

Dr Wojciech Brunné

UKD 621.311:621.644

Pro Novum — Katowice

Wytyczne nadzoru stanu głównych rurociągów elektrowni

Ogólne zasady nadzoru rurociągów wysokoprężnych

Wstęp

Główne rurociągi (pary świeżej, wtórnie przegrzanej, do wtórnego przegrzewu i wody zasilającej) są elementami, których niesprawność może powodować długotrwałe przestoje podstawowych urządzeń elektrowni oraz zagrażać bezpieczeństwu obsługi. Coraz wyższe parametry pracy rurociągów, zwiększanie się ich średnic oraz wydłużanie tras powodują, że rosną bezwzględne wartości obciążeń i przemieszczeń cieplnych. Potęguje to wymagania odnośnie do: stanu metalu, zamocowań oraz izolacji rurociągów. Ponadto, obecnie w eksploatacji znajduje się znaczna liczba rurociągów, co do których nie ma danych dotyczących:

- obliczeń wytrzymałościowych,
- charakterystyk zamocowań i ich regulacji,
- rzeczywistych parametrów pracy.

W celu zapewnienia niezawodności i przedłużenia czasu bezpiecznej eksploatacji rurociągów jest konieczne prowadzenie stałej kontroli ich stanu i wykonywanie prac konserwacyjnych oraz regulacji zamocowań podczas remontów kapitalnych.

Zakres zastosowania

Wytyczne dotyczą sposobu wykonania oraz interpretacji wyników:

- przeglądów,
- pomiarów odkształceń,
- pomiar przemieszczeń,
- pomiarów spadów.

Przeznaczenie

Wytyczne służą stałemu nadzorowi stanu wszystkich istotnych elementów układów rurociągów. Są przeznaczone dla służb diagnostycznych i remontowych elektrowni, jednostek wykonujących przedmiotowe badania oraz dla organizacji sprawujących nadzór i kontrolę.

Cel wytycznych

Celem wytycznych jest uzyskanie — dzięki okresowym przeglądom, pomiarom i badaniom — danych umożliwiających ocenę:

- sprawności działania i poprawności doboru systemu zamocowań,
- przemieszczeń cieplnych rurociągów i reakcji zamocowań,
- stanu technicznego poszczególnych elementów rurociągów,
- spadów,
- wartości i szybkości odkształceń.

Charakterystyka rurociągów

Definicje rurociągów zawierają *Warunki Techniczne DT* [1]. Trasy rurociągów są ściśle określone w dokumentacji projektowej. Zgodnie z projektem ukształtowanie rurociągu w przestrzeni zapewniają zamocowania (zawieszania) rozmieszczone równomiernie wzdłuż tras, spełniające funkcję podpór wiotkiej belki, jaką z wytrzymałościowego punktu widzenia stanowi rurociąg. Podpory te muszą jednocześnie zapewnić rurociągom swobodę przemieszczeń związanych z wydłużeniem cieplnym.

to znaczy mieć odpowiedni udźwig i skok roboczy. Do realizacji tego celu są stosowane rozmaite typy zamocowań o bardzo różnicowanej konstrukcji i zasadzie działania [2].

Najogólniej zamocowania można podzielić na:

- stałe (całkowicie blokujące ruch rurociągów);
- przesuwne (umożliwiające przemieszczenia w płaszczyźnie poziomej);
- sprężynowe o zmiennej sile reakcji, proporcjonalnej do przemieszczenia;
- stałosiłowe (stałonośne) o nieziennej sile reakcji (niezależnej od przemieszczenia), tj.:
 - sprężynowe,
 - dźwigniowo-ciężarkowe,
 - wielokrążkowe sześciokrotne,
 - wielokrążkowe o zmiennym promieniu kół roboczych.

