

Według danych rzeczywistych zebranych z kilkunastu walczków (atesty, badania własne) wartość ta znacznie przekracza liczbę 0,65 i waha się w granicach 0,7 — 0,8 (w strefie wpływu ciepła spoiny wartości te są jeszcze większe, a więc jeszcze mniej korzystne z punktu widzenia tempa inicjacji i propagacji pęknięć).

Niewłaściwe wykonanie

- Występowanie wewnętrznych i zewnętrznych nieciągłości spawalniczych typu przyklejanie, podtopienie lub brak przetopu.

- Niedotrzymanie parametrów spawania i obróbki cieplnej w strefie wpływu ciepła i przejścia — znaczny wzrost twardości, niekiedy nawet do 400 HV₃₀, co wg ISO jest niedopuszczalne. Wartość ta nie powinna przekraczać 250 HV₃₀, a różnica twardości między materiałem spoiny i materiałem rodzimym nie może być większa od 50 HV₃₀.

Warunki eksploatacji

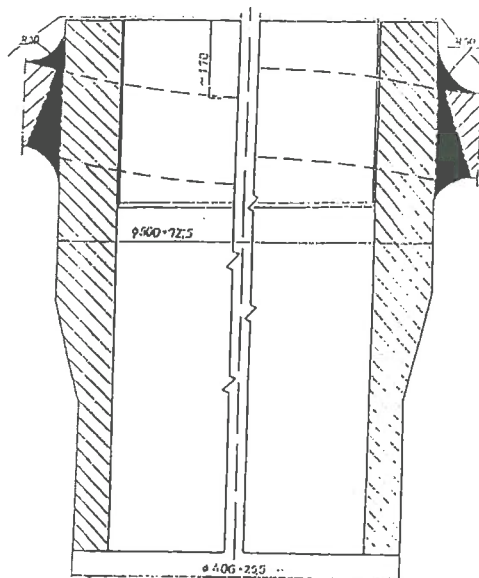
Negatywny wpływ wywierają uruchomienia i próby ciśnieniowe oraz awaryjne dosilania walczaka, podczas których naprężenia w omawianych węzłach przekraczają R_{ef} materiału spoiny i płaszcz walczaka.

Obliczenia metodą elementów brzegowych wykazały ponadto, że maksymalne naprężenia w czasie pracy i próby wodnej występują w przejściu spoiny w płaszcz i dla próby ciśnieniowej są niemal 1,5-krotnie wyższe od naprężeń w stanie roboczym dla ciśnienia obliczeniowego (dotyczy kształtu dotychczasowego) (rys. 4).

Zmiana kształtu spoiny od strony wewnętrznej i zewnętrznej (rys. 5) wyraźnie zmniejsza naprężenia (ponad 2-krotnie), zarówno dla stanu roboczego jak i warunków próby ciśnieniowej.

Zapobieganie uszkodzeniom

Kierując się obliczeniami w rysunku 5 oraz doświadczeniami zdobytymi podczas eksploatacji kotłów uważa się za celowe dokonanie zmiany kształtu spoiny króćca c.r.o. od obu stron. Rozwiązanie to przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Zmodernizowany kształt złącza króćca c.r.o.

Główna idea modernizacji węzła polega na:

- zmniejszeniu karbu geometrycznego połączenia przez odpowiednie uformowanie przejścia wyprofilowanym spawem; zabieg ten obniży poziom naprężeń w tym węźle;
- wypełnieniu nadlewów elektrodami zbliżonymi składem chemicznym do materiału rodzimego;
- wyszlifowaniu spoiny do gładkości z zachowaniem odpowiednich promieni.

