

Mgr inż. Jerzy Dobosiewicz

UKD 621.311:621.644.2

Pro Novum — Katowice

Wytyczne oceny stanu zamocowań głównych rurociągów bloków energetycznych

Zamocowania rurociągu mają za zadanie przenosić jego ciężar w stanach zimnym i gorącym, bez ograniczania przemieszczeń cieplnych i wywoływania dodatkowych naprężeń w ścianie rury. Niewłaściwa praca zamocowań i wynikający z niej wzrost reakcji obciążają rurociąg dodatkowymi momentami zginającymi i skręcającymi. Naprężenia wywołane działaniem tych momentów mogą wielokrotnie przekraczać naprężenia dopuszczalne, skracając tym samym trwałość rurociągu.

W praktyce są znane liczne przypadki poważnych uszkodzeń rurociągów wskutek niewłaściwej pracy zamocowań, tj.:

- nieodpowiedniego ich rozmieszczenia (przypadek występujący rzadko),
- niewłaściwego ich doboru, np. stosowanie pod rząd zamocowań stałosiłowych,
- niekonserwowania podczas eksploatacji,
- nieodpowiedniej regulacji.

Na ocenę stanu zamocowań składa się kilka czynności.

Analiza projektu rurociągu

Podczas analizy projektu należy zwrócić uwagę na następujące parametry:

- wartość naprężeń w elementach rurociągu,
- wartość momentów, reakcji oraz przemieszczeń,
- rozmieszczenie i rodzaj zamocowań,
- wartość i kierunki spadów,
- przydatność zamocowań do wykonywania próby wodnej.

Przegląd w stanie zimnym i gorącym

Podczas przeglądu należy zwrócić uwagę na:

- zgodność z projektem rozmieszczenia i rodzajów zamocowań,
- położenie zamocowań w różnych stanach i zgodność ich przemieszczeń z wartościami projektowymi,
- stan zamocowań (odkształcenie cięgien, sprężyn, obejm, belek itp.).

Pomiary reakcji zamocowań

Można je wykonać metodami bezpośrednimi za pomocą dynamometrów i tensometrów lub pośrednimi przez pomiar wysokości sprężyn i porównanie z danymi projektowymi. Z reguły w dokumentacji projektowej rurociągów dla określonego zamocowania powinny być podane wysokości sprężyn w stanach zimnym i gorącym.

Wartości reakcji zamocowań powinny być zgodne z projektowymi (nie mogą różnić się od nich więcej niż $\pm 10\%$). W przypadku znacznych odchyłek zamocowania należy wyregulować.

Regulacja zamocowań

Przyczynami nieodpowiedniej reakcji zamocowań mogą być:

- niezgodność rozmieszczenia zamocowań z projektem,
- niewłaściwa regulacja podczas montażu,
- nieodpowiedni stan i zużycie zamocowań.

Po usunięciu ewentualnych niesprawności zamocowań należy wykonać regulację metodą kolejnych przybliżeń w dwóch etapach:

1) na zimno; 2) na gorąco, przez zmianę długości cięgien, aż do uzyskania zgodności reakcji z projektową lub przez zmniejszenie różnicy pierwotnej między reakcjami (rzeczywistą i projektową) tego zamocowania o 50—60%, a następnie między kolejnymi itd. Należy przy tym pamiętać, że przy zmianie reakcji jednego zamocowania zmieniają się reakcje sąsiednich wskutek odkształcenia sprężystego rurociągu oraz ulegają zmianie spady.

Regulacja spadów

Po regulacji zamocowań należy sprawdzić wartość i kierunek spadów. Można tę czynność wykonać przy użyciu teodolitu lub poziomnicy w postaci U-rurki lub metodą geodezyjną.

