

# System nadzorowania jakości procesów spawalniczych zgodny z wymaganiami ISO 3834 w oparciu o standardy ISO 9001 – część 1

Welding process quality supervising system compliant with ISO 3834 standard based on ISO 9001 standards – part 1

## Streszczenie

Celem artykułu jest przedstawienie koncepcji zintegrowania wymagań normy spawalniczej ISO 3834 z istniejącą dokumentacją Systemu Zarządzania Jakością wg ISO 9001 na przykładzie przedsiębiorstwa branży spawalniczej Prod-Met Sp. z o.o. Założono, że wdrożenie systemu ISO 3834 znacznie poprawi jakość spawanych elementów, usprawni produkcję, obniży koszty i wpłynie na poprawę wizerunku firmy. Wprowadzenie zintegrowanego systemu zarządzania jakością porządkuje zadania przydzielane poszczególnym wydziałom, jasno określa kompetencje pracowników, wprowadza spójność w przedsiębiorstwie i ukierunkowanie na wspólny cel. Zapewniona jest przejrzystość procesów, co znacząco wpływa na efektywność działań firmy. Natychmiastowa reakcja na zaistniałe błędy umożliwi eliminację wad wyrobów jeszcze na etapie produkcji, co znacznie obniża koszty działalności podstawowej przedsiębiorstwa. Wdrożenie zintegrowanego systemu staje się ekonomicznie uzasadnione.

**Słowa kluczowe:** jakość procesów spawania, ISO 3834

## Abstract

The purpose of the article is to present the idea of integration of welding standard requirements with existing documentation of quality management system according to ISO 9001 using as an example a welding branch company Prod-Met Sp. z o.o. It was assumed that implementation of ISO 3834 system would significantly improve quality of welded workpieces, make production more efficient, reduce costs and influence positively the company image. Implementation of integrated quality management system puts in order tasks assigned to the departments, clearly defines employees' powers, introduces integrity into company and directs company activity to the common goal. The process clearness is assured which significantly rises company activity effectiveness. Immediate reaction to occurring errors enables to eliminate product defects still on production stage, which significantly reduces basic company costs. Implementation of integrated system becomes economically reasonable.

**Keywords:** welding process quality, ISO 3834 Standard

## Wstęp

Operacje spawalnicze zaliczane do procesów specjalnych wg europejskich norm ISO 9000 wymagają szczególnego nadzoru. Na końcową jakość spawanego wyrobu ma wpływ bardzo wiele czynników, dlatego należy przywiązywać dużą wagę do kompleksowego nadzorowania oraz kontroli procesów spawania. Europejski Komitet Techniczny TC121 wydał PN-EN ISO 3834 określającą wymagania jakościowe w produkcji spawalniczej, którą można traktować jako uzupełnienie norm serii ISO 9000 [1]. Wymagania ISO 9001 mają

szczególne znaczenie w przedsiębiorstwach pragnących wykazać się przed klientem troską o najwyższą jakość swoich wyrobów, co skutkuje poszerzeniem rynku zbytu i wzrostem zaufania [2,3].

Niniejszy artykuł jest pierwszą częścią publikacji, w której przedstawiona zostanie problematyka oceny jakości procesów spawalniczych na podstawie badań przeprowadzonych w firmie Prod-Met, świętującej w 2014 roku 30-lecie swojego istnienia. Rosnące wymagania klientów oraz silna konkurencja na rynku wymuszają nieustanny rozwój technologiczny oraz ciągłą poprawę jakości produkowanych wyrobów.

Dr hab. inż. Tadeusz Sałaciński, prof. PW – Politechnika Warszawska, mgr inż. Wojciech Sosnowski – Prod-Met Sp. z o. o.