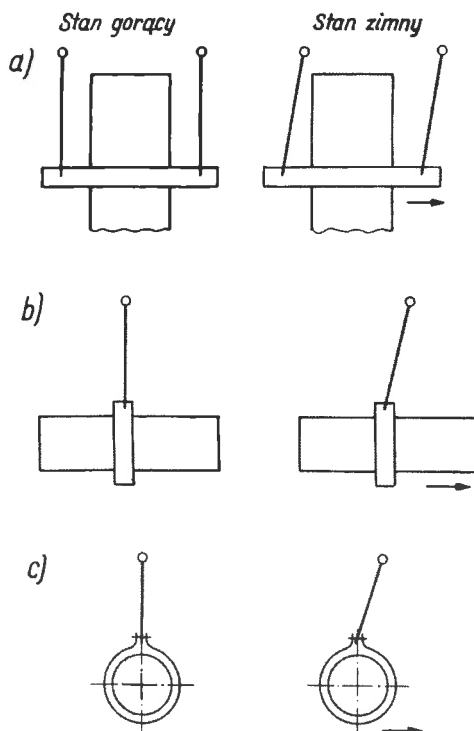
Ze względu na zastosowany system zamocowań rurociągi występujące w krajowej energetyce zawodowej i przemysłowej można podzielić na dwie grupy:

- rurociągi swobodne typu pływającego,
- rurociągi z jedną podporą stałą (przeważnie na odcinku pionowym).

Merytoryczny zakres nadzoru rurociągów wysokoprężnych

Przeglądy

Celem przeglądu jest ustalenie, w jakim stanie znajdują się zamocowania, izolacja i trasa rurociągu. Przeglądy należy wykonywać systematycznie po każdych 2000—3000 h pracy w stanie zimnym (po 5-dniowym przestoju) oraz w stanie gorącym (po 5-dniowej pracy na pełnych parametrach), a także po każdej próbie wodnej i każdym uderzeniu wodnym.



Rys. 1. Położenie cięgien zawiesznień rurociągu: a) zawieszenie pionowe dwuciągnowe; b) zawieszenie poziome jednociągnowe (widok z boku); c) zawieszenie poziome jednociągnowe (widok z przodu)

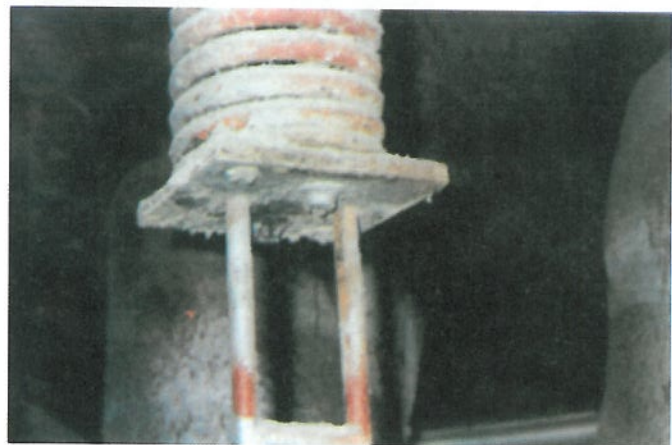
Z każdego przeglądu należy sporządzić protokół z uwagami i zaleceniami dotyczącymi: stanu, sposobu naprawy i daty jej wykonania.

W czasie przeglądu szczególną uwagę należy zwracać na:

- położenie cięgien zamocowań oraz ich równomierne obciążenie — rys. 1;
- stan sprężyn (wyboczenie, pęknięcie) — rys. 2;
- możliwość swobodnych przemieszczeń sprężyn w zamocowaniach — rys. 3;



Rys. 2. Wyboczona kolumna sprężyny; zamocowania o niewłaściwie dobranej reakcji

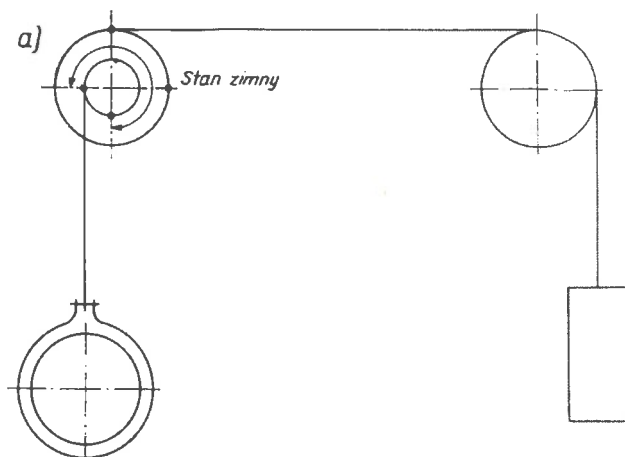


Rys. 3. Brak możliwości regulacji wysokości sprężyny; cięgna przyspawane do talerzyków

