

## PROPRIETĂȚI DE REZISTENȚĂ MECANICĂ INVESTIGATE ASUPRA UNOR ALIAJE REZISTENTE LA CALD (INCONEL X – 718)

### MECHANICAL STRENGTH PROPERTIES INVESTIGATED ON SOME HEAT RESISTANT ALLOYS (INCONEL X – 718)

Prof. univ. dr. ing. Indira ANDREESCU

Facultatea de Utilaj Tehnologic, Universitatea Tehnică de Construcții București, Romania  
e-mail: [indira\\_utcb@yahoo.com](mailto:indira_utcb@yahoo.com)

**Rezumat:** Sunt studiate proprietățile mecanice corespunzătoare aliajului rezistent la cald INCONEL 718

**Cuvinte cheie:** temperatură, rezistență, tensiune, îmbătrânit, călire.

**Abstract:** The INCONEL 718 heat resistant alloy mechanical properties are studied.

**Keywords:** temperature, strength, stress, aged, annealing.

Aliajele rezistente la cald sunt definite arbitrar ca aliaje de oțel cu un conținut mai bogat de 18 procente de crom, 8 procente de tipuri de nichel sau ca aliaje cu element de bază altul decât oțelul, intenționate pentru serviciu la temperaturi ridicate. Aceste aliaje au o rezistență la oxidare adecvată la temperaturi ridicate și, în mod normal, sunt utilizate fără o suprafață specială de protecție. Așa numitele aliaje <refractare>, care necesită suprafața specială de protecție la temperaturi ridicate, nu sunt incluse în acest capitol.

Tratamentele aplicate aliajelor variază considerabil de la un aliaj la altul. Pentru uniformitatea prezentării, termenii referitori la tratamentele termice sunt definiți după cum urmează:

*Relaxarea tensiunii* - încălzirea la o temperatură convenabilă, pe o durată suficient de lungă pentru a se reduce tensiunile reziduale, urmată de o răcire în aer sau în conformitate cu prescripțiile respective.

*Recoacerea* - încălzirea și menținerea la o temperatură convenabilă, urmată de o răcire cu o viteză potrivită scopului urmărit și anume de a obține o duritate (sau rezistență) minimă.

*Tratarea în soluție* - încălzirea la o temperatură convenabilă cu menținere suficientă, pentru a permite unuia sau mai multor constituenți să intre într-o soluție solidă și apoi o răcire suficient de rapidă pentru menținerea constituenților în soluție.

*Îmbătrânirea. Călirea prin precipitare* - Încălzirea la o temperatură convenabilă, cu menținere suficientă pentru a obține o durificare (călire) prin precipitare a unui constituent din soluție.

**PROPRIETĂȚILE MATERIALELOR** – Proprietățile mecanice ale aliajelor rezistente la cald sunt afectate de variații relativ minore în ceea ce privește chimia lor, fabricația și tratamentul termic

*Proprietățile de rezistență* - Proprietățile de rezistență la temperatura camerei sunt bazate în primul rând pe cerințele minime ale proprietăților la întindere ale specificațiilor de material. Valorile pentru proprietățile de rezistență nespecificate sunt derivate. Variația proprietăților cu temperatura și alte date de interes sunt prezentate în figuri sau tabele, după cum este mai potrivit.

Proprietățile de rezistență ale aliajelor rezistente la cald descresc odată cu creșterea temperaturii sau cu creșterea timpului de expunere la temperaturi ridicate. Există și excepții de la această regulă, în particular în cazul aliajelor călite prin îmbătrânire; aceste aliaje pot realmente să manifeste o creștere a rezistenței cu temperatura sau timpul, într-o gamă limitată, ca rezultat al îmbătrânirii ulterioare. În multe cazuri, totuși, această creștere a rezistenței este temporară și, de altfel, nu poate fi considerată ca un avantaj în cursul serviciului.

La temperaturi criogenice, proprietățile de rezistență ale aliajelor rezistente la cald sunt în general mai mari decât la temperatura camerei, cu condiția ca o oarecare ductilitate să mai persiste la temperaturile scăzute.

*Ductilitatea* Variația ductilității cu temperatura este întrucâtva dezordonată pentru aliajele rezistente la cald. În general, ductilitatea descreește cu creșterea temperaturii de la cea a camerei până la circa 1200 ÷ 1400<sup>o</sup>F, când atinge o valoare minimă, după care crește odată cu creșterea mai departe a temperaturii. Expunerea anterioară la fluaj poate, de asemenea, afecta negativ ductilitatea. Sub temperatura camerei, ductilitatea descreește cu descreeșterea temperaturii pentru unele din aceste aliaje.

