

Zdzisław Kabza, Prof. dr hab. Inż.
Stanisław Zator, Prof. dr hab. Inż.
Lesław Kwiatkowski, Dr. Inż.
Politechnika Opolska

INVESTIGATIONS OF ASH PIPES DISPLACEMENT IN BP-1150 BOILER

Artykuł prezentuje metody pomiarów zmieniającej się topologii podczas procesu uruchamiania i odstawiania bloku energetycznego. Autorzy skupiają swoją uwagę na przemieszczeniach układów kompensacyjnych pyłoprzewodów wraz z ich opisem.

Słowa kluczowe: *Przemieszczenia topologii, pyłoprzewody, energetyka*

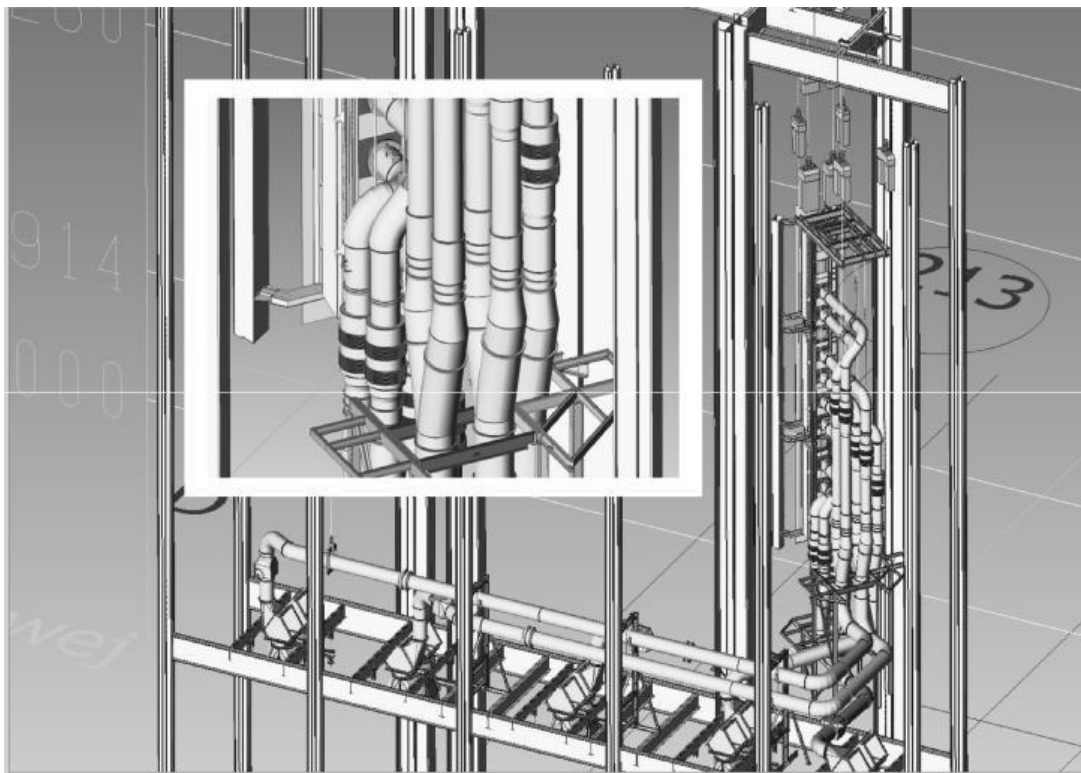
The article presents methods of surveying changing topology during the process of boiler startup and shutdown. Possibility of abnormal movement occurred which led to extensive research of ash pipes. Methodology of those research based on using complex equipment able to measure from a distance up to 200 m with uncertainty of 2 to 5 mm and direct laser measurements was introduced. The main focus of the publication is fixed on describing complicated ash pipe displacements and it's compensation systems as well as exhibition of preliminary results.

Keywords: *Changing topology, ash pipe, power engineering*

W BOT Elektrowni Opole S.A. zainstalowane są 4 bloki energetyczne o mocy 360 MW każdy. Para pod ciśnieniem 18,3 MPa i temperaturze 540 °C produkowana jest przez wieżowe, jednociągowe kotły BP-1150 o wysokości dochodzącej do 100 m. Mieszanka powietrza i pyłu węgla kamiennego z młynów znajdujących się na poziomie 0 transportowana jest pyłoprzewodami dochodzącymi do wszystkich 4 narożników kotła skąd kierowana jest do komory paleniskowej. Podwieszenie kotła na konstrukcji nośnej umożliwia jego równomierne przemieszczenia wzdłuż osi pionowej.