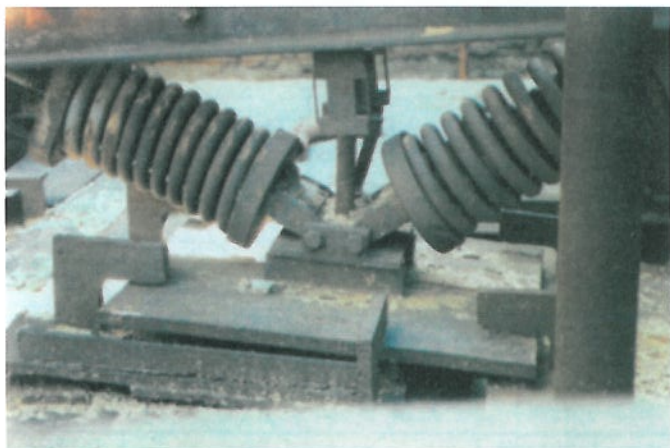
- stan trasy, możliwość swobodnego wydłużenia cieplnego (blokowanie się rurociągu o elementy z nim sąsiadujące) — rys. 4;
- stan układów ślizgowych w podporach przesuwnych (stałych względem osi z) — rys. 5;
- stan kół roboczych i lin zawiesznień wielokrążkowych, zakres możliwych przemieszczeń — rys. 6;
- położenie dźwigni zawiesznień dźwigniowo-ciężarkowych — rys. 7.



Rys. 4. Blokowanie trawersu zawieszenia dwukolumnowego – poziomego o kanał powietrzny



Rys. 6. Zakres pracy zamocowań wielokrażkowych: a) o zmiennym promieniu kół roboczych; b) sześciokątnych



Rys. 5. Uszkodzona podpora stalosiłowa-sprężynowa ze stołem ślizgowym

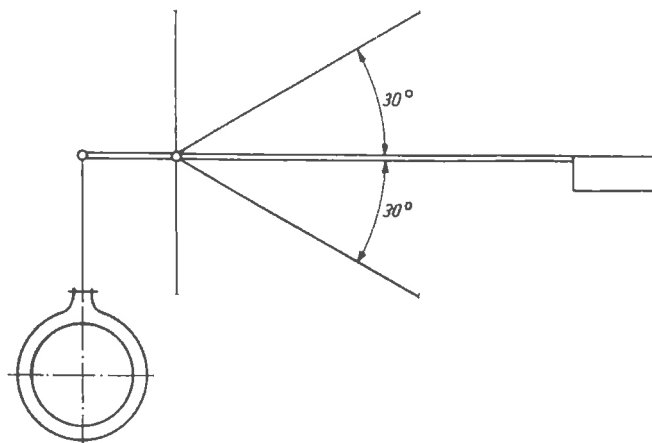
Pomiary odkształceń

(dotyczy rurociągów pary świeżej i wtórnie przegrzanej)

Celem pomiarów jest ustalenie szybkości i wartości odkształcenia (pelzania) średnicy zewnętrznej rurociągu lub wybranych otworów. Punkty pomiarowe średnic (czopy) z reguły są zabudowywane podczas montażu rurociągów (rys. 8).

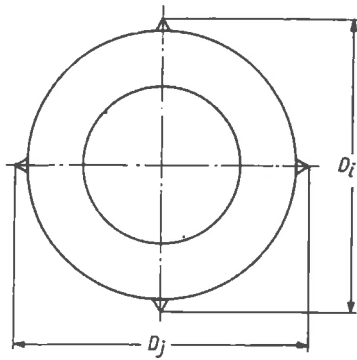
Do obliczenia wartości odkształcenia jest niezbędny zerowy pomiar wykonany nie wcześniej niż po 20 000 h pracy rurociągu od pierwszego uruchomienia [3, 4].

