

STUDII PRIVIND EVIDENȚIEREA PROCESĂRII ALIAJELOR DE ALUMINIU (II)

STUDIES CONCERNING THE ALUMINIUM ALLOYES POINTING OUT PROCESS (II)

Indira ANDREESCU

Prof. univ. dr. ing. Facultatea de Utilaj Tehnologic
Universitatea Tehnică de Construcții București, Romania B-dul Lacul Tei nr. 124
e-mail: indira_utcb@yahoo.com

Rezumat: *Articolul prezintă valori privind proprietățile mecanice ale aliajelor de aluminiu forjabile și turnabile.*

Cuvinte cheie: *aluminiu, aliaj, tensiune, oboseală*

Abstract: *The article contents forgeable and moulding alloys mechanical properties values.*

Keywords: *aluminium, alloys, strength, fatigue*

Proprietăți mecanice ale aliajelor de aluminiu

Întindere, compresiune, forfecare, presiune de contact – Proprietățile de rezistență la temperatura camerei, necesare proiectării sunt tabelate la începutul fiecărei secțiuni ce prezintă proprietățile unui aliaj. Efectul temperaturii asupra acestor proprietăți este indicat în figurile ce urmează după tabelele respective.

Valorile proprietăților de întindere pe direcție asociată cu cerințele specifice sunt bazate pe analize statistice ale datelor privind controlul de calitate a producției obținute prin testarea de specimene conforme cu cerințele specificațiilor de furnizare. Pentru pânze și plăci din aliaje tratabile termic, valorile minime specificate se referă la direcția *transversală lungă* (LT), în timp ce pentru pânze și plăci din aliaje netratate termic, precum și pentru produse roluite sau extrudate, valorile minime specificate se referă la direcția *longitudinală* (L). Pentru forjate, valorile minime specificate sunt statuate pentru cel puțin două direcții. Proprietățile de proiectare pentru întindere în alte direcții, precum și cele de compresiune, forfecare și presiune de contact sunt proprietăți <derivate>, bazate pe relațiile dintre proprietăți, dezvoltate prin teste pentru cel puțin zece loturi de material. Toate aceste proprietăți sunt *reprezentative* pentru categoriile din care fac parte

specimenele de control al calității producției, dar nu și pentru întreaga clasă de produse care este cu mult mai largă decât speciemenle testate.

Rezistențele la întindere și compresiune sunt date pentru direcțiile *longitudinală*, *transversală lungă* și *transversală scurtă* (ST), ultima, dacă există date disponibile. Rezistența pe direcția transversală scurtă poate fi relativ scăzută, ceea ce face ca proprietățile pe direcția transversală să nu fie valabile și pe direcția transversală scurtă. În cazurile în care nu se cunoaște pe ce direcție de încărcare va fi utilizat un anumit material, se vor lua în considerare cele mai mici valori ale rezistențelor respective, longitudinale sau transversale.

Rezistența la presiunea de contact se dă fără referire la direcție și se poate considera că este aceeași în toate direcțiile, cu excepția plăcilor, forjatelor în matriță și forjatelor manual. Pentru presiunea de contact exercitată pe muchiile unor bare groase sau pe plăcile de protecție din aliajele din seriile 2000 și 7000, se utilizează un factor de reducere. Rezultatele testelor la presiunea de contact, efectuate pe direcția longitudinală și pe cea transversală lungă, pe muchiile unor speciemenle de plăci și piese forjate în matriță sau manual, au arătat că rezistența la presiunea de contact este cu mult mai mică decât în cazul când acest tip de sarcină se exercită paralel cu suprafața piesei. Orientarea speciemenului care exercită presiunea de contact asupra unor plăci groase este arătată în fig.a. Pentru plăci orientarea acestui speciemen este astfel încât lățimea sa să fie paralelă cu suprafața plăcii. În consecință, pentru proiectare este necesar să se aplice un coeficient de reducere față de rezistența la presiunea de contact pe direcție longitudinală sau transversală lungă; reducerea respectivă a valorilor de proiectare este arătată în tabelul nr. 1.

