

Désignation	THERMELAST® 4002	UNS N09902	AISI -	LMSA F102
-------------	-------------------------	---------------	-----------	---------------------

Composition chimique

Fe	Ni+ Co	Cr	Ti	Mn	Si
Reste	41.0 - 43.5	4.90 - 5.75	2.20 - 2.75	0.80 max.	1.00 max.
Al	C	S	P	-	-
0.30 - 0.80	0.06 max.	0.04 max.	0.04 max.	-	-

Valeurs (% poids). Dans l'intérêt de l'homogénéité ainsi que de la constance des propriétés du matériau, les tolérances de fabrication sont plus étroites que celles mentionnées ici.

Propriétés technologiques principales

Thermelast® 4002 est un alliage nickel-fer dont la principale caractéristique est d'avoir un coefficient thermoélastique contrôlable (TEC), cette propriété caractérise la capacité d'un matériau à se dilater ou se contracter lorsqu'il subit une variation de température. La particularité de cet alliage réside dans sa capacité à adapter précisément son comportement thermoélastique afin de correspondre à celui d'autres matériaux (verre, céramiques, semi-conducteurs). Cette compatibilité permet de réduire les contraintes mécaniques induites par les variations de température, améliorant ainsi la fiabilité et la durée de vie des assemblages.

Thermelast® 4002 peut être durci par écrouissage à froid ce qui permet d'obtenir des états métallurgiques spécifiques.

De plus, la résistante mécanique de l'alliage Thermelast® 4002 peut être augmenté par un traitement de vieillissement à une température de 650 °C. Cet alliage peut être assemblé par soudage ou par brasage. L'alliage Thermelast® 4002 est conforme aux normes AMS 5221, AMS 5223 et AMS 5225.

Exemples d'utilisation

Ressorts pour l'industrie horlogère. Également utilisé dans les appareils de précision dont les éléments élastiques sont soumis à des variations de température (filtres électromécaniques, diapasons). Cet alliage peut être utilisé pour la fabrication de ressorts (diapositives de chronométrage, ressorts pour balances à peser).

Produits usuels

	Épaisseur (mm)	Largeur (mm)	Longueur (mm)
Laminés Rubans ^[1]	0.010 - 0.700	1.5 - 200.0	-
Bandes redressées ^[1]	0.015 - 0.400	10.0 - 200.0	300 - 3000

^[1] Toutes nos possibilités de fabrication ne figurent pas ici, d'autres dimensions sont disponibles sur demande. Certaines combinaisons d'épaisseurs et de largeurs ne sont pas possibles.

Propriétés mécaniques des bandes

État	R _m (N/mm ²)	R _{p0.2} (N/mm ²)	A _{50mm} (%)	Dureté HV
mou	550 - 750	200 - 400	25 - 50	100 - 220
½ dur	750 - 950	500 - 850	3 - 20	220 - 300
dur	900 - 1100	800 - 1070	min. 2	270 - 350
extra dur	min. 1050	min. 900	-	min. 320

Propriétés physiques

Module d'élasticité	kN/mm ²	165 - 200 (fonction de l'état métallurgique)
Masse volumique (poids spécifique)	g/cm ³	8.05
Point de fusion	°C	1450 - 1480
Coefficient de dilatation linéaire (20 à 100°C)	10 ⁻⁶ / °C	7.6
Conductibilité thermique à 20°C	W/m °K	12.1
Résistance électrique spécifique à 20°C	μΩcm	101
Chaleur spécifique	J/(kg. K)	500
Température Curie	°C	190

Traitement thermique des pièces finies

Les propriétés optimales de l'alliage Thermelast® 4002 sont obtenues par différents traitements thermiques en fonction des propriétés souhaitées. Afin de conserver une surface brillante, il est conseillé de réaliser le traitement dans un four sous atmosphère à hydrogène pur.

Type de traitement	Conditions métallurgiques de l'alliage après traitement	Température (°C)	Temps (h)	Refroidissement
Durcissement par vieillissement	Bonne propriétés globales (Rm élevé). Maximum de stabilité	650	2	Air
Détente	Minimum de hystérésis Faible coefficient thermoélastique	400	2	Air

Les indications dans ce document sont à titre d'information uniquement. Elles ne constituent en aucun cas un engagement contractuel de notre part.

Tolérances dimensionnelles des bandes

Épaisseur	Épaisseur(mm)		Lamineries MATTHEY			
	≥	<	LMSA Standard	LMSA Précision	LMSA Extrême	
Nos tolérances "LMSA Standard" respectent les tolérances les plus serrées (de précision) des normes européennes. Nos exécutions "LMSA Précision" et " LMSA Extrême" sont disponibles sur demande.	-	0.025	-	-	± 0.001	
	0.025	0.050	± 0.003	± 0.002	± 0.0015	
	0.050	0.065	± 0.004	± 0.003	± 0.002	
	0.065	0.100	± 0.006	± 0.004	± 0.003	
	0.100	0.125	± 0.008	± 0.006	± 0.003	
	0.125	0.150	± 0.008	± 0.006	± 0.004	
	0.150	0.250	± 0.010	± 0.008	± 0.004	
	0.250	0.300	± 0.012	± 0.008	± 0.005	
	0.300	0.400	± 0.012	± 0.009	± 0.005	
	0.400	0.500	± 0.015	± 0.010	± 0.006	
	0.500	0.600	± 0.020	± 0.012	± 0.007	
	0.600	0.800	± 0.020	± 0.014	± 0.007	
	0.800	1.000	± 0.025	± 0.015	± 0.009	
	1.000	1.200	± 0.025	± 0.018	± 0.012	
	1.200	1.250	± 0.030	± 0.020	± 0.012	
	1.250	1.500	± 0.035	± 0.025	± 0.014	
Largeur	Nos tolérances "Standard" sur la largeur des bandes cisillées est de +0.2, -0.0 (ou ± 0.1 mm sur demande) pour toutes les largeurs < 125 mm et des épaisseurs inférieures à 1.00 mm. D'autres tolérances sont possibles sur demande.					
Lame de sabre	Largeur (mm)		Lame de sabre maximale (mm/m)			
			LMSA Standard		LMSA Extrême	
	>	≤	≤ 0.5 mm	> 0.5 mm	≤ 0.5 mm	> 0.5 mm
	3	6	12	-	6	-
	6	10	8	10	4	5
Nos tolérances "LMSA Standard" respectent les exigences de la norme EN 1654 (longueur de référence 1000mm). Nos tolérances "LMSA Extrême" sont disponibles sur demande.	10	20	4	6	2	3
	20	250	2	3	1	1.5
Surface	Qualité de surface spécifique sur demande					
Planéité	Exigences de planéité spécifiques sur demande					

Les indications dans ce document sont à titre d'information uniquement. Elles ne constituent en aucun cas un engagement contractuel de notre part.