Do wyznaczenia szybkości pelzania wystarczą dwa pomiary w dowolnym czasie pracy rurociągu. W tym przypadku do obliczeń jest niezbędna znajomość czasu pracy między pomiarami (nie mniejszy niż 20 000 h).



Rys. 7. Zakres pracy zamocowań dźwigniowo-ciężarkowych





Rys. 8. Sposób oznaczenia średnic przy pomiarze odkształcenia:
 płaszczyzna przekroju XY → $D_i = D_x$; $D_j = D_y$
 płaszczyzna przekroju XZ → $D_i = D_x$; $D_j = D_z$
 płaszczyzna przekroju YZ → $D_i = D_y$; $D_j = D_z$

Najbardziej miarodajnym w odniesieniu do odkształcenia jest pomiar owalizacji otworu (odwodnienie, odpowietrzenie) na dwóch prostopadłych średnicach (jedna średnica prostopadła do głównej osi rurociągu, a druga — równoległa). Dysponując wynikami pomiarów wg znanych wzorów oblicza się wartość i szybkość odkształcenia.

Dopuszczalne wartości odkształcenia (w %):

$$\varepsilon_s, \varepsilon_0 \leq 2,0 \text{ — dla stali HM,}$$

$$\varepsilon_s, \varepsilon_0 \leq 1,5 \text{ — dla stali HMF.}$$

Dopuszczalne szybkości pełzania (w %/h):

$$V_s, V_0 \leq 1/1 \times 10^{-5} \text{ — dla stali HM,}$$

$$V_s, V_0 \leq 0,75/1 \times 10^{-5} \text{ — dla stali HMF.}$$

W przypadku większych szybkości przy odkształceniu mniejszym od wartości dopuszczalnych należy zwiększyć częstotliwość pomiarów. Wyniki pomiarów i obliczeń należy zapisywać w karcie dokumentacyjnej (tablica 1) zawierającej następujące dane:

- rodzaj rurociągu,
- numer punktu pomiarowego (wg dokumentacji),
- data pomiaru,
- czas pracy rurociągu do daty pomiaru,
- wyniki pomiarów dotychczasowych, w tym zerowego ($D_0, D_1, D_2, \dots, D_n$ lub d_{max}, d_{min}),
- wyniki obliczeń ($\varepsilon_s, \varepsilon_0, V_s, V_0$).

Pomiary przemieszczeń

Celem pomiarów jest sprawdzenie zgodności trasy rurociągów w stanach ustalonych rzeczywistych (zimny i gorący) z danymi obliczeniowymi (projektowymi) oraz ocena pracy zamocowań oparta na obliczeniu histerezy przemieszczeń. Pomiarów położenia rurociągów dokonuje się metodą geodezyjną na specjalnie zamocowanych reperach. Mocuje się je na odcinkach poziomych (co najmniej trzy) w środku i na krańcach

Tablica 1

Pomiar odkształcenia średnicy (lub otworu) rurociągu

Nazwa rurociągu Materiał:

Wymiary: Rok budowy:

Parametry pracy Miejsce pomiaru:

p_0 :

t_0 :

Kolejny numer pomiaru	Data pomiaru	Liczba godzin τ_x	Średnica rury, mm			Wartość odkształcenia $\varepsilon_0, \%$	Szybkość odkształcenia $v_0, \%/h$	Owalizacja otworu			Szybkość owalizacji $v_0, \%/h$
			D_x	D_y	D_z			D_{max}	D_{min}	ε_x	

Tablica 2

Wyniki pomiarów przemieszczeń rurociągu metodą geodezyjną

Numer wskaźnika	Data pomiaru	Data odstawienia uruchomienia	Wyniki pomiarów, mm						Przemieszczenie, mm						Histereza, %		
			stan zimny			stan gorący			zmierzone			projektowe					
			x_z	y_z	z_z	x_t	y_t	z_t	Δx	Δy	Δz	Δx_0	Δy_0	Δz_0	h_x	h_y	h_z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

