

Bericht

über die Prüfung eines Flachdichtungsmaterials
auf Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff



Bundesanstalt für
Materialforschung
und -prüfung

12200 Berlin
Telefon: 030 8104-0
Telefax: 030 8112029

Aktenzeichen	2-1911/2014 I
Ausfertigung	1. Ausfertigung von 2 Ausfertigungen
Auftraggeber	Frenzelit-Werke GmbH Frankenhammer 95456 Bad Berneck
Auftrag vom	31. Juli 2014
Zeichen	EMP / BWI
Eingegangen am	7. August 2014
Prüf-/ Versuchsmaterial	Flachdichtungsmaterial Novapress® Universal, unbekannte Charge, für den Einsatz in Flansch- verbindungen an/in Sauerstoffleitungen/-anlagenteilen und -armaturen in gasförmigem Sauerstoff bei Drücken bis 100 bar und bei Temperaturen bis 80 °C; BAM Auftrags-Nr.: 2.1/52 217
Eingegangen am	5. August 2014
Prüfdatum	17. September bis 3. Dezember 2014
Prüfort	Arbeitsgebiet „Sicherer Umgang mit Sauerstoff“, Haus 41, Raum 073
Prüfung bzw. Erfordernis gemäß	DIN EN 1797:2002-02 „Kryo-Behälter - Verträglichkeit von Gas/Werkstoffen“ ISO 21010: 2004-07 „Cryogenic Vessels - Gas/Material Compatibility“ Anhang vom Merkblatt M034-1 (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.“ Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Stand: März 2014 TRGS 407 Technische Regeln für Gefahrstoffe „Tätigkeiten mit Gasen - Gefährdungsbeurteilung“ Kapitel 3 „Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung“ und Kapitel 4 „Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gasen“, Stand: Juni 2013

Alle im Bericht angegebenen Drücke sind Überdrücke.

Dieser Prüfbericht besteht aus Blatt 1 bis 5 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



1 Unterlagen und Prüfmuster

Die Firma hat folgende Unterlagen und Prüfmuster eingereicht:

- 1 Prüfauftrag
- 15 Ronden Flachdichtungsmaterial Novapress® Universal, unbekannte Charge
Außendurchmesser: 140 mm; Dicke: 3 mm

2 Prüfverfahren

Für die sicherheitstechnische Beurteilung des nichtmetallischen Materials Novapress® Universal, unbekannte Charge, für den Einsatz als Flachdichtung in Flanschverbindungen an/in Sauerstoffleitungen/-anlagenteilen und -armaturen in gasförmigem Sauerstoff bei Drücken bis 100 bar und bei Temperaturen bis 80 °C wurden eine Zündtemperaturbestimmung, eine Alterung mit anschließender erneuter Zündtemperaturbestimmung des gealterten Materials und eine Flanschprüfung durchgeführt.

3 Prüfergebnisse

3.1 Zündtemperatur

Auf Grund des oben angeführten maximalen Betriebsdrucks von Novapress® Universal, unbekannte Charge, für den Einsatz als Flachdichtungsmaterial wurde die Zündtemperaturbestimmung bei einem Druck von etwa 100 bar durchgeführt. Das Prüfverfahren ist im Anhang 1 beschrieben.

Ergebnis:

Versuch Nr.	Sauerstoffanfangsdruck p_a [bar]	Sauerstoffenddruck p_e [bar]	Zündtemperatur [°C]
1	72	102	139
2	72	100	137
3	72	101	141
4	72	104	148
5	72	102	138

Bei fünf Versuchen mit einem Sauerstoffanfangsdruck $p_a = 72$ bar wurde eine Zündtemperatur von 141 °C mit einer Standardabweichung von ± 4 °C ermittelt. Der zugehörige Sauerstoffenddruck p_e beträgt etwa 102 bar.

3.2 Verhalten bei künstlicher Alterung

Das Verhalten bei künstlicher Alterung wird beim maximalen Betriebsdruck sowie bei erhöhter Temperatur, in der Regel 25 °C oberhalb der vorgesehenen maximalen Betriebstemperatur, untersucht. In diesem Fall wurde die Alterungsprüfung daher bei 100 bar und 105 °C durchgeführt. Das Prüfverfahren ist im Anhang 2 beschrieben.

Ergebnis:

Zeit [h]	Temperatur [°C]	Sauerstoffdruck [bar]	Massenänderung [%]
100	105	100	+ 2,4

Nach der Alterung bei 105 °C und 100 bar Sauerstoffdruck wies die Probe eine starke Versprödung auf. Die Probenmasse nahm um 2,4 % zu.

3.2.1 Zündtemperatur nach Alterung

Das Prüfverfahren ist im Anhang 1 beschrieben.

Ergebnis:

Versuch Nr.	Sauerstoff- anfangsdruck p_a [bar]	Sauerstoff- enddruck p_e [bar]	Zündtemperatur [°C]
1	72	102	146
2	72	103	152
3	72	104	151
4	72	104	149
5	72	103	143

Bei fünf Versuchen mit einem Sauerstoffanfangsdruck $p_a = 72$ bar wurde eine Zündtemperatur von 148 °C mit einer Standardabweichung von ± 4 °C für die gealterte Probe ermittelt. Der zugehörige Sauerstoffenddruck p_e beträgt etwa 103 bar.

