

Aluminium



Antriebspropeller für Rennboote als verkleinertes Modell zur Strömungsmessung

Materialeigenschaften

- Geringe Materialdichte
- Gute Legierbarkeit
- Gute Verarbeitbarkeit
- Gute elektrische Leitfähigkeit
- Leichtmetall

Anwendungsbereiche

- Automobilindustrie
- Luft- und Raumfahrt
- Prototypenbau

Allgemeines

Aluminium gehört mit einer Dichte von $2,7 \text{ g/cm}^3$ zu den Leichtmetallen. Es lässt sich gut verarbeiten und wird unter anderem für dünnwandige Bauteile mit komplexen Geometrien eingesetzt. Aluminium besitzt eine gute elektrische Leitfähigkeit. Aufgrund seiner geringen Festigkeit wird es hauptsächlich als Legierung eingesetzt, die derzeit gängigste Legierung ist AlSi10Mg. Typische Legierungszusätze sind Silizium, Magnesium, Kupfer oder Mangan. Somit lassen sich mit Aluminiumlegierungen Bauteile mit hoher Festigkeit und hoher dynamischer Belastbarkeit erzeugen. Diese Bauteile können optimal in Einsatzbereichen wie der Luft- und Raumfahrt oder der Automobilindustrie verwendet werden.

Materialaufbau

Bauteile aus Aluminiumlegierungen 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 Heiisostatisches Pressen (HIP), können die Bauteileigenschaften an die individuellen Bedürfnisse angepasst werden.

| Mechanische Kennwerte | Formelzeichen und Einheit | AlSi10Mg ^{2,3} | AlSi12 ^{2,3} | AlSi7Mg ^{2,3} | AlSi9Cu3 ^{2,3} |
|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| Zugfestigkeit | R_m [MPa] | 397 ± 11 | 409 ± 20 | 294 ± 17 | 415 ± 15 |
| Dehngrenze | $R_{p0,2}$ [MPa] | 227 ± 11 | 211 ± 20 | 147 ± 15 | 236 ± 8 |
| Bruchdehnung | A [%] | 6 ± 1 | 5 ± 3 | 3 | 5 ± 1 |
| Brucheinschnürung | Z [%] | 8 ± 1 | - | - | 11 ± 1 |
| E-Modul | E [GPa] | 64 ± 10 | - | - | 57 ± 5 |
| Härte nach Vickers | [HV10] | 117 ± 1 | 110 | 112 ± 3 | 129 ± 1 |
| Rauheit | R_a [μm] | 7 ± 1 | - | 6 ± 1 | 7 ± 1 |
| Rauheit | R_z [μm] | 46 ± 8 | 34 ± 4 | 45 ± 5 | 46 ± 7 |

1 Schichtdicke 30 μm

2 Schichtdicke 50 μm

3 Wie gebaut

4 Wärmebehandelt

EOS Aluminium AlSi10Mg

EOS Aluminium AlSi10Mg ist eine Aluminiumlegierung in feiner Pulverform, die speziell für die Verarbeitung in EOSINT M-Systemen optimiert wurde.

Dieses Dokument bietet Informationen und Daten für Bauteile, die mit dem Pulverwerkstoff EOS Aluminium AlSi10Mg (EOS Art.-Nr. 9011-0024) auf folgenden Systemen gebaut werden:

- EOSINT M 280 400Watt
mit PSW 3.6 und Original EOS Parametersatz AlSi10Mg_Speed 1.0
- EOS M 290 400Watt
mit EOSPRINT 1.0 und Original EOS Parametersatz AlSi10Mg_Speed 1.0

Beschreibung

Die Legierung AlSi10Mg besitzt gute gießtechnologische Eigenschaften und wird typischerweise für dünnwandige und komplexe Gussteile eingesetzt. Sie zeichnet sich durch gute Festigkeit und Härte sowie hohe dynamische Belastbarkeit aus und findet daher auch bei hochbelasteten Bauteilen Einsatz. Bauteile aus EOS Aluminium AlSi10Mg sind ideal für Anwendungen, die eine Kombination von guten thermischen Eigenschaften und niedrigem Gewicht erfordern. Sie können maschinell bearbeitet, draht- und senkerodiert, geschweißt, mikro-gestrahlt, poliert und beschichtet werden.

Konventionell gegossene Komponenten dieser Aluminium-Legierung werden zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften oft wärmebehandelt. Zum Beispiel mit dem T6-Zyklus, bestehend aus Lösungsglühen, Abschreckung und Warmauslagerung. Eine Besonderheit des Lasersinter-Prozesses sind das extrem schnelle Aufschmelzen und Wiedererstarren. Daraus resultiert direkt aus dem Bauprozess ein Gefüge mit den entsprechenden mechanischen Eigenschaften ähnlich dem T6-Zustand gegossener Bauteile. Daher werden solche Wärmebehandlungen für Lasersinter-Bauteile nicht empfohlen, sondern ein Spannungsarmglühen für 2 Stunden bei 300 °C. 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 Prozess- und geometrische Daten

| | |
|--|--|
| Typisch erreichbare Bauteilgenauigkeit [1] [2] | $\pm 100 \mu\text{m}$ |
| Kleinste Wandstärke [1][3] | ca. 0,3 – 0,4 mm |
| Oberflächenrauigkeit, wie gebaut , gereinigt [1] [4] | Ra 6 – 10 μm , Rz 30 – 40 μm |
| - nach Mikrostrahlen | Ra 7 – 10 μm , Rz 50 – 60 μm |
| Volumenrate [5] | 7,4 mm ³ /s 26,6 cm ³ /h |

