

Werkstofftypen

Werkstofftypen

Die Wahl des richtigen Werkstoffs ist immer abhängig von den Umgebungsbedingungen in der Anwendung. TFC bietet daher verschiedene Materialgüten bei den Wellenfedern & Sicherungsringen an, die entweder standardmäßig oder als Sonderteil erhältlich sind.

Die Spezifizierung des richtigen Materials kann von Anfang an Zusatzkosten und vorzeitige Ausfälle der Anwendung verhindern. Der wärmebehandelte Federstahl bildet dabei den Einstieg und ist die am meisten verwendete Materialgüte. Rostfreie Stähle bieten dagegen einen effektiven Korrosionsschutz und weisen höhere zulässige Betriebstemperaturen auf.

Federstahl

Vergütet im Ölbad

Der nach SAE 1070-1090 vergüteter Federstahl ist standardmäßig für alle spiralförmigen Sicherungsringe und Wellenfedern erhältlich. Zugfestigkeit und Streckgrenze wurden infolge der Wärmebehandlung im Ölbad durch eine Optimierung des Martensitgefüges maximiert.

Kaltgezogen

Der nach SAE 1060-1075 vergüteter Federstahl ist standardmäßig für alle spiralförmigen Sicherungsringe und Wellenfedern erhältlich. Die maximale Zug- und Scherfestigkeit erreicht diese Güte durch den Prozess des Kaltziehens.

Federstahl wird am besten dort eingesetzt, wo kein Kontakt mit ätzenden Medien möglich ist oder dieser durch einen Schmierfilm vor der umgebenen Atmosphäre geschützt wird. Durch zusätzliche Oberflächenbehandlungen kann zudem ein wirksamer Korrosionsschutz hergestellt werden. Ringe und Federn werden in der Regel mit einem Öl-Finish für den Transportschutz und für Regalaufbewahrung empfohlen.

- Federstahl ist sehr magnetisch und kann unterschiedliche Farben aufweisen, unter anderem blau, schwarz und grau.

Edelstahl

302 Edelstahl

302 ist der Standard-Edelstahl für alle spiralförmigen Sicherungsringe. Diese Materialgüte ist aufgrund der guten Korrosionsbeständigkeit und der guten physikalischen Eigenschaften der am meisten verwendete Edelstahl. 302 erhält seinen Federhärte-Zustand durch Kaltverformung.

Obwohl er als nichtmagnetisch kategorisiert ist, weist dieser Edelstahl infolge der Kaltbearbeitung einen geringen Restmagnetismus auf. Er ist durch eine Wärmebehandlung nicht aufzuhärten.

- 302 hat eine silbergraue Farbe.

316 Edelstahl

316 ist im Bezug auf die physikalischen Eigenschaften und die Temperaturbeständigkeit nahezu identisch mit dem 302. Aufgrund des Legierungsbestandteils Molybdän weist er jedoch eine bessere Korrosionsbeständigkeit auf. Aus diesem Grund findet er vorwiegend seinen Einsatz in Lebensmittel-, Chemie- und Meerwasser-Anwendungen.

Der Restmagnetismus ist geringer gegenüber dem 302. Er steigt jedoch wie beim 302 mit jeder Kaltumformung an. Auch diese Edelstahlgüte kann nicht durch eine Wärmebehandlung aufgehärtet werden.

- 316 hat eine silbergraue Farbe.

17-7 PH Condition Edelstahl

Weist eine ähnliche Korrosionsbeständigkeit auf wie 1.4319. Diese Legierung wird fast ausschließlich für Wellenfedern verwendet, sie bietet jedoch eine hohe Zugfestigkeit und Streckgrenze für spezielle Ringanwendungen. Bei ermüdungskritischen Anwendungen und Anwendungen mit einer hohen Belastung überragt 17-7 die höchste Güte von Kohlenstoffstahl.

Diese Legierung erhält ihre Federeigenschaften durch Ausscheidungsglühen von Condition C zu Condition CH900. Dadurch kann das Material bei Temperaturen von 343 °C (650 °F) eingesetzt werden, ohne seine Federeigenschaften zu verlieren. Im Bezug auf den Magnetismus entspricht der 17-7 PH Condition CH900 dem wärmebehandelten Federstahl.

- Nach dem Ausscheidungsglühen hat der 17-7 aufgrund der Wärmebehandlung in normaler Luft eine blaue, braune oder silberne Farbe; unter einer kontrollierten Atmosphäre ist die Farbe heller.

