

Hochpräzise Federelemente profitieren von Stahlentwicklungen

Werkstoff und Ausgangsform bestimmen die reversible Formänderung von Federn. Jeder Federdraht hat jedoch Stärken und Schwächen, daher ist der Werkstoff bei Präzisionsfederelementen belastungsspezifisch auszuwählen. Bei nichtrostenden Federstählen gibt es aber nun einen Allround-Werkstoff.

PHILIPP KOEPFF UND FRANZ FUCHS

Die wesentliche Eigenschaft von Federn ist deren elastisches Formänderungsvermögen – also die Eigenschaft, bei Belastungseinwirkung (Kraft oder Moment, statisch oder dynamisch) mit einer reversiblen Formänderung zu reagieren. Diese Eigenschaft wird durch eine spezielle Form und die Verwendung eines geeigneten Werkstoffes erreicht. Der Konstrukteur muss besonders bei der Auswahl des geeigneten Werkstoffes eine Vielzahl von Anforderungen beachten: unter anderem hinsichtlich des Bau-raums, der Anschlussbauteile sowie der aus der Gesamtkonstruktion und den Anwendungsbedingungen resultierenden, zusätzlichen Restriktionen wie Korrosionsbeständigkeit, elektrische Leitfähigkeit, Dämpfungsverhalten, Federarbeit, Einsatztemperatur und Wirtschaftlichkeit (Bilder 1 und 2).

Um das individuelle Anforderungsprofil zu erfüllen, steht dem Konstrukteur eine Reihe von Federstählen zur Verfügung: patentiert gezogener Federstahldraht, ölschlussvergüteter Federstahldraht, nichtrostender Federstahldraht, Kupfer- und Berylliumlegierungen, Nickelbasislegierungen sowie Titanlegierungen. Die Kosten des jeweiligen Federstahldrahtes variieren in Abhängigkeit von den Legierungsbestandteilen und dem Drahtherstellungsverfahren. Patentiert gezogener Federstahldraht ist der preislich günstigste Werkstoff, Titandraht stellt den teuersten Werkstoff dar. Die genannte Reihenfolge verdeutlicht das Preisgefälle.

Dr. Philipp Koepff ist Geschäftsführer der Dr. Werner Röhrs KG in Sonthofen. Franz Fuchs leitet dort die Konstruktion. Weitere Informationen: Dr. Philipp Koepff, 87527 Sonthofen, Tel. (0 83 21) 6 14-0, Fax (0 83 21) 6 14-1 19, info@roehrs.de

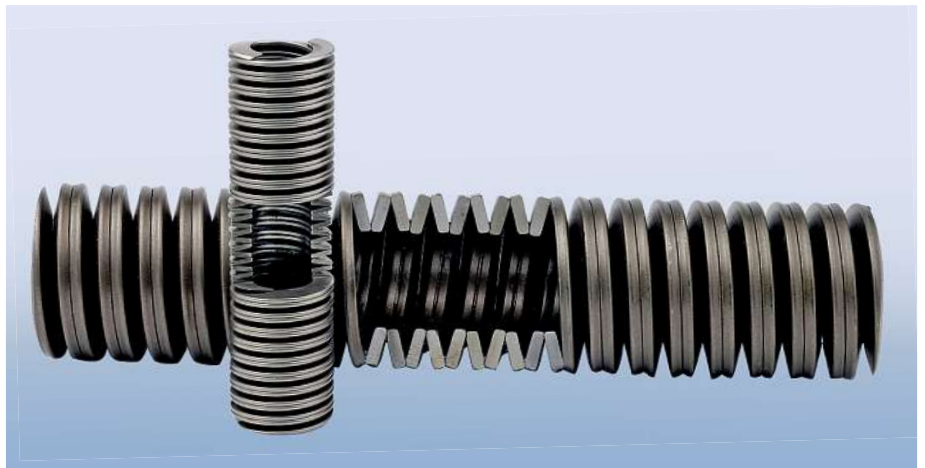


Bild 1: Schraubentellerfedern, die häufig geschichtete Tellerfedersäulen ersetzen. Sie bestehen jeweils aus zwei gleichen, ineinandergeschraubten Schraubendruckfedern.

Jeder Federdraht hat spezielle Eigenschaften und Vorzüge, aber auch spezifische Schwächen. Der patentierte Federstahl ist der Standardfederstahl für sämtliche Anwendungen, sofern die Einsatztemperatur unter 80 °C liegt und nicht mit Korrosion gerechnet werden muss. Das ist zum Beispiel bei Kugelschreiberfedern der Fall.

