

- zmiana liczby przegród sitowych powoduje najwyraźniejszy wzrost  $f_n$  (nie jest to w każdym przypadku wzrost pozytywny, bo można się zbliżyć do częstotliwości niedopuszczalnych jak 50 Hz i jej wielokrotność); i tak zmiana liczby przegród

z 4 na 5 powoduje ok. 50-procentowy wzrost  $f_n$ ,

z 5 na 6 — ok. 37-procentowy,

z 4 na 6 — ok. 97-procentowy.

Istnieją różnice w obliczeniach wykonanych metodą Sebalda i Saundersa, zwłaszcza w odniesieniu do częstotliwości drgań przęseł skrajnych (przy dnach sitowych).

Strzałki ugięcia — w przybliżeniu równe amplitudzie drgań — maleją z liczbą przegród oraz ze wzrostem średnicy zewnętrznej i grubości ścianki rurki.

Ze wzrostem modułu sprężystości metalu rurki wzrasta częstotliwość drgań i maleje strzałka ugięcia.

## LITERATURA

- [1] Sebald J. F., Nobles W.D.: Control of Tube Vibration in Steam Surface Condensers. American Power Conf., Chicago 1962
- [2] Dane o skraplaczach turbin TK50 i 200 MW — z dokumentacji technicznej
- [3] Saunders E. A. D.: Heat Exchanger Selection et Construction. Longman, London 1988
- [4] Ciura L.: Badanie rurek kondensatora turbiny nr 4 dla opracowania metody i środków zabezpieczających przed dalszymi uszkodzeniami. IMN Gliwice, 1994
- [5] Zbroińska Szczechura E.: Materiały stosowane na rurki skraplaczy turbin parowych. *Energetyka* 1994, nr 11
- [6] Niezgodziński M., Niezgodziński T.: Wzory, wykresy i tablice wytrzymałościowe. PWN, Warszawa 1984
- [7] PN-80-H-74585 „Rury do wymienników ciepła ze stopów miedzi”

panovum

Mgr inż. Ewa Zbroińska-Szczechura

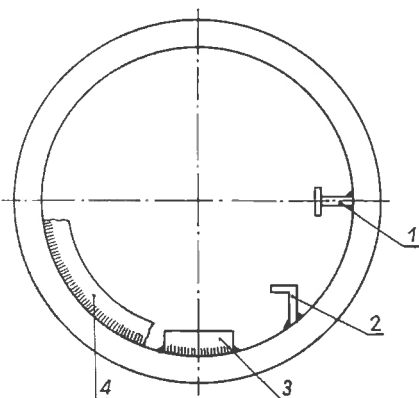
UKD 621.165:620.17

Pro Novum — Katowice

## Uszkodzenia wsporników urządzeń separacyjnych walczków

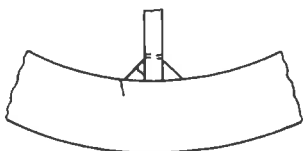
Wewnątrz walczaka kotła parowego urządzenia separacyjne są mocowane do wsporników połączonych spoinami kątowymi z płaszczem. W zależności od przeznaczenia najczęściej spotyka się:

- wsporniki tworzące z płaszczem walczaka kąt prosty (promieniowe) — 1 na rys. 1,
- wsporniki tworzące z walczakiem kąt ostry i rozwarty (cięciwowe) — 2 na rys. 1,
- wsporniki obwodowe (częściowe lub całkowite) — 3 i 4 na rys. 1.



Rys. 1. Rodzaje wsporników

1 — promieniowy, 2 — cięciwowy, 3 i 4 — obwodowe



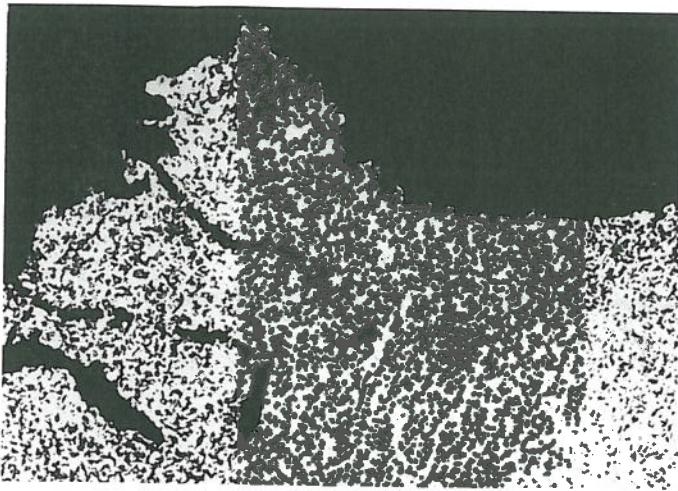
Rys. 2. Pęknięcia umiejscowione na wsporniku i płaszczu

