Burckhardt Compression

PERSISTO® 850 – NEUER MASSSTAB IN DER VERDICHTUNG VON WASSERSTOFF UND KOHLENWASSERSTOFF

Dr. Inga Olliges-Stadler / Dr. Norbert Feistel

Compressors for a Lifetime™

Dr. Inga Olliges-Stadler studierte Chemie an der Universität Tübingen und schloss 2007 als Diplomchemikerin ab. 2007-2011 promovierte sie an der ETH Zürich im Departement für Materialwissenschaft über die Bildungsmechanismen metalloxidischer Nanopartikel. Bis 2015 arbeitete sie an der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften (ZHAW) in Winterthur auf dem Gebiet der Polymeren Beschichtungen. Seit 2015 ist sie bei Burckhardt Compression AG für die Entwicklung von Kunststoffmaterialien tätig.

Dr. Norbert Feistel studierte Allgemeinen Maschinenbau an der Universität Karlsruhe. 1987 Abschluss als Dipl.-Ing. (TH). 1988 Eintritt in die Abteilung Forschung und Entwicklung der Firma Burckhardt Compression, Winterthur, Schweiz. Hier ist er tätig als Fachspezialist für die Entwicklung trocken laufender Dichtsysteme für Prozessgas-Kompressoren. 2002 Promotion an der Universität Erlangen-Nürnberg mit einer Arbeit zum Betriebsverhalten trocken laufender Dichtsysteme von Kreuzkopfkompressoren.

Für die Verwendung als Dicht- und Führungsringe im Kolbenkompressor existiert heute eine Vielzahl an hochwertigen Kunststoff-Compounds. Oft wurden diese Werkstoffe jedoch nicht speziell für den Kolbenkompressor entwickelt. Aus ökonomischen Gründen werden diese Materialien für ein möglichst breites Anwendungsspektrum optimiert, wie beispielsweise in der Automobilindustrie oder in der chemischen Industrie. Bekanntes Beispiel ist das sogenannte Bearing-Grade PEEK, das trotz bestehender Nachteile auch im Kolbenkompressor für anspruchsvolle Belastungen zum Einsatz kommt.

Burckhardt Compression bringt mit Persisto® 850 und Persisto® 851 zwei Materialien auf den Markt, die speziell für den Einsatz als Dichtungsmaterial im trockenlaufenden Kolbenkompressor entwickelt wurden. Das Verschleissverhalten von Persisto® 850 und Persisto® 851 übersteigt das aller gängigen Materialien für die Kompression von Wasserstoff und durch die verbesserte Druck-Kriechbeständigkeit wird die Einsatzgrenze zu höheren Drücken verschoben.

EINLEITUNG

Die Anforderungen an ein optimales Trockenlaufmaterial für Kolbenkompressor-Dichtelemente lassen sich wie folgt beschreiben:

- Günstige tribologische Eigenschaften für geringe Reibleistung und niedrigen Verschleiss
- Hohe Chemikalienbeständigkeit für den Einsatz in möglichst vielen verschiedenen Gasen
- Gute mechanische Eigenschaften für ein möglichst hohes Beanspruchungskollektiv
- Gutes Formanpassungsvermögen für eine hohe Dichtwirkung
- Möglichst geringe Abrasivität zur Vermeidung von Gegenkörperverschleiss

Dieses allgemein formulierte Anforderungsprofil wird bis heute von keinem Trockenlaufmaterial vollständig erfüllt. Insbesondere existiert kein Trockenlaufmaterial, das in allen Gasen und Gasgemischen gleich gute Verschleisseigenschaften zeigt. Oft enthalten die Trockenlaufmaterialien zur Standzeitverbesserung einen erheblichen Anteil an abrasiven Füllstoffen wie Glasfasern oder Keramik mit entsprechend negativen Konsequenzen für weiche Gegenlaufmaterialien wie beispielsweise Grauguss. Viele Hochtemperaturpolymere mit guten mechanischen Eigenschaften zeigen ein hohes Elastizitätsmodul. Dies führt zu steifen Dichtringen oder Dichtringsegmenten mit wiederum sehr schlechtem Formanpassungsvermögen. Letzteres wirkt sich vor allem bei der ölfreien Verdichtung leichter Gase auf hohe Drücke sehr negativ aus.

Die Persisto®-Materialfamilie steht für Materialien, die speziell für die Anwendung als Dichtelement in Kolbenkompressoren entwickelt wurden. Dafür setzt Burckhardt Compression fünf Kolbenkompressoren ein, um die Materialien für den jeweiligen Anwendungsfall zu testen und unter realen Bedingungen zu optimieren.

