

W związku z tym niebezpieczne dla mosiądzu stężenie amoniaku w kondensacie może wystąpić tylko w przypadku wysokiej zawartości tego związku w mieszaninie parowo-gazowej i przy wystarczająco długim kontakcie mieszaniny z kondensatem, a także w przypadku przechłodzenia kondensatu. Taki zbieg okoliczności może zaistnieć w ograniczonej strefie na wylocie ze skraplacza mieszaniny parowo-gazowej, gdzie stężenie nie skraplających się gazów (NH_3 , CO_2 , O_2) w mieszaninie jest wystarczająco duże, a natężenie kondensacji pary wodnej małe (rys. 4). Wielkość tej strefy zależy od konstrukcji i warunków pracy kondensatora oraz od wydajności i sprawności smoczków. Niekiedy z powodu nierównomiernego rozkładu ilości pary wzdłuż osi skraplacza lub podwyższonego stężenia gazów w przestrzeni między rurkami a ścianami usztywniającymi, niebezpieczne stężenie może pojawić się jedynie w strefie ścian usztywniających.

Przy znacznych odchyleniach pracy urządzenia kondensacyjnego od warunków nominalnych (niskie obciążenie parowe, niska temperatura wody chłodzącej, znaczne „przysysanie” powietrza) strefa wysokiego stężenia nie skraplających się gazów może rozprzestrzeniać się na znaczną część skraplacza (5—7% powierzchni ochładzania). Doświadczenia z eksploatacji wskazują, że już przy zawartości 3 mg amoniaku w 1 kg pary zachodzi korozja, a stężenie większe od 5 mg/kg staje się niebezpieczne. Agresywne działanie roztworu amoniakalnego

na mosiądz zależy w dużym stopniu od tego czy amoniak jest w stanie swobodnym, czy związanym, tj. od pH kondensatu. Wyraźna amoniakalna korozja zachodzi przy pH od 9,6 do 9,8. Obecność w parze CO_2 obniża pH kondensatu na skutek powstawania węglanu amonu, co oczywiście obniża agresywność środowiska. Stężenie amoniaku w kondensacie wzrasta w miarę przemieszczania się pary od górnych do dolnych pęczków rurek aż do wylotu ze strefy ochładzania nie skraplających się gazów. Z tego powodu w strefie tej najczęściej występuje niszczenie korozją amoniakalną mosiężnych rurek skraplacza. Najbardziej odporne na działanie amoniaku są mosiądze zawierające dodatek aluminium, najmniej — z dodatkiem cyny.

LITERATURA

- [1] Dobosiewicz J.: Uszkodzenia rur skraplaczy turbin parowych. *Energetyka* 1969, nr 2
- [2] Berman L. D.: Wybor materiała kondensatorskich trubok pri presnoj ochładzajuščej wodie
- [3] Wilson R. A.: What causes corrosion in the condenser steam space. Know your condenser. *Power Engineering*, 1962

panovum

Dr inż. Jerzy Trzeszczyński

Pro Novum — Katowice

UKD 621.182

Czy poprawiając można pogorszyć?

Jak wykazała dyskusja — po wygłoszeniu przez przedstawiciela FK Rafako S.A. referatu [1] podczas Sympozjum „Diagnostyka i Badania Urządzeń Energetycznych i Ciepłowniczych” (Świnoujście, 9—10 maja 1996 r.) — problemy dotyczące napraw i rewitalizacji walczków kotłów parowych wzbudzają ciągle kontrowersje. Jednym z najżywiej dyskutowanych okazał się problem sprowadzający się do odpowiedzi na pytanie: czy rewitalizacja płaszczki walczaka nie pogarsza przypadkiem jego cech użytkowych?

Ze względu na wagę tego problemu w artykule jeszcze raz w skrócie przypomniano i skomentowano zagadnienia dotyczące uszkodzeń, napraw i rewitalizacji walczków kotłów parowych.

Skutki długotrwałej eksploatacji walczków

Według doświadczeń *Pro Novum* (ok. 40 walczków przebadanych w ciągu ostatnich czterech lat) oraz znanych firmie wyników badań służb diagnostycznych elektrowni z byłego PdOEn w walczkach eksploatowanych od 100 000 do 200 000 h spotyka się:

- pęknięcia (głównie na krawędziach i tworzących otworów w przestrzeni wodnej oraz spoin pachwinowych wsporników do mocowania elementów układu separacji);
- niskie własności plastyczne stali z miedzią ($R_e/R_m > 0,7$; $KCV < 3 \text{ daJ/cm}^2$).

W wielu walczkach nie wykrywa się pęknięć na krawędziach i tworzących otworów (np. wszystkie walczaki w Elektrowni Rybnik i Elektrowni Jaworzno III oraz walczaki kotłów *Stein Rouboix* w Elektrowni Siersza), co oznacza, że oprócz przyczyn materiałowych tego rodzaju uszkodzeń należy brać pod uwagę również czynniki konstrukcyjne i eksploatacyjne.

