

Einsatz von Formstücken für heißes, chloriertes Trinkwasser

Marc Schelles/Philippe Martin/Johan Billiet, Solvay Specialty Polymers Belgium SA und Andrea Rapetti, Solvay Specialty Polymers Italy SpA

Einleitung

Immer häufiger wird zur Bekämpfung von Mikroorganismen Chlor bzw. ClO_2 in wasserfördernden Systemen eingesetzt. Gerade in Heißwasseranwendungen führt dies aber zu einem verstärkten „Angriff“ auf den im Einsatz befindlichen Werkstoff. Die Anwendung von Rohrverbindern bzw. Formstücken in chlorierten Heißwassersystemen (Trink-, Heizungs- und Brauchwasser) stellt somit höchste Ansprüche an den verwendeten Kunststoff. Aber selbst Hochleistungspolymere, welche heute für vergleichbare Warm- und Kaltwasseranwendungen eingesetzt werden, stoßen unter bestimmten Bedingungen an ihre Belastungsgrenzen oder überschreiten diese. Aus diesem Grund wurden Werkstoffe aus der Familie der Hochleistungspolymere mit dem Polyamid „PA12GF30“ in Tests verglichen.

Hierbei müssen Anforderungen erfüllt werden, um im Betriebsfall den Ausfall eines Bauteils möglichst auszuschließen. Die Werkstoffe müssen also gegenüber heißem, chloriertem Wasser alterungsbeständig sein, diversen Chemikalien widerstehen, Dimensionsstabilität aufweisen und mechanischen Anforderungen im Hinblick auf die Installation und den langjährigen Betriebseinsatz erfüllen. Dieser Beitrag gibt somit Hinweise zur anwendungsspezifischen Werkstoffauswahl beim Einsatz von Formstücken.

Prüfkörper

Aus den Werkstoffen Polyphenylsulfon (PPSU), Polyvinylidenfluorid (PVDF) und ein PA12 30%GF wurden von Solvay in einem Werkzeug Baumuster unter jeweils optimalen Prozessparametern hergestellt. Das Teil ist ein T-Fitting Dimension 32 mm. Die Wandstärke des Fittings ist so ausgelegt, dass es zu vorzeitigem Ausfall während des Tests kommen soll.



Alle Teile wurden vor Feuchtigkeit geschützt gelagert und auf verschiedene Eigenschaften hin getestet: dimensionale Reproduzierbarkeit (Shot-to-Shot), Alterung unter fließendem und chloriertem heißem Wasser (Protokoll von Jana Laboratories), Schlagzähigkeit vor und nach Alterung (Falling-Dart-Test) und mikroskopische Aufnahmen von Querschnitten nach Alterung (Mikrotomschnitt).

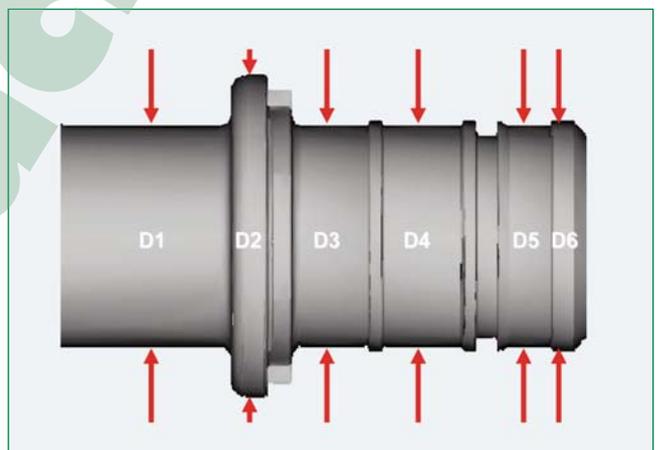
Testmethoden

Die Fittings wurden mit Rohren aus vernetztem PE (PEXb), Abmessung 32 mm, verbunden.

Der Test zur Oxidationsbeständigkeit, mit heißem chloriertem Wasser, wurde gemäß ASTM F2023-10 (Standard Test Method for Evaluating the Oxidative Resistance of Cross-linked (PEX) Tubing and Systems to Hot Chlorinated Water) durchgeführt. Der Berstdruck-Test (kurzzeitig, hydrostatisch) wurde in Übereinstimmung mit ASTM D1599-99 (2005) und die Ermittlung der Dimensionen bzw. Dimensionsänderungen in Übereinstimmung mit ASTM D2122-98 vorgenommen.

