

BIULETYN NR 1
1994

PRONOVUM[®]
PRZEDSIĘBIORSTWO
USŁUG NAUKOWO-TECHNICZNYCH

Zespół redakcyjny: mgr inż. Jerzy Dobosiewicz, dr inż. Jerzy Trzeszczyński

Mgr inż. Jerzy Dobosiewicz

Pro Novum — Katowice

UKD 621.311"405"

Zasady przedłużania trwałości elementów krytycznych bloków energetycznych

Znaczna liczba krajowych bloków energetycznych osiąga bądź przekroczyła już obliczeniowy czas pracy (100 000 h). W wielu wypadkach elementy krytyczne bloków (komory, rurociągi, kadłuby, wirniki, tarcze kierownicze), pracujące w temperaturach podwyższonych, doznały nieodwracalnych zmian w postaci odkształceń, częściowego wyczerpania wytrzymałości, a nawet pęknięć. W obecnej sytuacji ekonomicznej ocena stanu eksploatowanych bloków ma bardzo istotne znaczenie, gdyż może być podstawą do:

- przedłużenia ich eksploatacji w warunkach dotychczasowych,
- ustalenia zakresu kolejnych remontów oraz ewentualnej modernizacji,
- przystosowania do pracy w ciepłownictwie.

Stwierdzenie przydatności bloków do dalszej ich eksploatacji ma więc znaczenie techniczne i ekonomiczne; ocena ta jest koniecznością, a jednocześnie punktem wyjścia do oceny stanu całej elektrowni.

Niezawodny czas pracy elementów krytycznych zależy od warunków eksploatacji, a tym samym od zachodzących w metalu procesów niszczenia, do których najczęściej należą:

- zmęczenie małowykliczne,
- peźzanie,
- erozja i korozja,
- zmiany własności materiału,
- pękanie kruche.

Procesy te powodują powstawanie w metalu:

- odkształceń,
- ubytków,
- pęknięć (peźzaniowe, zmęczeniowe, kruche, korozyjne).

Ze względu na różnorodne procesy niszczące działające na poszczególne elementy bloku trudno jest ustalić jednokrotne kryteria ich oceny. Ogólnie można jednak przyjąć następujące kryteria utraty przydatności czasowej:

- koniec przydatności projektowej (przeważnie 100 000 h),
- koniec przydatności dopuszczalnej (obliczenia oparte na rzeczywistych danych materiałowych) 180 000—230 000 h,
- koniec przydatności indywidualnej (obliczenia oparte na rzeczywistych parametrach pracy i danych materiałowych).

Dopuszczalne zmiany wielkości kryterialnych dla poszczególnych elementów są oczywiście różne. Decyzja o dalszej przydatności elementu musi być poprzedzona ciągiem czynności, takich jak:

- ustalenie miejsc krytycznych,
- ustalenie warunków pracy, mechanizmów niszczenia,
- obliczenie dopuszczalnego czasu pracy,
- sporządzenie historii eksploatacji i remontów,
- wykonanie specjalnych lub normalnych badań nieniszczących i niszczących,
- podanie wniosków odnośnie do wymiany, naprawy, zakresu badań i remontów w przyszłości, zmian warunków eksploatacji, celowości modernizacji itp.

Badania specjalne wykonuje się po przekroczeniu dopuszczalnego czasu pracy. Są to przeważnie badania nieniszczące w celu ustalenia stopnia wyczerpania metalu elementów. Obecnie znaczna część elementów krytycznych bloków 125 i 200 MW — które przekroczyły obliczeniowy czas pracy (100 000 h), a niektóre z nich nawet czas dopuszczalny (180 000—240 000 h) — jest daleka od wyczerpania indywidualnej trwałości (rzeczywiste parametry metalu i pracy). Trwałość indywidualna elementów krytycznych w dużym stopniu zależy bowiem od warunków eksploatacji, rozwiązań konstrukcyjnych i technologii ich wykonania, a tym samym od procesów niszczenia, które zachodzą w miejscach najbardziej wyłożonych, a obejmujących bardzo często małą objętość. Do miejsc tych należą karby technologiczne i konstrukcyjne. W odniesieniu do poszczególnych elementów bloków miejsca te podano w poniższym zestawieniu.

WALCZAKI: otwory i ich krawędzie znajdujące się poniżej lustra wody, spoiny centralnych rur opadowych.

RUROCIĄGI: kolana, spoiny obwodowe przy wszelkiego rodzaju kształtkach, otwory odpowietrzeń, odwodnień oraz odprowadzeń do rurociągów pracujących okresowo i kształtki.

KOMORY: denka, otwory węzownic rur komunikacyjnych, odpowietrzeń i odwodnień, spoiny obwodowe i kątowe.

- WIRNIKI:** kanały ciepłe, nagłe zmiany średnicy wału, przejścia wału w koła wirnikowe, wręby łopatkowe, wpusty pod kliny w kołach wirników składanych, otwory centralne.
- KADŁUBY:** wytoczenie pod obejmy lub tarcze kierownicze, nagłe zmiany średnic, otwory doprowadzające i odprowadzające parę, otwory pod śruby na kołnierzach oraz odwodnień i do urządzeń pomiarowych.

Dokładna ocena stopnia wyczerpania z reguły małych objętościowo miejsc, oparta na katalogowych parametrach wytrzymałości metalu, danych eksploatacyjnych (parametry i czas pracy, liczba odstawiń) i skomplikowanych obliczeniach — jest praktycznie niemożliwa. Natomiast, znając te miejsca, można wykonać pewne operacje technologiczne, oparte na wynikach badań nieniszczących, które usuwają zupełnie skutki niszczenia i przywracają trwałość. Poniżej zestawiono te operacje w odniesieniu do poszczególnych elementów bloku energetycznego.

