

Haute Couture für Extreme Korrosionsschutz-Auskleidungen mit modifiziertem PTFE

Korrosion an verfahrenstechnischen Apparaten hat gleich mehrere unerwünschte Folgen. Einerseits der Schaden am Apparat selbst, andererseits die Verunreinigung der Prozessmedien durch den Eintrag von Metallionen. Durch den Einsatz von Auskleidungen aus modifiziertem PTFE lassen sich jedoch auch extreme Anwendungen meistern.

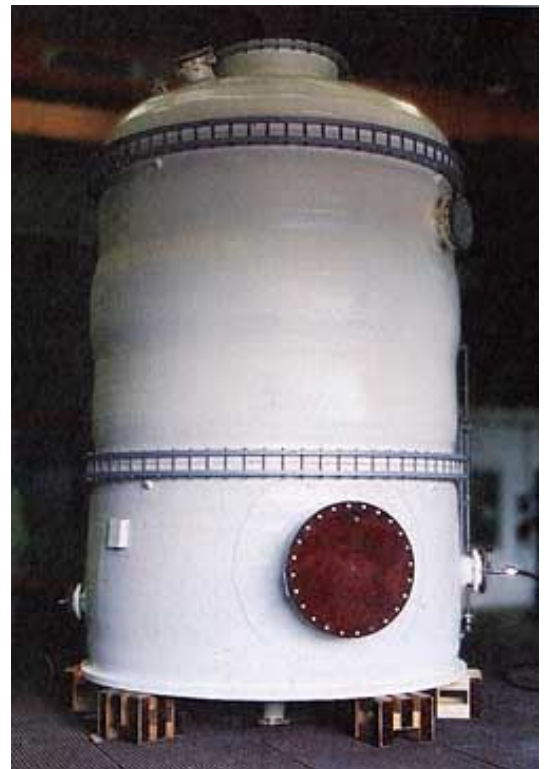
Fluorkunststoffe nehmen im Anlagenbau eine zunehmend wichtige Rolle ein. Neue und schnellere Prozesse verlangen nach höherer chemischer und thermischer Beständigkeit. Verbesserte Produkteigenschaften und höhere Produktionsausbeuten können nur mit sauberen und reinen Anlagen realisiert werden. Diese Forderungen lassen sich oft nur durch den Einsatz von Fluorpolymeren erfüllen.

Bei Fluorpolymeren wird zwischen teilund vollfluorierten Kunststoffen unterschieden. Teilfluorierte Kunststoffe (z.B. PVDF, ECTFE) sind wegen ihrer relativ guten Verarbeitbarkeit weit verbreitet. Ihre chemische und thermische Beständigkeit ist jedoch eingeschränkt. Vollfluorierte Kunststoffe (z.B. FEP, PFA, PTFE) überschreiten hingegen die Restriktionen der teilfluorierten Kunststoffe und zeigen eine nahezu uneingeschränkte chemische Widerstandsfähigkeit.

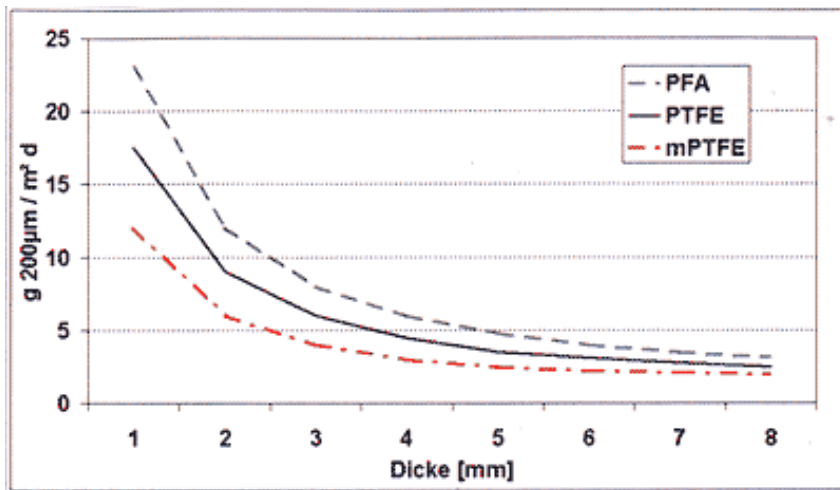
Aus der Reihe der vollfluorierten Polymere eignet sich das modifizierte PTFE auf Grund seines außergewöhnlichen Eigenschaftsprofils besonders für den Korrosionsschutz im modernen Chemie-Anlagenbau. Modifiziertes PTFE (mPTFE) ist seit einigen Jahren weltweit als Folienauskleidung im Einsatz. Insbesondere als Verbundwerkstoff mit einer Armierung aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) wurde mPTFE erfolgreich in Anwendungen eingebracht, für die es bisher keine befriedigende Lösung gab (Bild 1).

