

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

Mgr inż. Jerzy Dobosiewicz
Pro Novum — Katowice

Przedłużanie okresów międzyremontowych turbin parowych

Stan urządzeń ciepłno-mechanicznych w elektrowniach ma zasadniczy wpływ na funkcjonowanie całego systemu energetycznego. Utrzymanie wysokiej niezawodności, dyspozycyjności i sprawności urządzeń zależy przede wszystkim od właściwego wykonania remontów.

Elementem każdego działania — do którego należy również wykonawstwo remontów — jest kierowanie powiązane z planowaniem zależnym od przepływu informacji o stanie urządzeń.

Podczas eksploatacji urządzenia poddawane są działaniu różnych czynników, które powodują zmiany ich podstawowych charakterystyk i parametrów pracy. Aby te, ulegające zmianom wielkości były utrzymywane w dopuszczalnych granicach lub ponownie wracały do wymaganego przedziału, należy urządzenia poddawać konserwacji, remontom i modernizacji, które w skrócie nazywa się czynnościami utrzymania. Czynności te powinny być poprzedzone dokładnym rozeznaniem stanu urządzenia przez odpowiednie działania diagnostyczne.

Jak już wspomniano, utrzymanie wysokiej niezawodności i dyspozycyjności urządzeń ciepłno-mechanicznych zależy przede wszystkim od właściwego wykonawstwa remontów. Dominująca nadal w krajowej energetyce metoda okresowego ich przeprowadzania oraz szacunkowy sposób oceny stanu urządzeń i stopnia zużycia elementów są już przestarzałe ze względu na:

- obniżenie niezawodności urządzenia w przypadku odchylek od danych szacunkowych,
- ponoszenie zbędnych nakładów przy dodatnich odchyłkach od danych szacunkowych.

Nadal remonty turbin różnych typów przeprowadza się w ustalonych z góry okresach (kiedyś takie założenie wydawało się dużym postępem w dziedzinie planowania, przygotowania i wykonawstwa remontów). A więc turbiny różnych konstrukcji i wieku oraz o różnym sposo-

bie eksploatacji są remontowane po tym samym pracowanym czasie, mimo że nie ulegały jednakowemu zużyciu. Obecnie już wiadomo, że najbardziej jednoznaczne efekty remontów można uzyskać na podstawie technicznego rozeznania stanu urządzeń, czyli badań diagnostycznych.

Urządzenia stwarzające zagrożenie dla zdrowia obsługujących, mienia i środowiska należy poddawać badaniom. Metody, zakres i częstość badań powinny być oparte na analizie ryzyka. Obiekty stanowiące największe ryzyko należy poddawać intensywnym badaniom.

Ryzyko ustala się na podstawie doświadczeń eksploatacyjnych z uwzględnieniem:

- prawdopodobieństwa wystąpienia uszkodzenia,
- skutków uszkodzenia.

Strategię kontroli ustala się na podstawie analizy niezawodności konstrukcyjnej oraz ryzyka. Wyboru strategii kontroli można dokonać, gdy wielkość uszkodzenia pozwoli na jego wykrycie określoną metodą badań i gdy nie osiągnęło ono wielkości krytycznej. Na tej podstawie można prognozować szybkość rozwoju uszkodzenia i ustalić odstępy czasu między kontrolami. Jeżeli nagromadzone doświadczenia, poparte badaniami i obliczeniami wskazują na brak prawdopodobieństwa wystąpienia i powiększenia wady lub uszkodzenia w określonych obszarach, kontrole tych obszarów można przeprowadzać w odpowiednio wydłużonych odstępach czasu.

Każdy obiekt (a zwłaszcza jego miejsca krytyczne) należy poddawać sprawdzaniu i dokładnej ocenie jego stanu. Można wówczas opracować prognozę, a na jej podstawie ustalić okresy i zakresy kontroli. Terminy kontroli — rewizji nie powinny być określone na podstawie systemu ustalnego mechanicznie, lecz na podstawie wyników czynności diagnostycznych, popartych badaniami niszczącymi i niszczącymi oraz analizą parametrów pracy.

Działania diagnostyczne prowadzi się głównie podczas eksploatacji urządzeń — jest to diagnostyka eksploatacyjna — oraz w czasie przeglądów czy remontów — jest to diagnostyka remontowa. Dzięki diagnostyce eksploatacyjnej i diagnostyce remontowej można:

- podnieść poziom eksploatacji,
- zmniejszyć liczbę i czas postojów wymuszonych,
- zwiększyć bezpieczeństwo pracy,
- zmniejszyć liczbę planowanych postojów remontowych,
- ograniczyć ilość zużytych części i materiałów.

