

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 odstawiwane 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 ciąglemu 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 wyczerpanych. 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):

- obliczenia ustalające element krytyczny konstrukcji i miejsce krytyczne, w którym proces niszczenia może zachodzić z największą intensywnością,
 - analiza dotychczasowych warunków pracy, informacje na temat nieprawidłowości eksploatacyjnych (gromadzenie danych ruchowych i eksploatacyjnych),
 - analiza zaistniałych uszkodzeń wraz z określeniem warunków i przyczyn ich powstania,
 - analiza dotychczas wykonanych badań i pomiarów diagnostycznych, napraw, wymian i modernizacji ocenianego elementu i konstrukcji,
 - analiza obliczeń wytrzymałościowych.
2. **DIAGNOZA** — pomiary diagnostyczne oceniające aktualny stan elementu:

- przeglądy,
- badania nieniszczące,
- badania niszczące,
- obliczenia wytrzymałościowe oparte na rzeczywistych danych (pomiary i badania) elementu i rzeczywistych warunkach pracy metalu.

3. PROGNOZA:

- określenie przydatności elementu przez wyznaczenie jego dalszego czasu pracy (indywidualna trwałość resztkowa),
- podanie wniosków odnośnie do wymiany, naprawy, zakresu późniejszych badań i remontów, zmian warunków eksploatacji, celowości modernizacji itp.

Obliczenia czasu eksploatacji elementów są oparte na danych ruchowych, tj. uwzględniają rzeczywiste warunki pracy, a tym samym rzeczywisty stopień wyczerpania materiału. Podstawą tych obliczeń są własności mechaniczne materiału określone wg atestów lub na podstawie prób wykonanych podczas badań niszczących. Badania niszczące wykonuje się, zasadniczo po przekroczeniu tzw. trwałości projektowej, na próbkach pobranych z ocenianych elementów. Z reguły są to badania na pełzanie zmęczeniowe, rozprzestrzenianie się pęknięć (K_{IC}) i badania metalograficzne. Bardzo istotną a często niedocenianą czynnością jest gromadzenie informacji na temat eksploatacji. Zalicza się do nich wszelkie dane charakteryzujące wykonanie naprawy, wymiany, modernizacje, badania diagnostyczne oraz rzeczywiste warunki pracy elementu (np. kłopoty i zakłócenia w procesie technologicznym urządzeń ciepłno-mechanicznym elektrowni).

Badania nieniszczące i pomiary wykonuje się systematycznie w okresach wynikających ze stanu technicznego (przeglądy) i profilaktyki remontowej [1].

Kryteria technicznej oceny stanu elementu

Odkształcenie średnic otworów i owalizacja kolan

Dla rurociągów parowych i komór wykonanych ze stali dwuskładnikowych typu HM dopuszcza się odkształcenie $\varepsilon = 2\%$, a dla stali trójskładnikowych nie większe niż $\varepsilon = 1,5\%$. Po przekroczeniu tych wartości jest wskazana wymiana elementu. Jeżeli chodzi o węzownice przegrzewaczy pary, to do dalszej eksploatacji można dopuścić tylko te, których odkształcenie ε nie przekracza 2% (szybkość odkształcenia do wartości 4% jest stała, a po jej przekroczeniu rośnie wraz z czasem pracy). Szybkość odkształcenia średnic nie powinna przekraczać 1%/100 000 h pracy. W przypadku jej wzrostu należy zwiększyć częstość badań diagnostycznych. Jeśli chodzi o owalizację kolan; to gdy jest ona mniejsza od 4% należy ją pominąć

w obliczeniach naprężeń; gdy wynosi od 4 do 8% należy ją uwzględnić w tych obliczeniach. Gdy owalizacja jest większa od 8% kolano powinno być wymienione. Większość odkształceń kadłubów turbin zależy od wartości dopuszczalnych luzów promieniowych. Odkształcenie otworu centralnego na wirnikach WP i SP turbin nie może przekraczać 0,4%.

