

STUDII DE CAZ PRIVIND EXPERTIZAREA ALIAJELOR PE BAZĂ DE COBALT PENTRU STRUCTURI DE REZISTENȚĂ

EXPERTISE OF COBALT ALLOYS TO BE USED FOR STRENGTH STRUCTURES CASE STUDIES

Prof.univ.dr.ing. Indira ANDREESCU

Facultatea de Utilaj Tehnologic, Universitatea Tehnica de Constructii Bucuresti, Romania
e-mail: indira_utcb@yahoo.com

Rezumat: Sunt prezentate caracteristici mecanice esențiale ale aliajului pe bază de cobalt HS 188, caracteristici investigate în cadrul unui proiect de studiu al Institutului Național de Cercetări Aeronautice referitor la evaluarea comparativă a unor aliaje recomandate spre a fi opționate în proiecte de construcții de aeronave.

Concluziile rezultatelor obținute la măsurători a argumentat recomandările făcute beneficiarului acestui proiect.

Cuvinte cheie: aliaj, rezistență, tensiune, modul de elasticitate, elongație.

Abstract: The HS 188 on a basis of cobalt alloy essential mechanic characteristics are submitted, characteristics investigated as part of the Aerospace Research National Institute study project concerning the comparative evaluation of some recommended alloys to be used in aerospace constructions projects.

The measured obtained results conclusivity argued the recommendations concluded to this project beneficiary.

Keywords: alloy, strength, stress, elasticity modulus, strain

GENERALITĂȚI

Investigațiile științifice din câmpul, în continuă extindere al materialelor destinate structurilor de rezistență, în principal termo-mecanică, conduc la rezultate apreciabile ce duc la diversificarea listei acestor materiale, în special sub formă de aliaje.

Printre acestea utilizarea cobaltului la aliajele maleabile rezistente la cald este, de obicei, limitată la adăugarea cobaltului în aliajele cu alte baze. Foarte puține din aliajele rezistente la cald pot fi considerate ca fiind pe bază de cobalt, deoarece cobaltul este rareori elementul predominant.

Compoziția – Elementele comune de aliere pentru cobalt sunt cromul, nichelul, carbonul, molibdenul și tungstenul. Cromul este adăugat pentru mărirea rezistenței mecanice și la oxidare la temperaturi foarte înalte; nichelul, pentru creșterea flexibilității; carbonul, pentru creșterea durității și rezistenței, în special când este combinat cu cromul, molibdenul și tungstenul; molibdenul și tungstenul contribuie, de asemenea, la întărirea/durificarea soluției solide.

Topirea în vid nu se cere la acest aliaj. De aceea, aliajele pe bază de cobalt sunt adesea competitive ca preț cu aliajele pe bază de nichel topite în vid, deși prețul cobaltului este mai ridicat decât cel al nichelului.

Tratamentul termic – Aliajele pe bază de cobalt sunt tratate termic cu echipamente convenționale și dispozitive de fixare ca cele utilizate la oțelurile austenitice inoxidabile. Se recomandă folosirea unor bune tratamente termice, cu toate că aceasta nu este atât de critică cum este în cazul aliajelor pe bază de nichel.

Forjarea – Deoarece aceste aliaje sunt proiectate să aibe o foarte înaltă rezistență la temperaturi apropiate de gama celor de forjare, ele necesită un echipament de forjare greu. Totuși, forjabilitatea acestor aliaje este bună într-o gamă convenabil de largă de temperaturi. Prelucrările <cald-rece> nu sunt necesare și nici recomandate pentru aceste aliaje.

Formarea la rece – Aceste aliaje, când sunt în condiția de tratare în soluție, au o excelentă ductilitate și sunt ușor de format la rece. Din cauza capacității lor de duritate, ele necesită presiuni de formare înalte și recoaceri frecvente.

Prelucrarea – Aceste aliaje sunt tenace și se durifică rapid prin prelucrare; în consecință, sunt necesare scule de mare putere pe mașini care să nu vibreze, scule tăietoare ascuțite (din oțel de înaltă viteză sau cu plăcuțe de aliaj dur) și scule tăietoare de viteză mică.

Sudarea – Sudabilitatea aliajelor pe bază de cobalt este comparabilă cu cea a oțelurilor inoxidabile austenitice. Sudarea se poate efectua prin toate procesele uzuale ale acestei operațiuni. Sudurile largi sau complexe necesită relaxarea tensiunilor.

Printre aliajele de marcă pe bază de cobalt este HS 188.