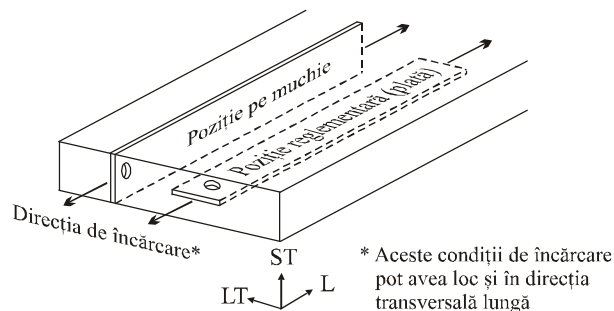


Fig. a – Orientarea speciemenului de presiune de contact într-o placă groasă

Tabelul nr. 1. Reducerea proprietății de presiune de contact pentru plăci groase din aliaje din seriile 2000 și 7000

	Reducerea rezistenței la presiunea de contact (procente)
Grosimea (mm)	25,43 – 152,4
$R_{upc} (e/D = 1,5)$	15
$R_{upc} (e/D = 2,0)$	15
$R_{cpc} (e/D = 1,5)$	5
$R_{cpc} (e/D = 2,0)$	5

Studii privind evidențierea procesării aliajelor de aluminiu (II)

Este de notat că, datele asupra presiunii de contact au fost obținute prin teste efectuate în acord cu ASTM E 238 care impun dornuri și specimene curate.

Pentru forjate în matriță și de mână, speciamele pentru teste la presiunea de contact sunt aplicate pe muchie, astfel încât nu este necesar nici un factor de reducere. În cazul forjatelor în matriță, locația specimenului respectiv este arătată în fig. b și c. Pentru forjatele în matriță în formă de grindă cu secțiunea transversală în I sau cu canal, speciamele longitudinale sunt orientate astfel încât lățimea lor să fie normală pe planul de simetrie (poziție pe muchie). Speciamele sunt poziționate în așa fel încât găurile pentru testul la presiunea de contact să se afle la mijloc între planul de simetrie și marginea superioară a secțiunii grinzii. Severitatea curgerii metalului la planul de simetrie aproape de sclipire ne putem aștepta să varieze considerabil în cazul forjatelor în matriță de tip web-flange; ca atare, pentru consistență, gaura de test la presiunea de contact nu trebuie plasată pe planul de simetrie. Totuși, în cazul forjatelor în matriță cu secțiune mare, de forma unui pătrat, dreptunghi sau trapez, așa cum se arată în fig. c, speciamele orientate longitudinal, puse pe muchie în planul de simetrie, au gaura de test la presiunea de contact localizată chiar în acest plan. În mod similar, pentru forjatele de mână, speciamele, puse pe muchie, sunt poziționate la jumătatea grosimii.

Rezistența la forfecare variază în aceeași măsură cu planul de forfecare și cu direcția de încărcare, dar diferențele nu sunt atât de consistente. Metoda de testare standard pentru determinarea rezistenței la forfecare a produselor din aliaje de aluminiu cu grosimea de peste 4,76 mm este cuprinsă în ASTM B 769.

Valorile rezistenței la forfecare sunt prezentate fără referire la direcția grăunților, cu excepția cazului forjatelor manual. Pentru alte produse afară de cele forjate manual, cea mai scăzută valoare a rezistenței la forfecare, obținută prin teste în diferite direcții ale grăunților, va fi considerată drept valoare de proiectare. Pentru forjatele manual, rezistența la forfecare în direcția transversală scurtă poate fi semnificativ mai scăzută decât cele din celelalte două direcții. În consecință, rezistența la forfecare pentru produsele forjate de mână se prezintă pentru fiecare direcție a grăunților.

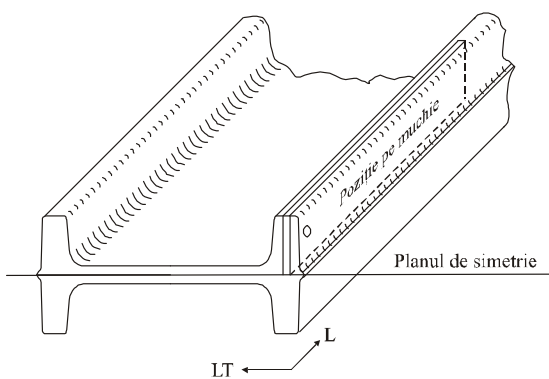


Fig. b – Orientarea specimenului de presiune de contact pentru forjate în matriță de tip web-flange

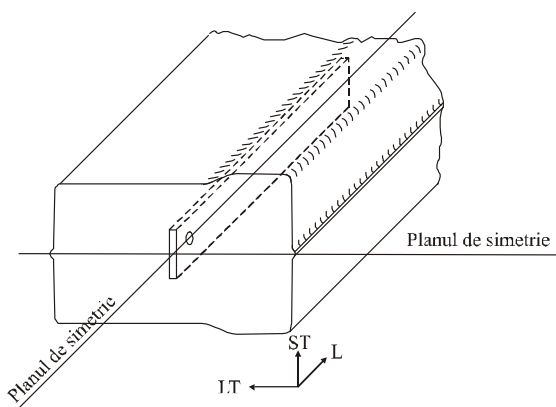


Fig. c – Orientarea specimenului de presiune de contact pentru forjate în matriță cu secțiune mare

Pentru pânze și plăci protejate (de ex. conținând un strat subțire de suprafață cu o compoziție diferită, pentru a mări rezistența la coroziune), valorile rezistenței sunt reprezentative pentru ansamblul compozit (adică inima împreună cu stratul de protecție). Pentru pânze și plăci subțiri ($\leq 12,67$ mm), speciamentele-test pentru controlul calității sunt confecționate la întreaga grosime a produsului respectiv, astfel că proprietățile garantate la întindere și valorile derivate asociate reprezintă compozitul efectiv. Pentru plăci cu grosimea mai mare de 12.7 mm, speciamentele-test pentru controlul calității sunt prelucrate numai din inima compozitului, deci proprietățile respective o reprezintă numai pe aceasta. Totuși, proprietățile la întindere pentru proiectare pentru materialele mai groase se obțin prin ajustarea proprietăților la întindere din specificații împreună cu alte proprietăți corespunzătoare reprezentării compozitului, utilizând grosimea nominală totală a produsului protejat și proprietățile la întindere tipice ale acestuia.

Pentru produsele sub formă de pânze și plăci protejate cu aluminiu, este important să se facă distincție între valorile modului primar și cele ale modului secundar. Modulul inițial sau primar reprezintă o medie între modulul de elasticitate al inimii și cel al protecției; el se aplică numai peste limita de proporționalitate a protecției. De exemplu, modulul primar al pânzei de protecție din aliaj 2024 –T3 se aplică numai peste 6 ksi (4,22 daN/mm²). Similar, modulul primar pentru pânza de protecție din 7075 –T6, numai peste 12 ksi (8,44 daN/mm²). Tipic, modulele primare se utilizează în cazul încărcărilor de amplitudine joasă și de înaltă frecvență din cadrul testelor de oboseală.

Fluaj și rupere sub sarcină - O sarcină susținută suficient de mult la o temperatură ridicată pentru a produce deformații de fluaj apreciabile (de ex. mai mult de 0,2%) poate conduce la micșorarea rezistenței și ductilității. Evaluarea unui aliaj supus unui stress într-un mediu fierbinte poate deveni necesară în cazul unor aplicații critice în care se anticipează exercitarea unor sarcini susținute.

Rezistențele la oboseală ale aliajelor de aluminiu, pentru ambele tipuri de speciamente, netede și cu creștătură sunt, la temperaturi negative, cel puțin la fel de mari sau mai mari decât cele de la temperatura camerei.

Datele prezentate nu pot fi aplicate direct în proiectare de structuri, deoarece ele nu țin seama de efectele concentrărilor de tensiune în intrânduri, colțuri, creștături, găuri, îmbinări, suprafețe rugoase și altele similare, prezente în componentele de structuri fabricate. Concentrările locale de tensiune ce iau naștere în anumite porțiuni ale componentelor fabricate au o mai mare importanță în cazul sarcinilor repetate ciclic decât în cel al sarcinilor statice și pot reduce durata de funcționare a elementelor în cauza mult sub cea care poate fi prezisă prin compararea rezistenței la oboseală a elementelor netede direct cu rezistența nominală calculată a elementelor respective.

Tenacitatea la rupere – Valori tipice ale tenacității la rupere, K_{Ic} , în cazul deformațiilor plane pentru produse din aliaje de aluminiu de înaltă rezistență sunt prezentate în tabelul nr. 3.1.2.1.6. Valorile minime, medii și maxime, precum și coeficientul de variație sunt prezentate pentru aliaje și căliri. Deși reprezentative, aceste valori nu au o fiabilitate statistică a proprietăților mecanice la temperatura camerei.

Studii privind evidențierea procesării aliajelor de aluminiu (II)

Temperaturi criogenice - În general, rezistențele (inclusiv rezistența la oboseală) aliajelor de aluminiu cresc odată cu descreșterea temperaturii sub cea a camerei. Creșterea cea mai mare se produce în domeniul cuprins între -100 și -423°F , adică aprox. -73°C și -253°C (temperatura de lichefiere a hidrogenului); rezistențele la -452°F , adică aprox. -269°C (temperatura de lichefiere a heliului), sunt aproape aceleași ca la -423°F (-253°C). Pentru cele mai multe aliaje, elongația, precum și diverși indici de tenacitate, rămân aproape constante sau cresc puțin odată cu scăderea temperaturii, în timp ce pentru aliajele din seria 7000, se observă chiar reduceri modeste. Nici un aliaj nu prezintă o tranziție marcată în ceea ce privește rezistența la rupere într-un domeniu îngust de temperaturi, indicative ale fragilizării.

Tabelul nr. 3.1.2.1.6. Valori la temperatura camerei ale tenacității la rupere în condiții de deformații plane la temperatura camerei, pentru diverse aliaje de aluminiu ^a

Aliaj/c[lire ^b	Forma produsului	Orientare ^c	Domeniul de grosimi ale produsului, mm	Num[rul surselor	M[rimea probelor	Domeniul de grosimi ale speci- nului, mm	K_{IC} , daN/mm ² √mm				
							max.	med.	min.	Coeficient de variație	Valoarea de specificație minim[
2014 -T651	plac[	L-T	≥12,7	1	24	12,7-25,4	88,6	77,9	67,3	29,8	
2014 -T651	plac[	T-L	≥12,7	2	34	12,7-25,4	81,5	74,4	63,8	23,0	
2014 -T652	forjat manual	L-T	≥12,7	2	15	20,3-50,8	170,1	109,8	85,0	77,2	
2014 -T652	forjat manual	T-L	≥20,3	2	15	20,3-50,8	106,3	74,4	63,8	51,0	
2024 -T351	plac[	L-T	≥25,4	2	11	20,3-50,8	152,3	109,8	95,7	58,5	
2024 -T851	plac[	L-S	35,6-76,2	4	11	12,7-20,3	113,4	88,6	70,9	63,1	
