

Mgr inż. Jerzy Dobosiewicz

Pro Novum — Katowice

UKD 621.181.021:621.774.2.004.67

## Zasady naprawy niektórych uszkodzeń połączeń spawanych rurociągów parowych

Główne rurociągi parowe są bardzo często elementami obniżającymi niezawodność lub dalszą przydatność eksploatacyjną elektrowni. Uszkodzenie lub całkowite wyczerpanie przydatności rurociągu następuje z reguły w wyniku łącznego działania naprężeń stałych oraz zmiennych.

Podczas pracy rurociąg podlega działaniu naprężeń pierwotnych i wtórnych.

1. Do naprężeń pierwotnych zalicza się naprężenia od ciśnienia i ciężaru własnego.
2. Do naprężeń wtórnych zalicza się naprężenia powstałe wskutek ograniczonej rozszerzalności cieplnej całego układu lub ścianki rurociągu.

Naprężenia wtórne zmniejszają się same w eksploatacji wskutek relaksacji. Naprężenia wtórne wywołane zmianą położenia całego układu rurociągu mogą sięgać chwilowo do stukilkudziesięciu MPa, natomiast wywołane różnicą temperatury na grubości ścianki uzyskują wartości rzędu 30 MPa i mogą być pomijane w obliczeniach.

Naprężenia od ciśnienia i ciężaru własnego działają w sposób ciągły, podczas gdy konstrukcje i rozmieszczenie zamocowań są dobierane tak, aby naprężenia od ciśnienia nie przekraczały minimalnej wytrzymałości czasowej, a naprężenia od ciężaru nie były większe od 24 MPa. W rzeczywistości naprężenia obliczeniowe od ciężaru są niższe, jednak zawsze istnieje obawa, że podczas eksploatacji wartość 24 MPa może zostać przekroczona.

W rurociągach pracujących w temperaturze 530—545°C, zwłaszcza wykonanych ze stali typu CrMoV, powstają uszkodzenia spoin, których liczba rośnie z czasem eksploatacji. Uszkodzenia te są naprawiane często w sposób nieprzemyślany, bez usunięcia przyczyn ich powstawania. Takie naprawy nie dają trwałego efektu, albowiem pęknięcia pojawiają się ponownie, często po krótkim okresie eksploatacji. Dlatego też wszystkie naprawy powinny być poprzedzone ustaleniem przyczyny powstania uszkodzenia. W odróżnieniu od wad technologicznych przyczyny uszkodzenia spowodowane warunkami eksploatacji są trudne do ustalenia i wymagają badań diagnostycznych, do których zalicza się:

### badania nieniszczące

- magnetyczne,
- penetracyjne,
- repliki;

### przegląd i pomiar zamocowań

- pomiar wysokości sprężyn w stanie zimnym i gorącym,
- pomiar reakcji zamocowań (dynamometr) w stanie zimnym i gorącym,
- ustalenie czy stan i położenie zamocowań są zgodne z dokumentacją;

### przegląd i pomiar przemieszczeń rurociągu

- ustalenie czy trasa i położenie rurociągu są zgodne z dokumentacją,
- pomiar położenia rurociągu w stanie zimnym i gorącym,
- obliczenie histerezy przemieszczeń rurociągu;

### ponowne przeliczenie rurociągu

- obliczenie naprężeń rzeczywistych od ciężaru,
- obliczenie naprężeń rzeczywistych od samokompensacji.

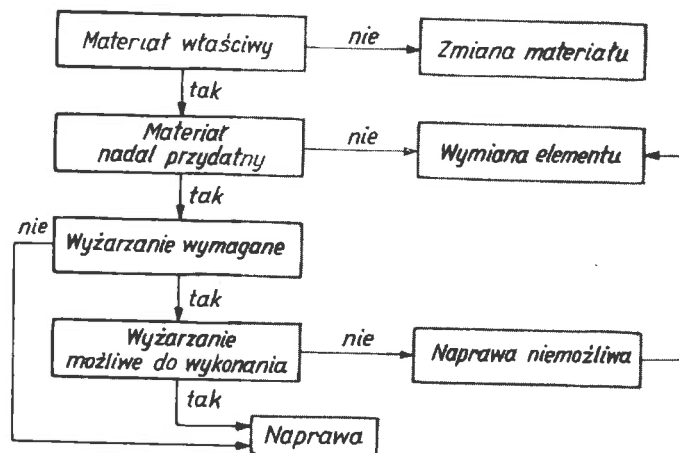
Niesprawność i histereza zamocowań jak również przemieszczeń oraz niewłaściwy spód rurociągu powodują znaczny wzrost łącznych naprężeń, które mogą przekraczać wartości dopuszczalne i tym samym spowodować przedwczesne wyczerpanie wytrzymałości metalu, zwłaszcza w okolicach spoin łączących rury proste z wszelkiego rodzaju elementami ukształtowanymi, takimi jak:

- kolana,
- trójniki,
- zasuwki,
- zawory.

Spoiny są szczególnie czułe na pęknięcia, ponieważ z reguły mają strukturalne i geometryczne niejednorodności w postaci:

- podwyższonej twardości,
- obecności strefy wpływu ciepła,
- wad kształtu (pęcherze, brak przetopu, zmienna grubość itp.).