HS 188

HS 188 este un aliaj pe bază de cobalt rezistent la cald și la coroziune, utilizat, până la 2100°F, la componente moderat tensionate. Aliajul are o excepțională rezistență la oxidare până la 2100°F care rezultă dintr-un infim adaos de lantan în sistemul de aliere. Aliajul manifestă o excelentă ductilitate post-îmbătrânire după o încălzire prelungită de 1000 de ore la temperaturi de până la 1600°F inclusiv.

HS 188 nu este durificabil cu excepția prelucrării la rece și se folosește tratat în soluție. El poate fi forjat și sudat. Sudarea poate fi efectuată atât manual, cât și cu metode automate, inclusiv cu fascicul de electroni, gaz tungsten aer și cu rezistență. Ca și la alte aliaje pe bază de cobalt, prelucrarea este dificilă, necesitând folosirea de scule ascuțite și viteze mici de tăiere; Oțelul rapid și sculele tăietoare cu plăcuțe dure sunt recomandate. Aplicațiile la turbinele cu gaz includ țevile de tranziție, camere de combustie, pulverizatoare, stabilizatoare de flacără și rezervoare.

Specificații de material pentru HS 188 sunt prezentate în tabelul nr. 1.

Tabelul nr. 1. Specificații de material pentru HS 188

Specificația	Forma	Condiția
AMS 5608	Pânze și plăci	Tratat în soluție (recopt)
AMS 5772	Bare și forjate	Tratat în soluție (recopt)

Condiția tratat în soluție – Proprietățile la temperaturi ridicate sunt prezentate în fig. 1 până la 7. Curbe tipice tensiune-deformație la întindere la temperatura camerei sunt date în fig. 8. Curbe tipice tensiune-deformație la compresiune și modul tangent la temperatura camerei și la temperaturi ridicate sunt prezentate în fig. 9

Date asupra controlului deformației la oboseală sunt conținute în fig. 10.

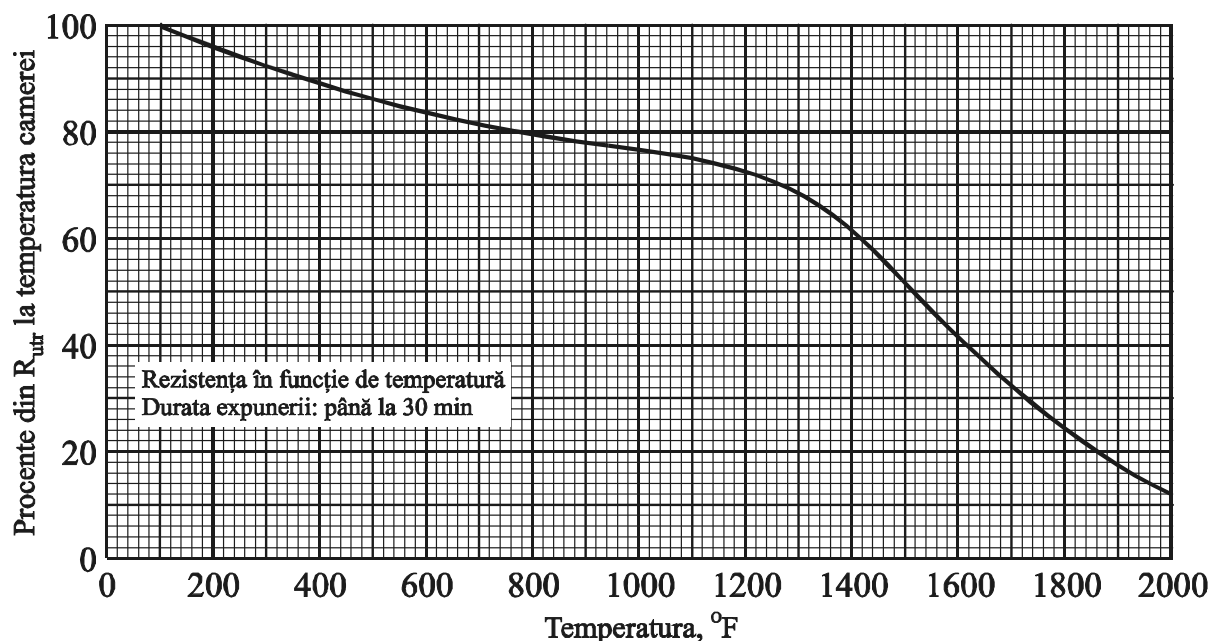


Fig. 1 – Efectul temperaturii asupra rezistenței ultime la întindere (R_{utr}) pentru pânze din aliajul HS 188