2024 -T851	plac[	L-T	≥12,7	11	102	10,2-35,6	113,5	81,5	53,1	35,8	
2024 -T851	plac[	T-L	10,2-101,6	9	80	10,2-35,6	88,6	70,9	63,8	31,2	
2024 -T852	forjat	T-L	50,8-177,8	3	20	17,8-50,8	88,6	67,3	53,1	54,9	
2024 -T852	forjat manual	L-T	---	4	35	20,3-50,8	134,6	99,2	67,3	65,2	
2024 -T852	forjat manual	T-L	---	2	17	17,8-50,2	77,9	63,8	49,6	51,0	85,0
2124 -T851	plac[	L-T	≥20,3	13	497	12,7-63,5	134,6	102,7	63,8	36,8	70,9
2124 -T851	plac[	T-L	15,2-152,4	10	509	12,7-50,8	113,4	88,6	67,3	34,4	63,8
2124 -T851	plca[	S-L	≥12,7	6	489	7,6-38,1	95,7	74,4	56,7	34,7	
2219 -T851	plac[	L-T	---	4	67	25,4-63,5	134,6	116,9	106,3	25,5	
2219 -T851	plac[	T-L	≥25,4	6	108	20,3-63,5	131,1	102,7	70,9	35,8	
2219 -T851	plac[	S-L	≥20,3	3	24	12,7-38,1	92,1	77,9	70,9	34,0	
2219 -T851	forjat	S-L	---	1	85	25,4-38,1	120,5	88,6	67,3	42,9	
2219 -T8511	extruziune	T-L	---	1	19	45,7-50,8	120,5	102,7	81,5	43,6	
2219 -T852	forjat	S-L	---	2	60	20,3-50,8	124,0	88,6	70,9	42,9	
2219 -T852	forjat manual	L-T	---	2	32	38,1-63,5	163,0	134,6	106,3	34,4	
2219 -T852	forjat manual	T-L	≥38,1	2	28	38,1-63,5	106,3	95,7	77,9	29,8	
2219 -T87	plac[	L-T	≥38,1	3	11	20,3-50,8	120,5	95,7	88,6	32,9	
2219 -T87	plac[	T-L	---	1	11	25,4	77,9	77,9	67,3	13,8	109,8
7040 -T7451	plac[	L-T	76,2-101,6	1	16	50,8	138,2	131,1	120,5	18,4	92,1
7040 -T7451	plaa[	T-L	76,2-101,6	1	16	50,8	109,8	106,3	99,2	9,9	85,0
7040 -T7451	plac[	S-L	76,2-101,6	1	14	50,8	116,9	109,8	102,7	14,9	106,3
7040 -T7451	plac[	L-T	101,6-127,0	1	17	50,8	120,5	113,4	109,8	7,1	88,6
7040 -T7451	plac[	T-L	101,6-127,0	1	17	50,8	95,7	92,1	92,1	5,3	85,0
7040 -T7451	plac[	S-L	101,6-127,0	1	17	50,8	99,2	92,1	92,1	7,8	102,7
7040 -T7451	plac[	L-T	127,0-152,4	1	17	50,8	120,5	113,4	106,3	9,6	81,5
7040 -T7451	plca[	T-L	127,0-152,4	1	14	50,8	99,2	88,6	88,6	12,4	85,0
7040 -T7451	plac[	S-L	127,0-152,4	1	16	50,8	99,2	95,7	92,1	9,6	95,7
7040 -T7451	plac[	L-T	152,4-177,8	1	21	50,8	131,1	120,5	106,3	20,9	77,9
7040 -T7451	plac[	T-L	152,4-177,8	1	21	50,8	102,7	95,7	88,6	9,9	81,5
7040 -T7451	plac[	S-L	152,4-177,8	1	21	50,8	106,3	102,7	95,7	14,2	92,1
7040 -T7451	plac[	L-T	177,8-203,2	1	18	50,8	116,9	113,4	106,3	11,3	77,9
7040 -T7451	plac[	T-L	177,8-203,8	1	16	50,8	102,7	99,2	92,1	9,6	