Oddziaływanie temperatury powoduje zmiany wysokości od 30 do 40 cm. W czasie uruchomienia i odstawienia urządzenia kotłowego kompensatory na pyłoprzewodach mają eliminować negatywne skutki przemieszczeń pyłoprzewodów zmieniających położenie wraz z kotłem. Na rys. 1 przedstawiono układ rurociągów zasilających kocioł w paliwo. Ocena zachowań skomplikowanych układów infrastruktury technicznej o zmieniających się w czasie procesu technologicznego

wymiarach geometrycznych to jedno z najtrudniejszych zagadnień analizowanych przez specjalistów odpowiedzialnych za proces eksploatacji obiektów energetycznych.



Rys. 1 . Fragment modelu 3D ilustrujący pyłoprzewody doprowadzające paliwo do komory paleniskowej w kotle BP-1150

Fig. 1 . Fragment of 3D model illustrating ash pipes which deliver fuel to hearth chamber in BP-1150 boiler

Kilkudziesięciocentymetrowe odkształcenia termiczne, rosnąca liczba odstawień, cykliczność obciążeń wymagają sprawnych układów kompensacyjnych. Analiza ewoluującej topologii instalacji na tle wskazań systemów monitorujących, skorelowane parametry technologiczne tworzą tło do wyciągania wniosków wdrażanych w czasie eksploatacji i modernizacji instalacji kotłowych. Monitorowanie stateczności konstrukcji i urządzeń instalacji energetycznej pozwala na szybką interpretację graficzną przemieszczeń pionowych badanych obiektów [1]. Pomiary te dostarczają służbom eksploatacyjnym informacji istotnych do oceny poprawności pracy urządzeń oraz stanu technicznego konstrukcji i fundamentowania [2, 3].

Celem przeprowadzonych pomiarów było określenie odkształceń kompensatorów znajdujących się na pyłoprzewodach oraz ich zachowania podczas rozruchu i odstawienia bloku energetycznego. Zaprojektowane kompensatory zapewniają prawidłowe wydłużenie i skracanie pyłoprzewodów jedynie wzdłuż osi z rurociągu (w

panionie). Obserwacje działania instalacji wskazują na występowanie przemieszczeń kompensatorów nie tylko w płaszczyźnie poziomej, ale także ich skręcanie. Powoduje to szybsze zużycie i większą awaryjność przekładającą się bezpośrednio na straty ekonomiczne. Zachodzi zatem potrzeba identyfikacji przemieszczeń kompensatorów w przestrzeni trójwymiarowej.

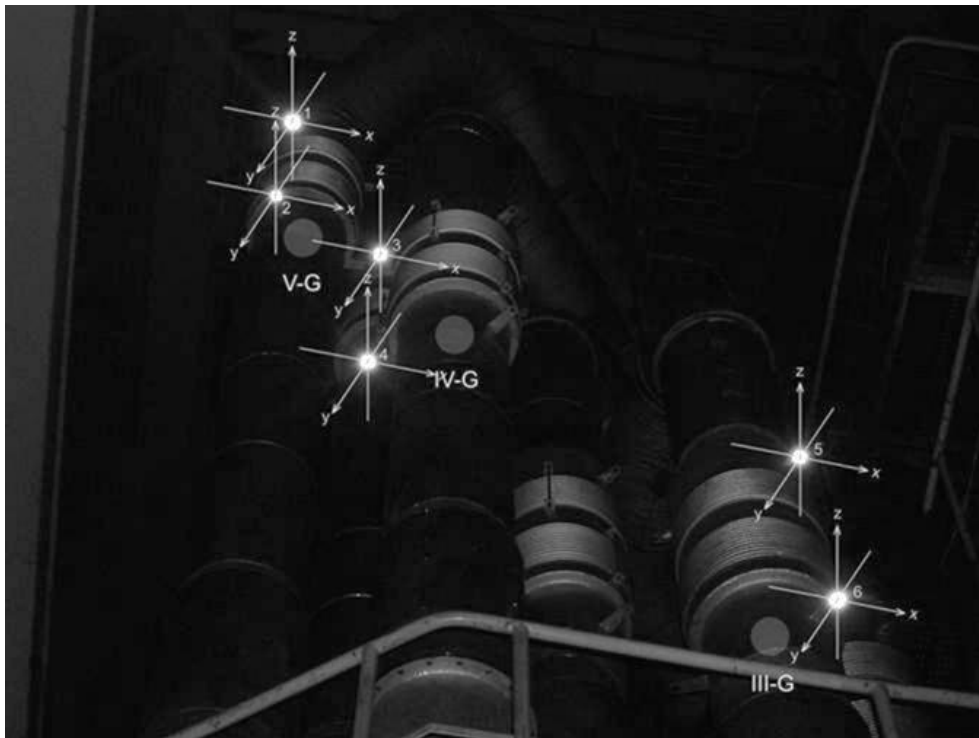
Planowanie eksperymentu i wstępna analiza metrologiczna pozwoliły na wyznaczenie punktów pomiarowych znajdujących się na poziomach 3...1 2 m, do których nie było bezpośredniego dostępu. Wymusiło to wybór aparatury pomiarowej umożliwiającej pośredni odczyt przemieszczeń z niepewnością od 2 do 5 mm. Wyniki przemieszczeń powinny być bezpośrednio importowane do modelu obiektowego wykorzystywanego do obliczeń wykonywanych metodą elementów skończonych z użyciem profesjonalnego oprogramowania, np. Autodesk Inventor 1 1 . Do wyznaczenia przemieszczeń pyłoprzewodów w trzech płaszczyznach wykorzystano specjalistyczną aparaturę, taką jak geodimetr Total Station z rodziny TRIMBLE 5600, tachimetr Leica TC2002 [4], które jako jedyne zapewniały wymaganą niepewność pomiarów. Te nowoczesne urządzenia bezlustrwane eliminują uciążliwą konieczność fizycznego dostępu do punktów pomiarowych. Total Station umożliwia pomiar z odległości