Wymienione zabiegi umożliwiają:

- zmianę kształtu spoiny, która powoduje zmniejszenie współczynnika koncentracji naprężeń α z 3,6 na ≈ 2 i zwiększenie ponad dwukrotnie odporności na zmęczenie;
- przeniesienie karbu (przejścia spoiny w materiał rodzimy) poza strefę wpływu ciepła spoiny.

primum

Ewa Zbroińska-Szczuchura, Jerzy Dobosiewicz

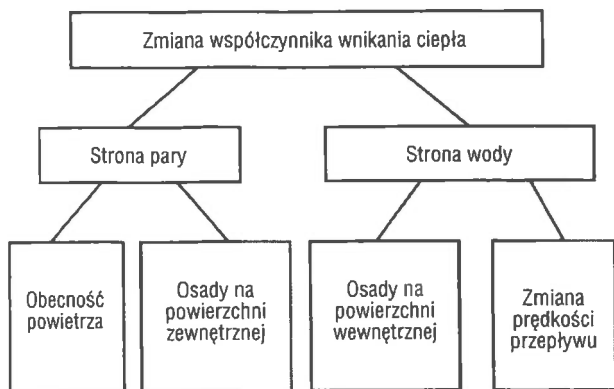
UKD 620.17:621.1

Diagnostyka materiałowa i cieplna skraplaczy

Skraplacz jest największym wymiennikiem ciepła w elektrowni. Stan rurek skraplacza ma istotny wpływ na efektywność (sprawność) i niezawodność (szczelność) pracy bloku. Sprawność zależy od obecności i charakteru warstwy osadów oraz ich grubości, natomiast szczelność od obecności i stanu warstwy ochronnej powierzchni wewnętrznej rurek.

Spadek sprawności jest związany ze zmniejszeniem współczynnika wnikanía ciepła z pary do rurki i z rurki do wody (rys. 1).

Obniżenie współczynnika wnikanía ciepła wpływa na wzrost spiętrzenia, a tym samym na pogorszenie próżni.



Rys. 1. Zmiany wartości współczynnika wnikania ciepła

Straty wynikające z pogorszenia o 1% próżni w granicach próżni 85–96% wynoszą:

- w blokach 120 MW — 1,5%,
- w blokach 200 MW — 0,65%.

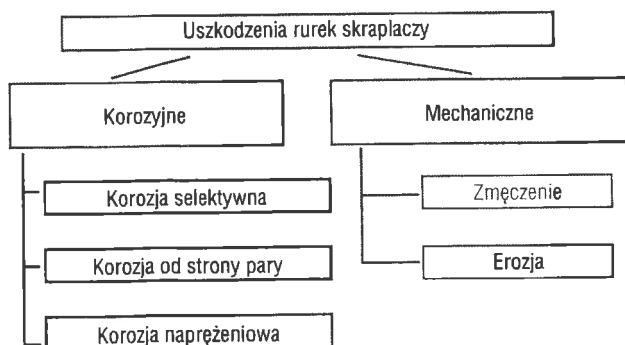
Współczynnik wnikania ciepła jest wielkością charakteryzującą stan powierzchni wewnętrznej rurek, z uwzględnieniem jej zanieczyszczenia warstwami mającymi własności izolacyjne. Ocena jest oparta na porównaniu współczynników wnikania. Zależy ona od wczesnego zwrócenia uwagi na takie nieprawidłowości, jak zabrudzenie i zablokowanie rurek, nieszczelność, przechłodzenie kondensatu.

Do określenia współczynników wnikania ciepła są niezbędne pomiary następujących wielkości:

- temperatura kondensatu t_1 ,
- temperatura wody chłodzącej na wlocie t_2 i wylocie t_3 ,
- szybkość przepływu wody chłodzącej w rurkach V ,
- średnica rurek (wewnętrzna) d ,
- obciążenie turbiny Q ,
- próżnia w skraplaczu p .

Podczas eksploatacji wymienione wielkości są mierzone na bieżąco. Wystarczy je tylko wprowadzić do obliczeń wg programu komputerowego.

