

Bericht

über die Prüfung eines nichtmetallischen Materials auf Reaktionsfähigkeit
mit gasförmigem Sauerstoff

Aktenzeichen	2-1073/2014 I
Ausfertigung	1. Ausfertigung von 2 Ausfertigungen
Auftraggeber	TEADIT Deutschland GmbH Schanzenstraße 35 51063 Köln
Auftrag vom	29. April 2014
Eingegangen am	30. April 2014
Prüf-/ Versuchsmaterial	TEADIT TF 1580 (Chargenbezeichnung unbekannt) für den Einsatz als Flachdichtung in Flanschverbindungen an/in Sauerstoffleitungen/-anlagenteilen und -armaturen für gasförmigen Sauerstoff bei Temperaturen bis 250 °C. BAM-Auftrags-Nr.: 2.1/52 084
Eingegangen am	6. Mai 2014
Prüfdatum	26. Mai bis 10. Juni 2014
Prüfort	BAM - 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 Bundes- anstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) zum Ein- satz 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 Gefährdungsbeurtei- lung“ 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
- 1 Materialdatenblatt TEADIT TF 1580, Nummer 01/121013
- 15 Ronden TEADIT TF 1580, Chargenbezeichnung unbekannt
Durchmesser 140 mm; Dicke 3 mm
Farbe: Weiß

2 Prüfverfahren

Für die sicherheitstechnische Beurteilung des nichtmetallischen Materials TEADIT TF 1580 mit unbekannter Chargenbezeichnung für den Einsatz als Flachdichtung in Flanschverbindungen an/in Sauerstoffleitungen/-anlagenteilen und -armaturen bei Betriebsbedingungen bis 250 °C wurde eine Flanschprüfung bei 250 °C sowie eine Zündtemperaturbestimmung und eine Alterung mit anschließender erneuter Zündtemperaturbestimmung des gealterten Dichtungsmaterials durchgeführt.

3 Prüfergebnisse

3.1 Zündtemperatur

Das Prüfverfahren ist im Anhang 1 beschrieben.

Ergebnis:

Versuch Nr.	Sauerstoffanfangsdruck p_a [bar]	Sauerstoffenddruck p_e [bar]	Zündtemperatur [°C]
1	33	87	485
2	33	85	479
3	33	87	486
4	33	86	486
5	33	87	483

Bei fünf Versuchen mit einem Sauerstoffanfangsdruck $p_a = 33$ bar wurde eine Zündtemperatur von 484 °C mit einer Standardabweichung von ± 3 °C ermittelt. Der zugehörige Sauerstoffenddruck p_e beträgt etwa 87 bar.

3.2 Verhalten bei künstlicher Alterung

Das Prüfverfahren ist im Anhang 2 beschrieben.

Ergebnis:

Zeit [h]	Temperatur [°C]	Sauerstoffdruck [bar]	Massenänderung [%]
100	275	83	0

Nach der Alterung des nichtmetallischen Materials bei 275 °C und 83 bar Sauerstoffdruck war die Probe augenscheinlich unverändert. Die Probenmasse blieb unverändert.

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	33	85	479
2	33	85	480
3	33	85	485
4	33	85	480
5	33	85	482

Bei fünf Versuchen mit einem Sauerstoffanfangsdruck $p_a = 33$ bar wurde eine Zündtemperatur von 481 °C mit einer Standardabweichung von ± 2 °C für das gealterte nichtmetallische Material ermittelt. Der zugehörige Sauerstoffenddruck p_e beträgt etwa 86 bar.

3.3 Flanschprüfung

Das Prüfverfahren ist im Anhang 3 beschrieben.

Ergebnis:

Versuch Nr.	Temperatur [°C]	Druck [bar]	Bemerkungen
1	250	83	Dichtung brennt nur innerhalb der lichten Weite. Die Flanschverbindung bleibt gasdicht.
2	250	83	Dichtung reagiert wie bei Versuch Nr. 1
3	250	83	Dichtung reagiert wie bei Versuch Nr. 1
4	250	83	Dichtung reagiert wie bei Versuch Nr. 1
5	250	83	Dichtung reagiert wie bei Versuch Nr. 1

Bei fünf Versuchen mit einem Sauerstoffdruck von 83 bar und einer Temperatur von 250 °C verbrennen nur die ins Rohrinne hineintragenden Teile des nichtmetallischen Materials innerhalb der lichten Weite des Flansches. Der Brand wird weder auf den Stahl übertragen, noch brennt das nichtmetallische Material zwischen den Flanschen. Die Flanschverbindung bleibt gasdicht.

4 Zusammenfassung und Beurteilung

Das nichtmetallische Material TEADIT TF 1580 (Chargenbezeichnung unbekannt) hat bei einem Sauerstoffenddruck p_e von etwa 87 bar eine Zündtemperatur von 484 °C mit einer Standardabweichung von ± 3 °C.

Bei 275 °C und einem Sauerstoffdruck von 83 bar erwies sich das nichtmetallische Material TEADIT TF 1580 (Chargenbezeichnung unbekannt) als alterungsbeständig. Es wurde keine Veränderung der Masse festgestellt.

