

ZASTOSOWANIE DEFEKTOSKOPU JAKO NARZĘDZIA ELIMINUJĄCEGO STUPROCENTOWĄ KONTROLĘ JAKOŚCI W ZAKŁADZIE HUTNICZYM

MIDOR Katarzyna

Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania, ul. Roosevelta 26, Zabrze, Polska
E-mail: katarzyna.midor@polsl.pl

Streszczenie: Postęp technologiczny pozwala w zdecydowanej ilości przypadków na wyeliminowanie metod niszczących w kontroli jakości produktów w branży hutniczej. Obecnie możemy za pomocą urządzeń wykorzystujących np. ultradźwięki bądź prądy wirowe dokonywać badań jakości wytwarzanego produktu bez potrzeby niszczenia próbki. Odpowiednio skalibrowane urządzenia kontrolne mogą sprawdzać w czasie rzeczywistym, czy dany detal jest zgodny z obowiązującymi normami i wymaganiami klienta, co w znaczny sposób poprawia wizerunek firmy i niweluje koszty związane z reklamacjami produktu. W artykule zostanie zaprezentowane rozwiązanie mające na celu poprawienie efektywności kontroli jakości zgrzewu produkowanego wyrobu w zakładzie produkcyjnym branży hutniczej. Omawiana huta znajduje się w Polsce na terenie Śląska

Słowa kluczowe: defektoskop, kontrola jakości, metody zarządzania jakością.

1 Wprowadzenie

Postęp technologiczny jaki obserwujemy w ostatnich kilkunastu latach ma wpływ na wszystko co nas otacza. Zastosowanie nowych wynalazków można spotkać w wielu dziedzinach codziennego życia. Staramy się jak najwięcej z nich korzystać w celach poprawy jakości życia, codziennego funkcjonowania a najważniejsze jako pomoc w pracy zawodowej. W przeszłości badania wyrobów, wytworzonych produktów były robione za pomocą metod niszczących. Jeśli nie można było czegoś sprawdzić metodą wzrokową pozostawało tylko zniszczenie danego detalu, materiału bądź produktu.

Obecnie w czasie gdy czas odgrywa coraz większą rolę możemy za pomocą urządzeń wykorzystujących ultradźwięki bądź prądy wirowe dokonać badania jakości wytwarzanego produktu bez potrzeby niszczenia próbki [4,2]. Odpowiednio skonfigurowane mogą sprawdzać w czasie rzeczywistym czy dany detal jest zgodny z obowiązującymi normami czy je nie spełnia i należy go odrzucić bądź dokonać naprawy. Artykuł przedstawia efekty wdrożenia defektoskopu (urządzenia do automatycznego sprawdzania wady zgrzeiny) do cyklu produkcyjnego na linii profilowania znajdującej się na zakładzie produkcyjnym branży hutniczej, w celu poprawienia kontroli jakości zgrzewu.

2 Linia kształtowników giętych na zimno

Uruchomiona w Hucie pod koniec roku 2009 linia technologiczna FCF (z ang. Flexible Cold Forming – elastyczne formowanie na zimno) do produkcji kształtowników zamkniętych o przekroju kwadratowym lub prostokątnym, była najnowocześniejszą w Polsce, a trzecią w Europie w owym czasie. Atutem tych linii jest ich oszczędność wsadu (5-20%), który jest w postaci blachy czarnej bądź aluminiowej. W liniach tego typu produkuje się kształtownik bezpośrednio z blachy o przekroju kwadratowym i prostokątnym w zakresach 70x70 – 140x140 oraz 80x50 – 160x120 o grubości ścianki od 3,0 mm do 6,0 mm, wykonane ze stali gatunku S235, S275 i S355 grupy jakościowej JR, JO i J2 wg normy PN-EN 10219-1,-2:2007 („Kształtowniki zamknięte ze szwem wykonane na zimno ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnziarnistych”) przeznaczone na konstrukcje stalowe. Kształtowniki produkuje się w procesie profilowania rolkowego, zgrzewane wzdłużnie metoda indukcyjną.

