

Kunststoffkönig PTFE

Hochleistungs-Werkstoff ermöglicht Dichtungs-Innovationen für alle Branchen



Witterungsbeständigkeit, thermische Stabilität und niedriger Reibungskoeffizient sind nur einige der vorteilhaften Eigenschaften des Hochleistungskunststoffs PTFE. Der Beitrag beschreibt verschiedenste Einsatzfälle die vom Maschinenbau über Lackiertechnik und Kompressorenbau bis hin zur Medizintechnik und der Automobilindustrie die Vielfältigkeit dieses innovativen Werkstoffes verdeutlichen.

PTFE (Polytetrafluorethylen) ist ein unverzweigt lineares Polymer aus einer Kohlenstoffkette, allseitig mit Fluoratomen ummantelt. Aufgrund der stabilen Verbindung von Fluor- und Kohlenstoffatomen und der nahezu vollständigen Abschirmung der Kohlenstoffkette, besitzt PTFE eine fast universelle Chemikalienbeständigkeit. Nur fluorhaltige Kohlenwasserstoff-Verbindungen und geschmolzene Alkalimetalle führen zu einem reversiblen Anquellen von PTFE bzw. zu einer beschränkten chemischen Reaktion der Oberfläche. Auch nach längerer Einlagerung ist keine Wasseraufnahme feststellbar. PTFE erweist sich unter extremen klimatischen Bedingungen als nahezu unbegrenzt witterungsbeständig. Innerhalb einer Temperaturbereichs von -200°C bis $+260^{\circ}\text{C}$ ist der Werkstoff thermisch stabil. Darüber hinaus hat PTFE den niedrigsten Reibungskoeffizienten aller festen Stoffe, wobei der statische und dynamische Reibungskoeffizient nahezu gleich sind, so dass der sogenannte "stick-slip-Effekt" auch bei niedrigen Gleitgeschwindigkeiten nicht auftritt. Durch die Modifizierung der Molekülkette lassen sich weitere Eigenschaften positiv beeinflussen. So kann insbesondere der bei ungefülltem PTFE relativ hohe Kaltfluss durch die Modifikation oder durch Füllstoffzugabe deutlich reduziert werden.

Weitere Möglichkeiten zur Eigenschaftsänderung werden mit dem Einmischen von Füllstoffen erreicht. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass mit den Füllstoffen insbesondere Kaltfluss, Wärme- und elektrische Leitfähigkeit, aber vor allem das Verschleißverhalten positiv beeinflusst werden (siehe Grafik). Die heutigen Spezialcompounds, die aus einer Mischung unterschiedlicher Füllstoffe bestehen, sind so ausgelegt, dass sie selbst im Trockenlauf auf einer nicht gehärteten Gegenauflfläche sehr geringe Abriebwerte aufweisen. Durch die Vielzahl der positiven Werkstoff-Eigenschaften lassen sich in fast allen Branchen Anwendungen finden. Nachfolgend nur ein kleiner Auszug unterschiedlicher Lösungsmöglichkeiten:



Bild 1: Radialwellendichtring mit PTFE-Dichtlippe für den Maschinenbau



Bild 2: PTFE-Kolbenbelegung und Kolbenringe für den Kompressorenbau



Bild 3: Formschlauch für die Automobilindustrie

Radialwellendichtring

Wellendichtungen mit PTFE-Dichtlippe dichten durch die Anpressung der geformten Lippe auf der Welle ab. Es ist kein zusätzliches Federelement notwendig. Die Dichtwirkung/Radialkraft wird durch die Gestaltung der Dichtlippe, der Werkstoffauswahl und den Verarbeitungsparametern beeinflusst. PTFE-Dichtungen erlauben hohe Wellenumfangs-Geschwindigkeiten bis über 30 m/s, Druckbelastungen bis kurzfristig 15 bar sowie Mangelschmierungszustände.

Deshalb werden sie bevorzugt in Schrauben- und Rotationskompressoren eingesetzt. Weiterhin spielt hier auch die geringe Reibwärmeeentwicklung eine wichtige Rolle, da die Temperaturbeständigkeit der eingesetzten Schmierstoffe begrenzt ist. Zur Verbesserung der Dichtheit wird bei hohen Drücken und Umfangsgeschwindigkeiten ein hydrodynamischer Rückförderdrall verwendet, der wahlweise in der Dichtlippe oder auf der Wellenschutzhülse aufgebracht wird (Bild 1).

Kolbenbelegung und Kolbenringe

Zur Erzeugung ölfreier Druckluft werden trockenlaufende Kolben- und Führungsringe benötigt. Mittlere Kolbengeschwindigkeiten zwischen 2,5 und 5 m/s, Druckbelastungen zwischen 8 und 15 bar sowie mittlere Kolbentemperaturen von 100 bis 150 °C stellen hohe Anforderungen an den Werkstoff. Speziell entwickelte PTFE-Hochleistungscompounds bilden die Grundlage für eine lange Gebrauchsdauer. Durch die maximale Nutzung der Führungsfläche wird die Flächenpressung auf ein Minimum reduziert. Die Schichtdicke der PTFE-Führung beträgt nur wenige Zehntel Millimeter. Dadurch entsteht nur eine geringe Wärmedehnung der Führungsbandauflage, und das Kolben-Zylinder-Spiel kann minimal gehalten werden. Der ebenfalls aus einem PTFESpezialcompound hergestellte Kolbenring sorgt mit seinem gasdichten Stoß für eine optimale Dichtwirkung. Einsatz findet dieses System u. a. in Trockenlaufkompressoren für die Nahrungsmittelindustrie, Pharmaindustrie, Fahrzeugtechnik (Bild 2).