Sonderlegierungen

Inconel X-750*

Diese Nickel-Chrom-Legierung wird am häufigsten bei hohen Temperaturen und in ätzenden Umgebungen eingesetzt. Nachstehend sind zwei allgemein spezifizierte Temper von Inconel beschrieben.

Am häufigsten wird Inconel X-750 ausscheidungsgeglüht, um eine Federhärtung zu erhalten. In diesem Zustand hat es einen Temperaturwiderstand von bis zu 371 °C (700 °F). Die National Association of Corrosion Engineers (NACE) genehmigt diese harte Temper für MR-01-75 (RC50 maximal) für spiralförmige Sicherungsringe und Wellen-/Druckfedern.

Temper Nr. 1, das eine längere Wärmebehandlung als Feder-Temper benötigt, besitzt eine geringere Zugfestigkeit, bietet aber einen Temperaturwiderstand von bis zu 537 °C (1000 °F).

Sowohl der Feder-Temper als auch der Temper Nr. 1 kann entweder in normaler Luft oder unter einer kontrollierten Atmosphäre im Ofen wärmebehandelt werden. Eine Wärmebehandlung in normaler Luft kann zu einer Oxidation führen, was einen schwarzen Rückstand hinterlässt. Eine Wärmebehandlung unter einer kontrollierten Atmosphäre eliminiert Oxidation und hinterlässt keine Rückstände.

- Aus dieser Güte Inconel gefertigte Ringe und Federn haben eine blaue/silbergraue Farbe und sind nicht magnetisch.

A286 Legierung

Bei Anwendungen bis zu 537 °C (1000 °F) zeigt diese Legierung ähnliche Eigenschaften wie Inconel X-750. Es wird ausscheidungsgeglüht, um eine Federhärtung zu erhalten. A286 kann ähnlich wie Feder-Temper und Temper Nr. 1 Inconel wärmebehandelt werden.

- Dieses Material ist nicht magnetisch und hat eine blaue/silbergraue Farbe.

Elgiloy*

Bekannt für seine hervorragende Widerstandsfähigkeit in ätzenden Umgebungen, ist dieses relativ neue Federmaterial nun von Smalley erhältlich. Das häufig für Anwendungen der Ölindustrie verwendete Elgiloy hat gegenüber anderen, von NACE genehmigten Materialien eine höhere Zuverlässigkeit, mit einer Spannungsrisssbeständigkeit in schwefeligen Umgebungen. Zusätzlich soll Elgiloy bei "343 °C (650 °F) eine um mehr als 600 % bessere Lasthaltefähigkeit haben als 17-7 PH, und es bietet mehr als 100 % mehr Zyklen (Widerstand gegenüber Materialermüdung) als Kohlenstoffstahl, ohne zu brechen".

- Elgiloy ist nicht magnetisch und hat aufgrund der Wärmebehandlung eine blaubraune Farbe.

*ELGILOY ist ein eingetragenes Warenzeichen von Combined Metals of Chicago. INCONEL X-750 ist ein eingetragenes Warenzeichen von Special Metals Corporation. WASPALOY ist ein eingetragenes Warenzeichen von United Technology Corp. HASTELLOY ist ein eingetragenes Warenzeichen von Haynes International.

Kupferlegierungen

Beryllium-Kupfer-Legierung Nr. 25

Normalerweise als harter Temper spezifiziert, besitzt diese Legierung hervorragende Federeigenschaften aufgrund der Kombination eines niedrigen Elastizitätsmoduls und einer hohen ultimativen Zugfestigkeit. Diese Legierung erhält ihre physikalischen Eigenschaften durch Ausscheidungsglühen. Gegenüber anderen Kupferlegierungen hat Berylliumkupfer die größte Zugfestigkeit und bietet eine bemerkenswerte Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Verlust der physikalischen Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen.

- Berylliumkupfer ist nicht magnetisch. Seine elektrische Leitfähigkeit ist ca. 2- bis 4-mal so hoch wie die von Phosphorbronze

Phosphorbronze, Güteklasse A

Phosphorbronze bietet angemessene Federeigenschaften, eine angemessene elektrische Leitfähigkeit und wird bezüglich der Leistung knapp unter Berylliumkupfer eingeordnet. Es wird federgehärtet gekauft, um seine Federeigenschaften zu maximieren.

- Phosphorbronze kann nur durch Kaltverfestigung gehärtet werden. Dieses Material ist auch nicht magnetisch.



