (temperatura, czas) powinny być optymalizowane dla każdego

przypadku rewitalizacji na podstawie symulacji w warunkach laboratoryjnych różnych wariantów obróbki cieplnej.

Podsumowanie

Planując modernizację lub odnowę turbiny można wykluczyć potrzebę wymiany korpusów na nowe. Właściwie tylko rozległe uszkodzenia pełzaniowe mogłyby korpus dyskwalifikować. Jak na razie jest to sytuacja teoretyczna, nie potwierdzona żadnym faktem z praktyki eksploatacyjnej. Spośród możliwych sposobów naprawy korpusu szczególnie atrakcyjna z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia jest jego rewitalizacja. Przy kosztach nie przekraczających 20% ceny nowego korpusu można uzyskać cechy użytkowe (granica plastyczności, udarność, temperatura przejścia w stan kruchy oraz geometria) nie odbiegające od własności korpusu w stanie wyjściowym. Dotychczasowe doświadczenia wskazują, że korpusy po częściowej rewitalizacji (bez poprawy struktury) pracują bezawaryjnie przez ponad 50 000 godzin.

panovum

Mgr inż. Ewa Zbroińska-Szczuchura, mgr inż. Jerzy Dobosiewicz

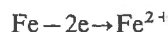
UKD 621.311.2:620.197

Pro Novum — Katowice

Korozja postojowa elementów ciśnieniowych bloków energetycznych

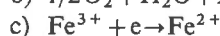
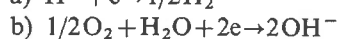
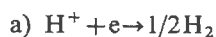
Urządzenia energetyczne podczas postojów remontowych, w rezerwie itp. — trwających dłużej niż 10 dni — są zagrożone wystąpieniem uszkodzeń spowodowanych korozją postojową. Uszkodzenia tego rodzaju mogą być równomierne lub wżerowe i powodować nieszczelność w postaci perforacji (rys. 1). Korozją postojową są zagrożone wszystkie ciśnieniowe przepływowe elementy bloku, a najbardziej tzw. elementy cienkościenne. Proces korozyjny zachodzi przy jednoczesnej obecności wody oraz tlenu i ma charakter elektrochemiczny. Czynnikiem utleniającym jest tlen rozpuszczony w wodzie. Obecnie uważa się, że korozja postojowa jest szczególnym przypadkiem korozji elektrochemicznej różniącej się od innych rodzajów tym, że czynnikiem przewodzącym, nieodzownym dla zachowania procesu, są cienkie warstwy elektrolitów. Powstają one na powierzchni metalu na skutek kondensacji pary zawierającej sole przynieszone z wody kotłowej. Intensywność procesu korozyjnego, zachodzącego wg elektrochemicznego mechanizmu, zależy od szybkości dwóch reakcji:

- na anodzie:



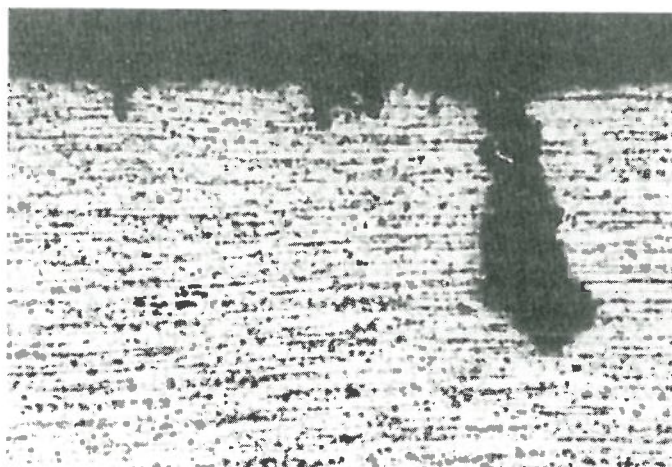
(jonoatomy metalu przechodzą do roztworu i zostają uwolnione elektrony);

- na katodzie:



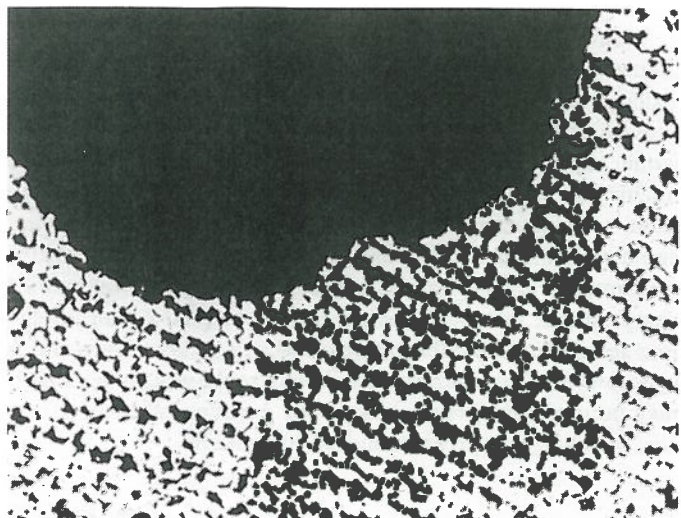
(zostają „pochłaniane” elektrony uwalniane na anodzie).

Korozja postojowa w atmosferze wilgotnej w obecności powietrza przebiega zgodnie z katodową reakcją redukcji tlenu (b) — tlenowa depolaryzacja. Jeżeli dostęp tlenu do katody jest nieograniczony, co może zachodzić np. przy niewielkiej warstwie elektrolitu, to intensywność pracy katody zależy od szybkości elektrochemicznej redukcji tlenu, a tym samym od jego dostępu do warstwy lub kropli kondensatu. Powstaje wówczas nierównomierne uszkodzenie metalu w postaci wże-



Rys. 1. Wżery korozyjne na wewnętrznej powierzchni rurociągu

rów wypełnionych produktami korozji, a struktura metalu i własności mechaniczne (rys. 2) (stali) przed frontem wżeru nie ulegają zmianom.



Rys. 2. Struktura metalu wokół wżeru korozyjnego

Szybkość zachodzenia tego rodzaju korozji jest bardzo duża i zależy od rozmiaru kropeł kondensatu. Krzywa intensywności korozji w funkcji rozmiaru kropeł kondensatu ma maksimum i minimum (rys. 3). Przy dużych i bardzo małych wymiarach kropeł ubytki metalu są równomierne. Z doświadczeń eksploatacyjnych wynika, że najczęściej korozji postojowej ulegają węzownice przegrzewaczy i podgrzewaczy, rurociągi do wtórnego przegrzewu oraz urządzeń pomocniczych turbiny, w których uszkodzenia porażają dolne tworzące poziomo usytuowanych rur i przyległych do nich kolan.

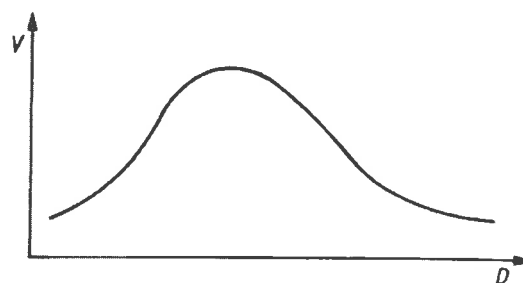
Należy podkreślić, że skład chemiczny cieczy, z którą styka się powierzchnia metalu, może znacznie różnić się od składu chemicznego wody zasilającej kotłowej czy kondensatu. Podczas odstawienia bloku wilgotna para rozpuszcza sole wydzielone na ściankach węzownic kotła oraz układu przepływowego turbiny. Są to najczęściej związki sodu, z których najbardziej niebezpieczny jest NaCl. Chlorki mogą przedostać się do kondensatu przez nieszczelne skraplacze. Sole rozpuszczone w skroplinach powodują wzrost przewodnictwa elektrycznego i zwiększają szybkość reakcji elektrochemicznej. Wzmocniona korozja jest często uwarunkowana obecnością osadów, które bądź to rozpuszczają się w wodzie, bądź pochłaniają wilgoć. Duże znaczenie ma również stan powierzchni, a zwłaszcza warstewki ochronnej metalu. Powstające w czasie eksploatacji pęknięcia na wewnętrznej powierzchni mogą stać się zarodkami procesów korozyjnych i zmęczeniowo-korozyjnych (wałczaki, kolana rurociągów, przegrzewaczy).