Przyczyny uszkodzeń

Przyczyny uszkodzeń walczków, podobnie jak w każdym eksploatowanym urządzeniu, mają charakter:

- materiałowy,
- konstrukcyjny,
- eksploatacyjny.

Chociaż przyczyny uszkodzeń należy zawsze rozpatrywać indywidualnie, to jednak nasuwają się pewne uogólnienia:

- stale z miedzią, zwłaszcza stal 18CuNMT, po długotrwałej eksploatacji charakteryzują się niską udurowalnością, podwyższoną temperaturą przejścia w stan kruchy oraz wartością stosunku $R_e/R_m > 0,7$;
- znaczna liczba pęknięć w obrębie spoin centralnych rur opadowych oraz pęknięć w strefie wpływu ciepła spoin doczołowych (osiowych i obwodowych) ma charakter technologiczny;

- większość pęknięć spoin pachwinowych wsporników do mocowania elementów układu separacji oraz pęknięć króćców przetykanych ma charakter konstrukcyjny;
- pęknięcia na krawędziach i tworzących otworów w strefie wodnej (w szczególności do rur opadowych) mają na ogół charakter mieszany i są typu eksploatacyjno-konstrukcyjnego (np. niewłaściwie rozwiązany rozptyw wody zasilającej — przyczyny konstrukcyjne, błędy obsługi przy uruchamianiu i odstawianiu kotła — przyczyny eksploatacyjne);
- niskie własności plastyczne materiału oraz nie ujawnione podczas badań diagnostycznych pęknięcia o rozmiarach ponadkrytycznych mogą doprowadzić do całkowitego (kruche) zniszczenia walczaka, gdy temperatura metalu jest niższa od temperatury przejścia w stan kruchy, tj. np. podczas próby wodnej czy też rozruchu ze stanu zimnego. Pewnego komentarza wymaga określenie związku między własnościami metalu płaszczka walczaka po długotrwałej eksploatacji a gatunkiem stali, z którego jest wykonany.

1. Zdecydowana większość wyników badań niszczących dotyczy walczaków eksploatowanych ponad 100 tys. h, co oznacza, że trudno jest ustalić, kiedy wystąpił spadek własności plastycznych (po tysiącu czy 100 tys. h). Najwcześniejszy sygnał o niskich własnościach plastycznych stali z miedzią pochodzi z walczaka eksploatowanego ok. 50 tys. h.

2. Niektóre wyniki badań krajowych wskazują, że spadek własności plastycznych podczas eksploatacji może dotyczyć stali K32Nb (15CuMnNb), a dane literaturowe, np. [3], że deformacyjne starzenie mogą wykazywać nawet stale węglowe i niskostopowe stale konstrukcyjne, w tym stal 16GNM stosowana od wielu lat na walczaki w Rosji (wcześniej w Związku Radzieckim). W kraju dotychczas, wg naszej wiedzy, nie stwierdzono niskich udarności stali nie zawierających miedzi, po długotrwałej eksploatacji walczaka.

Postępowanie z walczakiem uszkodzonym

Doświadczenia własne (kilkadziesiąt napraw w kraju i za granicą, pierwsze naprawy wykonywane w połowie lat sześćdziesiątych) oraz niemieckie (VGB) i radzieckie skłaniają nas do proponowania następującego sposobu postępowania:

- ◆ usunięcie pęknięć przez szlifowanie lub frezowanie;
- ◆ w przypadku niedopuszczalnego pocienienia ścianki (poniżej grubości obliczeniowej) lub nadmiernego zwiększenia średnicy otworu (po usunięciu pęknięć na krawędziach i tworzących otworów) — naprawa przez spawanie;
- ◆ jeśli materiał wykazuje udarność mniejszą od 5 daJ/cm², to należy rozważyć naprawę połączoną z rewitalizacją; przed przystąpieniem do rewitalizacji należy w warunkach laboratoryjnych sprawdzić jej skutki (wzrost udarności, spadek $R_{e(t)}$); próbki („łódkowe”, pierścieniowe, „korek”) powinny być pobrane z dzwona o najgorszych własnościach (analiza atestów, badania metalograficzne — repliki, w najgorszym przypadku próbki „łódkowe” pobrane z każdego dzwona).

Na czym polega „problem”?

W dyskusji, o której wspomniano na wstępie, można było z pewnym trudem doszukać się jednego pytania i jednego zastrzeżenia:

- jakie procesy zachodzą w stalach walczakowych z miedzią podczas obróbki cieplnej przy temperaturze nieco niższej od A_1 , że prowadzi to do wyraźnego wzrostu plastyczności?
- spadek granicy plastyczności implikuje skutki niekorzystne dla trwałości płaszczka walczaka, nie zrekompensowane wzrostem udarności.

