

Kobalt-Chrom



Individuelle Brücken und Kronen aus Kobalt-Chrom

Materialeigenschaften

- Hohe Festigkeit und hohe Duktilität
- Sehr hohe Härte
- Biokompatibilität
- Korrosionsbeständigkeit

Anwendungsbereiche

- Medizintechnik
- Dentaltechnik
- Hochtemperaturbereich

Allgemeines

Kobalt-Chrom Legierungen zeichnen sich sowohl durch besonders hohe Härten als auch durch eine hohe Duktilität aus. Des Weiteren sind sie korrosionsbeständig. Da sie zudem eine gute Biokompatibilität aufweisen, gehören Kobalt-Chrom Legierungen zu den Standardlegierungen in der Medizin- und Dentaltechnik. Aus ihnen werden sowohl Zahn- als auch Knie- und Hüftgelenkprothesen gefertigt.

Die hohe Temperaturbeständigkeit ermöglicht zudem den Einsatz in Hochtemperaturbereichen, wie zum Beispiel in Flugzeugtriebwerken.

Da Kobalt-Chrom Bauteile sehr hart sind, können diese nur bedingt zerspanend bearbeitet werden. Durch das SLM®-Verfahren wird eine kostengünstige Möglichkeit geschaffen, um schnell Bauteile aus Kobalt-Chrom herzustellen.

Materialaufbau

Bauteile aus Kobalt-Chrom 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 Härten, Wärmebehandeln oder Heißisostatisches Pressen (HIP), können die Bauteileigenschaften an die individuellen Bedürfnisse angepasst werden.

Mechanische Kennwerte	Formelzeichen und Einheit	CoCr ^{1,3}	CoCr ^{2,3}	SLM-Medi-Dent
Zugfestigkeit	R _m [MPa]	1101 ± 78	1039 ± 91	1062 ± 46
Streckgrenze	R _e [MPa]	720 ± 18	705 ± 73	319* ± 18
Bruchdehnung	A [%]	10 ± 4	10 ± 4	-
Brucheinschnürung	Z [%]	11 ± 4	11 ± 3	-
E-Modul	E [GPa]	194 ± 9	191 ± 10	114 ± 5
Härte nach Vickers	[HV10]	375 ± 2	372 ± 7	-
Rauheit	R _a [µm]	10 ± 1	10 ± 2	7 ± 1
Rauheit	R _z [µm]	64 ± 6	65 ± 12	43 ± 2

1 Schichtdicke 30 µm

2 Schichtdicke 50 µm

3 Wie gebaut

4 Wärmebehandelt

*Dehngrenze R_{p0,2}

EOS CobaltChrome MP1

EOS CobaltChrome MP1 ist ein Kobalt-Chrom-Molybdän-basiertes Superlegierungs-Pulver, welches speziell für die Verarbeitung in EOSINT M-Systemen optimiert wurde.

Dieses Dokument bietet Informationen und Daten für Bauteile, die mit dem Pulverwerkstoff EOS CobaltChrome MP1 (EOS Art.-Nr. 9011-0014) auf folgenden Systemen gebaut werden:

- EOSINT M 270 Installationsmodus *Standard*
mit PSW 3.3 oder 3.4 und Defaultjob CC20_MP1_020_default.job oder CC20_MP1_040_default.job
- EOSINT M 270 Dual-Mode
mit PSW 3.5 und EOS Original Parametersatz MP1_Surface 1.0 oder MP1_Performance 1.0
- EOSINT M 280
mit PSW 3.5 und EOS Original Parametersatz MP1_Surface 1.0, MP1_Performance 1.0 oder MP1_Speed 1.0

Beschreibung

Aus EOS CobaltChrome MP1 hergestellte Bauteile entsprechen der chemischen Zusammensetzung der UNS R31538 für höher kohlenstoffhaltige CoCrMo Legierungen. Sie sind nickelfrei (< 0,1 % Nickelgehalt) und zeichnen sich durch ein feines, gleichmäßiges Gefüge aus. Wie gebaut erfüllt EOS CobaltChrome MP1 die chemischen und mechanischen Anforderungen von ISO 5832-4 und ASTM F1537 für gegossene CoCrMo-Implantatlegierungen, sowie bis auf die Dehnung die Anforderungen von ISO 5832-12 und ASTM F1537 für geschmiedete CoCrMo-Implantatlegierungen. Durch heißes isostatisches Pressen (HIP) oder durch Hochtemperatur-Spannungsarmglühen kann die Dehnung erhöht werden, um sogar diese Standards zu erfüllen.

