

Jerzy DOBOSIEWICZ, Ewa ZBROIŃSKA-SZCZETCHURA

## KOROZJA POSTOJOWA ELEMENTÓW CIŚNIENIOWYCH KOTŁA

**Streszczenie.** W czasie postoju kotła parowego wewnętrzne powierzchnie elementów przepływowych zbiorników (walczak, komory) ulegają uszkodzeniom na skutek działania korozji. Bezpośrednią przyczyną tego rodzaju uszkodzeń jest działanie na metal wilgotnego środowiska powstałego z pary i powietrza. Korozja zmniejsza niezawodność oraz trwałość kotła, toteż w czasie postoju w celu jej uniknięcia stosuje się konserwację.

## STAND CORROSION OF BOILER PRESSURE ELEMENTS

**Summary.** Internal surfaces of pressure elements corrode during the power generator stand. Immediate reason of the corrosion is the contact with the metallic surface and the wet environment. The paper presents the methods of protection against this kind of corrosion.

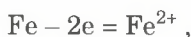
## STILLSTANDKORROSION DER KESSEL-DRUCKELEMENTE

**Zusammenfassung.** Beim Stillstand des Dampferzeugers innere Oberflächen der Druckelemente sind durch die Korrosion beschädigt. Unmittelbare Ursache der Korrosion ist ein Kontakt zwischen der Metalloberfläche und feuchter Umgebung. Die Arbeit stellt die Methoden zur Stillstandkorrosionbekämpfung dar.

Kotły parowe podczas postojów remontowych, w rezerwie itp., a trwających dłużej niż 10 dni, zagrożone są wystąpieniem uszkodzeń spowodowanych korozją postojową. Uszkodzenia tego rodzaju mogą mieć charakter równo-

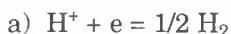
mierny lub wżerowy, dając nieszczelność w postaci perforacji. Korozją postojową zagrożone są wszystkie ciśnieniowe elementy kotła, a najbardziej tzw. elementy cienkościennie (rury ekranów podgrzewacza wody i przegrzewacza pary). Proces zachodzi przy jednoczesnej obecności wody i tlenu i ma charakter 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 zachodzenia procesu, są cienkie warstwy elektrolitów. Powstają one na powierzchni metalu na skutek kondensacji pary zawierającej w sobie sole przynieszone z wody kotłowej. Intensywność procesu korozyjnego, zachodzącego wg elektrochemicznego mechanizmu, zależy od prędkości zachodzenia dwóch reakcji:

– na anodzie:



gdzie jono–atomy metalu przechodzą do roztworu i zostają uwolnione elektrony,

– na katodzie:

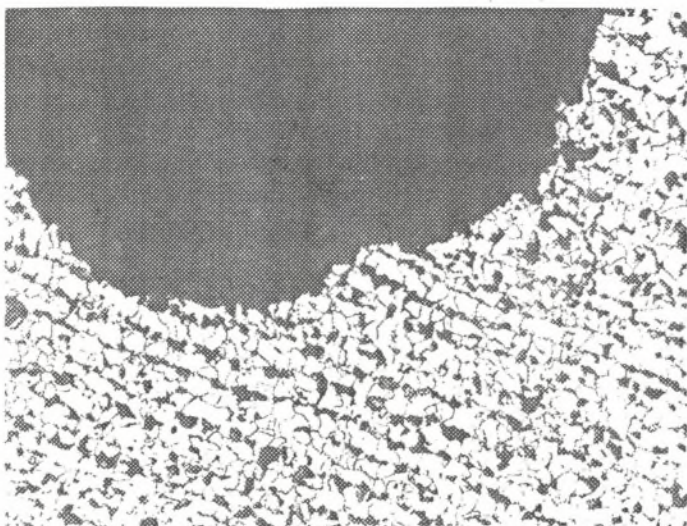


gdzie zostają „pochłanianie” elektrony uwalniane na anodzie.

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 mieć miejsce np. przy niewielkiej warstwie elektrolitu, to intensywność pracy katody jest zależna od prędkości zachodzenia elektrochemicznej redukcji tlenu, a tym samym jego dostępu do warstwy lub kropli kondensatu. W wyniku tego powstaje nierównomierne uszkodzenie metalu w postaci wżerów wypełnionych produktami korozji, a struktura metalu (stali) przed frontem wżeru nie ulega zmianom (rys. 1), podobnie jak własności mechaniczne.