Na postawione pytanie nie ma jeszcze niestety naukowo udokumentowanej odpowiedzi, tak jak nie ma jej także odnośnie do przyczyn wywołujących niekorzystne zmiany w stalach miedziowych. Najprawdopodobniej spadek własności plastycznych stali miedziowych jest rezultatem procesów starzeniowych wywołanych wydzieleniem się pierwiastków śladowych (arsen, bizmut, fosfor, itp.) wprowadzonych do stali z miedzią. Szybkość starzenia może zależeć od nie usuniętego do końca zgniotu (wprowadzanego podczas związania dzwona na zimno) lub od deformacji plastycznych podczas eksploatacji. Korzystne skutki wymienionej obróbki cieplnej można byłoby, w takim przypadku, łączyć z usuwaniem lub ograniczaniem niekorzystnych skutków procesu starzenia. Wyjaśnieniem mechanizmów tych zjawisk powinna zająć się kompetentna instytucja naukowo-badawcza. Dyskusje w gronie niespecjalistów nie wnoszą niczego nowego i stanowią raczej szum informacyjny. Wątpliwość dotyczącą niekorzystnych dla trwałości płaszczka walczaka zmian wywołanych spadkiem granicy plastyczności ($R_e/R_{e(t)}$) można natomiast wyjaśnić jednoznacznie.

1. Formalnie nie ma żadnego uchybienia w tym, że podnosząc udarność do poziomu wymaganego przez PN (tj. > 5 daJ/cm²) obniża się granicę plastyczności do poziomu dopuszczalnego przez wymagania odpowiednich norm i przepisów.
2. Z technicznego punktu widzenia odnotowuje się następujące zmiany własności stali:
 - a) wzrost udarności przy temperaturze pokojowej i temperaturach podwyższonych oznacza wzrost odporności na pękanie, obniżenie temperatury przejścia w stan kruchy, wzrost rozmiarów wady krytycznej, wzrost rozmiarów wady progowej; wszystkie te zmiany są jednoznacznie pozytywne i praktycznie zmniejszają ryzyko inicjowania pęknięć na defektach struktury i wadach technologicznych oraz szybkiego wzrostu pęknięć zmęczeniowych i kruchych mogących doprowadzić do nagłego zniszczenia walczaka;
 - b) spadek wartości R_e i $R_{e(t)}$ o 10—20% (lecz w granicach dopuszczalnych) oznacza wprawdzie możliwość obniżenia wytrzymałości niskocyklowej w zakresie największych amplitud naprężeń [4], ale na ile jest to spadek istotny oraz czy w ogóle występuje w złożonym stanie naprężeń i braku, w praktyce, możliwości makroskopowych odkształceń plastycznych — trudno obecnie jednoznacznie i pewnie rozstrzygnąć; jak na razie „zagrożenie” to ma charakter teoretyczny i nie zostało potwierdzone podczas badań walczaków po rewitalizacji; w tym miejscu należy zwrócić uwagę na dwie sprawy:
 - żaden walczak — nowy czy stary, rewitalizowany czy nie — nie jest nieograniczenie odporny na błędy eksploatacji;
 - wymagania UDT [2] dotyczące sposobu wykonywania prób wodnych (ciśnienie próbne = $0,8 p_0$, temperatura płaszczka walczaka 50—60°C) znacznie ograniczą wpływ największych przeciążeń stacjonarnych na krawędziach otworów na powstawanie uszkodzeń w tych obszarach

oraz na szybkość propagacji (temperatura metalu) pęknięć istniejących.

Nie wdając się w przedstawione rozważania oraz ewentualnie w jeszcze bardziej zawile analizy można zapytać o alternatywę dla rewitalizacji. Jest nią tylko naprawa bez wyżarzania (jej zalety opisano wyżej) lub z obróbką cieplną wg innej koncepcji, której jeszcze nikt poważnie nie zaproponował. Drugiego przypadku nie można dyskutować, bo jest teoretyczny, pierwszego lepiej nie brać pod uwagę po doświadczeniach w EC III Łódź i Elektrowni Łaziska.

LITERATURA

- [1] Mirecki L., Klimas H., Hernas A., Dobrzański J.: Badania i naprawa elementów ciśnieniowych kotła po eksploatacji. Doświadczenia RAFAKO S.A.
- [2] Decyzja UDT nr 25/95 z 10 listopada 1995 r.
- [3] G.A. Tulakow i in.: Nizkociemperaturna i wosstanowitielnaja tiermoobrabotka elementow parowogo kotła. *Elektricheskie Stancyi* 1987, nr 8
- [4] Kocańda A., Kocańda S.: Niskocyklowa wytrzymałość metali. PWN. 1988

pronovum

w y k o n u j e m y b a d a n i a d i a g n o s t y c z n e

pronovum
RESEARCH & TECHNOLOGICAL SERVICES



p r z y w r a c a m y u z y t e c z n o ść o b i e k t ó w e n e r g e t y c z n y c h