

WOJCIECH BRUNNÉ
 JERZY TRZESZCZYŃSKI
 Pro Novum Sp. z o.o.
 JANUSZ HALIŃSKI
 Geopomiar S.C.

Zdalna diagnostyka głównych rurociągów parowych bloków energetycznych

Z wielu względów diagnostyka rurociągów parowych obejmująca zarówno stan metalu jego elementów, jak również analizę przemieszczeń cieplnych jest zadaniem, któremu należy zapewnić wysoki status.

Szczególnie istotne znaczenie ma to w przypadku głównych rurociągów parowych, których czas pracy zamierza się przedłużyć do ok. 350 000 godzin lub w innych sytuacjach, gdy wzmożony nadzór diagnostyczny jest zalecany ze względu na bezpieczeństwo pracy.

Zadanie takie realizowane tradycyjnie jest pracochłonne, a więc kosztowne.

Zwykle, aby dostosować się do wymagań produkcyjnych oraz zmieścić się w akceptowalnych kosztach, ogranicza się zakres badań i analizy, a zatem także jakość diagnostyki.

Najwyższy, profesjonalny poziom diagnostyki instalacji rurociągowych przy niskich kosztach można zapewnić analizując w trybie „on-line” te warunki pracy rurociągów, które umożliwiają, także w czasie rzeczywistym, monitorowanie ich stanu technicznego i weryfikację prognozy trwałości. Oznacza to możliwość wykonywania nadzoru diagnostycznego w trybie zdalnym, praktycznie bezobsługowym.

Takie rozwiązanie powstało we współpracy firm Pro Novum Sp. z o.o. i Geopomiar S.C. rozpoczynamy wdrażać zbierając pierwsze doświadczenia praktyczne.

Zdalną diagnostykę elementów krytycznych kotłów, turbin i generatorów Pro Novum wdrożyło w kilku elektrowniach. Prezentowane rozwiązanie jest jeszcze jednym przykładem aplikacji nowego podejścia do diagnostyki zarówno w wymiarze technicznym, jak i organizacyjnym oraz ekonomicznym.

Zdalna diagnostyka urządzeń ciepłno-mechanicznych elektrowni, a w tym także głównych rurociągów parowych, wykorzystuje informacje pochodzące z dwóch źródeł:

- ▲ badania wykonywane podczas postoju urządzenia,
- ▲ analiza bieżących warunków pracy na podstawie monitorowania istotnych, z punktu widzenia trwałości urządzenia, w tym możliwości identyfikowania stanów awaryjnych, ciepłno-mechanicznych parametrów pracy.

Pierwsze źródło danych to diagnostyka, wykorzystująca badania nieniszczące, niszczące, pomiary geometrii oraz obliczenia do oceny stanu technicznego i opracowania prognozy trwałości elementów krytycznych.

Przy opracowaniu oceny stanu technicznego opieramy się na naszej, uzgodnionej z UDT, metodyce postępowania w formie:

- instrukcji badań i pomiarów diagnostycznych oraz oceny stanu technicznego rurociągów wysokoprężnych i wysokotemperaturowych w elektrowniach i elektrociepłowniach [1],
- rekomendacji w zakresie kwalifikowania urządzeń ciepłno-mechanicznych bloków 200 MW w PKE SA do pracy do 350 000 godzin [2].

Drugie źródło danych to monitorowanie w trybie „on line” wybranych parametrów pracy rurociągów, co pozwala na ocenę ich bieżącego stanu technicznego oraz aktualizację prognozy trwałości.

Na temat oceny stanu technicznego rurociągów istnieje bogata literatura techniczna, m.in. [3–5]. Zdalna diagnostyka nie wprowadza

w tym zakresie dodatkowych wymagań. Każdy, poprawny sposób określenia stanu technicznego rurociągów i ich prognozy trwałości może stanowić podstawę do kontynuowania ich bieżącej oceny w sposób zdalny – bezobsługowy.