Autor korespondencyjny/Corresponding author: t.salacinski@upcpoczta.pl

Dlatego też, wychodząc naprzeciw oczekiwaniom klientów, w 2006 roku firma wdrożyła i certyfikowała System Zarządzania Jakością zgodny z wymaganiami ISO 9001. W 2012 roku wdrożono System Nadzoru Procesów Spawalniczych odpowiadający założeniom PN-EN 15085:2008. Wyzwaniem dla firmy było zharmonizowanie wymagań normy 3834 z ISO 9001. W tym celu przeprowadzono badania spoin, na bazie których wykazano, że należy podjąć działania zmierzające do doskonalenia nie tyle samego wykonywania połączeń, ale przede wszystkim całego procesu, rozpoczynając od określenia wymagań w fazie projektowania i konstruowania, przez wykonawstwo do finalnego odbioru wyrobu przez Dział Kontroli Jakości. Istniejące problemy jakościowe wymogły na kierownictwie firmy podjęcie stanowczych kroków w celu zapobieżenia i eliminacji wad spawalniczych. Aby zdefiniować istotę problemu, przeprowadzono szczegółowe badania metalograficzne spoin wykonanych na dwóch próbkach. Wyniki badań zestawiono poniżej [6].

## Badania metalograficzne spoin próbki A

Badaniu poddano spoiny wykonywane w produkcji obudowy domofonu (rys. 2). Do łączenia płaszczy blachy ze stali 1.4301 (Inox, PN EN ISO 15608:2013) używa się robota spawalniczego KUKA współpracującego z laserowym źródłem firmy TRUMPF (rys. 1).



Rys. 1. Stanowisko robota spawalniczego KUKA (źródło: opracowanie własne)  
Fig. 1. KUKA robot welding workstation (source: own case study)



Rys. 2. Widok ogólny połączenia dwóch płaszczy blachy obudowy domofonu (źródło: opracowanie własne)  
Fig. 2. General view of two plate sheets connection of speaker casing (source: own case study)

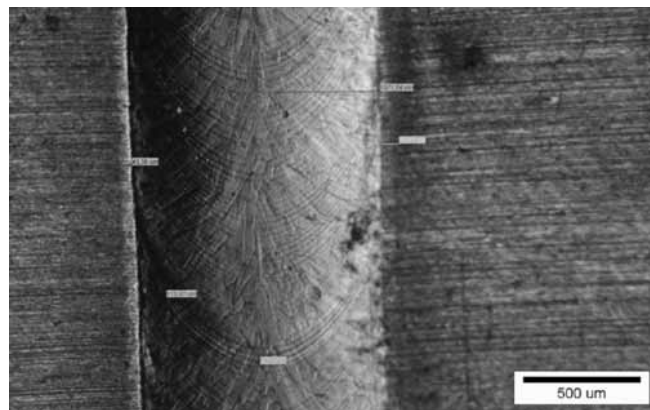
Proces spawania zrealizowano z następującymi parametrami:

- moc:  $P = 450 \text{ W}$ ,
- grubość materiału:  $1 \text{ mm}$ ,
- koncentracja źródła światła:  $F = 8$ ,
- prędkość spawania:  $v_{sp} = 0,018 \text{ m/s}$ .

Podczas oględzin wizualnych od strony lica nie stwierdzono wad. Lico gładkie, regularne, bez przepaleń.

Widoczna bardzo wąska strefa wpływu ciepła (SWC). Od strony grani: wyraźna, równa krawędź w miejscu złączenia wskazuje na brak przetopu. Od tej strony dość wyraźnie widoczna SWC.

Na rysunku 3 przedstawiono spoinę w powiększeniu 50-krotnym. Widoczna nadzwyczaj regularna faktura wynikająca z płynnego i równomiernego przesuwania się źródła ciepła. Charakterystyczny układ „izoterm”. Lico spoiny szersze od grubości użytej blachy (ponad  $1000 \mu\text{m}$ ). Widoczna z lewej strony wyraźna, regularna krawędź wskazuje na to, że w tym miejscu nastąpiło przesunięcie osi promienia laserowego w stosunku do osi łączonych elementów, czego wynikiem jest brak przetopu, przyklejenie będące wadą spawalniczą.