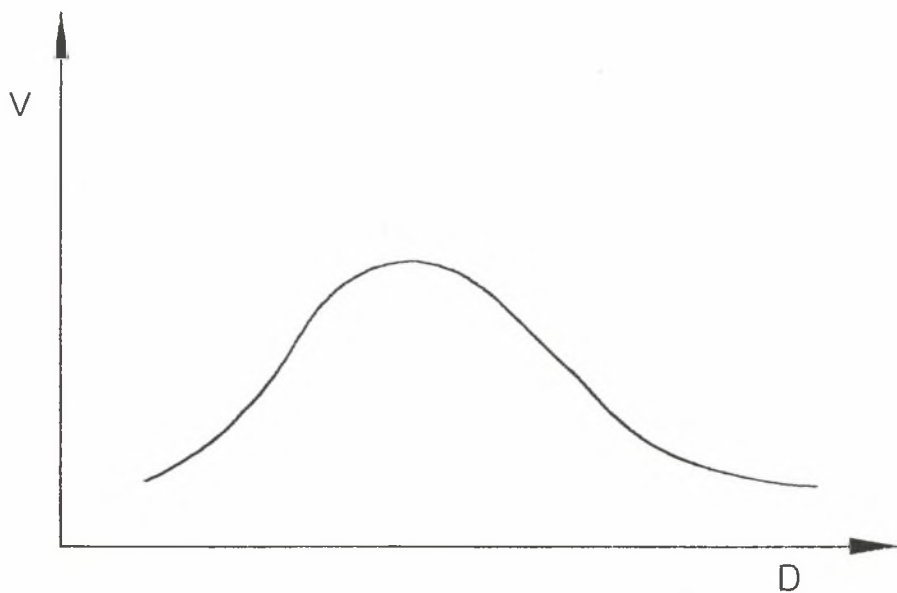
Szybkość zachodzenia tego rodzaju korozji jest bardzo duża i zależy od rozmiaru kropli kondensatu. Krzywa intensywności korozji w funkcji rozmiaru kropli kondensatu posiada max i min przy dużych i bardzo małych wymiarach kropli (rys. 2); ubytki mają równomierny charakter.

Doświadczenie eksploatacyjne wskazuje, że najczęściej ulegają korozji postojowej wężownice przegrzewacza wody i podgrzewacza wody, w których uszkodzenia porażają dolne tworzące poziomo usytuowanych rur i przyległych do nich kolan.



Rys. 1. Struktura stali wokół wżeru

Fig. 1. Structure of the steel around the corrosion pit



Rys. 2. Krzywa intensywności korozji ( $V$ ) w funkcji rozmiaru kropelek kondensatu ( $D$ )

Fig. 2. Corrosion intensity ( $V$ ) as a function of condensate droplet size ( $D$ )

Należy podkreślić, że skład chemiczny cieczy, z którą styka się powierzchnia metalu, może znacznie różnić się od wody zasilającej czy kotłowej. Podczas zatrzymania kotła wilgotna para rozpuszcza sole wydzielone na ścinakach węzownic. Są to najczęściej związki sodu, z których najbardziej niebezpieczny jest NaCl. Chlorki mogą przedostawać się do kondensatu poprzez nieszczelne skraplacze. Sole rozpuszczone w skroplinach powodują wzrost przewodnictwa elektrycznego i potęgują szybkość reakcji elektrochemicznej. Wzmoczona korozja często uwarunkowana jest obecnością osadów, które bądź to rozpuszczają się w wodzie, bądź pochłaniają wilgoć. Duże znaczenie ma również stan powierzchni, a szczególnie warstewki ochronnej metalu. Powstające w czasie eksploatacji pęknięcia na wewnętrznej powierzchni mogą stać się zarodkami dla procesów korozyjnych i zmęczeniowo-korozyjnych.

Jak wspomniano wyżej, bezpośrednią przyczyną korozji postojowej jest obecność wilgoci lub skroplin tlenu. Podczas zatrzymywania kotła istnieją możliwości, szczególnie w częściach nieodwadnialnych powierzchni grzewczych i zbiorników, powstawania dużej ilości 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 zasanie powietrza. Ograniczenie powstawania uszkodzeń korozyjnych można osiągnąć przez zatrzymywanie kotła 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 para wodna zawarta w nim w zetknięciu z metalem skrapla się na jego powierzchni, tworząc błonę lub krople wilgoci.

