

Ni-Alloy IN939

Allgemeines

Die hochwarmfeste und korrosionsbeständige Legierung IN939 zählt zu den Nickelbasislegierungen. Sie enthalten zumeist Anteile von Chrom, Eisen, Niob, Molybdän sowie weiteren Legierungsbestandteilen und werden häufig als Superlegierungen bezeichnet. Die Einsatztemperaturen der Nickelbasislegierungen liegen höher als die von Stählen und zudem lassen sich diese überwiegend gut schweißen. Ihre Temperaturfestigkeit wird durch eine Mischung aus Dispersionshärtung, Ausscheidungshärtung und Mischkristallverfestigung erreicht. Nickelbasislegierungen weisen gute mechanische Kennwerte auf, wie bspw. eine hohe Zugfestigkeit und eine gute Dauerfestigkeit. IN939 lässt sich bis zu Temperaturen von circa 700 °C einsetzen. Somit eignen sich diese Legierungen optimal für die Luft- und Raumfahrttechnik sowie den Turbinenbau. Ein weiterer Anwendungsbereich von Nickelbasislegierungen ist der Werkzeugbau. Zudem sind sie für eine nachträgliche Wärmebehandlung und eine maschinelle Nachbearbeitung geeignet.

Materialaufbau

Bauteile aus IN939 weisen nach dem Aufbau mit dem SLM® Verfahren ein homogenes, nahezu porenfreies Gefüge auf, wodurch die mechanischen Kennwerte im Bereich der Materialspezifikation liegen. Durch eine anschließende Nachbehandlung wie Wärmebehandeln (z.B. Ausscheidungshärten) oder heißisostatisches Pressen (HIP), können die Bauteileigenschaften an die individuellen Bedürfnisse angepasst werden.

Chemische Zusammensetzung [Massenanteil in %]^[6]

Ni	Cr	Co	Ti	W	Al	Ta	Nb	Mn	Si	C	Zr
Balance	22,00 – 23,00	18,00 – 20,00	3,00 – 4,50	1,00 – 3,00	1,00 – 3,00	1,00 – 1,80	0,50 – 1,50	0,50	0,50	0,15	0,10

Pulvereigenschaften

Partikelgröße ^[6]	10 – 45 µm	Partikelform ^[7]	Sphärisch
Massendichte ^[1]	8,2 g/cm ³	Wärmeleitfähigkeit	/



Ni-Alloy IN939

Schichtdicke 30 µm [2]		Wie gebaut	Wärmebehandelt ^[11]	Wärmebehandelt + HIP ^[12]
------------------------	--	------------	--------------------------------	--------------------------------------

Aufbaurrate ^[5]	[cm ³ /h]	9,1 cm ³ /h		
Bauteildichte ^[4]	[%]	> 99,5%		

Zugprüfung ^[8]				M	SD	M	SD	M	SD
Zugfestigkeit	R _m	[MPa]	H	1009	35	1247	76	1348	57
Dehngrenze	R _{p0,2}	[MPa]	H	735	41	749	21	957	18
Bruchdehnung	A	[%]	H	30	5	13	5	11	5
Brucheinschnürung	Z	[%]	H	45	7	12	3	12	2
Elastizitätsmodul	E	[GPa]	H	177	8	201	3	156	6

Härteprüfung ^[9]				M	SD	M	SD	M	SD
Vickershärte	HV10			302	3	-	-	-	-

Rauheitsmessung ^[10]				Ohne Nachbehandlung		Korundgestrahlt		Korund- und Glasperlengestrahlt	
				M	SD	M	SD	M	SD
Mittenrauwert	Ra	[µm]		6	1	-	-	-	-
Gemittelte Rautiefe	Rz	[µm]		42	6	-	-	-	-

