

# INVESTIGAȚII PRIVIND EVIDENȚIEREA PROPRIETĂȚILOR MECANICE CORESPUNZĂTOARE UNOR ALIAJE REZISTENTE LA CALD (INCONEL X-750)

**Indira Andreescu**, prof.univ.dr.ing. Facultatea de Utilaj Tehnologic, Universitatea Tehnica de Constructii Bucuresti

**Indira Andreescu**, Professor Dr., Faculty of Machine Tools, Technical University of Civil Engineering Bucharest e-mail: [indira\\_utcb@yahoo.com](mailto:indira_utcb@yahoo.com)

**Abstract:** Synthesis results enumerating the inconel X – 750 alloy principal mechanical characteristics are submitted.

**Keywords:** alloy, anneal, strength, temperature, thermic treatment

Comentarii și proprietăți – Inconel X-750 este un aliaj pe bază de nichel de înaltă rezistență mecanică și de oxidare. Se utilizează pentru părți ce necesită o mare rezistență mecanică până la 1000<sup>o</sup>F sau o înaltă rezistență la fluaj până la 1500<sup>o</sup>F, precum și pentru părți slab tensionate, dar operând până la 1900<sup>o</sup>F. Este durificabil prin diverse combinații de tratamente în soluție și de îmbătrânire, depinzând de forma și aplicația în cauză. Inconel X-750 este disponibil în toate formele maleabile prelucrate.

Inconel X-750 poate fi ușor forjat între 1900 și 2225<sup>o</sup>F; funcționarea <cald-rece> între 1200 și 1600<sup>o</sup>F este dăunătoare și trebuie evitată. Aliajul este ușor de format, dar trebuie tratat în soluție, 7-10 minute la 1925<sup>o</sup>F după operațiile severe de formare. Întrucâtva, este mai dificil de prelucrat decât oțelurile austenitice. Prelucrarea grosieră este mai ușoară în condiția de tratare în soluție, iar cea de finisare, în condiția de îmbătrânire parțială sau totală. Sudarea prin fuziune este dificilă pentru dimensiuni mari ale secțiunii și moderat dificilă pentru secțiuni mici și pânze. Sudarea trebuie făcută în condiția de recoacere sau de tratare în soluție; Sudurile trebuie să fie relaxate de tensiuni, timp de 2 ore la 1650<sup>o</sup>F, înainte de îmbătrânire.

Brazarea cu nichel, urmată de un tratament de precipitare al ansamblului brazat, conduce la o rezistență egală cu cea rezultată din tratarea termică integrală a materialului.

Rezistența aliajului la oxidare este bună la 1900<sup>o</sup>F, dar efectele benefice ale îmbătrânirii se pierd peste 1500<sup>o</sup>F. Acest aliaj este atacabil în atmosfere cu conținut de sulf.

O varietate de tratamente termice a fost dezvoltată pentru Inconel X-750. Fiecare din acestea furnizează proprietăți speciale și aduc materialul în cea mai bună condiție metalurgică pentru aplicația intenționată. Mai jos sunt descrise numai două din aceste tratamente termice, destinate aplicațiilor ce necesită o înaltă rezistență până la 1100<sup>o</sup>F.

Recoacere și îmbătrânire pentru pânze, benzi și plăci – prelucrate, recoapte la plus 1300<sup>o</sup>F pentru 20 de ore și A.C. conf. AMS 5542.

Egalizare și îmbătrânire pentru bare și forjate – 1625<sup>o</sup>F pentru 4 ore, A.C. plus 1300<sup>o</sup>F pentru 24 de ore și A.C. conf. AMS 5667.

Alte tratamente termice sunt disponibile pentru rezistența maximă la ruperea de fluaj.

Unele specificații de material pentru Inconel X-750 sunt prezentate în tabelul nr. 1. Proprietăți mecanice și fizice la temperatura camerei se găsesc în tabelul nr. 2.

Recopt și îmbătrânit. Curbe pentru rezistențele ultimă și de curgere la întindere la temperaturi ridicate sunt prezentate în fig.1 până la 3.