a Aceste valori servesc numai pentru informare

b Produsele care nu sunt supuse unui proces de relaxare a tensiunilor mecanice (de ex. c[lirile -T73 & -T74) sunt susceptibile la inducerea de tensiuni reziduale. }n consecin[trebuie acordat[o atenție deosebit[prevenirii polariz[rii tenacit[ăii la rupere care poate fi rezultatul tensiunilor reziduale.

c Pentru definirea simbolurilor a se vedea fig. 1.4.12.4.

Tabelul nr. 3.1.2.1.6. Valori la temperatura camerei ale tenacității la rupere în condiții de deformații plane la temperatura camerei, pentru diverse aliaje de aluminiu^a - continuare

Aliaj/c[^b lire	Forma produsului	Orientare ^c	Domeniul de grosimi ale produsului, mm	Num[rul surselor	M[rimea probelor	Domeniul de grosimi ale speciminelui, mm	K _{1C} daN/mm ² √mm				
							max.	med.	min.	Coefficient de variație	Valoarea de specificație minim[
7040 -T7451	plac[	S-L	177,8-203,2	1	13	50,8	109,8	102,7	92,1	16,3	81,5
7040 -T7451	plac[	L-T	203,2-215,9	1	17	50,8	120,5	109,8	99,2	16,3	92,1
7040 -T7451	plac[	T-L	203,2-215,9	1	13	50,8	92,1	85,0	81,5	17,7	77,9
7040 -T7451	plac[	S-L	203,2-215,9	1	17	50,8	95,7	92,1	88,6	7,4	77,9
7049 -T73	forjat [n matrit[	L-T	35,6	3	21	12,7-25,4	120,5	106,3	95,7	26,2	
7049 -T73	forjat [n matrit[	S-L	≥ 12,7	3	46	12,7-25,4	92,1	77,9	63,8	34,4	
7049 -T73	forjat manual	L-T	≥ 12,7	2	28	12,7-25,4	131,1	106,3	81,5	42,9	
7049 -T73	forjat manual	T-L	50,8-180,3	2	27	25,4	99,2	77,9	63,8	44,3	
7049 -T73	forjat manual	S-L	25,4	2	24	20,3-25,4	77,9	67,3	49,6	50,3	
7050 -T7351	plac[	L-T	25,4-152,4	2	31	25,4-50,8	152,3	124,0	99,2	40,0	
7050 -T7351	plac[	T-L	50,8-152,4	1	29	38,1-50,8	124,0	106,3	88,6	30,1	
7050 -T7351	plac[	S-L	50,8-152,4	1	30	20,3-38,1	106,3	99,2	88,6	16,3	
7050 -T74	forjat [n matrit[	S-L	15,2-180,3	3	12	15,2-50,8	95,7	85,0	74,4	34,7	
7050 -T7451	plac[	L-T	—	13	96	25,4-50,8	138,2	113,4	88,6	41,5	d
7050 -T7451	plac[	T-L	≥ 25,4	9	97	12,7-50,8	134,6	99,2	74,4	55,3	d
7050 -T7451	plac[	S-L	≥ 25,4	6	44	17,8-50,8	99,2	81,5	74,4	22,3	d
7050 -T7452	forjat manual	L-T	88,9-139,7	1	11	38,1	120,5	109,8	92,1	28,3	d
7050 -T7452	forjat manual	T-L	88,9-190,5	1	13	38,1	77,9	74,4	63,8	23,7	d
7050 -T7452	forjat manual	S-L	88,9-190,5	1	17	20,3-38,1	74,4	67,3	56,7	26,6	d
7050 -T76511	extruziune	L-T	—	2	38	15,2-50,8	141,7	109,8	95,7	27,6	d
7075 -T651	plac[	L-T	≥ 15,2	7	99	12,7-50,8	106,3	92,1	70,9	26,9	d
7075 -T651	plac[	T-L	≥ 12,7	5	135	10,2-50,8	95,7	77,9	63,8	31,5	
7075 -T651	plac[	S-L	—	2	37	12,7-38,1	77,9	63,8	49,6	36,8	
7075 -T6510	extruziune	L-T	17,8-88,9	1	26	12,7-30,5	113,4	95,7	81,5	27,6	
7075 -T6510	extruziune	T-L	17,8-88,9	1	25	12,7-30,5	99,2	85,0	74,4	28,3	
7075 -T6510	bar[forjat[	L-T	17,8-127,0	1	13	15,2-50,8	124,0	102,7	85,0	41,1	
7075 -T6510	bar[forjat[	T-L	17,8-127,0	1	13	12,7-63,5	85,0	74,4	60,2	29,1	
7075 -T73	forjat [n matrit[	T-L	≥ 12,7	1	22	12,7-20,3	88,6	74,4	63,8	35,1	
7075 -T73	forjat manual	L-T	—	2	10	25,4-38,1	138,2	109,8	102,7	31,2	
7075 -T73	forjat manual	T-L	≥ 25,4	2	14	25,4-38,1	95,7	81,5	70,9	31,9	
7075 -T7351	plac[	L-T	≥ 25,4	8	65	12,7-50,8	127,5	106,3	88,6	29,1	
7075 -T7351	plac[	T-L	≥ 12,7	6	56	12,7-50,8	166,5	95,7	74,4	71,2	
7075 -T7351	plac[	S-L	≥ 12,7	3	20	12,7-38,1	134,6	77,9	60,2	115,1	
7075 -T73511	extruziune	T-L	25,4-177,8	1	19	22,9-25,4	77,9	70,9	67,3	13,1	
7075 -T73511	extruziune	L-T	≥ 22,9	3	28	17,8-50,8	152,3	124,0	109,8	33,3	

a Aceste valori servesc numai pentru informare

b Produsele care nu sunt supuse unui proces de relaxare a tensiunilor mecanice (de ex. c[lirile -T73 & -T74) sunt susceptibile la inducerea de tensiuni reziduale. In consecin[trebuie acordat[o aten[ie deosebit[prevenirii polariz[rii tenacit[rii la rupere care poate fi rezultatul tensiunilor reziduale.

c Pentru definirea simbolurilor a se vedea fig. 1.4.12.4.

