

In the
SPOTLIGHT

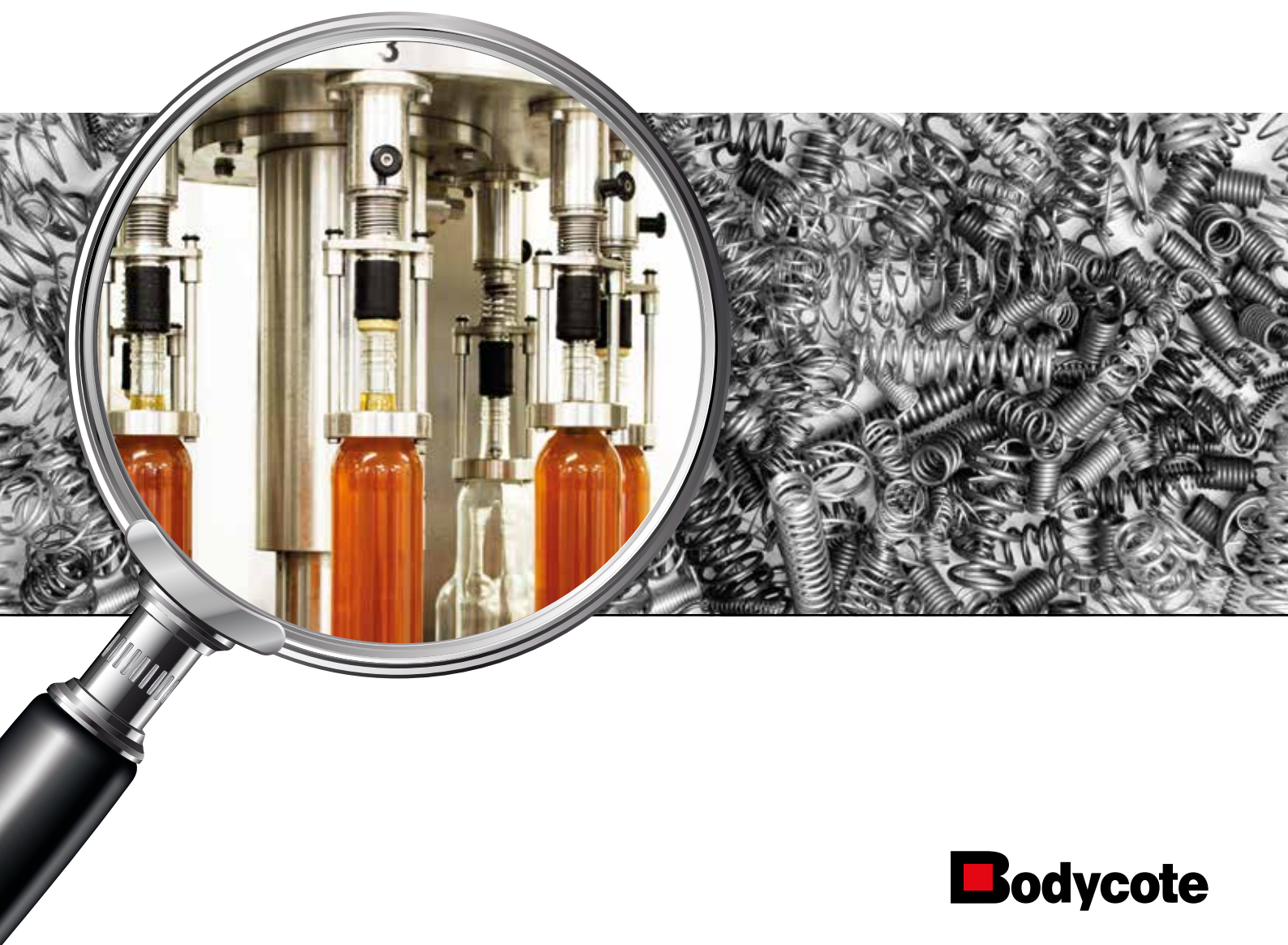
S³P IN FEDER- ANWENDUNGEN

GESTEIGERTE
DAUERFESTIGKEITSGRENZE

HOHE DRUCKEIGENSPANNUNGEN

UNVERÄNDERTE
OBERFLÄCHENTOPOGRAPHIE

ERHÖHTE ERMÜDUNGSFESTIGKEIT



Bodycote

Die besondere Eigenschaft von technischen Metallfedern ist ihre reversible Formveränderung bei Belastung. Federn aus korrosionsbeständigem Stahl werden in nahezu allen Branchen eingesetzt, in denen besondere Anforderungen an die korrosiven oder nicht-magnetischen Eigenschaften gestellt werden. Jedoch weisen korrosionsbeständige Legierungen geringe Ermüdungsmerkmale auf, wodurch Lebensdauer und Anwendungsbereiche eingeschränkt werden. S³P (Specialty Stainless Steel Processes), einschließlich Kolsterisieren® und S³P ADM, sind geschützte Verfahren, die entwickelt wurden, um tribologische Eigenschaften und Ermüdungsfestigkeit solcher Legierungssysteme signifikant zu steigern, bei gleichzeitigem Erhalt der Korrosionsbeständigkeit. Diese Optimierung wird durch die interstitielle Einlagerung von Kohlenstoff- und/oder Stickstoffatomen erreicht, die zu enormen Druckeigenspannungen an der Oberfläche führt.