200 metrów, w szczególnych przypadkach do 600 metrów w zależności od barwy i refleksyjności powierzchni obiektu z niepewnością pomiaru kąta poziomego i pionowego równą 3'' oraz odległości 1 mm, przy czasie pomiaru w trybie standard – 3,5 s, szybki pomiar – 1 ,3 s, szybki tracking – 0,4 s [5].

Metoda bezlustrwana wykorzystująca wyżej wspomniane geodimetr oraz tachimetr polegała na umieszczeniu markerów na charakterystycznych punktach obiektu oraz rejestrowaniu ich położenia w przestrzeni trójwymiarowej w relacji do wcześniej zadeklarowanych stałych punktów osadzonych na nieruchomej konstrukcji (rys. 2).

Drugą metodą były bezpośrednie pomiary laserowe z niepewnością rzędu 2 mm polegające na odczycie współrzędnych trzech punktów na podstawie których było możliwe jednoznaczne wyznaczenie położenia pierścienia kompensatora. Dodatkowo mierzone było przesunięcie pierścienia w płaszczyźnie poziomej.

Wykorzystano również aparaty cyfrowe o wysokiej rozdzielczości matrycy (Canon EOS30D) oraz narzędzia informatyczne jakimi dysponuje Elektrownia m.in. profesjonalne modułowe oprogramowanie „Proman” analizujące na bieżąco stan instalacji technologicznych oraz systemów automatyki, raportujące i wizualizujące zarówno dane bieżące jak i historyczne [6]. Podczas badań wykorzystana została funkcjonalność raportowania wybranych temperatur mieszanki węglowo-powietrznej oraz przepływu strumienia paliw (rys. 3).



Rys. 2. Wybrane zamarkowane punkty pomiarowe
Fig. 2. Marked chosen measured points

Do pełnej analizy zachowania się instalacji wykorzystano:

- modele obiektowe 3D,
- techniki pomiarowej weryfikacji ewoluującej topologii infrastruktury technicznej,
- systemy akwizycji danych i monitorowania wyników pracujące w czasie rzeczywistym.