**Tabelul nr.1. Specificații de material pentru Inconel X-750**

Specificația	Forma	Condiția
AMS 5542	Pânze, benzi și plăci	Recopt
AMS 5667	Bare și forjate	Egalizat

**Tabelul nr.2. Proprietăți mecanice și fizice de proiectare pentru Inconel X-750**

Specificația .....	AMS 5542				AMS 5667	
	Benzi		Pânze	Plăci	Bare și forjate	
Forma .....	Recopt și îmbătrânit				Egalizat și îmbătrânit	
Condiția .....	Recopt și îmbătrânit				Egalizat și îmbătrânit	
Grosimea sau diametrul, in.	≤0,009	≥0,01 0	0,010- 0,187	0,188- 4,000	<4,000	4.000- 10,000
Baza .....	S	S	S	S	S	S
<b>Proprietăți mecanice :</b>						
$R_{utr}$ , ksi						
L .....	...	...	...	...	165	160
LT .....	150	155	165	155	...	...
$R_{ctr}$ , ksi						
L .....	...	...	...	...	105	100
LT .....	...	...	105	100	...	...
$R_{cc}$ , ksi						
L .....	...	...	...	...	105	100
LT .....	...	...	105	100	...	...
$R_{uf}$ , ksi .....	...	...	107	100	102	99
$R_{upc}$ , ksi						
(e/D = 1,5) .....	...	...	247	232	247	240
(e/D = 2,0) .....	...	...	313	294	313	304
$R_{epc}$ , ksi						
(e/D = 1,5) .....	...	...	157	150	157	150
(e/D = 2,0) .....	...	...	189	180	189	180
$e$ , procent (e, percent):						
L .....	...	...	...	...	20	15
LT .....	...	15	20	20	...	...
$RA$ , procent (RA, percent)						
L .....	...	...	...	...	25	17
$E$ , $10^3$ ksi .....				30,6		
$E_c$ , $10^3$ ksi .....				30,6		
$G$ , $10^3$ ksi .....				11,8		
$\mu$ .....				0,30		

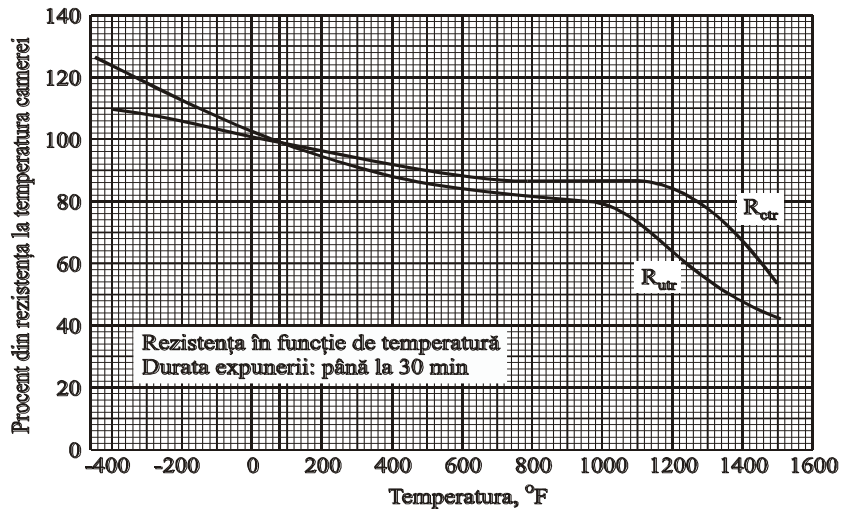


Fig. 1 – Efectul temperaturii asupra rezistențelor ultime și de curgere la întindere ( $R_{utr}$ ) și ( $R_{ctr}$ ) pentru pânze și plăci din Inconel X-750 (AMS 5542)