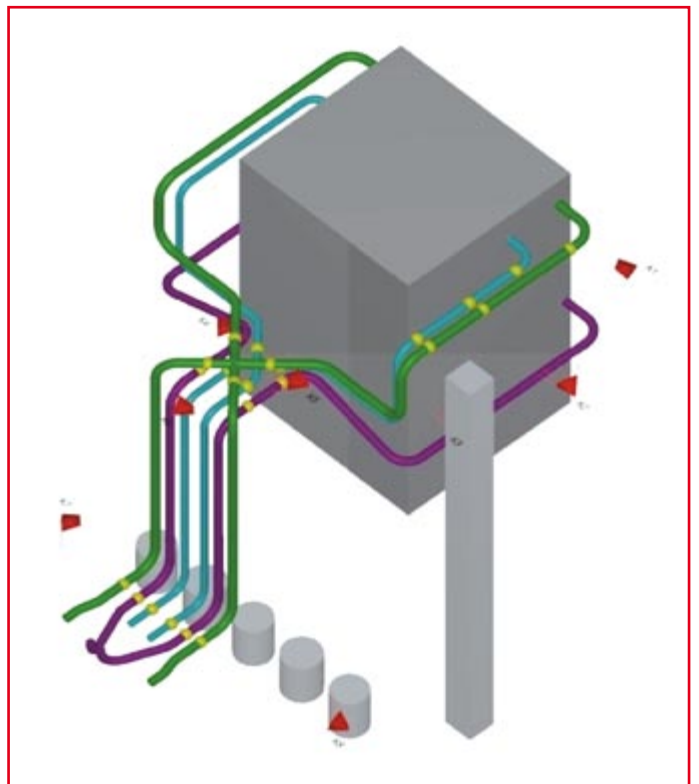
Koncepcja zdalnej diagnostyki rurociągów parowych

Istotą zdalnej diagnostyki jest wybór parametrów pracy, których bieżące wartości można powiązać z warunkami pracy istotnie wpływającymi na stan techniczny poszczególnych elementów oraz całej konstrukcji. Następnie należy opracować algorytmy ich przetwarzania oraz kryteria oceny wyników obliczeń.

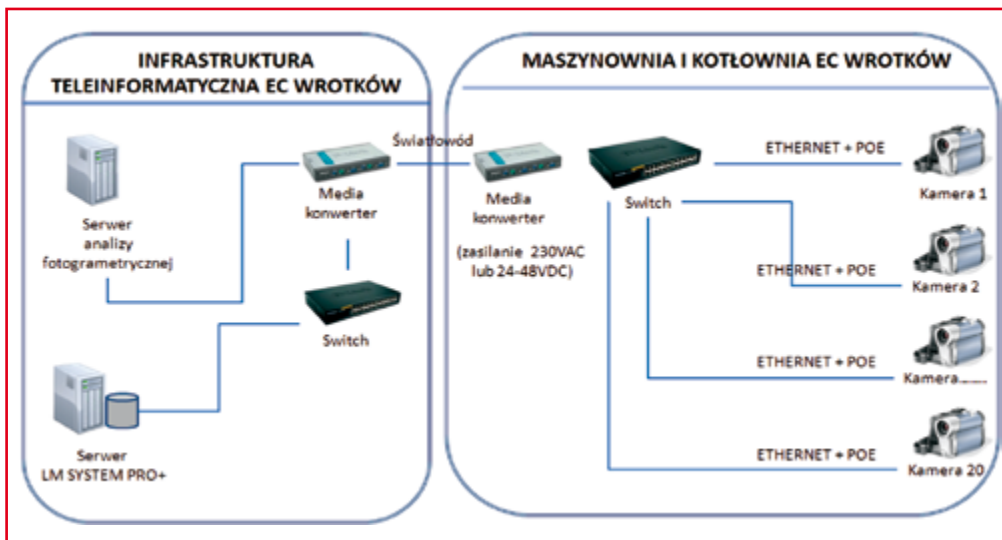
Posiadając aktualną ocenę stanu technicznego rurociągów można zsynchronizować procesy:

- technologiczny,
- diagnostyki,

w taki sposób, że każde – istotne z punktu widzenia potencjalnego ubytku trwałości – „zdarzenia eksploatacyjne” może być w trybie „on line” analizowane pod kątem zmiany stanu technicznego i redukcji prognozy



Rys. 1. Schemat rozmieszczenia reperów oraz kamer do śledzenia ich przemieszczeń na głównych rurociągach parowych bloku 200 MW



Rys. 2. Panel fotogrametryczny

trwałości. Wymaga to integracji, za pośrednictwem bloku analitycznego, dwóch wyżej opisanych źródeł danych.

