

cav

chemie anlagen verfahren

10 2015



TITELTHEMA

**Nichts verpulvern –
Schüttgutaufbereitung
und -handhabung**

Seite 41

PRODUKTREPORT

Vakuumpumpen

Seite 28

ALLZWECKWAFFE

**Hybridlegierung
trotzt Korrosion**

Seite 32

MOBILE LÖSUNG

**Mischlabor aus
der Kiste**

Seite 70

Dichtungsbänder aus expandiertem PTFE

Große Durchmesser zuverlässig abdichten

Korrosion, ungeeignete Materialien und Dichtungsversagen: Das sind wiederkehrende Probleme in der chemischen Industrie. Diese können durch den Einsatz von Dichtbändern aus expandiertem PTFE hervorragend gemeistert werden, beispielsweise bei der Abdichtung von Rohrbündelwärmetauschern, die durch chemisch aggressive Medien und häufige, große Temperaturlastwechsel enorme Herausforderungen an die eingesetzten Dichtungen stellen.

Für die chemische Industrie besitzt Polyetrafluorethylen (PTFE) mehrere Vorteile: Es ist chemisch inert in einem Bereich von pH 0 bis 14, sodass es in fast allen Anwendungen als Dichtungsmaterial genutzt werden kann. Es weist eine hohe Temperaturbeständigkeit von -268 bis +315 °C auf. Zudem altert es nicht, ist wetter- und UV-beständig sowie physiologisch unbedenklich. Jedoch hat PTFE einen Nachteil: Es ist mechanisch instabil. Das be-

deutet, es fließt oder kriecht unter Belastung. Dies führt zu einer nachlassenden Dichtigkeit der Flanschverbindung über die Betriebszeit. Kriechen ist die mechanische Verformung eines Bauteils – hier: der Dichtung – unter Last und Temperatur. Dichtungen in Flanschverbindungen funktionieren unter anderem, weil die durch die Schrauben aufgebrachte Flächenpressung das Ausfüllen von Unregelmäßigkeiten an den Dichtflächen und das Verpressen

von dichtungsinternen Leckagekanälen ermöglicht. Dadurch wird die Leckage auf ein akzeptables Maß reduziert. Diese Dichtfunktion wird durch die Kriechneigung entscheidend gestört. In einer Flanschverbindung erfolgt das Kriechen eines Dichtwerkstoffs so, dass bei einer bestimmten Temperatur die anliegende Last reduziert wird, bis ein Gleichgewicht zwischen interner Festigkeit der Dichtung und der externen Last erreicht ist. Beim



Das Dichtungsband der Serie 500 aus multiaxial expandiertem PTFE besitzt eine geringe Kriechneigung



Die Montage von ePTFE-Dichtungsbändern erfolgt mithilfe eines Klebestreifens auf einer der flachen Seiten des Bandes

Erreichen des Gleichgewichtes hat eine Verformung stattgefunden. Die Dickenreduzierung hat zur Folge, dass die Vorspannung verringert wird. Das bedeutet schließlich einen Kraft- beziehungsweise Flächenpressungsverlust, der in seiner Größe von der Steifigkeit des Dichtungssystems abhängig ist. Diese Kriechrelaxation kann so groß sein, dass sich die Schrauben vollständig lockern. Kriechen und die zugehörige Relaxation geschehen primär in Aufheiz- und Abkühlungsphasen, also bei Temperaturveränderungen. Dies ist vor allem bei Anwendungen wie Rohrleitungsflanschen, Rührwerksbehältern, Absorptionskolonnen oder Wärmetauschern der Fall. Hier werden als Flanschmaterial Titan, Stahl, GFK und PTFE-ausgekleideter Stahl verwendet. Dabei kommen Drücke von bis zu 40 bar und Temperaturen von bis zu 220 °C zum Einsatz, die die Dichtungsmaterialien wie Elastomere, Graphit Kammprofil-, oder Wellringdichtungen sowie gefülltes PTFE an ihre Grenzen bringen. Auch die Herstellung von Vinyl-, Ethyl- und Methylchlorid, aber auch von Chlor, HCl und PVC stellt eine große Herausforderung für PTFE dar. Hier werden bereits seit 2001 entsprechende Dichtungsprodukte erfolgreich eingesetzt, müssen aber regelmäßig ausgetauscht werden.

