

A. WINIOWSKI*

IMPACT OF CONDITIONS AND PARAMETERS OF BRAZING OF STAINLESS STEEL AND TITANIUM ON MECHANICAL AND STRUCTURAL PROPERTIES OF JOINTS

WPŁYW WARUNKÓW I PARAMETRÓW LUTOWANIA TWARDEGO STALI NIERDZEWNEJ Z TYTANEM NA WŁASNOŚCI MECHANICZNE I STRUKTURALNE POŁĄCZEŃ

Joining of materials having diversified physical and chemical properties by means of welding methods and obtaining joints characterised by good operation properties constitutes today a significant problem in relation to research and technology. The issue concerns also the joining of stainless steels with titanium as well as with titanium-based alloys and composites. Apart from specialised welding technologies, brazing is one of the basic methods applied for joining such material combinations in the production of systems and heat exchangers for chemical industry as well as subassemblies of nuclear reactors and aircraft engines and accessories. Similarly as in case of welded joints of stainless steel and titanium, the mechanical properties of brazed joints of the aforesaid materials are connected with the occurrence of hard and brittle intermetallic phases appearing in the form of continuous layers on braze boundaries.

This work reports testing of strength properties and investigation of structures of vacuum-brazed joints of stainless chromium-nickel steel (X6CrNiTi18-10) and titanium (Grade 2) at $820\div 900^{\circ}\text{C}$ for $5\div 40$ min by means of silver brazing filler metal (B-Ag72Cu-780). The structural tests were conducted taking advantage of optical microscopy; by means of a scanning electron microscope (SEM), transmission electron microscope (TEM) and an energy-dispersion spectrometer (EDS). The test results enabled the identification of phases in brazes and their diffusion zones and proved that strength properties of joints depend on brittle and very hard layers of intermetallic phases such as $\text{Cr}_{13}\text{Fe}_{35}\text{Ni}_3\text{Ti}_7$, CuTi_2 , CuFeTi_2 and CuTi types (with significant content of Fe) formed on the steel side. The determination of the kinetics of qualitative and geometrical changes in joint structures depending on temperature and brazing times allowed to specify the most convenient brazing parameters of the tested material system from the mechanical properties point of view.

Keywords: brazing, vacuum brazing, stainless steel, titanium, intermetallics phases, mechanical properties of brazed joints, brazing parameters

Łączenie metodami spawalniczymi materiałów o zróżnicowanych własnościach fizycznych i chemicznych oraz uzyskiwanie połączeń o wymaganych dobrych własnościach eksploatacyjnych stanowi ważny i aktualny problem badawczy oraz technologiczny. Dotyczy to między innymi połączeń stali nierdzewnych z tytanem a także stopami i materiałami kompozytowymi na osnowie tego metalu. Lutowanie twarde obok specjalistycznych metod spawania i zgrzewania jest jedną z podstawowych metod łączenia takich układów materiałowych w produkcji instalacji oraz wymienników ciepła dla przemysłu chemicznego, a także podzespołów reaktorów nuklearnych oraz osprzętu i silników lotniczych. Własności mechaniczne połączeń lutowanych stal nierdzewna-tytan, podobnie jak połączeń spawanych i zgrzewanych tych materiałów, są związane z występowaniem twardych i kruchych faz międzymetalicznych, wydzielających się w postaci ciągłych warstw na granicach lutowin.

W niniejszej pracy przeprowadzono badania własności wytrzymałościowych oraz badania struktur połączeń stali nierdzewnej chromowo-niklowej X6CrNiTi18-10 z tytanem Grade 2 lutowanych próżniowo w temperaturach $820\div 900^{\circ}\text{C}$ i czasach $5\div 40$ min lutem srebrnym B-Ag72Cu-780. Badania strukturalne prowadzono z wykorzystaniem mikroskopii świetlnej, mikroskopów elektronowych: skaningowego (SEM) i transmisyjnego (TEM) oraz spektrometru dyspersji energii (EDS). Wyniki badań pozwoliły na identyfikację faz w lutowinach i ich strefach dyfuzyjnych a także wykazały, że za własności wytrzymałościowe połączeń odpowiedzialne są powstające od strony stali kruche i bardzo twarde warstwy faz międzymetalicznych typu $\text{Cr}_{13}\text{Fe}_{35}\text{Ni}_3\text{Ti}_7$, CuTi_2 , CuFeTi_2 , i CuTi (z dużą zawartością Fe). Określenie kinetyki zmian jakościowych i geometrycznych w strukturach połączeń w zależności od temperatur i czasów lutowania pozwoliło na ustalenie najkorzystniejszych ze względu na własności mechaniczne parametrów lutowania badanego układu materiałowego.

* INSTITUTE OF WELDING, 44-100 GLIWICE, BŁ. CZESŁAWA 16/18 STR., POLAND