



Bericht

über die Prüfung eines Dichtungsmaterials auf Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff

Aktenzeichen II-2664/2007
Ausfertigung 1. Ausfertigung von 2 Ausfertigungen

1 Auftrag

Auftraggeber Ulman Dichtungstechnik GmbH
Otto-Hahn-Straße 17
71069 Sindelfingen

Auftrag vom 5. November 2007

Eingegangen am 9. November 2007

**Prüf-/
Versuchsmaterial** Dichtungsmaterial FKM V7S53 für den Einsatz in Sauerstoffarmaturen und -anlagenteilen für gasförmigen Sauerstoff bei Temperaturen bis 150 °C.
BAM-Auftrags-Nr. II.1/49 071

Eingegangen am 9. November 2007

Prüfdatum 14. Februar 2008 bis 1. April 2008

Prüfort BAM - Arbeitsgruppe „Sicherer Umgang mit Sauerstoff“,
Haus 41, Raum 120 und 073

Prüfung gemäß DIN EN 1797:2002-02
Kryo-Behälter – Verträglichkeit von Gas/Werkstoffen
Anhang vom Merkblatt M034-I (BGI 617–1)
„Liste der nichtmetallischen Materialien, die von der Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM) zum Einsatz in Anlagenteilen für Sauerstoff als geeignet befunden worden sind.“,
zu Merkblatt M 034 „Sauerstoff“ (BGI 617),
Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie
Stand: Oktober 2007;
nach Kapitel 3.17 „Gleitmittel und Dichtwerkstoffe“
der Berufsgenossenschaftlichen Regel BGR 500
Betreiben von Arbeitsmitteln, Teil 2,
Kapitel 2.32 „Betreiben von Sauerstoffanlagen“,
Stand: März 2007.

Alle im Bericht angegebenen Drücke sind Überdrücke.

Dieser Prüfbericht besteht aus Blatt 1 bis 4 und den Anhängen 1 bis 3.

Prüfberichte dürfen nur in vollem Wortlaut und ohne Zusätze veröffentlicht werden. Für veränderte Wiedergabe und Auszüge ist vorher die widerrufliche schriftliche Einwilligung der BAM einzuholen. Der Inhalt des Prüfberichtes bezieht sich ausschließlich auf die untersuchten Gegenstände.

PRÜFBERICHT



2 Unterlagen und Prüfmuster

Die Firma hat folgende Unterlagen und Prüfmuster eingereicht:

- 1 Prüfauftrag
- 1 Sicherheitsdatenblatt
- 1 Materialdatenblatt
- 86 O-Ringe FKM V7S53
Abmessungen: Ø30 mm x 2,5 mm
Farbe: schwarz

3 Prüfverfahren und -ergebnisse

3.1 Zündtemperatur

Das Prüfverfahren ist im Anhang 1 beschrieben.

Ergebnis:

Versuch Nr.	Sauerstoffdruck p_a [bar]	Sauerstoffdruck p_e [bar]	Zündtemperatur [°C]
1	12	26	326
2	12	26	326
3	12	26	324
4	12	26	323
5	12	26	323

Bei fünf Versuchen mit einem Sauerstoffanfangsdruck $p_a = 12$ bar wurde eine Zündtemperatur von 324 °C mit einer Standardabweichung von ± 2 °C ermittelt. Der zugehörige Sauerstoffdruck p_e beträgt etwa 26 bar.

3.2 Verhalten bei künstlicher Alterung

Das Prüfverfahren ist im Anhang 2 beschrieben.

Ergebnis:

Zeit [h]	Temperatur [°C]	Sauerstoffdruck [bar]	Massenänderung [%]
100	175	25	- 0,7

Nach der Alterung des Dichtungsmaterials FKM V7S53 bei 175 °C und 25 bar Sauerstoffdruck waren augenscheinlich keine Veränderungen zu erkennen. Die Probenmasse nahm um 0,7 % ab.

3.2.1 Zündtemperatur nach Alterung

Das Prüfverfahren ist im Anhang 1 beschrieben.

Ergebnis:

Versuch Nr.	Sauerstoffdruck p_a [bar]	Sauerstoffdruck p_e [bar]	Zündtemperatur [°C]
1	12	26	340
2	12	26	333
3	12	26	330
4	12	27	347
5	12	26	342

Bei fünf Versuchen mit einem Sauerstoffanfangedruck $p_a = 12$ bar wurde eine Zündtemperatur von 338 °C mit einer Standardabweichung von ± 7 °C für das gealterte Dichtungsmaterial FKM V7S53 ermittelt. Der zugehörige Sauerstoffdruck p_e beträgt etwa 26 bar.

Dies zeigt, dass die Zündtemperatur der gealterten Probe im Rahmen der Messgenauigkeit nahezu der entspricht, die bei der nicht gealterten Probe ermittelt worden war.