Studii privind evidențierea procesării aliajelor de aluminiu (II)

Tabelul nr. 3.1.2.1.6. Valori la temperatura camerei ale tenacității la rupere în condiții de deformații plane la temperatura camerei, pentru diverse aliaje de aluminiu^a - continuare

Aliaj/c[lire ^b	Forma produsului	Orientare ^c	Domeniul de grosimi ale produsului, mm	Num[rul surselor	M[rimea probelor	Domeniul de grosimi ale speci- mului, mm	K _{1C} , daN/mm ² √mm					
							max.	med.	min.	Coefficient de variație	Valoarea de specificație minim[
1	7075 -T73511	extruziune	T-L	≥ 17,8	3	35	12,7-45,7	124,0	81,5	42,5	71,9	
2	7075 -T73511	extruziune	S-L	≥ 12,7	3	15	10,2-25,4	77,9	70,9	60,2	31,9	
3	7075 -T7352	forjat manual	L-T	—	2	27	20,3-50,8	138,2	116,9	106,3	32,6	
4	7075 -T7352	forjat manual	T-L	≥ 20,3	3	20	20,3-50,8	116,9	92,1	81,5	35,1	
5	7075 -T7651	plac[	L-T	≥ 20,3	6	82	12,7-50,8	152,3	102,7	77,9	63,1	
6	7075 -T7651	plac[	T-L	≥ 12,7	7	96	12,7-50,8	99,2	81,5	70,9	26,9	
7	7075 -T7651	plac[	S-L	≥ 12,7	5	28	10,2-20,3	70,9	63,8	53,1	27,3	
8	7075 -T7651	plac[protecție	L-T	12,7-15,2	2	30	12,7-15,2	106,3	88,6	77,9	25,2	
9	7075 -T7651	plac[protecție	T-L	12,7-15,2	2	56	12,7-15,2	99,2	85,0	74,4	27,3	
10	7075 -T7651	extruziune	L-T	33,0-177,8	4	11	30,5-50,8	145,3	124,0	109,8	39,0	
11	7075 -T73511	extruziune	T-L	30,5	3	42	15,2-60,8	127,5	81,5	70,9	54,9	
12	7175 -T6/T6511	extruziune	T-L	—	2	25	20,3-25,4	85,0	74,4	63,8	28,0	
13	7175 -T651	plac[	L-T	—	1	17	17,8-20,3	106,3	92,1	85,0	32,6	
14	7175 -T651	plac[	T-L	—	1	10	17,8-20,3	92,1	77,9	70,9	34,7	
15	7175 -T6511	extruziune	L-T	—	2	14	20,3-25,4	127,5	113,4	85,0	48,9	
16	7175 -T7351	plac[	L-T	—	2	30	17,8-40,6	127,5	116,9	113,4	11,7	
17	7175 -T7351	plac[	L-T	—	2	32	17,8-40,6	106,3	95,7	88,6	15,9	
18	7175 -T73511	extruziune	L-T	≥ 17,8	5	43	12,7-38,1	166,5	116,9	81,5	56,7	
19	7175 -T73511	extruziune	T-L	≥ 12,7	5	43	12,7-38,1	124,0	88,6	70,9	38,6	106,3
20	7175 -T74	forjat în matrit[	L-T	≥ 12,7	3	14	12,7-25,4	134,6	106,3	77,9	53,1	77,9
21	7175 -T74	forjat în matrit[	T-L	≥ 12,7	2	13	12,7-25,4	116,9	85,0	74,4	55,6	95,7
22	7175 -T74	forjat în matrit[	S-L	≥ 12,7	4	41	12,7-20,3	109,8	92,1	70,9	30,5	74,4
23	7175 -T74	forjat manual	T-L	76,2-127,0	2	10	25,4-38,1	102,7	92,1	85,0	17,0	74,4
24	7175 -T7651	plac[protecție	L-T	—	1	53	38,1	116,9	113,4	106,3	15,2	88,6
25	7175 -T7651	plac[protecție	T-L	—	1	50	15,2	99,2	95,7	88,6	11,0	
26	7175 -T7651	plac[	L-T	—	1	12	38,1	113,4	113,4	109,8	6,0	
27	7175 -T7651	plac[	T-L	—	1	11	38,1	92,1	88,6	85,0	11,7	
28	7175 -T76511	extruziune	L-T	35,6-96,5	2	48	15,2-50,8	138,2	116,9	95,7	37,9	
29	7175 -T76511	extruziune	T-L	≥ 15,2	4	49	15,2-20,3	109,8	77,9	70,9	34,7	
30	7475 -T651	plac[	L-T	—	3	34	22,9-50,8	173,6	134,6	116,9	32,6	106,3
31	7475 -T651	plac[	T-L	15,2-50,8	2	143	15,2-50,8	152,3	120,5	95,7	34,7	99,2
32	7475 -T651	plac[	S-L	≥ 15,2	1	23	12,7-25,4	127,5	99,2	70,9	52,8	
33	7475 -T7351	plac[	L-T	33,0-101,6	8	151	33,0-76,2	212,6	166,5	120,5	36,8	d
34	7475 -T7351	plac[	T-L	≥ 33,0	7	132	17,8-76,2	177,2	131,1	102,7	36,8	d
35	7475 -T7351	plac[	S-L	≥ 17,8	7	74	12,7-38,1	127,5	106,3	88,6	30,8	88,6
36	7475 -T651	plac[	L-T	25,4-50,8	4	10	25,4-50,8	163,0	145,3	127,5	22,0	116,9
37	7475 -T651	plac[	T-L	≥ 25,4	2	15	22,9-50,8	177,2	127,5	102,7	51,4	106,3