Ubytek grubości ścianki

(określenie rzeczywistej grubości ścianki elementu)

W przypadku powierzchni ogrzewalnych, do dalszej pracy dopuszcza się elementy, których grubość nie jest mniejsza od wartości $g_n/1,25$ (g_n — znamionowa grubość ścianki). Rury grubości $g < g_n$ powinny być wymienione. Jeśli ubytki grubości są małe ($g_r > g_{min}$), to jest wskazane ustalenie orientacyjnego czasu pracy do osiągnięcia warunku $g_r = g_{min}$.

Przemieszczenia

Pomiaru przemieszczeń na głównych rurociągach parowych dokonuje się w miejscach, gdzie spodziewane przemieszczenia rurociągu mogą być największe. Rzeczywista histereza nie powinna przekraczać dopuszczalnej (obliczeniowej) o więcej niż $\pm 10\%$.

Pomiar twardości

Pomiaru tego dokonuje się w miejscach wykonania replik lub na wyciętych próbkach. Twardość materiału nie powinna być mniejsza od ustalonej w odpowiednich normach (nie powinna być mniejsza od minimalnej wartości zalecanej przez normy).

Badania nieniszczące

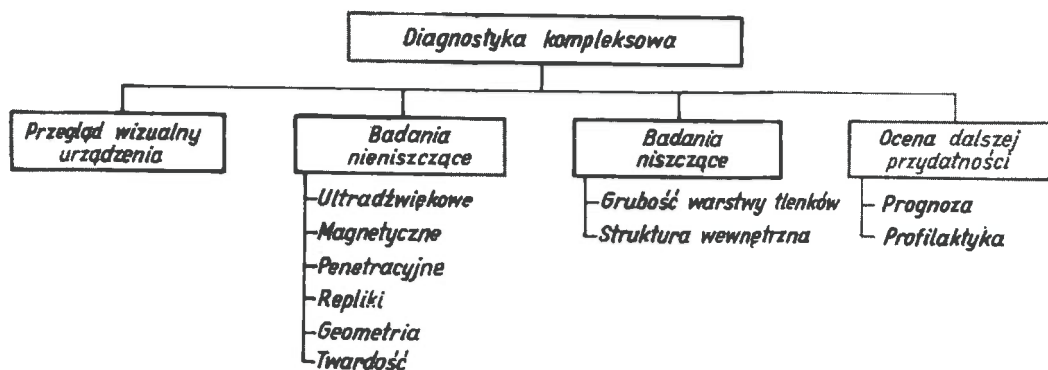
(ultradźwiękowe i penetracyjne)

Badania te są prowadzone w celu wykrycia nieciągłości w badanym elemencie; do dalszej pracy nie dopuszcza się elementów z pęknięciami pełzaniowymi. Wykryte pęknięcia pochodzenia niepełzaniowego należy usunąć, a powstałe w materiale ubytki naprawić przez napawanie. Dla elementów rurowych (komory, rurociągi) głębokość dopuszczalnego ubytku nie może być większa od różnicy między rzeczywistą a obliczeniową grubością ścianek. Dla powierzchni ogrzewalnych dopuszcza się ubytek równy $g/1,25$; głębokość ubytków elementów odlewanych nie powinna przekraczać 15% rzeczywistej grubości ścianek. Pęknięć pochodzenia pełzaniowego nie należy naprawiać, a kolana porażone tymi pęknięciami w strefie rozciąganej należy natychmiast wymienić. W odniesieniu do kadłuba turbiny dopuszczalny ubytek, po usunięciu pęknięć, może sięgać do głębokości równej 15% grubości ścianki kadłuba. Pozostałe ubytki muszą być naprawione przez spawanie. Na wirnikach dopuszczalne ubytki należy każdorazowo uzgadniać z konstruktorem turbiny [3].

Struktura

Za materiał uszkodzony należy uznać materiał, którego struktura charakteryzuje się:

- fizyczną degradacją — mikropeknięciami,
- zmianami strukturalnymi — rozpad bainitu i perlitu,
- procesami wydzieleniowymi i sferoidyzacją węglików.



Nie zawsze wysokozaawansowane zmiany struktury (rozpad perlitu i bainitu oraz procesy wydzieleniowe węglików) stanowią o nieprzydatności materiału do dalszej eksploatacji. Zmiany strukturalne powodują jedynie obniżenie odporności materiału na pękanie. Ujawnienie natomiast fizycznej degradacji struktury wymaga zastosowania poniższych kryteriów.