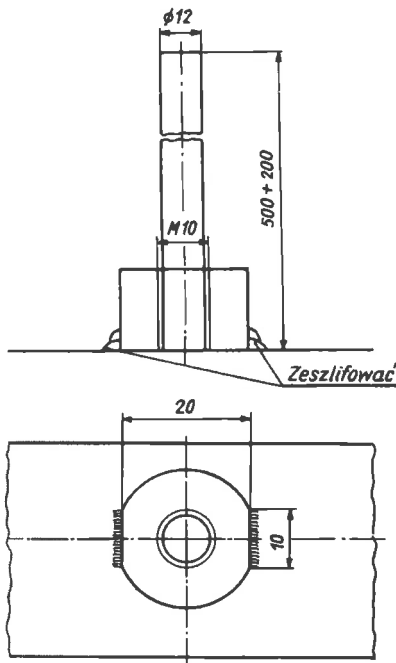
Tablica 3

Wyniki pomiarów przemieszczeń rurociągu za pomocą wskaźników trójosiowych

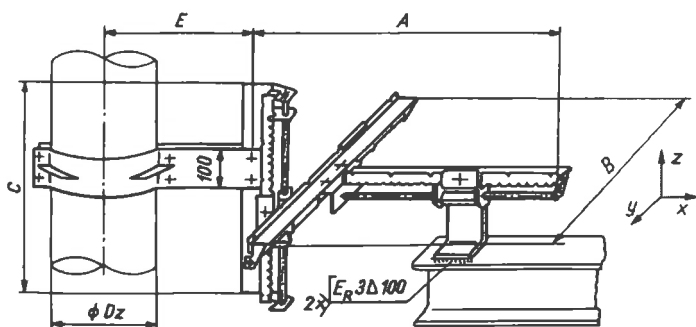
Numer wskaźnika	Data pomiaru	Data uruchomienia odstawienia	Wyniki pomiarów, mm						Przemieszczenie, mm						Histereza, %			
			stan zimny			stan gorący			zmierzone			projektowe						
			x_z	y_z	z_z	x_t	y_t	z_t	Δx	Δy	Δz	Δx_0	Δy_0	Δz_0	h_x	h_y	h_z	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	

odcinków w pobliżu spoin obwodowych kolan, po stronie kolana (rys. 9). W przypadku odcinków długości ponad 10 m jest wskazane zabudowanie więcej niż trzech reperów. Rozmieszczenie reperów należy uzgodnić z przedsiębiorstwem wykonującym nadzór nad rurociągami. Położenie punktów pomiarowych należy nanieść na rysunku rurociągu i ponumerować.

Pomiary wykonuje się w stanach zimnym i gorącym (5 dni postoju, 5 dni pracy) co najmniej raz na 2000—3000 godzin



Rys. 9. Sposób zabudowy reperów do pomiarów przemieszczeń rurociągów metodą geodezyjną
Metoda T/G. Średnica drutu $\varnothing \approx 2$ mm, NiBAS lub Inconel min 60% Ni



Rys. 10. Trójosiowy wskaźnik przemieszczeń Chemaru — Kielce

pracy, w trzech kierunkach XYZ, a z otrzymanych danych zapisanych w tablicy 3 oblicza histerezę przemieszczeń [5].

W celu umożliwienia sprawdzania na bieżąco analizowanych parametrów, w miejscach maksymalnych przemieszczeń jest wskazane zabudowanie wskaźników produkcji Chemaru — Kielce (rys. 10).

Dla każdego punktu pomiarowego (wyniki zapisane w tablicy 5) oblicza się przemieszczenie Δ (w mm) dla trzech kierunków, wg wzoru:

$$\Delta x = x_z - x_t$$

$$\Delta y = y_z - y_t$$

$$\Delta z = z_z - z_t$$

gdzie: z — stan zimny, t — stan gorący.

