

Bericht

über die Prüfung eines Klebstoffs
auf Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff

Aktenzeichen	II-1002/2009
Ausfertigung	1. Ausfertigung von 2 Ausfertigungen
Auftraggeber	Henkel AG & Co. KGaA Gutenbergstraße 3 85748 Garching
Auftrag vom	27. April 2009
Zeichen	Best.-Nr.: 4591143881
Eingegangen am	30. April 2009
Prüf-/ Versuchsmaterial	Gewindedichtungsmaterial LOCTITE® 271™ für den Einsatz in Sauerstoffarmaturen und -anlagenteilen für gasförmigen Sauerstoff bei Temperaturen bis 60 °C und für die Verwendung in flüssigem Sauerstoff. BAM-Auftrags-Nr. II.1/49 650
Eingegangen am	30. April 2009
Prüfdatum	12. Juni 2009 bis 16. Juli 2009
Prüfört	BAM-Arbeitsgruppe „Sicherer Umgang mit Sauerstoff“, Haus 41, Raum 120 und Raum 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 2008; nach Kapitel 3.17 „Gleitmittel und Dichtwerkstoffe“ der Berufsgenossenschaftlichen Regel BGR 500 Betreiben von Arbeitsmitteln, Teil 2, Kapitel 2.32 „Betreiben von Sauerstoffanlagen“, Stand: September 2008.

Alle im Bericht angegebenen Drücke sind Überdrücke.
Dieser Prüfbericht besteht aus Blatt 1 bis 4 und den Anhängen 1 und 2.

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	Sicherheitsdatenblatt
1	Technisches Datenblatt
4 Fl. á 50 ml	Anaerober Klebstoff LOCTITE® 271™ Threadlocker HIGH STRENGHT PART No. 27131 Rote Flüssigkeit

2 Prüfverfahren und -ergebnisse

Das Gewindedichtungsmaterial LOCTITE® 271™ wurde im flüssigen und im ausgehärteten Zustand geprüft.

Die Ermittlung der Zündtemperatur und die Untersuchung der Alterungsbeständigkeit in verdichtetem Sauerstoff wurden nicht durchgeführt, da das Gewindedichtungsmaterial LOCTITE® 271™ nicht bei Temperaturen über 60 °C eingesetzt werden soll.

2.1 Verhalten bei Sauerstoffdruckstößen

Das Prüfverfahren ist im Anhang 1 beschrieben.

2.1.1 Flüssiges Gewindedichtungsmaterial

Ergebnisse:

Probentemperatur t_a [°C]	Sauerstoffanfangsdruck p_a [bar]	Sauerstoffenddruck p_e [bar]	Verhalten beim Druckstoß
60	1	20	Entzündung beim 2. Druckstoß
60	1	15	Entzündung beim 3. Druckstoß
60	1	10	keine Reaktion *)
60	1	10	keine Reaktion *)

*) bei fünf Druckstößen

Bei zwei Versuchsreihen mit je fünf Versuchen und einem Sauerstoffanfangsdruck $p_a = 1$ bar wurde keine Zündung des Gewindedichtungsmaterials LOCTITE® 271™ bei einem Sauerstoffdruck $p_e = 10$ bar festgestellt.

2.1.2 Ausgehärtetes Gewindedichtungsmaterial

Ergebnisse:

Probentemperatur t_a [°C]	Sauerstoffanfangsdruck p_a [bar]	Sauerstoffenddruck p_e [bar]	Verhalten beim Druckstoß
60	1	25	Entzündung beim 1. Druckstoß
60	1	20	keine Reaktion *)
60	1	20	keine Reaktion *)

*) bei fünf Druckstößen

Bei zwei Versuchsreihen mit je fünf Versuchen und einem Sauerstoffanfangsdruck $p_a = 1$ bar wurde keine Zündung des Gewindedichtungsmaterials LOCTITE® 271™ bei einem Sauerstoffdruck $p_e = 20$ bar festgestellt.