Das gealterte nichtmetallische Material TEADIT TF 1580 (Chargenbezeichnung unbekannt) hat bei einem Sauerstoffenddruck p_e von etwa 86 bar eine Zündtemperatur von 481 °C mit einer Standardabweichung von ± 2 °C.

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

Unter Berücksichtigung einer Sicherheitsspanne bei Flachdichtungen von mindestens 50 °C zwischen der maximalen Betriebstemperatur und der Zündtemperatur folgt, dass die Zündtemperatur des nichtmetallischen Materials TEADIT TF 1580 (Chargenbezeichnung unbekannt) bei einem Sauerstoffdruck von 83 bar mindestens 300 °C betragen muss. Wie die Untersuchung ergeben hat, weist das nichtmetallische Material bei einem Sauerstoffdruck von 87 bar eine Zündtemperatur von 484 °C auf und erfüllt damit diese Forderung.

Auf Grund dieser Versuchsergebnisse und der Ergebnisse der Flanschprüfung sowie der Voraussetzung, dass im Betrieb keine Sauerstoffdruckstöße auftreten, bestehen in sicherheitstechnischer Hinsicht keine Bedenken gegen eine Verwendung der Charge mit unbekannter Chargenbezeichnung des nichtmetallischen Materials TEADIT TF 1580 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:

maximale Temperatur	maximaler Sauerstoffdruck
250 °C	83 bar

Diese Beurteilung gilt nicht für eine Verwendung des nichtmetallischen Materials TEADIT TF 1580 (Chargenbezeichnung unbekannt) 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 die Charge des untersuchten nichtmetallischen Materials TEADIT TF 1580 (Chargenbezeichnung unbekannt).

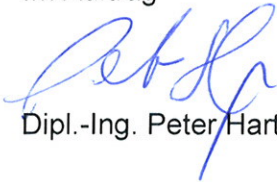
Falls bei einem in den Handel gebrachten Produkt, der Hinweis auf eine BAM-Prüfung erfolgt, muss ersichtlich sein, dass nur die Probe einer Charge auf Eignung für den Einsatz in Sauerstoff durch die BAM geprüft und sicherheitstechnisch beurteilt worden ist. Der Hinweis darf keine Vermutungswirkung erzeugen, dass es sich hierbei um eine Zertifizierung handelt, die z. B. eine regelmäßige Überwachung der Produktion beinhaltet.

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.

**BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
12200 Berlin, 15. Juli 2014**

**Fachbereich 2.1
„Gase, Gasanlagen“**

Im Auftrag



Dipl.-Ing. Peter Hartwig

Verteiler: 1. Ausfertigung: TEADIT Deutschland GmbH
 2. Ausfertigung: BAM - Fachbereich 2.1 „Gase, Gasanlagen“

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.

Anhang 3

Prüfung von Flanschdichtungen für Sauerstoff-Stahlrohrleitungen

Die Prüfapparatur besteht aus zwei je etwa 2 m langen Stahlrohren DN 65 PN 160, an die entsprechende Normflansche angeschweißt sind. Diese werden unter Verwendung der zu prüfenden Dichtung gasdicht geflanscht. Die Dichtung ist so bemessen, dass sie in das Rohrinne hineintragt. Die Prüfapparatur wird durch Heizmanschetten auf die jeweils vorgesehene Versuchstemperatur erwärmt, die mindestens 50 °C niedriger sein muss als die Zündtemperatur des Dichtungswerkstoffes. Die geschlossene Apparatur wird bis zum vorgesehenen Prüfdruck mit Sauerstoff gefüllt und der ins Rohrinne hineintragende Teil der Dichtung dann durch einen elektrischen Glühdraht gezündet. Für den Fall, dass die Dichtung elektrisch leitfähig ist, z. B. bei Spiraldichtungen oder Graphitfolien, wird eine nicht leitfähige Zündpille aus organischem Werkstoff, z. B. PTFE oder Gummi, verwendet, deren Flamme auf die Dichtung einwirkt.

Maßgebend für die Beurteilung der Dichtung ist ihr Verhalten nach Zündeinleitung. Verbrennt die Dichtung mit so heißer Flamme, dass der Brand auf den Stahl übertragen wird, so gilt die Dichtung als ungeeignet. Sofern nur die ins Rohrinne hineintragenden Teile der Dichtung verbrennen, der Brand nicht auf die Rohrleitung bzw. auf die Flansche übertragen wird, die Dichtung auch nicht zwischen den Flanschen weiterbrennt und die Flanschverbindung gasdicht bleibt, gilt die Dichtung als geeignet. Kann dieses positive Prüfergebnis in vier weiteren Versuchen unter den gleichen Prüfbedingungen bestätigt werden, bestehen in sicherheitstechnischer Hinsicht keine Bedenken gegen eine Verwendung der Dichtung bis zu dem angewendeten Prüfdruck und der vorgegebenen Versuchstemperatur.

Besteht die Flanschdichtung die Prüfung dagegen nicht, so wird die Prüfung bei niedrigeren Temperaturen und Sauerstoffdrücken fortgesetzt, bis bei fünf Versuchen das oben beschriebene günstige Ergebnis erhalten wird.