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

3.3 Flanschprüfung

Auf Grund der oben angeführten maximalen Betriebsbedingungen von Novapress® Universal, unbekannte Charge, für den Einsatz als Flachdichtung in Flanschverbindungen wurde die Flanschprüfung bei einem Druck von 100 bar und einer Temperatur von 80 °C durchgeführt. Das Prüfverfahren ist im Anhang 3 beschrieben.

Ergebnis:

Versuch Nr.	Sauerstoffdruck [bar]	Temperatur [°C]	Bemerkungen
1	100	80	Probe brennt nur innerhalb der lichten Weite, die Dichtflächen bleiben unversehrt. Es treten keine Undichtigkeiten auf.
2	100	80	Probe reagiert wie bei Versuch Nr. 1
3	100	80	Probe reagiert wie bei Versuch Nr. 1
4	100	80	Probe reagiert wie bei Versuch Nr. 1
5	100	80	Probe reagiert wie bei Versuch Nr. 1

Bei fünf Versuchen mit einem Sauerstoffdruck von 100 bar und einer Temperatur von 80 °C verbrennen nur die ins Rohrinne hineinragenden Teile des Flachdichtungsmaterials Novapress® Universal, unbekannte Charge, innerhalb der lichten Weite des Flansches. Der Brand wird weder auf den Stahl übertragen, noch brennt die Dichtung zwischen den Flanschen. Die Flanschverbindung bleibt gasdicht.

4 Zusammenfassung und Beurteilung

Bei fünf Versuchen mit einem Sauerstoffanfangsdruck $p_a = 72$ bar wurde eine Zündtemperatur von 141 °C mit einer Standardabweichung von ± 4 °C ermittelt. Der zugehörige Sauerstoffenddruck p_e beträgt etwa 102 bar.

Nach der Alterung bei 105 °C und 100 bar Sauerstoffdruck wies die Probe eine starke Versprödung auf. Daher kann der Einsatz des Flachdichtungsmaterials nur für Flanschverbindungen befürwortet werden, die keinen dynamischen Beanspruchungen ausgesetzt sind.

Darüber hinaus kann das ungünstige Alterungsverhalten die praktische Verwendung der Dichtung einschränken. Die Probenmasse nahm um 2,4 % zu. Die festgestellte Massenzunahme in Höhe von 2,4 % ist sicherheitstechnisch nicht von Bedeutung, kann aber ebenfalls die praktische Brauchbarkeit des Flachdichtungsmaterials beeinträchtigen. Das Material ist nicht alterungsbeständig, wenn sich die Probenmasse um mehr als 2 % verändert.

Bei fünf Versuchen mit einem Sauerstoffanfangsdruck $p_a = 72$ bar wurde eine Zündtemperatur von 148 °C mit einer Standardabweichung von ± 4 °C ermittelt. Der zugehörige Sauerstoffenddruck p_e beträgt etwa 103 bar. Dies zeigt, dass die Zündtemperatur der gealterten Probe im Rahmen der Messgenauigkeit der Zündtemperatur entspricht, die bei der nicht gealterten Probe ermittelt worden war.

Aus sicherheitstechnischen Gründen wird grundsätzlich bei der Beurteilung von Flachdichtungsmaterialien eine Sicherheitsspanne von 50 °C zwischen der Zündtemperatur und der maximalen Betriebstemperatur zu Grunde gelegt. Da die maximale Betriebstemperatur 80 °C beträgt, erfüllt das Flachdichtungsmaterial Novapress® Universal, unbekannte Charge, somit diese Forderung.

Bei fünf Versuchen mit einem Sauerstoffdruck von 100 bar und einer Temperatur von 80 °C verbrennen nur die ins Rohrinne hineinragenden Teile des Flachdichtungsmaterials Novapress® Universal, unbekannte Charge, innerhalb der lichten Weite des Flansches. Der Brand wird weder auf den Stahl übertragen, noch brennt die Dichtung zwischen den Flanschen. Die Flanschverbindung bleibt gasdicht.

Unter Berücksichtigung dieser Prüfergebnisse und der oben angegebenen Einschränkungen bestehen in sicherheitstechnischer Hinsicht keine Bedenken gegen eine Verwendung des Flachdichtungsmaterials Novapress® Universal, unbekannte Charge, mit einer maximalen Dicke von 3 mm zum Abdichten von Flanschverbindungen aus Kupfer, Kupferlegierungen oder Stahl für gasförmigen Sauerstoff, und zwar sowohl in Flanschen mit glatter Dichtleiste als auch in Flanschen mit Vor- und Rücksprung oder mit Nut und Feder, bei folgenden Betriebsbedingungen:

maximaler Sauerstoffdruck [bar]	maximale Temperatur [°C]
100	80

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 einem Becherglas 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.