

Praca nr 6

Zastosowanie metod NDT do weryfikacji jakości połączeń spawanych stalowych elementów konstrukcyjnych

W niniejszej pracy przedstawione i opisane zostały stosowane w praktyce metody badań nieniszczących oraz czynniki istotnie wpływające na jakość wytwarzanych złączy spawanych. Dokonano podziału stali konstrukcyjnych, przedstawiono ich wpływ na spawalność stali, która determinuje w znacznym stopniu jakość uzyskiwanego złącza. Przedstawiono budowę i zjawiska zachodzące w złączach spawanych, a także stosowane w praktyce metody wraz z ich zaletami, wadami, ograniczeniami oraz zastosowaniem. Powstające podczas spawania złącza wymagają weryfikacji bez zmian własności użytkowych wytwarzanego obiektu, dlatego stosowane są badania nieniszczące, których przebieg, zastosowanie i weryfikację na ich podstawie zamieszczono w pracy opierając się na normach oraz przeprowadzonych badaniach praktycznych na dwóch stalowych czołowych złączach spawanych. Wykonane badania NDT umożliwiły skuteczne wykrycie niezgodności powstałych w procesie spawania dzięki zastosowaniu wielu metod badań, które wzajemnie się uzupełniają. Wykonanie badań za pomocą metod: wizualnej, penetracyjnej, magnetyczno–proszkowej, radiograficznej oraz ultradźwiękowej i osobna ocena na podstawie wyników uzyskanych z każdego badania umożliwiło weryfikację przydatności danych metod do zastosowania w praktyce.

Badania nieniszczące wykonano w oparciu o obowiązujące normy i standardy z zachowaniem wymogów BHP. Wykorzystano sprzęt badawczy oraz preparaty, które są powszechnie używane są do wykonywania badań nieniszczących przez laboratoria badań nieniszczących na zlecenie zakładów produkcyjnych. Uzyskane dzięki wykonanym w praktyce wyniki badań nieniszczących pozwoliły na ocenę jakości oraz ustalenie poziomów akceptacji badanych złącz. W wyniku badań wykazano, że złącza posiadają nieakceptowalne niezgodności w związku z tym wymagają naprawy i nie nadają się do eksploatacji. Badania wykazały zalety oraz wady poszczególnych metod i ich zastosowanie w praktyce. Na ich podstawie ustalono także jakie kombinacje metod badawczych są skuteczne do wykorzystania w praktyce.

Praca ma na celu przedstawienie oraz porównanie zalet oraz wad poszczególnych metod badań nieniszczących stalowych elementów spawanych poprzez wykonane na stalowych elementach badania praktyczne.

W pracy zostały opracowane zagadnienia dotyczące czynników wpływających na poprawny przebieg procesu spawania. Pozwala to na zrozumienie zjawisk zachodzących w połączeniach spawanych oraz odpowiednie zaplanowanie jego wykonania. W tym celu dokonano podziału stali konstrukcyjnych, które mogą być zastosowane na złącza spawane. Zdefiniowano wpływ rodzaju zastosowanej stali na właściwy przebieg procesu spawania oraz jej przydatność do tego procesu. Omówiono budowę złączy spawanych oraz zmiany w nich zachodzące. Przedstawione zostały możliwe ich przygotowania do spawania oraz rodzaje wykonywanych w praktyce złączy. Scharakteryzowane zostały metody spawania stosowane w praktyce, wytłumaczony został przebieg każdego z procesów, ukazano ich wady, zalety i zastosowania. Po omówieniu czynników wpływających na jakość uzyskiwanych elementów spawanych wyjaśniono zasady wykonywania oraz oceny jakości stalowych złączy spawanych na podstawie badań nieniszczących. Scharakteryzowane zostały techniki i sposoby przeprowadzania badań w zależności od potrzeb i warunków. W pracy odniesiono się do norm i wymagań dotyczących: personelu badawczego, warunków badania i obserwacji oraz zasad oceny badanych złączy. Wszystkie z przedstawionych zagadnień wyjaśniono w oparciu o: doświadczenie zawodowe, artykuły naukowe oraz literaturę przedmiotową związaną z badaniami nieniszczącymi, spawalnictwem oraz metalurgią.

W celu zbadania przydatności i zastosowania poszczególnych metod badań nieniszczących wykonane zostały badania na dwóch złączach stalowych. Zostały one przeprowadzone stosując powszechnie używane urządzenia i środki badawcze zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami w sposób możliwie najbardziej obiektywny. Badania umożliwiły ustalenie poziomów jakości oraz akceptacji badanych złączy, określenie przydatności badanych połączeń w eksploatacji, a także zbadanie zastosowania poszczególnych metod badań nieniszczących. Przeprowadzone badania pozwoliły wykazać jakie niezgodności mogą być wykrywane za pomocą każdej z metod. Dzięki temu ukazano zalety, wady oraz zastosowanie każdej z wykorzystanych metod poprzez ich porównanie.

Podsumowanie

W złączu numer 1 za pomocą badań wizualnych zostały wykryte niezgodności, których wystąpienie umożliwiło uzyskać złączu klasę jakości D. Przeprowadzone badania penetracyjne nie doprowadzały do uzyskania oczekiwanych wskazań i próbka została przyporządkowana do poziomu akceptacji 2X, natomiast wskazania ujawniły się w badaniach magnetyczno - proszkowych i wykryto w wyniku tego badania złącze nie otrzymało żadnego poziomu akceptacji. Ujawnienie wskazań w badaniu MT, a ich nie ujawnienie w PT świadczy o wykryciu

niezgodności usytuowanej blisko powierzchni, co zostało potwierdzone w badaniach radiograficznych oraz ultradźwiękowych. Badania RT umożliwiły wykrycie niezgodności wewnątrz materiału w całości (badanie MT wykryło jedynie część), poznanie jej charakteru oraz położenia. W wyniku badania RT możliwe było wykrycie większości niezgodności, zdefiniowanie jej rodzaju oraz określenie położenia w osi X. Dzięki badaniu UT nie można określić dokładnego rodzaju niezgodności, natomiast można określić dokładne położenie niezgodności we wszystkich osiach. Wykryte niezgodności w tych badaniach nie pozwoliły uzyskać próbce żadnego z poziomów akceptacji, dlatego złącze numer 1 nie spełnia żadnych kryteriów jakości.

