

Quelle est l'importance de 'sans huile et sans graisse' dans des systèmes d'oxygène

1. Préface

Oxygène – la manipulation de ce gaz vital est plus complexe que l'on pourrait penser en regardant la respiration journalière. Surtout l'industrie se voit constamment confronté à des nouveaux défis à l'utilisation d'oxygène.

La société SERTO S.A. comme fabricant d'éléments de raccordement de tuyauterie et de vannes se relève à ces exigences de plus en plus élevées et développait pour leur gamme de produits une procédure de nettoyage adapté. La présente note d'information est un résumé de recherches intense fait à ce sujet. Les particularités du gaz d'oxygène y sont présentées et comme thème principal les points notables à sa manipulation y sont mis en valeur.

2. Oxygène (O₂)

On trouve de l'oxygène partout dans l'environnement naturel. A peu près la moitié de l'atmosphère consiste d'oxygène lié. L'air atmosphérique contient 21 % d'oxygène. Comme matière de base est un gaz sans odeur incolore. L'oxygène pur ne brûle pas, par contre c'est un élément absolument indispensable à la combustion et à la respiration. Oxygène se met en liaison avec des autres éléments. Si l'oxygène se lie avec un autre matériel, on l'appelle oxydation. La combustion est un processus d'oxydation. Si ce processus se réalise vite, il y a une flamme, s'il se produit brusquement, on parle d'une explosion. La plus part des matières brûlent de manière intensive et rapide avec de l'oxygène concentré ou pur. Ceci est valable également pour des matières qui, en ambiance atmosphérique ne brûlent pas. Certaines matières réagissent si violemment avec de l'oxygène, que soit ils brûlent après inflammation volontaire, soit ils s'enflamment d'eux-mêmes, comme par exemple les huiles et les graisses. Tout particulièrement, l'industrie chimique est confrontée à ce phénomène. Dans ses instructions de prévention d'accidents¹ elle différencie l'oxygène comme :

- oxygène pur
- tous les mélanges contenant >21 % d'oxygène

2.1. Production et application

Il y a plus de 100 ans que le procédé cryogène appliqué pour l'extraction d'oxygène fut développé par Carl von Linde qui lui a donné son nom. Ce processus consiste à extraire la vapeur d'eau, les particules de poussière et le dioxyde de carbone à l'air, puis le médium est comprimé et fortement refroidi. Ensuite elle est décomposée par distillation de ses éléments. A -196° C d'abord l'azote s'évapore et il en reste de l'oxygène presque pur, qui seulement à -183° C change en état gazeux. Aujourd'hui on applique aussi d'autres procédés physiques à la séparation et au nettoyage des gaz, par exemple par la séparation à l'aide d'une membrane ou par l'adsorption. Les différents éléments d'air sont adsorbés à l'aide d'un matériel spécial, tandis que d'autres circulent librement.



source: Linde

¹ Unfallverhütungsvorschrift 62 "Sauerstoff", Fassung vom 1. Januar 1997

Le champ d'utilisation de l'oxygène est vaste. On l'utilise comme gaz de respiration dans la médecine, dans la navigation aérienne et spatiale. Les industries s'en servent comme oxydant dans les processus de combustion pour atteindre des températures élevées:

- Dans la métallurgie, et au raffinage de cuivre
- En chimie, dans l'oxydation des huiles, dans l'oxydation partielle du charbon de l'acétylène,...
- Pour oxycoupage, souder à l'autogène
- Dans la propulsion des fusées,
- Le traitement des eaux potables et des eaux usées,
- La production d'ozone



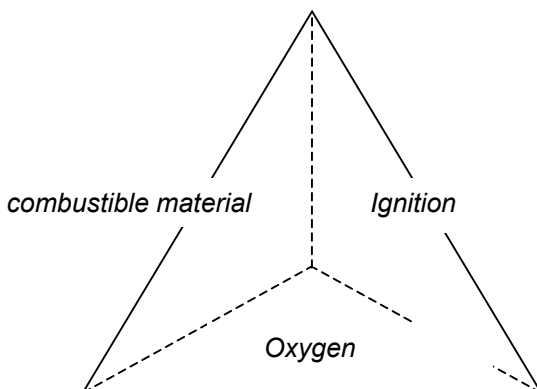
D'autres importants champs d'application se trouvent en cellule électrochimique, dans l'industrie des semi-conducteurs ou dans des processus biologiques.