Unul dintre aliajele reprezentative, rezistente la cald din grupa celor pe baza de nichel este INCONEL 718

### **INCONEL 718**

*Comentarii și proprietăți* – Inconel 718 este un aliaj pe bază de nichel topit în vid și durificat prin precipitație. Poate fi sudat cu ușurință și excelează prin rezistența la fisurarea de îmbătrânire sub stress. Este, de asemenea, ușor formabil. Depinzând de alegerea tratamentului termic, acest aliaj își găsește aplicații fie (1) în cazul rezistențelor înalte la fluaj și la rupere sub tensiune la 1300<sup>o</sup>F, fie (2) în cazul rezistențelor înalte la temperaturi criogenice. Are, totodată, o bună rezistență la oxidare până la 1800<sup>o</sup>F. Inconel 718 este disponibil în toate formele ce se obțin prin turnare sau forjare.

*Condiția Tratat în soluție și îmbătrânit* – Curbe de temperaturi ridicate sunt prezentate în fig. 1 și 2,3 și 4. Pentru pânze și turnate, în fig. 5 se prezintă curbe tipice tensiune-deformație (întindere și compresiune), precum și pentru modulul tangent compresiv. Curbe de rupere sub tensiune pentru forjate sunt date în fig. 6.

Proprietati de rezistenta mecanica investigate asupra unor aliaje rezistente la cald  
(INCONEL X – 718)

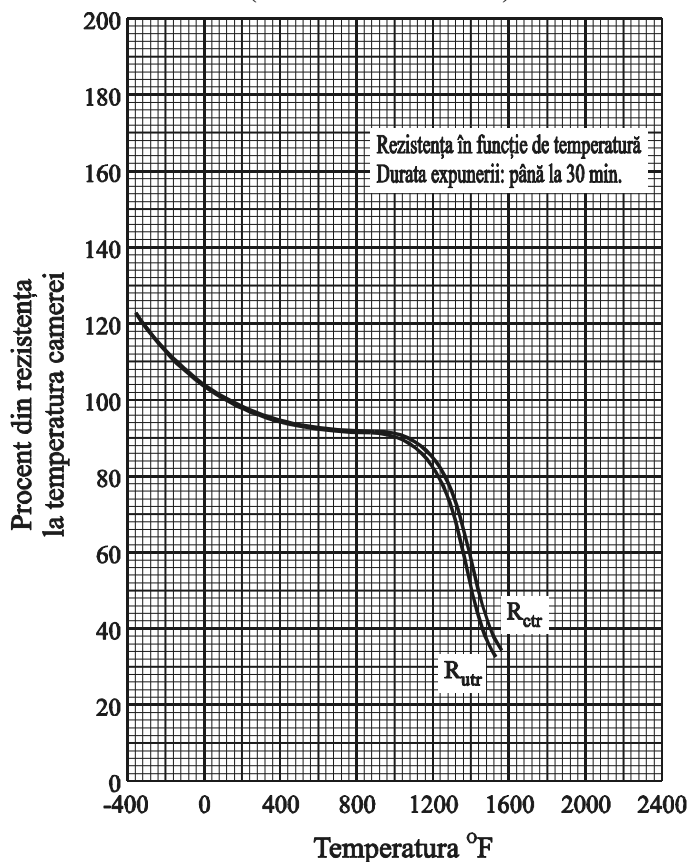


Fig. 1 – Efectul temperaturii asupra rezistențelor ultime ( $R_{ult}$ ) și de curgere ( $R_{ctr}$ ) ale aliajului Inconel 718 tratat în soluție și îmbătrânit