Podczas okresowych badań diagnostycznych walczków, w okolicach spoin wsporników są wykrywane pęknięcia. Większość z nich znajduje się po stronie wspornika, chociaż nie rzadko występują one również po stronie płaszcza (zwłaszcza w przestrzeni wodnej) oraz w spoinie (rys. 2).

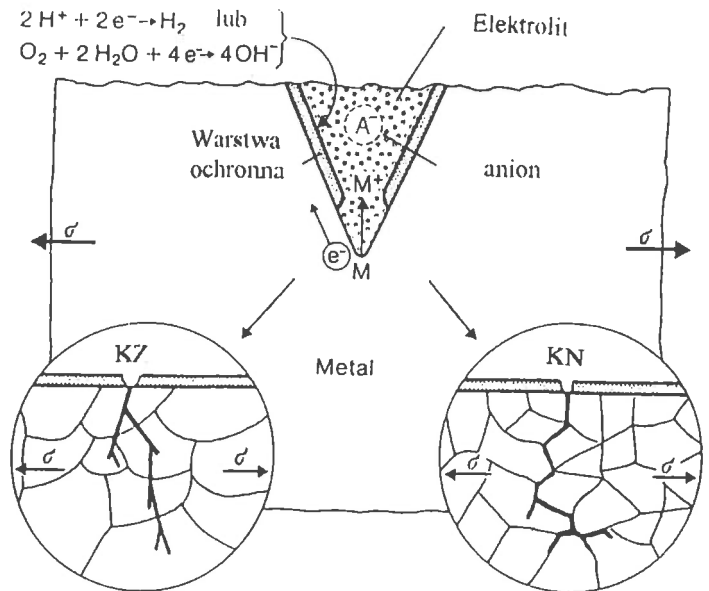
Pęknięcia często biorą początek na wadach technologicznych lub konstrukcyjnych spoin, na wżerach korozyjnych, czyli w miejscach występowania różnego rodzaju koncentratorów naprężeń.

Po stronie wspornika występuje z reguły kilka pęknięć, po stronie płaszcza najczęściej jest to pęknięcie pojedyncze (rys. 3 i 4). Przebieg pęknięć ma charakter śródkrystaliczny z rozgałęzieniami. Wszystkie pęknięcia są wypełnione tlenkami, a ich koniec jest zawsze tępy. Wewnątrz pęknięcia znajdują się wysypki nie skorodowanego metalu. Jak wykazują doświadczenia, tego typu uszkodzenia mogą zachodzić przy jednoczesnym działaniu na materiał naprężeń zmiennych i czynnika korozyjnego. Ten proces niszczenia nosi nazwę zmęczenia korozyjnego i zachodzi w przypadku działania czynnika agresywnego na metal nie osłonięty warstwą ochronną. Czynnikiem agresywnym może być woda kotłowa zawierająca rozpuszczone sole, które sprzyjają powstawaniu korozji elektrochemicznej.

W miejscu mechanicznego uszkodzenia warstwy ochronnej zachodzi anodowe rozpuszczanie metalu. Powstające produkty korozji wytwarzają warstwą ochronną, która ulega jednak uszkodzeniu wskutek działania naprężeń przekraczających jej wytrzymałość. Naprzemienne działanie tych dwóch procesów powoduje rozwój uszkodzenia. W przypadku naprężeń stałych uszkodzenie ma charakter międzykrystaliczny i jest nazywane korozją naprężeniową (KN — rys. 5). Natomiast naprężenia zmienne wywołują uszkodzenia śródkrystaliczne nazywane korozją zmęczeniową (KZ — rys. 5).