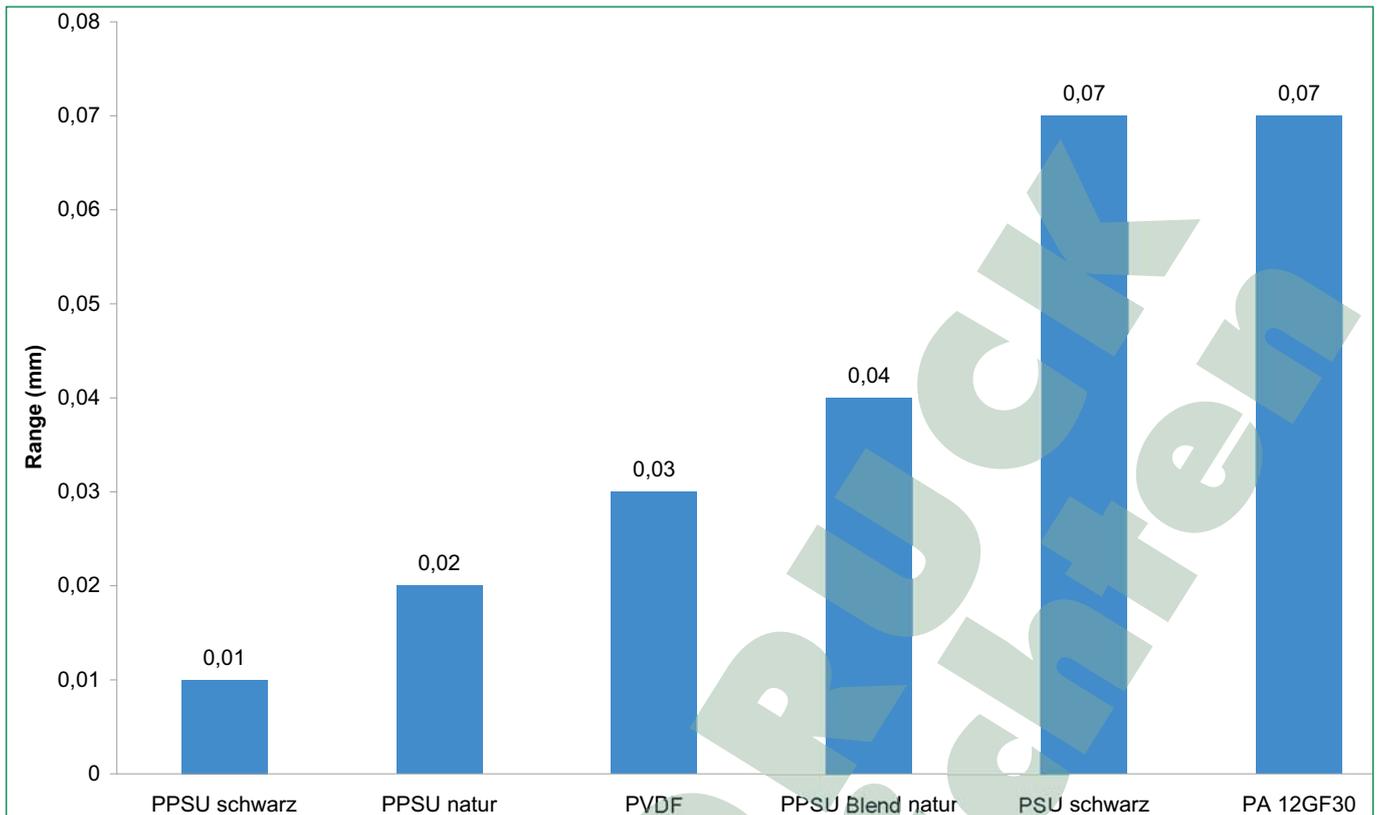
Ergebnisse und Testdetails

Shot to Shot – Dimensionsstabilität (spritzfrisch)



Ein NIKON NEXIV 500 System wurde für die Vermessung des Fittings verwendet. Dieses ist ein kontaktloses vollständig integriertes System mit Video-Messungs-Kapazität für die XYZ-Achsen und einem lasergesteuertem Autofocussystem für die Z-Achse.