Rurociągi bez względu na parametry na odcinkach poziomych powinny mieć w stanie zimnym spady nie mniejsze niż 0,004 (w kierunku przepływu czynnika). W stanie gorącym zmiana położenia osi rurociągu przy długich pionowych odcinkach może dochodzić do 200 mm. W wyniku tego mogą powstać spady przeciwnie powodujące gromadzenie się kondensatu. To z kolei może prowadzić do wodnych i cieplnych uderzeń wtrysku kondensatu do turbiny oraz korozji zmęczeniowej wewnętrznej powierzchni rurociągu.

W przypadku wykrycia niewłaściwego spadów należy:

- wykonać próbę zmiany położenia rurociągu przez regulację zamocowań przy nieprzekraczaniu jednak dopuszczalnych odchyłek reakcji od projektowej,
- skrócić rurociąg,
- wykonać odwodnienie stałe.

Uwagi ogólne

Podczas projektowania zamocowań rurociągu należy przestrzegać następujących wymagań.

1. Na cięgnach każdego zamocowania należy umieszczać co najmniej 2 przeguby.

2. Nie wolno w jednej kolumnie zabudować więcej niż 3 sprężyny (większa liczba sprężyn powoduje drgania).

3. Należy unikać ustawiania obok siebie zamocowań stałosiłowych. W przypadku niesprawności jednego z nich powoduje to znaczne odkształcenia rurociągu lub zerwanie zamocowania.

4. W miejscach maksymalnych przemieszczeń należy instalować wskaźniki służące do ustalania właściwego położenia rurociągu i określania histerezy przemieszczeń.

5. Gdy zamocowania nie mogą przenosić obciążenia podczas próby wodnej, w miejscach gdzie rurociąg przemieszcza się w górę powinny być zabudowane podpory stałe. Podpory takie powinny przenosić ciężar w stanie zimnym i umożliwiać przemieszczenia rurociągu w stanie gorącym we wszystkich kierunkach.

Użytkownicy z zasady nie przestrzegają zaleceń dostawców odnośnie do kontroli i konserwacji zamocowań. Zwykle zamocowania są ustawione (dobrze lub źle) podczas montażu wg danych projektowych dla warunków maksymalnych bez jakichkolwiek powodów do wykonania zmiany. Przy licznych starych urządzeniach nikomu nie przychodzi na myśl zwrócenie uwagi np. na brak równowagi między

ciężarem rurociągu a reakcją zamocowania oraz na rzeczywiste kierunki i wartości przemieszczeń. Doświadczenia wskazują, że wartości te z reguły różnią się od projektowych. Ponadto zamocowania stałosiłowe charakteryzują się tendencją do zwiększania odkształceń rurociągu przez wymuszenie warunków przeciążenia lub niedociążenia. Powszechnie stosowane rurociągi mają skłonności do zwisów, aż do pęknięć włącznie. Również doświadczenia wskazują, że zamocowania rurociągów bardzo często nie są przystosowane do przenoszenia obciążeń zmiennych (powodowanych uderzeniami wodnymi lub parowymi) oraz nadmiernych obciążeń stałych powstających przy próbie wodnej.

Rozwiązanie tego problemu nie jest wcale łatwe, wymaga bowiem znajomości zachowania się całego układu

(nie tylko zamocowań), a tym samym prowadzenia obserwacji i prób w bardzo szerokim zakresie.

System zamocowań starzeje się podczas eksploatacji. Doświadczenia wskazują, że wymaga on konserwacji i przeglądów, aby zapewnić niezawodną pracę rurociągu. Dlatego też zamocowania powinny być zaopatrzone w urządzenia wskazujące położenie rurociągu i zamocowań, które powinny być często sprawdzane w celu uzyskania informacji o stanie całego systemu. Przeglądy, konserwacja i pomiary powinny być wykonywane systematycznie.

novum

Dr inż Jerzy Trzeszczyński

Pro Novum — Katowice

UKD 621.31.004.67

Możliwości oceny przydatności do dalszej eksploatacji urządzeń ciepłno-mechanicznych elektrowni na podstawie badań metalograficznych

Celem diagnostyki materiałowej urządzeń ciepłno-mechanicznych elektrowni jest — oparte na ocenie aktualnego stanu metalu — określenie przydatności elementu do dalszej eksploatacji oraz sformułowanie prognozy dotyczącej przewidywanego czasu jego bezpiecznej pracy.

