Neuer Werkstoff gibt PTFE-Schläuchen Flexibilität und Festigkeit

Werkstoff-Entwicklung | Konstrukteure kennen das ungeliebte Phänomen des Weißbruchs bei Fluorpolymer-Werkstoffen wie PTFE: Durch starke Biegebeanspruchung kann das Material einknicken und unwiderruflich beschädigt werden. Mit der Entwicklung des Werkstoffes ePTFE begegnet Elring Klinger den technischen Herausforderungen an Endoskop-Schläuchen.

(Bild: Elring Klinger)

Der Werkstoff ePTFE ermöglicht flexible, knickbeständige und sterilisierbare Endoskop-Schläuche

In der minimal-invasiven Chirurgie werden immer leistungsfähigere und effizientere Instrumente und Geräte eingesetzt, wodurch die Nachfrage nach mechanisch noch flexibleren Systemen steigt. Bei der Herstellung von Endoskopen und endoskopischem Zubehör für die Gastroenterologie, Urologie und Pneumologie wird von den Produzenten ein enormer Entwicklungsaufwand betrieben, der mit steigenden Materialanforderungen verbunden ist. Dabei wird viel Energie in die Optimierung der diffizilen Steuerungsmechanik im Innenleben des Endoskop-Einführschlauches sowie in die Abwinkelungseinheit am distalen Ende investiert. Dies setzt eine effiziente Performance der innenliegenden Kanäle voraus, was den Einsatz von ePTFE-Schläuchen unverzichtbar macht.

IHR STICHWORT

- Werkstoff für Endoskop-Schläuche
- Durch Recken wird PTFE zu ePTFE
- Mehr Flexibilität durch poröse Struktur
- Verbesserte Materialeigenschaften
- Biokompatibel und sterilisierbar

Durch ein spezielles Verarbeitungsverfahren, das so genannte Recken, entsteht im PTFE-Material eine poröse Formstruktur, die aus Fasern/Fibrillen besteht und dem Material eine deutlich höhere Flexibilität verleiht. Zur Stabilisierung dieser Struktur durchläuft das Material nach dem Recken ein Temperverfahren, wodurch eine verbesserte Festigkeits- und Kaltflusseigenschaft erlangt wird. Die Eigenschaftscharakteristik von ePTFE (expanded PTFE) kann durch den Reckprozess anwendungsbezogen eingestellt werden. Dies eröffnet für das Material ein breiteres Anwendungsspektrum, beispielsweise auch in der Sensorik und Analysetechnik.

In flexiblen Endoskopen wird ePTFE heute vorwiegend als Werkstoff für die innenliegenden Biopsie- und Arbeitskanäle eingesetzt. Durch die hohe Flexibilität des Materials sind enge Biegeradien bis zu 270° im Innern eines Endoskops möglich. Der Werkstoff wird bei Biegung am äußeren Biegeradius gedehnt und am inneren Biegeradius, ohne Materialverdrängung, zusammengedrückt. Dieses Materialverhalten garantiert absoluten Knickschutz.

FEP-Schicht schützt den ePTFE-Schlauch von innen

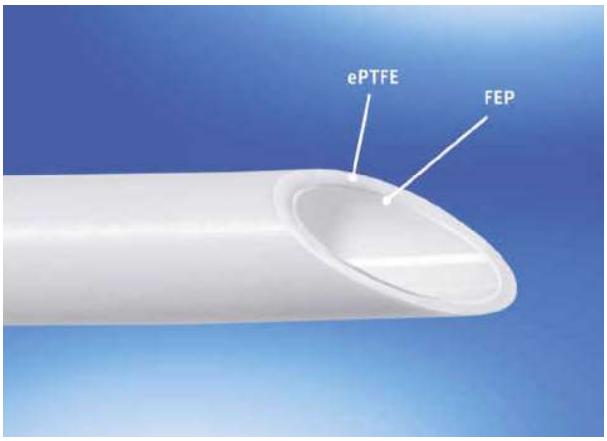
Je nach Materialdichte, Porosität und Flexibilität können ePTFE-Kanäle mit Innendurchmessern von etwa 1,5 bis 10 mm hergestellt werden. Bei kleinen Innendurchmessern lassen sich dünne Wandungen im Bereich von 0,5 mm und geringfügig kleiner einstellen.

Bei der Wiederaufbereitung und Reinigung eines Endoskops kann es durch die Verwendung von metallischen Reinigungsgeräten zu Beschädigungen der inneren Schlauchoberfläche kommen. Aus diesem Grund wird der ePTFE-Schlauch zum Schutz mit einem dünnwandigen Inliner aus FEP ausgekleidet, der durch ein thermisches Verfahren homogen mit der ePTFE-Außenschicht verbunden ist. Die innere FEP-Schicht hat den zusätzlichen Vorteil der Stabilisierung der äußeren ePTFE-Schicht. Die Flexibilität der Außenschicht bietet auch bei großen Biegeradien Knickschutz für die dünne innenliegende FEP-Schicht.

Der Werkstoff eignet sich auch als Ummantelung von Lichtleitern und Imager-Kabeln: Die ePTFE-Oberfläche reflektiert

Formstruktur von ePTFE (gerecktes PTFE) bestehend aus Knoten und Fibrillen

(Bild: Elring Klinger)



Arbeitskanal aus ePTFE mit FEP-Inliner. Die Schichten sind homogen verbunden

(Bild: Elring Klinger)

das Licht vollständig und verlustfrei. Die Lichtausbeute am Austritt des Lichtleiters wird durch die Ummantelung nicht verringert. Dies garantiert eine hohe Effektivität des Lichtleiters. Zudem schützt die ePTFE-Ummantelung den Lichtleiter vor äußeren Einflüssen wie Staub, sowie mechanischer Beschädigung durch andere Komponenten im Inneren des Endoskop-Einführschlauchs. Weitere Anwendungen von ePTFE in der Medizintechnik sind:

- Künstliche Arterien, Auskleidung von Trachealkanülen
- Bewegte Kabelummantelungen in Reinräumen oder Abdeckung von Knochendefekten bei chirurgischen Eingriffen in Parodontologie, Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgie und Oralchirurgie sowie Implantologie
- Gasdiffusionsmembranen in Sauerstoffsensoren zur Messung des Sauerstoffanteils in der Atemluft

Neben dem Einsatz in der Medizintechnik wird ePTFE auch in der Textilindustrie, beispielsweise als atmungsaktives Bekleidungsmaterial mit definiertem Wasserrückhaltevermögen, eingesetzt. Als Dichtungsmaterial findet ePTFE zudem in der Luft- und Raumfahrt, sowie aufgrund seiner hohen Chemikalienbeständigkeit auch in der Chemie- und Pharmaindustrie Anwendung.

Miroslav Dimitrov
Elring Klinger Kunststofftechnik,
Bietigheim-Bissingen

Vorteile von ePTFE-Material

- Materialcharakteristik wie PTFE
- Hohe Flexibilität
- Porosität, Härtegrad und Flexibilität individuell einstellbar
- Knickbeständigkeit
- Sehr geringe Gleitreibung
- Reflexionsgrad von 100 %
- Biokompatibel und sterilisierbar
- Herstellung verschiedener Halbzeugarten (Schlauch, Rohr, Folie, Platte)