

Oxygen suitability of materials

Category: Technical information

Dear customers,

Fittings for use with gaseous and/or liquid oxygen must be made of suitable materials. In order to select the materials compatible with the medium, empirical values and/or additional tests are carried out with the medium oxygen in order to obtain proof of the suitability for use.

The gas associations EIGA (European Industrial Gases Association) and CGA (Compressed Gas Association) have summarised important aspects of consideration for products for oxygen use in the following document.

DESIGN, MANUFACTURE, INSTALLATION, OPERATION, AND MAINTENANCE OF VALVES USED IN LIQUID OXYGEN AND COLD GASEOUS OXYGEN SYSTEMS
Doc 200/17

3.2.3 Non-metallic material

Any material, other than metal, or any composite material in which the metal constituent is not the most easily ignited component and for which the individual constituent cannot be evaluated independently (see ASTM G63 Standard Guide for Evaluating Nonmetallic Materials for Oxygen Service).

6.1 Selection of metallic materials

Typical metallic materials for cold oxygen valve components, where ignition mechanisms are present, include:

- brass
- bronze
- cobalt alloys
- copper and copper alloys
- copper nickel alloys
- nickel and nickel alloys
- austenitic stainless steels

Other base material alloys may be used for valve bodies in low purity or low pressure oxygen applications; however, specific knowledge and expertise are required for the use of other base material alloys.

ASTM G94, Standard Guide for Evaluating Metals for Oxygen Service provides guidance for selecting metallic materials for oxygen service [4]. Some of the data listed in ASTM G94 are based on ASTM G124, Standard Test Method for Determining the Combustion Behavior of Metallic Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres, which provides a test method for comparing the flammability characteristics of metallic materials in gaseous oxygen.

6.3 Selection of non-metallic materials

Non-metallic materials are widely used for bonnet gaskets, valve seats, seals, valve packing, and similar components of valves to reduce friction and to minimize gas or liquid leakage.

In practice, it is usual to consider a minimum AIT of 300 °C (572 °F) at a minimum test pressure of 103 bara (1500 psia) according to ASTM G72, Standard Test Method for Autogenous Ignition Temperature of Liquids and Solids in a High-Pressure Oxygen-Enriched Environment or at 120 bara according to EN 1797, Cryogenic vessels. Gas/material compatibility or ISO 21010, Cryogenic vessels. Gas/material compatibility

For valves operating in liquid oxygen service, the non-metallic material shall pass a mechanical impact test in liquid oxygen. For more information concerning test methods and list of non-metallic materials, see ASTM G63, ASTM G72, EN 1797, ISO 21010 , M034-1, List of nonmetallic materials by BAM Federal Institute for Materials Research and Testing, ASTM G86, Standard Test Method for Determining Ignition Sensitivity of Materials to Mechanical Impact in Ambient Liquid Oxygen and Pressurized Liquid and Gaseous Oxygen Environments, and ASTM D2512, Standard Test Method for Compatibility of Materials with Liquid Oxygen.

Samples for accepted test laboratories: CTE (Air Liquide Blanc-Mesnil, France), BAM (Berlin, Germany) and WHA International, Inc. (Las Cruces, NM, USA)

8 Valve cleaning for oxygen service

In addition to good design and material selection for the valves used in cold oxygen service, organic and inorganic contaminants including oils, greases, thread lubricants, fibres, rust, dirt, filings, and other foreign material shall be removed from the valves and the associated piping. This is in order to reduce risks of ignition and combustion propagation. See CGA G-4.1, Cleaning Equipment for Oxygen Service and EIGA Doc 33, Cleaning of equipment for oxygen service for guidance on oxygen service cleaning

8.3 Standard of cleanliness

A valve is considered to be clean for oxygen service when organic, inorganic, and particulate contamination have been removed to the level specified. See CGA G-4.1, EIGA Doc 33, ISO 23208, Cryogenic vessels—Cleanliness for cryogenic service, and ASTM G93, Standard practice for cleaning methods and cleanliness levels for material and equipment used in oxygen-enriched environments, for guidance on threshold detection limits and cleanliness acceptance criteria