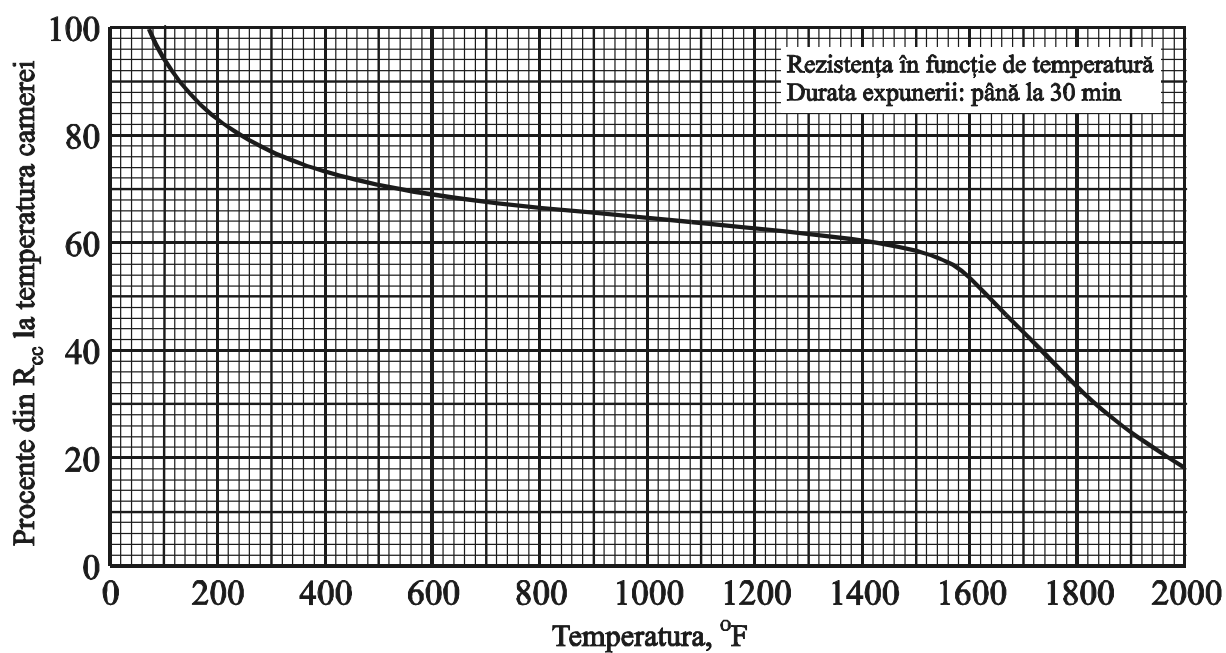


Fig. 2 – Efectul temperaturii asupra rezistenței de curgere la întindere (R_{utr}) pentru pânze din aliajul HS 188