An mehreren Positionen entlang jeden Anschlussstückes des T-Fittings wurden die Außendurchmesser vermessen: dies geschah an 50 Teilen je Werkstoff. Die nachfolgende Tabelle zeigt die durchschnittlichen Abweichungen der Maße des Außendurchmessers, ermittelt an den Punkten D1 bis D6, an allen 3 Anschlussstückes des T-Fittings (D6 = ca. 26 mm Außendurchmesser).



Durchschnittliche Veränderung des Außendurchmessers (in mm)

Alterung in fließendem und chloriertem heißen Wasser

Die Alterung der Fittings wurde unter fließendem und chloriertem heißen Wasser simuliert. Die Fittings waren mit Rohren aus vernetztem PE (PEXb) miteinander verbunden. Der Alterungstest folgt einer strikten Prozedur und alle Testparameter werden innerhalb ihrer Toleranzen stetig überwacht: pH = 6,8, Chlorgehalt = 4,4 mg/L, ORP > 825 mV (ORP = Oxidatives Reduktions Potential), Temperatur des Mediums = 115°C, Druck = 60 psig, Durchflussrate = 0,12 USGPM (= US Gallone/Minute).



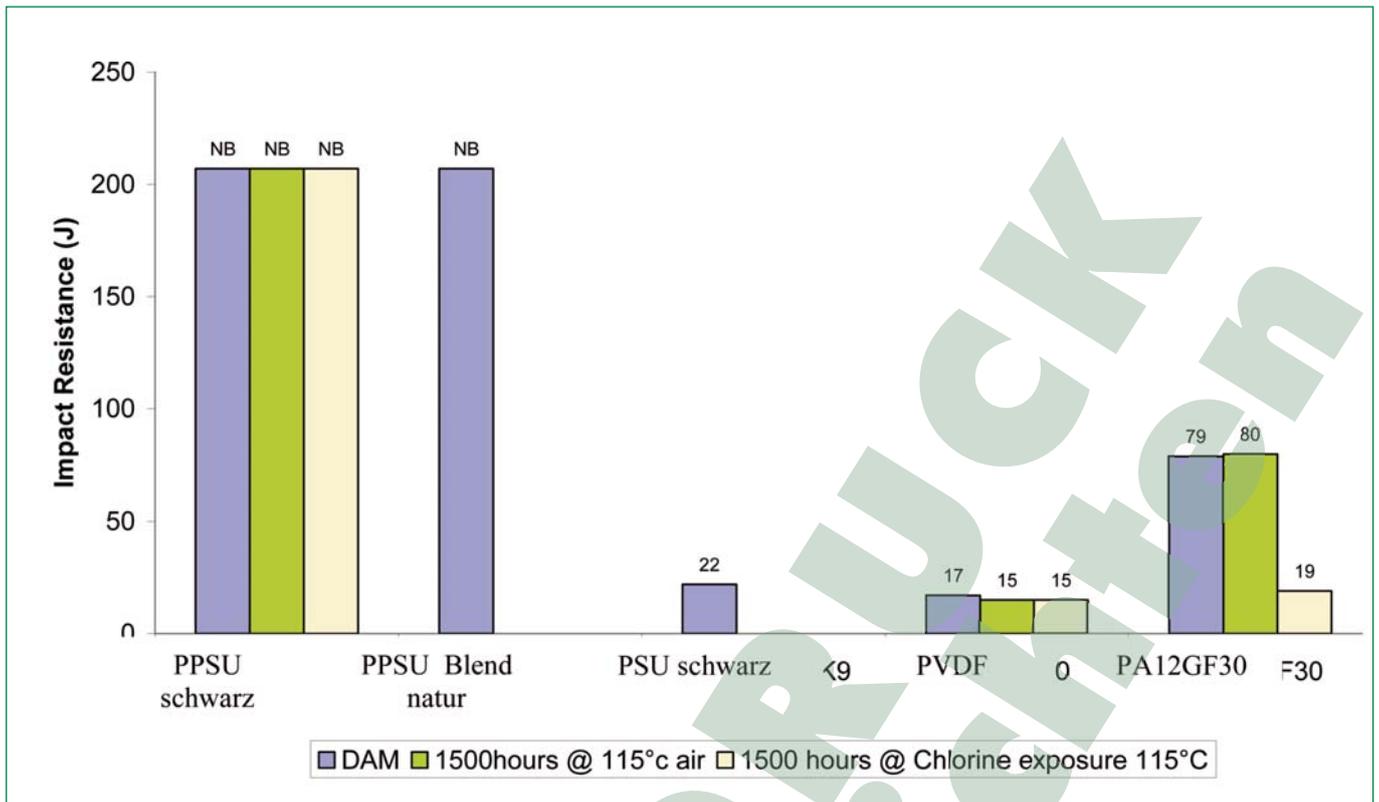
Sowohl die Rohre aus dem vernetzten PE (PEXb), die Fittings aus PPSU als auch die Fittings aus PVDF zeigten keinerlei Ausfallerscheinungen nach einem Einsatz von 1455 Stunden (ca. 60 Tage). Frühere Tests an kommerziellen Fittings, unter denselben Bedingungen wie oben aufgeführt, zeigten identische Ergebnisse auch für die Werkstoffe Polysulfon (PSU)

