

Ocena procesu spajania elementów okapów kuchennych ze stali nierdzewnej

Evaluation of welded components of kitchen canopies from stainless steel

Streszczenie

W artykule zaprezentowano wyniki badań spajania elementów wykonanych z cienkościennych blach nierdzewnych oraz dokonano oceny jakości wykonanych spoin. Próbom poddano dwie próbki wykonane z różnymi parametrami spawania.

Słowa kluczowe: spawanie laserowe; cienkościennie blachy nierdzewne

Abstract

The article presents the results of research of welding elements made of thin-walled from stainless steel sheets and contains assessment of the quality of the welds. Two samples made of various welding parameters was tested.

Keywords: laser welding; thin wall stainless steel sheets

Wstęp

W niniejszej, drugiej części artykułu przedstawiono wyniki badań własnych dotyczących spawania elementów cienkościennych wykonanych z blach nierdzewnych.

Badaniu zostały poddane spoiny wykonywane przy produkcji okapów kuchennych firmy „Akpo”. Obudowy okapów produkowane są z nierdzewnej blachy stalowej 1.4016 (H17). Stal H17 jest ferrytyczną stalą chromową. Posiada dobre własności antykorozyjne, doskonale się szlifuje i poleruje, jest odporna na działanie wody, pary wodnej, słabych kwasów i alkoholi. Jest plastyczna, po gięciu nie powstają rozwarstwienia, dzięki czemu jest chętnie wykorzystywa-

na do produkcji sprzętu gospodarstwa domowego, w lokalach gastronomicznych, w branży spożywczej, meblarskiej, technice medycznej, przemyśle chemicznym. Stal 1.4016 jest oferowana głównie w postaci blach o powierzchni BA polerowanej, zabezpieczona folią ochronną. Skład chemiczny, właściwości wytrzymałościowe i fizyczne powodują, że spawanie tego materiału nie jest zalecane. Szczególnie trudne okazuje się spawanie tradycyjnymi metodami łukowymi blach o grubościach nieprzekraczających 0,8 mm. Spawanie takie powoduje przepalenia, pofalowania, silne przebarwienia okolic SWC oraz liczne pory powierzchniowe. Dodatkowo po spawaniu zaleca się wyżarzanie w temperaturze 600-800 °C, co w przypadku produkcji AGD nie jest możliwe. Dlatego też współcześnie do łączenia płaszczy blachy wykorzystuje się zrobotyzowane spawanie współpracujące z laserowymi źródłami energii. Przykład takiego połączenia pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Widok połączenia próbnego dwóch płaszczy blachy (źródło: opracowanie własne)

Fig. 1. General view of the connecting test two sheets steel (source: own case study)

Badania próbki 1

Poniżej opisano spoinę wykonaną z następującymi parametrami:

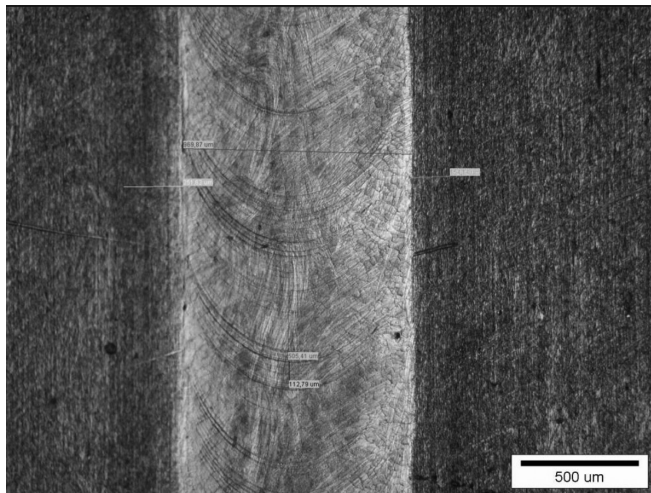
- moc: $P = 800$ [W],
- grubość materiału: 0,8 [mm],
- koncentracja źródła światła: $F = 8$,
- prędkość spawania: $v_{sp} = 0,018$ [m/s].

W trakcie kontroli jakości złącza nie stwierdzono wad. To, co najbardziej widoczne w wyrobie (rys. 2, powiększenie 50-krotne), czyli lico połączenia płaskie, bardzo gładkie, regularne, bez podtopień. Całkowity brak przebarwień w okolicy SWC.