- [1] Diese Daten wurden von EOSINT M 270 übernommen.
- [2] Erfahrungswert von Anwendern bezüglich Maßgenauigkeit typischer Geometrien. Bauteilgenauigkeit setzt geeignete Datenaufbereitung und Bauteilnachbearbeitung voraus, gemäß EOS-Schulung.
- [3] Mechanische Stabilität abhängig von der Geometrie (Wandhöhe usw.) und Anwendung
- [4] 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 oben weisende) sowie senkrechte Flächen erwartet werden können.
- [5] 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.

Materialdatenblatt

Physikalische und chemische Eigenschaften der Bauteile

| | |
|-------------------------|---|
| Materialzusammensetzung | Al (Rest) Si (9,0 - 11,0 Gew.-%) Fe (\leq 0,55 Gew.-%) Cu (\leq 0,05 Gew.-%) Mn (\leq 0,45 Gew.-%) Mg (0,2 - 0,45 Gew.-%) Ni (\leq 0,05 Gew.-%) Zn (\leq 0,10 Gew.-%) Pb (\leq 0,05 Gew.-%) Sn (\leq 0,05 Gew.-%) Ti (\leq 0,15 Gew.-%) |
| Relative Dichte | ca. 99,85% |
| Dichte | ca. 2,67 g/cm ³ |

Materialdatenblatt

Mechanische Eigenschaften der Bauteile [10]

| | Wie gebaut | Nach Wärmebehandlung [9] |
|---------------------------------------|-----------------|--------------------------|
| Zugfestigkeit [6] | | |
| - in horizontaler Richtung (XY) | 460 ± 20 MPa | 345 ± 10 MPa |
| - in vertikaler Richtung (Z) | 460 ± 20 MPa | 350 ± 10 MPa |
| Streckgrenze (Rp 0.2 %) [6] | | |
| - in horizontaler Richtung (XY) | 270 ± 10 MPa | 230 ± 15 MPa |
| - in vertikaler Richtung (Z) | 240 ± 10 MPa | 230 ± 15 MPa |
| E-Modul [6] | | |
| - in horizontaler Richtung (XY) | 75 ± 10 GPa | 70 ± 10 GPa |
| - in vertikaler Richtung (Z) | 70 ± 10 GPa | 60 ± 10 GPa |
| Bruchdehnung [6] | | |
| - in horizontaler Richtung (XY) | (9 ± 2) % | 12 ± 2% |
| - in vertikaler Richtung (Z) | (6 ± 2) % | 11 ± 2% |
| Härte [7] | | |
| | ca. 119 ± 5 HBW | |
| Dauerschwingfestigkeit [1] [8] | | |
| - in vertikaler Richtung (Z) | ca. 97 ± 7 MPa | |

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

[7] Härteprüfung nach Brinell (HBW 1/10) entsprechend DIN EN ISO 6506-1. Die Meßwerte wurde an Probenquerschliffen ermittelt. Zu beachten ist, dass die gemessene Härte stark von der Art der Probenvorbereitung abhängen kann.

[8] Umlaufbiegeversuch mit Prüffrequenz von 50 Hz, R = -1, Messung bei Erreichung von 5 Millionen Zyklen ohne Bruch beendet.

[9] Spannungsarmglühen, 2 h bei 300 °C.

[10] Hinweis: diese Eigenschaften wurden auf einer EOSINT M 280-400W ermittelt. Prüfkörper vom Maschinentyp EOS M 290-400W erreichen entsprechende Werte.

Materialdatenblatt

Thermische Eigenschaften der Bauteile

| | Wie gebaut [1] | Nach Wärmebehandlung [1][9] |
|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Wärmeleitfähigkeit (bei 20 °C) | | |
| - in horizontaler Richtung (XY) | ca. 103 ± 5 W/m °C | ca. 173 ± 10 W/m °C |
| - in vertikaler Richtung (Z) | ca. 119 ± 5 W/m °C | ca. 173 ± 10 W/m °C |
| Spezifische Wärmekapazität | | |
| - in horizontaler Richtung (XY) | ca. 920 ± 50 J/kg°C | ca. 890 ± 50 J/kg°C |
| - in vertikaler Richtung (Z) | ca. 910 ± 50 J/kg°C | ca. 890 ± 50 J/kg°C |

Abkürzungen

ca. ungefähr
Gew. Gewicht

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.

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.

© 2014 EOS GmbH – Electro Optical Systems. Alle Rechte vorbehalten.