3.3 Verhalten bei Sauerstoffdruckstößen

Das Prüfverfahren ist im Anhang 3 beschrieben.

Ergebnisse:

Probentemperatur t_a [°C]	Sauerstoffdruck p_a [bar]	Sauerstoffdruck p_e [bar]	Verhalten beim Druckstoß
60	1	40	Entzündung beim 4. Druckstoß
60	1	30	Entzündung beim 1. Druckstoß
60	1	25	keine Reaktion *)
60	1	25	keine Reaktion *)
150	1	25	keine Reaktion *)
150	1	25	keine Reaktion *)

*) bei fünf Druckstößen

Bei einer Probentemperatur von 60 °C sowie von 150 °C wurde bei jeweils zwei Versuchsreihen mit je fünf Versuchen und einem Sauerstoffdruck $p_a = 1$ bar keine Entzündung des Dichtungsmaterials FKM V7S53 bei Sauerstoffdrücken von 25 bar festgestellt.

4 Zusammenfassung und Beurteilung

Unter Berücksichtigung einer Sicherheitsspanne von mindestens 100 °C zwischen der maximalen Betriebstemperatur und der Zündtemperatur folgt, dass die Zündtemperatur des Dichtungsmaterials FKM V7S53 beim maximalen Betriebsdruck mindestens 250 °C betragen muss. Wie die Untersuchung ergeben hat, weist das Dichtungsmaterial FKM V7S53 bei 26 bar Sauerstoffdruck eine Zündtemperatur von 324 °C auf und erfüllt damit diese Forderung.

Bei 175 °C und 25 bar Sauerstoffdruck erwies sich das Dichtungsmaterial FKM V7S53 als ausreichend alterungsbeständig. Die nach der Alterung festgestellte Erhöhung der Zündtemperatur auf 338 °C ist in sicherheitstechnischer Hinsicht nicht nachteilig. Die Probenmasse nahm um 0,7 % ab.

Das Kriterium für eine eindeutige Reaktion des Probenmaterials mit Sauerstoff bei Einwirkung eines Druckstoßes ist gemäß der DIN EN 1797: 2002-02 „Kryo-Behälter – Verträglichkeit von Gas/Werkstoffen“ ein Temperaturanstieg von mindestens 20 °C.

Unter Berücksichtigung dieses Kriteriums und der Prüfergebnisse bestehen in sicherheitstechnischer Hinsicht keine Bedenken gegen eine Verwendung des Dichtungsmaterials FKM V7S53 in Sauerstoffarmaturen und anderen Sauerstoffanlagenteilen bei folgenden Betriebsbedingungen:

maximale Temperatur bis 150 °C	maximaler Sauerstoffdruck bis 25 bar
-----------------------------------	---

Diese Beurteilung gilt nicht für eine Verwendung des Dichtungsmaterials FKM V7S53 in Anlagen oder Anlagenteilen für flüssigen Sauerstoff. Hierfür ist eine besondere Prüfung auf Reaktionsfähigkeit mit flüssigem Sauerstoff erforderlich.

5 Hinweise

Der Inhalt des Prüfberichtes bezieht sich ausschließlich auf das untersuchte Probenmaterial.

Ein in den Handel gebrachtes Produkt, von dem eine Probe auf Eignung für den Einsatz in Sauerstoff geprüft worden ist und bei dem der Hinweis auf eine BAM-Prüfung erfolgt, muss entsprechend unserer Beurteilung im BAM-Prüfbericht gekennzeichnet werden.

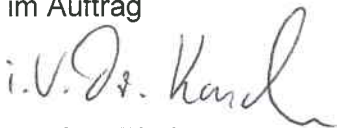
Das Anführen unserer Tagebuch-Nr. ohne zusätzliche Angabe des Verwendungszwecks und der zulässigen Betriebsbedingungen ist in sicherheitstechnischer Hinsicht nicht zu verantworten.

Es muss eindeutig erkennbar sein, dass das Produkt für den genannten Verwendungszweck nur in gasförmigem Sauerstoff verwendbar ist. Maximal zulässiger Sauerstoffdruck, maximale Betriebstemperatur sowie eventuell andere Einschränkungen beim Gebrauch müssen deutlich angegeben sein.