3. Les dangers dans les systèmes d'oxygène

Dans sa documentation IGC 04/00² L'EIGA³ y revient avec insistance sur ce point - car de toute évidence, l'oxygène n'est pas sans danger! Bien que l'oxygène elle-même le brûle pas, au contraire, cet élément est vital, il masque un fort potentiel de danger. L'utilisation d'oxygène demande donc la plus grande précaution. L'oxygène ne soutient pas uniquement la combustion, mais à l'état de gaz pur, elle permet de faire brûler à haute vitesse élevée ou sous pression la plupart des substances connues, même par explosion. Pour l'être humain il est impossible de reconnaître la présence d'une dose plus important d'oxygène, sans instruments.

3.1. Que faut-il pour qu'une combustion se forme ?

En principe, il en faut les trois éléments suivants: du combustible, de l'oxygène et une source d'inflammation. Si l'un des éléments manque il n'y a pas de combustion.



Le « triangle de feu » est la façon courante de présenter ces faits this

Les faits : plus élevée sera la proportion d'oxygène,

- plus haut seront les risques d'incandescence de l'oxygène
- plus basse sera la température d'allumage
- plus élevée sera la température de la flamme et, par conséquent, plus destructif sera le feu.

² Fire Hazards of Oxygen and Oxygen-enriched Atmospheres
³ European Industrial Gases Association

3.2. Combustibles

En principe toutes les matières peuvent brûler avec de l'oxygène, ceci également valable pour la plupart des métaux et pour les alliages de métaux. Des huiles et des graisses constitués en majeure partie de carbone, dans des circuits d'oxygène sont particulièrement dangereuses, car ils s'enflamment extrêmement facilement et brûlent de manière explosive. L'inflammation d'huiles et de graisses dans des installations d'oxygène mène souvent à une réaction en chaîne qui finalement se termine par la fonte ou la combustion des métaux. Des éléments du matériel fondu peuvent se disperser, permettant à l'oxygène de se diffuser, ce qui provoque l'élargissement de l'incendie.

3.3. Oxygène

Dans ces systèmes l'oxygène est inséparable, c.-à-d. la tuyauterie, les raccords, les vannes ou les joints sont inévitables pris par l'oxygène.

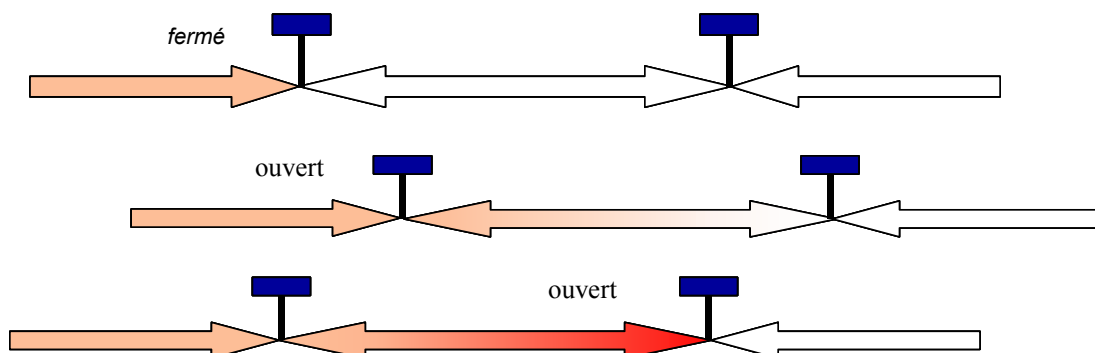
3.4. Source d'inflammation

Dans des circuits sous pression cette source n'est apparemment pas constatable comme par exemple par une flamme visible ou par des surfaces chaudes. L'origine de l'incendie peut venir de:

- la friction
- de résultantes mécaniques,
- d'étincelles électriques,
- une vitesse de flux importante en présence simultanée de particules,
- d'un réchauffement par turbulences
- réchauffement par concentration adiabatique

La compression adiabatique se forme, lorsque de l'oxygène sous haute pression entre brutalement dans un système de faible pression. A ce point le flux d'oxygène peut atteindre la vitesse du son. Cette situation se produit souvent dans l'environnement des vannes et des raccords. Si les gaz rencontrent une résistance à haute vitesse, la température monte rapidement en raison de la concentration adiabatique. On constate toujours cela lorsque la condensation des gaz est si rapide qu'il n'y a pas de perte d'énergie. Sera considéré comme norme: plus élevée est la pression de base, plus élevée sera la température. Par exemple on utilise ce postulat dans les moteurs diesel. Dans la plupart des cas ce sont des vannes fermées qui occasionnent de telles résistances.

