



A XVIII-a Conferință internațională – multidisciplinară  
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”  
CLUJ NAPOCA, 2018

## **BRAZAREA AIMn1/Ni 201 PLACAT CU Ag45CuZnSn**

Nicu Marian TRANDAFIR, George ARGHIR, Liviu BRÂNDUȘAN

### **BRAZING OF AIMn1/Ni 201 CLADDED WITH Ag45CuZnSn**

Brazing aluminium to nickel plates it is a very sensible process being influenced by physical brazing parameters, brazing devices, but also by type of materials used. Brazing process was carried out in a horizontally furnace under a controlled nitrogen atmosphere containing several enclosures. They were used two dissimilar base metals (an aluminium alloy and pure nickel) and the filler metal was the Ag45CuZnSn clad of the nickel base metal; this type of filler metal led to a brazed joint with percentages of defects below 6%, due to its very good adhesion to both the brazable surfaces of the base metals involved.

Keywords: brazing, Al-Ni

Cuvinte cheie: brazare, Al-Ni

### **1. Introducere**

Îmbinarea s-a realizat prin brazarea a două metale de bază, ca părți componente ale unui schimbător de căldură (răcitor) destinat industriei auto. Răcitorul conține mai multe îmbinări brazate, dintre care, poate, cea mai sensibilă o reprezintă îmbinarea dintre un aliaj Al-Mn și Ni pur. Brazarea dintre cele două metale de bază poate întâmpina foarte multe probleme datorită proprietăților lor fizice diferite; de pildă, punctul de topire al nichelului este de 1455 °C, pe când punctul de topire al aluminiului și aliajelor sale este sub 660 °C. Mai mult decât atât, selectarea materialului de aport este foarte importantă pentru că, de acest material de aport depinde lipirea metalelor de bază; în acest sens,

s-a realizat placarea nichelului pur cu aliajul Ag45CuZnSn, placaj ce are rol de material de aport.

Examinarea brazării dintre metalul de bază din aluminiu și cel din nichel, s-a realizat atât prin control distructiv (metalografie la microscopul Olympus BX 51M), cât și prin control nedestructiv (scanare acustică microscopică la scanner-ul SAM 301).

## 2. Dimensiuni. Materiale utilizate. Compoziții chimice

Metalele de bază utilizate sunt sub formă de table cu grosime de 2 mm în cazul aliajului AlMn1 și 1 mm în cazul nichelului pur Ni 201; ambele metale au 35 x 25 mm. Placajul Ag45CuZnSn realizat pe suprafața brazabilă a nichelului, are o grosime de maximum 0,1 mm, celelalte dimensiuni fiind ajustate la dimensiunile metalelor de bază.

Aliajul AlMn1 este din clasa 3000 (EN AW 3003) - aliaj al aluminiului cu manganul. Diagrama de echilibru termic a aliajelor Al-Mn prezintă, la temperatura de 658,5 °C, un eutectic cu 1,8 % Mn [1]. Compoziția chimică a aliajului AlMn1 este redată în tabelul 1 (Compoziție chimică AlMn1) [2].

Tabelul 1

Compoziție chimică AlMn1, %						
Si	Fe	Cu	Mn	Zn	alte urme	Al
0,6	0,7	0,05 - 0,2	1 - 1,5	0,1	max. 0,15	rest

Nichelul folosit ca metal de bază este Ni 201 (se mai numește și nichel 2.4068), cu un conținut de maximum 0,02 % C, spre deosebire de nichelul pur Ni 200 ce conține 0,1 % C. Compoziția sa chimică este redată de tabelul 2 (Compoziția chimică Ni 201) [3].