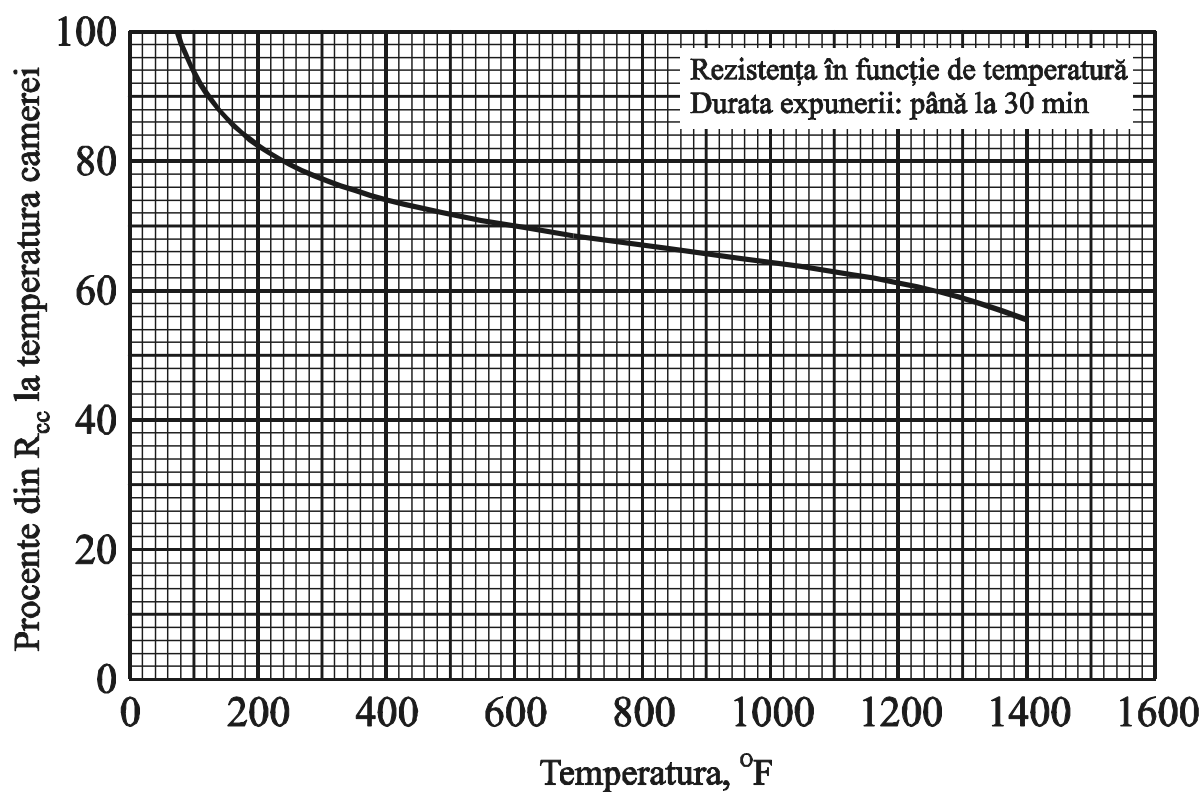


Fig. 3 – Efectul temperaturii asupra rezistenței de curgere la compresiune (R_{cc}) pentru pânze din aliajul HS 188

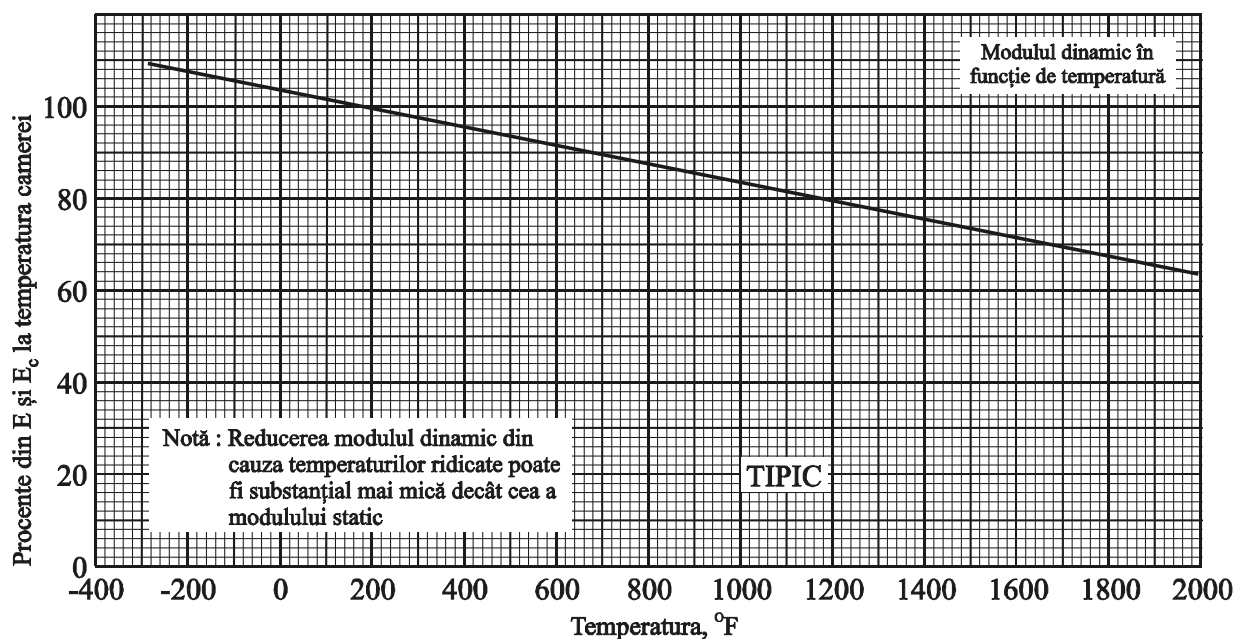


Fig. 4 – Efectul temperaturii asupra moduluiui dinamic (E și E_c) al aliajului HS 188

