

Faktoren, die bei der Auswahl eines Rohmaterials für Tellerfedern zu berücksichtigen sind

von John Valvoda - Experte für die Anwendung von Tellerfedern
SPIROL International Corporation

Tellerfedern sind ideale funktionale Komponenten, um konstante und vorhersehbare Kräfte innerhalb bestimmter Verfahrwege zu erreichen. Im Gegensatz zu anderen Ausführungen von Federn, einschließlich Belleville Scheiben, haben Tellerfedern eine berechenbare Lebensdauer. Die Zuverlässigkeit und Berechenbarkeit dieser technisch ausgereiften Hochleistungsfedern ist unübertroffen. Auch wenn Tellerfedern wie eine einfache konische Unterlegscheibe aussehen, ist das Verfahren zur Auswahl der richtigen Tellerfeder oder Tellerfedersäule eine recht technische Angelegenheit.

Die Wahl des richtigen Materials für die Tellerfeder ist genauso wichtig wie die Wahl der richtigen Größe der Tellerfeder für Ihre Anwendung. Der Grund dafür ist, dass die Faktoren für das Rohmaterial beeinflusst werden durch:

1. Kraft
2. Betriebsumgebung
3. Lebensdauer
4. Kosten



Bild 1
Tellerfedern sind in verschiedenen Ausführungen und Materialien lieferbar. In diesem Bild sind Tellerfedern aus Kohlenstoffstahl (links) und Edelstahl 17-7 (rechts) dargestellt.

Nachfolgend finden Sie eine Übersicht über die (4) oben genannten Variablen und wie sich jede einzelne auf die Auswahl des Materials für die Tellerfeder auswirken kann.

Kraft

Im Allgemeinen bieten Tellerfedern aus Kohlenstoff- und legiertem Stahl aufgrund ihrer Federkraft die beste Leistung. Kohlenstoff- und legierter Stahl (auch Federstahl genannt) sind nach Wärmebehandlung außerdem außergewöhnlich langlebig und ermüdungsbeständig. Im Allgemeinen ist die Kraftabgabe (5–6 % mehr) einer Tellerfeder aus Kohlenstoff- oder legiertem Stahl höher als die eines gleich großen Gegenstücks aus Edelstahl 301 oder 17-7. Während Federstahl in normaler Umgebung eine überlegene Leistung bieten kann, kann seine Leistung bei höheren Temperaturen nachlassen. Tellerfedern aus Edelstahl bieten eine bessere Temperaturbeständigkeit, können jedoch ihre Kraft bei extremen Temperaturen nicht so gut aufrechterhalten wie außergewöhnliche Materialien, wie z. B. Tellerfedern aus Inconel. In Situationen, in denen Korrosionsschutz gewünscht wird, sollte der Konstrukteur die Kosteneffizienz zwischen der Verwendung von 2 oder 3 gleichsinnig geschichteten Tellerfedern aus Edelstahl und einer Tellerfeder aus Kohlenstoff- oder legiertem Stahl mit mechanischer Verzinkung oder [ArmorGalv®](#) (eine Thermodiffusionsbeschichtung aus einer Zinklegierung) abwägen – wobei beide Optionen die gleiche Kraft erzielen.

Gängige Materialien für Tellerfedern	Güte	Elastizitätsmodul
Legierter Stahl	51CrV4 (1.8159) / UNS G61500	206 GPa
Kohlenstoffreicher Stahl	C67S (1.1231) / UNS G10700	206 GPa
Edelstahl 301	X10CrNi18-8 (1.4310) / UNS 30100	190 GPa
Edelstahl 17-7	X7CrNiAl17-7 (1.4568) / UNS S17700	200 GPa
INCONEL® Legierung X-750	NiCr15Fe7TiAl (2.4669) / UNS N07750	214 GPa

Tabelle 1

Überlegungen zur Betriebsumgebung

Die Entscheidung über die Auswahl des Rohmaterials für die Tellerfeder(n) kann unter Berücksichtigung aller Parameter recht komplex sein. Die Betriebstemperaturen und das Korrosionspotenzial sind ein wichtiger Faktor bei der Auswahl des Materials und/oder der Beschichtung.

Zum Beispiel:

- Ist eine Tellerfeder aus Inconel für eine Anwendung in der Luft- und Raumfahrt sinnvoll, bei der extreme Temperaturen auftreten? Sie könnten jedoch alternativ Tellerfedern aus Edelstahl 17-7 in einer anderen Konfiguration verwenden, um die gewünschte Leistung in der Baugruppe zu erzielen. Federstahl hält korrosiven Umgebungen möglicherweise nicht stand. In diesem Fall, insbesondere bei dynamischen Anwendungen, kann Edelstahl 17-7 die beste Option sein.
- Bei Bremssystemen ist die Langlebigkeit von zentraler Bedeutung. Sauberkeit ist entscheidend, damit keine Ablagerungen in die Bremsleitung gelangen. Auf den ersten Blick scheint Edelstahl die naheliegende Wahl zu sein. Aber was ist, wenn die Tellerfedern in der Anwendung in Hydraulikflüssigkeit eingetaucht sind? Unbeschichtete Tellerfedern aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl bieten eine hervorragende Leistung zu geringeren Kosten, und die in Hydraulikflüssigkeit eingetauchten Tellerfedern sind vor Korrosion geschützt.

Lebensdauer

Die Auswahl des Materials einer Tellerfeder wirkt sich auf die geschätzte Lebensdauer in einer Anwendung aus. Der größte Faktor für die Lebensdauer von Tellerfedern ist, wie nahe die auf die Tellerfeder einwirkende Spannung an der Zugfestigkeit oder Streckgrenze des Rohmaterials liegt. Der sekundäre Faktor ist der Unterschied zwischen maximaler und minimaler Spannung während des Zyklus. Größere Unterschiede führen zu einer kürzeren Ermüdungslebensdauer. Ein weiterer wichtiger Faktor, der berücksichtigt werden muss, ist die Art der Verwendung der Tellerfeder in der Anwendung. Wird die Tellerfeder in einer statischen, dynamischen oder durch Stöße belasteten Anwendung eingesetzt? In einer dynamischen Anwendung wird Edelstahl der Serie 300 durch Kaltverfestigung härter und hat möglicherweise eine kürzere Ermüdungslebensdauer als Edelstahl 17-7 und Kohlenstoffstahl und Legierungsstahl. Die Ermüdungslebensdauer der Tellerfeder(n) in einer spezifischen Anwendung sollte berechnet werden, bevor eine endgültige Entscheidung getroffen wird.

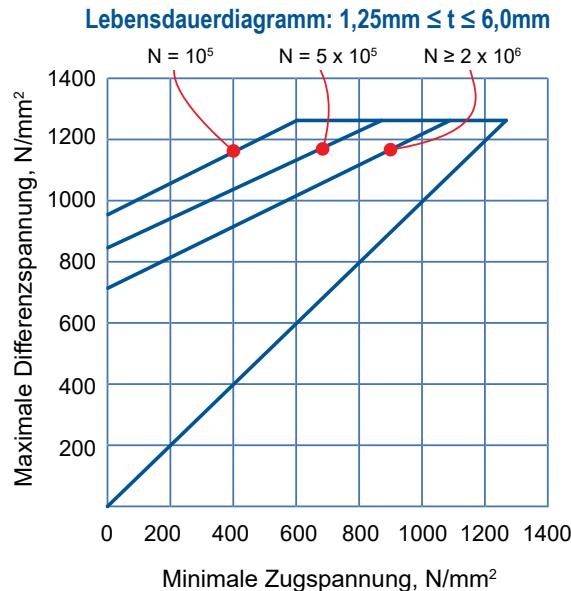


Bild 2
Geschätzte Ermüdungslebensdauer für Tellerfeder
DSC 50 x 25,4 x 2

Kosten

Es ist offensichtlich, dass die Kosten für die Tellerfeder umso höher sind, je außergewöhnlicher das Rohmaterial ist. Aber sind die Kosten der Hauptfaktor? Ist ein außergewöhnliches Material, das länger hält und nicht ausgetauscht werden muss, nicht insgesamt kostengünstiger? Oder würde eine Tellerfeder aus einem handelsüblichen Standardmaterial, das häufiger ausgetauscht werden muss, auf der Grundlage der gewünschten Lebensdauer der Baugruppe immer noch zu niedrigeren Gesamtkosten führen? Die Frage der Kosten ist nicht so einfach, wie es den Anschein hat.

Schlussfolgerung

Es gibt viele Faktoren, die bei der Bestimmung des am besten geeigneten Materials für Tellerfedern für eine spezifische Anwendung zu berücksichtigen sind. Es wird empfohlen, mit Anwendungsingenieuren zusammenzuarbeiten, die auf die Entwicklung und Herstellung von Tellerfedern und Federsäulen spezialisiert sind, um sicherzustellen, dass das richtige Material ausgewählt wird, um Ihre gewünschten technischen und kommerziellen Anforderungen zu erfüllen.

Kostenlose anwendungstechnische Unterstützung

Benötigen Sie Hilfe bei der Auswahl des am besten geeigneten Verbindungselements für Ihre Anwendung? SPIROL's Anwendungsingenieure prüfen Ihre spezifischen Anforderungen und helfen Ihnen bei der Auswahl der kostengünstigsten Tellerfeder, die Ihren technischen und kommerziellen Anforderungen entspricht. **Kontaktieren Sie uns noch heute!**

Technische Zentren

Europa **SPIROL Deutschland**
München
+49 (0) 89 4 111 905 71
info-de@spirol.com

SPIROL Vereinigtes Königreich
Corby, Northants, England
+44 (0) 1536 444800
info-uk@spirol.com

SPIROL Ford
South Shields, Tyne & Wear, England
+44 (0) 1914 540141
contactus@ford-engineering.com

SPIROL Frankreich
Saint-Léonard
+33 (0) 3 26 36 31 42
info-fr@spirol.com

SPIROL Spanien
Barcelona
+34 932 71 64 28
info-es@spirol.com

SPIROL Tschechische Republik
Prag
+420 226 218 935
info-cz@spirol.com

SPIROL Polen
Warschau
+48 510 039 345
info-pl@spirol.com

Amerika **SPIROL International Corporation**
Connecticut, USA
+1 860 774 8571
info@spirol.com

SPIROL Shim-Abteilung
Ohio, USA
+1 330 920 3655
info@spirol.com

SPIROL Kanada
Windsor, Ontario
+1 519 974 3334
info-ca@spirol.com

SPIROL Mexiko
Apodaca, Nuevo León
+52 81 8385 4390
info-mx@spirol.com

SPIROL Brasilien
Indaiatuba, São Paulo
+55 19 3936 2701
info-br@spirol.com

Asien Pazifik **SPIROL China**
Shanghai
+86 (0) 21 5046-1451
info-cn@spirol.com

SPIROL Malaysia
Iskandar Puteri, Johor
+60 77 063 960
info-my@spirol.com

SPIROL Korea
Seoul, Südkorea
+82 (0) 10 9429 1451
info-kr@spirol.com