- Walczaki i kadłuby — spawanie i obróbka cieplna, modernizacja otworów.
- Wirniki — szlifowanie, wytaczanie i przetaczanie.
- Rurociągi — spawanie i obróbka cieplna spoin obwodowych, kształtek, wymiana kolan.
- Komory — wymiana całkowita lub częściowa, modernizacja otworów.

Tego typu operacje powinny być wykonywane we właściwym czasie (oczywiście po badaniach nieniszczących), tj. na przykład po przekroczeniu obliczeniowego (100 000 h), a najpóźniej po przekroczeniu dopuszczalnego czasu pracy (180 000 h) — bloki 120 i 200 MW.

Przywracanie trwałości ma charakter dyskretny i zależy od długości okresów międzyremontowych. Efekt przywracania trwałości zależy przede wszystkim od skuteczności i dokładności wykrywania uszkodzeń oraz oceny stanu miejsc krytycznych w badanych elementach, czego nie da się osiągnąć nawet za pomocą najdokładniejszych badań metalograficznych czy też obliczeń. Do tego niezbędna jest znajomość ich warunków pracy, konstrukcji i technologii, a tym samym lokalizacji i wymiarów miejsc, w których należy wykonać badania diagnostyczne.

Zadaniem badań diagnostycznych jest ustalenie stanu technicznego ocenianego obiektu, a następnie jego przydatności. Można wyróżnić kilka rodzajów badań różniących się stosowanymi metodami i celem. Są to badania prowadzone:

- w czasie pracy urządzenia,
- podczas przerw w pracy urządzenia (remonty),
- po awarii oraz przed i po naprawie.

Ocena stanu urządzeń składa się z dwóch etapów. W pierwszym ustala się przydatność urządzenia do dalszej eksploatacji, w drugim określa czas eksploatacji do następnych badań. Ze względu na istotną rolę badań powinny być one metodycznie jednolite i porównywalne z podobnymi badaniami urządzeń bliźniaczych.

Przedłużenie trwałości eksploatacyjnej bardzo często jest związane z koniecznością odnowy lub modernizacji niektórych elementów.

ODNOWA (wymiana elementu lub całego urządzenia na nowe, podobne do poprzedniego).

Jeżeli trwałość jednego z elementów jest wyczerpana w czasie krótszym niż spodziewany (obliczeniowy), dopusz-

czalny czas pracy dla całego urządzenia, to najekonomiczniej będzie wymienić ten element na identyczny lub naprawić (rewitalizacja) pod warunkiem jednak, że naprawa jest możliwa, a jej realizacja przedłuży czas co najmniej do wartości oczekiwanej.

Wymiana elementów uszkodzonych na nowe powinna być stosowana wtedy, gdy elementów tych jest mało. Natomiast naprawa jest opłacalna — jak już wspomniano — jeżeli wymagane koszty naprawy są mniejsze od kosztów elementu nowego, a trwałość naprawionego elementu nie skróci trwałości oczekiwanej całego urządzenia.

MODERNIZACJA (częściowa lub całkowita wymiana urządzenia na nowe o ulepszonej konstrukcji)

Większą trwałość i sprawność całego urządzenia może zapewnić zastosowanie lepszych materiałów, nowych rozwiązań konstrukcyjnych i technologii. Ma to sens wtedy, gdy trwałości pozostałych nie modernizowanych elementów są na tyle korzystne, że całe urządzenie będzie można eksploatować tak długo, aż zmodernizowany element zostanie zamortyzowany.

Ani prosta wymiana, ani naprawa nie są najlepszymi rozwiązaniami dla elementów krytycznych, jeżeli ich nowy czas pracy nie osiągnie pozostałego czasu pracy całego urządzenia lub gdy urządzenie jest przewidziane w przyszłości do pracy szczytowej. W takim przypadku można wprowadzić zmodernizowany element z nowego materiału i z nową geometrią, który nie wymaga jednak istotnych zmian innych korespondujących części.

Opłaca się niekiedy zamieniać pewne elementy jednocześnie z tymi, które są zmodernizowane, jeżeli ich nowy czas pracy jest adekwatny do pozostałego czasu całego urządzenia, w celu osiągnięcia lepszej elastyczności eksploatacyjnej i sprawności.

Jeżeli wyczerpanie trwałości jednego elementu jest jedynym lub jednym z wielu powodów rozważania jego wymiany, to taka wymiana musi być poprzedzona oceną pozostałych elementów urządzeń. Jest ona podstawą do podjęcia decyzji o celowości takiej operacji.

Wiele urządzeń krajowych przekroczyło lub niedługo przekroczy dopuszczalny czas eksploatacji. Wymiana starych urządzeń na nowe jest bardzo kosztowna, toteż użytkownicy starych zespołów rozważają możliwość przedłużenia czasu ich efektywnego użytkowania. Można to zrobić przez częściową odnowę lub częściową modernizację. Zabiegi te powinny być poprzedzone kalkulacjami ekonomicznymi. Modernizacje z reguły są droższe i nie zawsze, zwłaszcza w podstarzałych urządzeniach, celowe i uzasadnione; przede wszystkim te, które są realizowane z myślą o nieznanym, praktycznie niezmiernym zwiększeniu sprawności. Jeżeli modernizacja częściowa przynosi wzrost niezawodności, to należy łączyć ją z odnową.

W celu przedłużenia trwałości urządzeń wskazane jest dotrzymywanie i kontrola parametrów pracy metalu elementów krytycznych. Dlatego jest nieuniknione, zamiast wykonywania nie sprawdzonych w praktyce modernizacji, wprowadzenie systemu obsługi zapobiegawczej w postaci monitoringu stanu dynamicznego, temperatury pracy i różnic temperatury w ściankach nadzorowanego urządzenia.