Ni-Alloy IN939

Schichtdicke 50 µm [3]		Wie gebaut
------------------------	--	------------

Aufbaurrate ^[5]	[cm ³ /h]	16,4 cm ³ /h
Bauteildichte ^[4]	[%]	> 99,5%

Zugprüfung ^[8]		M	SD
Zugfestigkeit	R _m [MPa]	928	72
Dehngrenze	R _{p0,2} [MPa]	633	33
Bruchdehnung	A [%]	23	10
Brucheinschnürung	Z [%]	28	9
Elastizitätsmodul	E [GPa]	156	12

Härteprüfung ^[9]		M	SD
Vickershärte	HV10	305	7

Rauheitsmessung ^[10]		Wie gebaut	
		M	SD
Mittenrauwert	Ra [µm]	7	1
Gemittelte Rautiefe	Rz [µm]	48	7

Ni-Alloy IN939

Die Eigenschaften und mechanischen Kennwerte gelten für von SLM Solutions geprüftes und vertriebenes Pulver, das mittels der Original-Parameter von SLM Solutions auf den Maschinen von SLM Solutions gemäß der jeweils gültigen Bedienungsanleitung (inklusive Installationsbedingungen und Wartung) verarbeitet wurde. Die Bestimmung der Bauteileigenschaften erfolgt gemäß angegebener Vorgehensweisen. Weitere Details zu den von SLM Solutions verwendeten Vorgehensweisen sind auf Anfrage erhältlich.

Die Angaben entsprechen unserem Kenntnis- und Erfahrungsstand zum Zeitpunkt der Veröffentlichung und bilden für sich allein keine ausreichende Grundlage für eine Bauteilauslegung. Bestimmte Eigenschaften von Produkten oder Bauteilen oder die Eignung von Produkten oder Bauteilen für spezifische Anwendungen werden nicht garantiert. Der Hersteller von Produkten oder Bauteilen ist für die qualifizierte Überprüfung der Eigenschaften und der Eignung für konkrete Anwendungen verantwortlich. Der Hersteller von Produkten oder Bauteilen ist verantwortlich für die Wahrung möglicher Schutzrechte Dritter sowie bestehender Gesetze und Bestimmungen.

- [1] Materialdichte variiert im Rahmen der möglichen Variationen der chemischen Zusammensetzung.
- [2] Materialdatei: Inc_SLM_BP2.1_30_Stripes-US_T200_S09-02_V4101
- [3] Materialdatei: Inc_SLM_BP2.1_50_Stripes-US_T0_S32-04_V4101
- [4] Optische Dichtebestimmung mittels Lichtmikroskopie.
- [5] Theoretische Aufbaurrate je Laser = Schichtdicke x Scangeschwindigkeit x Spurbestand.
- [6] Bzgl. pulverförmigen Ausgangsmaterials.
- [7] Gemäß DIN EN ISO 3252:2001.
- [8] Zugprüfung gemäß DIN EN ISO 6892-1:2017 B (DIN 50125:2016 – B6x30); Ausrichtung: 0°, 90°; Wärmebehandlung: keine; Prüfmaschine: Zwick 1484; Lastbereich: 200 kN; Prüfgeschwindigkeit 0,008 1/s; Prüftemperatur: Raumtemperatur; Prüflabor: EWIS GmbH/EADS. Die Proben sind vor dem Zugversuch abgedreht worden.
- [9] Härteprüfung gemäß DIN EN ISO 6507-1:2018.
- [10] Rauheitsmessung gemäß DIN EN ISO 4288:1998; $\lambda_c = 2,5$ mm.
- [11] Wärmebehandlung: 1107 °C/2 h + cool 3 °C/min to 899 °C + 913 °C/8 h + 982 °C/6 h + 802 °C/4 h
- [12] Wärmebehandlung: 1107 °C/2 h + cool 3 °C/min to 899 °C + 913 °C/8 h + 982 °C/6 h + 802 °C/4 h + HIP

SLM Solutions Group AG | Estlandring 4 | 23560 Lübeck | Germany
+49 451 4060 - 3000 | info@slm-solutions.com | slm-solutions.com

SLM® is a registered trademark by SLM Solutions Group AG, Germany.