Die aus EOS CobaltChrome MP1 gebauten Bauteile können, wenn erforderlich, maschinell bearbeitet, draht- und senkerodiert, geschweißt, mikro-gestrahlt, poliert und beschichtet werden. Sie können sowohl für biomedizinische Anwendungen verwendet werden (Anmerkung: Anforderungen hinsichtlich Validierung und gesetzlicher Regelungen sind ggf. zu beachten, z. B. für den kommerziellen Einsatz als medizinisches Produkt in den meisten Ländern), als auch für Teile mit hohen Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften bei hohen Temperaturen (500 – 1000 °C) und mit guter Korrosionsbeständigkeit. Aufgrund des Schichtaufbaus weisen die Bauteile anisotropische Eigenschaften auf. Diese können durch geeignete thermische Nachbehandlung reduziert bzw. eliminiert werden – siehe technische Daten für Beispiele.

Materialdatenblatt

Technische Daten

Allgemeine Prozessdaten

Typisch erreichbare Bauteilgenauigkeit [1]	
- kleine Bauteile	ca. $\pm 20 - 50 \mu\text{m}$
- größere Bauteile	ca. $\pm 50 - 200 \mu\text{m}$
Kleinste Wandstärke [2]	
	ca. 0,3 mm
Oberflächenrauigkeit [3]	
- wie gebaut	
MP1 Surface (20 μm)	R _a 4 - 10 μm , R _z 20 - 40 μm
MP1 Performance (40 μm)	R _a 7 - 10 μm , R _z 35 - 50 μm
MP1 Speed (50 μm)	R _a 8 - 12 μm , R _z 38 - 50 μm
- nach Polieren	R _z bis zu < 1 μm
Volumenrate [4]	
- Parametersatz MP1_Surface 1.0 / Defaultjob CC20_MP1_020_default.job (20 μm Schichtdicke)	1,6 mm ³ /s 5,1 cm ³ /h
- Parametersatz MP1_Performance 1.0 / Defaultjob CC20_MP1_040_default.job (40 μm Schichtdicke)	3,2 mm ³ /s 11,5 cm ³ /h
- Parametersatz MP1_Performance 1.0 / für M 280 / 400 W (40 μm Schichtdicke)	4,2 mm ³ /s 15,1 cm ³ /h
- Parametersatz MP1_Speed 1.0 / für M 280 / 400 W (50 μm Schichtdicke)	5,5 mm ³ /s 19,8 cm ³ /h

- [1] Erfahrungswert von Anwendern bezüglich Maßgenauigkeit typischer Geometrien, z. B. $\pm 20 \mu\text{m}$, wenn für bestimmte Teilegruppen Parameter optimiert werden können oder $\pm 50 \mu\text{m}$, wenn eine neue Geometrie zum ersten Mal gebaut wird. Bei größeren Bauteilen kann die Genauigkeit durch Nachtempern bei 1150 °C für 6 Stunden verbessert werden. Bauteilgenauigkeit setzt geeignete Datenaufbereitung und Bauteilnachbearbeitung voraus, gemäß EOS-Schulung.
- [2] Mechanische Stabilität abhängig von der Geometrie (Wandhöhe usw.) und Anwendung
- [3] Aufgrund des Schichtaufbaus hängt die Oberflächenbeschaffenheit stark von der Orientierung der Oberfläche ab, z. B. schräge und gekrümmte Flächen weisen einen Stufeneffekt auf. Die Werte hängen auch stark vom Messverfahren ab. Die Angaben hier geben einen Eindruck, welche Werte für waagerechte (nach obenweisende) sowie senkrechte Flächen erwartet werden können.

Materialdatenblatt

- [4] Die Volumenrate ist ein Maß für die Baugeschwindigkeit während der Laserbelichtung. Die gesamte Baugeschwindigkeit ist abhängig von der durchschnittlichen Volumenrate, der Beschichtungsdauer (je nach Anzahl der Schichten) und anderen Faktoren, wie z.B. DMLS-Einstellungen.

Physikalische und chemische Eigenschaften der Bauteile

Materialzusammensetzung	Co (60 – 65 Gew.-%) Cr (26 – 30 Gew.-%) Mo (5 – 7 Gew.-%) Si ($\leq 1,0$ Gew.-%) Mn ($\leq 1,0$ Gew.-%) Fe ($\leq 0,75$ Gew.-%) C ($\leq 0,16$ Gew.-%) Ni ($\leq 0,10$ Gew.-%)
Relative Dichte	ca. 100 %
Dichte	ca. 8,3 g/cm ³