Vergleichstabelle der Werkstofftypen

Die Tabelle zeigt die meist verwendeten Standardlegierungen der Smalley® Steel Ring Company.

Werkstoff	Materialstärke (mm)	Mindestzugfestigkeit (N/mm ²)	Scherfestigkeit (N/mm ²)	Einsatztemperatur ⁴ (°C)	Elastizitätsmodul (N/mm ²)	Chemische Zusammensetzung	AFNOR	DIN
Federstahl								
Vergütet im Ölbad SAE 1070 - 1090	0,152 - 0,356	1855	1055	121	206843	Federstahl XC67 to XC75	Nicht anwendbar	1,1231 - 1,1248 ¹
	0,357 - 0,533	1758	1000					
	0,534 - 1,092	1524	869					
	≥1,093	1455	827					
Kaltgezogen SAE 1060 - 1075	0,152 - 0,762	1586	896	204	193053	X10 CrNi 18-8	Nicht anwendbar	1,4310
	0,763 - 2,794	1248	710					
	2,795 - 5,588	1076	614					
AISI 302								
AMS-5866	0,051 - 0,559	1448	820	204	193053	X10 CrNi 18-8	Nicht anwendbar	1,4310
	0,560 - 1,194	1379	786					
	1,195 - 1,575	1276	724					
	1,576 - 1,880	1207	689					
	1,881 - 2,261	1138	648					
	2,262 - 2,413	1069	607					
AISI 316								
ASTM A313 ¹	0,051 - 0,584	1344	765	204	193053	X 5 CrNiMo 17-12-2	Z 7 CND 17-12-2	1,4401
	0,585 - 1,219	1310	745					
	1,220 - 1,549	1207	683					
	≥1,550	1172	669					
17-7 PH								
Bedingung CH900 AMS-5529	ALLE	1655 ²	945 ²	343	203395	X 7 CrNiAl 17-7	Z 9 CNA 17-07	1,4568
A-286								
AMS-5810	ALLE	1241 ²	724 ²	538	213737	X 6 NiCrTiMoVB 25-15-2	Z6NCTDV25-15	1,4980
INCONEL⁵ ALLOY X-750								
SPRING TEMPER AMS-5699 ³	ALLE	1517 ²	862 ²	371	213737	NiCr 15 Fe 7 TiAl	NC 15 Fe 7 TA	2,4669
No. 1 TEMPER "Rc 35 MAXIMUM" AMS-5699 ^{1,3}	ALLE	938 ² REF	531 ²	371				
SPRING TEMPER AMS-5699 ³	ALLE	1069 ²	607 ²	371				
INCONEL⁵ ALLOY 718								
AMS-5596 ¹	ALLE	1241 ²	703 ²	704	204085	NiCr 19 NbMo	NC 19 FeNb	2,4668
ELGILOY⁵								
AMS-5876 ^{1,3}	≤ 0,102	2068 ²	1179 ²	427	206843	CoCr20 Ni16 Mo7	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar
	0,103 - 0,483	1999 ²	1138 ²					
	0,484 - 0,635	1931 ²	1096 ²					
	0,636 - 2,54	1862 ²	1062 ²					
BERYLLIUM COPPER								
TEMPER TH02 ASTM B197 ¹	ALLE	1276 ²	883 ²	204	127553	CuBe2	Nicht anwendbar	2,1247

HINWEIS: Zusätzliche Materialien sind unter anderem Phosphorbronze, C-276, Edelstahl 1.4006, MONEL5 K-500, MONEL5 K-400, Waspaloy und andere.
Für weitere Details wenden Sie sich bitte an die Entwicklungsabteilung von TFC.

¹ Verweis nur für chemische Zusammensetzung. ² Nach dem Ausscheidungsglühen erhaltene Werte. ³ Entspricht dem NACE-Standard MR-01-75.

⁴ Eine Überschreitung dieser Temperaturen führt zu einer erhöhten Entspannung. Wenden Sie sich für Anwendungen mit hohen Temperaturen an die Entwicklungsabteilung von TFC

⁵ ELGILOY ist ein eingetragenes Warenzeichen von Combined Metals of Chicago. INCONEL und MONEL sind eingetragene Warenzeichen von Special Metals Corporation.

HASTELLOY ist ein eingetragenes Warenzeichen von Haynes International.