Rys. 3. Zdjęcie makro próbki A od strony lica, powiększenie 50-krotne (źródło: opracowanie własne)  
Fig. 3. Macrophotography of A sample from weld face side, magnified 50 times (source: own case study)

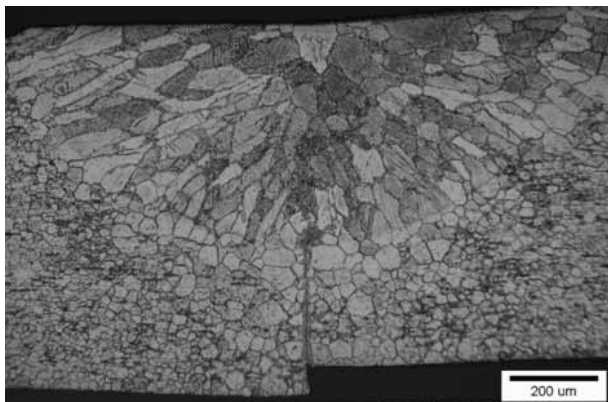
Na rysunku 4, wykonanym ze 100-krotnym i na rysunku 5 wykonanym z 200-krotnym powiększeniem, widoczne bardzo regularne kryształy materiału spoiny, znacznie większe od kryształów materiału rodzimego. Struktura ferrytyczna. Lico płaskie, bardzo wyraźna linia wtopienia. Przesunięcie płaszczyzn łączonych blach wynosiło ok.  $80 \mu\text{m}$  (ok. 10% grubości złącza). W tej części spoiny brak przetopu na grubości ok.  $340 \mu\text{m}$ , co stanowi prawie 40% grubości złącza. Mała, prawie niewidoczna strefa wpływu ciepła.

Na rysunku 6, wykonanym od strony grani spoiny z 50-krotnym powiększeniem, widoczne są wybarwienia termiczne od strony wewnętrznej obudowy domofonu spowodowane znacznie mniejszym strumieniem gazu chłodzącego. Brak przetopu grani sprawia, że złącze należy uznać za wadliwe.

Na bazie wyników badań metalograficznych i mikrotwardości połączeń spawanych wiązką laserową można stwierdzić, że:

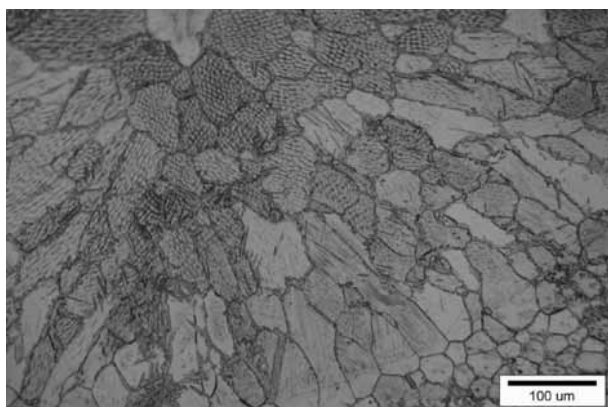
- złącza charakteryzują się gładkim, równomiernym licem,
- strefa wpływu ciepła jest mało widoczna na długości całego złącza od strony lica,
- we wszystkich przypadkach szerokość spoiny znacznie przekracza grubość łączonych elementów,
- badanie mikrotwardości wykazało znacznie mniejszą twardość w obrębie spoiny niż w materiale rodzimym,
- mikronierówności powstałe po cięciu mają znaczący wpływ na niewspółosiowość łączonych

- elementów z przebiegiem wiązki laserowej,  
 – dobrane parametry nie pozwalają na przetopienie całej grubości łączonego materiału, co powoduje, że złącze należy uznać za wadliwe.



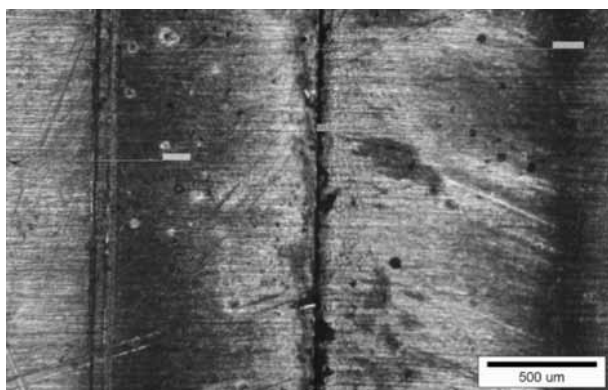
Rys. 4. Zdjęcie mikro próbki A, powiększenie 100-krotne (źródło: opracowanie własne)

Fig. 4. Microphotography of A sample, magnified 100 times (source: own case study)



Rys. 5. Widok przekroju spoiny próbki A, powiększenie 200-krotne (źródło: opracowanie własne)

Fig. 5. Weld crosssection view of sample A magnified 200 times (source: own case study)



Rys. 6. Widok próbki A od strony grani (źródło: opracowanie własne)

Fig. 6. View of sample A from weld root side (source: own case study)

Poprawę głębokości wtopienia można uzyskać przez zastosowanie jednej z dostępnych na rynku mieszanek gazu osłonowego na bazie argonu i wodoru stosowanych przy spawaniu stali austenitycznych metodą TIG. Zastosowanie mieszanek z grupy R1 (PN EN ISO 14175:2009) w sposób znaczący wpływa na zawężenie łuku, dając węższą spoinę. Bardziej „energetyczny” łuk pozwala na poprawę wtopienia i zwiększenie prędkości spawania, zaś wodór zawarty w mieszance redukuje tlenki metali. Do spawania

zmechanizowanego zalecane są VARIGON H6 i, w niektórych przypadkach, VARIGON H10 (nazwa handlowa Linde Gaz). Są one stosowane również jako tzw. gazy formujące grań spoiny.

## Badania metalograficzne spoin próbki B

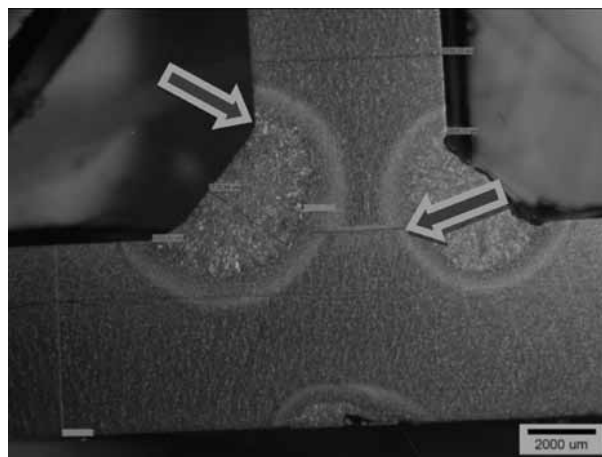
Badaniu zostały poddane spoiny wykonywane przy produkcji stojaków na napoje. Opisane poniżej złącza wykonane zostały z następującymi parametrami:

- moc: P 160 W (TIG) i ok. 2200 W (MAG),
- energia liniowa: ok. 470 J/mm (TIG) i 550 J/mm (MAG),
- prędkość spawania:  $v_{sp} = 0,18$  m/min (TIG) i 0,30 m/min (MAG),
- wydatek gazu osłonowego - 14 l/min.