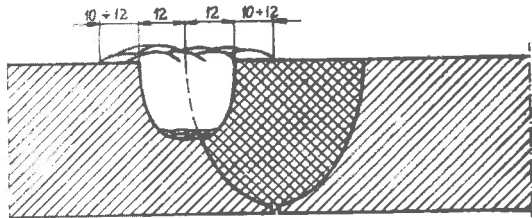
Po określeniu przyczyn uszkodzenia należy rozpatrzyć możliwość dokonania naprawy zgodnie z algorytmem przedstawionym na rysunku 1. W przypadku wykrycia pęknięć na powierzchni zewnętrznej, które mają charakter obwodowy i są umiejscowione w strefie wpływu ciepła w tzw.



Rys. 1. Ustalenie możliwości naprawy uszkodzonych elementów



Rys. 2. Pęknięcia obwodowe w strefie wpływu ciepła spoiny



Rys. 3. Wymagany kształt ubytku po usunięciu pęknięcia

miękkiej warstwie (rys. 2), należy przystąpić do ich usuwania metodą mechaniczną.

Uszkodzeniem jest przeważnie objęta większa strefa materiału, wykraczająca poza wymiary pęknięcia.

Uszkodzeniom występującym w strefie wpływu ciepła spoiny towarzyszą z reguły zmiany pełzaniowe materiału (pustki). Porażony pustkami materiał musi być usunięty cał-

kowicie, a geometria ubytku powinna być wykonana tak, aby umożliwiła wykonanie właściwej naprawy (rys. 3). Badania strefy wpływu ciepła spoiny (repliki) wykazały ponad wszelką wątpliwość, że jest to najsłabsze miejsce całego połączenia i mało odporne na pełzanie. Dlatego w czasie naprawy należy usunąć strefę wpływu ciepła spoiny pierwotnej (poczynając od miejsca wtopienia), a po jej usunięciu należy się przekonać czy strefa ze zmianami pełzaniowymi została całkowicie usunięta (replika).

Dane doświadczalne wskazują, że strefa porażona pustkami nie sięga dalej niż 8 mm od strefy wtopienia, toteż w przypadku niemożności wykonania repliki należy usunąć co najmniej 12-milimetrową warstwę metalu po obu stronach strefy wtopienia.

Gdy pęknięcia są dłuższe niż 100 mm lub głębsze niż 50% grubości ścianki należy założyć nową spoinę, a jeszcze lepiej wstawić nowy odcinek.

Podczas spawania należy pamiętać o dotrzymaniu następujących warunków:

- w przypadku wymiany odcinka dokładnie ustawić i zamocować rurociąg,
- podgrzać rurociąg do wymaganej temperatury i utrzymywać w miarę możliwości minimalne jej różnice po obwodzie i grubości ścianki,
- w przypadku koniecznym przetop wykonać w atmosferze gazów obojętnych,
- wypełnić ubytek techniką ściągów podłużnych,
- używać elektrod zasadowych odpowiednio wysuszonych o maksymalnej średnicy 3,25,
- dokładnie dotrzymywać ilości doprowadzanego ciepła oraz szybkości nagrzewania i chłodzenia,
- przy wyżarzaniu odprężającym stosować maksymalnie dopuszczalną temperaturę dla danego materiału,
- po zakończeniu wypełnienia ubytku zastosować nadlew i po zakończeniu wyżarzania zeszlifować go do odpowiedniego kształtu,
- sprawdzić jakość spoiny metodami nieniszczącymi,
- wykonać pomiar twardości:
  - spoina,
  - strefy wpływu ciepła,
  - materiału rodzimego.

panavum

Mgr inż. Jerzy Dobosiewicz

Pro Novum — Katowice

UKD 621.181.025.004.65+821.181.025.004.67

## Niektóre rodzaje uszkodzeń walczaków i zasady ich naprawy

Zapoczątkowane jeszcze na terenie byłego ZEOPd w latach pięćdziesiątych i kontynuowane później w całej krajowej energetyce nieniszczące badania walczaków kotłów wysokopięnych ujawniły ich poważne, liczne uszkodzenia — przeważnie od strony wewnętrznej. Na podstawie analizy statystycznej obejmującej ponad 100 zbadanych walczaków, ze względu na umiejscowienie, uszkodzenia można podzielić na podane niżej grupy.

**1. Uszkodzenia w złączach spawanych centralnych rur opadowych** mające postać pęknięć obwodowych lub poprzecznych. Są one umiejscowione na granicy spoina-płaszcz walczaka i spoina-króciec (rys. 1). Głębokość tych pęknięć wynosi od kilku milimetrów, aż do pełnej grubości ścian-

ki walczaka. Niekiedy są one związane z wadami spawalniczymi. W początkowym okresie mają charakter pęknięć statycznych, a w dalszej fazie rozwoju występują oznaki zmęczenia.

**Przyczyny powstawania:** nadmierne usztywnienie króćca (wystająca część) i koncentracja naprężeń (niewłaściwy kształt napoiny).

**2. Uszkodzenia spoin głównych** są podobne do uszkodzeń centralnych rur opadowych. Z reguły występują na powierzchniach wewnętrznych (maksymalne naprężenia obwodowe od ciśnienia), w przejściu spoiny w materiał walczaka. Mają postać ciągłą lub półciągłą. Ich głębokość nie przekracza 10 mm. Są rozmieszczone dowolnie wzdłuż osi