Jak już wspomniano, bezpośrednią przyczyną korozji postojowej jest obecność wilgoci lub skroplin i tlenu. Podczas zatrzymywania kotła może pozostawać (przede wszystkim w częściach nieodwadniających powierzchni grzewczych i zbiorników) duża ilość kondensatu nasyconego tlenem. Niezależnie od konstrukcji, po odstawieniu kotła, w czasie jego wygaśnięcia, po wyrównaniu jego ciśnienia z atmosferą (otwarcie odwodnień) istnieje moment, w którym ciśnienie w kotle jest mniejsze od atmosferycznego i następuje zassanie powietrza. Powstawanie uszkodzeń korozyjnych można ograniczyć przez

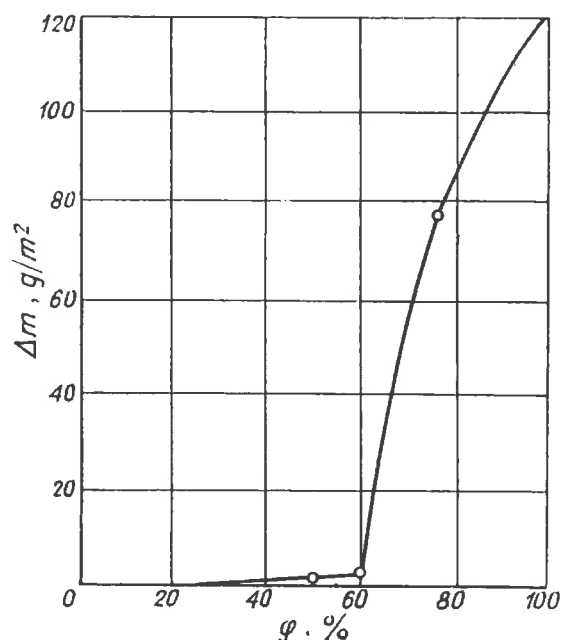
zatrzymywanie bloku w taki sposób, aby pozostało w nim jak najmniej wilgoci. W czasie postoju kotła wilgoć może przenikać do wnętrza wraz z zawilgoconym powietrzem. Przedostaje się ono z kotłowni przez rurociągi odmulania, odpowietrzenia oraz inne nieszczelności, a zawarta w nim para wodna w zetknięciu z metalem skrapla się. Na powierzchni metalu tworzy się błona lub krople wilgoci.

Ponieważ pojawienie się korozji postojowej metalu bloku jest ściśle związane z jednoczesną obecnością wody i tlenu, to usuwanie jednego lub obu tych czynników z przestrzeni blokowej zapobiega uszkodzeniom. Jeżeli nie ma możliwości usunięcia wody lub tlenu stosuje się różne metody konserwacji.

Jedną z bardzo skutecznych metod, zwłaszcza w odniesieniu do bloków dużej mocy, jest stosowanie do konserwacji inhibitorów aminowych (MA). Inhibitor ten wstrzykuje się do pary podczas odstawienia bloku przy temperaturze niższej od 300°C. Na powierzchni metalu tworzy się hydrofobowa warstwa ochronna. MA pokrywa powierzchnię konserwowaną oraz penetruje w powstałe warstwy osadów i produkty korozji, oddzielając je od metalu. Ochronne działanie MA trwa nawet do sześciu miesięcy. Podczas uruchamiania bloku strumień pary zmywa warstwę inhibitora.



Rys. 3. Natężenie korozji V w funkcji rozmiaru kropeł kondensatu D



Rys. 4. Wpływ względnej wilgotności φ na przyrost grubości warstwy produktów korozji Δm

Powszechnym sposobem konserwacji jest metoda mokra, polegająca na zalewaniu całego kotła wodą z dodatkiem związków chemicznych (podnoszących pH, wiążących tlen) oraz inhibitorów. Jest to metoda stosowana do małych kotłów. Wymaga sprawdzania stężenia i okresowego uzupełniania składników chemicznych (hydrazyna, amoniak itp.).

Bardzo często stosuje się również metody suche, zwłaszcza do konserwacji bloków małej mocy. Wszystkie metody suche polegają na usuwaniu wilgoci z zewnętrznych powierzchni. Wymaga to jednak dokładnego odwodnienia i oczyszczenia wszystkich elementów, gdyż na powierzchniach chronionych nie powinny znajdować się żadne warstwy, zwłaszcza higroskopijne (co nie zawsze jest możliwe). W przestrzeni chronionej bloku względna wilgotność powietrza w żadnym miejscu nie powinna przekraczać 50%. Zgodnie z wykresem szybkość korozji wzrasta nagle po przekroczeniu 60% względnej wilgotności w przestrzeni konserwowanej (rys. 4). W praktyce dla większej pewności utrzymuje się względną wilgotność powietrza nie większą niż 30%.