Tablica 4

Przemieszczenia rurociągu mierzone na wskaźnikach zamocowań

Rurociąg/oznaczenie punktu pomiarowego (nr zamocowania)

Numer pomiaru	Data pomiaru	Czas pracy, h	Wskazania wskaźników, mm															
			stan zimny			stan gorący												
			\bar{f}_x^z	\bar{f}_y^z	\bar{f}_z^z	\bar{f}_x^t	\bar{f}_y^t	\bar{f}_z^t										

Tablica 5

Pomiary wysokości sprężyn zamocowań (zamocowania sprężynowe zmienno- lub stałosiłowe) w celu określenia ich reakcji

Rurociąg/nr zamocowania)

Numer pomiaru	Wysokości H projektowe, mm		Czas pracy, h	Wysokości rzeczywiste, mm			
	H_z	H_t		H'_1	H'_2	H'_3	H'_n

z — stan zimny;
t — stan gorący;
r — pomiar;

x, y, z — współrzędne kartezjańskie;

dla zawieszon wielokolumnowych należy przenieść jedną kolumnę rubryki; dla jednej kolumny zawieszona, jeżeli kolumna jest wielosprężynowa należy podawać sumę jawną wysokości poszczególnych sprężyn ($H'_{z1} + H'_{z2} + H'_{zn}$).

Przemieszczenia te należy porównać z wartościami obliczeniowymi Δx_0 , Δy_0 , Δz_0 , a następnie obliczyć histerezę h wg wzoru:

$$h_x = \frac{\Delta x_0 - \Delta x}{\Delta x_0} 100\%.$$

Obliczona w ten sposób histereza nie powinna przekraczać $\pm 10\%$, a kierunki przemieszczeń powinny zgadzać się z kierunkami obliczeniowymi. W przypadku niezgodności należy znaleźć i usunąć przyczynę tego stanu. Najczęściej przyczynami niezgodności są niewłaściwa praca zamocowań i blokowanie rurociągu [6].

Gdy rurociąg podtrzymuje zamocowanie sprężynowe należy zabudować wskaźniki przemieszczeń w osi pionowej oraz — o ile to możliwe — w osiach pozostałych i mierzyć te wartości z częstotliwością jak przy reperach.

Wyniki pomiarów i obliczeń należy zapisywać w tablicach 4 i 5.

Uwaga: Wszystkie permanentne pomiary przemieszczeń (geodezyjne i na wskaźnikach), wysokości sprężyn itp. powinny być wykonywane po: sprawdzeniu zgodności danych rzeczywistych z projektowymi, regulacji rurociągu i określeniu danych wstępnych (początkowych).

Instrukcja kontroli i eksploatacji rurociągów

W celu zapewnienia bezpieczeństwa i zwiększenia trwałości instalacji rurociągów wysokoprężnych należy cały układ rurociągów wraz z zawieszaniami objąć nadzorem w następującym zakresie:

- bieżąca obsługa i konserwacja,
- okresowe przeglądy i pomiary wraz z regulacją zamocowań,
- drobne naprawy i remonty.

Podstawą prowadzenia profilaktyki jest znajomość trasy rurociągu oraz zakresów przemieszczeń poszczególnych punktów podparcia i działających w nich sił.

Typowe czynności obsługi

- Przestrzeganie instrukcji eksploatacji bloku w zakresie rurociągów.
- Wizualna kontrola rurociągu i stanu zamocowań, w tym:
 - sprawdzenie spadków poszczególnych poziomych odcinków rurociągu w kierunku przepływu czynnika,
 - sprawdzenie swobody przesuwu rurociągu we wszystkich trzech kierunkach (x — wzdłuż osi kotła, y — poziomo, prostopadłe do x , z — pionowo),
 - sprawdzenie czystości zespołów sprężynowych wszystkich zawiesznień,
 - sprawdzenie stanu zawiesznień i podparć (np. deformacje elementów, brak napięcia sprężyn, zerwanie uchwytów, zablokowanie sprężyn itp.),
 - sprawdzenie zwolnienia blokad zespołów sprężynowych,
 - sprawdzenie położenia roboczych zespołów sprężynowych w normalnym zakresie pracy,
 - sprawdzenie czy elementy zawiesznień nie są blokowane o sąsiednie rurociągi lub elementy konstrukcyjne.