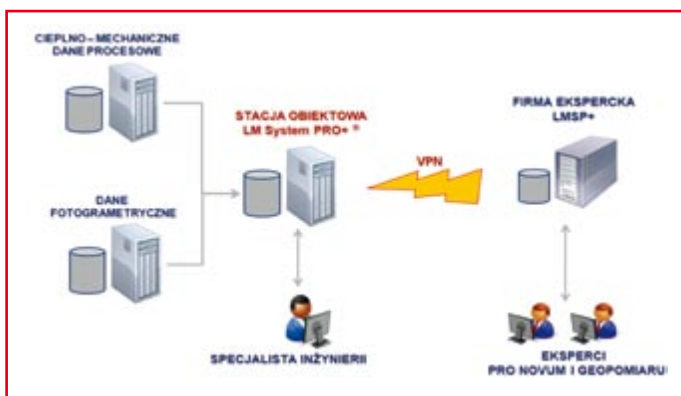
Charakterystyczną cechą rurociągów parowych jest to, że nie wystarczy analizować cieplno-mechaniczne warunki pracy poszczególnych ich elementów, żeby mieć prawdziwy (pełny) obraz ich stanu technicznego. Należy jeszcze dysponować odpowiednimi informacjami dotyczącymi przemieszczeń cieplnych całej instalacji.

Fotogrametryczny system detekcji przemieszczeń, opis techniczny

Fotogrametryczny system detekcji przemieszczeń służy do ciągłych, automatycznych pomiarów przemieszczeń różnego typu obiektów. Dedykowany jest w szczególności do pomiarów przemieszczeń reperów, zastabilizowanych na rurociągach parowych bloków energetycznych.

System zbudowany jest z zespołu kamer przemysłowych i jednostki sterującej (komputera). Kamery są połączone systemem kabli i przekazników z jednostką sterującą, na której zainstalowane jest odpowiednie oprogramowanie. W skład systemu wchodzi ponadto repery pomiarowe zastabilizowane na badanym obiekcie oraz repery odniesienia. Repery pomiarowe przewidziane dla pomiarów rurociągów parowych to stalowe trzpienie przyspawane do rurociągu. W celu prawidłowej detekcji obrazu, repery muszą posiadać kuliste końcówki. Podobną budowę muszą mieć również repery odniesienia, z tym, że montowane będą one na stałych elementach konstrukcyjnych (ściany, słupy itp.).

Działanie systemu polega na cyklicznej rejestracji obrazu, detekcji położenia reperów pomiarowych i obliczeniu ich współrzędnych. Po uruchomieniu systemu cykle wykonywane są w sposób ciągły – po wykonaniu jednego cyklu automatycznie wykonywany jest cykl kolej-



Rys. 3. Schemat kompletnej infrastruktury IT przeznaczonej do zdalnego nadzoru

ny. Każdy cykl składa się z trzech zasadniczych etapów.

- ◆ **Etap wykonania zdjęć** – w ramach tego etapu każda kamera wykonuje zdjęcie, które następnie przesyłane jest do komputera i zapisywane na dysku w postaci pliku jpg. Wykonanie zdjęć jest synchronizowane – wszystkie kamery wykonują zdjęcia w tym samym czasie.
- ◆ **Etap detekcji obrazu** – podczas tego etapu wykonywana jest analiza obrazów z wszystkich kamer. W efekcie otrzymuje się współrzędne tło (w układzie zdjęcia) reperów pomiarowych i reperów odniesienia dla każdej z kamer. Współrzędne te zapisywane są w plikach tekstowych na dysku komputera.

- ◆ **Etap analityczny** – etap ten dzieli się na dwie części:

- obliczenie elementów orientacji kamer – wykorzystuje się tutaj współrzędne tło reperów odniesienia; w części tej korygowane są i eliminowane ewentualne drobne zmiany położenia i orientacji kamer, wywołane np. drganiami;
- obliczenie współrzędnych reperów pomiarowych – wykorzystuje się tutaj współrzędne tło tych reperów oraz obliczone wcześniej elementy orientacji kamer; w efekcie otrzymuje się tereno-we współrzędne reperów pomiarowych w przyjętym przestrzennym układzie XYH.

Przykład rozmieszczenia kamer na głównych rurociągach parowych bloku 200 MW przedstawiono na rys. 1, a panel fotogrametryczny na rys. 2.

Blok analityczny

Blok analityczny usytuowany jest w Stacji Obiektowej LMSP, która zintegrowana jest z siecią IT elektrowni oraz poprzez VPN z serwerem Platformy Informatycznej LM System PRO+® w Pro Novum. Jeśli elektrownia/centrum zarządzania grupą elektrowni posiada wymieniony system informatyczny, to integracja z serwerem Pro Novum nie jest konieczna, chyba, że eksperci Pro Novum realizują maintenance w zakresie informatycznym oraz support ekspercki.