Na rysunku 7 przedstawiono powiększenie przekroju złącza teowego stosowanego do łączenia elementów stojaka ekspozycyjnego na napoje. To połączenie ze stali konstrukcyjnej zwykłej jakości (S235JR) wykonuje się metodą MAG w osłonie gazu dwuskładnikowego M21 (PN EN ISO 14175, lewa spoina na rys. 7) i TIG (spoina po prawej stronie na rys. 7) w osłonie argonu (I1 wg przytoczonej powyżej normy). W obydwu przypadkach widoczne wklęsłe lico, mały przetop w granicach 2,5 do 3 mm (wymagany min. 4 mm) i podtopienie krawędzi. Opisane wady spawalnicze dyskwalifikują to złącze.

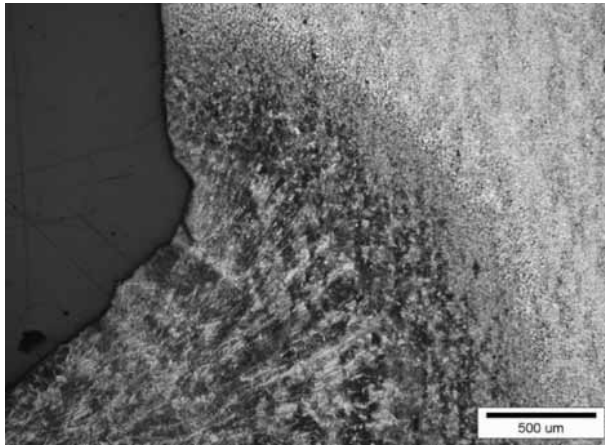
Przekrój spoiny MAG w powiększeniu 50-krotnym w miejscu zaznaczonym strzałką po lewej stronie (rys. 7) przedstawiono na rysunku 8. Widoczna bardzo wyraźna strefa wpływu ciepła, regularne kryształy materiału stopiwa ułożone zgodnie z kierunkiem zastygania oraz wspomniane wcześniej podpalenie krawędzi dalszej spoiny.

Na rysunku 9 widoczny przekrój mikro spoiny TIG w powiększeniu 50-krotnym. Widoczna wyraźna różnica między materiałem rodzimym, a stopiwem, kryształy stopiwa ułożone zgodnie z kierunkiem zastygania. Zdjęcie ujawniło pęcherze powietrza i zanieczyszczenia w złączu.



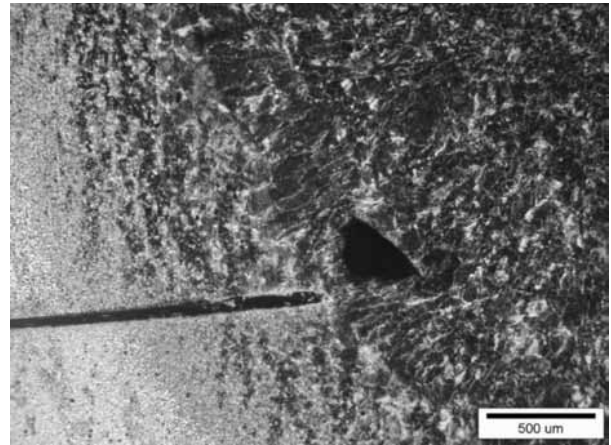
Rys. 7. Widok przekroju spoiny próbki B w powiększeniu 8-krotnym (źródło: opracowanie własne)

Fig. 7. Weld crosssection view of sample B magnified 8 times (source: own case study)



