

FACHBEITRAG

Einsatz von Kunststoffen in Ventilen von Kolbenkompressoren

Der Einsatz von Kunststoffen in Ventilen von Kolbenkompressoren wurde schon vor 80 Jahren bei Acetylen-Verdichtern erstmals angewendet. In der Zwischenzeit hat die Entwicklung neuer Kunststoffe die Anwendungsmöglichkeiten immer mehr ausgeweitet. Gleichzeitig mit den neuen Möglichkeiten der Kunststoffe wandelte sich auch das Design der Ventile. So wurden 1971 die ersten strömungsoptimierten Kunststoff-Ringventile von Manley in den USA zu Patent angemeldet. Heute erstreckt sich der Einsatz von Kunststoffen über sämtliche Bauarten der Ventile wie Platten- Ring- und Poppetventilen. Durch den ständigen Trend, die Kompressoren immer stärker auszulasten, haben sich auch die Anforderungen an die Kunststoffe weiter erhöht. In vielen Fällen reicht der bis anhin für hohe Temperaturen und Belastungen verwendete PEEK-Kunststoff mit Glas- oder Kohlefasern-Verstärkung nicht aus, um genügende Standzeiten zu erreichen.

Mit dem neuen Kunststoff-Verbundwerkstoff PITX240 ist es möglich die Einsatztemperaturen und Belastungen der Ventile wesentlich nach oben zu verschieben.

Kritischer Arbeitsbereich von Ventilen

Kolbenkompressoren werden vorwiegend in einem Bereich eines Druckverhältnisses von 3 bis 5 betrieben. Die dabei erreichten Verdichtungs-Endtemperaturen sind je nach Gas-Zusammensetzung stark unterschiedlich. Wird z.B. ein Kompressor mit einem Kohlenwasserstoff-Mix betrieben, muss zu Anfahen die Maschine zuerst mit Stickstoff eingefahren (inertisiert) werden. Schon der geringe Unterschied im Adiabaten-Exponent von 1.3 auf 1.4 bewirkt jedoch bei einem Druckverhältnis von 5 eine höhere Verdichtungstemperatur von über 40°C (Fig 1).

Bei schnell laufenden Kompressoren kann durch die zusätzliche Saugventildrosselung die Temperatur noch weiter ansteigen und die kritische Einsatztemperatur des üblichen PEEK-GF Kunststoffes überschritten werden.

