

- ▲ możliwość oceny stanu powierzchni i warstwy podpowierzchniowej w miejscu potencjalnie najbardziej narażonym na powstawanie wżerów korozyjnych i inicjowanie pęknięć zarówno od obciążeń quasi-stacjonarnych jak i zmiennych (ciepłych);
- ▲ przy zwiększonej liczbie próbek (lub zwiększeniu rozmiarów próbek pojedynczych) można dodatkowo sprawdzić skutki zmian własności materiału po obróbce cieplnej;
- ▲ pobranie próbek i napawanie ubytków są czynnościami względnie prostymi i wraz z badaniami mogą być wykonywane w czasie standardowej rewizji walczaka, bez wydłużania czasu remontu kapitalnego.

Prognoza dotycząca dalszej eksploatacji walczaka wymaga założenia a priori przewidywanego scenariusza przyszłej jego pracy. Do ciągłej konfrontacji założeń z warunkami rzeczywistymi powinien służyć analizator tych parametrów pracy walczaka, które są istotne z punktu widzenia trwałości płaszczka. Nie ma obecnie istotnych problemów, aby czynność tę wykonywać z wystarczającą dokładnością, w sposób nie absorbujący dodatkowo uwagi obsługi.

pronovum

Mgr inż. Jerzy Dobosiewicz

UKD 621.165:621.175

Pro Novum — Katowice

Awaryjność skraplaczy turbin parowych

Nieszczelności skraplaczy powodują niekorzystne następstwa dla eksploatacji elektrowni. Groźniejsze od bezpośredniego uszkodzenia są przy tym jego skutki wtórne. W skrajnych przypadkach nierozpoznawalne przecieki wody chłodzącej mogą prowadzić do odstawienia bloku, np. wskutek pęknięcia rur odparownika czy też złamania łopatek turbiny pracujących w strefie pary wilgotnej. Z reguły jednak jest wymagane obniżenie mocy bloku na dłuższy czas — niezbędny do zidentyfikowania i usunięcia nieszczelności.

Elektrownie ciepłe wymagają stosowania kondensatu powrotnego o wysokiej jakości, która m.in. zależy od ilości wody chłodzącej przedostającej się do przestrzeni parowej skraplacza (dopuszcza się nie więcej niż 0,001%). Woda chłodząca może przedostawać się do skraplacza przez nieszczelności na połączeniach rurek z dnami sitowymi oraz przez uszkodzone rurki. Uszkodzenia rurek są powodowane korozyjnymi lub korozyjno-erozyjnymi procesami zachodzącymi przeważnie na wewnętrznych powierzchniach od strony wody chłodzącej, rzadziej od strony powierzchni zewnętrznej omywanej przeprowadzaną parą. Stosunkowo rzadko występują uszkodzenia mechaniczne (rys. 1).

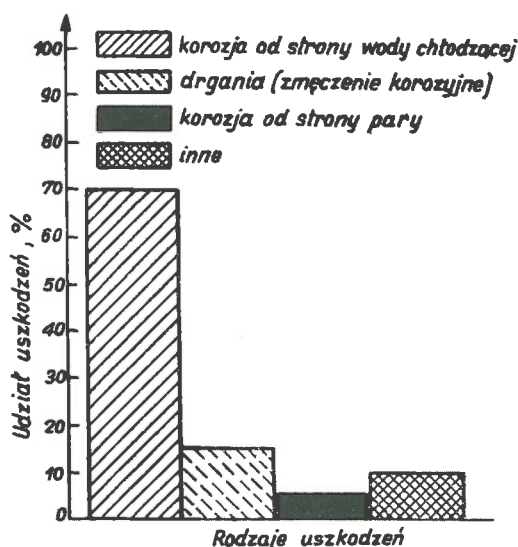
Krajowe elektrownie blokowe po stronie wody chłodzącej mają obiegi zamknięte (elektrownie na południu kraju) i otwarte. Ponieważ przyczyny korozji i erozji rurek są różnorodne (roczne i sezonowe zmiany własności wód powodowane hydrologicznymi, hydrochemicznymi, hydrobiologicznymi, hydrofizycznymi procesami w źródłach wody, rzuty zanieczyszczonych wód przemysłowych i komunalnych, rozkład w obiegach wodnych substancji organicznych), ich pojawienie się w większości wypadków jest trudne do przewidzenia. Wiadomo, że w początkowych okresach eksploatacji liczba nieszczelności skraplaczy jest stosunkowo duża (wady walcowania, technologiczne itp.), następnie maleje, by znowu — po pozornie niezauważalnych zmianach jakości wody — nagle wzrosnąć. Należy zwrócić uwagę na fakt, że znaczna liczba nieszczelności rurek (ok. 20%) jest wykrywana bezpośrednio po uruchomieniu turbiny i że liczba uszkodzeń rośnie z roku na rok, zwłaszcza w odniesieniu do bloków z obiegiem zamkniętym o dużym zagęszczeniu wody chłodzącej (rys. 2).