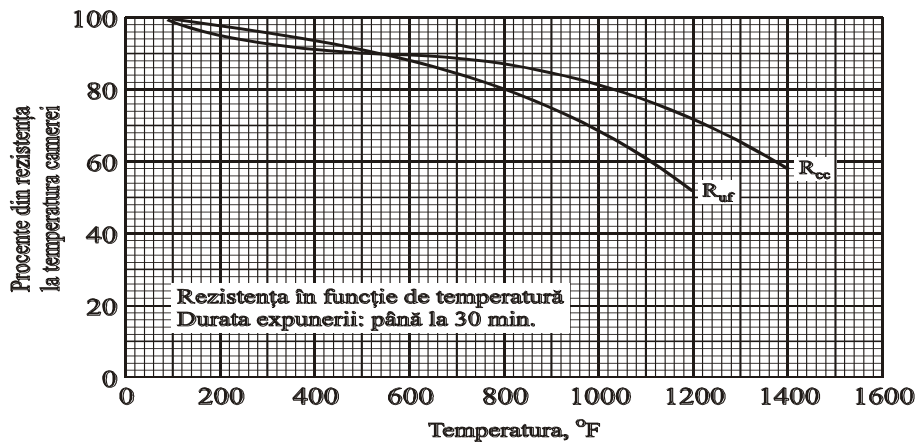


Fig. 2 – Efectul temperaturii asupra rezistenței de curgere la compresie ( $R_{cc}$ ) și asupra rezistenței ultime la forfecare ( $R_{uf}$ ) pentru Inconel X-750

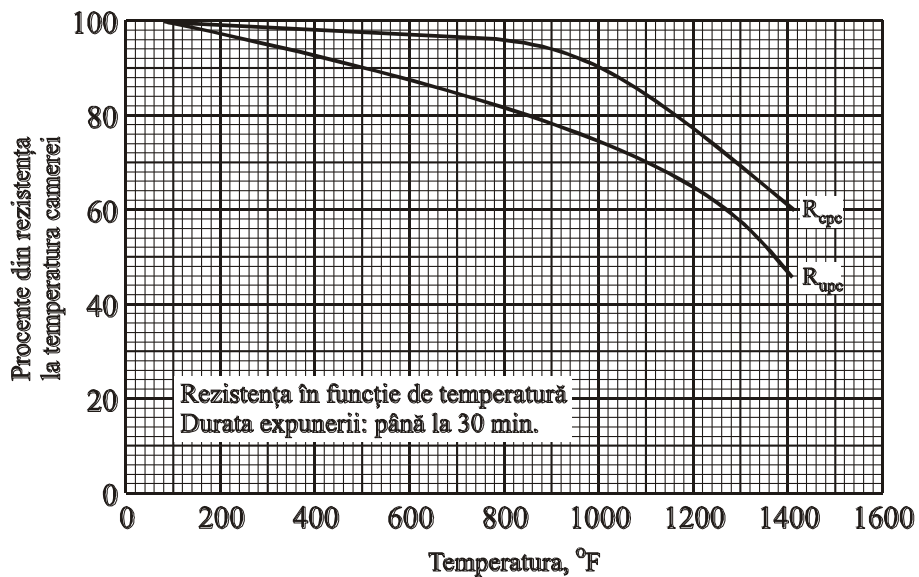


Fig.3. Efectul temperaturii asupra rezistenței ultime și de curgere la presiunea de contact ( $R_{upc}$  și  $R_{cpc}$ ) din Inconel X-750.

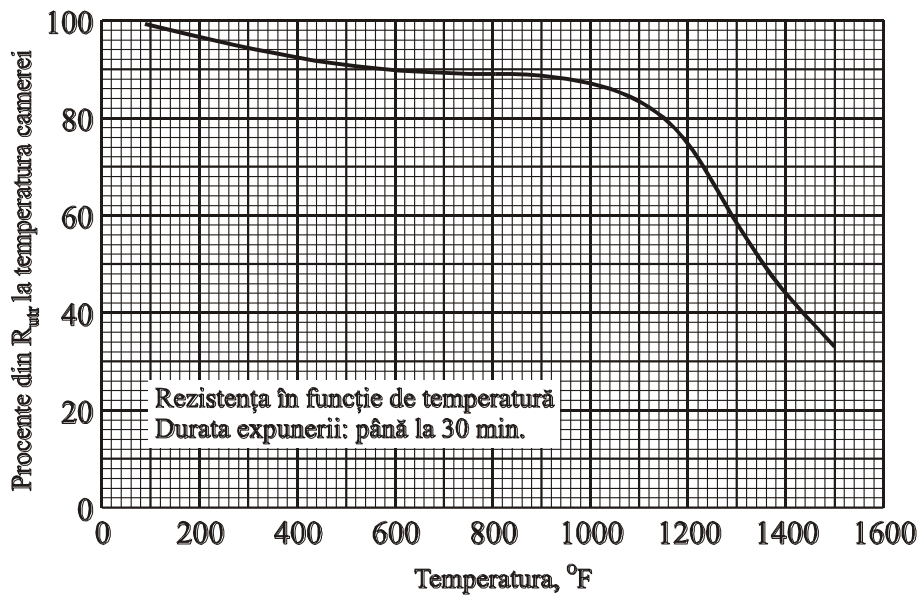


Fig. 4 – Efectul temperaturii asupra rezistenței ultime la întindere ( $R_{ult}$ ) pentru Inconel X-750 (AMS 5667)

