



Bezcadmowe, niskotopliwe spoiwa srebrne

W 2011 r. wprowadzone zostało Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH). W załączniku XVII niniejszego Rozporządzenia przedstawiono listę pierwiastków uznanych za szkodliwe oraz rakotwórcze. Na tej liście znalazł się kadm, stosowany dotychczas w spoiwach do lutowania twardego (maksymalna dopuszczalna zawartość - 0,01% wag.). Podstawową zaletą spoiw srebrnych typu Ag-Cu-Zn-Cd zawierających szkodliwy i kancerogeny kadm (w ilościach 15 ± 25% mas.) jest stosunkowo niska temperatura topnienia oraz dobre właściwości lutownicze. Dlatego też znajdowały one zastosowanie do lutowania wyrobów wrażliwych na przegrzanie, w produkcji galanterii metalowej, modelarstwie, produkcji narzędzi z wkładkami ze stali narzędziowych lub wkładkami ze spieków zbrojonych diamentem lub elementem ceramicznym. Spośród opracowanych dotychczas spoiw srebrnych zamienniki lutów z kadmem w wielu przypadkach zastosowań mogą stanowić spoiwa typu Ag-Cu-Zn-Sn. Wprawdzie nie wykazują one aż tak niskich temperatur topnienia jak spoiwa srebrne z kadmem ale ich zalety, takie jak: stosunkowo niższe temperatury topnienia od odpowiadających im pod względem zawartości srebra spoiw typu Ag-Cu-Zn, wysokie właściwości lutownicze, stosunkowo niewielkie zakresy krzepnięcia, wysoka odporność korozyjna i dobre właściwości mechaniczne, zwiększają zakres ich stosowania. Na szczególną uwagę zasługuje bardzo uniwersalne w zastosowaniu do lutowania stali oraz metali nieżelaznych i ich stopów spoiwo Ag 145 (Ag₄₅Cu₂₇Zn_{25,5}Sn_{2,5}) o zakresie temperaturowym topnienia 640 ± 680°C. Tego rodzaju spoiwo szczególnie zaleca się stosować do lutowania urządzeń stosowanych w przemyśle spożywczym oraz sztućców, biżuterii i galanterii metalowej. Spoiwa typu Ag-Cu-Zn-Sn są zwykle produkowane i oferowane przez wytwórców w korzystnej technicznie postaci prętów z otuliną topnikową. Spoiwo takie w gat. PO-AG104 (Ag 145 wg PN-EN ISO 17672:2010) zostało również opracowane i jest wytwarzane w tej postaci w Instytucie Spawalnictwa w Gliwicach na indywidualne zamówienia.



Rys. 1. Makrostruktura połączenia stali nierdzewnej X2CrNi18 - lutowanego spoiwem srebrnym otulonym w gat. Ag 145, traw. FeCl₃

Charakteryzuje się ono dobrymi właściwościami lutowniczymi i zapewnia wysoką jakość (rys. 1.) i właściwości mechaniczne połączeń (dla stali nierdzewnej lutowanej spoiwem 269 MPa, dla mosiądzu odpowiednio 166 MPa).

Topniki niskofluorkowe do lutowania twardego

Obecnie do lutowania twardego materiałów trudniej lutowalnych stosuje się topniki wysokofluorkowe (zawierające około 50% wag. toksycznych fluorków) o znacznej toksyczności i szkodliwości chemicznej. Topniki te wykazują wysoką aktywność chemiczną. Jednakże w ostatnich w latach w Unii Europejskiej, a więc i w Polsce, wprowadzono Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady, których głównym założeniem jest kontrola nad stosowaniem oraz ograniczenie stosowania toksycznych związków chemicznych. Dla związków tych wprowadzono różnego rodzaju wymagania, np. nową, bardziej rygorystyczną klasyfikację mieszanin chemicznych (do których zaliczane są także topniki lutownicze) oraz rejestrację niektórych związków chemicznych, szczególnie niebezpiecznych. Nakłoniło to wytwórców topników do lutowania twardego, do opracowywania receptur chemicznych topników charakteryzujących się ograniczoną szkodliwością, przy zachowaniu wysokich właściwości lutowniczych. Badania takie podjęto również w Instytucie Spawalnictwa w Gliwicach. Ukierunkowano je na zastępowanie w składzie recepturowym topnika fluorku potasu mniej toksycznym fluoroboranem potasu (KBF₄), a także na eliminację kwasu borowego i zastąpienie go bardziej złożonymi związkami boru tj. K₂B₄O₇ lub KB₃O₆. W ten sposób opracowano topniki do twardego lutowania stali nierdzewnych i mosiądźców, które zawierają niewielkie ilości toksycznych fluorków lub są całkowicie ich pozbawione.