Federunterstützte Nutringe

Federunterstützte Nutringe finden Anwendung als Nadeldichtungen in Lackierventilen. Besonders der Werkstoff HS 4080 bietet den Vorteil einer sehr guten Verschleißfestigkeit bei abrasiven Lacken sowohl auf Wasserbasis als auch auf Lösemittelbasis. Selbst neuentwickelte Pulverlacke werden mit Federunterstützten Nutringen erfolgreich abgedichtet.

Die üblichen technischen Betriebsbedingungen einer Nadeldichtung in der Lackiertechnik sind:

- Lackdrücke: bis 30 bar
- Nadeldurchmesser: 3 bis 10 mm
- Nadelhub: bis 20 mm
- Lebensdauer der Dichtung: bis 1,5 Mio. Nadelhübe.

Die Gegenauflagefläche bzw. Nadeloberfläche besteht in der Regel aus Edelstahl, ist feingedreht und rolliert mit einer sehr guten Oberflächenqualität Rz 1 µm und hohem Materialanteil. Je nach Einsatzfall werden bei besonders kritischen, abrasiven Lacken und höheren Hubfrequenzen oberflächenbeschichtete Nadeln eingesetzt, um Verschleiß und Riefenbildung auf der Nadeloberfläche zu vermeiden (Bild 5).



Bild 4: PTFE-Schlauche für die Medizin- und Labortechnik



Bild 5: Federunterstützte Nutringe



Der Autor

Dipl. Wirt.-Ing. (FH)
Martin Schuster ist
Leiter Operativer
Vertrieb bei
ElringKlinger
Kunststofftechnik
GmbH, Bietigheim-
Bissingen

Präzisions- und Formschläuche



Quelle: Elring
Verschleißdiagramm von Spezialkomponds
Grafik: KRM 82004

In der Medizintechnik finden Präzisionsschläuche hauptsächlich im Endoskopie-Bereich Anwendung. Hierbei besteht die Möglichkeit, durch die Extrusion mehrlumiger Schläuche in einem Bauteil gleich mehrere Funktionen zu integrieren. Dadurch können nicht nur Prozessabläufe bedienungsfreundlicher gestaltet werden, sondern dies führt auch hinsichtlich der Montage zu Erleichterungen, da oftmals auf einzelne Bauteile verzichtet werden kann. Durch die Verjüngung von Schläuchen gestaltet sich vor allem der rein operative Sektor noch flexibler, denn oft erfordern auch Gefäßverengungen ein Fortführen des Eingriffs. Die dabei auf den Schlauch angebrachte Farbmarkierung dient dazu, die

entsprechenden Arbeitsbereiche bzw. Positionen definieren zu können. Zudem wird diese Technik oftmals angewandt, um kundenspezifische Schriftzüge auf den Schlauch aufbringen zu können. Beim Einsatz im medizinischen Bereich, wie bei Katheterschläuchen, sind bei Biokompatibilitätsprüfungen speziell die Zytotoxizitätsprüfungen und die Prüfung auf kontaktallergene Eigenschaften (Sensibilisierung) zu nennen (Bild 4).

Beim Einsatz eines Formschlauches für die Lambdasonde im automobilen Abgasbereich ist ein Temperaturunterschied von -50° bis $+280^{\circ}\text{C}$ abzusichern. Außerdem dürfen die Umgebungseinflüsse im Motor- und Unterbodenbereich den Werkstoff nicht schädigen. Dies sind Fette und Öle auf Mineralölbasis, Reinigungsmittel und Wasser, Wasserdampf, Salzwasser und sonstige Medien, die im Motorraum vorkommen können und nicht alle im voraus zu definieren sind. Der Formschlauch selbst dient als Knick- und Scheuerschutz sowie gleichzeitig als Dichtsystem. Die am Beginn des Abgasstranges sitzende Lambdasonde ist extrem hohen Temperatureinflüssen ausgesetzt. Dies bedeutet, dass der Formschlauch auch bei hohen Temperaturen noch konturstabil bleiben muss. Ferner ist das Bauelement extrem dynamisch belastet, da sich die Motorschwingungen und -bewegungen überlagern und so das Dichtsystem ständig belasten. Dies muss durch Dauerlauftests mit 20 Mio. Zyklen abgesichert sein (Bild 3).

ElringKlinger Kunststofftechnik GmbH
Ettelstraße 10
D-74321 Bietigheim - Bissingen

Tel: +49-(0)7142-583-0
Fax: +49-(0)7142-583-200
Email: info@elringklinger-kunststoff.de