**Rys. 8.** Przekrój spoiny MAG próbki B w powiększeniu 50-krotnym (źródło: opracowanie własne)

**Fig. 8.** MAG weld crosssection view of sample B magnified 50 times (source: own case study)



**Rys. 9.** Przekrój spoiny TIG próbki B w powiększeniu 50-krotnym (źródło: opracowanie własne)

**Fig. 9.** TIG weld crosssection view of sample B magnified 50 times (source: own case study)

## Wnioski

Wykonywane w zakładzie akcesoria sklepowe są poddawane obciążeniom statycznym i dynamicznym, a więc połączenia spawane muszą gwarantować trwałość. Przeprowadzone badania wykazały, że połączenia nie mają zapewnionej wymaganej jakości, wynikającej głównie ze zbyt małego przetopu spawanych elementów. Niewystarczające przetopienie materiału jest wadą technologiczną wynikającą nie tyle z małych umiejętności spawaczy, ile ze złego doboru materiałów i technologii. Wadą wykazaną w badaniu jest zbyt płaskie lico spoiny oraz podtopienia materiału na krańcach złącza Wada ta miała miejsce zarówno w złączu MAG, jak i TIG. Błędy te można wyeliminować przez intensywne szkolenia personelu spawalni

w zakresie dobierania odpowiednich parametrów spawania oraz zmianę systemu kontroli jakości. Pierwsze kroki w kierunku szkoleń i uświadamiania pracowników, jak ważne jest odpowiednie wykonanie spoin i dobór parametrów zostały już zrobione. Zakład otrzymał kwalifikację technologii spawania (WPQR) w Instytucie Spawalnictwa w Gliwicach, na podstawie której opracowano szczegółowe instrukcje spawania (WPS). Następnym krokiem będzie wdrożenie kompletnego systemu nadzorowania jakości spawania, który zagwarantuje odpowiednią jakość przez jasne procedury dla pracowników wykonujących spawanie oraz dla kontrolerów jakości. Można tego dokonać przez wdrożenie ISO 3834 i jej integrację z istniejącym systemem ISO 9001, co będzie przedmiotem drugiej części artykułu.

## Literatura

- [1] Chmielewski T.: Projektowanie procesów technologicznych. Spawalnictwo. OWPW. Warszawa, 2013.
- [2] Bagiński J.: Zarządzanie jakością. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa, 2004.
- [3] Werpachowski W.: Podstawy zarządzania w przedsiębiorstwie. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa, 2011.
- [4] Sałaciński T.: SPC - Statystyczne sterowanie procesami produkcji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa, 2009.
- [5] Sałaciński T.: SPC - Statistical process control. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa, 2015.
- [6] Sosnowski W.: Koncepcja wdrożenia systemu nadzorowania jakości procesów spawalniczych zgodnego z wymaganiami ISO 3834 w oparciu o standardy ISO 9001 w przedsiębiorstwie wytwarzającym konstrukcje metalowe. Praca magisterska napisana pod kierunkiem T. Sałacińskiego. Politechnika Warszawska, 2014.
- [7] Norma ISO 9001:2008. Systemy zarządzania jakością - Wymagania.
- [8] PN-EN ISO 3834-1:2007. Wymagania jakości dotyczące spawania materiałów metalowych. Część 1: Kryteria wyboru odpowiedniego poziomu wymagań.
- [9] PN-EN ISO 3834-2:2007. Wymagania jakości dotyczące spawania materiałów metalowych. Część 2: Pełne wymagania jakościowe.
- [10] PN-EN ISO 3834-4:2007. Wymagania jakości dotyczące spawania materiałów metalowych. Część 4: Podstawowe wymagania jakościowe.
- [11] PN-EN ISO 3834-5:2007. Wymagania jakości dotyczące spawania materiałów metalowych. Część 5: Dokumenty konieczne do potwierdzenia zgodności z wymaganiami jakości ISO 3834-2.
- [12] PN-EN ISO 9000:2006. Systemy Zarządzania jakością. Podstawy i terminologia.
- [13] PN-EN ISO 14175:2009. Gazy i mieszaniny gazów do spawania i procesów pokrewnych.
- [14] <http://ojakosci.pl/liczba-certyfikatow-iso-9001-w-polsce/>.
- [15] [http://spawalnicy.com.pl/jakosc\\_iso3834.html](http://spawalnicy.com.pl/jakosc_iso3834.html).
- [16] <http://www.e-spawalnik.pl/?systemy-jakosci-w-spawalnictwie,159>.
- [17] <http://www.tuv.pl>.