Die Entscheidung für mPTFE wurde zum Teil aus folgenden Gründen getroffen: Der Werkstoff ist vakuumfest bis 200 °C, besitzt eine sehr hohe Wasserdampfbeständigkeit und die Kombination mPTFE/GFK erreicht im Vergleich zu metallischen Lösungen höhere Standzeiten. Außerdem lassen sich durch die Leichtbauweise Gewicht- und Kosten reduzieren. Und nicht zuletzt zeichnet sich das Material durch seine hervorragenden Leachout-Kennwerte aus, wodurch Fremdionenverunreinigungen minimiert werden.

Die Autoren:
Gregor Buche, Produktverantwortlicher Lamine,
Dr. Michael Schlipf, Entwicklungsleiter,
ElringKlinger Kunststofftechnik GmbH,
Dr. Ralf Troschitz, LeiterF+E
Hans-Jürgen Reith LeiterMarketing und Verkauf,
SGL Acotec



1: PTFE/GFK-Verbundkolonnenteile, Durchmesser 2800 mm: 140°C Betriebstemperatur bei Vakuumbelastung



2: Vergleich der Permeationswerte bei 100 °C (Chlorwasserstoff)

Permeation minimiert

mPTFE weist gegenüber klassischem PTFE in fast allen Fällen geringere Permeationswerte (Bild 2) auf. Bei Temperaturen oberhalb von etwa 60 °C sind die Permeationswerte von mPTFE bei technisch relevanten Medien geringer als die von PFA und FEP. Für die Auskleidung von Behältern werden Halbzeuge wie Folien und Rohre eingesetzt. Eine Auskleidung kann nur langlebig sein, wenn sie neben der richtigen Auswahl des Polymers auch fachgerecht verarbeitet ist. Spannungen in den Halbzeugen müssen minimiert

werden. Um das reine Ausgangsmaterial nicht zu kontaminieren, muss die Verarbeitung hygienisch und sauber sein.

mPTFE wird wie klassisches PTFE als Sinterwerkstoff verarbeitet. Obwohl mPTFE ein thermoplastischer Werkstoff ist, kann er nicht mit den herkömmlichen Methoden der Thermoplastverarbeitung wie Extrusion oder Spritzguss verarbeitet werden. Grund hierfür ist die sehr hohe Schmelzviskosität, die ein Fließen der Schmelze verhindert. Die Verarbeitung erfolgt durch Sintern. Dabei wird das mPTFE-Pulver bei Raumtemperatur mit mehreren hundert bar Druck verpresst. Die so hergestellten "Grünlinge" werden anschließend ähnlich einer Keramik bei ca. 400 °C freistehend in einem Umluftofen gesintert.

Kein Eintrag unerwünschter Metallionen

Um Folien herzustellen, werden zuerst Zylinder aus mPTFE hergestellt. Die Zylinder haben üblicherweise eine Höhe von ca. 1 500 mm und ein Gewicht von mehreren 100 kg. Von diesen Zylindern werden nach dem Sintervorgang Folien geschält. Für den Einsatz als verbundfeste Auskleidung werden diese Folien mit einem Fasergewebe einseitig kaschiert.

Ein Vorteil der Sintertechnik ist die Tatsache, dass der Auskleidungswerkstoff kaum mit Metallionen verunreinigt wird. Dem gegenüber weisen mittels Extrusion verarbeitete Kunststoffe einen relativ hohen Fremdionenanteil auf. Der Grund: Polymerschmelzen enthalten auf Grund beginnender thermischer Zersetzung Säure. Im Falle von PVC ist dies Salzsäure (HCl), bei Fluorkunststoffen Fluorwasserstoffsäure (HF) und bei ECTFE sogar eine Mischung aus HCl und HF. Diese Säuren greifen Schnecke und Zylinder des Extruders an und lösen Metallionen in die Polymerschmelze. Die Fremdionen-Verunreinigung ist tief und bleibt über Jahre aktiv.

