

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

Chemische Zusammensetzung

Fe	Ni+ Co	Cr	Ti	Mn	Si
Balance	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.	-	-

Werte (Gewicht %). Im Interesse der Homogenität und der konstanten Verarbeitungsqualität liegen die Herstellungstoleranzen in wesentlich engeren Bereichen als jene der hier angegebenen Norm.

Technische Hauptmerkmale

Thermelast® 4002 ist eine Nickel-Eisen-Legierung, die speziell für einen kontrollierten Wärmeausdehnungskoeffizienten (CTE) entwickelt wurde. Diese Eigenschaft beschreibt das Ausmaß, in dem sich ein Werkstoff infolge von Temperaturänderungen ausdehnt oder zusammenzieht. Der wesentliche Vorteil dieser Legierung liegt in ihrer Fähigkeit, das Wärmeausdehnungsverhalten an das anderer Werkstoffe wie Glas, Keramik oder Halbleiter anzupassen. Durch die Minimierung von Unterschieden im Wärmeausdehnungsverhalten werden temperaturbedingte mechanische Spannungen deutlich reduziert, wodurch die Zuverlässigkeit, Maßhaltigkeit und Lebensdauer von Baugruppen verbessert werden.

Thermelast® 4002 kann durch Kaltverformung verfestigt werden, wodurch spezifische metallurgische Zustände entsprechend den jeweiligen Anwendungsanforderungen erzielt werden können. Die mechanische Festigkeit von Thermelast® 4002 kann zusätzlich durch eine Auslagerungswärmebehandlung bei 650 °C erhöht werden. Die Legierung eignet sich sowohl zum Schweißen als auch zum Hartlöten und bietet damit eine hohe Flexibilität für unterschiedliche Fügeverfahren.

Thermelast® 4002 entspricht den Normen AMS 5221, AMS 5223 und AMS 5225.

Anwendungsbeispiele

Die wichtigsten Anwendungen sind: Relais (z. B. für Leistungsschalter und Eisenbahnsignale), Schrittmotoren für Uhren, Abschirmungen, magnetische Sensoren und Anwendungen in der Luftfahrt (Hochfrequenzoszillatoren).

Übliches Sortiment

		Dicke (mm)	Breite (mm)	Länge (mm)
Walzprodukte	Bänder in Rollen ^[1]	0.010 - 0.700	1.5 - 200.0	-
	Bänder, Streifen in definierter Länge ^[1]	0.015 - 0.400	10.0 - 200.0	300 - 3000

^[1] Diese Tabelle zeigt unsere generellen Fertigungsmöglichkeiten. Andere Abmessungen verfügbar auf Anfrage. Gewisse Kombinationen von Breite und Dicke sind nicht realisierbar.

Mechanische Eigenschaften der Bänder

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

Physikalische Eigenschaften

Elastizitätsmodul, E	kN/mm ²	165 - 200 (je nach Zustand)
Dichte (spezifisches Gewicht)	g/cm ³	8.05
Schmelzpunkt	°C	1450 - 1480
Wärme-Ausdehnungskoeffizient lin. 20 bis 100°C	10 ⁻⁶ /°C	7.6
Wärmeleitfähigkeit bei 20°C	W/m °K	12.1
Spezifischer elektrischer Widerstand bei 20°C	μΩcm	101
Spezifische Wärme bei 20°C	J/(kg. K)	500
Curie-Temperatur	°C	190

Wärmebehandlung von Fertigteilen

Die optimalen Eigenschaften der Legierung Thermelast® 4002 werden je nach den gewünschten Eigenschaften durch unterschiedliche Wärmebehandlungen erreicht. Um eine glänzende Oberfläche zu erhalten, ist es ratsam, die Behandlung in einem Ofen unter einer reinen Wasserstoffatmosphäre durchzuführen.

Wärmebehandlung	Metallurgische Zustände der Legierung nach der Wärmebehandlung	Temperaturen (°C)	Zeit (h)	Abkühlung
Ausscheidungshärtung	Gute Gesamteigenschaften (hoher R _m). Maximale Stabilität	650	2	Luft
Spannungsentlastung	Minimale Hysterese Niedriger thermoelastischer Koeffizient (TEC)	400	2	Luft

Abmessungstoleranzen der Bänder

Dicke	Dicke (mm)		Lamineries MATTHEY			
	≥	<	LMSA Normal	LMSA Präzision	LMSA Extrem	
Unsere Toleranz "LMSA Normal" entspricht der in den europäischen Normen vorgegebenen engsten Toleranzklasse (Präzisionsabmassen). Unsere Toleranzen "LMSA-Präzision" und "LMSA Extrem" sind auf Anfrage erhältlich.	-	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	
Breite	Unsere Standardbreitentoleranz ist +0.2, -0.0 (oder ± 0.1 mm auf Anfrage) und gilt für alle längsgeteilten Bänder mit Breiten < 125 mm und Dicken < 1.00 mm. Spezielle Toleranzen erhältlich auf Anfrage.					
Säbelförmigkeit	Breite (mm)		Maximale Säbelförmigkeit (mm/m)			
	>	≤ 0.5 mm	LMSA Normal		LMSA Normal	
Unsere Toleranz "LMSA Normal" entspricht der EN-Norm 1654 (Messlänge von 1000 mm). Andere spezifische Toleranzen erhältlich auf Anfrage...			≤ 0.5 mm	≤ 0.5 mm	≤ 0.5 mm	> 0.5 mm
	3	6	12	-	6	-
	6	10	8	10	4	5
	10	20	4	6	2	3
	20	250	2	3	1	1.5
Oberfläche	Besondere Oberflächengüten erhältlich auf Anfrage.					
Planheit	Besondere Planheitsanforderungen auf Anfrage.					

Die bereitgestellten Informationen dieses Dokumentes sind nur informativ. Sie stellen keine vertragliche Verpflichtung unsererseits.