W roku 2007 opracowany został innowacyjny topnik, o zawartości jedynie 6% wag. toksycznych fluorków w składzie recepturowym. Zawiera on dodatkowo amorficzny bor. Topnikowi temu nadano symbol F6B. Topnik ten charakteryzuje się wysokimi właściwościami lutowniczymi, a w szczególności zapewnia wysoką rozpląwność spoiw srebrnych stali nierdzewnej w gat. X2CrNi18-9. (rys. 2.).

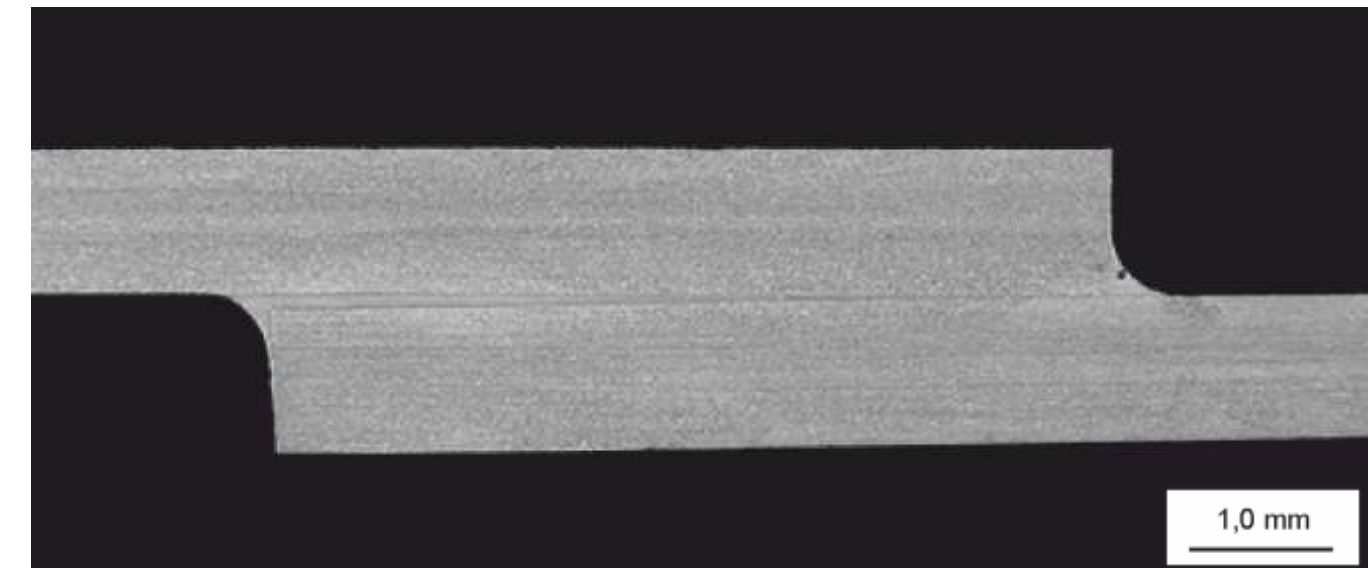


Rys. 2. Rozpląwność spoiwa srebrnego w gat. Ag 245 na stali nierdzewnej w gat. X2CrNi18-9 z zastosowaniem topnika F6B

Połączenia zakładkowe wykonane płomieniowo ze stali X2CrNi18-9, przy zastosowaniu spoiwa srebrnego w gat. Ag 245 oraz topnika F6B wykazały dobrą jakość (rys. 3.) oraz wysoką wytrzymałość na ścinanie wynoszącą ok. 200 MPa.