Linia technologiczna kształtowników składa się z kilku głównych sekcji takich jak:

1. Rozwijarka - sekcja przygotowania pasma. Obejmuje obrotnicę do taśm z blachy, rozwijarkę, prostownicę, gilotynę do obcinania początków blachy oraz spawarkę. Na wyjściu tej sekcji otrzymujemy jedną długą wstęgę blachy, którą następnie nawijamy na akumulator.
2. Poziomy akumulator spiralny – pozwala na magazynowanie większej ilości zwojów taśm. Eliminuje konieczność zatrzymywania się co kolejne łączenie taśm blachy na poprzedniej sekcji.
3. Sekcja formowania – są to trzy bloki FCF, które poprzez naprzemienne formowanie blachy nadaje jej zamierzony kształt. Zmianę pozycji talerzy następuje w sposób automatyczny, sterowany z pulpitu przy sekcji zgrzewania.
4. Sekcja zgrzewania – w tej sekcji wykorzystuje się generator wysokiej częstotliwości do nagrzania krawędzi blachy a następnie po uplastycznieniu poprzez dociśnięcie rolkami górnymi i bocznymi oraz ściągnięciu wypłytki zewnętrznej tworzy się jak najbardziej jednolitą powierzchnię.
5. Sekcja kalibrowania – w tej sekcji nadaje się ostateczny kształt profilu – jego wysokość oraz szerokość. Ważną zasadą jest, aby każda z czterech rolek się kręciła.
6. Sekcja piły latającej – w tym miejscu następuje docięcie wyprodukowanego kształtownika na żądany wymiar. Sterowanie za pomocą maszyny CNC.
7. Paczkowarka – następuje utworzenie paczki kształtowników, ilość sztuk w każdej paczce zależna od ilość zamówionej przez klientów bądź wagi paczki. Na zakończeniu całego procesu każda paczka profili jest ważona oraz wydrukowywana jest etykieta z niezbędnymi danymi. Po zakończeniu produkcji oraz sprawdzeniu poprawności wykonania oraz wyników badań nieniszczących następuje oklejenie etykiety każdej paczki przez pracownika kontroli jakości.

2.1 Kontrola jakości wyrobów

Kształtowniki kierowane na rynek budowlany muszą spełniać wymagania: wymiarowe, materiałowe i warunków dostawy, które są określone w normach przedstawionych w tabeli 1.

Tabela 1. Wymagania jakościowe dla kształtowników giętych na zimno

Przekrój poprzeczny kształtownika	Norma wymiarowa	Norma materiałowa	Warunki dostawy
Kwadratowy i prostokątny	BN-79/0656-01	PN-88/H-84020	PN-EN 10219-1,-2:2007

Ponadto wytwórca potwierdza, że dostarczone wyroby są zgodne z wymaganiami podanymi w zamówieniu w dokumencie Zakładowej Kontroli Produkcji opatrzonej numerem certyfikatu CE. Opisywana Huta od początku uruchomienia linii FCF prowadzi na bieżąco kontrolę jakości produkowanych kształtowników zamkniętych, na którą składają się:

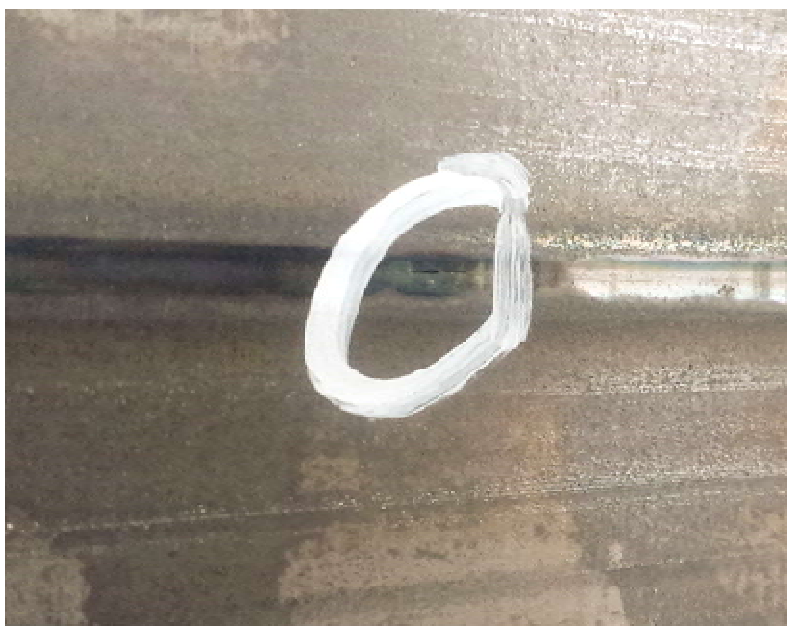
- kontrola wymiarowa,
- kontrola powierzchni,
- kontrola jakości zgrzewania.