W skład diagnostyki technicznej powinny wchodzić następujące czynności:

- zbieranie danych o remontach, uszkodzeniach i parametrach pracy w przeszłości,
- wykonywanie badań i pomiarów podczas eksploatacji i remontów,
- dokonywanie oceny stanu i prognozowanie dalszej przydatności urządzeń.

Diagnostyka techniczna w pełnym ujęciu obejmuje:

- ◆ diagnozę, czyli określenie aktualnego stanu obiektu,
- ◆ genezę, czyli wskazanie przyczyn powstania aktualnego stanu,
- ◆ prognozę, czyli wyznaczenie horyzontu czasu do awarii.

Celem diagnostyki technicznej jest zapewnienie wysokiej dyspozycyjności ruchowej, maksymalne zabezpieczenie przed awariami, ustalenie przyczyn zaistniałych uszkodzeń i sposobu ich uniknięcia. Osiągnięciu tego celu sprzyja właściwa organizacja badań diagnostycznych i remontów profilaktycznych. Z liczego zbioru stanów technicznych urządzeń na szczególną uwagę zasługuje stan zdato-

ności. Ustalenie stanu zdatości jest wykorzystane w prognozowaniu i profilaktyce. Profilaktyka, dzięki zabiegom konserwacyjnym, przedłuża stan zdatości na określony okres eksploatacji.

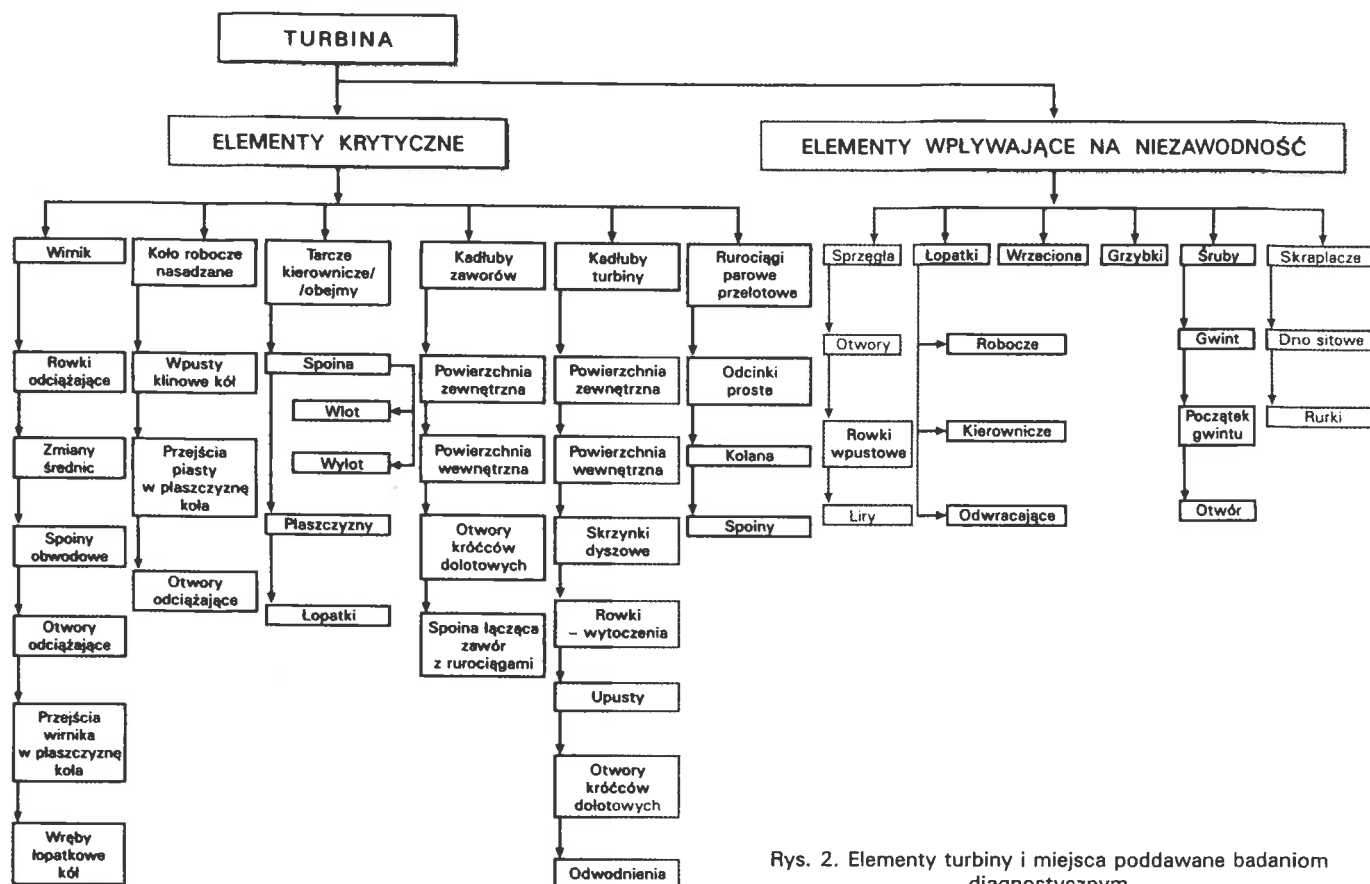
Stan zdatości można określić stosując zintegrowany system diagnostyczny (rys. 1). Tworzą go:

- dotychczasowa historia eksploatacji urządzenia, zawierająca
 - wyniki badań i pomiarów,
 - lokalizację, częstotliwość i przyczyny uszkodzeń,
 - częstość i zakresy wymian, modernizacji, napraw itp.;
- analiza warunków pracy metalu oraz utrzymanie ich w wymaganych granicach przez zabudowanie urządzeń do kontroli i ograniczenie:
 - dopuszczalnych temperatur oraz ich zmian,
 - dopuszczalnych ciśnień i ich zmian,
 uzyskane wartości porównywane są z granicznymi, prze-liczane i gromadzone w urządzeniach elektronicznych;
- wyniki badań nieniszczących i niszczących wykonywanych okresowo, których zakres i częstość zależą od danych retrospekcyjnych, eksploatacyjnych oraz wyników diagnozy z poprzednich badań diagnostycznych elementów krytycznych turbiny.

W krajach zachodnich i USA oraz Rosji wg zaleceń VGB, EPRI i WT zintegrowane badania diagnostyczne wykonuje się jednocześnie na wszystkich elementach krytycznych podczas okresowych rewizji — remontów bloków; wyniki badań oraz opracowana na ich podstawie ocena stanu, a następnie diagnoza i prognoza służą użytkownikowi do ustalenia terminu i zakresu następnego remontu (rys. 2).



Rys. 1. Zintegrowany system diagnostyczny



Rys. 2. Elementy turbiny i miejsca poddawane badaniom diagnostycznym

Element krytyczny to taki:

- ♦ którego awaria mogłaby zagrozić bezpieczeństwu elektrowni,
- ♦ który mógłby spowodować długotrwały wymuszony postój,
- ♦ który wymaga długotrwałego czasu produkcji,
- ♦ którego naprawa lub wymiana pociąga za sobą znaczne koszty.

Elementy wpływające to takie:

- ♦ których awaria nie spowoduje prawdopodobnie długotrwałego, wymuszonego postoju,
- ♦ których awaria nie zagrazi bezpieczeństwu elektrowni,
- ♦ które są charakterystyczne dla danego bloku.

Nowe podejście do systemu utrzymania wymaga zmian w organizacji remontów w elektrowniach oraz w przedsiębiorstwach wykonujących remonty i w przedsiębiorstwach zajmujących się techniczną diagnostyką. Konieczne jest bowiem zaopatrzenie urządzeń w przyrządy kontrolno-pomiarowe oraz komputery rejestrujące jednocześnie warunki pracy elementów krytycznych turbiny i utrzymujące parametry (temperatura, różnica temperatur, szybkość nagrzewania) w granicach dopuszczalnych, a ponadto wyposażenie służb diagnostycznych w odpowiednią aparaturę oraz wyszkolenie personelu.

Badaniami diagnostycznymi należy objąć większą liczbę elektrowni ze względu na konieczność zdobywania i wykorzystywania doświadczeń oraz amortyzację drogiej aparatury.

Planowanie remontów na podstawie stanu technicznego pozwoli obniżyć koszty, podnieść ich jakość oraz przedłużyć żywotność turbin. Okresy międzyremontowe powinny być ustalane indywidualnie dla każdej turbiny. Konieczne jest więc wszystkimi możliwymi środkami określenie stanu turbiny i na tej podstawie ustalenie okresów i zakresów remontów.

Jak już wspomniano wykonywanie remontów wg stanu technicznego wymaga zmian organizacyjnych w służbach remontowych i gromadzenia danych, a więc tworzenia banków danych, dzięki którym w dowolnym czasie można będzie podjąć decyzję o okresie i zakresie remontu.

Bank danych powinien gromadzić następujące informacje:

1) eksploatacyjne

- przyczyny uszkodzeń lub awarii oraz sposoby ich usuwania,
 - czas trwania postojów
- (celem gromadzenia tych informacji jest wytypowanie i określenie słabych miejsc urządzenia);

2) remontowe

- dotychczasowe zakresy wymiany poszczególnych elementów,
- sposoby naprawy, regeneracji;

3) materiałowe

- wyniki dotychczasowych badań niszczących i niszczących metalu poszczególnych elementów;

4) dotyczące warunków pracy

- wyniki badań stanów dynamicznych oraz ich tendencje,
- wyniki pomiarów temperatury, różnic temperatury, szybkości przyrostu temperatury.