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

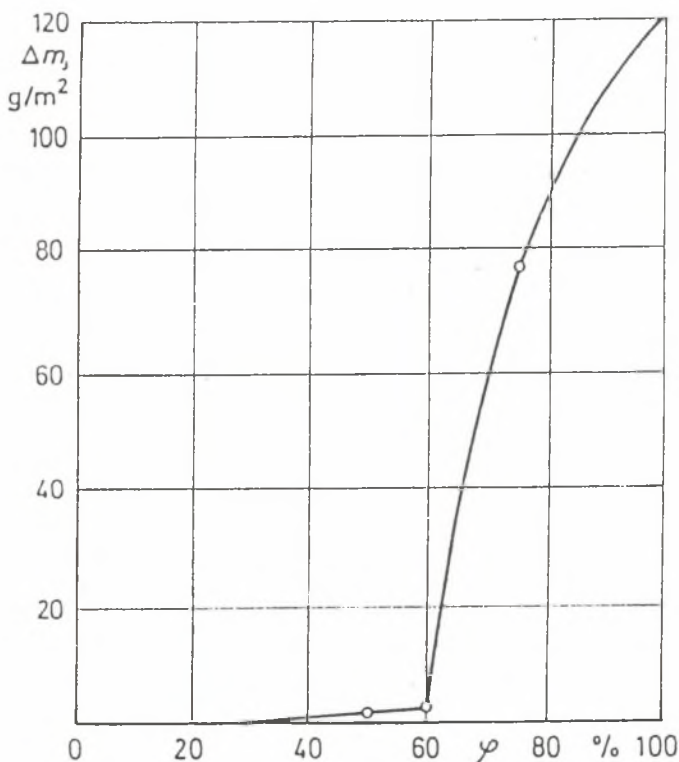
Jedną z bardzo skutecznych metod, szczególnie bloków dużej mocy, jest stosowanie do konserwacji kotłów inhibitorów, jak np. octadecylaminy (ODA). Inhibitor ten wstrzykuje się do pary podczas odstawienia bloku przy temperaturze niższej od 300°C, czas wtrysku około 15 min. Przez zastosowanie ODA stwarza się na powierzchni metalu hydrofobną warstwę ochronną. ODA pokrywa powierzchnię konserwowaną jak również penetruje w powstałe warstwy osadów i produkty korozji, oddzielając je od metalu. Ochronne działanie ODA trwa nawet do 8 miesięcy. Podczas uruchamiania kotła strumień pary zmywa warstwę inhibitora.

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 i okresowego uzupełniania składników chemicznych (hydrazyna, amoniak itp.).

Bardzo często stosuje się również metody suche, szczególnie do konserwacji bloków małej mocy. Wszystkie metody suche polegają na usuwaniu wilgoci z zewnętrznych powierzchni. Wymaga to jednak dokładnego odwodnienia i oczyszczenia wszystkich elementów, bowiem na powierzchniach chronionych nie powinny znajdować się żadne warstwy, a szczególnie higroskopijne (co nie zawsze jest możliwe, jak w przypadku węzownic przegrzewacza).

W przestrzeni chronionej bloku względna wilgotność powietrza w żadnym miejscu nie powinna przekraczać 50%. Zgodnie z wykresem (rys. 3) prędkość korozji nagle wzrasta po przekroczeniu 60% względnej wilgotności w przestrzeni konserwowanej. W praktyce dla większej pewności utrzymuje się względną wilgotność powietrza nie większą niż 30%.



Rys. 3. Wpływ większej wilgotności  $\phi$  na przyrost grubości warstwy produktów korozji ( $\Delta m$ )

Fig. 3. The influence of humidity  $\phi$  on the thickness of corrosion products – layer ( $\Delta m$ )



Suchą konserwację można również stosować przez wdmuchiwanie gorącego powietrza. Wdmuchiwanie odbywa się zwykle za pomocą wentylatorów, a powietrze grzeje się grzejnikami elektrycznymi. Wlot gorącego powietrza należy dobrać tak, aby zapewnić omywanie wszystkich powierzchni chronionych, a wewnątrz kotła panowało małe nadciśnienie. Przy wdmuchiwaniu gorącego powietrza należy zwracać uwagę na fakt, że metal kotła powinien mieć temperaturę wyższą od temperatury rosenia powietrza przemywającego kocioł. Suche powietrze do konserwacji można otrzymać różnymi metodami, np. przez suszenie wychładzaniem oraz absorbentem stałym lub ciekłym. Istnieją kompletne agregaty do przygotowywania suchego lub gorącego powietrza.

Do suchej konserwacji można zaliczyć również konserwację gazową, stosując amoniak lub azot. Mieszanina amoniaku z powietrzem w granicach 16 + 25% jest mieszaniną wybuchową, a ponadto amoniak jest szkodliwy dla zdrowia. Z tego względu stosowanie tej metody jest niewskazane. Przy konserwacji azotem kocioł napełnia się wodą do górnych zaworów odpowietrzających, a następnie podłącza się do nich azot. Z chwilą rozpoczęcia spuszczenia wody azot zacznie wypełniać opróżnioną przestrzeń. Azotem napełnia się kocioł z butli do momentu uzyskania w kotle nadciśnienia równego 100 mm H<sub>2</sub>). Podczas całego okresu konserwacji wysokość nadciśnienia należy utrzymywać na stałym poziomie.

Problem ochrony kotłów przed korozją postojową pojawił się w energetyce krajowej niedawno i ciągle nie jest problemem nagłym. Niemniej jednak istnieją już pierwsze objawy występowania korozji postojowej, a wraz z nią pojawia się konieczność stosowania konserwacji. Urządzenia kotłów, 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 octadecylaminy, ponieważ nie wymaga on specjalnych urządzeń. Wystarczy bowiem przygotować jedynie odpowiednie urządzenia do podawania inhibitora przez wtryski schładzaczy pary. Metoda z ODA ma jeszcze jedną wyjątkowość nad pozostałymi metodami, może być również stosowana w obecności osadów na chronionych powierzchniach metalu.