Compression adiabatique



4. Design et matières dans des circuits d'oxygène

4.1. Introduction

La sécurité de systèmes d'oxygène se définit par une conception rigoureuse appropriée. En raison du potentiel de danger de tels systèmes, il est indispensable que seuls des spécialistes qualifiés en aient la charge. Les informations d'utilisation qui suivent ne sont que des indications, en aucune manière ils ne déchargent le constructeur de consulter des spécialistes compétents et expérimentés. La ASTM G88⁴ définit un spécialiste comme suit: «du personnel qualifié: des personnes comme des chimistes ou des ingénieurs qui par leur formation et leur expérience connaissent les principes physiques et chimiques lors d'une réaction d'oxygène avec d'autres matériaux. »

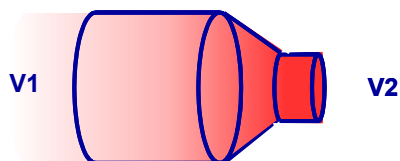
Si vous ne disposez pas de tels spécialistes parmi vos partenaires habituels, le fournisseur d'oxygène peut sûrement aider à vous mettre en rapport avec l'un ou l'autre.

4.2. Risques et dangers dans des circuits d'oxygène

Pour augmenter la sécurité dans les circuits d'oxygène et pour diminuer les risques il est important de connaître les sources de danger potentielles.

4.3. Vitesse de flux

La vitesse du flux est décisive si un gaz risque de s'enflammer. A des vitesses élevées des particules présent dans le système peuvent s'enflammer par le choc d'un impact sur les tuyaux et les raccords et ainsi déclencher une réaction en chaîne. Les hautes vitesses sont à éviter. Des passages brutaux de grands à petits diamètres sont à bannir. Des brusques changements de direction ou des tourbillons peuvent élever les températures, qui pourront provoquer l'inflammation des gaz. Pour ces raisons, il convient de veiller à ce que vannes, raccords T et pièces similaires ne soient pas montés trop proches de la source de pression, comme, par exemple, la bouteille de pression.



4.4. Matériaux

L'utilisation de matériaux difficilement inflammables est conseillée. L'alliage, l'exécution des composants (diamètre des tuyaux), la température, la pression et la pureté de l'oxygène sont des points clé qui influencent l'inflammabilité. Si la pression ne dépasse pas un certain niveau⁵, la vitesse ne présente plus de danger.

4.5. Compression adiabatique

Elle se produit par exemple si une vanne est brutalement ouverte et que l'oxygène se projette à haute vitesse sur un élément fermé. Pour éviter cet effet, il est important que les robinets manipulés manuellement soient ouvert lentement.

4.6. Propreté

La pureté des systèmes et des composants est décisive. Toutes les institutions compétentes ainsi que les fabricants mettent à disposition des directives, des spécifications et des normes qui traitent explicitement ce sujet. Dans ce contexte il convient de mentionner l'ASTM G93-96.

La sécurité du système complet peut être améliorée par une un schéma de conception adapté. Dans une entreprise un robinet à bille, ne fut ouvert que partiellement par inadvertance. Le gaz se propulsa à haute vitesse dans la partie aval sous basse pression et écrasa un raccord T. Sous le choc le système s'enflamma, les tuyaux en acier inoxydable ainsi que les armatures brûlaient.

⁴ Standard Guide for Designing Systems for Oxygen Service

⁵ IGC 13/02 Anhang D

Il existe différentes instructions pour la compréhension d'un système d'oxygène afin d'empêcher des incendies d'oxygène. Néanmoins l'engagement d'un spécialiste est fortement conseillé.

5. Matériaux

Le choix rigoureux du matériel requis est primordial car les risques et la propagation d'incendies d'oxygène dépendent fortement de la résistance à inflammatoire de celui-ci. Le bon matériel positionné à l'endroit décisif peut contribuer à ce qu'un éventuel incendie reste à l'intérieur du système.