Sinterwerkstoffe wie mPTFE haben im Schmelzzustand nur einseitigen Kontakt mit Metall. Metallionen-Verunreinigungen durch die Verarbeitung können sich maximal an der Oberfläche feststellen lassen. Oberflächen lassen sich aber gut reinigen bzw. abtragen. Oberflächliche Verunreinigungen können durch Spülgänge während einer Inbetriebnahme entfernt werden. Mit einer über Jahre hinweg frei werdenden Verunreinigung ist nicht zu rechnen. Dies ist besonders für die Verarbeitung hochreiner Chemikalien in der Halbleiter- und Pharmaindustrie wichtig.



3: Fertigung eines gewölbten Bodens mit Durchmesser 2 800 mm

Für die mechanischen Eigenschaften des Werkstoffs ist das Verhältnis von Amorph- zu Kristallitanteil entscheidend. Dieses kann über die Verarbeitung gezielt eingestellt werden. Für Anwendungen in denen eine hohe Biegeelastizität gefordert ist, wird ein hoher Amorphanteil, für Anwendungen in denen geringe Permeation gefordert ist, ein hoher Kristallitanteil eingestellt. Hier ist das Wissen des PTFE-Verarbeiters gefragt. Je nach Anwendung muss die geeignete Verarbeitung gewählt werden.

Einsatz von -250 bis 260 °C

mPTFE zeichnet sich durch eine quasi universelle Chemikalienbeständigkeit aus, welche in Grenzbereichen

der Beständigkeit von PFA oder FEP überlegen ist. Der Temperatureinsatzbereich von -250 bis 260 °C ist einzigartig. Die Verschlechterung der mechanischen und chemischen Eigenschaften mit steigender Temperatur ist geringer als bei PEA und FEP. Somit war es mit mPTFE erstmals möglich, Anlagen mit verbundfester Auskleidung zu fertigen, die bei Temperaturen bis 200 °C betrieben werden können. Die verbundfeste Ausführung erlaubt zudem den Einsatz unter Vakuum, wie hier am Beispiel der Verbundkolonne (Bild 1) verdeutlicht wird.

mPTFE ist ein thermoplastischer Werkstoff. Komplizierte Teile wie gewölbte Böden, Bördel usw. können aus Folien thermoverformt werden. mPTFE kann mit herkömmlichen Methoden der Fluorthermoplastverarbeitung verschweißt werden. Es eignet sich damit ideal für das Auskleiden von GEK-Teilen. Die fachmännische Verarbeitung durch qualifizierte Apparatebauer garantiert eine hohe Sicherheit und Zuverlässigkeit. Das Beispiel in Bild 3 zeigt, in welchen Dimensionen solche Auskleidungen gefertigt werden können.

Fazit: Mit mPTFE können Anlagen vor Korrosion und Medien vor Verunreinigung geschützt werden. Die chemische Beständigkeit sowie der Einsatzbereich von -250 bis 260 °C und die sehr hohe Reinheit erlauben einen enorm breiten Einsatz des Werkstoffs im chemischen Anlagenbau. Voraussetzung ist allerdings entsprechendes Know-how beim Verarbeiter, um das je nach Anwendung optimale Verhältnis von Amorph- und Kristallitanteil des Werkstoffs zu erreichen.

KOMPAKT

Universalgenie mPTFE

Modifiziertes PTFE (mPTFE) zeichnet sich durch eine quasi universelle Chemikalienbeständigkeit aus, welche in Grenzbereichen der Beständigkeit von PEA oder FEP überlegen ist. Die Verschlechterung der mechanischen und chemischen Eigenschaften mit steigender Temperatur ist geringer als bei PFA und FEP. Somit war es mit mPTFE erstmals möglich, Anlagen mit verbundfester Auskleidung zu fertigen, die bei Temperaturen bis 200 °C betrieben werden können. Die Merkmale auf einen Blick:

- Praktisch universelle chemische Widerstandsfähigkeit,
- breiter Temperatureinsatzbereich -250° bis 260 °C,
- keine Versprödung, keine Alterung,
- dichtes Polymergefüge, geringe Permeabilität,
- exzellente Form- und Spannungsrisssbeständigkeit,
- niedriger Stretch-Void-Index (SVI),
- geringe Deformation unter Last,
- gute Schweißbarkeit,
- sehr geringe Eremdionenverunreinigung (vergleichbar mit PEA High Purity).

ElringKlinger Kunststofftechnik GmbH
Etzelstraße 10
D-74321 Bietigheim - Bissingen

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