Vergüteter Federstahldraht hat doppelte Festigkeit einer Schraube

Aus dem ölschlussvergüteten Federstahl werden dagegen häufig Ventildfedern für die Automobilindustrie hergestellt. Kennzeichnend für diesen Drahtwerkstoff ist nicht nur eine sehr lange Lebensdauer und ein gutmütiges Relaxationsverhalten (Kraftverlust) bei Temperaturen im Bereich um 120 °C, sondern auch die Tatsache, dass er bei 16 mm Drahtdurchmesser noch eine Festigkeit von etwa

1600 bis 1700 N/mm² aufweist. Dies entspricht der doppelten Festigkeit einer festen Schraube. Federn aus nichtrostenden Federstählen zeigen zusätzlich zum besseren Korrosionsverhalten vor allem ein verbessertes Setzverhalten bei erhöhten Temperaturen. Ihre Hauptanwendung liegt im Temperaturbereich bis 350 °C. Aber auch bei Temperaturen unter –40 °C zeigt dieser Werkstoff Vorteile, weil Federn aus nichtrostendem Federstahl relativ unempfindlich gegen Sprödbrech sind.

Federdrähte aus Kupfer und Kupferlegierungen werden aufgrund ihrer guten elektrischen Leitfähigkeit vorwiegend für Federn im Apparatebau, der Feinwerktechnik und der Elektrotechnik eingesetzt. Federn aus diesen Legierungen sind ferner unmagnetisch, was insbesondere bei messtechnischen Produkten vorteilhaft ist. Die daraus gefer-



Bild 2: Druckfedern aus Flachdraht.
Im Vergleich zu Runddrahtfedern haben sie den Vorteil der größeren Energieaufnahme bei gleichem Einbauraum.

Bilder: Röhrs

tigten Federn sind außerordentlich temperaturabhängig. Diese Abhängigkeit lässt sich zum Beispiel zur Erzeugung von Messsignalen nutzen. Im Allgemeinen ist die Korrosionsbeständigkeit gut, jedoch liegen die Festigkeitseigenschaften nur im mittleren Bereich. Durch Zusatz von Beryllium wird die Festigkeit erhöht, wodurch sich die Federkraft steigern lässt.

Hitze und korrosive Umgebung sprechen für Nickelbasiswerkstoffe

Größter Legierungsbestandteil von Federn aus Nickelbasislegierungen bildet Nickel. Zusätzlich sind weitere hochwertige Legierungsbestandteile enthalten, zum Beispiel Chrom, Mangan, Kohlenstoff und Eisen. Federn aus Nickelbasislegierungen sind hochtemperaturfest, hochkorrosionsbeständig und nahezu antimagnetisch. Inconel ist dafür ein typischer Werkstoff: Er kommt nur dann zur Anwendung, wenn im Temperaturbereich bis etwa 600 °C gearbeitet wird. Ein absolutes Leichtgewicht unter den Federwerkstoffen ist Titan, das warmfest, kälteunempfindlich und korrosionsbeständig gegen spezielle Säuren ist.

Im Bereich des nichtrostenden Federstahl-drahtes wird eine Reihe von Stahlgüten verarbeitet, die Vor- und Nachteile haben. Jedoch existierte bislang unter den nichtrostenden Federstählen kein „Allround-Talent“, das gute Verarbeitbarkeit – besonders beim Umformen zu Profildrähten für Flachdraht- und Schraubentellerfedern – mit hoher Festigkeit und herausragender Korrosionsbeständigkeit kombiniert. In langjähriger Zusammenarbeit mit Federwerkstoffherstellern hat die Dr. Werner Röhrs KG den nichtrostenden Federwerkstoff Erco 1812 entwickelt. Das Preis-Leistungs-Verhältnis ist optimal.

Bei diesem korrosionsbeständigen Federstahl handelt es sich um eine Weiterentwicklung des Werkstoffes Erco 1707S, der sich hervorragend für die Herstellung besonders flacher Profile und sehr enger Wickelverhältnisse eignet. Dennoch wurden die Korrosionsbeständigkeit und dynamischen Eigenschaften bei gleichzeitiger Minimierung des Relaxationsverhaltens weiter verbessert. Der Werkstoff ist seewasserbeständig und unempfindlich gegen die in der Praxis häufig auftretenden Chloride. Chloride können latenten Lochfraß verursachen und die Lebensdauer von hochbeanspruchten Federn um bis zu Faktor 15 reduzieren.

So führte die Umstellung auf den Werkstoff Erco 1812 bei einer Schraubentellerfeder für einen japanischen Hersteller von Industriewerkzeugen zur Verdoppelung der Lebensdauer und deutlichen Verringerung der Relaxation. Die Lösung lag in einer weiterentwickelten Feder – bei identischem Bauraum. Außerdem kommt der nichtrostende Federstahl im Zuge der Entwicklung einer hochdynamisch beanspruchten Flachdrahtfeder bei einem deutschen wehrtechnischen Hersteller zur Anwendung. Zusätzlich zur hohen Belastbarkeit und Widerstandsfähigkeit erfüllt diese Neuentwicklung damit eine weitere zentrale Kundenforderung: die der Seewasserbeständigkeit.

Aufgrund der vielfältigen Eigenschaften des Federstahls Erco 1812 ergeben sich weite potenzielle Anwendungen, speziell bei begrenztem Bauraum, der Forderung nach hoher Federkraft und hohem Korrosionsschutz. Der Ansatz liegt in der Herstellung von Flachdrähten. Mögliche Anwendungsbereiche sind zahlreich. Sie reichen von der Medizintechnik über den Maschinen- und Anlagenbau bis hin zur Petrochemie. **MM**