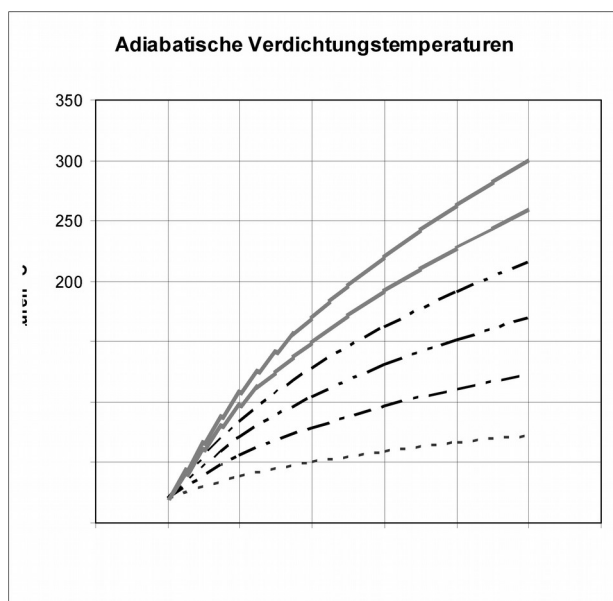


Fig 1

Neuer Werkstoff im Test

Der normalerweise verwendete Kunststoff PEEK-GF ist ein thermoplastischer Werkstoff, der beim überschreiten der Glasübergangstemperatur einen starken Abfall der zulässigen Belastung zeigt. Die Auswirkungen einer solchen zu hohen Belastung zeigt Fig 2 und 3. Die Platten schmelzen dabei richtiggehend weg. Die zusätzliche Undichtigkeit an den Ventilen beschleunigt den Vorgang noch zusätzlich. Sehr oft müssen dann ganze Anlagen ausser Betrieb genommen werden, um die Ventile auszuwechseln. Die Kosten eines solchen Schadens sind dann auch wesentlich höher als die des beschädigten Teiles. Leider sind bis heute die Angaben der Hersteller über die Eigenschaften der Kunststoffe ungenügend. Wenn über die Einsatzdauer und Einsatztemperatur zuverlässige Werte gebraucht werden, sind so gut wie keine Angaben zu finden. Diese wären vor allem im Bereich der Ventile sehr wichtig.



Fig 2



Fig3

Die Angabe über die Temperatureinsatzgrenze basieren auf Kurzzeitversuchen mit sehr geringen Belastungswerten. So liegt Prüfspannung nur bei 1.8 Mpa für die Ermittlung der Formbeständigkeit nach Verfahren A und nur 0.46 Mpa beim Verfahren B. Solch geringe

Spannungen werden bei Ventilplatten schon bei geringen Belastungen erreicht oder wesentlich überschritten.

Die selbst durchgeführten Biegespannungs Versuche bei höheren Belastungen , Temperaturen und längere Versuchszeit zeigen deutlich den Einfluss dieser 3 Grössen. Fig 4 und Fig 5

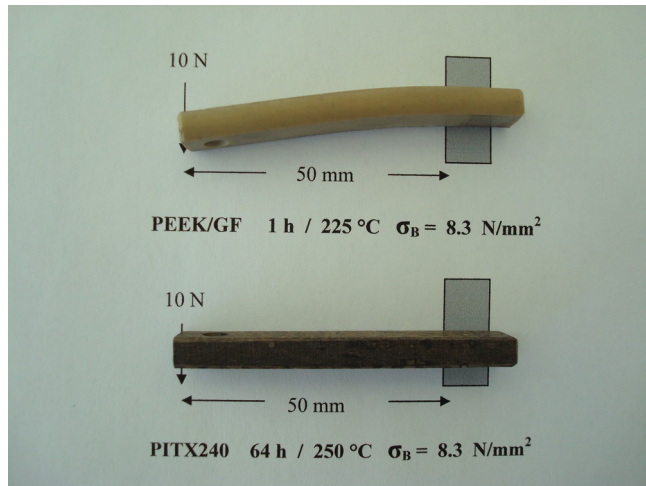


Fig 5

Mit PEEK wird schon bei 175°C eindeutiges Kriechen erkennbar, wobei bei PITX240 bis 200° keine Verformung festgestellt wird. Wird bei 225°C geprüft beginnt PEEK kontinuierlich zu fließen, währendem bei PITX240 die Verformungen noch gering sind. Mit dem neuen Werkstoff können Ventile problemlos bis 25 bar Differenzdruck bei 240°C betrieben werden.