W złączu numer 2 przeprowadzone badania powierzchniowe czyli: wizualne, penetracyjne oraz magnetyczno- proszkowe nie wykazały istnienia jakichkolwiek niezgodności. W wyniku badania VT złącze otrzymało klasę jakości B, natomiast w badaniach PT oraz MT klasę akceptacji 2X. Wykonane następnie badania objętościowe wykazały, że w spoinie znajduje się nieakceptowalna niezgodność. Badania RT wykazały, że na odcinku złącza występuje brak przetopu, który jest nie do przyjęcia w przypadku żadnego z poziomów akceptacji. Badanie ultradźwiękowe umożliwiło przebadanie odcinka złącza nie objętego badaniami RT na występowanie niezgodności objętościowych. W odcinku tym nie wykryto jednak jakichkolwiek nieciągłości. Badanie to potwierdziło jednak istnienie niezgodności w tym samym odcinku, w którym wykryło je badanie RT. Umożliwiło ono dodatkowo określenie jego dokładnego położenia we wszystkich płaszczyznach. Złącze numer 2 w wyniku badań RT oraz UT nie uzyskało żadnego z poziomów akceptacji. Złącze to wymaga przeprowadzenia naprawy jedynie w odcinku, gdzie wykryto wadę.

Próbka 1 była spawana za pomocą metody MIG w sposób ręczny. Niezgodności powstałe w złączu wynikają prawdopodobnie z nieprawidłowego doboru parametrów spawania oraz niskich kwalifikacji spawacza. Spoina ma także nieregularny przebieg na skutek niewłaściwej prędkości spawania i jej chaotycznych zmian.

Próbka 2 była spawana za pomocą metody SAW w sposób automatyczny. Odcinek złącza, w którym wykryto niezgodność wymaga naprawy, natomiast pozostała długość złącza spełnia wymogi akceptacji. Spoina jest estetyczna i łagodnie przechodzi w materiał podstawowy. Niezupełne przetopienie w odcinku spoiny może zatem wynikać z kilku czynników takich jak: niewłaściwym doбором parametrów spawania lub ich nagłą zmianą, niewłaściwe przygotowanie do spawania (odległość między elementami spawanymi), niewłaściwe ukosowanie w wadliwym odcinku.

Badaniami podstawowymi są badania wizualne, których akceptacja wymagana jest przed przeprowadzeniem kolejnych badań. W przypadku większości stali skuteczną i szybką metodą są badania magnetyczno - proszkowe, które w porównaniu do badań penetracyjnych są szybsze, czystsze i niekiedy umożliwiają wykrycie wad pod powierzchnią (przykład złącze numer 1). Nie ma możliwości jednak wykonywania badań MT na materiałach paramagnetycznych takich jak na przykład stale austenityczne i aluminium. Z tego względu do tych materiałów stosowane są powszechnie badania PT. Badania radiograficzne i ultradźwiękowe są to badania, które wykonuje się na końcu po zakończeniu i akceptacji w badaniach powierzchniowych. Stosowane są one do badań odpowiedzialnych konstrukcji pracujących po znacznym i niekiedy zmiennym obciążeniu. Zaletą badań radiograficznych jest wysoka wiarygodność oraz możliwość określenia rodzaju niezgodności, dzięki czemu można lepiej przewidzieć zagrożenia związane z występowaniem danej niezgodności. Wadą badań RT jest także niebezpieczeństwo związane z emitowaniem promieniowania, które jest niebezpieczne dla zdrowia i życia organizmów żywych. Badania UT nie pozwalają na określenie dokładnego rodzaju niezgodności, ale umożliwiają na uzyskanie wyniku badania od razu w przeciwieństwie do badań RT, w których trzeba wywoływać radiogramy. Ponadto badania radiograficzne bardziej sprawdzają się do badań cieńszych elementów ze względu na trudności w prześwietlaniu grubych blach, natomiast badania UT są skuteczniejsze w badaniach elementów o większych grubościach. Badania UT oraz RT są znacznie droższe niż pozostałe badania, dlatego wykorzystuje się je w praktyce jedynie do odpowiedzialnych złączy i obejmuje się tymi badaniami jedynie określone odcinki złącza. W przypadku wykrycia nieakceptowalnych niezgodności w obszarze badania należy dokonać naprawy oraz poszerzyć zakres badań o sąsiednie odcinki.

Każde z badań ma zalety oraz wady, natomiast zastosowanie poszczególnych metod w połączeniu pozwala na skuteczne wykrywanie większości niezgodności, ponieważ poszczególne metody badań uzupełniają się wzajemnie. W przypadku mniej odpowiedzialnych konstrukcji stosuje się badania wizualne w połączeniu z penetracyjnymi lub magnetyczno - proszkowymi. Niekiedy stosuje się także jedynie badania VT. W przypadku konstrukcji odpowiedzialnych wykonuje się badania VT w połączeniu z PT lub MT, a na końcu RT lub UT. Niekiedy po badaniach wizualnych pomija się badania PT i MT przechodząc od razu do badań objętościowych.