und einem PPSU-Blend. Der Werkstoff PA12GF30 versagte bereits nach einer Einsatzdauer von 723 Stunden, welche lediglich ca. 50 % der zu erwartenden Lebensdauer für PEX-Rohre für Heiß- und Kaltwassersysteme entsprechen. Das Teilgewicht wurde vor und nach der Alterung bestimmt. Weder bei den Teilen aus PPSU, PPSU-Blend, PSU noch PVDF konnte eine Gewichtsveränderung festgestellt werden. Bei dem Werkstoff PA12GF30 allerdings wurde eine Gewichtsabnahme von 4,5 % ermittelt.

Die Entwicklung eines Trinkwasserrohrsystems wird generell so ausgelegt, dass das schwächste Glied im System als erstes ausfällt. Dies ist in der Regel das Rohr. Eine Lebensdauer von 1500 Stunden wird zugrunde gelegt, da dies die erfahrungsgemäß typische Dauer bis zum möglichen Ausfall von chlorbeständigen 1/2" CTS SDR9 PEX-Rohren ist (durch CL5 Beständigkeitsbestimmung in der ASTM-Norm F876 „Standard Specification for Crosslinked Polyethylene (PEX) Tubing“ hinterlegt).

Schlagzähigkeit des Fittings

Die Schlagzähigkeit der Fittings aus den verschiedenen Werkstoffen wurde mithilfe eines Gewichtes von max. 21 kg durchgeführt, welches man aus einer Höhe von 1 m auf die Fittings fallen ließ. Dieser Test erfolgte an drei Zuständen der Fittings: spritzfrisch (DAM = Dry As Moulded), gealtert in Luft und gealtert in heißem chloriertem Wasser. Der nachstehenden Grafik kann man entnehmen, dass die Schlagzähigkeit lediglich der Fittings aus dem PA12GF 30 sehr stark abgenommen hat unter dem Einfluss von chloriertem Wasser (Bild 5 siehe nächste Seite).

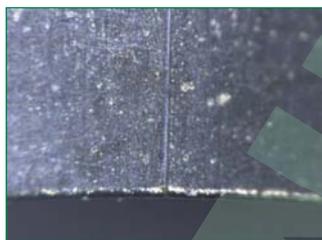


„Falling Dart“ Schlagzähigkeit (in J)

Mikroskopische Aufnahmen der inneren Wandung

Nach dem Alterungsprozess wurden die Fittings aufgeschnitten und die Schnittstellen unter dem Mikroskop betrachtet, um den Grad der Oxidation zu quantifizieren (200fache Vergrößerung der Bindehaft im Innendurchmesser). Obwohl das PA12GF30 lediglich nur die Hälfte der Zeit dem chloriertem Wasser ausgesetzt war, im Vergleich zu PPSU, PVDF und PEXb, zeigt dieses trotzdem eine deutliche Oberflächenoxidation mit Rückständen von Glasfasern.

PPSU



PVDF



PA12



PEX

Schlussfolgerung

Verschiedene Werkstoffe wurden im gleichen Werkzeug abgemustert und unter gleichen Bedingungen, welche für diese Art von Anwendung relevant sind, getestet. Die Ergebnisse zeigen deutlich auf, dass das PA12 kein geeigneter Werkstoff für den Einsatz in heißem, chloriertem Trinkwasser ist. Alle anderen getesteten Werkstoffe konnten im Test hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit überzeugen. ■

Besuchen Sie den Kunststoffrohrverband im Internet:

www.krv.de

Informieren Sie sich über die Welt der Kunststoffrohre!