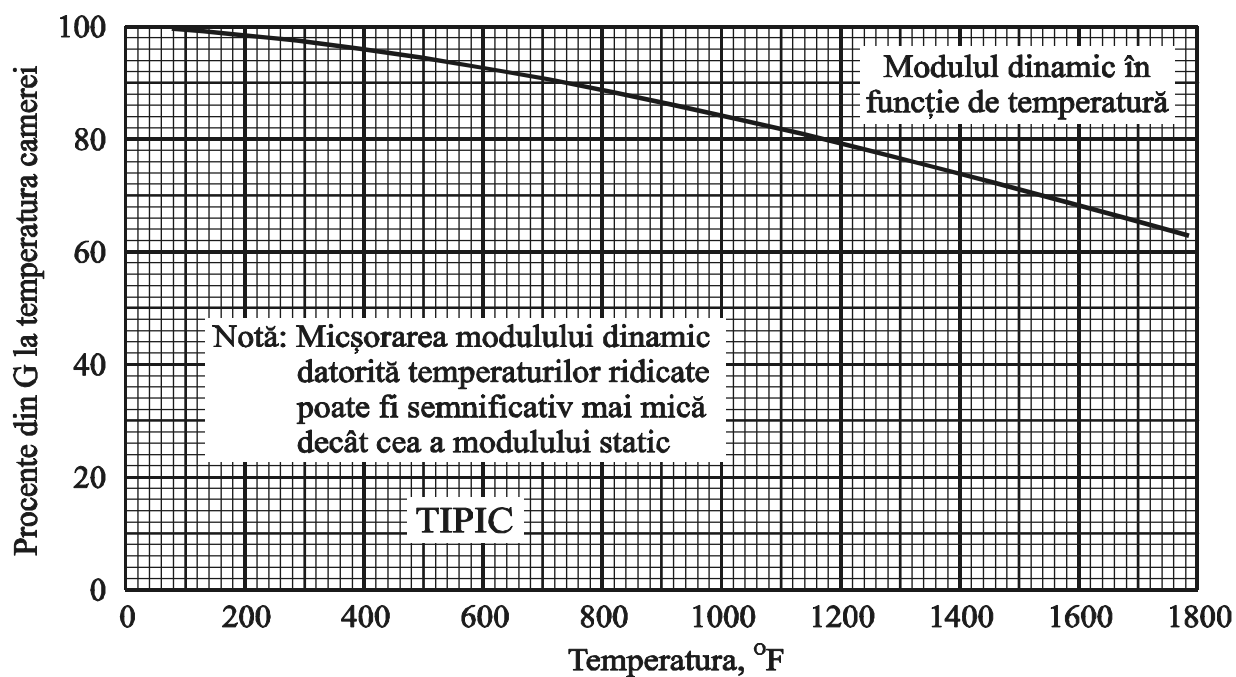


Fig. 5 – Efectul temperaturii asupra moduluiui de elasticitate dinamic la forfecare (G) pentru aliajul HS 188

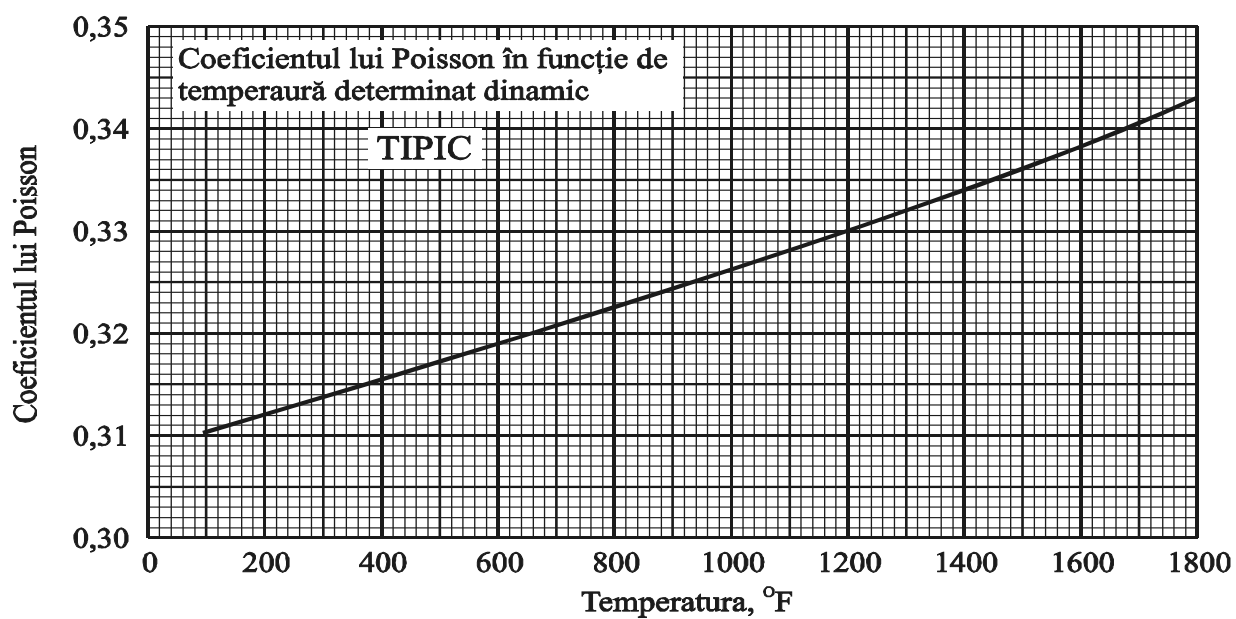


Fig. 6) – Efectul temperaturii asupra coeficientului lui Poisson (μ) pentru aliajul HS 188