- Utrzymywanie elementów instalacji w należyтым stanie technicznym.
- Informowanie służb remontowych o zauważonych usterekach oraz prowadzenie podczas eksploatacji ewidencji uszkodzeń i stwierdzonych usterek.

Okresowe przeglądy i pomiary

- ◆ Oględziny zewnętrzne rurociągu wraz z elementami zawiesznień i podparć.
- ◆ Usuwanie obcych elementów stałych i nagromadzonego pyłu z elementów sprężystych, a zwłaszcza stałosiłowych.
- ◆ Smarowanie łożysk w przegubach zawiesznień stałosiłowych.
- ◆ Kontrola wyregulowania (nastaw) zawiesznień stałosiłowych.
- ◆ Pomiary przemieszczeń rurociągu w miejscach zawiesznień i podparć.
- ◆ Pomiary ugięcia roboczego sprężyn zawiesznień sprężynowych jedno- i dwucięgnowych.
- ◆ Pomiary sił w cięgnach zawiesznień rurociągu.
- ◆ Sporządzenie protokołu z wykazem zmierzonych wielkości i stwierdzonych usterek mechanicznych.
- ◆ Obliczenie procentowych odchyłek wyników od wartości projektowych.
- ◆ Usunięcie stwierdzonych usterek mechanicznych.
- ◆ Regulacja zawiesznień w stanie zimnym rurociągu.
- ◆ Regulacja zawiesznień w stanie roboczym rurociągu.

Częstość przeglądów

- ◇ Czynności obsługi wymienione w podrozdziale *Typowe czynności obsługi* powinny być wykonywane na bieżąco, przynajmniej po każdym uruchomieniu i zatrzymaniu.
- ◇ Przeglądy i pomiary okresowe (wymienione w podrozdziale *Okresowe przeglądy i pomiary*, z wyjątkiem pozycji ostatniej) należy wykonać w odstępach 6-miesięcznych.
- ◇ Regulację zawiesznień przeprowadza się po każdym remoncie bloku, a także po naprawie uszkodzeń zawiesznień.

Szczegółowy opis wykonywania przeglądu

- Oględziny zewnętrzne rurociągów wysokoprężnych polegają na prześledzeniu całej trasy rurociągu i sprawdzeniu:
 - czy są zachowane założone w projekcie kierunki spadków rurociągu (nie mniejsze jednak niż 0,004 w kierunku przepływu czynnika),
 - czy nie nastąpiło uszkodzenie elementu rurociągu, izolacji lub wskaźników pomiarowych przemieszczeń,
 - czy podpora stała lub przesuwna przylega do podłoża na całej powierzchni,
 - czy rurociąg ma swobodę przemieszczania się w projektowym i rzeczywistym zakresie,
 - czy nie nastąpiło zerwanie cięgna w zawieszeniu,
 - czy obejmmy rurociągu, belki wsporcze i uchwyty cięgien nie są uszkodzone (pęknięte i wygięte),
 - czy ugięcia robocze sprężyn obydwu cięgien zawieszienia dwucięgnowego są jednakowe,
 - czy sprężyny lub cięgna ocierają się o rurociąg, elementy konstrukcyjne lub czy nie są zdeformowane.

- Przed rozpoczęciem pomiarów przemieszczeń i sił należy usunąć nieprawidłowości zauważone podczas oględzin oraz dokładnie sprawdzić i oczyścić z obcych zanieczyszczeń i warstwy pyłu zespoły sprężyn, zwłaszcza zawieszonych stałosiłowych.
- Smarowanie łożysk w zawieszonych stałosiłowych należy wykonać zgodnie z instrukcją producenta lub wg ogólnych wytycznych zawartych w *Katalogu łożysk tocznych*.
- Kontrola wyregulowania zawieszonych sprężynowych i stałosiłowych polega na sprawdzeniu położenia:
 - elementów blokujących;
 - wskaźników regulacyjnych;
 - wskaźnika przemieszczeń;
 położenia wskaźników regulacyjnych obydwu zespołów sprężyn zawieszenia stałosiłowego „trójkątnego” muszą być identyczne.
- Pomiary przemieszczeń rurociągu:
 - przemieszczenia rurociągu w kierunku pionowym (z) mogą być mierzone za pomocą wskaźników zabudowanych na zawieszonych sprężynowych; zawieszona stałosiłowa ma fabryczne wskaźniki przesunięć z podziałką milimetrową; pomiar polega na odczytaniu wskaźnika w czasie dokonywania przeglądu;
 - przemieszczenia w płaszczyźnie poziomej (x, y) w punktach podparcia rurociągu można mierzyć po wykonaniu specjalnego oprzyrządowania lub geodezyjnie; raz wykonane oprzyrządowanie pomiarowe służy do pomiarów w całym okresie nadzoru.