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

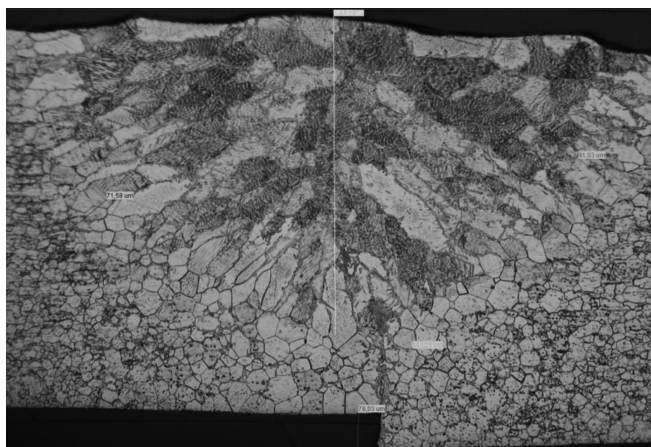
Autor korespondencyjny/Corresponding author: mail wojtek.sosnowski@o2.pl

Na rysunku 3 pokazano przekrój spoiny wykonanej ze 100-krotnym powiększeniem. Widoczne są bardzo regularne kryształy spoiny, znacznie większe od kryształów materiału rodzimego. Osie kryształów ustawione zgodnie z kierunkiem zastygania. Struktura ferrytyczna. Lico w tym miejscu przekroju lekko pofalowane. Bardzo wyraźna linia wtopienia w lekko zielonkawym kolorze. Przesunięcie płaszczyzn łączonych blach (w poziomie) na około 20 μm (~ ok. 2,5%). W tej części spoiny brak przetopu na grubości nieco powyżej 100 μm co stanowi ok. 13% grubości złącza. Wąska, prawie niewidoczna, strefa wpływu ciepła.



Rys. 2. Zdjęcie makro próbki od strony lica (źródło: opracowanie własne)

Fig. 2. Macro photograph of samples from weld face side (source: own case study)

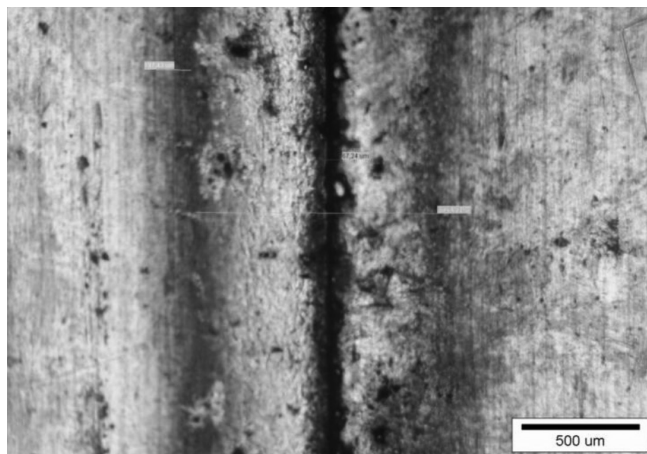


Rys. 3. Widok przekroju spoiny – powiększenie 100-krotne (źródło: opracowanie własne)

Fig. 3. View of cross section of weld joint – magnified 100 times (source: own case study)

W tym fragmencie przekroju zauważono również pionowe przesunięcie składanych płaszczyz blachy wynikłe z różnej siły docisku w oprzyrządowaniu, które wprowadziło nieprzetopienie 70 μm , ale dodatkowo wpływa na wielkość braku przetopu, a tym samym na wadliwość złącza. Lico spoiny ma szerokość ok. 900 μm . Widoczna z prawej strony wyraźna krawędź wskazuje na to, że w tym miejscu nastąpiło przesunięcie osi promienia laserowego w stosunku do osi łączonych elementów, czego wynikiem jest brak przetopu, będący wadą spawalniczą.