The tests of the non-metallic materials used at HEROSE GMBH in the testing laboratories yielded the following results:

Test laboratory	Test date	Material	Product	Test report	Gaseous		Liquid	
					Pressure [bar]	Temperature [°C]	Yes	No
CTE	11.12.2019	4186.MM04020.33001	Pressure Regulator	2019/R292a1	50	-	x	
CTE	11.12.2019	4186.MM04020.13001	Pressure Regulator	2019/R294a1	50	-	x	
CTE	16.01.2019	068X0.X.000000H	High Pressure-SV	2019/R015	550	-	-	-
CTE	02.03.2020	PCTFE	Soft seal	2020/R062	120,5	424,6	x	
CTE	28.11.2019	PTFE/25%fibreglas	Soft seal	2019/R303	120,5	468,2	x	
CTE	28.11.2019	PTFE/25%carbon	Soft seal	2019/R302	120,4	478,6	x	
CTE	28.10.2018	PTFE	Soft seal	2018/R273	120,5	469,7	x	
BAM	14.06.2022	Mica	Soft Seal	21020867-E	263	>500	-	
BAM	26.04.2022			22000164-E	-	-	x	

Conclusion:

The results of the CTE test laboratory are used as application limits for the HEROSE products and the gasket materials used.

The results of the valve tests show the usability and limits with gaseous oxygen. In addition, the results of the sealing materials with liquid oxygen provide the framework for the usability of the valves for liquid oxygen.



HEROSE GmbH
Thorsten Cordes – QM

References:

ASTM G63 Standard Guide for Evaluating Nonmetallic Materials for Oxygen Service www.astm.org

ASTM G94 Standard Guide for Evaluating Metals for Oxygen Service www.astm.org

ASTM G124 Standard Test Method for Determining the Combustion Behavior of Metallic Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres www.astm.org

ASTM G72 Standard Test Method for Autogenous Ignition Temperature of Liquids and Solids in a High-Pressure Oxygen-Enriched Environment www.astm.org

EN 1797 Cryogenic vessels—Gas materials compatibility www.cen.eu

ISO 21010 Cryogenic vessels—Gas materials compatibility www.iso.org

M034-1 List of nonmetallic materials compatible with oxygen by BAM Federal Institute for Materials Research and Testing www.bam.de

ASTM G86 Standard Test Method for Determining Ignition Sensitivity of Materials to Mechanical Impact in Ambient Liquid Oxygen and Pressurized Liquid and Gaseous Oxygen Environments www.astm.org

ASTM D2512 Standard Test Method for Compatibility of Materials with Liquid Oxygen (Impact Sensitivity Threshold and Pass-Fail Techniques) www.astm.org

CGA G-4.1 Cleaning Equipment for Oxygen Service www.cganet.com

EIGA Doc 33 Cleaning of equipment for oxygen service www.eiga.eu

ISO 23208 Cryogenic vessels—Cleanliness for cryogenic service www.iso.org

ASTM G93 Standard Practice for Cleaning Methods and Cleanliness Levels for Material and Equipment used in Oxygen-Enriched Environments www.astm.org

Sauerstoffeignung von Materialien

Rubrik: Technische Information

Sehr geehrte Kunden,

Armaturen für den Einsatz mit gasförmigem und / oder flüssigem Sauerstoff müssen aus geeigneten Materialien hergestellt werden. Um die medienverträglichen Materialien auszuwählen werden entsprechend Erfahrungswerte und / oder ergänzende Prüfungen mit dem Medium Sauerstoff durchgeführt, um den Nachweis der Einsatzfähigkeit zu erhalten.

Wesentliche Aspekte bei der Berücksichtigung für Produkte für den Sauerstoffeinsatz wurden von den Gaseverbänden EIGA (European Industrial Gases Association) und CGA (Compressed Gas Association) in dem nachfolgenden Dokument zusammengefasst.