Jak już wspomniano, efektywność pracy bloku w dużym stopniu zależy od stanu skraplacza i szybkości przepływu wody chłodzącej. Ponieważ wylot części NP turbiny jest projektowany dla średniej temperatury wody chłodzącej, istnieją



Rys. 2. Rodzaje uszkodzeń rurek skraplaczy turbin parowych

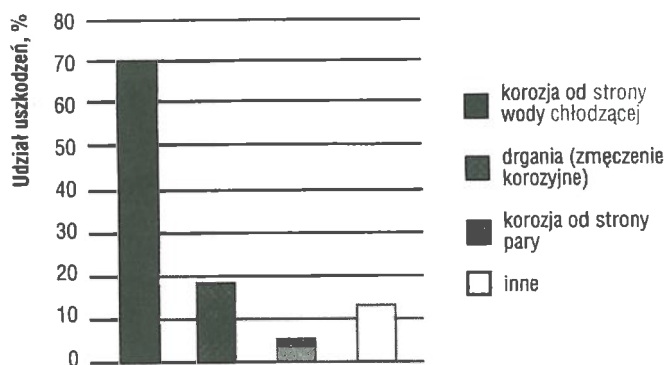
warunki do zwiększenia sprawności bloku, gdy temperatura tej wody odbiega od przyjętej średniej. Wymagana jest w tym przypadku regulacja szybkości przepływu wody.

Ocena stanu skraplacza od strony cieplnej umożliwia:

- śledzenie pracy kondensatora,
- ocenę wpływu stanu kondensatora na pracę układu,
- poprawę efektywności pracy turbiny.

Normalny czas pracy mosiężnych rurek skraplaczy powinien wynosić 20–30 lat. Przy grubości ścianki rurki 1 mm szybkość ubytku powinna się zatem mieścić w granicach 0,02–0,03 mm/rok. Większość skraplaczy krajowych ma rurki mosiężne, na których mogą powstawać nieszczelności o różnym charakterze (rys. 2).

Najczęstszą przyczyną uszkodzeń rurek jest korozja selektywna od strony wody, zwana potocznie odcynkowaniem (rys. 3).



Rys. 3. Fragment rurki skraplacza uszkodzonej w wyniku korozji selektywnej

Podsumowanie

Aby uniknąć przedwczesnych, niespodziewanych nieszczelności trzeba dokładnie znać stan rurek skraplacza. W tym celu należy wykonywać:

- regularne, okresowe oględziny (z obu stron) wybranych rurek za pomocą odpowiednich długich endoskopów; metoda ta pozwala na wykrycie:
 - uszkodzeń warstwy ochronnej,
 - charakteru i umiejscowienia ubytków grubości,
 - osadów powodujących korozję podosadową i obniżenie współczynnika przewodzenia;
- okresowe wycinanie próbek z określonych miejsc rurek w celu przeprowadzenia badań laboratoryjnych na przekroju poprzecznym oraz powierzchni wewnętrznej (pozwala to na ustalenie jej stanu oraz warstwy ochronnej, osadów i grubości ścianki, jednostkowego ubytku jej masy oraz stopnia zużycia);
- okresowe badania ubytków grubości ścianki metodą prądów wirowych — zawsze pewnej liczby tych samych, wybranych rurek lub całego skraplacza;

- elektrochemiczną kontrolę przebiegu korozji, polegającą na pomiarze oporu polaryzacji; metoda ta może być zastosowana w czasie postoju lub eksploatacji skraplaczy. Stałe pomiary wymienionych wielkości umożliwiają obserwowanie rozwoju korozji w różnych warunkach.

LITERATURA

- [1] Dobosiewicz J.: Awaryjność skraplaczy turbin parowych. *Energetyka* 1994, nr 2
- [2] Zbroińska-Szczuchura E.: Materiały stosowane na rurki skraplaczy turbin parowych. *Energetyka* 1994, nr 2

- [3] Zbroińska-Szczuchura E., Dobosiewicz J.: Korozje rurek skraplaczy ze stopów miedzi. *Energetyka* 1995, nr 2
- [4] Dobosiewicz J.: Odcynkowanie mosiężnych rurek skraplaczy turbin parowych. *Energetyka* 1994, nr 2
- [5] VGB Richtlinien Abnahmemessung und Betriebsoberflächenkondensatoren. 1. Ausgabe. 1994
- [6] Chmielniak T. i inni: Diagnostyka i dobór optymalnych parametrów pracy skraplaczy turbin parowych. Wyd. Politechniki Opolskiej, Opole 1998, seria *Energetyka* nr 242



Jędrzej Hlebowicz

UKD 621.6:620.1:62-7

Metody kontroli szczelności urządzeń ciśnieniowych

Badanie szczelności urządzeń i instalacji ciśnieniowych podczas ich eksploatacji ma na celu wyeliminowanie zagrożeń ludzi, urządzeń i środowiska wywołanych przez przecieki mediów roboczych lub spowodowanych ewentualnym pęknięciem, którego wczesnym sygnałem może być pojawienie się przecieku.

Nierozzerwalnie z tym problemem wiążą się również względy ekonomiczne, każde tego rodzaju zdarzenie wiąże się bowiem ze znacznymi kosztami wynikającymi z utraty produktu, zapłatą kar, wypłatą odszkodowań itp.

Kontrola urządzeń dotyczy niemal każdego zakładu przemysłowego, natomiast znajomość zagadnień związanych z badaniem szczelności ogranicza się zwykle do tradycyjnych metod warsztatowych i tradycyjnych środków, takich jak „nafta i kreda” czy „woda mydlana”.

Tymczasem nawet te tradycyjne metody stają się bardziej efektywne i wiarygodne, jeśli zostaną w nich wykorzystane nowoczesne, specjalnie dla nich opracowane środki, np.: wywoływacze koloryzujące, dodatki luminescencyjne czy detektory cieczowe. Celowe zatem wydaje się chociaż skrótowe przedstawienie ważniejszych metod badania szczelności, ze szczególnym uwzględnieniem badań eksploatacyjnych. I taki jest cel niniejszego artykułu.

Badanie szczelności jest trudną dziedziną badań nieniszczących, w której stosuje się odrębną terminologię i specyficzne jednostki.

Za normą europejską EC 1330-8 [1] w artykule przyjęto najważniejsze terminy i określenia:

- **nieszczelność** — otwór, porowatość lub struktura ścianki obiektu pozwalające na przepływ płynu przez tę ściankę w wyniku różnicy ciśnień lub stężeń po obu jej stronach;
- **przeciek** — przepływ płynu przez nieszczelności;
- **natężenie przecieku** — natężenie przepływu płynu; w określonych warunkach wyrażone najczęściej w jednostkach pV, tj. w Pa × m³/s lub bar × cm³/s;

- **obiekt szczelny** — wolny od nieszczelności zgodnie z podanymi wymaganiami;

- **badanie szczelności** — zespół czynności mających na celu stwierdzenie czy obiekt jest szczelny; może obejmować wykrywanie, lokalizację przecieków lub pomiar łącznego natężenia przecieku w całym obiekcie lub jego wydzielonej części.

Istnieje ponad 40 metod i technik badania szczelności, kilkanaście z nich znalazło szersze zastosowanie w praktyce, w tym metoda hydrostatyczna, która będąc próbą wytrzymałościową może również być metodą kontroli szczelności.

Podczas eksploatacji urządzeń stosuje się tylko kilka metod badania szczelności. Najważniejsze z nich omówiono w dalszej części artykułu.

Metody badania szczelności

Do badań szczelności wykorzystuje się media robocze jako płyny próbne. Często dodaje się do nich znaczniki, np. zapachowe (nastawianie gazu przy kontroli szczelności domowej instalacji gazowej), fluorescencyjne czy izotropowe.

Przecieki cieczy są dość łatwo wykrywalne, choć w dużych przeciekach może wystąpić problem ich dokładnej lokalizacji. Główna uwaga badaczy jest więc zwrócona na wykrywanie i lokalizację przecieków gazów roboczych, w tym również powietrza. Straty powodowane przez nieszczelności w instalacjach sprężonego powietrza oprócz aspektu technicznego (obniżone ciśnienie) mają poważny aspekt ekonomiczny.

W badaniach instalacji i urządzeń wypełnionych gazem roboczym dominują dwie uniwersalne metody: akustyczna i pęcherzykowo-ciśnieniowa; do wykrywania przecieków amoniaku, chloru i siarkowodoru stosuje się metody chemiczne, a do wykrywania przecieków wodoru, propanu, freonów, dwutlenku węgla, sześćfluorku siarki, metanu czy acetylenu metodę cieplno-przewodnościową.