Tabelul 2

Compoziție chimică Ni 201, %								
Ni	Fe	Si	Mn	Cu	C	Si	Ti	Mg
99,2	0,4	0,15	0,35	0,25	0,02	0,005	0,1	0,15

Materialul de aport selectat pentru realizarea acestui experiment este un placaj din aliajul Ag45CuZnSn (se mai numește și Ag 104), care face parte din categoria aliajelor de argint lipsite de cadmiu. Adaosul de staniu în compoziția chimică a acestui material de aport, favorizează scăderea punctului de topire a aliajului Ag-Cu-Zn, îmbunătățește curgerea sa și conferă rezistență la coroziune [4]. De

asemeni, în tabelul 3, se regăsește compoziția chimică a materialului de aport Ag45CuZnSn [4]. În plus, se cunoaște că argintul reacționează destul de bine cu nichelul, la temperatura de brazare, micșorează unghiul de umectabilitate, și în consecință, facilitează realizarea îmbinării brazate; totodată, materialul de aport din aliaj de argint conferă îmbinării rezistență mecanică și plasticitate ridicată [5] – vezi tabelul 3 (Compoziția chimică Ag45CuZnSn) [4].

Tabelul 3

Compoziție chimică Ag45CuZnSn, %			
Ag	Cu	Zn	Sn
44 - 46	26 - 28	23,5 - 27,5	2 - 3

### 3. Partea experimentală

În urma brazării metalului de bază AlMn1 cu metalul de bază din nichel (Ni 201), placat cu aliaj Ag45CuZnSn, s-au obținut cinci îmbinări brazate. Pentru a înțelege structura morfologică a acestor îmbinări brazate, unei probe i s-a făcut o metalografie în secțiune transversală și s-a studiat la microscopul metalografic optic Olympus BX 51M cu mărire de 50 de ori. Atacul metalografic a fost electrochimic, la o tensiune de 20 V și utilizându-se acidul tetrafluoroboric de concentrație 5 %. Rezultatul este ilustrat în figura 1.

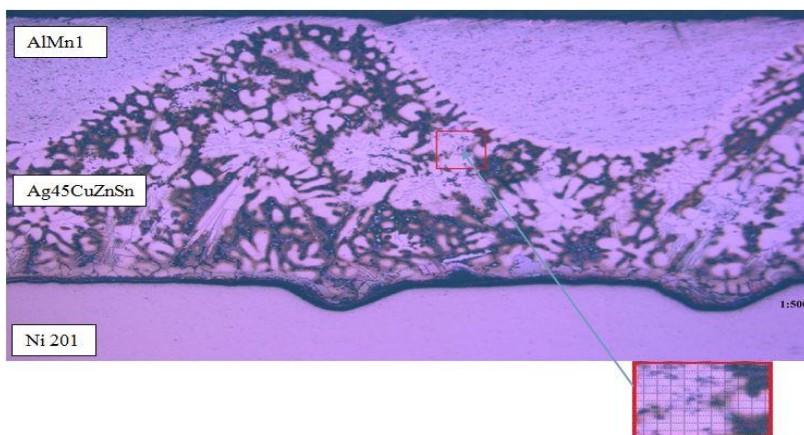


Fig. 1 Metalografia îmbinării brazate AlMn1/Ni 201

Metalografia s-a realizat pe o suprafață de 3 mm<sup>2</sup> a secțiunii transversale și arată că îmbinarea brazată este dominată de prezența

argintului sub formă dendritică și a aluminiului tot sub formă dendritică. De asemeni, prin metoda punctelor, s-a găsit că în  $32 \mu\text{m}^2$ , argintul și aluminiul sunt în procent de 64 %, restul fiind constituit din alte elemente. De remarcat însă că, dendritele de aluminiu la limita dintre metalul de bază din AlMn1 și materialul de aport Ag45CuZnSn, au forme sferice și de dimensiuni mici, în comparație cu dendritele de argint care au dimensiuni foarte mari (cea mai mare are o lungime de 0,344 mm). Figura 2 ilustrează diferența de formă dintre dendritele de aluminiu și dendritele de argint, din cadrul aceleiași îmbinări brazate.