5.1. Matériaux métalliques

Des alliages fondés sur le cuivre comme par exemple le laiton, le bronze ou des alliages cuivres-nickel présentent un long historique dans des circuits d'oxygène et conviennent très bien aux systèmes d'oxygène. De même les composants en acier inoxydable peuvent être utilisés. La résistance à l'inflammation des alliages en acier inoxydable (selon DIN 1.4xxx) se situe entre les alliages de cuivre et d'alliages en acier C. L'acier C ne devrait être utilisé que dans des systèmes à moins de 2 bar pression.

5.2. Des matériaux non métalliques

Ceux-ci sont moins qualifiés pour des systèmes d'oxygène, ils sont surtout utilisés pour les joints, comme lubrifiant ou pour des revêtements de soupapes, pour augmenter l'étanchéité ou pour réduire les frictions. Selon IGC Doc 13/02² PTFE et FEP conviendront le plus premier à l'application avec de l'oxygène. Elastomère comme par exemple Kalrez®, Viton® etc. conviennent également. Cependant à l'inflammation des gaz toxiques risquent de se développer.

Des joints de filetages se composent souvent de matières plastiques; il est donc indispensable de choisir un matériau de joint compatible avec de l'oxygène. Des filetages revêtus de bande PTFE ont bien prouvé leur qualification.

6. Propreté et nettoyage

Comme indiqué précédemment la propreté des composants est un facteur décisif, pour rendre les circuits d'oxygène plus sûrs. Un système est considéré comme propre si on s'est assuré que les impuretés organiques et anorganiques ont été éliminés. L'élimination des impuretés comme par exemple les graisses, les huiles, les joints des filetages, les produits de graissage, les copeaux etc. s'avère décisive. La surveillance périodique du système hautement est recommandée.

Pour garantir la propreté, toutes les institutions considérables comme ASTM, CGA, EIGA, NPF prescrivent que les composants (soupapes, raccords, tuyaux) doivent être livrés par le fournisseur en état nettoyé.

6.1. Pollution organique.

Des huiles et des graisses minérales se composent en grande partie de liaisons carboniques. Les carbones se lient avec différentes substances, surtout avec de l'hydrogène et de l'oxygène. Comme le carbone en liaison avec de l'oxygène s'oxyde assez facilement et très vite, des températures très élevées se produisent, y compris de manière explosive, qui peuvent mener à une combustion spontanée et ainsi à une réaction en chaîne. Ils est donc indispensable que toutes les surfaces des composants en contact avec de l'oxygène, soient exempts de résidus d'huiles et graisses. Pour la même raison, il n'est pas permis d'utiliser huiles et graisses comme lubrifiant dans des circuits d'oxygène.

7. Nettoyage et Montage de pièces et composants de la société SERTO S.A. pour l'utilisation dans des systèmes avec d'oxygène enrichi

Comme fabricant de raccords à étanchéité métallique avec bague de serrage, radial démontable et de vannes nous sommes employés à satisfaire les exigences du marché. Le grand nombre de normes et directives traitant du nettoyage des composants de ces systèmes, soulignent l'importance que l'on attribue à ces conditions. ASTM⁶ traite du sujet par les normes G93-96⁷ très détaillés qui a servi de base pour l'établissement du processus de nettoyage de SERTO S.A.

7.1. Impuretés

Dans le paragraphe 10.3.1 'but général conservateur' est mentionné: Pour la majorité des systèmes un objectif mesuré de propreté d'environ 1-5 mg/ft² (11-55mg/m²) ou moins en huiles et graisses indésirables est proposé. SERTO S.A. a fixé son objectif à 33 mg/m² d'impureté non volatile. Ce stade de propreté correspond au niveau B⁸ selon ASTM.