a Aceste valori servesc numai pentru informare

b Produsele care nu sunt supuse unui proces de relaxare a tensiunilor mecanice (de ex. c[lirlle -T73 & -T74) sunt susceptibile la inducerea de tensiuni reziduale. În consecin[trebuie acordat[o atenție deosebit[prevenirii polarizării tenacității la rupere care poate fi rezultatul tensiunilor reziduale.

c Pentru definirea simbolurilor a se vedea fig. 1.4.12.4.

Valorile modulelor de elasticitate la întindere și forfecare ale aliajelor de aluminiu se măresc odată cu descreșterea temperaturii, astfel ca la -100 , -320 și -423°F (-73 , 195 și 253°C) ele sunt, respectiv cu aproximativ 5, 12 și 16 procente peste valorile de la temperatura camerei.

Temperaturi ridicate - În general, rezistențele aliajelor de aluminiu descresc, iar tenacitatea crește, odată cu creșterea temperaturii și cu timpul de expunere la temperatura respectivă a probelor; efectul cel mai mare se produce, de regulă, în domeniul cuprins între 212 și 400°F (100 și 200°C). Excepție de la această tendință generală o fac călirile prin tratament termic în soluție fără îmbătrânire subsecvențial, pentru care expunerea inițială la temperatură ridicată are ca rezultat și o oarecare întărire (fortificare) prin îmbătrânire împreună cu o reducere a tenacității; menținerea mai departe la o temperatură sub cea necesară obținerii unui vârf de fortificare conduce la susmenționata reducere a rezistenței și creșterii tenacității.

CONCLUZII

Studierea proprietăților mecanice ale aliajelor de aluminiu ajută la rezolvarea alegerii unor astfel de materiale pentru scopuri bine determinate.

BIBLIOGRAFIE

- [1] *** *MIL-HDBK-5 (Military Handbook), Metallic Materials and Elements for Flight Vehicle Structures U.S. Government Printing Office Washington D.C. 2001*
- [2] *** *Report of the AdHoc Committee on Air Force Aircraft Jet Engine Manufacturing and Production Process*, United State Air Force Scientific Advisory Board, SAF/AQQS: the Pentagon Washington D.C. , U.S.A. 1992
- [3] **Niu C.Y.**, *Airframe Structural Design*, Conmilit Press Ltd., P.O. Box 23250, Wanchai Post Office Lockheed Aeronautical Systems Company, Burbank, California, 1995
- [4] **Sertour, G.**, *Choix des materiaux entrant dans la construction des cellules d'avions.* Ecole d'Ete sur la rupture, la Colle-sur-Loup, 7 aux 18/9/1970