Koncepcja platformy informatycznej LM System PRO+® oraz przykłady jej obiektowych aplikacji były m.in. prezentowane na poprzednich Sympozjach organizowanych przez Pro Novum oraz opublikowane w Biuletynie Pro Novum na łamach Energetyki [6–7] i w innych czasopiśmie branżowych [8 i 9].

Analiza sygnałów fotogrametrycznych oraz wybranych danych ruchowych odbywa się pod kontrolą programu LM Serwis PRO, stanowiącego jeden z pakietów funkcjonalnych platformy informatycznej LM System PRO+ (rys. 3).

Efektom pracy systemu są automatycznie generowane okresowe raporty, które w najbardziej nieabsorbującej obsłudze wersji generują komunikat typu: poprawnie/nieprawidłowo.

Raporty mogą być komentowane przez ekspertów w formie wniosków i zaleceń.

Podsumowanie

Możliwości systemu bezobsługowej diagnostyki „on-line” rurociągów parowych

- ★ Monitorowanie istotnych, z punktu widzenia trwałości (żywności) elementów krytycznych, parametrów pracy.
- ★ Monitorowanie zachowania się całej konstrukcji, pośrednio, także stanu zamocowań rurociągów.

- ★ Czas pracy rurociągów, w tym czas pracy „pod ciśnieniem – bez przepływu” dla części rurociągów występujących w takich stanach pracy.
- ★ Identyfikacja stanów pracy bloku.
- ★ Wykrywanie stanów awaryjnych w postaci tzw. uderzeń hydraulicznych i/lub wodnych.
- ★ Identyfikacja źródeł pochodzenia zakłóceń jw.
- ★ Bieżąca aktualizacja prognozy trwałości (żywność).
- ★ Aktualny stan techniczny rurociągów.
- ★ Automatyczne dokumentowanie historii eksploatacji.
- ★ Rozwiązywanie indywidualnych problemów, np. dopuszczalnego oddziaływania rurociągów na turbinę, poprawności regulacji zamocowań, etc.

Podstawowe warunki wdrożenia zdalnej diagnostyki rurociągów

- ◀ Rurociągi posiadają aktualną ocenę stanu technicznego oraz prognozę dalszej eksploatacji.
- ◀ Instalacja reperów i kamer do śledzenia przemieszczeń rurociągów.
- ◀ Instalacja Stacji Obiektowej LMSP w elektrowni.
- ◀ Ustanowienie połączenia VPN Stacji Obiektowej LMSP z serwerem w Pro Novum na czas uruchomienia systemu i supportu eksperckiego (opcja) lub serwerem Platformy Informatycznej w centrum zarządzania grupy elektrowni, jeśli wyposażono się wcześniej w takie oprogramowanie.

Uwaga: Do czasu instalacji reperów i kamer system może spełniać swoją funkcję wykorzystując moduł wykrywania i identyfikacji zakłóceń na podstawie typowych parametrów ruchowych.

Korzyści z wdrożenia zdalnej diagnostyki rurociągów parowych

- Bezobsługowy nadzór nad stanem technicznym rurociągów.
- Ocena aktualnego stanu technicznego rurociągów na podstawie wszystkich istotnych informacji diagnostycznych i eksploatacyjnych.
- Niskie koszty nadzoru diagnostycznego przy zachowaniu najwyższych standardów technicznych.
- Spełnienie przepisów Urzędu Dozoru Technicznego.
- Zarządzanie wiedzą o stanie technicznym rurociągów „z jednego miejsca”, np. inżynierii centrum usług wspólnych grupy elektrowni.