Die bestehenden Persisto®-Materialien decken bereits unterschiedlichste Gase im ölgeschmierten Betrieb sowie im Trockenlauf ab. Persisto® 850 und Persisto® 851, die neusten Mitglieder der Persisto®-Familie, wurden gezielt für den Einsatz im trockenlaufenden Kolbenkompressor für die Verdichtung von Wasserstoff entwickelt und an unserem Wasserstoff-Testkompressor überprüft. **Abb. 1**

KAPITEL 1

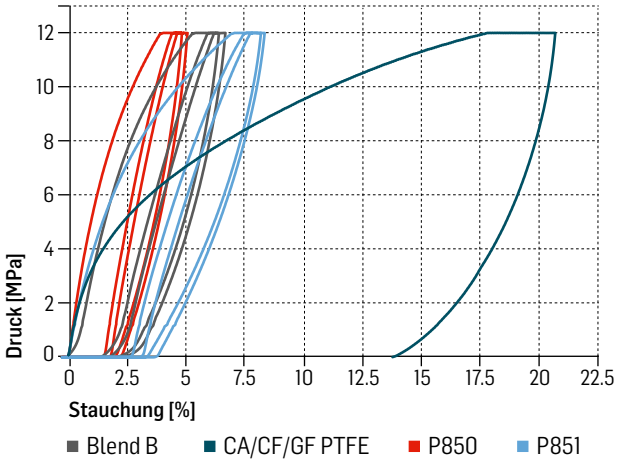
PERSISTO® 850 UND 851

Ein wichtiges Anwendungsgebiet für die Verdichtung von Wasserstoff ist die Flaschenabfüllung. Dies mit steigender Tendenz, wegen der Verwendung in Mobilitätsanwendungen. Der bisherige Standarddruck der Flaschenbündel von 200 barg stellt bereits hohe Anforderungen an die Dichtungsmaterialien. Diese können entweder von PEEK-basierten Materialien in Standarddesigns oder von Kohlenstoff/Glas gefüllten PTFE- bzw. PTFE/PPS-Polymerblends mit speziellen Ringdesigns gemeistert werden. Dabei ist zu beachten, dass die Dichtwirkung von modifiziertem PEEK in Wasserstoff aufgrund der geringen Formanpassung niedrig ist und die mangelnde Verschleissfestigkeit zu kurzen Standzeiten führt. Der Flaschendruck wurde nun auf 300 barg angehoben, wodurch Kohlenstoff/Glas gefüllte PTFEs und Polymerblends selbst in Kombination mit Spezialdesigns an ihre Grenzen stossen. Nicht so Persisto® 850. Das im Heisspressverfahren hergestellte Persisto® 850, wurde gezielt auf gute Druck-Kriecheigenschaften und hohe Verschleissfestigkeit für Wasserstoffanwendungen bei hohen Drücken optimiert. Somit kann es bis zu einem Zylinderdruck von 330 barg und einem Packungsdruck von 200 barg eingesetzt werden. Für niedrige Drücke von bis zu 50 barg, steht das im Standard-Sinterverfahren für PTFE-Materialien hergestellte Persisto® 851 zur Verfügung.

Von besonderer Bedeutung ist bei beiden Materialien die hochgradig optimierte Legierung aus PTFE und PPS. Beim Persisto® 850 führt diese mit der speziellen Verarbeitung für die geforderten Dichtfunktionen zu besonders günstigen Eigenschaften. Die verbesserte Druck-Kriechfestigkeit ermöglicht, im Vergleich zu den gängigen gefüllten PTFE-Materialien und Polymerblends, eine erhöhte Druckbelastung. Gleichzeitig verfügen Dicht- und Führungsringe aus Persisto® 850 und Persisto® 851 über eine gute Flexibilität und ein entsprechend gutes Formanpassungsvermögen. **Abb. 2**

Abb. 1
Wasserstoff-Testkompressor bei Burckhardt Compression AG in Winterthur, Schweiz.

Abb. 2
Druck-Kriecheigenschaften bei 125 °C von Persisto® 850 im Vergleich zu herkömmlichen H_2-Materialien.