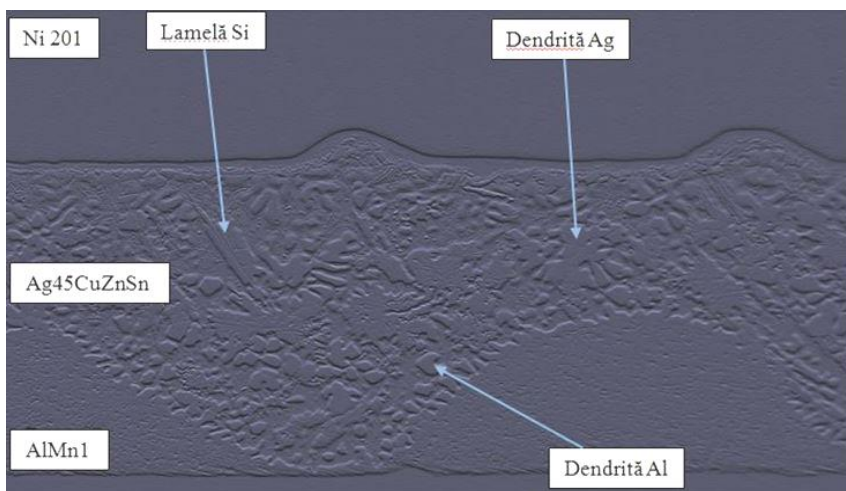


Fig. 2 Dendrite de Al și dendrite de Ag din figura 1

Din figura 1 și figura 2, se poate observa nu numai că dimensiunile dendritelor de argint sunt cu mult mai mari decât cele ale dendritelor de aluminiu, dar sunt și mai ramificate și ușor alungite; ele se regăsesc mai mult în centrul îmbinării brazate. Totodată se remarcă prezența unor elemente în număr redus, cum ar fi o lamelă de siliciu. În tabelul 4 (Dimensiunile componentelor morfologice din figura 2) sunt înregistrate dimensiunile acestor structuri morfologice.

Tabelul 4

Dendrite Al, $\text{mm}^2 \times 10^3$	6,2	4,4	0,6	4,5	1,8
Dendrite Ag, $\text{mm}^2$	0,067	0,044	0,068	0,018	0,037

Cele 5 probe s-au supus, ulterior unor scanări acustice microscopice, la scanner-ul cu ultrasunete SAM 301, cu scopul de a observa defectele în îmbinările AlMn1/Ni 201 placat cu Ag45CuZnSn. Figura 3 a, b, c, d, e.

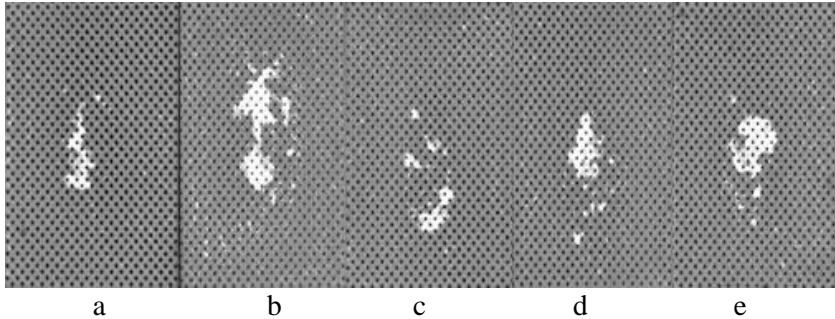


Fig. 3 Scanări ale îmbinărilor brazate AIMn1/Ni 201

Scanarea cu ultrasunete a arătat că toate cele cinci probe s-au brazat în procent de peste 90 %; cu toate acestea, prezența defectelor (culoare albă) s-a concentrat în zonele centrale ale acestor îmbinări, așa cum se observă în figura 3. Defectele sunt centralizate în tabelul 5 (Procentele defectelor din îmbinările brazate AIMn1/Ni 201).