Ermüdung von Federn aus korrosionsbeständigem Stahl

Ermüdung ist eine häufige Versagensart bei industriell genutzten Federn. Verursacht wird diese durch die Bildung und Ausbreitung von Rissen, meist an Stellen mit kleinen Defekten wie Kratzern oder Riefen, infolge häufiger Lastwechsel, wie am Beispiel in Abb. 1 zu erkennen ist. Dies kann eine der Herausforderungen bei der Auslegung einer für eine technische Anwendung genutzten Feder sein.

S³P vs. Kugelstrahlen

Konventionell findet bei solchen Bauteilen das Kugelstrahlen Einsatz; ein mechanisches Oberflächenverfahren, bei dem spezifische Strahlmittelkörner mit hoher Geschwindigkeit gegen die zu behandelnde Oberfläche geschleudert werden. Dies führt zur Verdichtung des Materials und Einbringung von Druckeigenspannungen. Allerdings wird die Oberflächentopographie nachhaltig verändert, Kerben und Spalten eingebracht, was wiederum zu einem vorzeitigen Versagen führen kann. Um die Wirkung dieser mechanischen Behandlung mit der diffusionsbasierten S³P Behandlung zu vergleichen, wurden Federn aus austenitischem korrosionsbeständigem Stahl 1.4310 (AISI 302) in verschiedenen Zuständen parallel bis zum totalen Versagen geprüft. Die endgültigen Ermüdungsergebnisse für unbehandelte, kugelgestrahlte, S³P Kolsterisieren® K10 und K33 behandelte Federn sind in Abb. 2 dargestellt. Das konventionelle Kugelstrahlen zeigte eine Verbesserung von 120 % im Vergleich zur unbehandelten Variante, während die S³P Kolsterisieren® Verfahren K10 und K33 mit 334 % bzw. 521 % größere Verbesserungen erbrachten. Diese Unterschiede lassen sich durch einen Vergleich der Oberflächenhärte erklären, welche mit den Druckeigenspannungszuständen korrelieren: Während das Kugelstrahlen die Oberflächenhärte von einem Ausgangswert von 468 HV_{0,05} auf 563 HV_{0,05} erhöht, erreichen die S³P-behandelten Proben, deutlich höhere Werte von 860 HV_{0,05} (K10) bzw. 980 HV_{0,05} (K33).

Vorteile von S³P

- Erhöhte Ermüdungseigenschaften
- Höherer Federfaktor (für kleine Federn)
- Verwendung dünnerer Drahtdurchmesser – mit erhöhter Federkonstante
- Gleichbleibende Oberflächentopographie

Kolsterisieren® ist eine eingetragene Marke der Bodycote plc
Die hier dargestellten Inhalte basieren auf Erfahrungen und Labortests und stellen keine Gewährleistung für die Leistungsmerkmale eines spezifischen Kundenbauteils dar.



Abb. 1 Unbenutzte Feder (links). Gealterte und gebrochene Feder (rechts).

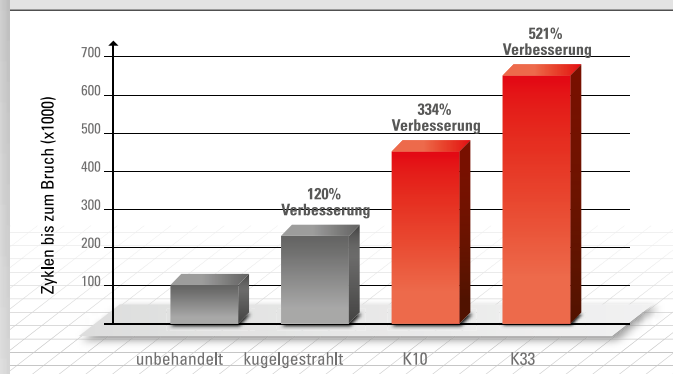


Abb. 2 Ermüdungsversuch an Schraubenfedern aus korrosionsbeständigem Stahl 1.4310 (AISI 302) mit einem Drahtdurchmesser von 1,6 mm, Außendurchmesser von 15,6 mm und einer freien Länge von 279,4 mm in verschiedenen Zuständen: unbehandelt - kugelgestrahlt - S³P Kolsterisieren® K10 - S³P Kolsterisieren® K33. Testbedingungen: 0,928 kg/mm (52 lbs/in) Federrate, 12,4 mm (.49") Auslenkung (entspricht 70 % der Mindestzugfestigkeit des Drahtes) und 360 Zyklen/min.

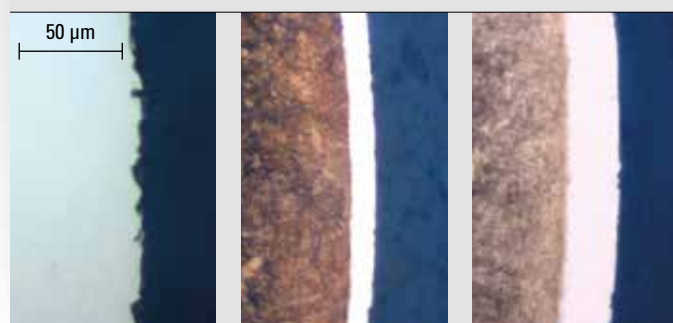


Abb. 3 Metallographische Schlißbilder ungetesteter Federn in verschiedenen Zuständen: kugelgestrahlt (ungeätzt), - S³P Kolsterisieren® K10 (geätzt) - S³P Kolsterisieren® K33 (geätzt). Mit Kugelstrahlen werden Kerben und Spalten eingebracht, während S³P Kolsterisieren® eine helle, ausscheidungsfreie Diffusionszone von 11 µm (K10) und 29 µm (K33) erzeugt.