Suchą konserwację można również stosować przez wdmuchiwanie gorącego powietrza. Wdmuchiwanie powietrza odbywa się zwykle za pomocą wentylatorów, a do jego nagrzewania służą grzejniki elektryczne. Wlot gorącego powietrza należy dobrać tak, aby było zapewnione omywanie wszystkich powierzchni chronionych, a wewnątrz kotła turbiny panowało małe ciśnienie. Przy wdmuchiwaniu gorącego powietrza należy pamiętać o tym, że metal kotła powinien mieć temperaturę wyższą od temperatury rosenia powietrza.

Suche powietrze do konserwacji można otrzymywać różnymi metodami, np. przez suszenie, wychłodzenie oraz stosowanie absorbentów — stałego lub ciekłego. Istnieją kompletne agregaty do przygotowywania suchego lub gorącego powietrza.

Do suchej konserwacji można również zaliczyć konserwację gazową, polegającą na napełnianiu przestrzeni chronionej amoniakiem, lotnymi aminami lub azotem. Mieszanina amoniaku z powietrzem w granicach 16—25% jest mieszaniną wybuchową, a ponadto amoniak jest szkodliwy dla zdrowia. Z tego względu stosowanie tej metody nie jest wskazane. Przy konserwacji azotem kocioł napełnia się wodą do górnych zaworów odpowietrzających, a następnie podłącza się do nich azot. Z chwilą rozpoczęcia spuszczenia wody azot wypełnia opróżnioną przestrzeń. Kocioł napełnia się azotem z butli do momentu uzyskania w kotle nadciśnienia równego 100 mm H₂O. Podczas całego okresu konserwacji nadciśnienie należy utrzymywać na stałym poziomie.

Problem ochrony kotłów przed korozją postojową pojawił się w energetyce krajowej niedawno i ciągle nie jest problemem nagłym. Niemniej są już sygnalizowane pierwsze objawy występowania korozji postojowej, a wraz z nią konieczność stosowania konserwacji. Urządzenia bloków, które są odstawiane na dłużej niż 20 dni, powinny być konserwowane. Konserwacji powinien podlegać cały blok. Najbardziej przydatny do tego celu wydaje się sposób pasywny, ze stosowaniem MA, ponieważ nie wymaga on specjalnych urządzeń. Wystarczy bowiem przygotować jedynie odpowiednie urządzenia do podawania inhibitora do obiegu wodno-parowego bloku. Metoda z MA ma jeszcze jedną wyższość nad pozostałymi metodami — może być również stosowana w obecności osadów na chronionych powierzchniach metalu.

pro Novum

Mgr inż. Ewa Zbroińska-Szczuchura

UKD 621.311.2:539.376

Pro Novum — Katowice

Niektóre kryteria oceny trwałości elementów ciśnieniowych bloków energetycznych pracujących w warunkach pełzania

Podczas eksploatacji elementy konstrukcyjne urządzeń energetycznych i ciepłowniczych ulegają ciągłemu procesowi niszczenia. Obecnie znaczna część elementów krytycznych, które pracują już ponad 100 000 h (obliczeniowy czas pracy), a niektóre z nich nawet 180 000—240 000 h (czas dopuszczalny), daleka jest jeszcze od wyczerpania indywidualnej trwałości. W dużym stopniu zależy ona bowiem od rodzaju elementów pracujących w warunkach pełzania, warunków eksploatacji, rozwiązań konstrukcyjnych i technologii ich wykonania oraz od procesów niszczenia, które zachodzą w miejscach najbardziej wytężonych. Trwałość będzie zatem umownym kompleksowym wskaźnikiem, stanowiącym połączenie wielu cech zarówno struktury i własności materiału, jak też

warunków obciążeniowych i eksploatacyjnych elementu konstrukcyjnego.

Techniczna ocena stanu elementu

Techniczna ocena stanu elementu konstrukcyjnego zmierzająca do określenia jego indywidualnej trwałości polega na skojarzonej działalności diagnostycznej, w której wyróżnia się trzy zasadnicze fazy:

1. **RETROSPEKCJA** — analiza projektu technicznego (porównanie stanu istniejącego z dokumentacją):