Tak ogólnie sformułowanego celu nie można osiągnąć posługując się jedną metodą badań lub pomiarów czy też wyłącznie metodą obliczeń. Skomplikowane warunki pracy, różnorodność zastosowanych materiałów i technologii wykonania, duże wymagania odnośnie do bezpieczeństwa i niezawodności pracy sprawiają, że wymieniony cel można osiągnąć wykorzystując system wzajemnie zsynchronizowanych działań, tj. badań, pomiarów i obliczeń. Zestaw odpowiednio uporządkowanych procedur badawczo-pomiarowych i obliczeń można określić mianem systemu diagnostyki. W zależności od rodzaju badanego elementu i wymagań użytkownika wykorzystuje się poszczególne elementy tak rozumianego systemu w odpowiednim zakresie. Jednym z częściej wykorzystywanych elementów systemu są badania metalograficzne.

Miejsce badań metalograficznych w systemie diagnostyki

W systemie diagnostyki można wyróżnić następujące formy inspekcji stanu materiału:

- oględziny,
- badania nieniszczące,
- badania niszczące,
- pomiary deformacji.

Badania metalograficzne są częścią składową drugiej i trzeciej formy inspekcji stanu metalu podczas oceny stanu technicznego elementów kotła, głównych rurociągów parowych i turbiny. W obrębie badań nieniszczących badania metalograficzne są wykonywane metodą replik (plus pomiar twardości), natomiast jako fragment badań niszczących są przeprowadzane na zglądach wykonanych na pobranych z elementu próbkach. Pośrednim sposobem oceny stanu struktury bywa także pomiar tłumienia sygnału ultradźwiękowego przy wykorzystaniu wzorca wielkości tłumienia materiału w stanie wyjściowym lub wyniku poprzedniego badania.

W diagnostyce urządzeń ciepłno-mechanicznych elektrowni wykorzystuje się wszystkie dostępne techniki metalograficzne, łącznie z mikroskopią elektronową i ilościową oceną składników struktury. Naczelną zasadą powinien być umiejętny dobór technik badawczych do określonego problemu.

Zakres wykorzystania metod metalograficznych w diagnostyce elementów kotła, rurociągów, turbiny i generatora

Badania metalograficzne wykorzystuje się najczęściej w celu:

- **określenia typu struktury** — wielkość ziarna, skład fazowy, obecność wtrąceń niemetalicznych, etc. to ważne informacje dotyczące własności wytrzymałościowych i plastycznych metalu;
- **wykrycia ewentualnych zmian pod wpływem warunków eksploatacji** — zaawansowanie procesów wydzieleniowych, stopień dyspersji i koagulacji wydzieleni pozwalają wnioskować o stopniu degradacji własności mechanicznych;
- **wykrycia mikropor pelzaniowych** — pozwala to bowiem wnioskować o stopniu zaawansowania degradacji własności metalu na skutek pelzania;
- **ujawnienia i określenia mechanizmu i kinetyki wzrostu mikro- i makropęknięć** — stwarza to możliwość określenia przyczyn i tempa propagacji uszkodzeń;
- **określenia optymalnej technologii naprawy i regeneracji uszkodzonych lub nadmiernie wyczerpanych elementów** — badania metalograficzne wspomagane zwykle badaniami udarności, twardości i analizy składu chemicznego umożliwiają właściwy dobór warunków do spawania i wyżarzania oraz kontrolę poprawności wykonanych zabiegów.

Zakres rutynowych badań metalograficznych krytycznych elementów kotła, rurociągów i turbozespołów przedstawiono w tabeli 1.

Ważną dziedziną zastosowania badań metalograficznych są także wszelkiego rodzaju ekspertyzy poawaryjne oraz prace związane z wdrożeniem nowych technologii wykonawstwa, wymiany i regeneracji.