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
12200 Berlin, 14. April 2008

Fachgruppe II.1
"Gase, Gasanlagen"

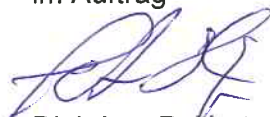
im Auftrag



Dr. Chr. Binder
Leiter der Arbeitsgruppe

Arbeitsgruppe
"Sicherer Umgang mit Sauerstoff"

im Auftrag



Dipl.-Ing. P. Hartwig
Sachbearbeiter

Verteiler:

1. Ausfertigung: Ulman Dichtungstechnik GmbH
2. Ausfertigung: BAM - Arbeitsgruppe „Sicherer Umgang mit Sauerstoff“

Anhang 1

Bestimmung der Zündtemperatur in verdichtetem Sauerstoff

Etwa 0,2 g bis 0,5 g des pastösen oder zerkleinerten festen oder auf Keramikfaser aufgetragenen flüssigen Versuchsmaterials werden in einen mit Chromnickelstahl ausgekleideten Autoklaven mit einem Volumen von 34 cm³ gegeben. Nach dem gasdichten Verschließen wird der Autoklav mit Sauerstoff bis zum Anfangsdruck p_a gefüllt und induktiv aufgeheizt, wobei die Temperatur fast linear um etwa 110 K/min ansteigt.

Der Temperaturverlauf wird mit Hilfe eines Thermoelementes am Ort der Probe gemessen. Gleichzeitig wird auch der Druckverlauf mit Hilfe eines Druckaufnehmers über ein PC-System erfasst. Mit steigender Temperatur erhöht sich kontinuierlich der Sauerstoffdruck im Autoklaven. Die Entzündung der Probe ist an einem plötzlichen Druckanstieg und einem mehr oder weniger steilen Temperaturanstieg erkennbar. Der bei der Zündtemperatur vorliegende Sauerstoffenddruck p_e wird berechnet.

Die Angabe des Sauerstoffdrucks p_e ist insofern von Bedeutung, als die Zündtemperatur eines Stoffes druckabhängig ist. Die Zündtemperatur sinkt mit steigendem Sauerstoffdruck.

Anhang 2

Prüfung auf Alterungsbeständigkeit in verdichtetem Sauerstoff

Eine Probe des Versuchsmaterials mit bekannter Masse wird in einer Chrom-Nickel-Stahl-Hülse in einem Autoklaven 100 Stunden der Einwirkung verdichteten Sauerstoffs ausgesetzt. Die Versuchstemperatur liegt in der Regel 25 °C über der Betriebstemperatur.

Bei dieser künstlichen Alterung wird ermittelt, ob die Probe allmählich mit Sauerstoff reagiert oder sonstige erkennbare Veränderungen auftreten. Kriterien für eine Beständigkeit gegen Sauerstoff unter den jeweiligen Versuchsbedingungen sind – unter Berücksichtigung gewisser Toleranzen – die Beibehaltung der äußeren Beschaffenheit der Probe, der Vergleich der Probenmasse und der Zündtemperaturwerte vor und nach der Alterung.

Anhang 3

Prüfung auf Reaktionsfähigkeit bei Einwirkung von Sauerstoff-Druckstößen

Etwa 0,2 g bis 0,5 g des pastenartigen oder zerkleinerten festen oder auf Keramikfaser aufgetragenen flüssigen Versuchsmaterials werden in eine Stahlhülse von 15 cm³ Inhalt gegeben. Die von außen beheizte Stahlhülse ist über ein 750 mm langes Rohr von 14 mm Durchmesser und ein Schnellöffnungsventil mit einem Sauerstoff-Druckbehälter verbunden.

Nach Erwärmen der Hülse auf die Versuchstemperatur und anschließendem Füllen des Rohres und der Hülse mit Sauerstoff bis zum Anfangsdruck p_a wird das Schnellöffnungsventil geöffnet. Auf 60 °C vorgewärmter Sauerstoff mit dem Enddruck p_e strömt schlagartig in das Rohr und in die Hülse ein. Der im Rohr und in der Hülse befindliche Sauerstoff wird dadurch annähernd adiabatisch vom Druck p_a auf den Druck p_e verdichtet und erwärmt. Tritt hierbei eine Reaktion des Versuchsmaterials mit dem Sauerstoff ein, erkennbar am aufgezeichneten steilen Temperaturanstieg in der Hülse, so werden die Versuche bei einem verringerten Druckverhältnis p_e/p_a fortgesetzt. Wenn dagegen nach 30 Sekunden Wartezeit eine Reaktion des Versuchsmaterials mit dem Sauerstoff nicht zu erkennen ist, wird die Hülse wieder druckentlastet und der Versuch noch vier mal unter gleichen Bedingungen und mit gleichem Material wiederholt. Ist auch nach dem fünften Einzelversuch der jeweiligen Versuchsreihe keine Reaktion eingetreten, so werden die Versuche mit jeweils neuen Proben bei höheren Druckverhältnissen p_e/p_a fortgesetzt, bis schließlich jenes Druckverhältnis ermittelt ist, bei dem innerhalb einer Versuchsreihe aus fünf Einzelversuchen gerade noch keine Reaktion eintritt. Führt eine Wiederholung dieser Versuchsreihe mit einer neuen Probe zum gleichen Ergebnis, kann die Prüfung beendet bzw. bei einer anderen Versuchstemperatur fortgesetzt werden.