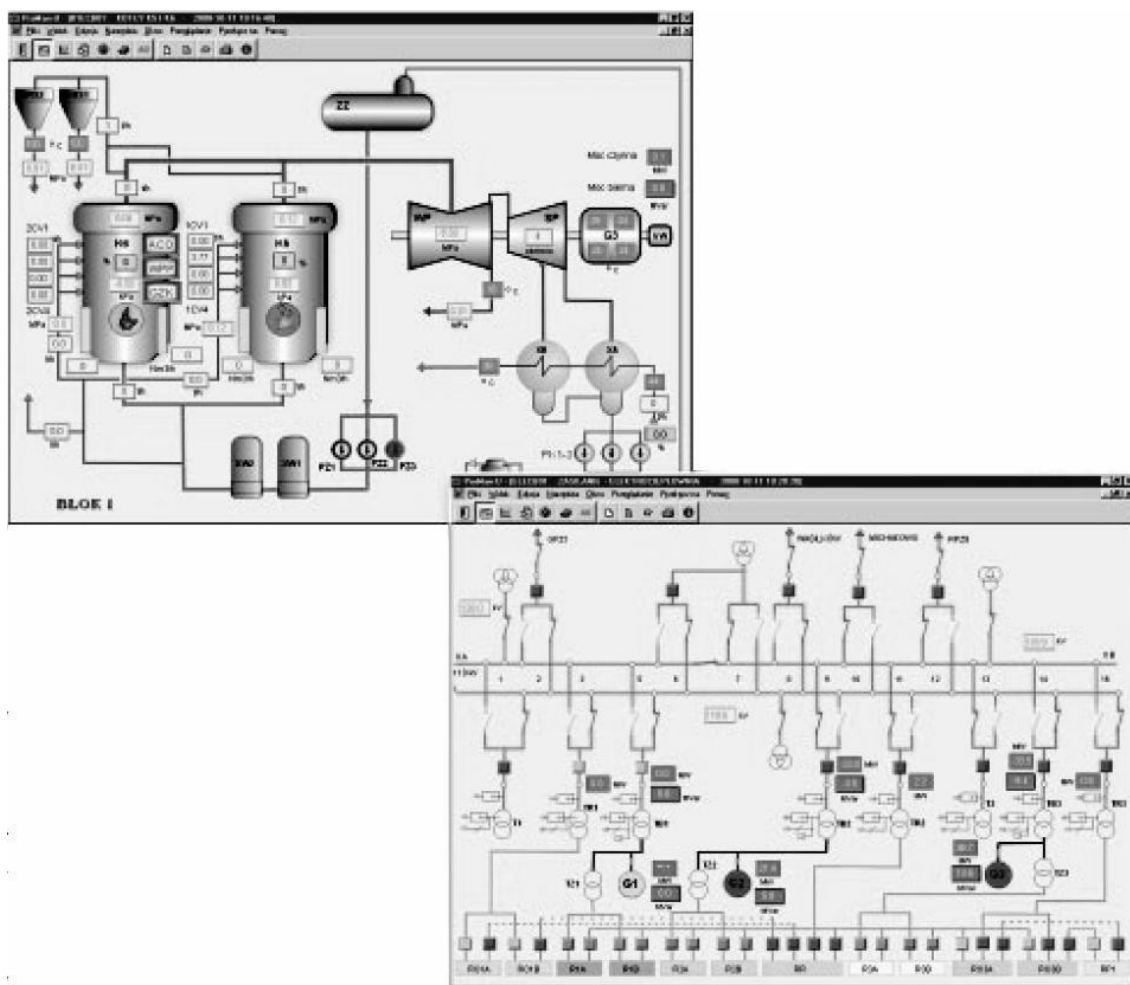
Proponowana technologia umożliwia:

- pełną weryfikację poprawności technologicznej i kompletności dokumentacji projektowej,

- bieżącą kontrolę zasadności dokonanych zmian technologicznych w dokumentacji projektowej w czasie prac badawczo-modernizacyjnych,
- bieżącą kontrolę poprawności wykonania prac budowlanomontażowych,
- integrację z harmonogramami realizacyjnymi oraz zasobami baz danych,
- wykorzystanie modeli przestrzennych w nowoczesnym zarządzaniu obiektami.

Wizualizacja wykonanych pomiarów jest wykorzystywana do analizy procesów diagnostycznych i remontowych. Na ich podstawie można wywnioskować, iż następują niedozwolone zmiany

topologii pyłoprzewodów podczas rozruchu i odstawienia bloku. Analizowano także wpływ temperatury mieszanki pyłowopowietrznej i wybranych parametrów bloku energetycznego na zachowanie instalacji.



Rys. 3. Przykład wizualizacji danych [6]
 Fig. 3. Example of data visualization [6]

Literatura

1. Diagnostyka eksploatacyjno-remontowa urządzeń energetycznych. Zagadnienia wybrane (pod red. Z. Kabzy i P. Santarius), Wyd. Federacji S towarzyszeń Naukowo-Technicznych "Energetyka i Środowisko", Warszawa-Opole-Ostrava 2006, s.31-36 ISBN: 83-923118-4-1
2. Z. Kabza, L. Kwiatkowski: Designing Constructing and Operating Data in Common Environment. Zeszyty Naukowe Politechniki Opolskiej nr 299 seria Elektryka z.55, Opole 2005.
3. Z Kabza, L. Kwiatkowski, K. Pawłowski: Wykorzystanie ewolucyjnych modeli obiektowych w gospodarce remontowej, Mat. Konferencyjne GRE ' 2006, Zeszyty Naukowe Pol. Opolskiej, Seria Elektryka z.5 6, Nr kol. 315/2006, Opole 2006
4. W. Anigacz, K. Czmielowski: Autokolimacyjna metoda badania warunków osiowych ustawienia walcarki typu S endzimir ZR. Przegląd Geodezyjny nr 11/2004 s. 12-15
5. Badania przemieszczeń pyłoprzewodów zasilających kocioł BP-11 50, PAK, vol. 53, N. 12/2007, s 30-32
6. S. Zator, Z.Kabza, L.Kwiatkowski: Hybrydowe techniki pomiaru przemieszczeń obiektów instalacji technicznych, Energetyka, 2011, N.2-3, s.144-147