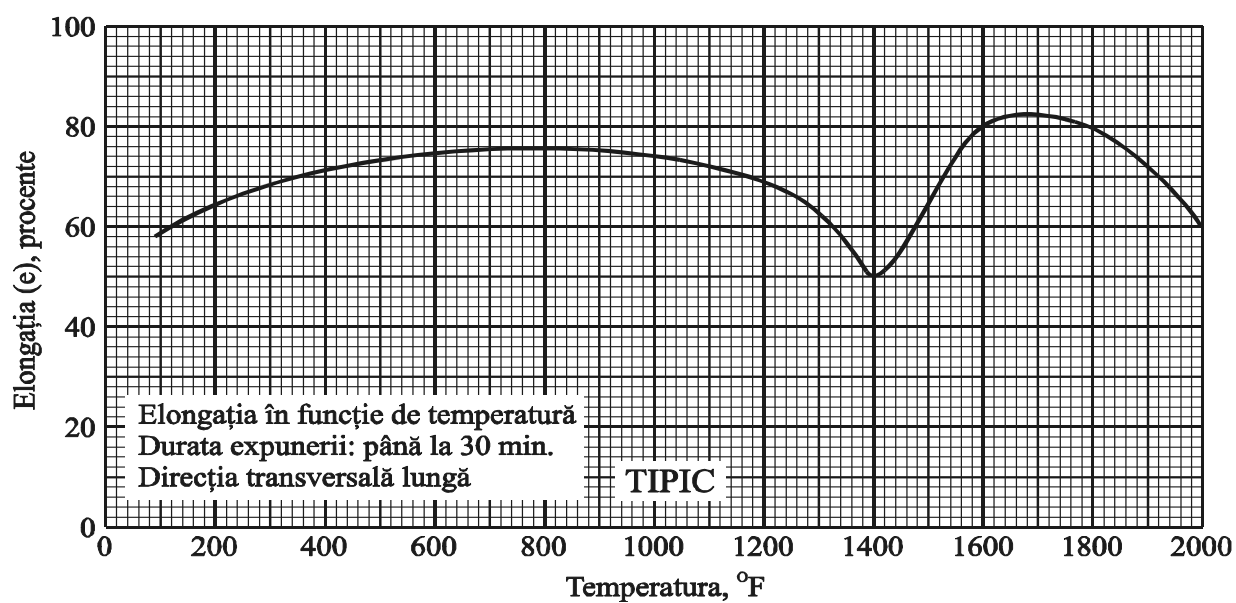


Fig. 7 – Efectul temperaturii asupra elongației (e) pentru pânze din HS 188

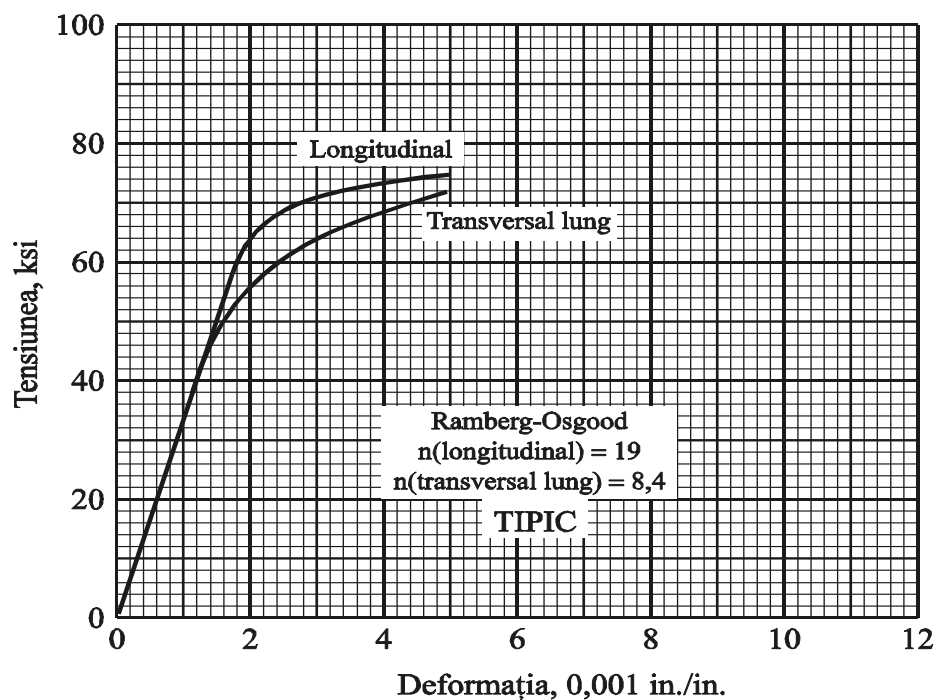


Fig. 8 – Curbe tipice tensiune-deformație la întindere pentru pânze la temperatura camerei din aliajul HS 188

