

STRESZCZENIE

„Wpływ przemian fazowych na mikrostrukturę i właściwości mechaniczne lutowanych połączeń rurowych w silnikach lotniczych”

W pracy podjęto próbę określenia kinetyki procesu krystalizacji, kształtowania mikrostruktury materiału lutowia oraz strefy dyfuzyjnej lutowanych próżniowo połączeń rurowych z nadstopu niklu Inconel 718 oraz stali X8CrNiTi18-8 zużyciem lutowia Au – 18Ni. Przeprowadzono ocenę wpływu rodzaju materiału podłoża oraz lutowia dla przyjętych warunków procesu lutowania próżniowego i obróbki cieplnej, a także warunków technologicznych – szerokości szczeliny i stanu przygotowania powierzchni na właściwości wytrzymałościowe połączeń rurowych stosowanych w układach pomocniczych silników lotniczych. Ustalono, że przygotowanie powierzchni materiału podłoża według przyjętych wariantów (W1 –W5) przed procesem lutowania nie ma kluczowego wpływu na rozpląwność i zwilżalność lutowia Au-18Ni. Ustalono natomiast, że w procesie lutowania próżniowego elementów przewodów rurowych decydującymi czynnikami technologicznymi wpływającymi na wytrzymałość połączenia lutowanego jest temperatura oraz czas lutowania. Stwierdzono, że ze wzrostem temperatury oraz czasu wygrzewania rośnie rozpląwność lutu i zmniejsza się kąt zwilżania. Również wprowadzenie atmosfery argonu powoduje zmniejszenie wartości kąta zwilżania lutowia Au-18Ni szczególnie w temperaturze 1080°C zarówno dla podłoża stali X8CrNiTi18-8, jak i nadstopu Inconel 718.

Procesy dyfuzyjne zachodzące podczas procesu wysokotemperaturowego lutowania próżniowego połączonego z jednoczesną obróbką cieplną powodują, że w materiałach połączenia – lutowiu i podstawowym – rurki i złączki wyróżnia się kilka stref o różnym składzie fazowym. Intensywność dyfuzji materiału lutowia Au-18Ni w materiał podłoża (stal X8CrNiTi18-10 oraz nadstop Inconel 718) zależy od warunków prowadzenia procesu wysokotemperaturowego lutowania próżniowego, chropowatości powierzchni podłoża oraz szerokości szczeliny lutowniczej. Ustalono, że mała szerokość szczeliny utrudnia płynięcie lutowia, natomiast zbyt duża prowadzi do zaniku efektu kapilarnego. Najlepsze właściwości mechaniczne połączenia lutowanego uzyskuje się dla szerokości szczeliny od 0,02 do 0,05 mm. Badania właściwości mechanicznych w próbie statycznej rozciągania wskazują, że wszystkie lutowane połączenia rurowe, niezależnie od średnicy ich elementów i przygotowania powierzchni, były większe od wytrzymałości materiału podłoża.

SUMMARY

"The effect of phase transformations on the microstructure and mechanical properties of brazing tubes connections in aircraft engines"

The work attempted to determine the kinetics of the crystallization process, the microstructure of the brazing material and the diffusion zone of the vacuum brazed tube connections of Inconel 718 nickel and X8CrNiTi18-8 steel with Au - 18Ni brazing. An impact assessment of the substrate material and braze was made for the accepted conditions of the vacuum brazing and heat treatment process as well as the technological conditions of the gap width and surface condition on the strength properties of the tubes connections used in the auxiliary systems of the aircraft engines. It has been found that the preparation of the surface of the substrate material according to the accepted variants (W1 -W5) prior to the brazing process has no key influence on the dispersion and wettability of the Au-18Ni solder. It has been determined, however, that in the vacuum brazing process of tubular elements, the decisive technological factors influencing the strength of the braze joint are the temperature and brazing time. It has been found that as the temperature increases and the soaking time increases, the dispersion of the brazing increases and the contact angle decreases. Also, the introduction of argon atmosphere results in a decrease in the Au-18Ni brazing contact angle especially at 1080 ° C for both the X8CrNiTi18-8 steel substrate and the Inconel 718 steel supercop.

Diffusion processes occurring during the high-temperature vacuum brazing process combined with simultaneous heat treatment result in several bonding zones with different phase compositions in the braze and base materials - tubes and connectors. The intensity of the diffusion of the Au-18Ni braze material into the substrate material (X8CrNiTi18-10 and Inconel 718) depends on the conditions of the high temperature brazing process, the surface roughness and the braze gap. It was found that a small gap width made the flow of the brazing difficult, while too much led to the loss of capillary effect. The best mechanical properties of the braze joint are obtained for a gap width of 0.02 to 0.05 mm. Testing of mechanical properties in a static stretch test indicates that all soldered tubular joints, irrespective of the diameter of their components and surface preparation, were greater than the strength of the substrate material.