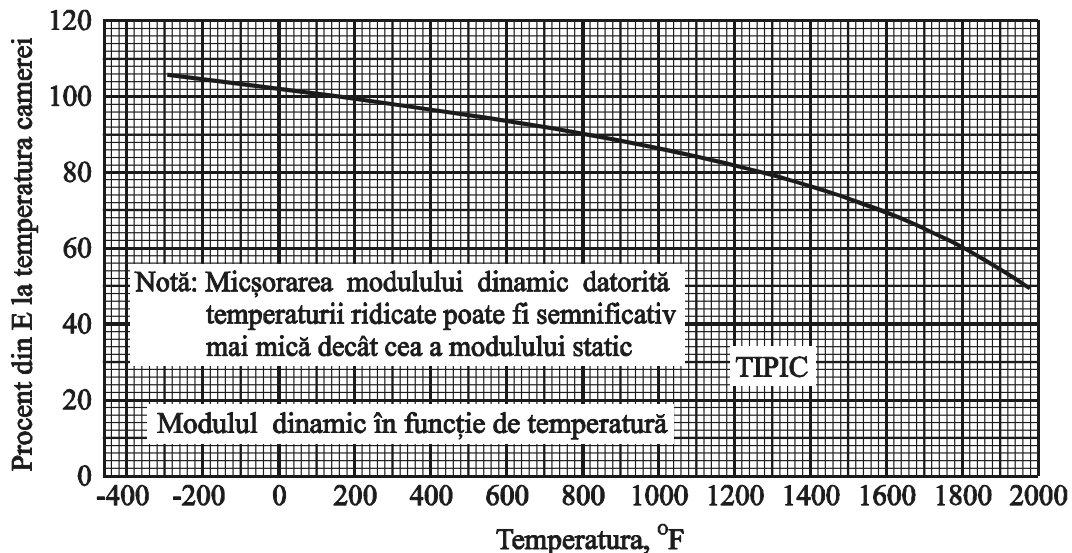


Fig. 2 – Efectul temperaturii asupra modului dinamic la întindere (E) pentru aliajul Inconel 718 tratat în soluție și îmbătrânit

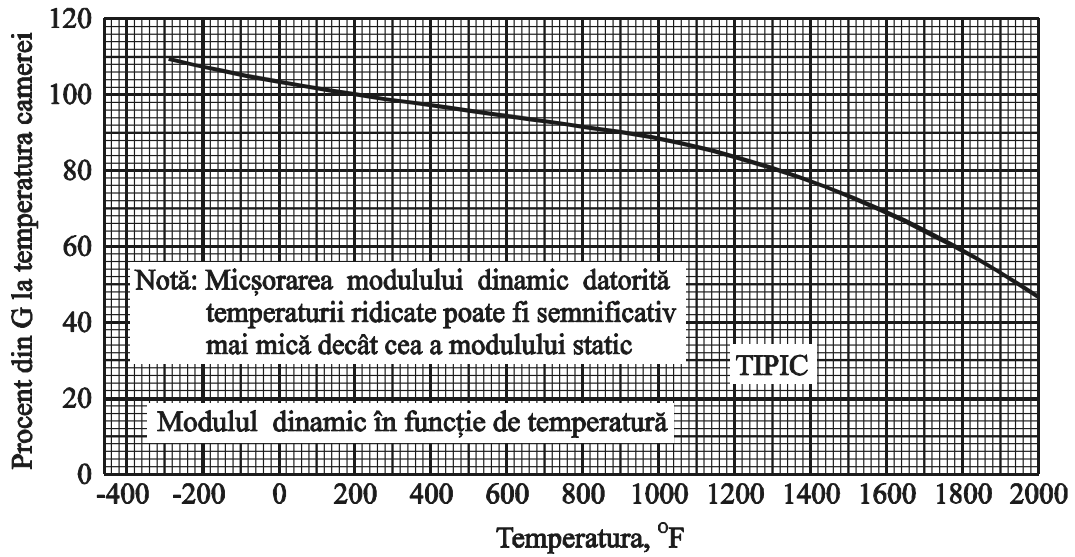


Fig. 3 – Efectul temperaturii asupra modului dinamic la forfecare (G) pentru aliajul Inconel 718 tratat în soluție și îmbătrânit