DESIGN, MANUFACTURE, INSTALLATION, OPERATION, AND MAINTENANCE OF VALVES USED IN LIQUID OXYGEN AND COLD GASEOUS OXYGEN SYSTEMS
Doc 200/17

3.2.3 Nichtmetallischer Werkstoff

Ist jeder Werkstoff, der kein Metall ist, oder jeder Verbundwerkstoff, bei dem der Metallbestandteil nicht der am leichtesten entzündbare Bestandteil ist und bei dem der einzelne Bestandteil nicht unabhängig bewertet werden kann (siehe ASTM G63 Standard Guide for Evaluating Nonmetallic Materials for Oxygen Service).

6.1 Auswahl der metallischen Werkstoffe

Typische metallische Werkstoffe für Komponenten von Kryo-Ventilen, bei denen Zündmechanismen vorhanden sind, sind:

- Messing
- Bronze
- Kobaltlegierungen
- Kupfer und Kupferlegierungen
- Kupfer und Kupfer-Nickel-Legierungen
- Nickel und Nickellegierungen
- austenitische rostfreie Stähle

Andere Grundwerkstofflegierungen können für Ventilkörper in Sauerstoffanwendungen mit geringer Reinheit oder niedrigem Druck verwendet werden; für die Verwendung anderer Grundwerkstofflegierungen sind jedoch spezifische Kenntnisse und Fachkenntnisse erforderlich.

ASTM G94, Standard Guide for Evaluating Metals for Oxygen Service, bietet eine Anleitung zur Auswahl von metallischen Werkstoffen für den Sauerstoffeinsatz. Einige der in ASTM G94 aufgeführten Daten basieren auf ASTM G124, Standard Test Method for Determining the Combustion Behaviour of Metallic Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres, die eine Prüfmethode zum Vergleich der Entflammbarkeitseigenschaften von metallischen Werkstoffen in gasförmigem Sauerstoff bietet.

6.3 Auswahl der nichtmetallischen Werkstoffe

Nichtmetallische Werkstoffe werden häufig für Oberteildichtungen, Ventilsitze, Dichtungen, Ventilpackungen und ähnliche Komponenten von Ventilen verwendet, um die Reibung zu verringern und Gas- oder Flüssigkeitsleckagen zu minimieren. In der Praxis ist es üblich, eine minimale AIT von 300 °C (572 °F) bei einem Mindestprüfdruck von 103 bara (1500 psia) gemäß ASTM G72, Standard Test Method for Autogen Ignition Temperature of Liquids and Solids in a High-Pressure Oxygen-Enriched Environment oder bei 120 bara gemäß EN 1797, Cryogenic vessels, in Betracht zu ziehen.

Bei Ventilen, die mit flüssigem Sauerstoff betrieben werden, muss der nichtmetallische Werkstoff eine mechanische Schlagprüfung in flüssigem Sauerstoff bestehen. Weitere Informationen zu Prüfverfahren und Liste der nichtmetallischen Werkstoffe finden Sie in ASTM G63, ASTM G72, EN 1797, ISO 21010, M034-1, Liste nichtmetallischer Werkstoffe der BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, ASTM G86, Standard-Prüfverfahren zur Bestimmung der Zündempfindlichkeit von Werkstoffen gegen mechanische Einwirkungen in Umgebungen mit flüssigem Sauerstoff und unter Druck stehenden flüssigen und gasförmigen Sauerstoff, sowie ASTM D2512, Standard-Prüfverfahren zur Verträglichkeit von Werkstoffen mit flüssigem Sauerstoff

Beispiele für anerkannte Prüflabore sind CTE (Air Liquide Blanc-Mesnil, Frankreich), BAM (Berlin, Deutschland) und WHA International, Inc. (Las Cruces, NM, USA)

8 Ventilreinigung für Sauerstoffbetrieb

Zusätzlich zu einer guten Konstruktion und Werkstoffauswahl für die im Kaltsauerstoffbetrieb eingesetzten Armaturen sind organische und anorganische Verunreinigungen wie Öle, Fette, Gewindeschmiermittel, Fasern, Rost, Schmutz, Späne und andere Fremdmaterialien von den Armaturen und den zugehörigen Rohrleitungen zu entfernen. Dadurch sollen die Risiken der Entzündung und der Ausbreitung der Verbrennung verringert werden. Siehe CGA G-4.1, Cleaning Equipment for Oxygen Service und EIGA Doc 33, Cleaning of Equipment for Oxygen Service für Hinweise zur Reinigung von Sauerstoffanlagen.