Kriechbeständigkeit steigern

Um diese Nachteile zu beheben, hat Gore expandiertes PTFE (ePTFE) entwickelt, ein widerstandsfähiges, poröses Material. Es entsteht durch eine Kombination von Hitze und schnell

er Ausdehnung. Der Prozess verbessert die mechanischen Eigenschaften der Dichtungen, während alle positiven chemischen Eigenschaften des Ausgangsmaterials PTFE erhalten bleiben. Zusätzlich zur Beständigkeit gegenüber fast allen Medien und flexibler Verformbarkeit besitzt ePTFE eine höhere Zugfestigkeit und dadurch eine höhere Kriechbeständigkeit sowie mehr Kaltflusswiderstand unter hoher Belastung bei Druck und Temperatur. Des Weiteren ist ePTFE weicher und somit anpassungsfähiger. Damit wird es zum idealen Werkstoff, um industrielle Flansche abzudichten.

Die Expansion sollte möglichst gleichmäßig erfolgen. Das ist wichtig, damit die Dichteigenschaften an allen Stellen der Dichtung gleich sind und bleiben. Eine Textur kann trotzdem zulässig sein, obwohl sie nicht umfänglich in der Dichtung ausgeprägt ist (bei einem Band also entlang der Länge). In der Tat kann eine kontrollierte transverse Textur (bei einer kreisförmigen Verlegung radial) die Verlegbarkeit und Biegesteifigkeit positiv beeinflussen. Eine solche Struktur verändert zwar die Dichteigenschaften, aber dies kann konstruktionstechnisch berücksichtigt werden. Die Expansion ermöglicht es, Bänder herzustellen, die flexibel genug sind, um selbst in engen Radien verlegt zu werden.

Montage von ePTFE-Dichtungsbändern

Die Montage von ePTFE-Dichtungsbändern erfolgt mithilfe eines Klebestreifens auf einer der flachen Seiten des Bandes. Der Klebstoff stellt nur eine Montagehilfe dar und hat keinen oder kaum Einfluss auf die Dichtwirkung. Der Kleber ist zudem weitaus weniger temperatur- und chemikalienbeständig als das ePTFE. Das bedeutet, dass er im Betrieb meistens zersetzt wird. Das wiederum erleichtert eine zukünftige Demontage. Beim Schließen einer Dichtung aus ePTFE-Band ist zu beachten, dass die Enden mit der richtigen Methode überlappt werden. Grundsätzlich lassen sich zwei Arten von ePTFE-Bandmaterialien unterscheiden, die unterschiedliche Überlappungsmethoden erfordern: monoaxial und multiaxial expandiertes ePTFE.

Die monoaxiale Expansion ist die ältere Technik der Herstellung von ePTFE-Bändern. Hierbei wird das PTFE nur längs des Bandes gestreckt. Die dadurch entstehende Textur bedingt die kleinere Querfestigkeit. Das resultiert in einer starken Verbreiterung beim Verpressen, was konstruktionstechnisch berücksichtigt werden muss. Verbreiterungen von 20% und mehr sind üblich. Der Vorteil von monoaxial

expandierten Bändern liegt darin, dass sie sich bereits beim Einbau sehr dünn verpressen. Dadurch haben sie eine sehr gute Anpassungsfähigkeit an Mikrounebenheiten. Makrounebenheiten lassen sich dagegen oft schwieriger mit dieser Art Bänder kompensieren. Zudem können die Enden, ungleich zur multiaxialen Expansion, in der Regel überlappt werden. In Wärmetauscheranwendungen beispielsweise, werden monoaxial expandierte Bänder selten eingesetzt, weil die mangelnde Querfestigkeit eine höhere Kriechneigung bedingt. Zwar kompensiert die kleine Einbaudicke dies zu einem gewissen Grad, aber der Unterschied zu multiaxial expandierten PTFE Bändern wird zunehmend größer mit steigenden Temperaturen.