Metodą badań kontroli jakości w początkowym okresie działania Wydziału kształtowników, była kontrola wzrokowa przeprowadzana przez pracowników linii produkcyjnej. Skuteczność tej metody zależy od stopnia przeszkolenia, wiedzy, umiejętności oraz doświadczenia załogi. W początkowym okresie, przy małej ilości zamówień metoda ta sprawdzała się, jednak zwiększając produkcję oraz dążąc do maksymalnego wykorzystania mocy produkcyjnych, zaczęto zauważać coraz częściej problemy z jakością kształtowników, a w szczególności z jakością zgrzewu, polegającą na nieciągłości zgrzeiny, co przedstawia rysunek 2. W tabeli 2 zostały wyszczególnione reklamacje na wady zgrzeiny w latach 2011-2014.

Tabela 2. Reklamacje dotyczące wad zgrzeiny w latach 2011-2014

Lp.	Rok reklamacji	Ilość reklamacji [szt]	Reklamowana ilość [kg]	Wielkość produkcji [Mg]	Procent wyrobów wadliwych do wielkości produkcji	Udzielony upust cenowy [%]	Koszt* [zł]
1	2011	3	10 400	600	1,73	3%	7 250
2	2012	4	9 540	6000	0,16	4%	5 400
3	2013	2	8 280	12 300	0,07	5%	40 000
4	2014	3	8 400	19 000	0,04	5%	30 100
Suma kosztów							82 750

*pozycja ta uwzględnia przybliżone koszty udzielonego klientowi upustu i dostarczenia wyrobu wolnego od wad



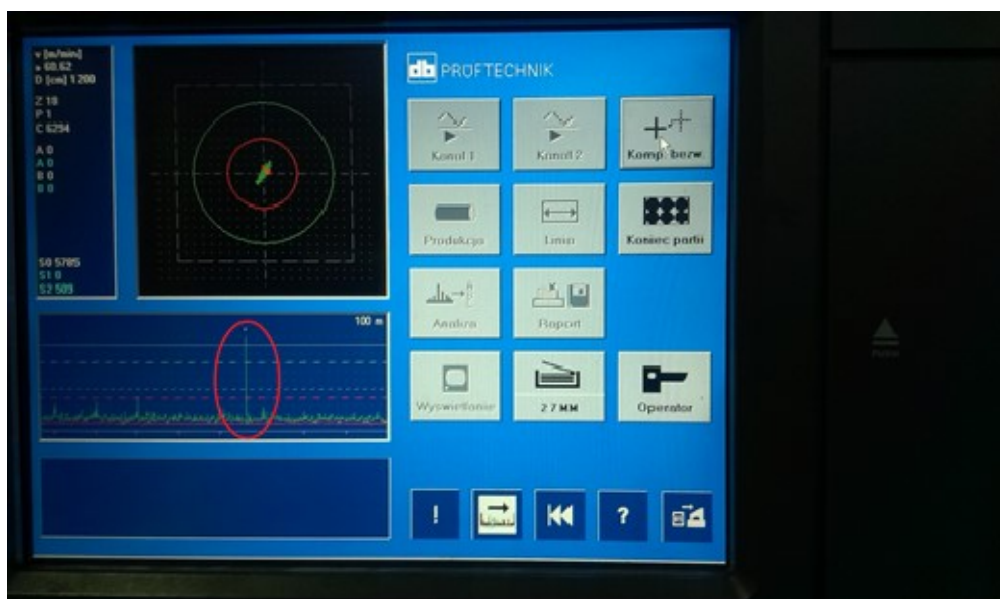
Rys. 2. Wady zgrzeiny w postaci dziur na wypływie zewnętrznej