8.3 Standard der Sauberkeit

Ein Ventil gilt als sauber für den Sauerstoffeinsatz, wenn organische, anorganische und partikuläre Verunreinigungen bis zum vorgegebenen Wert entfernt wurden. Siehe CGA G-4.1, EIGA Doc 33, ISO 23208, Cryogenic vessels-Cleanliness for cryogenic service, und ASTM G93, Standard practice for cleaning methods and cleanliness levels for material and equipment used in oxygen enriched environments, für Hinweise zu Nachweisgrenzen und Reinheitsakzeptanzkriterien

Die Überprüfungen der bei HEROSE GMBH eingesetzten nichtmetallischen Werkstoffe bei den Prüflaboren ergaben folgende Resultate:

Prüflabor	Prüfdatum	Material	Produkt	Prüfbericht	Gasförmig		Flüssig	
					Druck [bar]	Temperatur [°C]	Ja	Nein
CTE	11.12.2019	4186.MM04020.33001	Pressure Regulator	2019/R292a1	50	-	x	
CTE	11.12.2019	4186.MM04020.13001	Pressure Regulator	2019/R294a1	50	-	x	
CTE	16.01.2019	068X0.X.000000H	High Pressure-SV	2019/R015	550	-	-	-
CTE	02.03.2020	PCTFE	Soft seal	2020/R062	120,5	424,6	x	
CTE	28.11.2019	PTFE/25%fibreglas	Soft seal	2019/R303	120,5	468,2	x	
CTE	28.11.2019	PTFE/25%carbon	Soft seal	2019/R302	120,4	478,6	x	
CTE	28.10.2018	PTFE	Soft seal	2018/R273	120,5	469,7	x	
BAM	14.06.2022	Mica	Soft Seal	21020867-E	263	>500	-	
BAM	26.04.2022			22000164-E	-	-	x	

Fazit:

Die Ergebnisse vom Prüflabor CTE werden als Einsatzgrenzen für die HEROSE Produkte und die verwendeten Dichtungswerkstoffe herangezogen.

Die Ergebnisse der Armaturenprüfungen zeigen die Einsatzfähigkeit und Grenzen mit gasförmigem Sauerstoff, ergänzend die Ergebnisse der Dichtungswerkstoffe mit flüssigem Sauerstoff geben den Rahmen für die Einsatzfähigkeit der Armaturen für flüssigen Sauerstoff.



HEROSE GmbH
Thorsten Cordes – QM

Referenzen:

ASTM G63 Standard Guide for Evaluating Nonmetallic Materials for Oxygen Service www.astm.org

ASTM G94 Standard Guide for Evaluating Metals for Oxygen Service www.astm.org

ASTM G124 Standard Test Method for Determining the Combustion Behavior of Metallic Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres www.astm.org

ASTM G72 Standard Test Method for Autogenous Ignition Temperature of Liquids and Solids in a High-Pressure Oxygen-Enriched Environment www.astm.org

EN 1797 Cryogenic vessels—Gas materials compatibility www.cen.eu

ISO 21010 Cryogenic vessels—Gas materials compatibility www.iso.org

M034-1 List of nonmetallic materials compatible with oxygen by BAM Federal Institute for Materials Research and Testing www.bam.de

ASTM G86 Standard Test Method for Determining Ignition Sensitivity of Materials to Mechanical Impact in Ambient Liquid Oxygen and Pressurized Liquid and Gaseous Oxygen Environments www.astm.org

ASTM D2512 Standard Test Method for Compatibility of Materials with Liquid Oxygen (Impact Sensitivity Threshold and Pass-Fail Techniques) www.astm.org

CGA G-4.1 Cleaning Equipment for Oxygen Service www.cganet.com

EIGA Doc 33 Cleaning of equipment for oxygen service www.eiga.eu

ISO 23208 Cryogenic vessels—Cleanliness for cryogenic service www.iso.org

ASTM G93 Standard Practice for Cleaning Methods and Cleanliness Levels for Material and Equipment used in Oxygen-Enriched Environments www.astm.org