Nie ma wyraźnej zależności w rozmieszczeniu uszkodzonych rurek na przekroju poprzecznym skraplacza, jedynie uszkodzenia wibracyjne umiejscawiają się w górnych warstwach pęczków. Natomiast uszkodzenia korozyjne i erozyjne występują częściej na wlotach rurek. Ubytki korozyjne od strony pary występują najczęściej w pobliżu przegród usztywniających w części gazowej skraplacza.

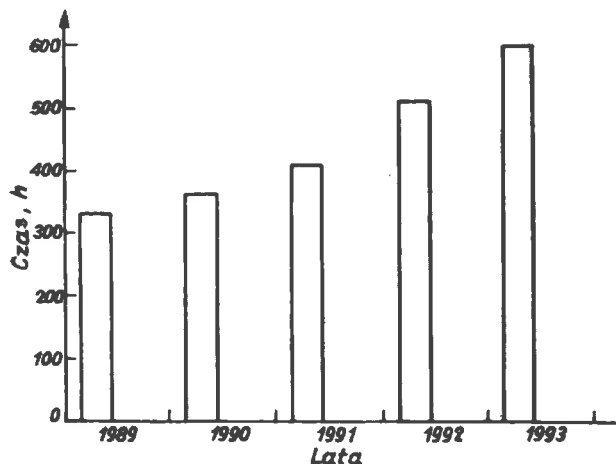
Rurki skraplaczy krajowych bloków są wykonane wyłącznie ze stopów miedzi, mosiądzów typu MC70 oraz rzadziej MA77. Ostatnio coraz częściej stosuje się stopy miedzioniklowe, stale nierdzewne i kwasoodporne oraz tytan.

Podstawową cechą środowiska (woda chłodząca), z którym stykają się powierzchnie wewnętrzne rurek, jest nasycenie powietrzem. W ten sposób powstają termodynamiczne warunki korozji miedzi. Należy pamiętać, że uszkodzenia korozyjne stopów miedzi mogą zachodzić w obecności utleniacza (w danym przypadku tlen). Środowiskiem pracy rurek skraplaczy jest często woda o dużej zawartości soli, zwłaszcza chlorków, oraz obecność różnego rodzaju stymulatorów korozji — siarkowodoru, mikroorganizmów itp.

Należy zaznaczyć, że chłodzący obieg zamknięty w niektórych przypadkach jest uważany za mniej korzystny ze względu na korozję niż układ otwarty, wskutek wyższych: temperatury i zasolenia wody chłodzącej. Ponadto — układ zamknięty charakteryzują większe możliwości wytrącania się osadów, szlamów, co sprzyja korozji podosadowej (w układzie otwartym dominuje korozja mikrobiologiczna).



Rys. 1. Udział rodzajów uszkodzeń rurek w skraplaczach turbin krajowych



Rys. 2. Czas usuwania nieszczelności skraplaczy w elektrowniach blokowych

Układ zamknięty ma również pewne zalety. Można mianowicie uzdatniać wodę dodatkową, co w wielu przypadkach pozwala złagodzić warunki pracy metalu rurek.

Należy zwrócić uwagę na stosunkowo niskie dopuszczalne wartości szybkości korozji rurek, wynikające z małej grubości ścianki (zwykle ok. 1 mm). Normalny czas pracy rurek kondensatorów blokowych powinien wynosić 20–30 lat.

Ponieważ ze względu na niskie ciśnienie wody chłodzącej zapas wytrzymałości rurek jest duży (ok. 60%), to teoretyczna grubość ścianki po upływie wymienionej liczby lat, przy równomiernej korozji, nie powinna być mniejsza niż 40% grubości nominalnej, a dla korozji nierównomiernej 10%. Dopuszczalna szybkość korozji równomiernej nie powinna być zatem większa od 0,02 mm/a; dla miejscowej 0,03 mm/a.

Ogólnie pośrednie przyczyny uszkodzeń skraplaczy można podzielić na:

- projektowe,
- eksploatacyjne,
- starzenie.