KAPITEL 2

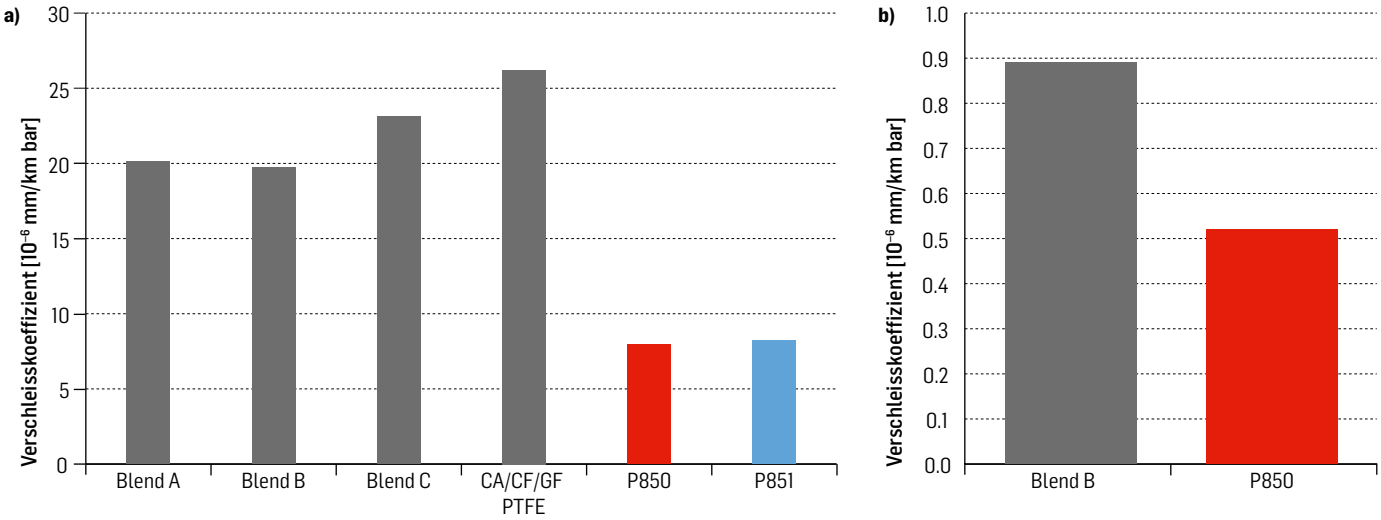
MATERIALVALIDIERUNG IM WASSERSTOFF-KOMPRESSOR

Gute mechanische Eigenschaften sind für grosse Druckbelastungen zwingend notwendig, gehen aber nicht unbedingt mit einer langen Standzeit einher. So zeigt beispielsweise modifiziertes PEEK – trotz deutlich höherer mechanischer Kennwerte als PTFE-basierte Materialien – ungünstiges tribologisches Verhalten in Wasserstoff, was zu kurzen Standzeiten führt.

Abb. 3
Patentiertes Ringdesign des Packungsrings RS320 aus Persisto® 850 für hohe Druckdifferenzen.

Um das Verschleissverhalten von Persisto® 850 und Persisto® 851 zu ermitteln, wurden die Materialien in zwei trockenlaufenden Kolbenstangendichtsystemen getestet und mit dem Verhalten von drei handelsüblichen Polymerblends und einem Kohlenstoff/Glas gefüllten PTFE verglichen. Die Versuchsdauer betrug jeweils 250 Stunden bei einer mittleren Kolbengeschwindigkeit von 3.5 m/s, einem Saugdruck von 24 barg und einem Enddruck von 80 barg in der ersten Stufe und einem Enddruck von 200 barg in der zweiten Stufe. Gegenlaufmaterial war eine mit Wolframcarbid beschichtete Kolbenstange mit 50 mm im Durchmesser. Beim Design der Dichtelemente, vor allem für hohe Druckdifferenzen, muss darauf geachtet werden, dass die Verschleisskompensation primär auf Verschieben der Ringkomponenten statt auf deren Biegung beruht [1]. Daher wurde für die hochbelastete zweite Stufe das Ringdesign RS320 gewählt, welches vollkommen ohne Biegespannungen abdichtet. Für die erste Stufe wurden Packungsringe des Designs RS310 benutzt. Die so ermittelten Verschleisskoeffizienten sind in Abbildung 4 dargestellt. Die Verschleisskoeffizienten der beiden Persisto®-Materialien sind in der ersten Stufe bei 80 barg Enddruck signifikant tiefer als die herkömmlicher Polymerblends bzw. des Kohlenstoff/Glas gefüllten PTFEs. Bei einem Enddruck von 200 barg zeigt sich das Potential von Persisto® 850 in Verbindung mit dem Design RS320. Ein Eigenschaftsprofil der getesteten Materialien ist in Tabelle 1 zusammengefasst und bestätigt die Dominanz von Persisto® 850 über die bisher verwendeten H_2-Materialien. **Abb. 3, Abb. 4, Tab. 1**

Abb. 4
Verschleisskoeffizienten von Packungsringen aus Persisto® 850 bei a) 80 barg und Ringdesign RS310 und b) 200 barg und Ringdesign RS320 im Vergleich zu marktüblichen H_2-Materialien.