Uwagi końcowe

Diagnostyczny nadzór nad stanem technicznym systemu zamocowań rurociągów wysokoprężnych, którego podstawową cechą jest kompleksowość i systematyczność działań, pozwala nie tylko na utrzymanie pełnej sprawności technicznej, ale także na krótko- i długoterminową profilaktykę. Ze względu na dużą liczbę informacji, które należy każdorazowo analizować, optymalnym rozwiązaniem jest opracowanie dla każdego z objętych nadzorem rurociągów eksperckiego programu komputerowego. Obecnie w *Pro Novum* są prowadzone prace nad pakietem programów do aktywnej analizy danych zbieranych z objętych nadzorem rurociągów wysokoprężnych dla bloków o mocy 200 i 120 MW.

LITERATURA

- [1] Warunki techniczne dozoru — urządzenia ciśnieniowe — DT-UC-90/RC
- [2] Brunné W.: Badania rzeczywistej reakcji zamocowań głównych rurociągów parowych. *Energetyka* 1993, nr 12
- [3] Dobosiewicz J.: Uszkodzenia kolan rurociągów parowych pracujących w warunkach pełzania. *Energetyka* 1991, nr 4
- [4] Dobosiewicz J., Brunné W.: Ocena stanu głównych rurociągów parowych bloków energetycznych. *Energetyka* 1993, nr 3
- [5] Sprawozdanie *Pro Novum* nr 96.531/95 (praca nie publ.)
- [6] Instrukcja badań i pomiarów oraz oceny stanu technicznego głównych rurociągów parowych w elektrowniach i elektrociepłowniach (uzgodniona przy piśmie UDT sygn. DC-29/93). Instrukcja *Pro Novum* PN/19.245/93

pro novum

Mgr inż. Piotr Kuśmierski, mgr Marian Szczygielski

UKD 621.311:621.644

Pro Novum — Katowice

Stan zamocowań głównych rurociągów parowych bloków o mocy 200 MW

Zamocowania rurociągów 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. Ponadto stan zamocowań ma także bezpośredni wpływ na wartość i kierunek spadów oraz na wartość przemieszczeń rurociągu (między stanem zimnym a gorącym) [1].

W praktyce, w zależności od miejsca zabudowy, są stosowane różne typy zamocowań:

- zawieszania sprężynowe jedno- i wielokolumnowe,
- zawieszania sprężynowe stałosiłowe,
- zawieszania dźwigniowo-ciężarkowe (przeciwwagowe) — stałosiłowe,
- zawieszania wielokrążkowe stałosiłowe,
- podpory ślizgowe,
- podpory stałe.

Na ocenę stanu zamocowań składają się:

- a) analiza projektu rurociągu,
- b) przegląd w stanie zimnym i gorącym,
- c) pomiar reakcji zamocowań.

W artykule przedstawiono analizę stanu zamocowań głównych rurociągów parowych na podstawie danych projektowych, obliczeniowych i rzeczywistych — odnoszących się do bloków o mocy 200 MW.

Analiza projektu rurociągów

Z przeprowadzonej analizy dokumentacji projektowej wynika, że dla projektowanych w tym samym okresie bloków o mocy jednostkowej 200 MW różnica między zastosowanymi typami zamocowań oraz miejscem ich rozmieszczenia są niewielkie. Na rurociągach tych zabudowano na przemian zamocowania sprężynowe i dźwigniowo-ciężarkowe [4—12].