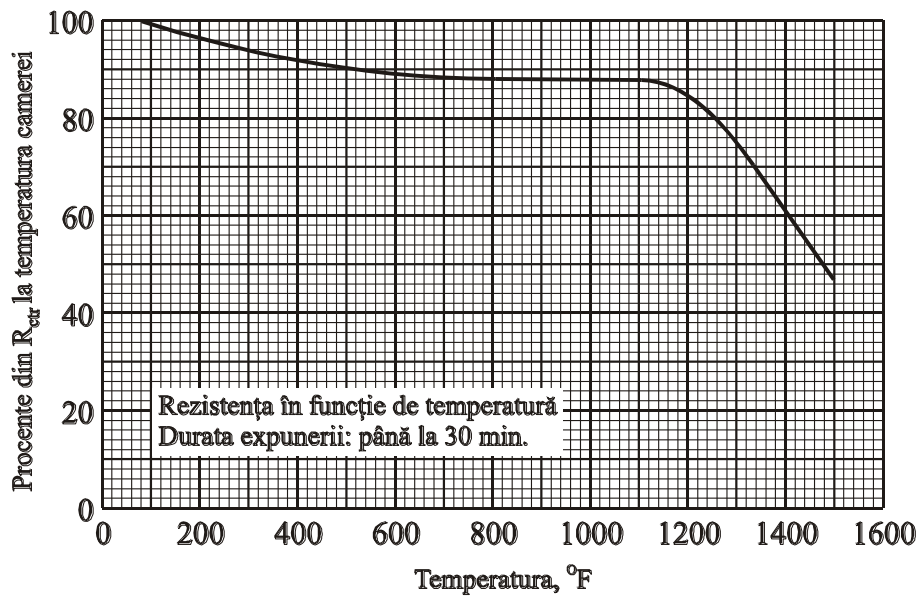


Fig. 5 – Efectul temperaturii asupra rezistenței de curgere la întindere ( $R_{ctr}$ ) pentru Inconel X-750 (AMS 5667)

### Concluzii:

Aliajul pe baza de nichel Inconel X - 750, rezistent la cald, are o rezistență la oxidare adecvată la temperaturi ridicate, putând fi optim tratat termic.

Proprietățile de rezistență descresc cu creșterea temperaturii sau a timpului de expunere.

### Bibliografie

[1] \*\*\* MIL-HDBK-5 (Military Handbook), *Metallic Materials and Elements for Flight Vehicle Structures*, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1988.

- [2] I. ANDREESCU, T.A. MUTIU, *Concepte și evaluări privind metodologia caracterizării aliajelor Al-Ti*, Proiect de cercetare, **EI/2002**, Raport de activitate, contract INCAS/ Societatea Academică Română (SAR) <Synergie> - MEC/ASR
- [3] MULLER, W., BUBEK, E., GEROLD, V. Proceedings of the Third International Al-Li Conference, Oxford **1985**, Institute of Metals, vol.III, London, p.435.
- [1] \*\*\* J.J. Kruzic, J.P. Campbell, R.O. Ritchie, On the fatigue behavior of  $\gamma$ -based aluminides: role of small cracks. *Acta Mater.* **47**, **1999**.
- [2] Y.N. Lenets, R.S. Bellow, *Int. J. Fat.* **22**, **2000**.
- [3] J. Lindemann, K. Gossmann, T. Raczek, L. Wagner, in: *L. Wagner (Ed.), Proceedings of the Eighth International Conference on Shot Peening*, Garmisch-Partenkirchen, Germany, **2002**, in press.
- [4] G. Lütjering, Influence of Processing on Microstructure and Mechanical Properties of ( $\alpha$ + $\beta$ ) Titanium Alloys. *Mater. Sci. Eng.* **A243**, **1988**