Tab. 1
Eigenschaftsvergleich von Persisto® 850 und Persisto® 851 mit CA/CF/GF gefülltem PTFE und modifiziertem PEEK.

Materialgruppe	Gefülltes PTFE	Hochtemperatur-polymer	Polymerblend	
Ringmaterial	**PFTE + CA/CF/GF**	**Bearing grade PEEK**	**Persisto® 851**	**Persisto® 850**
Dichtwirkung in H_2	hoch	niedrig	**hoch**	**hoch**
Mechanische Belastbarkeit	niedrig	sehr hoch	**mittel**	**hoch**
Verschleisswiderstand in H_2	niedrig	sehr niedrig	**hoch**	**sehr hoch**
Abrasive Wirkung	hoch	hoch	**niedrig**	**niedrig**
Kosten	sehr niedrig	sehr hoch	**niedrig**	**mittel**

KAPITEL 3

ANWENDUNGSBEREICH

Persisto® 850 und Persisto® 851 können in einem breiten Spektrum von Gasen und Gasgemischen eingesetzt werden – lediglich bei sauerstoffhaltigen Gasen ist die Verwendung von Persisto® 850 nicht zu empfehlen. Neben Wasserstoff sind die beiden neuen Materialien vor allem auch für Anwendungen mit verschiedenen Kohlenwasserstoffen (inkl. Boil-off-Gas), Kohlenmonoxid, Kohlendioxid oder Ammoniak prädestiniert. Dank der speziellen Zusammensetzung kann der atmosphärische Taupunkt der Gase dabei deutlich unter –70 °C liegen (bone-dry). Da Persisto® 850 und Persisto® 851 keine abrasiven Füllstoffe enthalten, kann auf kostspielige Gegenlaufmaterialien oder Beschichtungen verzichtet werden.

Mit Persisto® 850 steht Ihnen von Burckhardt Compression ein neuer Spezialist für komplexe Dichtanwendungen im Kolbenkompressor zur Verfügung. In Kombination mit speziellen Ringdesigns und dem heterogen aufgebauten Redura® Dichtsystem [2] verschiebt Persisto® 850 den Anwendungsbereich effizient und zuverlässig zu höheren Drücken. So gewährleistet Burckhardt Compression längste Laufzeiten sowie eine erhöhte Zuverlässigkeit und überschreitet damit Grenzen. **Abb. 5**

Abb. 5
Modell einer heterogen aufgebauten Packung nach dem Redura® Prinzip mit Drosselringen (RB210) und Dichtelementen (RS310).

Nomenklatur

PTFE Polytetrafluorethylen
PEEK Polyetheretherketon
PPS Polyphenylensulfid
CF Kohlenstofffaser
GF Glasfaser
CA Kohle

Literatur

1 N. Feistel
Optimierung der Verschleisskompensation als Massnahme zur Leistungssteigerung trocken laufender Dichtsysteme
9. EFRC Konferenz in Wien, September 2014

2 N. Feistel
Heterogenaufgebaute Dichtsysteme nach dem Redura® Prinzip
Compressor Tech 2, März 2015

Burckhardt Compression

PERSISTO® MATERIALIEN ZEICHNEN SICH AUS DURCH

HERSTELLUNGSVERFAHREN NACH STRENGSTEN VORSCHRIFTEN

AUSGEZEICHNETE TRIBOLOGISCHE EIGENSCHAFTEN

NIEDRIGSTE LEBENSZYKLUSKOSTEN

KOMPRESSORKOMPONENTEN
MAXIMALE LEISTUNG UND LÄNGSTE LEBENSDAUER

- Kompressorventile
- Redura® Ringe und Packungen
- Systeme zu Fördermengenregulierung
- Hauptkomponenten
- Komponenten für Labyrinth-kolben-Kompressoren
- Komponenten für Hyper/Sekundär-Kompressoren

SERVICE
DAS GESAMTE SPEKTRUM

- Burckhardt Ventilservice
- Ersatzteillogistik
- Montage und Service
- Technischer Kundendienst
- Umbauten und Aufrüstungen
- Komponentenreparaturen
- Zustandsüberwachung und Diagnose
- Schulungen

Burckhardt Compression AG
CH-8404 Winterthur
Switzerland
Tel.: +41 52 262 55 00
Fax: +41 52 262 00 51
24-Stunden-Notfalltel.: +41 52 262 53 53
aftersales@burckhardtcompression.com
www.burckhardtcompression.com

Ihr lokaler Kontakt

23.26.14.20 – 04/2018

Compressors for a Lifetime™