Oberflächenbehandlungen

Ölgetaucht

Dies ist die Standard-Oberflächenbehandlung für alle Produkte von Smalley® aus Kohlenstoffstahl. Das Öl sorgt für Korrosionsbeständigkeit beim Transport und unter normalen Lagerungsbedingungen. Die in Öl getauchte Oberfläche sollte nicht als dauerhafte Oberflächenbehandlung angesehen werden.

Brüniert

MIL-DTL-13924, Klasse 1

Diese Oberfläche hat ein flaches schwarzes Finish. Eine Brüniierung zielt eher auf eine bessere Erscheinung als auf Korrosionsbeständigkeit.

Kadmiumplattiert

**Kadmiert gemäß AMS-QQ-P-416, Typ I, Klasse 2,
Kadmiert/ Chromattiert gemäß AMS-QQ-P-416, Typ II, Klasse 2**

Eine Kadmiumplattierung wird bei Kohlenstoffstahl zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit des Produkts eingesetzt. Eine Kadmiumplattierung von spiralförmigen Sicherungsringen ist kostenintensiv und kann beim Ring zu einer Wasserstoffversprödung führen. Smalley® bietet Edelstahl als bevorzugte Alternative zu Kadmium an.

Passiviert

AMS 2700, Methode 1, Typ 2, Klasse 3

Passivierung ist ein optionales Reinigungsverfahren für Edelstahl. Sie ergibt eine helle Oberfläche und eine bessere Korrosionsbeständigkeit. Bei der Passivierung werden Eisenpartikel und andere Substanzen, die sich während der Fertigung an der Oberfläche von Edelstahl angeheftet haben, aufgelöst. Werden sie nicht aufgelöst, kann es zu Rostbildung, Verfärbung oder Grübchenbildung kommen.

In der Theorie ist die Korrosionsbeständigkeit von Edelstahl auf den dünnen, unsichtbaren Oxidationsfilm zurückzuführen, der die Oberfläche des Rings bedeckt und eine weitere Oxidation verhindert. Werden die Verunreinigungen entfernt, verhindert dies Durchbrüche in diesem Film und es wird die Korrosionsbeständigkeit verbessert.

Zink-Phosphatiert

MIL-DTL-16232, Typ Z, Klasse 2

Diese Oberflächenbehandlung wird manchmal auch als „Parkerisieren“ bezeichnet und erscheint als grauschwarze Verfärbung. Die Korrosionsbeständigkeit von Phosphat ist besser als die bei einer Brüniierung, jedoch schlechter als bei der Kadmiumplattierung von Edelstahl. Phosphat kann nicht auf Edelstahl aufgebracht werden.

Dampfentfettet/Ultraschallgereinigt

Dies ist die standardmäßige Reinigung und Oberflächenbehandlung für alle Edelstähle. Dabei werden Öle und andere organische Verbindungen mit einem chlorierten Lösemittel von der Oberfläche des Materials entfernt. Das Lösemittel entfernt wirksam Öl und Fett von der freiliegenden Oberfläche des Rings oder der Feder. Ultraschall sorgt dafür, dass das Lösemittel zwischen die Lagen gelangt.

Vibrations-/Manuell entgratet

Obwohl alle umlaufenden Oberflächen und Kanten von Smalley® Ringen glatt sind, gibt es aufgrund des Abschneidens immer scharfe Kanten an den Spaltenden. Um diese scharfen Kanten abzurunden, können die Ringe entweder per Vibrationsentgraten oder manuell entgratet werden.

Spezifizierung der Herstellung

Zwar gibt es die unterschiedlichsten Regularien über die Spezifizierung von Flachstahlprodukten, jedoch beinhalten die **Wenigsten Informationen über Flachdrähte.**

Aus diesem Grund werden die Smalley®-Flachdrahtprodukte nach eigenen Spezifizierungen gefertigt. Zur Überprüfung der Zugfestigkeit, der Oberflächen-Kontur, des Materialquerschnitts und der chemischen Zusammensetzung wurden eigene Verfahren entwickelt, die dokumentiert vorliegen.

Werkstofftestverfahren

Um die Federeigenschaften und Härte des Flachdrahtes zu überprüfen, ist die Zugprobe die bevorzugte Testmethode.

Denn der Flachdraht weist an verschiedenen Einrückungspunkten unterschiedliche Härten auf, weil im Kaltwalzprozess die oberen und unteren Flächen („A“) höherem Walzdruck ausgeliefert sind als die runden Randgebiete („B“). Zugproben sind daher geeigneter, den kompletten Querschnitt und nicht einen einzigen Oberflächenpunkt zu bewerten.