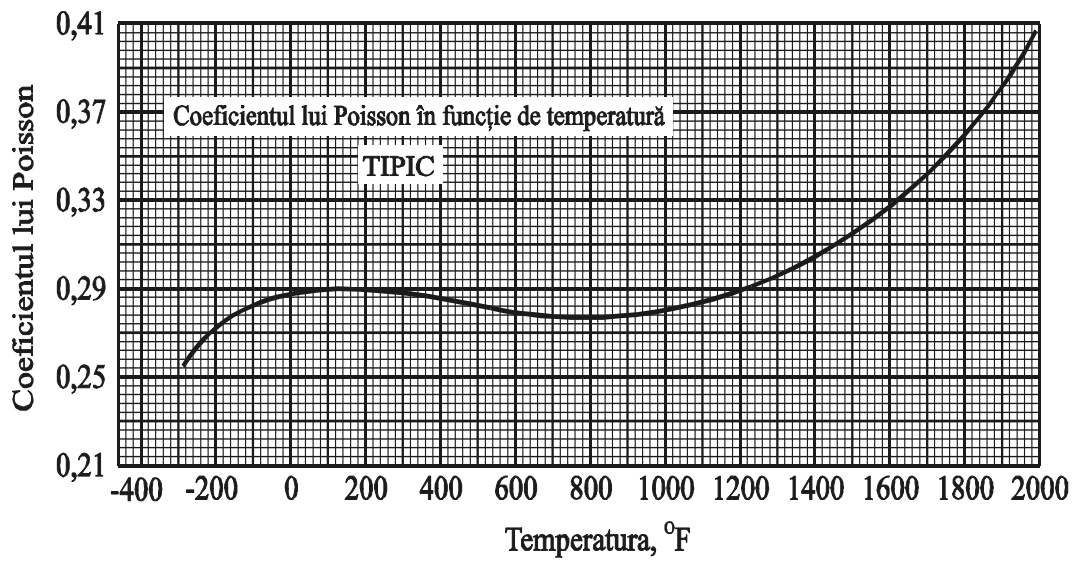


Fig. 4 – Efectul temperaturii asupra coeficientului lui Poisson ( $\mu$ ) pentru aliajul Inconel 718 tratat în soluție și îmbătrânit

Proprietati de rezistenta mecanica investigate asupra unor aliaje rezistente la cald  
(INCONEL X – 718)

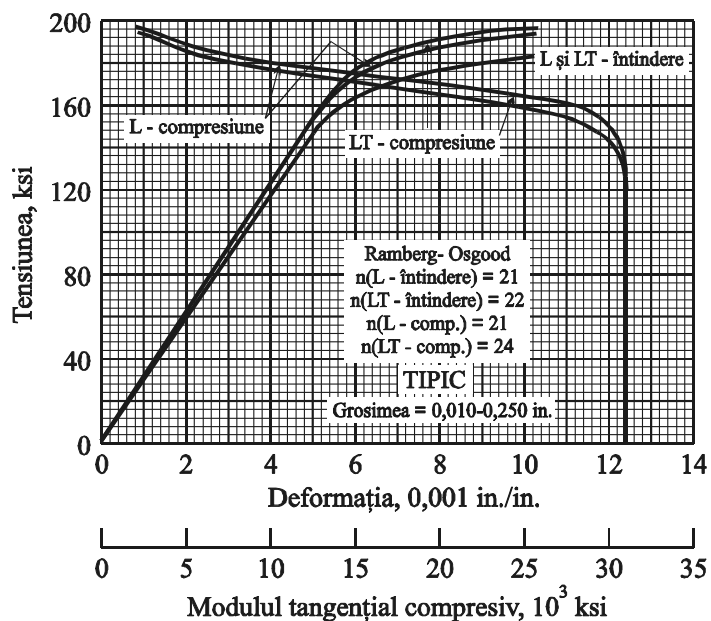


Fig. 5 – Curbe tipice tensiune-deformație (întindere și compresiune) și modul tangențial compresiv pentru pânze la temperatura camerei, din Inconel 718 tratat în soluție și îmbătrânit (AMS 5596)

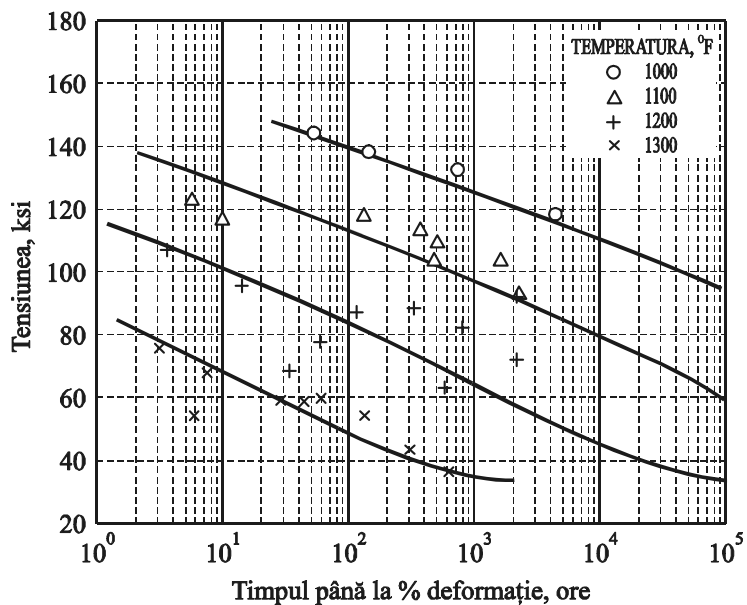


Fig. 6 – Curbe de fluaj izotermic de 0,10% medie pentru forjate din Inconel 718

### Concluzii:

Aliajul pe baza de nichel Inconel X - 718, 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.
- [4] \*\*\* **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.
- [5] **Y.N. Lenets, R.S. Bellow** - *Int. J. Fat.* 22, 2000.
- [6] **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.
- [7] **G. Lütjering** - *Influence of Processing on Microstructure and Mechanical Properties of ( $\alpha+\beta$ ) Titanium Alloys*. *Mater. Sci. Eng.* A243, 1988