Wymienione badania i pomiary dotyczą elementów krytycznych turbiny i powinny być prowadzone w sposób ciągły.

Podsumowanie

- Zintegrowane czynności diagnostyczne pozwalają na ustalenie stanu elementów krytycznych turbiny, a dokonane na ich podstawie diagnozy i prognozy mogą służyć do określenia okresów i zakresów remontów turbin.
- Według zebranych dotychczas doświadczeń krajowych i zagranicznych dla niektórych turbin można znacznie zmniejszyć częstość remontów kapitalnych, wydłużając okresy międzyremontowe nawet do 30 000–40 000 przepracowanych godzin.

□

Mgr inż. Ewa Zbroińska-Szczechura

Pro Novum — Katowice

Uszkodzenia skraplaczy wskutek wytarcia rurek kulkami korundowymi

Na wewnętrznych powierzchniach mosiężnych rur kondensatorowych podczas eksploatacji powstają warstwy osadów, które powodują pogorszenie się współczynnika przenikania ciepła. W środowisku wodnym na stopach miedzi powstają warstwy ochronne — tlenkowe. Z reguły zmieniają się one pod wpływem działania wody chłodzącej, której skład chemiczny wpływa na jakość i budowę warstwy tlenkowej, np. na powstanie cienkiej i szczelnej warstwy z nikłym oporem cieplnym.

Ciała stałe, rozpuszczone i zawieszone w wodzie, osadzające się na powierzchni rur zdecydowanie pogarszają warunki wymiany ciepła. Przekroczenie równowagi roztworu, np. przez podwyższenie temperatury wody chłodzącej, może powodować osadzanie się na powierzchni rury soli zawartych w wodzie, co zaburza prawidłową pracę kondensatora. Przy przekroczeniu dopuszczalnych wartości zanieczyszczeń warunki wodne stają się wyjątkowo niekorzystne. Okresowe niedotrzymywanie zalecanego poziomu najbardziej agresywnych składników wody chłodzącej, tj. jonów chlorkowych Cl^- i siarczanowych SO_4^{2-} , w każdym przypadku wpływa negatywnie na trwałość warstw ochronnych i przyspiesza procesy korozji elektrochemicznej. Podobnie wpływa zasolenie ogólne.

W eksploatacji, ze względu na wysokie stężenie siarczanów i chlorków (np. w wodzie dodatkowej) powstają trudności w utrzymaniu ich granicznego stężenia. Dodatkowo niekorzystny skład chemiczny wody, wysoka twardość magnezowa oraz obecność koloidów nieorganicznych są przyczyną m.in. niestabilności twardości węglanowej i wypadania osadów w rurkach — kamienia. Gorszą sprawność układów kondensacji można wiązać z tworzeniem się kamieniotwórczych osadów, przy dużym udziale:

- produktów korozji pochodzących z korozji rurek mosiężnych,
- tlenków żelaza z korozji stalowych urządzeń w obiegu chłodzącym,
- siarczanu żelazowego z procesu koagulacji wody dodatkowej przy użyciu FeSO_4 .

Z doświadczeń wynika, że najgrubszy osad powstaje na górnym półobwodzie i w środku długości rury kondensatorowej.

Osadzaniu soli można zapobiegać lub osady te usuwać przez obróbkę chemiczną wody chłodzącej i/lub czyszczenie kondensatorów. Przeważającą część osadów można usuwać dzięki zastosowaniu ciągłego czyszczenia przy użyciu recyrkulacyjnych kulek gąbczastych pokrytych korundem. Użycie kulek korundowych jest uzasadnione w przypadkach występowania następujących osadów:

- zawierających związki magnezu, które podobne są do warstewek utworzonych z dużym udziałem żelaza (osady twarde),
- siarczanowych, utworzonych w wyniku działania wody o przekroczonych wskaźnikach chemicznych,
- z dużym udziałem chlorków, które powstały w czasie postoju, w związku z zaniechaniem przepłukiwania rurek wodą pitną.

W przypadku stosowania kulek korundowych (np. firmy *Taprogge*) o średnicy równej średnicy wewnętrznej rurek w miejscu rozwałcowania osad pozostaje na całym obwodzie (rys. 1).

Gdy osady w rurkach są niesymetryczne (np. na górnym półobwodzie), kulki korundowe powodują wytarcie powierzchni rurek na dolnym półobwodzie aż do meta-