Idealem jest, jeżeli występuje tylko proces starzenia, ale jest to raczej przypadek rzadki. Najczęściej na skrócenie trwałości wpływa niewłaściwa konstrukcja, a zwłaszcza eksploatacja. Obraz zniszczenia może być identyczny niezależnie od rodzaju przyczyny pośredniej.

Przy projektowaniu skraplacza należy:

- dobrać materiał rurek i dna sitowego stosownie do agresywności wody chłodzącej i czystości kondensatu,
- dostosować do warunków eksploatacji układ wiązek rurek,
- umieścić właściwie miejsce odsysania gazów ze skraplacza i dobrać odpowiednie urządzenie odsysające,
- dobrać i wykonać właściwe połączenie rurek z dnem sitowym,
- dobrać odpowiedni kształt komór wodnych oraz ich ochronę przed korozją,
- zastosować odpowiednią kontrolę podczas produkcji i montażu.

Eksploatując skraplacz należy unikać:

- ▲ zaniku próżni w wyniku nieszczelności skraplacza lub niewłaściwej pracy urządzeń odsysających,
- ▲ wzrostu zawartości tlenu w kondensacie wskutek niewłaściwej pracy odgazowywacza lub przysysania powietrza,

- ▲ spadku ciśnienia wody chłodzącej w rurkach w wyniku zaburzeń w układzie chłodzącym,
- ▲ drgań rurek wskutek wzrostu prędkości wypływu pary do skraplacza,
- ▲ zmiany jakości wody chłodzącej (zasolenie, pH, mikroorganizmy).

Bezpośrednie przyczyny uszkodzeń rurek wykonanych ze stopów miedzi mogą być następujące:

- korozja selektywna (od strony wody chłodzącej),
- korozja równomierna (od strony wody chłodzącej),
- drgania (korozja zmęczeniowa),
- korozja chemiczna (od strony pary w okolicy przegród usztywniających),
- erozja (od strony pary i wody chłodzącej),
- korozja naprężeniowa.

Wymienione uszkodzenia prowadzące do nieszczelności rurek powinny być analizowane i kontrolowane odnośnie do ich charakteru i lokalizacji. Uszkodzenia te dotyczą wyłącznie rurek, osobny problem stanowią uszkodzenia den sitowych, do których m.in. należą ubytki korozyjne w okolicach zawalcowania rurek.

W celu ustalenia, kiedy i w jakich warunkach zaczęły powstawać uszkodzenia rurek i jakie środki należy zastosować w celu ich ograniczenia, jest konieczne wykrywanie korozji i erozji w początkowym okresie ich rozwoju. W tym celu należy prowadzić:

- a) regularny wizualny przegląd stanu powierzchni zewnętrznej i wewnętrznej (endoskop — badania wiroprowadowe),
- b) wyciąganie rurek ze stref charakterystycznych pęczka do badań laboratoryjnych, obejmujących:
 - stan powierzchni wewnętrznej,
 - ciężar i skład warstwy ochronnej,
 - rzeczywistą grubość ścianki w wlocie i wylocie rurki,
 - głębokość miejscowych wżerów na całej długości próbki,
 - badania za pomocą prądów wirowych, wykrywanie ubytków ze sprawdzeniem metodą niszczącą,
 - pomiar oporu polaryzacyjnego (obserwacja dynamiki rozwoju korozji),
 - stan i szczelność warstwy ochronnej.

Zamiast polemiki

Zamieszczony w numerze październikowym *Energetyki* tekst Pana dra inż. J. Stefanowicza niestety bardziej prezentuje stan ducha Autora niż jego wiedzę. Napisany chaotycznie, nafaszerowany inwektywami, pomówieniami o ignorancję etc odbieram jako „zaproszenie do magla”.

Przez szacunek dla Czytelników *Energetyki* nie zamierzam prowadzić dyskusji na zaproponowanym przez dra inż. J. Stefanowicza poziomie, nie sposób zresztą z przyczyn technicznych polemizować z obszernym tekstem, w którym prawie każde zdanie wymaga komentarza lub sprostowania. W końcowej części tekstu Autor informuje, że pragnie całkowicie zmienić „filozofię” diagnostyczną, u której podstaw ma zostać „zainstalowana” metoda WIT. Gdyby nie ostatni akapit (nr 8) o „rzymskim cesarzu — filozofie, narodzie, rzezi i Ojczyźnie”, nadającym się do książki Guinnessa w kategorii kuriozalnych tekstów o charakterze „technicznym”, powiedziałbym — Daj Boże.

W opisanej sytuacji przychodzi mi na myśl jedynie stwierdzenie: Czas umierać.

dr inż. JERZY TRZESZCZYŃSKI
Pro Novum — Katowice