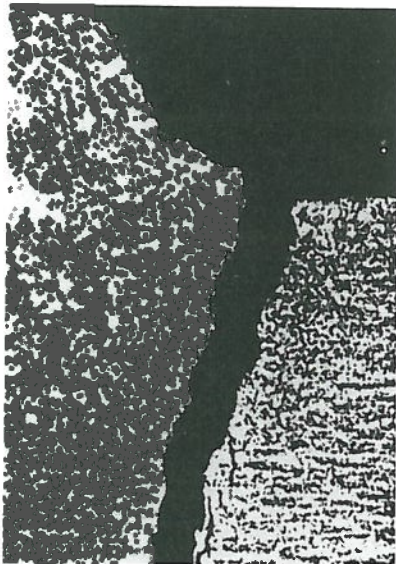


Rys. 3. Pęknięcie po stronie wspornika



Rys. 5. Mechanizm uszkodzenia [1]

Rys. 4. Pęknięcie po stronie płaszczka



Tego rodzaju uszkodzenia mogą zachodzić w przypadku jednoczesnego wystąpienia podanych niżej czynników.

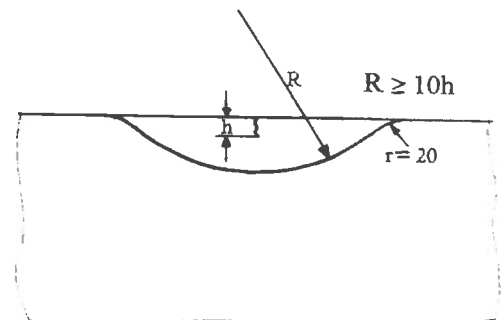
- Materiał charakteryzuje się niską odpornością na zmęczenie i małą podatnością na odkształcenia, tj. gdy wartość granicy

czności  $R_e$  jest bardzo duża, a  $R_e/R_m > 0,65$ ; dotyczy to przede wszystkim płaszczka walczaka.

- Występują naprężenia zmienne, których wartość jest zbliżona do granicy plastyczności metalu i przekracza wytrzymałość warstewki ochronnej. We wspornikach i ich spoinach naprężenia te mogą powstawać w stanach nieustalonych. Umieszczone wewnątrz walczaka elementy układu separacji wykonane z cienkich blach ulegają o wiele szybszym zmianom cieplnym niż płaszcz walczaka i nie są deformowane wskutek działania naprężeń pochodzących od ciśnienia. W ten sposób w okolicy połączenia spawanego powstają znaczne naprężenia, potęgowane koncentratorami w postaci wad technologicznych lub wżerów, w wyniku czego następuje pęknięcie warstewki ochronnej metalu.

- Obecność środowiska agresywnego w postaci elektrolitu.

Pęknięcia po stronie płaszczka lub w spoinie powinny być usunięte, a powstałe ubytki — o ile ich głębokość nie obniża grubości ścianki poniżej wartości obliczeniowej — mogą pozostać bez naprawy przez spawanie po nadaniu im odpowiedniego kształtu (rys. 6). Gdy jednak głębokość ta przekracza wartość dopuszczalną ubytek należy zaspawać według technologii stosowanej dla materiału płaszczka walczaka.



Rys. 6. Zalecany kształt ubytku po usunięciu pęknięcia w płaszczku walczaka



Rys. 7. Zalecany kształt spoiny wspornika

W przypadku nadmiernej liczby uszkodzeń po stronie wsporników, mogących mieć wpływ na szczelność lub trwałość separacji, wsporniki należy wymienić. Technologię wymiany powinien opracować dostawca walczaka lub inne uprawnione instytucje. Połączenie wspornika z płaszczem powinno mieć kształt spoiny dwustronnej z przetopem na całej grubości wspornika (rys. 7).

Podczas okresowych rewizji walczków należy dokładnie przeglądać stan spoin wsporników separacji, a po przepracowaniu przez walczak 50 000 h są zalecane badania nieniszczące, które należy powtarzać po kolejnych 30 000—40 000 godzinach pracy. Warto zwrócić uwagę, że tego rodzaju uszkodzenia występują również na podobnych konstrukcjach odgazowującej wody zasilającej.

## LITERATURA

- [1] Effertz P.H., Forchhammer P.: Spannungsrissskorrosionsschaden an Bauteilen in Kraftwerken-Mechanismen und Beispiele. VGB 1982, nr 5