- ▶ pojedyncze mikropory — wymienić po 30 000—50 000 h,
- ▶ łańcuchy mikropor — wymienić po 5000—10 000 h,
- ▶ mikropęknięcia — wymienić po 3000—5000 h,
- ▶ makropęknięcia — wymiana natychmiastowa.

Naprężenia

Naprężenia dopuszczalne dla odcinków prostych i kolan rurociągów nie powinny przekraczać wartości podanych w PN-79/M-43033. Łączne naprężenia od masy i samokompensacji nie powinny przekraczać wartości obliczonych wg ASME Code Boiler, ponieważ jedynie one uwzględniają relaksację naprężeń samokompensacji podczas długoletniej pracy.

Spad

W kierunku odwodnienia spady nie mogą być mniejsze od wartości projektowych, a w żadnym przypadku ujemne.

Warstwa tlenków

Pomiar metodą ultradźwiękową grubości warstwy tlenków pozwala na ustalenie rzeczywistej temperatury metalu oraz rzeczywistej grubości warstwy tak, aby nie nastąpiło przekroczenie dopuszczalnej temperatury ścianki.

Ugięcie komór przegrzewaczy pary

Ugięcie to wzrasta z liczbą nagłych schłodzeń komory i ma charakter trwały (odkształcenie plastyczne). Maksymalne (dopuszczalne) ugięcie komory nie powinno przekraczać wartości obliczonych wg wzorów podanych [2] ze współczynnikiem bezpieczeństwa równym 3. Komory, których strzałka ugięcia mieści się w granicach dopuszczalnych, a ze względów technologicznych (brak możliwości odwadniania komory) nie mogą być eksploatowane, można poddać naprawie przez prostowanie metodą relaksacji, po uprzednim usunięciu przyczyn ugięcia.

Określenie dopuszczalnego czasu pracy (indywidualna trwałość resztkowa)

Po wykonaniu wszystkich pomiarów i badań diagnostycznych oraz ustaleniu rzeczywistych warunków pracy elementu, na podstawie obliczeń można określić dopuszczalny czas pracy t , po przekroczeniu którego zwiększa się prawdopodobieństwo uszkodzenia elementu. Czas ten powinien wynosić 80% czasu obliczeniowego. Indywidualną trwałość ustala się jako różnicę między dopuszczalnym czasem pracy a rzeczywistym czasem pracy elementu.

Podsumowanie

Wszystkie działania diagnostyczne mające na celu ocenę aktualnego stanu technicznego elementu są z punktu widzenia użytkownika konieczne i nieodzowne. Wynika to między innymi z postępującej dekapitalizacji urządzeń w energetyce, zmuszającej Służbę Diagnostyczną do oceny stopnia wyeksploatowania elementów ciśnieniowych (w tym elementów pracujących w warunkach pękania) oraz do podejmowania decyzji co do dalszych ich losów.

Pamiętać również należy, że trwałość poszczególnych elementów nie jest jednakowa, co jest dla użytkowników trudnym problemem. Użytkownik ma bowiem do wyboru częściową (nierzadko bardzo skomplikowaną technologicznie) wymianę elementów konstrukcji bądź wymianę całkowitą. Ocena stanu polega więc na kompleksowych czynnościach diagnostycznych popartych obliczeniami wytrzymałościowymi. Tylko takie postępowanie może zapewnić wiarygodność oceny [4].

LITERATURA

- [1] Dobosiewicz J.: Diagnostyka przegrzewaczy kotłów parowych. Materiały I Sympozjum „Diagnostyka i badania urządzeń energetycznych i ciepłowniczych”. Świnoujście 1995
- [2] Instrukcja oceny stanu oraz kwalifikowania do wymiany komór, kolektorów, rurociągów kotłowych i głównych rurociągów parowych pracujących w warunkach pękania. MGiE, Warszawa 1986
- [3] Instrukcja oceny stanu elementów krytycznych turbin. Instrukcja PRO NOVUM, Katowice 1992 (nie publ.).
- [4] Segna F., Ginalski J., Skipiński T.: Przydatność metod diagnostycznych stosowanych w prognozowaniu trwałości rurociągów parowych. *Dozór Techniczny* 1995, nr 1