- Zapewnienie bezpiecznej pracy, przy niskich kosztach nadzoru diagnostycznego, rurociągów, których czas eksploatacji zamierza się przedłużyć ponad 300 000 godzin.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Instrukcja badań i pomiarów diagnostycznych oraz oceny stanu technicznego rurociągów wysokoprężnych i wysokotemperaturowych w elektrowniach i elektrociepłowniach. Instrukcja Pro Novum nr I/PN-122/1.
- [2] PN/90/2522/2010 Rekomendacje w zakresie kwalifikacji urządzeń ciepłomechanicznych bloków 200 MW w PKE SA do pracy do 350 000 godzin. Katowice 2011.
- [3] Brunné W.: Stały nadzór nad stanem technicznym rurociągów wysokoprężnych w elektrowniach i elektrociepłowniach. Energetyka 2002, nr 11.
- [4] Brunné W.: Możliwości wydłużania żywotności głównych rurociągów parowych do założonego czasu pracy. Energetyka 2002, nr 12.
- [5] Brunné W., Zbrońska-Szczuchura E.: Rekomendacje w zakresie badań i oceny stanu technicznego urządzeń ciepłomechanicznych podlegających Urzędowi Dozoru Technicznego, których czas pracy może przekroczyć 300 000 godzin. XII Sympozjum Informatyczno-Szkoleniowe „Diagnostyka i remonty długoeksploatowanych urządzeń energetycznych”, Wisła 2010.
- [6] Trzszczyński J.: LM System PRO® jako nieodzowna część systemów wspomagania zarządzania elektrownią. VIII Sympozjum Informatyczno-Szkoleniowe „Diagnostyka i remonty długo eksploatowanych urządzeń energetycznych. Jak długo mogą jeszcze pracować stare urządzenia ciepłomechaniczne?”, Ustroń 2006.
- [7] Trzszczyński J.: Concept and Present State of Implementation of LM System PRO® – the System Supporting Maintenance of Thermo-Mechanical Power Equipment. 3rd ETC Generation and Technology Workshop “Life Time Management of Pressurized Equipment”, Dublin, Irlandia 2007.
- [8] Trzszczyński J., Murzynowski W., Białek S.: LM System PRO®+ oprogramowanie wspierające zarządzanie majątkiem produkcyjnym elektrowni. Nowa Energia 2009, nr 5.
- [9] Trzszczyński J., Murzynowski W., Białek S.: Zarządzanie wiedzą o stanie technicznym majątku produkcyjnego grupy elektrowni z wykorzystaniem platformy informatycznej LM System PRO®+. XII Sympozjum Informatyczno-Szkoleniowe „Diagnostyka i remonty urządzeń ciepłomechanicznych elektrowni. Modernizacja urządzeń energetycznych w celu przedłużenia ich eksploatacji powyżej 300 000 godzin”. Wisła 2010.

PAWEŁ LONKWIC

Lift Service SA Lublin

Poprawa bezpieczeństwa urządzeń dźwigowych

Wstęp

Zmiany w normach dotyczące poprawy bezpieczeństwa są uaktualniane w każdej branży. Czynniki wpływające na poprawę warunków bezpieczeństwa urządzeń są najróżniejsze, ale cel przyświecający jest jeden – bezpieczna eksploatacja urządzeń.

Zmiany takie nie omijają również branży dźwigowej. Jedną z norm poprawiających bezpieczeństwo jest norma *PN-EN 81-21 Przepisy bezpieczeństwa dotyczące budowy i instalowania dźwigów. Dźwigi przeznaczone do transportu osób i towarów. Część 21: Nowe dźwigi osobowe i towarowe w istniejących budynkach*. Firmy zajmujące się tą branżą muszą dostosować swoje produkty do wymagań tej normy.

Stan wiedzy

W Urzędzie Patentowym, można się doszukać rozwiązań mających na celu zwiększenie bezpieczeństwa osób znajdujących się w szybie.

Jedna z firm, na podstawie zgłoszenia 329 499, zastrzegła sobie patent pod nazwą „Winda, zwłaszcza z krążkiem trakcyjnym i urządzenie do tymczasowego ograniczenia jazdy kabiny lub przeciwwagi, zwłaszcza z linowym krążkiem trakcyjnym. W zastrzeżeniu tym, twórca, zastrzega całe urządzenie dźwigowe wraz z urządzeniem do tymczasowego ograniczenia ruchu kabiny.

W zgłoszeniu EP 129 678 znane jest urządzenie dla zabezpieczenia tymczasowego obszaru pracy w kanale szybu, które zawiera dźwignię jako element ograniczający jazdę, która może być obracana mechanicznie tak, że znajdzie się na drodze kabiny. Gdy zostaną otwarte drzwi prowadzące do szybu, wymuszony zostaje ruch dźwigni do położenia zabezpieczającego, w którym ogranicza jazdę kabiny wówczas działanie windy jest przerwane, gdy dźwignia jest obrócona do tego położenia.

Z opisu patentowego nr 194 047 znane jest urządzenie do tymczasowego ograniczenia kabiny lub przeciwwagi windy charakteryzujące się tym, że obrót elementu usztywniającego odbywa się równolegle do lub