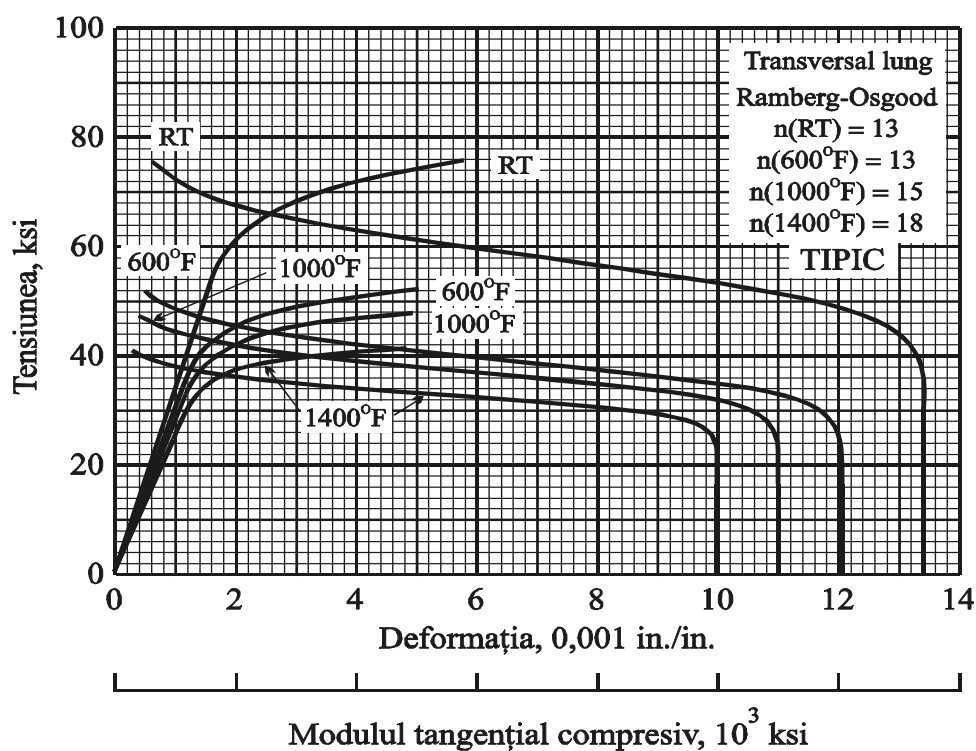


Fig. 9 – Curbe tipice tensiune-deformație la compresiune și modul tangențial compresiv pentru pânze din HS 188 la diferite temperaturi