Tabelul 5

Proba 1	Proba 2	Proba 3	Proba 4	Proba 5
% defecte	% defecte	% defecte	% defecte	% defecte
2,11	6,07	1,67	3,48	2,98

#### 4. Concluzii

■ Îmbinarea brazată AIMn1/Ni 201 placat cu Ag45CuZnSn, a decurs bine în general, procentul de îmbinare fiind peste 93 %. Defectele survenite în îmbinări sunt localizate în centrul lor, zonele periferice fiind foarte bine lipite; aceste defecte au foarte puține incursiuni punctiforme și sunt localizate în imediata vecinătate a defectelor centrale mai mari, nefiind dispersate în întreaga îmbinare.

■ Îmbinarea dintre cele două metale de bază s-a realizat, însă, prin topirea exagerată a metalului de bază din aluminiu (AIMn1); de această deteriorare a suprafeței brazabile a aliajului din aluminiu, este responsabil argintul din compoziția chimică a materialului de aport (45 % Ag), care deși a contribuit decisiv la realizarea îmbinării brazate, a utilizat o cantitate prea mare de aluminiu, producând o topire în exces a acestuia din urmă și reducând grosimea îmbinării brazate; dovada acestui fapt, este metalografia din figura 1, în care se observă o grosime foarte mare a materialului de aport din aliaj de argint, care aproape că

difuzează la suprafața metalului de bază din aluminiu. Mai mult decât atât, argintul, la temperatura de brazare, a avut și o acțiune erozivă asupra metalului de bază din aluminiu, acțiune care s-a finalizat cu apariția defectelor în zonele centrale ale îmbinărilor. Cu toate acestea, dozarea corectă a cantității de material de aport din aliaj de Ag poate reduce sau stopa aceste eroziuni; o altă soluție poate fi placarea metalului de bază din aluminiu cu un aliaj Al-Si care să aibă un punct de topire mai mic decât punctul de topire al materialului de aport.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Mohammad Asgar Khan, Mamoun Medraj, *Thermodynamic Description of the Mg-Mn, Al-Mn and Mg-Al-Mn Systems Using the Modified Quasichemical Model for the Liquid Phases*, Departament of Mechanical Engineering, Concordia University, Montreal, Quebec, Canada, H3G 2B9, Materials Transactions, The Japan Institute of Metals, 15 aprilie 2009, pag. 1-11, 07.01.2018, EST 14:00.
- [2] R.B.C. Cayless, Alcan Rolled Products Company, *Alloy and Temper Designation Systems for Aluminum and Aluminum Alloys*, ASM Handbook, vol. 2, 1990, p.15-28, 02.11.107, EST 21:05.
- [3] \* \* \* VDM Metals International GmbH, *VDM Nickel 200 VDM Nickel 201 Nickel 99.2 LC-Nickel 99.2, Material Data Sheet*, nr. 1101, august 2017, Germania, 29.10.2017, EST 12:24.
- [4] L.J. Wierzbicki, W. Malec, J. Stobrawa, B. Cwolek, B. Juszczak, *Studies into new environmentally friendly Ag-Cu-Zn-Sn brazing alloys of low silver content*, *Achievs of Metallurgy and Materials*, vol. 56, ianuarie 2011, p. 1-13, 23.01.2018, EST 19:22.
- [5] Mahyar Hasanabadi, Hamid Omidvar, Ali Shamsipur, *Effect of BAg1 Ni-Electroplating on microstructure and properties of WC-Co-brazed joints*, Department of Mining and Metallurgical Engineering, Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic), Teheran, Iran, Material Science and Technology, 31 iulie 2017, p. 1-10, 14.02.2018, EST 20:02.

Prof. Em., Dr. Ing., Dipl. Fiz. George ARGHIR  
Membru al Academiei de Științe din New York  
Membru al Academiei Universale din Lausanne  
Prof. Dr. Ing. Liviu BRÂNDUȘAN  
Drd. Ing. Nicu-Marian TRANDAFIR  
Universitatea Tehnică din Cluj Napoca  
membri AGIR