Analizując tabelę 2 można zauważyć, iż z roku na rok zmniejsza się procent wadliwych kształtowników biorąc pod uwagę wady zgrzeiny. Jednak przy ciągłym wzroście produkcji i zwiększającej się konkurencji na rynku, występowanie wad nawet w niewielkim zakresie jest zjawiskiem niepożądanym i koniecznym wyeliminowania. Także zaprezentowane w tabeli 2 koszty związane z reklamacjami, jakie musiała ponieść huta (ponad 80 tys zł), były zbyt wysokie, aby można było zlekceważyć problem wadliwości produktu. Ponadto do zidentyfikowanych kosztów należy także dodać tak zwane koszty ukryte w postaci utraty wiarygodności na rynku. Mając to na uwadze, na początku roku 2015, postanowiono opracować metodę kontroli jakości zgrzewu, która obok kontroli wzrokowej pracownika zdecydowanie podniesie skuteczność wykrywania wady zgrzewu kształtownika. Wymagania klientów, oraz zapisy w normie dotyczących warunków dostawy wskazały, iż najlepiej jest zastosować urządzenie zdolne mierzyć jakość zgrzeiny, podczas pracy linii, co pozwoli na kontrolę 100%. Na rynku są dostępne dwie technologie do prowadzenia takich badań. Są to urządzenia mogące przeprowadzić badania ultradźwiękami bądź prądami wirowymi [13]. Metoda badania ultradźwiękami znajduje zastosowanie w przypadku wykorzystywania w produkcji blach grubych tzn. powyżej 8 mm. Jest to metoda objętościowa. Badanie metodą wiroprowadową wykorzystującą cewkę jest metodą powierzchniową, która w tym konkretnym przypadku jest najlepszym rozwiązaniem, dlatego też zarekomendowano zakup, instalację oraz uruchomienie urządzenia do pomiarów jakości zgrzeiny metodą wiroprowadową, zamontowaną w ciągu linii technologicznej. Koszt zakupu i zainstalowania takiego rozwiązania wynosi około 50 tys. zł, co daje zwrot inwestycji w ciągu dwóch lat pracy wydziału.

2.2 Urządzenie do badania prądami wirowymi profili zamkniętych

Po przeprowadzanych analizach dokonano zakupu defektoskopu EddyCheck 5 z obrazowaniem X-Y oraz Y-t, cewki segmentowej LAB 3961R UN o częstotliwości 2-1000 kHz z układem różnicowym i absolutnym. Podczas wyboru rozwiązania brane po uwagę były aspekty takie jak: cena, czas wdrożenia, trudność w obsłudze, dostępność serwisu oraz możliwości montażu w ciągu już istniejącej linii technologicznej. Defektoskop EddyCheck 5 jest urządzeniem służącym do pomiarów jakości zgrzeiny uzyskanej po zastosowaniu generatora wysokiej częstotliwości oraz docięnięciu krawędzi kształtownika. Uzyskaną w ten sposób powierzchnię wygładza się używając noża tokarskiego do usuwania wypłytki zewnętrznej. Tak przygotowaną powierzchnię sprawdza cewka segmentowa będąca elementem wyposażenia defektoskopu. W wyniku pomiarów urządzenie otrzymuje informacje z zamontowanej cewki, przetwarza je i interpretuje czy doszło do przerwania ciągłości – nieciągłości zgrzeiny. W tej metodzie można wykryć nie tylko dziury oraz niezgrzania, można również wykryć pęknięcie zgrzeiny od strony wewnętrznej badanej ścianki, co jest dodatkowym atutem tego rozwiązania [3, 1, 5].

Na rysunku 2 przedstawiono ekran roboczy urządzenia do badań wiroprowadowych. Po lewej stronie umieszczony jest ekran na którym znajdują się bieżące informacje. Na górze ekranu można zobaczyć aktualną prędkość linii technologicznej, ustawioną długość kształtownika, ilość sztuk dobrych, złych oraz sumaryczną ilość wyprodukowanych profili. Poniżej na wykresie czasowym możemy zauważyć w jakim odstępie w przeszłości wystąpiła wada. Moment wystąpienia wady w zgrzeinie zaznaczono na czerwono. Wykrycie wady badanej zgrzeiny przez głowicę, spowodowało odrzucenie i nie dopuszczenie danej sztuki kształtownika do dalszego cyklu produkcyjnego.



