

Silesian University of Technology
Faculty of Mechanical Engineering
Department of Fundamentals of Machinery Design

Doctoral Dissertation

**MANUFACTURING PROCESS
DIAGNOSTICS AND DAMAGE
ASSESSMENT OF HSLA STEEL
BUTT-WELDED PIPELINES**

MSc., Eng., Massimiliano Pedot

Supervisor

Dr hab. inż. Prof. PŚ Anna Timofiejczuk

Gliwice, 2022

DIAGNOSTYKA PROCESU PRODUKCYJNEGO I OCENA USZKODZEŃ STAŁOWYCH RUROCIĄGÓW SPAWANYCH DOCZOŁOWO HSLA

Projektowanie złożonej infrastruktury wymaga multidyscyplinarnego podejścia do zapobiegania wypadkom Natech, które są skutkami wtórnymi spowodowanymi zagrożeniami naturalnymi. Podejście to opiera się na dwóch głównych kierunkach: i) zapobieganiu utracie kontroli nad ryzykiem oraz ii) odbudowie po utracie kontroli nad ryzykiem. Koncepcje te można zastosować do instalacji rurociągów, które są kluczowymi elementami zakładów petrochemicznych i rafineryjnych. Są to krytyczne elementy, które wymagają szczególnej uwagi w przypadku niebezpiecznych zdarzeń, ponieważ ich pęknięcie może spowodować wyciek zawartości powodujący możliwe wybuchy. Systemy rurociągów do zastosowań w przemyśle naftowym i gazowym są na ogół połączeniem rur liniowych ze stali węglowej, kolanek, łączników rurowych i elementów pomocniczych połączonych ze sobą za pomocą technologii spawania. Połączenie między elementami jest wrażliwą częścią, która może uruchomić mechanizmy awarii w przypadku ekstremalnych obciążeń. W rzeczywistości produkcja połączeń może odbywać się w różnych warunkach, np. Przyjęta technologia, proces spawania ręcznego lub automatycznego, lokalizacja produkcji, znacząco wpływająca na końcową jakość połączenia.

Dlatego ważne jest, aby kontynuować nowe badania dotyczące innowacyjnych metod diagnostycznych do wykrywania wad, a także dotyczące ostatecznej odporności połączeń spawanych doczołowo pod ekstremalnymi obciążeniami. W pracy badano specyficzną klasę rur składających się z rur ze stali niskostopowej o wysokiej wytrzymałości (HSLA). Szczegółowo zbadano możliwość zastosowania kamer termowizyjnych w celu oceny rozwoju niedoskonałości wewnątrz połączeń spawanych doczołowo. Ponadto zbadano zachowanie połączeń spawanych, które zostały wyprodukowane z optymalnymi poziomami akceptacji jakości, w teście obciążenia udarowego.

Podczas wstępnych działań eksperymentalnych wyprodukowano kilka próbek rur przy użyciu trzech różnych technologii spawania ręcznego. Każda próbka składała się z dwóch części rury stalowej X80 o wysokiej wytrzymałości (średnica 12"3/4) połączonych za pomocą połączeń spawanych doczołowo, które powodowały niedoskonałości wewnątrz. Rzeczywistą pozycję i wielkość tych niedoskonałości określono następnie za pomocą analiz radiograficznych. Informacje te zostały następnie połączone z pomiarami temperatury basenu spawalniczego zarejestrowanymi za pomocą kamery na podczerwień. Proces ten pozwolił uzyskać sygnaturę termiczną każdej konkretnej wady, która jest temperaturą stopionego materiału, która jest związana z rozwojem niedoskonałości.

Jednocześnie przeprowadzono test obciążenia udarowego na próbkach rur wyprodukowanych z optymalnym poziomem akceptacji jakości. Próbki te zostały przetestowane przy użyciu młota

kuźniczego, którego początkowa wysokość została wybrana po symulacjach numerycznych. Badanie obciążenia udarowego pozwoliło ocenić wytrzymałość złącza spawanego symulując obciążenia katastrofalne.