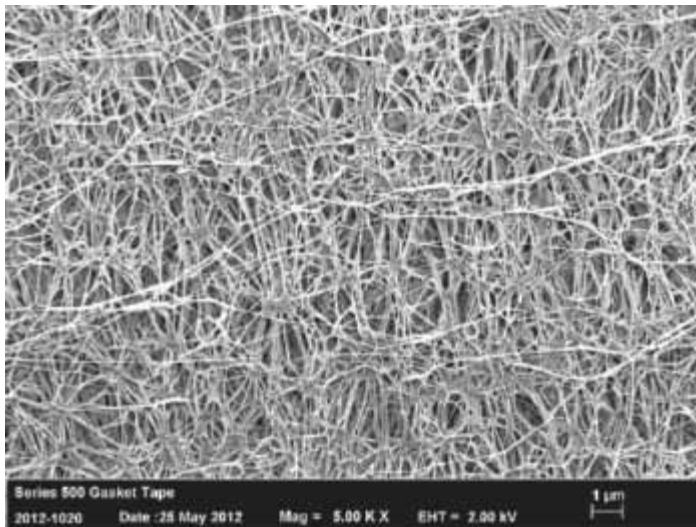


Mit dem ePTFE-Dichtungsband lassen sich insbesondere große Durchmesser zuverlässig abdichten

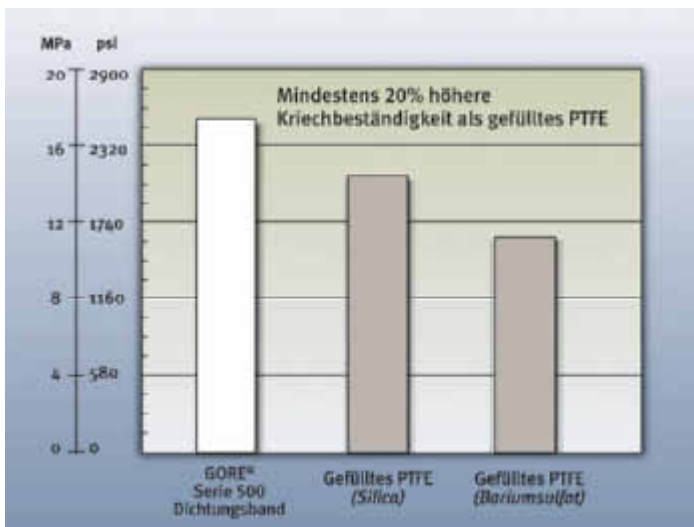
Die multiaxiale Expansion des Materials erfolgt in Richtung von zwei rechtwinklig zueinander stehenden Vektoren. Daraus ergibt sich eine multiaxiale, also in alle Richtungen gehende Orientierung der entstehenden Fibrillen. Durch eine unterschiedliche Stärke der Expansion kann die transverse Textur erzeugt werden. Es ist unter anderem vorteilhaft, Knoten klein zu halten, da dieses unverstreckte Material die Kriechneigung begünstigt. Die multiaxiale Expansion hat vor allem den Vorteil der starken Querfestigkeit und ermöglicht besonders kriechstabile Bänder.

Konkrete Anwendungsbeispiele

Es gibt verschiedene konkrete Anwendungsbeispiele, wie etwa die Nutzung der ePTFE-Dichtungen bei Reaktoren in der Chlorindustrie bei einem Druck von 2 bar und einer Temperatur von über 200 °C. Die bislang genutzten Kammprofil-Graphit-Dichtungen erforderten hohe Installationskosten und Montageaufwand. Vor dem Jahr 2003 waren mehrere Mit-