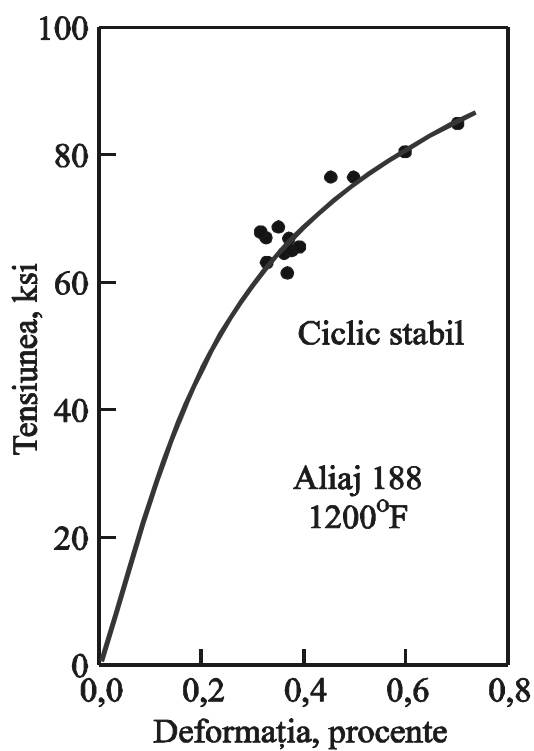
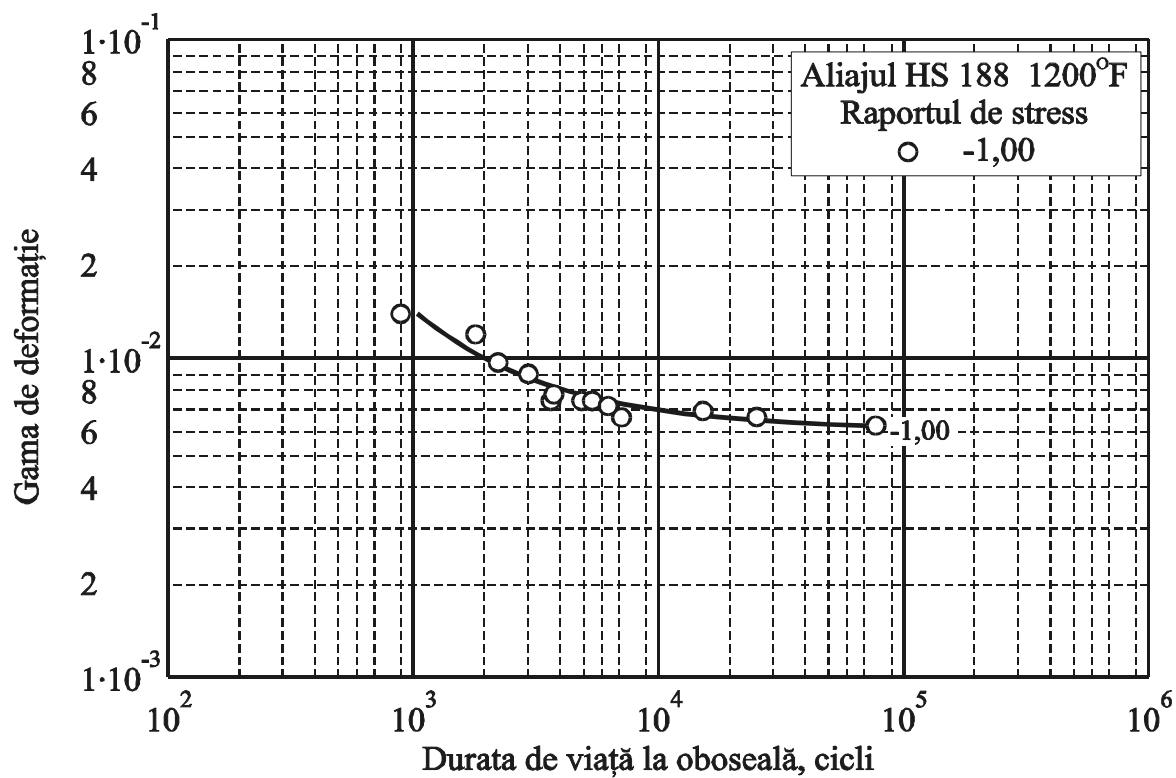


Fig. 10 – Curbe ϵ/N de regresie optimă și curbe ciclice de tensiune-deformație pentru bare din HS 188, cu orientarea longitudinală, la 1200°F

Informații corelative pentru fig. 10

Forma produsului/grosime :

Bare/ 1,5-inch-grosime

Istoria procesării termo-mecanice :

Soluție recoaptă (AMS 5772)

Proprietăți :

TUS, ksi	TYS, ksi	E, ksi	Temp., °F
120*	55*	20.050	75
			1200

Ecuația tensiune-deformație :

Ciclic (specimene însoțitoare)

Limita de proporționalitate = 45 ksi

$$(\Delta\sigma/2) = 293 (\Delta\epsilon_p/2)^{0,22}$$

Detalii de specimen :

Secțiunea de test etalon – uniformă

Referință : 3.8.1.1.8

Parametrii de test :

Rata deformației/frecvență - 20 cpm

Forma undei - triunghiulară

Temperatura - 1200°F

Atmosfera - aer

Nr. încălzirilor/lot : 1

Ecuația tensiunii echivalente :

$\log N_f = 1,073 - 0,925 \log (\Delta\epsilon - 0,00622)$

Deviația standard a $\log(\text{viață}) = 0,00134(1/\epsilon_{ech})$

R^2 ajustat statistic = 91%

Mărimea eșantionului = 14

[Cauțiune: Modelul tensiunii echivalente poate furniza predicții nerealiste asupra duratei de viață pentru rapoarte de stress diferite de cele reprezentate mai sus]

CONCLUZII

Prin cele consemnate în studiul prezentat s-a intenționat să se pună în evidență evaluarea aliajului HS 188 spre a fi opționat în proiectul Institutului Național de Cercetări Aerospațiale spre a fi folosit la fabricarea unor elemente de structuri de rezistență a avioanelor.

S-au făcut sublinieri utile pentru un optim de evaluare de rezistență termo-mecanică a epruvetelor supuse încercărilor normalizate, conform standardelor în vigoare.

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. KRUIE, J.P. CAMPBELL, R.O. RITCHIE, *On the fatigue behavior of γ -based aluminides: role of small cracks*. *Acta Mater.* 47, 1999.

* Valorile minime din AMS 5772.

[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 (α + β) Titanium Alloys. *Mater. Sci. Eng.* A243, 1988