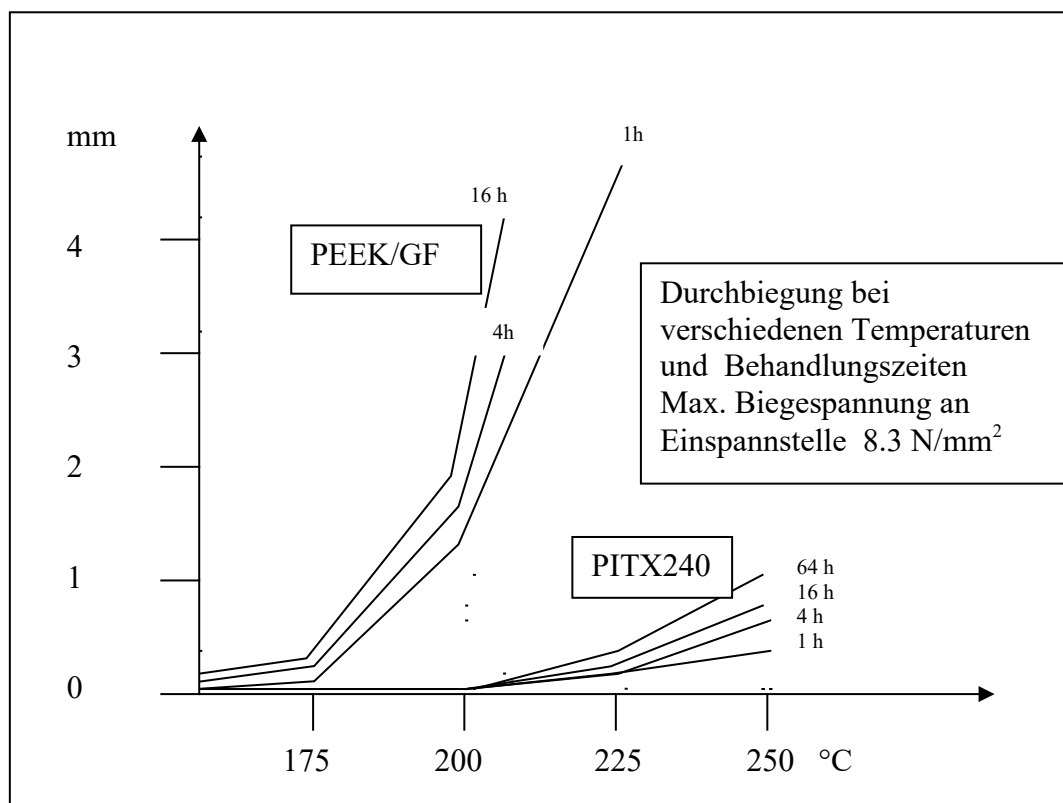


Fig 4

Geringe Wärmedehnung ermöglicht den Einsatz in grösseren Ringventilen

Neben den verbesserten mechanischen Werten bei erhöhten Temperaturen ist auch die geringe Wärmedehnung von PITX240 bemerkenswert. Da dieser nur geringfügig über dem von Stahl liegt, ist die Dehnung bei Ringventilen kein Problem mehr. Die Dichtheit dieser Ventile ist nur noch von der Genauigkeit der Fertigung von Ring und Sitz abhängig. Da das Material praktisch keine Feuchtigkeit absorbiert ist keine spezielle Lagerungsvorschrift der Kunststoffteile erforderlich.

	PEEK/GF	PITX240	
Biegefestigkeit 23°C	165	300	MPa
Biege E-Modul	6500	17000	MPa
Wärmeformbeständigkeit bei 1.8 MPa	230	250	°C
Wärmeformbeständigkeit bei 8 MPa	180	240	°C
Koeff.Wärmedehnung	50	12	$\cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{K}$

Fig 6

Vereinfachtes umrüsten von Kompressorventilen mit Metallplatten auf Kunststoffplatten

Die einfache Umrüstung von Kompressorventilen mit Metallplatten auf Kunststoffplatten war bis anhin nur schwierig durchzuführen, oder erforderte zusätzliche Nachbearbeitung an den Ventilsitzen oder Ventiltägern. Mit einem einfachen geometrisch optimierten Prinzip der Ventilplattenführung ist es jetzt möglich, die Metallplatten in Ventilen ohne Nacharbeit an den übrigen Teilen durch eine Kunststoffvariante zu ersetzen, und damit die Bruchgefahr mit möglichen Folgeschäden am Kompressor auf ein Minimum zu reduzieren. (Fig 7) Mit diesem Umbau ist es oft möglich, das Serviceintervall um ein Mehrfaches zu erhöhen. Mit einer zusätzlichen Beschichtung der Kunststoffplatte kann wirkungsvoll die Verstopfung der Ventile durch verschmutzte Prozessgase verhindert werden. Durch anpassen der Dicke der Ventilplatte und neue Auslegung der Federstärken, optimieren wir die Ventilplattendynamik für alle Plattenventile.



Fig 7
Teflonbeschichtung bis max. 170 Grad C.

Salzgeber AG
Harzachstrasse 2 B
CH-8404 Winterthur

0041 52 233 66 55