Materiały dodatkowe do lutowania twardego o ograniczonej szkodliwości

Autorzy:
dr inż. Dawid Majewski, dr inż. Andrzej Winiowski, prof. nzw. w IS



Rys. 3. Makrostruktura połączenia stali X2CrNi18-9 wykonanego spoiwem srebrnym Ag 245 i topnikiem niskofluorkowym F6B z borem, traw. odcz. Adlera

Z uwagi na stosunkowo wysoką cenę topnika F6B, w 2012 roku w Instytucie Spawalnictwa opracowano niskofluorkowy topnik o symbolu F10 (zawartość toksycznych fluorków w składzie recepturowym - 10% wag.), charakteryzujący się również wysokimi właściwościami lutowniczymi, a w szczególności zapewniający wysoką rozpląwność spoiw srebrnych na powierzchni stali nierdzewnej (rys. 4.) w gat. X2CrNi18-9.

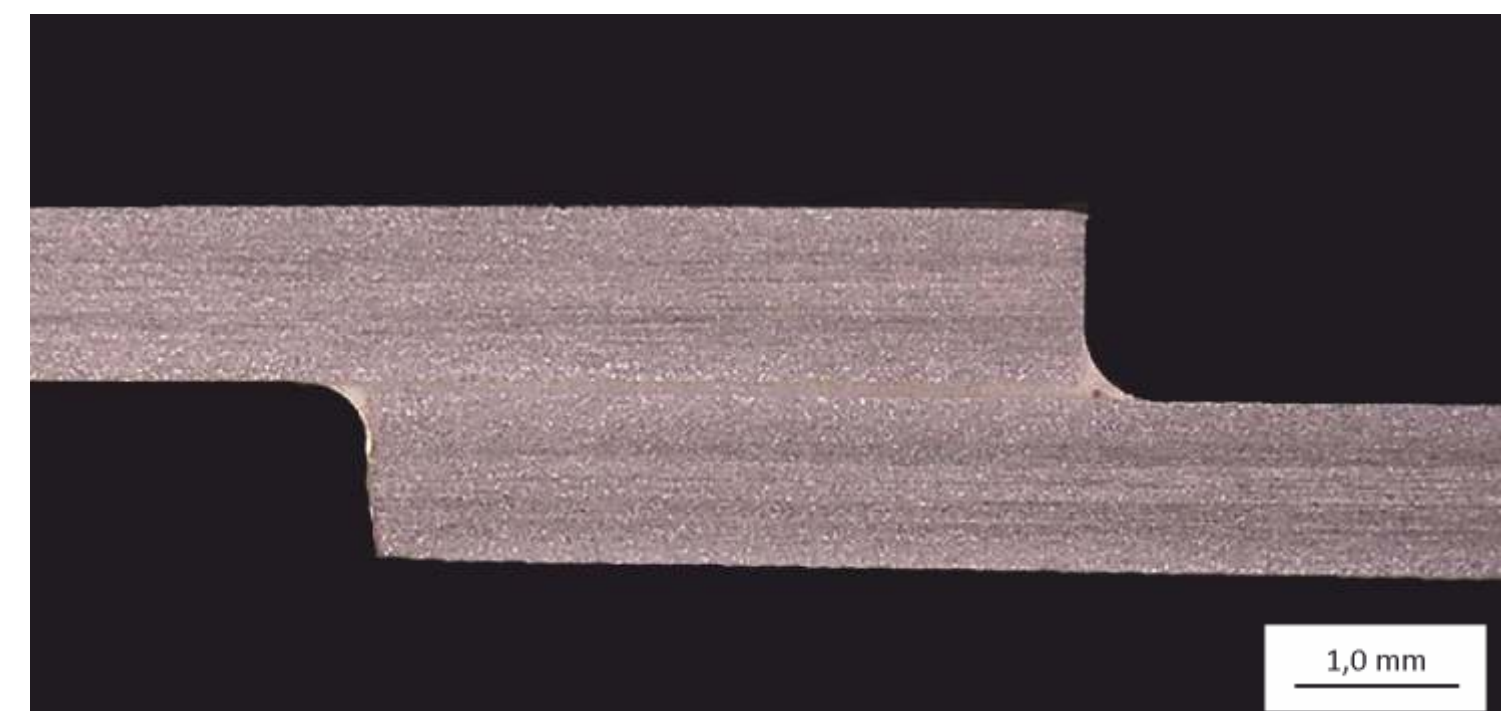


Rys. 4. Rozpląwność spoiwa srebrnego w gat. Ag 245 na stali nierdzewnej X2CrNi18-9 z zastosowaniem topnika F10

Połączenia zakładkowe wykonane płomieniowo ze stali X2CrNi18-9 oraz mosiądzu w gatunku CW508L (CuZn37), przy zastosowaniu spoiwa Ag 245 oraz topnika F10 wykazały dobrą jakość (rys. 5 i 6) oraz wysoką wytrzymałość na ścinanie wynoszącą ok. 200 MPa. Złącza te nie wykazują żadnych niezgodności lutowniczych, zwłaszcza pustek, czy też pozostałości topnikowych.



Rys. 5. Makrostruktura połączenia zakładkowego z mosiądzu CW508L wykonanego spoiwem srebrnym w gat. Ag 245 i topnikiem F10, traw. FeCl₃



Rys. 6. Makrostruktura połączenia zakładkowego ze stali nierdzewnej X2CrNi18-9, wykonanego lutem srebrnym w gat. Ag 245 i topnikiem F10, traw. FeCl₃

Wnioski

1. W świetle globalnych wymagań w zakresie odtruwania procesów lutowania, spośród materiałów dodatkowych do lutowania twardego opracowanych i wykonywanych w Instytucie Spawalnictwa w Gliwicach na uwagę zasługują:
 - niskotopliwe spoiwo srebrne z dodatkiem cyny w gat. PO-AG104 (Ag 145 wg PN-EN ISO 17672:2010) wytwarzane w postaci prętów z trwałą mechanicznie otuliną topnikową,
 - topnik niskofluorkowy F6B (zawartość fluorków ok. 6% wag.) z amorficznym borem, przeznaczony do lutowania stali nierdzewnych i trudnolutowalnych stopów miedzi,
 - topnik niskofluorkowy F10 (zawartość fluorków ok. 10% wag) o podobnym przeznaczeniu jak topnik F6B.
2. Niskotopliwe, bezcadmowe spoiwo srebrne z dodatkiem cyny w postaci pręta otulonego PO-AG104 charakteryzuje się dobrymi właściwościami lutowniczymi (zwilżalność, rozpląwność, wnikanie w szczeliny kapilarne) i zapewnia wysoką jakość oraz wytrzymałość połączeń (dla stali nierdzewnej 269 MPa, dla mosiądzu odpowiednio 166 MPa).
3. Niskofluorkowe topniki F6B i F10 wykazują wymaganą aktywność chemiczną i dobre właściwości lutownicze w przypadku lutowania stali nierdzewnych i stopów miedzi, zapewniając prawidłowe ich zwilżenie przez spoiwa srebrne (np. w gat. Ag245 wg PN-EN ISO 17672:2010) oraz wysoką jakość połączeń lutowanych i dobrą ich wytrzymałość.
4. Opracowane topniki produkowane są w postaci past wodnych, korzystnej z uwagi na BHP i ochronę środowiska, metodą przemiału mokrego w zamkniętych młynach bębnowych.

Kontakt:
Instytut Spawalnictwa
Zakład Technologii Spawalniczych
ul. Bł. Czesława 16-18
44 - 100 Gliwice
tel.: 32 33 58 279, -235; fax: 32 33 58 302
www.is.gliwice.pl; is@is.gliwice.pl

56.

KONFERENCJA SPAWALNICZA

SPAWALNICTWO
zawsze można więcej



14-16.10.2014; Sosnowiec