Materialdatenblatt

Mechanische Eigenschaften der Bauteile bei 20 °C

	Wie gebaut	Nach Wärmebehandlung [5]
Zugfestigkeit [6]		
- in horizontaler Richtung (XY)	1350 ± 100 MPa	1100 ± 100 MPa
- in vertikaler Richtung (Z)	1200 ± 150 MPa	1100 ± 100 MPa
Streckgrenze (Rp 0,2 %) [6]		
- in horizontaler Richtung (XY)	1060 ± 100 MPa	600 ± 50 MPa
- in vertikaler Richtung (Z)	800 ± 100 MPa	600 ± 50 MPa
Bruchdehnung [6]		
- in horizontaler Richtung (XY)	(11 ± 3) %	min. 20 %
- in vertikaler Richtung (Z)	(24 ± 4) %	min. 20 %
E-Modul [6]		
- in horizontaler Richtung (XY)	200 ± 20 GPa	200 ± 20 GPa
- in vertikaler Richtung (Z)	190 ± 20 GPa	200 ± 20 GPa
Dynamische Lebensdauer [7]		
- max. Wechselbelastung für 10 Millionen Zyklen		ca. 560 MPa
- max. Wechselbelastung für 1 Million Zyklen		ca. 660 MPa
Härte [8]		
		ca. 35 - 45 HRC

[5] Hochtemperatur Spannungsarmglühen, 6 Stunden bei 1150 °C in Argon-Schutzgas Atmosphäre

[6] Mechanische Festigkeit geprüft gemäß ISO 6892-1:2009 (B) Anhang D, Proportionalstäbe, Probendurchmesser 5mm, Anfangsmesslänge 25mm.

[7] Prüfung gemäß ASTM E466:1996, Benutzung vertikaler Proben, wie gebaut, unter 250 MPa Spannungsamplitude und 44 Hz Testfrequenz.

[8] Rockwell C (HRC) Härtemessung gemäß EN ISO 6508-1 auf polierter Oberfläche. Zu beachten ist, dass die gemessene Härte sehr stark von der Art der Probenvorbereitung abhängen kann.

Materialdatenblatt

Thermische Eigenschaften der Bauteile

	Wie gebaut
Wärmeausdehnungskoeffizient	
- über 20 – 500 °C	typ. $13,6 \times 10^{-6} \text{ m/m}^\circ\text{C}$
- über 500 – 1000 °C	$15,1 \times 10^{-6} \text{ m/m}^\circ\text{C}$
Wärmeleitfähigkeit	
- bei 20 °C	typ. $13 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- bei 300 °C	typ. $18 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- bei 500 °C	typ. $22 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- bei 1000 °C	typ. $33 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
Max. Betriebstemperatur	ca. $1150 \text{ }^\circ\text{C}$
Schmelzbereich	$1350 - 1430 \text{ }^\circ\text{C}$

Abkürzungen

typ.	typisch, üblicher Wert
min.	mindestens
ca.	circa
Gew.	Gewicht

Materialdatenblatt

Anmerkungen

Die Daten gelten für die auf Seite 1 erwähnten Kombinationen von Pulverwerkstoff, Maschine und Parametersätzen, verarbeitet gemäß der jeweils gültigen Bedienungsanleitung (inkl. Installationsbedingungen und Wartung) und Parameterblatt. Die Bestimmung der Bauteileigenschaften erfolgt gemäß definierter Prozeduren. Weitere Details zu den von EOS verwendeten Testprozeduren sind auf Anfrage erhältlich. Soweit nicht anders angegeben, beziehen sich die Daten auf den Parametersatz MP1_Surface 1.0 oder den entsprechenden Defaultjob CC20_MP1_020_default.job. Die entsprechenden Daten für den Parametersatz MP1_Performance 1.0 oder Defaultjob CC20_MP1_040_default.job sind, wenn nicht ausdrücklich beschrieben, etwa vergleichbar.

Die Angaben entsprechen unserem Kenntnis- und Erfahrungsstand zum Zeitpunkt der Veröffentlichung. Sie bilden allein keine ausreichende Grundlage für eine Bauteilauslegung. Bestimmte Eigenschaften des Produktes oder eines Bauteils oder die Eignung des Produktes oder von Bauteilen für eine spezifische Anwendung werden hiermit weder vereinbart noch garantiert. Der Produzent oder der Abnehmer eines Bauteils ist für die Überprüfung der Eigenschaften und der Eignung für eine konkrete Anwendung verantwortlich. Dies gilt auch hinsichtlich der Wahrung von möglichen Schutzrechten sowie bestehender Gesetze und Bestimmungen. Im Rahmen der kontinuierlich von EOS betriebenen Entwicklungs- und Verbesserungsprozesse können sich die Angaben ohne Vorankündigung ändern.

EOS[®], EOSINT[®] und DMLS[®], sind eingetragene Warenzeichen der EOS GmbH.

© 2011 EOS GmbH – Electro Optical Systems. Alle Rechte vorbehalten.