REM-Aufnahme des Gore Serie 500-Dichtungsbandes



Im Vergleich zu anderen PTFE-basierten Materialien weist ePTFE eine höhere Kriechbeständigkeit auf

arbeiter an fünf Tagen mit dem Austausch einer Dichtung beschäftigt. Seit der Verfügbarkeit der Gore Dichtungsbandserie 500 erledigen diese Aufgabe nur noch drei Mitarbeiter an einem Tag. Dieses Dichtungsband ist auf einer Rolle erhältlich, wodurch der Nutzer eine Dichtung in wenigen Minuten passgenau auf einen Flansch aufbringen kann. Ein Klebestreifen hält die Dichtung dabei sicher an ihrem Platz und sorgt damit für eine schnelle und sichere Installation. Das Dichtungsband der Serie 500 wird auch an anderen Stellen des Reaktors sowohl an der Außenhülle als auch innen genutzt. Die bisherigen Kammprofil-Graphit-Dichtungen führten neben hohen Installationskosten und Montageaufwand hier auch zu einem Produktionsverlust durch Seitenströme an der Diffusor-Platte. Diese Probleme wurden nun beseitigt. Das Dichtungsband eignet sich auch bei recht-

eckigen Anwendungen, wie am Beispiel von selbstgefertigten Dichtungen an NaOH- und Luftkühlern gezeigt werden konnte. In letzterem Fall wurden vor dem Jahr 2012 verschiedene Dichtungen bei zehn unterschiedlichen Luftkühlertypen mit jeweils anderen Betriebsbedingungen verwendet. Für jeden Typ und jede Größe waren Ersatzdichtungen aufzubewahren. Die sehr fragilen rechteckigen Mehrwegdichtungen aus Graphit führten zudem zu einer erheblichen Korrosion an der Flanschoberfläche. Nun wird nur noch ein standardisiertes Dichtungsband mit einer Breite und Dicke von 15 x 6 mm verwendet, das für alle Luftkühlertypen und -größen passt. Es altert nicht oder wird durch eine lange Lagerhaltung beschädigt. Es ist einfach zu installieren und vermeidet Korrosion an der Flanschoberfläche ohne dass maschinelle Nacharbeiten notwendig würden.

Wärmetauscher abdichten

Rohrbündelwärmetauscher verfügen in der Regel neben mehreren Stützen unter anderem für Medienanschlüsse auch über einen Hauptflansch mit deutlich größerer Nennweite. Der Hauptflansch dichtet zum Rohrbodenflansch und dieser zum Mantelflansch. Diese Verbindungen werden mit dem vollen Betriebs- bzw. Prüfdruck von mehreren Dutzenden Bar belastet und müssen gegen die Umgebung abgedichtet werden. Häufig sind die Rohrbündel zudem in mehreren Zügen angeordnet, die mithilfe von Stegblechen umgelenkt werden. Dies erfordert eine Abdichtung am Kopf des Wärmetauschers und zwischen den Zügen an den Stegblechen, wo die Druckdifferenz jedoch deutlich niedriger ist. Die unterschiedliche Anordnung der Züge erfordert speziell angepasste Dichtungsformen.

Die dichtungstechnischen Herausforderungen an der Hauptflanschstelle bestehen in der Kombination aus hohen Temperaturen und Drücken, Temperaturlastwechsel, etwa durch An- und Abfahren des Anlagenteils sowie komplexe Dichtungsgeometrien durch Trennsteg, oft zusammen mit großen Nennweiten. Darüber hinaus handelt es sich häufig um chemisch aggressive Medien und die Dichtflächen können etwa durch Korrosion oder Verzug beschädigt sein.

Auch hier lassen sich die Dichtungsbänder hervorragend einsetzen. Sie können direkt am Bauteil wie gewünscht geformt werden. Hierfür ist keine vollständige Zerlegung des Wärmetauschers, etwa das Herausnehmen von Rohrbündeln, notwendig. Es müssen nur die Dichtflächen ausreichend zugänglich sein. Gore hat mit Gore Joint Sealant bereits 1971 das erste Dichtungsband aus expandiertem PTFE (ePTFE) auf den Markt gebracht. Den breiten Einsatz auf Rohrbündelwärmetauschern hat jedoch erst die multiaxial expandierte PTFE-Technologie (ePTFE) vereinfacht.

» www.prozesstechnik-online.de

Suchwort: cav1015gore

Autor



Gregor Stärke

Vertriebsingenieur,
W. L. Gore & Associates