

# Projektowe i organizacyjne uwarunkowania diagnostyki procesów powstawania i rozwoju pęknięć w rurociągach energetycznych

## Streszczenie

Przedmiotem badań jest zmęczenie korozyjne zachodzące w kolanach rurociągów energetycznych wody zasilającej. Mechanizm procesu zmęczenia korozyjnego polega na inicjacji pęknięć w materiale rurociągu w skutek zmiennego naprężenia rozciągającego uszkadzającego pasywną warstwę tlenków żelaza przy jednoczesnym, korozyjnym, oddziaływaniu środowiska wodnego.

Rurociągi wody zasilającej, ponieważ nie charakteryzują się wysokimi parametrami czynnika traktowane są w procedurach zarządzania majątkiem produkcyjnym elektrowni jako obiekty mniej istotne. Wynika to z małej awaryjności tych instalacji. Dlatego procedury i instrukcje dla tych rurociągów są często niekompletne i nie uwzględniają szeregu czynników istotnych dla bezpieczeństwa ich eksploatacji.

W pracy przedstawiono przykłady uszkodzeń w urządzeniach energetycznych wywołanych przez zmęczenie korozyjne. Dla każdego przykładu opracowano opis uwzględniający charakter uszkodzenia, dokumentację zdjęciową oraz wykonano analizę przyczyny uszkodzenia. W pracy skupiono się na przypadku uszkodzenia rurociągu wody zasilającej bloku klasy 120MW. Dla tego przypadku uszkodzenia wykonano szczegółowe obliczenia wytrzymałościowe. Ponadto, do pracy pozyskano, wyniki badań przemysłowych tego rurociągu. Pozwoliło to na odniesienie wyników analiz do wyników uzyskanych w badaniach przemysłowych.

Zmęczenie korozyjne powstaje, gdy pasywna warstwa tlenków żelaza straci szczelność. Podczas realizacji pracy wykonano badania warstwy tlenków żelaza, w celu określenia modułu Younga. Ponadto wykonano analizy MES, które potwierdziły, że owalizacja kolan powoduje wzrost naprężeń obwodowych. Wzrost naprężeń, w strefach neutralnych kolan, jest umiejscowiony na powierzchni wewnętrznej kolan. W ten sposób określono współczynnik spiętrzenia naprężeń obwodowych, uwarunkowanych cechami geometrycznymi kolana oraz ciśnieniem wody.

Na podstawie badań i analiz opracowano wytyczne do korekty obowiązujących obecnie metod nadzoru eksploatacyjnego i procedur obliczeń wytrzymałościowych. Nowe procedury, w projektowaniu, zmniejszają ryzyko powstania uszkodzeń powodowanych zmęczeniem korozyjnym, w nowych instalacjach. Dla istniejących instalacji, zaproponowano korekty w procedurach diagnostycznych rurociągów wody zasilającej, które zwiększają bezpieczeństwo ich eksploatacji. Ponadto analizy ekonomiczne, przedstawionych wytycznych, wykazują, że ich zastosowanie może przynieść pozytywne efekty ekonomiczne w postaci oszczędności w utrzymaniu tych urządzeń. Dotyczy to nowo projektowanych instalacji, jak również już istniejących.

## **Design and organizational conditions for the diagnosis of initiation and propagation cracks in power generation industry pipelines**

### **Summary**

The subject of the examinations is a fatigue corrosion which occurs in bends of feedwater pipelines. Mechanism of a fatigue corrosion process depends on forming cracks in pipeline as a result of changeful tension which destroys oxide ferrous layer and influence of corrosion conditions.

Feedwater pipelines, because of not high temperature value, are treated as less important objects in procedures of power generation utilities maintenance. It is a result of low failure rates of these installations. Therefore procedures and instructions are often not complete for these pipelines and do not provide for many factors which are important for safety operation.

In the study some examples of fatigue corrosion in power generation devices were shown. For all examples description was elaborated, the description consist of failure character, photos documentation and failure root cause analysis. A failure example of a feedwater pipeline of 120MW power generation unit was focused on in the study. For this failure example detailed strength calculations were made. Moreover industrial examination results of the feedwater pipeline of 120MW were delivered and used. It allowed on comparison results from analysis made in the study with results achieved on site.

Fatigue corrosion occurs when passive oxide ferrous layer is cracking. During the study examinations of oxide ferrous layer were made in order to Young modulus estimation. Furthermore FEM analysis was made, which confirmed that the bend ovality increases hoop stresses. The stress increase is placed on internal side of bend in neutral area of elbow bending. In this way, the factor of hoop stress intense was estimated which is causes by geometrical parameters of the bend and pressure of water.

On basis of examinations and analysis the guidelines revision of the present procedures of maintenance and strength calculations were elaborated. The new procedures causes decrease risk of failures caused by fatigue corrosion in new installations in case of design process. The revision of present diagnostic procedures of feedwater pipelines was presented. The revision of diagnostic procedures increases safety operation for installations which have been already built. Furthermore economic analysis of the new procedures determined positive financial effects in case maintenance savings. It concerns new designed and existed installations as well.