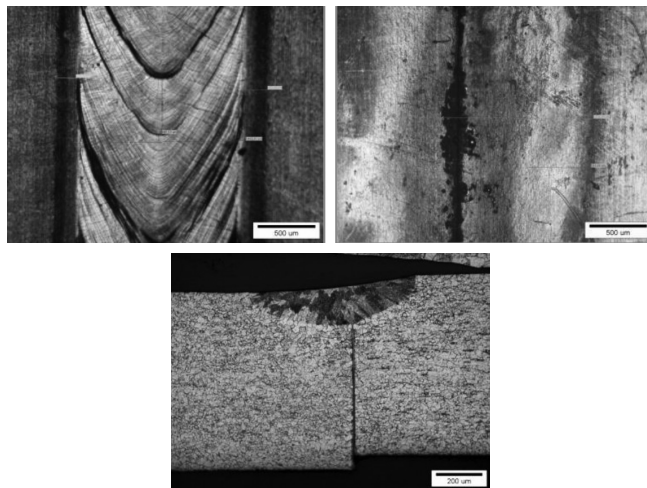
Rysunek 4 przedstawia zdjęcie omawianej próbki wykonane od strony grani spoiny z 50-krotnym powiększeniem. Wyraźna, równa krawędź w miejscu złączenia, potwierdza brak przetopu. Od tej strony wyraźnie widoczna SWC. Widoczne



Rys. 4. Widok próbki od strony grani (źródło: opracowanie własne)

Fig. 4. View of sample from weld root side (source: own case study)

są również przebarwienia termiczne od strony wewnętrznej okapu spowodowane znacznie mniejszym strumieniem gazu osłonowego chłodzącego złącze. Brak przetopu grani sprawia, że złącze jest wadliwe konstrukcyjnie. W przypadku okapów kuchennych wady takie są dopuszczalne, ponieważ złącza te nie przenoszą obciążeń zarówno statycznych, jak i dynamicznych, nie wpływają w sposób znaczący na wytrzy-



Rys. 5. Próbką 2; a) lico, b) grani, c) przekrój mikro, powiększenie 100-krotne (źródło: opracowanie własne)

Fig. 5. Sample 2; a) weld face side, b) weld root side, c) micro cross-section view, magnified 100 times (source: own case study)



Rys. 6. Próbką 3; złącze z pełnym przetopem (źródło: opracowanie własne)

Fig. 6. Sample 3; welded joint with full penetration (source: own case study)

małość połączeń, a ujawniają się dopiero po badaniu metalograficznym. Nie są widoczne gołym okiem i nie wpływają na obniżenie estetyki wyrobów.

Badania próbki 2

Poniżej opisano spoinę wykonaną z następującymi parametrami:

– moc: $P = 800$ [W],

- grubość materiału: 0,8 [mm],
- koncentracja źródła światła: $F = 4$,
- prędkość spawania: $v_{sp} = 0,04$ [m/s].

Na rysunku 5 przedstawiono inne złącze próbne, wykonane z parametrami spawania, odbiegającymi od zalecanych przez producenta. Faktura lica charakteryzuje się „grubymi” łuskami. Zwiększenie prędkości spawania do 0,04 m/s spowodowało, że przetopienie wystąpiło na grubości ok. 150 μm . Tego typu złącze w większości przypadków pęknie w momencie montażu.

Wnioski

Wyniki badań metalograficznych połączeń spawanych wiązką laserową, ocena wizualna ich jakości, a także badanie mikrotwardości, wykazały, że:

- złącza charakteryzują się gładkim, równomiernym licem,
- strefa wpływu ciepła jest mało widoczna na długości całego złącza od strony lica,
- w większości przypadków szerokość lica spoiny zbliżona jest do grubości 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 są one wadliwe konstrukcyjnie.

We wszystkich próbach przeprowadzonych zgodnie z zaleceniami producenta lasera nie uzyskano całkowitego przetopu materiału przy jednym przejściu głowicy robota spawalniczego. Próby doświadczalne wykonane w zakładzie wskazują, że całkowity przetop dla tej grubości materiału można uzyskać jedynie przez zastosowanie spoiny dwucięgowej, dwuwarstwowej.

Literatura

[1] Ferenc K.: Spawalnictwo. WNT. Warszawa, 2007.

[2] Klimpel A.: Spawanie, zgrzewanie i cięcie metali. WNT. Warszawa, 1999.

[3] Chmielewski T.: Projektowanie procesów technologicznych – spawalnictwo. OWPW. Warszawa, 2013.

[4] Poradnik inżyniera. Spawalnictwo. WNT. Warszawa, 2005.

[5] Tasak E.: Metalurgia spawania. Wyd. JAK. Kraków, 2008.

[6] Sałaciński T.: Inżynieria jakości w technikach wytwarzania. OWPW. Warszawa, 2016.