Rys. 2. Wady zgrzeiny w postaci dziur na wyplywce zewnętrznej

3 Linia kształtowników giętych na zimno

Uruchamiając całkiem nową produkcję w branży stalowej, gdzie zakład nie miał doświadczenia w danej produkcji zakładano, iż w początkowym okresie może dochodzić do pewnych problemów w zakresie wydajności, efektywności oraz jakości produkowanych wyrobów gotowych. Moment uruchomienia linii nastąpił w momencie, gdy koniunktura na rynku stalowym była trudna. Każdy błąd powodował koszty oraz problemy w zaistnieniu na rynku. W walce o klientów nie tylko cena jest wyznacznikiem ale również jakość. Zastosowanie defektoskopu pozwoliło na całkowite wyeliminowanie wad zgrzeiny profili z wyrobów gotowych, co przy sukcesywnym zwiększaniu produkcji z roku na rok (tabela 3) stawia Hutę w dobrej pozycji rynkowej.

Tabela 3. Wielkość produkcji wyrobów gotowych w analizowanym okresie

Rok	2011	2012	2013	2014	2015
Wielkość produkcji [Mg]	600	6000	12 300	19 000	22 300

Ciągłe doskonalenie procesu produkcji oraz zastosowanie rozwiązań pomagających w osiągnięciu wysokiej jakości produkowanych wyrobów pozwala na osiągnięcie pozytywnych opinii na rynku stalowym. Obecnie firma cieszy się dobrą marką na rynku.

Wnioski

1. Po zastosowaniu urządzenia do automatycznej kontroli jakości zgrzeiny, ustał problem z reklamacjami dotyczącymi niedogrzaną zgrzeiny bądź dziur. Pracownicy odpowiedzialni za prawidłową produkcję skupiają się na procesie produkcji i nie ma potrzeby osobiście sprawdzać jakości zgrzeiny

2. Przedsiębiorstwo, jako wchodzące na krajowy rynek producentów kształtowników giętych na zimno pokazał, iż dba o jakość swoich wyrobów oraz potrafi ponieść dodatkowe nakłady finansowe, aby ulepszyć proces badania kształtowników.
3. Po kilkunastu miesiącach od uruchomienia produkcyjnego urządzenia do badań metodą wiroprowadową, nie występują wady zgrzeiny w materiale pełnowartościowym, spełniającym obowiązującą normę na kształtowniki.

Literatura

- [1] J. Czuchryj, E. Dębski. Wymagania odbiorowe konstrukcji spawanych na podstawie badań nieniszczących według norm europejskich. Biuletyn Instytutu Spawalnictwa nr 4, 1999
- [2] J. Czuchryj, M. Stachurski. Badania nieniszczące w spawalnictwie. Gliwice: Instytut Spawalnictwa, 2005
- [3] J. Czuchryj, T. Wnęk. Badania nieniszczące złączy spawanych. Gliwice: Instytut Spawalnictwa, Wydanie II, 1996
- [4] A. Klimpel. Spawanie Zgrzewanie i Cięcie Metali. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2006
- [5] Praca zbiorowa. „Nieniszczące badania jakości wyrobów metalowych metodą prądów wirowych”. Materiały seminaryjne. Warszawa, 1997

USE OF A DEFECTOSCOPE AS A TOOL FOR ELIMINATING THE HUNDRED-PERCENT QUALITY CONTROL IN A STEEL WORKS

Abstract: Technological progress in the vast majority of cases allows for eliminating destructive methods in the quality control of products in the metallurgical industry. At present we can use devices using e.g. ultrasounds or Eddy currents to test the quality of the produced product without destroying the sample. Properly calibrated control devices can check in real time whether a particular item complies with applicable standards and customer requirements, significantly improving the company's image and decreasing the costs associated with product returns. The article presents a solution aimed at improving the efficiency of quality control of the sealing of a product manufactured in a metallurgical production facility. The facility in question is located in Silesia, Poland.

Keywords: defectoscope, quality control, quality management methods.