2.2 Reaktionsfähigkeit mit flüssigem Sauerstoff bei Schlagbeanspruchung

Das Prüfverfahren ist im Anhang 2 beschrieben.

2.2.1 Flüssiges Gewindedichtungsmaterial

Ergebnis:

Versuch Nr.	Fallhöhe [m]	Schlagenergie [Nm]	Reaktionen
1	0,17	125	Heftige Reaktion

Bei 0,17 m Fallhöhe des Hammers (Schlagenergie 125 Nm) konnte schon beim ersten Versuch eine heftige Zündreaktion des nichtmetallischen Materials mit dem flüssigen Sauerstoff beobachtet werden.

3 Zusammenfassung und Beurteilung

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 K.

Unter Berücksichtigung des Kriteriums einer eindeutigen Reaktion und der Prüfergebnisse des flüssigen und ausgehärteten Materials bestehen in sicherheitstechnischer Hinsicht keine Bedenken gegen eine Verwendung des Gewindedichtungsmaterials LOCTITE® 271™ in Sauerstoff-armaturen und anderen Sauerstoffanlagenteilen bei folgenden Betriebsbedingungen:

maximale Temperatur	maximaler Sauerstoffdruck
60 °C	10 bar

Entsprechend dem BAM-Standard „Prüfung auf Reaktionsfähigkeit mit flüssigem Sauerstoff bei Schlagbeanspruchung“, beschrieben im Anhang 2, ist das Gewindedichtungsmaterial LOCTITE® 271™ in sicherheitstechnischer Hinsicht für eine Verwendung in Anlagen und Anlagenteilen für flüssigen Sauerstoff nicht geeignet.

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.

BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
12200 Berlin, 29. Juli 2009

Fachgruppe II.1
"Gase, Gasanlagen"

im Auftrag

Dr. Chr. Binder
Leiter der Arbeitsgruppe

Arbeitsgruppe
"Sicherer Umgang mit Sauerstoff"

im Auftrag

Dipl.-Ing. K. Arlt
Sachbearbeiter

Verteiler: 1. Ausfertigung: Henkel AG & Co. KGaA
2. Ausfertigung: BAM-Arbeitsgruppe „Sicherer Umgang mit Sauerstoff“

Anhang 1

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.

Anhang 2

Prüfung auf Reaktionsfähigkeit mit flüssigem Sauerstoff bei Schlagbeanspruchung

Jeweils etwa 0,5 g des pastenartigen oder zerkleinerten festen Versuchsmaterials werden in einen schalenförmigen Probenbehälter von 10 mm Höhe und 30 mm Durchmesser und 0,01 mm dickem Kupferblech gegeben. Der Probenbehälter wird mit flüssigem Sauerstoff gefüllt und der Schlagwirkung eines Fallhammers mit einer Masse von 76,5 kg ausgesetzt. Die Fallhöhe des Hammers ist veränderlich. Als Unterlage für den Probenbehälter dient ein Stahlamboss mit einem Einsatz aus Chrom-Nickel-Stahl.

Eine Reaktion der zu untersuchenden Probe mit dem flüssigen Sauerstoff ist in der Regel an einer Flammenbildung zu erkennen, die messtechnisch durch Photoelemente erfasst und auf einem Speicheroszilloskop registriert wird. Es ist gleichzeitig ein mehr oder weniger heftiger Explosionsknall wahrnehmbar. Durch Verändern der Fallhöhe des Hammers wird jene Schlagenergie ermittelt, bei der gerade noch keine Reaktion eintritt. Dieses Ergebnis muss durch zehn Einzelversuche unter gleichen Bedingungen bestätigt werden.

Die Versuche werden abgebrochen, falls bei einer Schlagenergie von 125 Nm oder weniger, entsprechend einer Fallhöhe des Hammers von 0,17 m, Reaktionen beobachtet werden. In diesem Fall gilt der Werkstoff sicherheitstechnisch als ungeeignet für Flüssigsauerstoff-Anlagen.