7.2. Nettoyage des composants

Pour atteindre cette haute pureté des surfaces en contact avec les gaz, nous avons développé en collaboration avec des spécialistes un processus échelonné. Les composants à nettoyer sont mis séparément dans des paniers spéciaux; ainsi un écoulement optimal des agents de nettoyage et de rinçage est assuré. Du point de vue du matériau – laiton ou acier inoxydable, les composants passent par une série de bains de nettoyage basique et acide. Selon la matière, laiton ou acier inoxydable, les composants parcourent une série de petites bases et de bains de nettoyage acides. SERTO S.A. a privilégié le choix spécifique de substances respectueuses de l'environnement. A plusieurs reprises, surtout en fin de processus, les pièces passent dans des bain à ultrasons DI à l'eau chaude et ils sont ensuite séchées à l'air filtré, pour obtenir une propreté sans résidus. La procédure de nettoyage choisie est décrite dans ASTM G131⁹. Pendant le déroulement de ce processus nous travaillons en étroite coopération avec l'EMPA¹⁰, entre autres on mesure la pureté des surfaces à l'aide de différentes méthodes. Ces vérifications sont suivies périodiquement.



SERTO AG

7.3. Surveillance et contrôle

La sécurité du processus est d'une grande importance. Pour cette raison nous avons formulé différentes mesures et séquences pour la garantir. D'un côté dans toute l'installation la qualité des agents de nettoyage et de rinçage est électroniquement surveillé. Tous les pas de production sont effectués par un personnel formé à ce sujet et documentés. La qualité de la pureté des surfaces sera surveillé et assuré périodiquement moyennant la méthode de contrôle décrite dans ASTM G144¹¹. Toute tâche de nettoyage est documentée et identifiable.

⁶ American Society for Testing and Materials

⁷ Standard Practice for Cleaning Methods and Cleanliness Levels for Material and Equipement used in Oxygen-enriched Environments

⁸ ASTM 93-96, chapitre 11.4.3

⁹ Standard Practice for Cleaning Materials and Components by Ultrasonic Techniques

¹⁰ Eidgenössische Materialprüfungsanstalt

¹¹ Standard Test Method for Determination of Residual Contamination of Materials and Components by Total Carbon Analysis Using a High Temperature Combustion Analyzer

DOCUMENTATION TECH.

7.4. Montage

Pour assurer après nettoyage que les composants ne soient pas à nouveau pollués, une cellule de production et de montage adjacente à l'installation de nettoyage, mais entièrement séparée de la production standard, était installée. Pour cette partie une réglementation de comportement plus stricte a été mise en place pour le personnel.

7.5. Lubrification

Selon IGC¹² 13/02 l'emploi des lubrifiants est, si possible, à abandonner. Dans le cas où ceci n'aura pas été possible, un lubrifiant contrôlé et admis à l'emploi avec de l'oxygène est à utiliser. SERTO S.A. utilise un lubrifiant examiné par BAM¹³ et autorisé pour l'emploi dans des systèmes d'oxygène. Le choix se faisait ainsi pour que le plafonds d'application réguliers des produits +200°C et 250 bar n'a pas du être limité.



7.6. Joints

Essentiellement pour les composants comme les robinets de réglage ou les soupapes de retenue demandant des joints et autres matériel d'étanchéité ; comme ces éléments se composent en général de matières non métalliques, ce contexte a particulièrement attiré l'attention de SERTO S.A. qui n'utilise que des matériaux admis par BAM.

7.7. Contrôle

Les installations sont ainsi contrôlées pour que les produits ne soient de nouveau pollués après ce contrôle de fonctionnement.

7.8. Emballages

Pour assurer leur propreté pendant le transport et le stockage jusqu'à l'utilisation des composants in situ les éléments sont emballés pièce par pièce dans des sachets en plastique soudés. Les sachets sont étiquetés pour assurer l'identification de leur contenu sans les ouvrir.

Les composants nettoyés et emballés par SERTO S.A. 'sans huile et sans graisse' peuvent être utilisés sans danger dans des circuits d'oxygène – à condition de prendre au montage final les mesures nécessaires afin que les composants ne soient pas à nouveau pollués. Le processus entier de nettoyage, montage et de surveillance est défini, spécifique SERTO, dans l'instruction de nettoyage CSO-OX.

Indication

Le contenu de cette documentation technique devrait sensibiliser nos clients aux dangers à l'utilisation d'oxygène. Ceci se comprend comme un service au client. En choisissant des produits il faut prendre en considération le système global pour garantir une performance sûre et sans problèmes. Fonction, compatibilité des matériaux, bonne installation, fonctionnement et entretien sont de la responsabilité du concepteur et de l'utilisateur du système. De toute manière nous recommandons le recours à spécialiste. SERTO S.A. n'est pas spécialisé dans ce domaine et exclut toute responsabilité.

¹² Industrial Gas Council

¹³ Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung