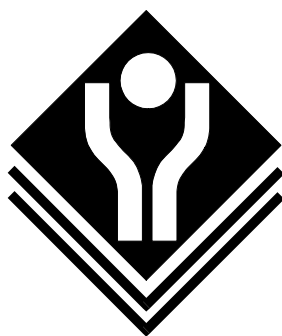


SPF EMPLOI, TRAVAIL ET CONCERTATION SOCIALE
DIRECTION GENERALE DU CONTROLE DU BIEN-ETRE AU TRAVAIL
DIVISION DU CONTROLE DES RISQUES CHIMIQUES

CHECK-LIST



Acide sulfurique et oléum

Introduction

Cette check-list est un outil d'inspection de la Division du contrôle des risques chimiques permettant de vérifier d'une façon systématique dans quelle mesure les installations de stockage et de (dé)chargement d'acide sulfurique et d'oléum sont en conformité avec les normes actuelles et les codes de bonne pratique.

Dans le cadre de la politique de transparence du service, cette check-list est mise gratuitement à la disposition des entreprises, afin de leur permettre d'effectuer elles-mêmes leur propre enquête et d'en tirer les conclusions adéquates en vue d'une amélioration de la prévention des accidents majeurs.

La check-list énumère un certain nombre de risques spécifiques aux installations concernées et donne un aperçu des mesures qui peuvent être prises pour les contrer. Ces risques et mesures sont essentiellement repris des normes et codes de bonne pratique se rapportant à ces installations. Cette check-list n'a pas la prétention d'être exhaustive et ne remplace donc pas ces normes et codes. L'application de cette check-list ne peut en aucun cas être une alternative à une analyse de risques approfondie par l'exploitant.

Table des matières

1	PROPRIETES DE L'ACIDE SULFURIQUE ET DE L'OLEUM.....	4
1.1	IDENTIFICATION ET CLASSIFICATION	4
1.2	PROPRIETÉS	4
2	MODE D'EMPLOI.....	7
3	REFERENCES	8

ANNEXE 1: ANALYSE PLANOP DE L'INSTALLATION

ANNEXE 2: LISTE DE VERIFICATION

1 Propriétés de l'acide sulfurique et de l'oléum

1.1 Identification et classification

L'acide sulfurique est incolore à grisâtre et d'aspect quelque peu huileux. L'acide sulfurique en concentrations en-dessous de 96% est pratiquement inodore à température ambiante. A températures plus élevées et à des concentrations supérieures à 98%, il y a libération de vapeurs acides irritantes, d'où le nom d'acide sulfurique fumant pour ces concentrations élevées.

L'oléum qui est constitué d'acide sulfurique à 100% avec jusqu'à 65% de SO₃ libre en solution (donc non lié chimiquement) a des propriétés semblables à celles de l'acide sulfurique. De par le SO₃ en excès, ce liquide va toujours dégager des vapeurs à l'odeur irritante.

Le

Tableau 1.1 reprend les données d'identification de l'acide sulfurique et de l'oléum.

	acide sulfurique	oléum
Formule chimique	H ₂ SO ₄	H ₂ SO ₄ + SO ₃
Numéro CAS	7664-93-9	8014-95-7
Numéro NU	1830	1831
Numéro CE	016-020-00-8	016-019-00-2
Numéro EINECS	231-639-5	
Code NFPA (S-F-R)	3-0-2 (W au-delà de 98%)	3-0-2, W
Classification	R35: Corrosif conc. ≥ 15%	R14: Réagit violemment avec l'eau R35: Corrosif R37: Irritant
Valeur limite	1 mg/m ³ (recherche récente: 0,3 kg/m ³ [11])	
Valeur courte durée	3 mg/m ³	

Tableau 1.1: Identification de l'acide sulfurique et de l'oléum

1.2 Propriétés

Les caractéristiques les plus typiques de l'acide sulfurique et de l'oléum sont:

- Au-delà de 60%, l'acide sulfurique est un oxydant puissant qui réagit violemment avec de nombreuses liaisons organiques et des bases. Ces réactions vont souvent de pair avec un dégagement de chaleur important.
- L'acide sulfurique et l'oléum attaquent les métaux non nobles (à l'exception du plomb) avec dégagement d'hydrogène.
- L'acide sulfurique concentré (conc. > 90%) et l'oléum n'attaquent l'acier au carbone que de façon limitée car ils forment sur l'acier une couche de passivation composée de sulfate de fer. Dans le cas de concentrations inférieures, de turbulences ou de

conditions érosives, le sulfate de fer est dissous; s'ensuit une disparition de la couche de protection.

- L'acide sulfurique est très hygroscopique. Il absorbe l'humidité de l'air, ce qui abaisse la concentration en acide. L'acide sulfurique est soluble dans l'eau en toutes proportions.
- L'acide sulfurique concentré et l'oléum réagissent violemment avec l'eau. Cette réaction va de pair avec un important dégagement de chaleur. Ce dégagement de chaleur favorise la libération de vapeurs de SO₃. Pour diluer l'acide, c'est toujours l'acide qui doit être versé dans l'eau et non l'inverse.
- L'élimination de flaques de liquide ne peut se faire avec de l'eau qu'en cas de disponibilité suffisante d'eau. Autrement, l'important dégagement de chaleur lié à l'adjonction d'eau peut induire une augmentation des émissions de vapeurs et de ce fait augmenter l'émission de vapeurs toxiques de SO₃, au lieu de diminuer le problème.
- Dans le cas de l'oléum ou de l'acide sulfurique concentré, les vapeurs de SO₃ libérées réagissent relativement rapidement avec l'humidité de l'air en formant un brouillard d'acide sulfurique. Ce brouillard et les vapeurs de SO₃ peuvent être combattus efficacement avec des rideaux d'eau.
- Les vapeurs de SO₃ sont à peu près trois fois plus lourdes que l'air et s'accumuleront donc au niveau du sol. Les fines gouttelettes d'acide sulfurique ainsi formées (brouillard) vont se comporter comme un aérosol finement atomisé.
- L'inhalation des vapeurs de SO₃ et/ou du brouillard d'acide sulfurique associé peut créer des problèmes respiratoires immédiats et engendrer des oedèmes pulmonaires quelques heures après.
- Le contact de l'acide sulfurique ou de l'oléum avec la peau conduit à des brûlures sévères si la peau n'est pas rapidement abondamment rincée à l'eau ou avec un produit absorbant.

Les propriétés physiques de l'acide sulfurique et de l'oléum dépendent fortement de la concentration.

Le tableau 1.2 donne un aperçu de ces propriétés pour quelques concentrations usuelles.

La Figure 1.1 illustre l'évolution du point de fusion.

Concentration en poids %	78	85	90	96	98	Oléum 20%	Oléum 30%
Point d'ébullition (°C)	182	225	260	323	290	138	116
Point de fusion (°C)	-9,6	8,1	-27	-14,7	11	2	21
Masse spécifique (kg/m ³)	1711	1785	1822	1844	1845	1916	1952
Pression de vapeur à 20°C (mBar)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2,7	4,8

Tableau 1.2 : Propriétés physiques de l'acide sulfurique et de l'oléum [8],[10]

Figure 1.2 donne la vitesse de corrosion de l'acier au carbone en fonction de la température et de la concentration en acide sulfurique. Il en ressort que la vitesse de corrosion pour des concentrations < 70 % s'accroît fortement et que l'acier au carbone ne convient donc plus. Il faut également remarquer qu'aux alentours d'une concentration de 100 %, apparaît une forte augmentation de la vitesse de corrosion. Les concentrations entre 98 et 102% (= oléum) sont donc également à éviter.

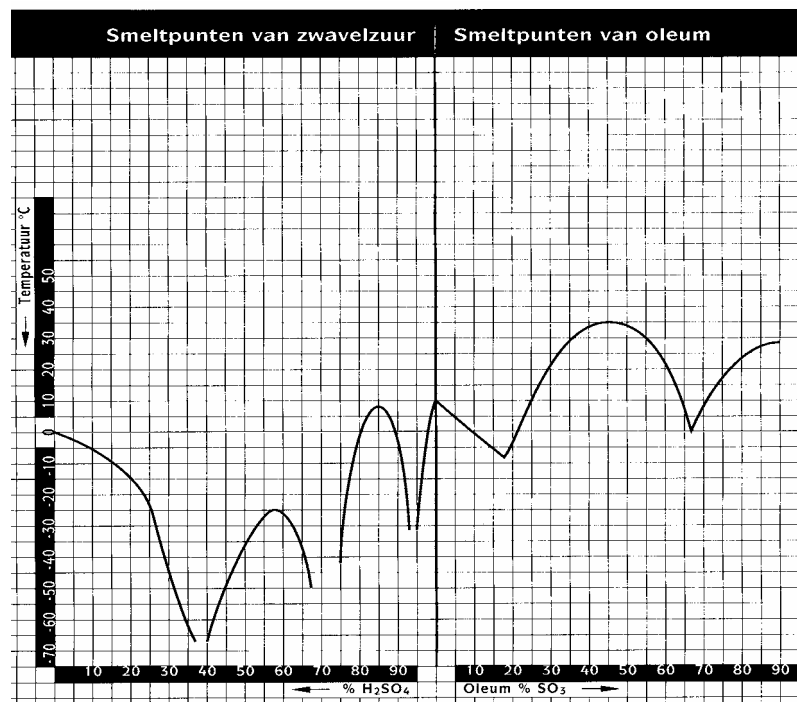


Figure 1.1: Points de fusion de l'acide sulfurique et de l'oléum [8]

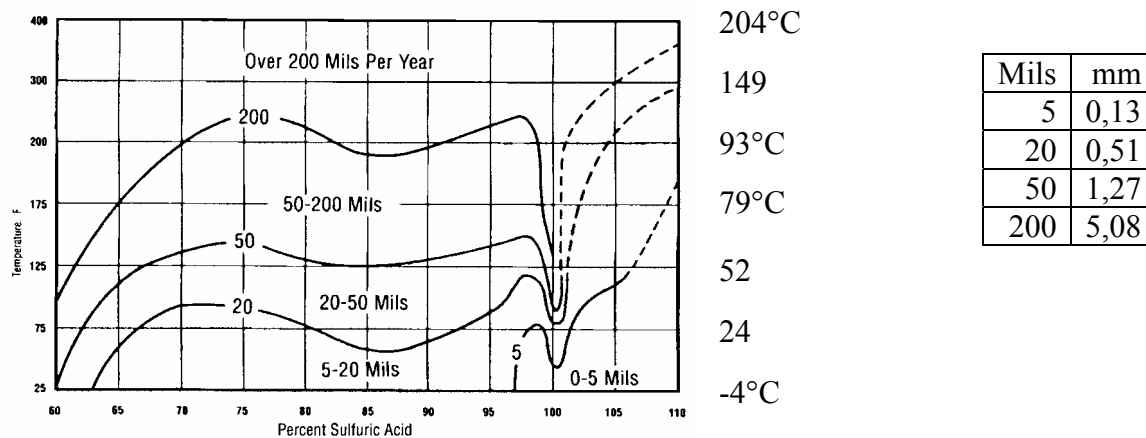


Figure 1.2: Vitesse de corrosion de l'acier au carbone dans l'acide sulfurique et l'oléum [9]

2 Mode d'emploi

Cette check-list est une analyse PLANOP (PLANOP version 1.1) d'une installation typique pour le stockage et le (dé)chargement d'acide sulfurique et d'oléum. PLANOP est une technique d'analyse de risques développée au sein de la Division du contrôle des risques et est décrite dans la note d'information CRC/IN/012-F "PLANOP".

Les installations sont découpées en sections et sous-systèmes. Pour chaque sous-système, les différentes sources de cause et étapes de libération doivent être traitées. Pour chacune de ces sources de causes et étapes de libération, des mesures typiques sont données afin de limiter le risque à un niveau acceptable.

En règle générale, les mesures qui ne sont pas présentes ou les critères auxquels il n'est pas satisfait, sont considérés comme des manquements. Il est dérogé à cette règle si l'absence d'une mesure est compensée par une ou plusieurs mesures alternatives (reprises ou non dans la check-list) assurant un niveau équivalent de réduction du risque.

Une série d'aspects généraux liés à la sécurité sont traités au niveau de chaque installation dans son ensemble, via les points d'attention par installation.

Après l'application de la check-list, l'(les) inspecteur(s) rédige(nt) un rapport reprenant les manquements constatés. Il est convenu d'un délai endéans lequel l'entreprise établira un plan d'actions pour corriger les manquements constatés. L'exécution de ce plan d'actions sera bien entendu également suivie par les inspecteurs.

Si le nombre et la nature des remarques permettent de déjà fixer les actions correctives directement après l'application de la check-list, aucun rapport avec des manquements ne sera transmis, mais immédiatement une confirmation des actions convenues.

3 Références

- [1] N, Recommended guidelines for the bulk storage of concentrated sulphuric acid, oleum and liquid sulphur trioxide in carbon steel stock-tanks, The national sulphuric acid association limited (NSAA), London, May 1990
- [2] N, Standard recommended practice RP0294-94: Design, fabrication, and inspection of tanks for the storage of concentrated sulfuric acid and oleum at ambient temperatures, NACE International, Houston, 1994
- [3] N, Materials of construction for handling sulfuric acid, NACE publication 5A151, 1985, pp. 95-100
- [4] S. K. BRUBAKER, Materials of construction for sulfuric acid, Process Industries Corrosion, na 1986, pp. 243-258
- [5] S. W. DEAN, Jr., G. D. GRAB, Corrosion of carbon steel tanks in concentrated sulfuric acid service, NACE Corrosion Paper No 298, 1985, pp. 13-21
- [6] N, Sulphur concrete: Concrete set to take off, Sulphur, vol. 225, March-April 1993
- [7] R. E. TATNALL, D. J. KRATZER, The use of fluoroplastics in sulfuric acid service, Proceedings of the NACE Corrosion/85 symposium on corrosion in sulfuric acid, 1985, pp. 85-94
- [8] N, Zwavelzuur/oleum, Akzo Nobel chemicals by, Amersfoort
- [9] G. GRINT, G. PURDY, Sulphur trioxide and oleum hazard assessment, J. Loss Prev. Process Ind., Vol 3, January 1999, pp. 177-184
- [10] N, Sulfuric acid: An information source for industrial consumers, handlers, transporters and other users, NorFalco LLC/NorFalco Sales Inc., Independence/Mississauga, 2001
- [11] N, Chemical hazard alert notice: Sulphuric acid mist, Health & Safety Executive, November 2001
- [12] S. W. DEAN, Jr., G. D. GRAB, Corrosion of carbon steel by concentrated sulfuric acid, Materials performance, Vol. 24, Issue 6, June 1985, pp. 21-25
- [13] (référence retirée)
- [14] E. SHIELDS, W. J. DESSERT, Learning a lesson from a sulfuric acid tank failure, Pollution Engineering, December 1981, pp. 39-40
- [15] N, Zwavelzuur en zoutzuur vragen uitgekiende materiaalkeuze, Polytechnisch tijdschrift: werktuigbouw, Vol. 54, afl. 6-7, juni/juli 1999, pp. 34-37
- [16] D. FYFE, R. VANDERLAND, J. RODDA, Corrosion in sulfuric acid storage tanks, Chemical engineering progress, Vol. 73, Issue 3, March 1977, pp. 65-69
- [17] (référence retirée)

- [18] F.P. LEES, Loss prevention in the process industries, Hazard identification, Assessment and control, Second edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1996
- [19] (référence retirée)
- [20] (référence retirée)
- [21] (référence retirée)
- [22] (référence retirée)
- [23] N, Guidelines for safe storage and handling of reactive materials, Center for Chemical Process Safety, American Institute of Chemical Engineers, New York, 1995
- [24] B.T. ELLISON, W.R. SCHMEAL, Corrosion of steel in concentrated sulfuric acid, Journal of the electrochemical society, Vol. 125 No. 4, 1978, pp. 524-531
- [25] N., Hazardous Material Report: Sulfuric Acid, Safe Science, Office of Radiation, Chemical and Biological Safety, Michigan State University, Vol. 1 March 1993, pp. 2
- [26] N., Investigation report: Refinery incident Motiva Enterprises LLC Delaware City Refinery July 17, 2001, No. 2001-05-I-DE, U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board, September 2002

*Cette check-list est un document de la
Division du contrôle des risques chimiques
Direction générale du contrôle du bien-être au travail
SPF Emploi, Travail et Concertation sociale
crc@meta.fgov.be*

*Rédaction finale: ir. Brigitte Gielens
Auteur: ir. Michiel Goethals
Traduction : ir. Alain Pluvinage*

*Cette check-list est disponible via le site web du SPF Emploi, Travail et Concertation sociale
(www.meta.fgov.be)*


Annexe 1: Analyse PLANOP de l'installation

Table des matières
Check-list: Acide sulfurique et oléum



Division du contrôle des risques
chimiques

Stockage et (dé)chargement	1
<i>Stockage</i>	3
Réservoir de stockage	3
<i>(Dé)chargement</i>	25
(Dé)chargement de camions ou wagons-citernes	25
(Dé)chargement de bateaux	36
<i>Tuyauteries</i>	49
Tuyauterie	49

<h1>Installation</h1> <h2>Stockage et (dé)chargement</h2>	
	Division du contrôle des risques chimiques

1. Description

2. Sections et sous-systèmes

Stockage

Réservoir de stockage

(Dé)chargement

(Dé)chargement de camions ou wagons-citernes

(Dé)chargement de bateaux

Tuyauteries

Tuyauterie

3. Points d'attention

Construction des réservoirs

La construction est réalisée selon un standard de construction "général". Standards pour les réservoirs: API Std 620 et 650, BS 2594 et 2654, DIN 4119.

Exigences supplémentaires par rapport à la résistance à la corrosion (voir également plus loin dans la check-list):

- surépaisseur de corrosion
- entrées et sorties conçues pour prévenir toute turbulence
- prévenir le rainurage par l'hydrogène

Certificat de test d'étanchéité et de résistance avant la mise en service (au moyen d'une épreuve hydraulique).

Contrôle des soudures suivant le code de construction.

Lors du réemploi d'un réservoir, son adéquation doit à nouveau être entièrement vérifiée. (température de travail, compatibilité, densité du produit,...).

Réf.: [2], [16]

Construction des tuyauteries

Tuyauteries construites suivant un code de bonne pratique reconnu, ASME B31.4 par exemple.

Lors de la conception, tenir compte de:

- la dilatation thermique
- un nombre suffisant de supports
- des vibrations

Un test hydraulique sur les tuyauteries a eu lieu avant la mise en service.

Il faut des spécifications de tuyauteries, comprenant également des spécifications au sujet:

- des supports
- des protections de brides.

Protection antichute collective pour l'accès au toit des réservoirs

Toutes les parties accessibles sont munies de:

- garde-corps suffisamment hauts
- plinthes à la base (pourvues d'ouvertures de drainage)
- plancher antidérapant.

Les réservoirs pour lesquels l'accès au toit est fréquent (prises d'échantillon, mesures de niveau par le trou d'homme) sont pourvus d'un escalier. Un escalier offre une sécurité d'accès au toit nettement supérieure à celle d'une échelle à créneline.

Protection antichute collective lors de l'accès aux camions(wagons)-citernes

Les plates-formes de (dé)chargement sont pourvues d'une protection collective:

- un escalier escamotable pour accéder au camion(wagon)-citerne
- garde-corps ou grilles pour empêcher toute chute du camion(wagon)-citerne
- la zone protégée inclut tous les points de connexion au-dessus du camion(wagon)-citerne.

Si aucune protection collective n'est présente, toutes les manipulations au dessus du camion(wagon)-citerne se font à l'aide d'une protection antichute.

Signalisation des réservoirs

Indication sur chaque réservoir de:

- numéro du réservoir
- nom du liquide stocké
- symboles de danger
- capacité de stockage

Signalisation des tuyauteries

Indication de:


- direction du flux
- substance présente.

Contrôle d'accès

Clôture autour de l'entreprise:

- hauteur suffisante (2 m)
 - indication de l'interdiction d'accès
 - les portes et portails non contrôlés cadenassés
 - aire de (dé)chargement des bateaux inaccessible aux personnes non autorisées
- Chaque visiteur doit s'annoncer

Plan de situation des substances dangereuses présent à l'entrée

<p>Sous-système</p> <p>Réservoir de stockage</p>	
	<p>Division du contrôle des risques chimiques</p>

1. Description sous-système

Installation: Stockage et (dé)chargement

Section: Stockage

Liste des sources de causes:

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

- Production de gaz/chaleur par réaction avec des substances incompatibles
- Explosion interne
- Compression de la phase gazeuse

Phénomènes engendrant une dépression

- Vidange de produit hors du réservoir

Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression

- Affaissement irrégulier d'un réservoir de stockage

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions corrosives ou chimiquement agressives

- Présence de conditions corrosives internes
- Présence de conditions corrosives externes
- Présence d'hydrogène

Conditions favorisant l'érosion

- Présence de conditions érosives

Ouvertures dans l'enveloppe

Ouvertures temporaires vers l'atmosphère

- Prise d'échantillon
- Ouverture de respiration

Ouvertures permanentes vers l'atmosphère

- Débordement du réservoir par l'ouverture de respiration

Liste des étapes de libération:

Libération

- Libération de produit liquide

Propagation

- Dispersion incontrôlée du liquide libéré
- Emanations de vapeurs de SO₃/de brouillard d'acide sulfurique des flaques de liquide libéré

Impact

- Contact avec des personnes présentes

2. Sources de causes et mesures correspondantes

Production de gaz/chaleur par réaction avec des substances incompatibles

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

Description:

Nature des tensions: Surpression

Réaction violente avec:

- L'eau
- Les bases

Causes:

ET C1 Production de gaz/vapeur par réaction avec produit incompatible

OU C1.1 Déchargement d'un produit incompatible dans le réservoir (M1;M4;M5;M6)

OU C1.2 Adduction d'eau via le système de tuyauteries fixes (M2)

OU C1.3 Retour provenant du système d'absorption pour les effluents (M3)

Pas de problème si les effluents sont traités à l'acide sulfurique.

OU C1.4 Retour provenant du procédé (M7)

Etapas de libération:

Contact avec les personnes présentes

Libération de produit liquide

Contact avec des personnes présentes

Emanations de vapeurs de SO₃/de brouillard d'acide sulfurique des flaques de liquide libéré

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Contrôle des produits livrés avant le déchargement

Différents contrôles sont possibles:

- contrôle du code produit (UN 1830 pour l'acide sulfurique, UN1831 pour l'oléum)
- mesure de pH
- mesure de densité
- mesure de concentration

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Déchargement d'un produit incompatible dans le réservoir

M2 Pas de connexion fixe de l'installation acide sulf/oléum avec tuyauteries d'eau

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Adduction d'eau via le système de tuyauteries fixes

M3 Prévention contre un retour provenant du système d'absorption pour les effluents

Couche: Sécurité

Type: Indéfini

Influence sur cause: Retour provenant du système d'absorption pour les effluents

M4 Point de déchargement séparé de ceux de produits incompatibles

Isolé à un autre endroit de l'entreprise

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Déchargement d'un produit incompatible dans le réservoir

M5 Connexion spécifique pour l'acide sulfurique

Les flexibles destinés à d'autres produits ne peuvent pas être accouplés aux connexions pour l'acide sulfurique.

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Déchargement d'un produit incompatible dans le réservoir

M6 Identification du lieu de déchargement de l'acide sulfurique

L'identification indique:

- le numéro du réservoir rempli à partir du poste de déchargement
- le nom du produit présent dans ce réservoir
- les symboles de danger

Couche: Contrôle

Type: Signalisation

Influence sur cause: Déchargement d'un produit incompatible dans le réservoir

M7 Prévention contre un retour dans la tuyauterie connectée au procédé

Couche: Sécurité

Type: Indéfini

Influence sur cause: Retour provenant du procédé

Explosion interne

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

Description:

Nature des tensions: Pression due à l'explosion

Causes:

ET O1 Présence d'hydrogène (M1)

La réaction de corrosion libère de l'hydrogène qui peut former un mélange explosif avec l'air ambiant [1]

ET O2 Présence d'une source d'inflammation (M2)

Etant donné que l'hydrogène s'enflamme très facilement, l'inflammation est difficile à exclure. Par exemple, à cause d'étincelles d'origine électrostatique.

OU O2.1 Travaux sur ou autour du réservoir (M3)

OU O2.2 Etincelles d'origine électrostatique

Etapas de libération:

Libération de produit liquide

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Mise à l'air au point le plus haut du réservoir

Ceci évite l'accumulation d'hydrogène [1, 2, 4].

Pas d'endroit où l'hydrogène peut s'accumuler (par ex: des connexions fermées par des brides pleines situées en haut du toit du réservoir)

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Présence d'hydrogène

M2 Interdiction de flamme nue et de toute source d'inflammation mobile

Indiqué par des pictogrammes:

- Interdiction de fumer [10]

- Interdiction d'utiliser des GSM.

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Présence d'une source d'inflammation

M3 Système de permis de travail

Le système de permis de travail doit assurer que, lors de travaux aux réservoirs d'acide sulfurique, il est tenu compte des dangers d'explosion dus à la présence possible d'hydrogène.

Mesures typiques pouvant être prescrites par ce système:

- vidange du réservoir avant le début des travaux (également dans le cas de travaux externes)

- mesure de la présence d'hydrogène avant de débiter les travaux.

Il faut noter que des travaux "à froid" peuvent également créer un danger d'inflammation étant donné le bas point d'éclair de l'hydrogène.

[23]

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Travaux sur ou autour du réservoir

Mesure d'une atmosphère explosible éventuelle avant de débiter les travaux

également dans le cas de travaux à froid (l'hydrogène s'enflamme facilement)

Travail à chaud uniquement sur un réservoir vide et ventilé

Compression de la phase gazeuse

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

Description:

Nature des tensions: Surpression

Causes:

ET O1 Elimination insuffisante des vapeurs en excès (M1)

ET O2 Compression de la phase gazeuse

OU O2.1 Remplissage du réservoir

OU O2.2 Expulsion de vapeurs à cause d'un réchauffement

Etapes de libération:

Libération de produit liquide

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Ouverture de respiration

Cela peut être une ouverture permanente ou une soupape de respiration

[1], [10]

Couche: Sécurité

Type: Décharge de pression

Influence sur cause: Elimination insuffisante des vapeurs en excès

Dimensionnement correct pour cette source de cause

Diamètre min. 150 mm [1]

Contrôle régulier du fait que les ouvertures de respiration sont libres

Dans les tuyauteries en acier au carbone, du sulfate de fer peut s'accumuler et conduire à l'obturation. Les tuyauteries en inox présentent moins de problèmes.

Dans le cas de l'oléum: tracing et isolation [1]

Des vapeurs de SO₃ peuvent se condenser (jusqu'au stade solide) et bloquer l'ouverture de respiration.

En gardant la mise à l'air à 50°C, on évite la condensation. Il faut éviter des températures plus élevées afin de limiter la corrosion.

S'il s'agit d'un tracing, alarme en cas de dysfonctionnement du tracing

Dans le cas de traitement de gaz, vérification régulière du bon fonctionnement

Les ouvertures de respiration ne peuvent pas être isolées

Vidange de produit hors du réservoir

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une dépression

Description:

Nature des tensions: Dépression

Causes:

Étapes de libération:

Libération de produit liquide

Dispersion incontrôlée du liquide libéré

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Ouverture de respiration

Cela peut être une ouverture permanente ou une soupape de respiration

[1], [10]

Couche: Sécurité

Type: Décharge de pression

Points d'attention: voir source de cause Compression de la phase gazeuse

Affaissement irrégulier d'un réservoir de stockage

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression

Description:

Nature des tensions: Tensions structurelles

Causes:

Etapes de libération:

Libération de produit liquide

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Les réservoirs sont situés sur des fondations stables

Uniquement une couronne comme fondation, ce n'est pas suffisant pour prévenir l'affaissement.

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Les calculs de fondation sont disponibles

M2 Contrôle périodique de l'assise

Tant que l'assise est régulière, il n'y a pas de problème. Si le réservoir s'affaisse d'une façon irrégulière, des tensions supplémentaires apparaissent pouvant conduire à sa ruine.

Couche: Enveloppe

Type: Inspection & entretien

Présence de conditions corrosives internes

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions corrosives ou chimiquement agressives

Description:

Nature de l'attaque: Diminution de l'épaisseur de la paroi par corrosion interne

Causes:

OU O1 Présence d'acide sulfurique à des concentrations normales

OU O2 Présence d'acide sulfurique à des concentrations anormales

O2.1 Infiltration d'eau (M6)

L'infiltration d'eau diminue la concentration de l'acide et il est vraisemblable que le matériau de construction n'est alors plus résistant à la corrosion (l'acier au carbone par exemple si la concentration descend en dessous de 70%) [1, 2, 5].

Non seulement la concentration d'acide de la masse diminue, mais le problème vient principalement du fait que l'acide sulfurique situé près des parois du réservoir et qui est repris dans la couche de corrosion (sulfate de fer) se dilue.

OU O3 Réchauffement du réservoir (M7)

OU O3.1 Formation de points chauds par échauffement (M8)

Dans le cas du stockage d'oléum

Etapes de libération:

Libération de produit liquide

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Emploi d'un matériau de construction résistant à la corrosion

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Les matériaux appropriés sont:

- acier au carbone pour des concentrations d'acide sulfurique de 70-99% et pour l'oléum à toutes concentrations [1,2,3,16]
- acier inoxydable austénitique pour des concentrations d'acide sulfurique de 93-99% et l'oléum à toutes concentrations (une présence d'oxygène s'avère nécessaire dans un environnement oxydant uniquement, afin de former une couche de passivation) [4]
- PVC pour l'acide sulfurique à concentration <93% à température ambiante [3,4]
- PE pour l'acide sulfurique à concentration <98% [4]
- PTFE, PFA, FEP insensibles à l'acide sulfurique en quelque concentration que ce soit [3, 4, 7]

M2 Surépaisseur de corrosion

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Pour l'acier au carbone [1,4]

concentration en acide sulfurique >93% 3 mm
77-92% 4,5 mm

Corrosion plus importante pour l'acide sulfurique à faible conc en fer [16]

par ex., avec de l'acide sulfurique provenant d'une installation résistante à la corrosion

M3 Protection anodique

La protection anodique passive l'acier au carbone, ce qui permet de diminuer la corrosion de 50 à 80%. Bien applicable car l'acide sulfurique est un bon conducteur.

Couche: Contrôle

Type: Boucle de contrôle

La protection anodique n'est pas compatible avec des parties en acier inoxydable

La protection anodique n'est pas appropriée dans le cas où des parties en acier inoxydable sont présentes car dans ce cas, la corrosion est activée par la protection anodique [4,16]

M4 Inspection périodique des réservoirs

[1], [2], [16]

Couche: Contrôle

Type: Inspection &entretien

Inspections internes

Tous les 5 ans pour les réservoirs en acier au carbone [10, 16]

Tous les trois ans pour de l'acide chaud dans des réservoirs en acier au carbone [10]

Vlarem: min. tous les 20 ans (règle générale)

Inspections externes

Tous les 2 ans [16]

Mesures d'épaisseur US sur le pourtour du réservoir à différentes hauteurs

Si l'entrée du réservoir se situe à proximité de la virole (<2,5 m), mesures d'épaisseur de la virole autour de ce point (min. 1,5 m tous azimuts) suivant un maillage de 30 cm.

Vlarem: min..tous les 3 ans

Dossier du réservoir

- spécifications de conception du réservoir
- épaisseur de paroi minimale (critères d'acceptation des mesures d'épaisseur)
- résultats d'inspection
- certificats de contrôle

Formation de boursoufflures d'hydrogène

Si des creux apparaissent dans la structure de l'acier, il se peut que l'hydrogène natif formé lors de la réaction de corrosion s'y accumule progressivement et génère de fortes pressions jusqu'à former des "holtes" (boursoufflures) dans le métal. Cela peut mener à des valeurs anormalement basses lors des mesures d'épaisseur. [16]

M5 Emploi de revêtements résistant à la corrosion

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Les revêtements appropriés sont:

- les revêtements phénoliques thermodurcissables à haute température pour des concentrations en acide sulfurique de 90-98%
protection totale contre la corrosion si bien appliqué avec une durée de vie de 5 à 7 ans dans de l'acide sulfurique à 93% [2,3,16]
- le verre [4]
- le caoutchouc butyle et le néoprène pour des concentrations en acide sulfurique <50% à température tempérée et <75% à température ambiante [3,4]
- plastiques fluorés (voir ci-dessus)

Le revêtement doit pouvoir résister à la température générée lors du premier rinçage à l'eau du réservoir lorsque le réservoir est vidé [7]

Influence sur une cause

M6 Limitation de l'infiltration d'eau

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Infiltration d'eau

séchage de l'air pénétrant par l'ouverture de respiration du réservoir

Pour les tanks en acier au carbone avec conc <90%

Pour des concentrations supérieures à 90% , il faut pas mal d'eau pour atteindre le domaine de corrosion car la couche de sulfate de fer est d'abord hydratée avant que la concentration ne chute. Il en résulte que dans ce cas, l'humidité de l'air ne pose pas de problème lors d'opérations normales.

Les soupapes de respiration sont protégées contre l'infiltration d'eau

M7 Couche de peinture blanche/isolation

L'emploi d'une peinture réfléchissante blanche réduit le réchauffement dû aux rayons solaires et donc limite ainsi la vitesse de corrosion [16].

La présence éventuelle d'une isolation assure une protection encore meilleure à la chaleur du soleil.

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Réchauffement du réservoir

- M8 Dans le cas de réchauffement, il est réparti uniformément sur la surface du réservoir.
L'acide sulfurique à des concentrations de 77-92% et >96% et toutes concentrations en oléum peuvent geler pendant l'hiver en Belgique.
L'oléum >25% a toujours besoin d'un chauffage.
- Couche: Procédé* *Type: Passives*
- Influence sur cause: Formation de points chauds par échauffement
Réchauffage limité afin d'éviter que le produit ne se solidifie [16]

Présence de conditions corrosives externes

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions corrosives ou chimiquement agressives

Description:

Nature de l'attaque: Diminution de l'épaisseur de la paroi à cause de la corrosion atmosphérique

Causes:

OU O1 Présence d'eau sous ou au pied du réservoir (M2)

OU O2 Présence d'eau sous le siège d'un réservoir horizontal (M3)

OU O3 Présence d'humidité sous l'isolation (M4;M5)

Les réservoirs d'acide sulfurique >96% et d'oléum en toutes concentrations sont, dans la plupart des cas, isolés

Etapes de libération:

Libération de produit liquide

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Mise en peinture

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Un programme de peinture assurant l'état correct de la couche de peinture

Repris dans les inspections externes

Influence sur une cause

M2 Les tertres des réservoirs présentent une pente descendante

[1,2]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Présence d'eau sous ou au pied du réservoir

M3 Conception correcte des points d'appui des réservoirs horizontaux

Les selles sont conçues de façon telle que l'eau ne peut stagner dans la fente entre la paroi du réservoir et les selles

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Présence d'eau sous le siège d'un réservoir horizontal

M4 Protection étanche de l'isolation

[1,2]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Présence d'humidité sous l'isolation

M5 L'isolation s'arrête au-dessus de la base des réservoirs

Cela permet d'éviter l'absorption d'eau à partir de la base du réservoir.

Alternative: pour l'isolation de la partie inférieure, emploi d'un matériau n'absorbant pas l'eau (foamglas)

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Présence d'humidité sous l'isolation

Présence d'hydrogène

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions corrosives ou chimiquement agressives

Description:

Nature de l'attaque: fragilisation par l'hydrogène

Causes:

C1 Présence d'hydrogène

Etapes de libération:

Libération de produit liquide

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Le matériau du réservoir n'est pas sensible à la fragilisation par l'hydrogène

Ne pas employer d'acier au carbone ou faiblement allié avec des résistances à la traction dépassant les 620 Mpa [2]

Couche: Enveloppe

Type: Indéfini

Présence de conditions érosives

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions favorisant l'érosion

Description:

Nature de l'attaque: Destruction de la couche protectrice de sulfate de fer

Causes:

OU O1 Turbulences (M2)

OU O2 Microbulles d'hydrogène ascensionnelles (M3)

L'attaque de la couche de passivation formée par le sulfate de fer par les microbulles d'hydrogène ascensionnelles (formées lors des processus de corrosion) est connue sous le nom de "rainurage par l'hydrogène" (hydrogen grooving). Lors de leur déplacement vers le haut, ces petites bulles laissent des lignes (rainures) là où le film de sulfate de fer est éliminé. Chaque mesure diminuant la corrosion généralisée limite également la formation d'hydrogène et donc le problème du rainurage par l'hydrogène

Etapas de libération:

Libération de produit liquide

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Plaques de renfort sur le fond du réservoir sous les entrées et sorties [2]

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Influence sur une cause

M2 Les entrées du toit se situent au milieu de celui-ci [2,4,5,14,16]

On évite ainsi d'asperger la paroi et de créer des turbulences à ce niveau

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Turbulences

Les entrées au niveau du toit se situent au minimum à 2,5 m de la paroi [16]

M3 Les piquages sur la paroi pénètrent au moins de 2 cm dans le réservoir

Cela évite le rainurage par l'hydrogène de la paroi [4] et cela limite en plus les turbulences dans le voisinage de celle-ci [5, 16]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Microbulles d'hydrogène ascensionnelles

Prise d'échantillon

Ouvertures dans l'enveloppe

Ouvertures temporaires vers l'atmosphère

Description:

Fréquence d'utilisation: Opérateur

Causes:

OU O1 Libération pendant la prise d'échantillon (M1;M4)

OU O2 Ouverture accidentelle de la prise d'échantillon (M2;M3)

Etapas de libération:

Libération de produit liquide

Contact avec des personnes présentes

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Système de prise d'échantillon fermé

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Influence sur cause: Libération pendant la prise d'échantillon

M2 Obturer les prise d'échantillon de grand diamètre après l'opération

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Influence sur cause: Ouverture accidentelle de la prise d'échantillon

M3 Vannes manuelles de type que l'on peut pas ouvrir involontairement

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Ouverture accidentelle de la prise d'échantillon

Les vannes à boule s'ouvrent très facilement

M4 Procédure pour la prise d'échantillon

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Libération pendant la prise d'échantillon

Décrit:

- les EPI à utiliser
- la manipulation des échantillons

Ouverture de respiration

Ouvertures dans l'enveloppe

Ouvertures temporaires vers l'atmosphère

Description:

Fréquence d'utilisation: automatique ou permanent

Causes:

OU C1 Mise à l'air de l'atmosphère du réservoir est libre (M1)

Lors du remplissage ou de la vidange du réservoir

OU C2 Surremplissage du réservoir (M2;M3;M4;M5)

Etapas de libération:

Libération de produit liquide

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Système d'absorption pour les vapeurs d'oléum

Mesures pour l'oléum

Système d'absorption: tours d'absorption avec de l'acide sulfurique par exemple

[1]

Couche: Contrôle

Type: Passives

Influence sur cause: Mise à l'air de l'atmosphère du réservoir est libre

Echauffement dû à l'absorption du SO₃ gazeux

L'échauffement dû à l'absorption de SO₃ gazeux est maintenu dans des limites acceptables, également lors des flux gazeux les plus importants (remplissage du réservoir) [7]

La tour d'absorption est dimensionnée pour le débit max possible (déchargement)

Suivi de la capacité d'absorption de la tour

Alarme sur la circulation du fluide absorbant

M2 Contrôle de l'espace disponible avant de décharger dans un réservoir

On ne peut commencer le remplissage que si la quantité totale de la citerne du transport peut être déchargée

Couche: Contrôle

Type: Passives

Influence sur cause: Surremplissage du réservoir

M3 Mesure de niveau

[1,2]

Couche: Contrôle

Type: Boucle de contrôle

Influence sur cause: Surremplissage du réservoir

La mesure de niveau est reprise dans un programme d'inspection

M4 Alarme indépendante de niveau haut

[1,4]

Couche: Sécurité

Type: Boucles de sécurité

Influence sur cause: Surremplissage du réservoir

L'alarme de niveau haut est reprise dans un programme d'inspection

L'alarme est réglée sur 95% de remplissage

Après le déclenchement de l'alarme, encore 10' avant que le réservoir ne déborde

M5 Pour l'oléum: protection indépendante contre le surremplissage

Couche: Sécurité

Type: Verrouillage

Influence sur cause: Surremplissage du réservoir

La protection contre le surremplissage est reprise dans un programme d'inspectio

La protection contre le surremplissage

- ferme les vannes d'alimentation vers le réservoir
- arrête les pompes
- déclenche une alarme

Influence sur une mesure

M6 Procédure de (dé)chargement

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur mesure: Contrôle de l'espace disponible avant de décharger dans un réservoir

Programme de formation pour cette procédure

La procédure pour le (dé)chargement décrit:

- les EPI à utiliser
- l'immobilisation du wagon ou camion-citerne
- le fait de faire tomber la pression (avec contrôle) avant de connecter
- le contrôle du fait qu'il reste suffisamment d'espace pour la quantité à décharger
- le contrôle du fait que la citerne de transport à remplir est vide
- le contrôle visuel du flexible de (dé)chargement
- la vidange/le soufflage de la connexion de (dé)chargement

Débordement du réservoir par l'ouverture de respiration

Ouvertures dans l'enveloppe

Ouvertures permanentes vers l'atmosphère

Description:

Fréquence d'utilisation: automatique ou permanent

Causes:

O1 Surremplissage du réservoir (M1;M2;M3;M4)

Etapes de libération:

Libération de produit liquide

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Contrôle de l'espace disponible avant de décharger dans un réservoir

On ne peut commencer le remplissage que si la quantité totale de la citerne du transport peut être déchargée

Couche: Contrôle

Type: Passives

Influence sur cause: Surremplissage du réservoir

M2 Mesure de niveau

[1,2]

Couche: Contrôle

Type: Boucle de contrôle

Influence sur cause: Surremplissage du réservoir

Points d'attention: voir source de cause Ouverture de respiration

M3 Alarme indépendante de niveau haut

[1,4]

Couche: Sécurité

Type: Boucles de sécurité

Influence sur cause: Surremplissage du réservoir

Points d'attention: voir source de cause Ouverture de respiration

M4 Pour l'oléum: protection indépendante contre le surremplissage

Couche: Sécurité

Type: Verrouillage

Influence sur cause: Surremplissage du réservoir

Points d'attention: voir source de cause Ouverture de respiration

Influence sur une mesure

M5 Procédure de (dé)chargement

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur mesure: Contrôle de l'espace disponible avant de décharger dans un réservoir

Points d'attention: voir source de cause Ouverture de respiration

3. Etapes de libération et mesures correspondantes

Libération de produit liquide

Libération

Description:

Détails:

OU D1 Fuite dans la paroi du réservoir

OU D1.1 Libération instantanée de tout le contenu du réservoir

D1.1.1 Ruine catastrophique de la paroi du réservoir (M1)

OU D1.2 Vidange lente du réservoir

OU D2 Débordement du toit par les ouvertures de respiration

Mesures:

M1 Réservoir avec liaison fragile toit-virole

Seul le toit du réservoir se déchire mais le contenu n'est pas libéré

Couche: Limitation des dommages

Type: Passives

Influence sur détail: Ruine catastrophique de la paroi du réservoir

Dispersion incontrôlée du liquide libéré

Propagation

Description:

Détails:

D1 Dispersion incontrôlée de la flaque de liquide libéré (M3)

Mesures:

M1 Utilisation d'une substance neutralisante

Le produit qui fuit peut être neutralisé par:
- du Kemsol (sulfate de sodium anhydre) [9]
- palettes de soude ou chaux [10]

Couche: Limitation des dommages

Type: Systèmes d'extinction

M2 Seules de petites fuites peuvent être combattues par dilution à l'eau

Couche: Limitation des dommages

Type: Systèmes d'extinction

M3 Encuvement autour des réservoirs de stockage

[2,10,14]

Couche: Limitation des dommages

Type: Passives

Influence sur détail: Dispersion incontrôlée de la flaque de liquide libéré

Etanche

Un béton anti-acide résiste à l'acide sulfurique [6]

Libre de tous matériaux incompatibles

Suffisamment grand

Vlarem: la capacité du plus grand réservoir ou la capacité totale dans une zone de captage

Résistant à la pression hydrostatique lors d'un remplissage total [1]

L'encuvement est pourvu de suffisamment de voies d'accès et d'évacuation

Drainage

Il faut veiller à ce que le moins d'eau possible soit présent dans l'encuvement.

La dilution par l'eau donne lieu d'ailleurs à une substance bien plus corrosive (corrosion et génération d'hydrogène). [1,2]. Dans le cas de l'oléum, la présence d'eau engendre une formation bien plus importante de vapeurs par réaction avec l'eau.

D'un autre côté, il faut veiller à ce que des fuites éventuelles n'aboutissent pas dans les égouts.

Afin d'éviter que lors de l'opération de drainage de l'encuvement, de l'acide sulfurique ou de l'oléum ne fuient vers les égouts, on peut:

- ou bien garder le drainage fermé et l'ouvrir uniquement afin d'évacuer l'eau de pluie contrôlée vers les égouts [14]

- ou bien laisser le drainage constamment ouvert mais l'équiper d'une mesure du pH qui ferme celui-ci en cas de bas pH. Cette boucle de sécurité doit être exécutée de telle manière qu'en cas de défaillance, le drainage se ferme.

Pompes logées dans un encuvement séparé hors de l'encuvement du réservoir [1]

Distance suffisante entre les réservoirs et les murs de l'encuvement

Vlarem: min. la moitié de la hauteur du réservoir

Emanations de vapeurs de SO₃/de brouillard d'acide sulfurique des flaques de liquide libéré

Propagation

Description:

Détails:

Mesures:

- M1 Moyens pour recouvrir les flaques d'oléum
Huile adaptée ou mousse par exemple

Couche: Limitation des dommages

Type: Systèmes d'extinction

- M2 Moyens pour établir un rideau d'eau

Le SO₃ et le brouillard d'acide sulfurique peuvent être correctement rabattus

Couche: Limitation des dommages

Type: Systèmes d'extinction

Contact avec des personnes présentes

Impact

Description:

Détails:

D1 Contact avec de l'acide sulfurique ou de l'oléum liquide (peau) (M4;M6)

D2 Inhalation de vapeurs de SO₃ et/ou du brouillard d'acide sulfurique (M5)

De par son caractère hygroscopique, le SO₃ formera très rapidement un brouillard d'acide sulfurique par réaction avec l'humidité de l'air.

L'oléum, mais également l'acide sulfurique concentré (>98%) dégagent des vapeurs de SO₃ .
[9]

Dans le cas de fuites sous pression, l'acide sulfurique s'atomise facilement, entraînant la formation d'un brouillard d'acide sulfurique.

Mesures:

M1 Dans le cas de l'oléum, évacuation vers des locaux "étanches au gaz"

Couche: Indéfini

Type: Indéfini

La ventilation artificielle peut être stoppée aisément

Présence de moyens de communication

M2 Exercice d'évacuation annuel

Couche: Indéfini

Type: Indéfini

M3 Combinaison étanche au gaz complète lors d'interventions sur l'oléum

Couche: Protection individuelle

Type: EPI

Toutes les personnes concernées sont entraînées à l'emploi de la combinaison

M4 Vêtement de protection lors de manipulations avec un risque élevé de libération

A porter lors de:

- prise d'échantillon en système non fermé
- opérations de (dé)chargement
- ouverture de tuyauteries

[1,2,8,10,25]

Couche: Protection individuelle

Type: EPI

Influence sur détail: Contact avec de l'acide sulfurique ou de l'oléum liquide (peau)

Combinaison anti-acide

Casque avec écran facial ou lunettes de protection antiprojections (goggles)

L'écran facial est adapté afin de capter également les éclaboussures dans le cou et les flancs.

Les écrans faciaux standards offrent une protection insuffisante!

Gants

Les gants doivent être suffisamment larges afin de pouvoir être enlevés aussi rapidement que possible

Matériaux appropriés [25]:

- caoutchouc nitrile, butyle ou styrène-butadiène
- PVC
- néoprène
- polyéthylène chloré
- viton

Bottes

Les jambes du pantalon sont portées au-dessus des bottes afin d'éviter tout écoulement d'acide dans celles-ci.

Même dans le cas du port de bottes résistant à l'acide sulfurique, ne pas marcher dans des flaques d'acide sulfurique à cause du danger de glissade!

M5 Protection respiratoire appropriée pour vapeurs SO₃ et brouillard d'ac. sulf [1]

Couche: Protection individuelle

Type: EPI

Influence sur détail: Inhalation de vapeurs de SO₃ et/ou du brouillard d'acide sulfurique

Les masques à filtre ne conviennent que pour des expositions limitées

Les filtres utilisés doivent pouvoir retenir tant les vapeurs de SO₃ que les aérosols d'acide sulfurique.

En cas de calamités, utiliser un appareil respiratoire à air comprimé [25]

A utiliser lors de manipulations avec de l'oléum

- prise d'échantillon en système non fermé
- activités de (dé)chargement
- ouverture de tuyauteries

Afin de pouvoir déterminer si un filtre offre une protection suffisante, les concentrations présentes doivent être mesurées.

M6 Douches de secours ou produit absorbant à proximité [1,2,8,10]

Les produits absorbants absorbent (et neutralisent) aussi les substances qui ont déjà pénétré dans la peau alors que l'eau ne peut que rincer et refroidir la surface de la peau .

Couche: Premiers secours

Type: Systèmes d'extinction

Influence sur détail: Contact avec de l'acide sulfurique ou de l'oléum liquide (peau)

L'eau des douches de secours est chauffée (20-30°C)

A proximité de tout endroit où un risque de libération est possible (max.15 m)

- lieux de (dé)chargement
- points de prise d'échantillons

[10]

Les douches de secours ont un débit suffisant (min. 80 l/min.) [10]

Ce débit doit pouvoir être maintenu pendant minimum 15 minutes.


Leur activation déclenche une alarme en salle de contrôle [10]

Cela permet de déclencher immédiatement les secours

Les douches de secours sont également équipées de rince-œil

Produit absorbant: Diphotérine par exemple

Programme d'inspection du bon fonctionnement des douches/présence prod. absorb.

<p>Sous-système</p> <p>(Dé)chargement de camions ou wagons-citernes</p>	 <p>Division du contrôle des risques chimiques</p>
---	---

1. Description sous-système

Installation: Stockage et (dé)chargement

Section: (Dé)chargement

Liste des sources de causes:

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

- Explosion dans le camion(wagon)-citerne
- Poids propre du flexible

Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression

- Mouvement du camion(wagon)-citerne durant le (dé)chargement

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions corrosives ou chimiquement agressives

- Présence de conditions corrosives dans le flexible

Conditions favorisant l'érosion

- Usage fréquent

Ouvertures dans l'enveloppe

Ouvertures temporaires vers l'atmosphère

- Point de connexion de la liaison temporaire

Ouvertures permanentes vers l'atmosphère

- Ouvertures de respiration des camions(wagons)-citernes

Points faibles

Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

- Connexion de la liaison temporaire

Liste des étapes de libération:

Libération

- Fuite de liquide sur le lieu de (dé)chargement

Propagation

- Dispersion incontrôlée de la flaque de liquide libéré

Impact

- Contact avec les personnes présentes

2. Sources de causes et mesures correspondantes

Explosion dans le camion(wagon)-citerne

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

Description:

Nature des tensions: explosion interne

De l'hydrogène est généré durant le transport de par la réaction de corrosion des citernes en acier au carbone.

Causes:

ET O1 Présence d'hydrogène (M1)

ET O2 Présence d'une source d'inflammation (M2;M3)

Étant donné que l'hydrogène s'enflamme très facilement, l'inflammation est difficile à exclure. Par exemple, à cause d'étincelles d'origine électrostatique.

Etapas de libération:

Fuite de liquide sur le lieu de (dé)chargement

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Ventilation de la citerne avant toute manipulation via le trou d'homme (15 min)

Manipulations telles que:

- prise d'échantillon
- mesure de niveau

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Présence d'hydrogène

M2 Interdiction de flamme nue et de toute source d'inflammation mobile

Indiqué par des pictogrammes:

- Interdiction de fumer [10]
- Interdiction d'utiliser des GSM.

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Présence d'une source d'inflammation

M3 Mise à la terre du camion-citerne

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Présence d'une source d'inflammation

Poids propre du flexible

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

Description:

Nature des tensions:

Causes:

C1 Suspension du flexible (M1)

Etapes de libération:

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Endroit pour le rangement des flexibles non utilisés

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Suspension du flexible

Mouvement du camion(wagon)-citerne durant le (dé)chargement

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression

Description:

Nature des tensions: Tensions dans la liaison temporaire

Causes:

OU O2 Départ du camion(wagon)-citerne (M1;M2)

OU O1 Départ prématuré du camion(wagon)-citerne (M4;M5)

OU O3 Collision du camion(wagon)-citerne (M3)

Etapas de libération:

Fuite de liquide sur le lieu de (dé)chargement

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Immobilisation du camion(wagon)-citerne au moyen de câbles

[10]

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Départ du camion(wagon)-citerne

M2 Le frein à main des camion-citernes doit être tiré

[10]

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Départ du camion(wagon)-citerne

M3 Le trafic de passage est séparé du lieu de (dé) chargement

Qu'il s'agisse par route ou par rail

[23]

Couche: Procédé

Type: Procédurier

Influence sur cause: Collision du camion(wagon)-citerne

Un plan de circulation routière existe pour le site

M4 Présence continue d'un opérateur durant le (dé)chargement

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Départ prématuré du camion(wagon)-citerne

M5 Procédure de (dé)chargement

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Départ prématuré du camion(wagon)-citerne

Programme de formation pour cette procédure

La procédure pour le (dé)chargement décrit:

- les EPI à utiliser
- l'immobilisation du wagon ou camion-citerne
- le fait de faire tomber la pression (avec contrôle) avant de connecter
- le contrôle du fait qu'il reste suffisamment d'espace pour la quantité à décharger
- le contrôle du fait que la citerne de transport à remplir est vide
- le contrôle visuel du flexible de (dé)chargement
- la vidange/le soufflage de la connexion de (dé)chargement

Présence de conditions corrosives dans le flexible

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions corrosives ou chimiquement agressives

Description:

Nature de l'attaque: Corrosion

Causes:

C1 Présence d'acide sulfurique à des concentrations anormales

C1.1 Infiltration d'eau de pluie ou d'humidité de l'air dans le flexible (M2;M3)

C2 Présence d'acide sulfurique dans des concentrations anormales

Etapas de libération:

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Flexible en matériau résistant

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Les matériaux résistants sont:

revêtement avec des hydrocarbures fluorés [4]

polyéthylène chlorosulfoné [4]

revêtement téflon [10]

le caoutchouc n'est pas approprié [10]

La résistance dépend de la concentration et de la température!

Influence sur une cause

M2 Obturer ou nettoyer les flexibles non utilisés

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Infiltration d'eau de pluie ou d'humidité de l'air dans le flexible

M3 Endroit pour le rangement des flexibles non utilisés

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Infiltration d'eau de pluie ou d'humidité de l'air dans le flexible

Usage fréquent

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions favorisant l'érosion

Description:

Nature de l'attaque: Usure

Causes:

OU C1 Présence d'acide sulfurique en concentrations anormales

C1.1 Infiltration d'eau de pluie ou d'humidité de l'air dans le flexible

OU C2 Présence d'acide sulfurique en concentrations normales

OU C3 Tensions pendant le stockage des flexibles

OU C4 Exposition aux conditions atmosphériques

OU C5 Usage fréquent

Etapas de libération:

Fuite de liquide sur le lieu de (dé)chargement

Contact avec les personnes présentes

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Contrôle visuel du flexible avant chaque utilisation

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

M2 Contrôle périodique des flexibles

Couche: Contrôle

Type: Inspection & entretien

Suivant les directives du fournisseur

Test de pression

Point de connexion de la liaison temporaire

Ouvertures dans l'enveloppe

Ouvertures temporaires vers l'atmosphère

Description:

Fréquence d'utilisation: opérateur

Causes:

O1 Désaccouplement d'une liaison temporaire dans laquelle se trouve de l'acide sulf (M1)

Etapas de libération:

Fuite de liquide sur le lieu de (dé)chargement

Contact avec les personnes présentes

Mesures:

Influence sur une cause

M1 La liaison temporaire est vidée ou soufflée avant déconnexion

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Désaccouplement d'une liaison temporaire dans laquelle se trouve de l'acide sulf

Influence sur une mesure

M2 Procédure de (dé)chargement

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur mesure: La liaison temporaire est vidée ou soufflée avant déconnexion

Points d'attention: voir source de cause Mouvement du camion(wagon)-citerne durant le (dé)chargement

Ouvertures de respiration des camions(wagons)-citernes

Ouvertures dans l'enveloppe

Ouvertures permanentes vers l'atmosphère

Description:

Fréquence d'utilisation: Automatique ou permanent

Causes:

C1 Surremplissage du camion(wagon)-citerne (M1;M2;M3)

C2 Mise à l'air du camion(wagon)-citerne est libre (M4;M5)

Etapas de libération:

Fuite de liquide sur le lieu de (dé)chargement

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Contrôle que la citerne de transport est vide avant de démarrer le remplissage

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Surremplissage du camion(wagon)-citerne

M2 Compteur stoppant automatiquement le remplissage

Couche: Contrôle

Type: Boucle de contrôle

Influence sur cause: Surremplissage du camion(wagon)-citerne

L'introduction de quantité à charger de taille impossible n'est pas possible

M3 Dans le cas de l'oléum: sécurité contre le surremplissage

Couche: Sécurité

Type: Verrouillage

Influence sur cause: Surremplissage du camion(wagon)-citerne

La sécurité contre le surremplissage est reprise dans un programme d'inspection

La sécurité contre le surremplissage:

- ferme les vannes automatiques
- stoppe la pompe
- déclenche une alarme

M4 Système d'absorption pour les vapeurs d'oléum

Mesures pour l'oléum

Système d'absorption: tours d'absorption avec de l'acide sulfurique par exemple

[1]

Couche: Contrôle

Type: Passives

Influence sur cause: Mise à l'air du camion(wagon)-citerne est libre

Echauffement dû à l'absorption du SO₃ gazeux

L'échauffement dû à l'absorption de SO₃ gazeux est maintenu dans des limites acceptables, également lors des flux gazeux les plus importants (remplissage du réservoir) [7]

La tour d'absorption est dimensionnée pour le débit max possible (déchargement)

Suivi de la capacité d'absorption de la tour

Alarme sur la circulation du fluide absorbant

M5 Système de retour gazeux renvoyant les vapeurs vers le réservoir

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Influence sur cause: Mise à l'air du camion(wagon)-citerne est libre

La tuyauterie est en pente vers le réservoir

De façon telle qu'aucun liquide ne peut stagner

L'infiltration d'humidité est évitée

Corrosion importante de l'acier au carbone dans le cas d'une dilution trop importante de l'acide sulfurique restant

Contrôle périodique du fait que les tuyauteries sont libres

Influence sur une mesure

M6 Procédure de (dé)chargement

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur mesure: Contrôle que la citerne de transport est vide avant de démarrer le remplissage

Points d'attention: voir source de cause Mouvement du camion(wagon)-citerne durant le (dé)chargement

Connexion de la liaison temporaire

Points faibles

Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

Description:

Nature du point faible: connexion par bride

Causes:

OU O1 Connexion insuffisamment serrée

OU O2 Mauvais joint (M3)

Etapas de libération:

Fuite de liquide sur le lieu de (dé)chargement

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Dans le cas de l'oléum : contrôle étanchéité de la connexion avant déchargement

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M2 Procédure de (dé)chargement

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Points d'attention: voir source de cause Mouvement du camion(wagon)-citerne durant le (dé)chargement

Influence sur une cause

M3 Emploi d'un nouveau joint lors de chaque connexion

Couche: Enveloppe

Type: Procédurier

Influence sur cause: Mauvais joint

Présence uniquement de joints adéquats au lieu de (dé)chargement

Si d'autres joints s'avèrent utiles pour d'autres concentrations, ils doivent être clairement distinguables entre eux afin d'éviter toute permutation.

Joints appropriés:

[10] viton B pour l'acide sulfurique

3. Etapes de libération et mesures correspondantes

Fuite de liquide sur le lieu de (dé)chargement

Libération

Description:

Détails:

- OU G1 Débordement du camion(wagon)-citerne
- OU G2 Fuite via la connexion de (dé)chargement

Mesures:

- M1 Présence continue d'un opérateur durant le (dé)chargement
Couche: Contrôle *Type: Procédurier*
- M2 Présence de boutons d'arrêt d'urgence sur les lieux de (dé)chargement
Couche: Limitation des dommages *Type: Boucles de sécurité*
L'activation de l'arrêt d'urgence
 - stoppe les pompes
 - ferme les vannes automatiques
 - donne l'alarme en salle de contrôle

Dispersion incontrôlée de la flaque de liquide libéré

Propagation

Description:

Cfr les mesures pour les réservoirs de stockage

Détails:

Mesures:

- M1 Collecteur de fuite sur le lieu de (dé)chargement
Couche: Limitation des dommages *Type: Passives*
Etanche
Le drainage est normalement fermé [14]
De capacité suffisante
En cas d'absence de mesures pour limiter la fuite, la capacité totale du camion-citerne.
Le moins d'eau possible dans l'encuvement

Contact avec les personnes présentes

Impact


Description:

Cfr les mesures pour les réservoirs de stockage

Détails:

Mesures:

- M2 La zone de (dé)chargement n'est accessible qu'aux opérateurs (dé)chargement
Couche: Présence *Type: Procédurier*
La zone de (dé)chargement est balisée pendant un (dé)chargement
Accès uniquement avec les EPI adéquats à la zone de (dé)chargement

<p>Sous-système</p> <p>(Dé)chargement de bateaux</p>	 <p>Division du contrôle des risques chimiques</p>
--	---

1. Description sous-système

Installation: Stockage et (dé)chargement

Section: (Dé)chargement

Liste des sources de causes:

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

- Explosion dans la citerne d'un bateau
- Génération de gaz/de chaleur par réaction avec des substances incompatibles

Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression

- Mouvement excessif du navire
- Poids propre des flexibles

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions corrosives ou chimiquement agressives

- Présence de conditions corrosives dans le flexible

Conditions favorisant l'érosion

- Emploi fréquent des flexibles

Ouvertures dans l'enveloppe

Ouvertures temporaires vers l'atmosphère

- Point de connexion de la liaison temporaire
- Ouverture de respiration de la citerne du bateau

Ouvertures permanentes vers l'atmosphère

- Débordement via les ouvertures de respiration du navire

Points faibles

Éléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

- Connexion par bride de la liaison temporaire

Liste des étapes de libération:

Libération

- Libération de produit durant le (dé)chargement

Propagation

- Extension incontrôlée de la flaque de liquide libéré

Impact

- Contact avec des personnes présentes

2. Sources de causes et mesures correspondantes

Explosion dans la citerne d'un bateau

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

Description:

Nature des tensions: Explosion interne

De l'hydrogène est généré durant le transport par corrosion des citernes en acier au carbone.

Causes:

ET O1 Présence d'hydrogène (M1)

ET O2 Présence d'une source d'inflammation (M2)

Etant donné que l'hydrogène s'enflamme très facilement, l'inflammation est difficile à exclure. Par exemple, à cause d'étincelles d'origine électrostatique.

Etapas de libération:

Libération de produit durant le (dé)chargement

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Ventilation de la citerne avant toute manipulation via le trou d'homme (15 min)

Manipulations telles que:

- prise d'échantillon
- mesure de niveau

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Présence d'hydrogène

M2 Interdiction de flamme nue et de toute source d'inflammation mobile

Indiqué par des pictogrammes:

- Interdiction de fumer [10]
- Interdiction d'utiliser des GSM.

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Présence d'une source d'inflammation

Génération de gaz/de chaleur par réaction avec des substances incompatibles

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

Description:

Nature des tensions: pression

Causes:

C1 Présence d'un produit incompatible dans la citerne du bateau

Nettoyage insuffisant après le dernier (dé)chargement ou présence d'eau de rinçage, par exemple

Etapas de libération:

Libération de produit durant le (dé)chargement

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Contrôle du dernier chargement de la citerne de transport avant le remplissage

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Contrôle du dernier chargement (produits incompatibles)

Certificat pour le dernier chargement (également pour l'oléum/l'acide sulfurique)

Certificat de nettoyage

Contrôle de la présence éventuelle d'eau

Mouvement excessif du navire

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression

Description:

Nature des tensions: Tensions dans la liaison temporaire

Causes:

OU O1 Mauvais amarrage du navire (M3)

OU O2 Collision par un autre navire

Etapas de libération:

Libération de produit durant le (dé)chargement

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Interlock sur le mouvement excessif

Couche: Sécurité

Type: Verrouillage

Ferme autant du côté bateau que du côté quai

Déclenche une alarme

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M2 Connexion break-away

Couche: Sécurité

Type: Vannes automatiques

Influence sur une cause

M3 Instructions correctes et contrôle de l'amarrage

L'amarrage correct du bateau relève de la responsabilité de l'équipage lui-même.

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Mauvais amarrage du navire

Poids propre des flexibles

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression

Description:

Nature des tensions: Forces de traction

Causes:

OU C1 Suspension du flexible (M1)

Etapas de libération:

Libération de produit durant le (dé)chargement

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Endroit pour le rangement des flexibles non utilisés

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Suspension du flexible

Présence de conditions corrosives dans le flexible

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions corrosives ou chimiquement agressives

Description:

Nature de l'attaque: corrosion

Causes:

C1 Présence d'acide sulfurique en concentrations normales (M1)

C2 Présence d'acide sulfurique en concentrations anormales

C2.1 Infiltration d'eau de pluie ou d'humidité de l'air dans les flexibles (M2;M3)

Etapas de libération:

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Flexible en matériau résistant

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Influence sur cause: Présence d'acide sulfurique en concentrations normales

Les matériaux résistants sont:

revêtement avec des hydrocarbures fluorés [4]

polyéthylène chlorosulfoné [4]

revêtement téflon [10]

le caoutchouc n'est pas approprié [10]

La résistance dépend de la concentration et de la température!

M2 Obturer ou nettoyer les flexibles non utilisés

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Infiltration d'eau de pluie ou d'humidité de l'air dans les flexibles

M3 Endroit pour le rangement des flexibles non utilisés

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Infiltration d'eau de pluie ou d'humidité de l'air dans les flexibles

Emploi fréquent des flexibles

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions favorisant l'érosion

Description:

Nature de l'attaque: Usure

Causes:

Étapes de libération:

Libération de produit durant le (dé)chargement

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Contrôle périodique des flexibles

Couche: Contrôle

Type: Inspection &entretien

Suivant les directives du fournisseur

Test de pression

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M2 Contrôle visuel du flexible avant chaque utilisation

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Point de connexion de la liaison temporaire

Ouvertures dans l'enveloppe

Ouvertures temporaires vers l'atmosphère

Description:

Fréquence d'utilisation: lors de chaque (dé)chargement

Causes:

O1 Désaccouplement d'une liaison temporaire où de l'acide sulf/oléum est présent (M1;M2)

Etapes de libération:

Libération de produit durant le (dé)chargement

Mesures:

Influence sur une cause

M1 La liaison temporaire est vidée ou soufflée avant déconnexion

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Désaccouplement d'une liaison temporaire où de l'acide sulf/oléum est présent

M2 Procédure de (dé)chargement

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Désaccouplement d'une liaison temporaire où de l'acide sulf/oléum est présent

Programme de formation pour cette procédure

La procédure pour le (dé)chargement décrit:

- les EPI à utiliser
- l'immobilisation du wagon ou camion-citerne
- le fait de faire tomber la pression (avec contrôle) avant de connecter
- le contrôle du fait qu'il reste suffisamment d'espace pour la quantité à décharger
- le contrôle du fait que la citerne de transport à remplir est vide
- le contrôle visuel du flexible de (dé)chargement
- la vidange/le soufflage de la connexion de (dé)chargement

Ouverture de respiration de la citerne du bateau

Ouvertures dans l'enveloppe

Ouvertures temporaires vers l'atmosphère

Description:

Fréquence d'utilisation: permanent ou automatique

Causes:

ET C1 mise à l'air de la citerne du bateau est libre (M1;M2)

Dans le cas de l'oléum, il y a toujours formation de vapeurs.

ET C2 Surremplissage de la citerne du bateau (M3;M4)

Etapas de libération:

Libération de produit durant le (dé)chargement

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Système d'absorption pour les vapeurs d'oléum

Mesures pour l'oléum

Système d'absorption: tours d'absorption avec de l'acide sulfurique par exemple
[1]

Couche: Contrôle

Type: Passives

Influence sur cause: mise à l'air de la citerne du bateau est libre

Echauffement dû à l'absorption du S03 gazeux

L'échauffement dû à l'absorption de S03 gazeux est maintenu dans des limites acceptables, également lors des flux gazeux les plus importants (remplissage du réservoir) [7]

La tour d'absorption est dimensionnée pour le débit max possible (déchargement)

Suivi de la capacité d'absorption de la tour

Alarme sur la circulation du fluide absorbant

M2 Système de retour gazeux renvoyant les vapeurs vers le réservoir

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Influence sur cause: mise à l'air de la citerne du bateau est libre

La tuyauterie est en pente vers le réservoir

De façon telle qu'aucun liquide ne peut stagner

L'infiltration d'humidité est évitée

Corrosion importante de l'acier au carbone dans le cas d'une dilution trop importante de l'acide sulfurique restant

Contrôle périodique du fait que les tuyauteries sont libres

M3 Communication facile avec le navire

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Surremplissage de la citerne du bateau

Radio portable à bord du bateau

Le surveillant de pont parle au - une langue compréhensible pour les opérateurs

M4 Contrôle que la citerne de transport est vide avant de démarrer le remplissage

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Surremplissage de la citerne du bateau

Influence sur une mesure

M5 Procédure de (dé)chargement

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur mesure: Contrôle que la citerne de transport est vide avant de démarrer le remplissage

Points d'attention: voir source de cause Point de connexion de la liaison temporaire

Débordement via les ouvertures de respiration du navire

Ouvertures dans l'enveloppe

Ouvertures permanentes vers l'atmosphère

Description:

Fréquence d'utilisation: Automatique ou permanent

Causes:

O1 Surremplissage de la citerne du bateau (M1;M2)

Etapes de libération:

Libération de produit durant le (dé)chargement

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Communication facile avec le navire

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Surremplissage de la citerne du bateau

Points d'attention: voir source de cause Ouverture de respiration de la citerne du bateau

M2 Contrôle que la citerne de transport est vide avant de démarrer le remplissage

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Surremplissage de la citerne du bateau

Influence sur une mesure

M3 Procédure de (dé)chargement

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur mesure: Contrôle que la citerne de transport est vide avant de démarrer le remplissage

Points d'attention: voir source de cause Point de connexion de la liaison temporaire

Connexion par bride de la liaison temporaire

Points faibles

Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

Description:

Nature du point faible: connexion par bride

Causes:

OU O1 Connexion insuffisamment serrée (M3)

OU O2 Joint inapproprié (M2)

Etapas de libération:

Libération de produit durant le (dé)chargement

Contact avec des personnes présentes

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Dans le cas de l'oléum : contrôle étanchéité de la connexion avant déchargement

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur une cause

M2 Emploi d'un nouveau joint lors de chaque connexion

Couche: Enveloppe

Type: Procédurier

Influence sur cause: Joint inapproprié

Présence uniquement de joints adéquats au lieu de (dé)chargement

Si d'autres joints s'avèrent utiles pour d'autres concentrations, ils doivent être clairement distinguables entre eux afin d'éviter toute permutation.

Joints appropriés:

[10] viton B pour l'acide sulfurique

M3 Procédure de (dé)chargement

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Connexion insuffisamment serrée

Points d'attention: voir source de cause Point de connexion de la liaison temporaire

3. Etapes de libération et mesures correspondantes

Libération de produit durant le (dé)chargement

Libération

Description:

Détails:

OU G1 Fuite via la connexion de (dé)chargement

OU G2 Débordement de la citerne du navire

Mesures:

M1 Surveillant de pont abord du navire durant tout le (dé)chargement

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Le surveillant de pont parle au - une langue compréhensible pour les opérateurs

M2 Communication facile avec le navire

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Radio portable à bord du bateau

Le surveillant de pont parle au - une langue compréhensible pour les opérateurs

M3 Arrêt d'urgence sur le quai et à bord du navire

Couche: Limitation des dommages

Type: Boucles de sécurité

L'arrêt d'urgence:

- ferme les vannes automatiques
- stoppe les pompes
- déclenche une alarme en salle de contrôle

Extension incontrôlée de la flaque de liquide libéré

Propagation

Description:

Cfr les mesures pour les réservoirs de stockage

Détails:

Mesures:

Contact avec des personnes présentes


Impact

Description:

Cfr les mesures pour les réservoirs de stockage

Détails:

Mesures:

<p>Sous-système</p> <p>Tuyauterie</p>	
	<p>Division du contrôle des risques chimiques</p>

1. Description sous-système

Installation: Stockage et (dé)chargement

Section: Tuyauteries

Liste des sources de causes:

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

- Coup de bélier

Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression

- Accrochage par des véhicules

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions corrosives ou chimiquement agressives

- Présence de conditions corrosives internes
- Présence de conditions corrosives externes

Conditions favorisant l'érosion

- Présence de conditions érosives

Points faibles

Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

- Liaison par bride

Presse-étoupes des pièces mobiles

- Étanchéité de l'arbre des pompes

Liste des étapes de libération:

Libération

- Un jet de liquide jaillit de la liaison par bride qui fuit
- Fuite dans une tuyauterie

Propagation

- Dispersion de la fuite de liquide au droit de la pompe

Impact

- Contact avec les personnes présentes

2. Sources de causes et mesures correspondantes

Coup de bélier

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

Description:

Nature des tensions: Surpression

La montée en pression due à la fermeture d'une vanne répond à la formule suivante: $P = \rho a v$ dans laquelle

P: la montée en pression

ρ : le poids spécifique (= +/- 1850 kg/m³)

a: la vitesse du son dans le liquide (la vitesse du son dans l'oléum 28% est de 239 m/s)

v: le changement de vitesse dû à la fermeture de la vanne (dans le cas d'une fermeture totale, cela revient à la vitesse du liquide avant fermeture de la vanne).

La pression maximum qui peut apparaître est donc cette montée en pression PLUS la hauteur manométrique de la pompe à débit nul.

Causes:

ET C1 Ecoulement de liquide dans une tuyauterie de grande longueur

ET O2 Fermeture rapide de la vanne (M1)

Etapas de libération:

Fuite dans une tuyauterie

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Vitesse limitée de fermeture des vannes dans des tuyauteries de grande longueur

Couche: Contrôle

Type: Boucle de contrôle

Influence sur cause: Fermeture rapide de la vanne

Accrochage par des véhicules

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression

Description:

Nature des tensions: impact dû au véhicule

Causes:

Etapes de libération:

Fuite dans une tuyauterie

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Les tuyauteries sont suffisamment éloignées du trafic

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M2 Les tuyauteries sont protégées contre les collisions

Couche: Procédé

Type: Passives

Présence de conditions corrosives internes

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions corrosives ou chimiquement agressives

Description:

Nature de l'attaque: Corrosion généralisée

Causes:

C1 Présence d'acide sulfurique en concentration normale

C2 Réchauffement de la tuyauterie (M5)

Étapes de libération:

Fuite dans une tuyauterie

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Inspection périodique des tuyauteries

Couche: Contrôle

Type: Inspection & entretien

Attention spéciale à la corrosion externe aux points de suspension

Dossier tuyauteries

- spécifications de conception de la tuyauterie
- épaisseur de paroi minimum (critère d'acceptation pour mesure d'épaisseur)
- résultats d'inspection
- certificat de contrôle

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M2 Emploi d'un matériau de construction résistant à la corrosion

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Les matériaux appropriés sont:

- acier au carbone pour des concentrations d'acide sulfurique de 70-99% et pour l'oléum à toutes concentrations [1,2,3,16]
- acier inoxydable austénitique pour des concentrations d'acide sulfurique de 93-99% et l'oléum à toutes concentrations (une présence d'oxygène s'avère nécessaire dans un environnement oxydant uniquement, afin de former une couche de passivation) [4]
- PVC pour l'acide sulfurique à concentration <93% à température ambiante [3,4]
- PE pour l'acide sulfurique à concentration <98% [4]
- PTFE, PFA, FEP insensibles à l'acide sulfurique en quelque concentration que ce soit [3, 4, 7]

M3 Surépaisseur de corrosion

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Pour l'acier au carbone [1,4]

concentration en acide sulfurique >93% 3 mm
77-92% 4,5 mm

Corrosion plus importante pour l'acide sulfurique à faible conc en fer [16]

par ex., avec de l'acide sulfurique provenant d'une installation résistant à la corrosion

M4 Emploi de revêtements résistant à la corrosion

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Les revêtements appropriés sont:

- les revêtements phénoliques thermodurcissables à haute température pour des concentrations en acide sulfurique de 90-98% protection totale contre la corrosion si bien appliqué avec une durée de vie de 5 à 7 ans dans de l'acide sulfurique à 93% [2,3,16]
- le verre [4]
- le caoutchouc butyle et le néoprène pour des concentrations en acide sulfurique <50% à température tempérée et <75% à température ambiante [3,4]
- plastiques fluorés (voir ci-dessus)

Le revêtement doit pouvoir résister à la température générée lors du premier rinçage à l'eau du réservoir lorsque le réservoir est vidé [7]

Influence sur une cause

M5 Couche de peinture blanche/isolation

L'emploi d'une peinture réfléchissante blanche réduit le réchauffement dû aux rayons solaires et donc limite ainsi la vitesse de corrosion [16].

La présence éventuelle d'une isolation assure une protection encore meilleure à la chaleur du soleil.

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Réchauffement de la tuyauterie

Présence de conditions corrosives externes

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions corrosives ou chimiquement agressives

Description:

Nature de l'attaque: Diminution de l'épaisseur de paroi due à la corrosion atmosphérique

Causes:

C1 Présence d'eau aux points de suspension de la tuyauterie (M5)

C2 Présence d'humidité sous l'isolation (M6)

Etapas de libération:

Fuite dans une tuyauterie

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Utilisation de matériaux résistant à la corrosion

Acier inoxydable

Couche: Enveloppe

Type: Passives

M2 Utilisation d'une isolation à faible teneur en chlorures

Afin d'éviter la corrosion sous l'isolation dans le cas de tuyauteries en acier inoxydable

Couche: Indéfini

Type: Indéfini

M3 Inspection périodique des tuyauteries

Couche: Contrôle

Type: Inspection & entretien

Points d'attention: voir source de cause Présence de conditions corrosives internes

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M4 Mise en peinture

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Un programme de peinture assurant l'état correct de la couche de peinture

Repris dans les inspections externes

Influence sur une cause

M5 Les points de suspension sont conçus de sorte que l'eau ne peut pas stagner

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Présence d'eau aux points de suspension de la tuyauterie

M6 Protection étanche de l'isolation

[1,2]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Présence d'humidité sous l'isolation

Présence de conditions érosives

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions favorisant l'érosion

Description:

Nature de l'attaque: Disparition du film protecteur de sulfate de fer

Causes:

C1 Microbulles d'hydrogène ascendantes

Pendant leur cheminement vers le point le plus haut, ces microbulles forment des rainures (grooves) dans lesquelles le film de sulfate de fer est détruit. C'est dans la partie supérieure de la tuyauterie qu'apparaît un rainurage prononcé étant donné que tout l'hydrogène s'y rassemble et cherche le point le plus haut.

Toute mesure diminuant la corrosion générale le long du côté supérieur de la tuyauterie limite également la formation d'hydrogène et, de ce fait, le problème du rainurage par l'hydrogène.

C2 Turbulences (M2)

C1.1 Hautes vitesses du liquide (M3)

C1.1.1 Dans les vannes

Etapes de libération:

Fuite dans une tuyauterie

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Matériaux résistant à la corrosion là où le risque de rainurage par H2 est grand

En évitant la corrosion, on évite également la formation d'hydrogène [2,3,4,5,16]

Couche: Procédé

Type: Passives

Les endroits à risques sont:

- la moitié supérieure des tuyauteries (effet amplifié si pas de circulation et réchauffage par le rayonnement solaire)
- la moitié supérieure des trous d'hommes horizontaux (à la base du réservoir)

Les matériaux résistant à la corrosion sont:

L'acier inoxydable

Influence sur une cause

M2 Les vannes sont réalisées en matériaux résistant à la corrosion revêtement en fluoroplastiques par exemple

Beaucoup de turbulences sont générées dans les vannes

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Influence sur cause: Turbulences

M3 Limitation de la vitesse du liquide

vitesse inférieure à 0,9 m/s pour l'acier au carbone [3,4]

vitesse inférieure à 2 m/s pour l'acier inoxydable [4]

La vitesse de corrosion augmente linéairement avec la vitesse du liquide [12]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Hautes vitesses du liquide

Liaison par bride

Points faibles

Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

Description:

Nature du point faible: Perte d'étanchéité

Causes:

OU O1 Attaque du joint par l'acide sulfurique (M2)

OU O2 Joint abimé lors du montage

Etapas de libération:

Un jet de liquide jaillit de la liaison par bride qui fuit

Fuite dans une tuyauterie

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Limitation du nombre de connexions par brides

[8]

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Influence sur une cause

M2 Les joints résistent à l'acide sulfurique/à l'oléum

[4]

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Influence sur cause: Attaque du joint par l'acide sulfurique

Les joints résistant à l'acide sulfurique à 25°C sont [4]:

- PTFE massif
- PTFE armé de fibres de verre
- acier inoxydable spiralé enrobé de PTFE

La résistance des joints dépend de la température et de la concentration

Instructions pour le montage des joints

- identification du type correct de joint
- directives concernant le serrage des joints
- placement de protection de brides

Etanchéité de l'arbre des pompes

Points faibles

Presse-étoupes des pièces mobiles

Description:

Nature du point faible: Etanchéité de l'arbre

Causes:

O1 Défaillance du bourrage mécanique

OU O1.1 Usure

OU O1.2 Attaque par l'acide sulfurique

Etapas de libération:

Dispersion de la fuite de liquide au droit de la pompe

Fuite dans une tuyauterie

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Dans la cas de l'oléum: utilisation de pompes sans bourrage

Pompes à accouplement magnétique

Couche: Procédé

Type: Passives

M2 Les pompes sont reprises dans un programme d'entretien

Couche: Contrôle

Type: Inspection &entretien

3. Etapes de libération et mesures correspondantes

Un jet de liquide jaillit de la liaison par bride qui fuit

Libération

Description:

Détails:

Mesures:

M1 Protection autour des brides [8,23]

Les protections de brides empêchent que des jets de liquide sous pression ne jicent. On limite ainsi également la formation de brouillard.

Couche: Limitation des dommages

Type: Passives

Fuite dans une tuyauterie

Libération

Description:

Détails:

G1 Vidange complète des appareils connectés à la tuyauterie (M1;M2)

Mesures:

M1 Vannes de pied sur les réservoirs

Couche: Limitation des dommages

Type: Boucles de sécurité

Influence sur détail: Vidange complète des appareils connectés à la tuyauterie

Ces vannes sont:

- de préférence commandables à distance (obligatoire dans le cas de l'oléum)
- placées aussi près que possible du réservoir

Sur toute les connexions en-dessous du niveau du liquide

M2 Les tubes plongeurs sont équipés de coupe-siphons

Un coupe-siphon est une ouverture à la partie supérieure du tube plongeur juste sous le toit du réservoir.

[1,2]

Couche: Limitation des dommages

Type: Passives

Influence sur détail: Vidange complète des appareils connectés à la tuyauterie

Dispersion de la fuite de liquide au droit de la pompe

Propagation

Description:

Détails:

Mesures:

M1 Encuvement des pompes[2]

Couche: Limitation des dommages

Type: Indéfini

Contact avec les personnes présentes

Impact

Description:

Cfr les mesures pour les réservoirs de stockage

Détails:

Mesures:

Annexe 2 : liste de vérification

Liste de vérification

ENTREE – GENERALITES	
Indication de l'interdiction de fumer, de flamme nue et de GSM.	
Douches de secours/absorbant à proximité de toutes les installations	
Les tuyauteries sont clairement identifiées	
Protection de bride autour des connexions à brides	
Le système de tuyauteries aériennes est protégé contre l'impact du trafic	
Les prises d'échantillon ne peuvent pas être ouvertes involontairement	
RESERVOIRS	
Les réservoirs sont peints en blanc	
Les mises à l'air sont situées au point le plus haut du réservoir, Ne peuvent pas être isolées et pourvues d'un tracing (pour l'oléum)	
Vannes de pied des réservoirs de stockage, commandables à distance	
Indication sur chaque réservoir de: <ul style="list-style-type: none"> • numéro du réservoir • nom du liquide stocké • symboles de danger • capacité du réservoir 	
Passerelles pour toute manipulation sur les toits des réservoirs	
L'isolation des réservoirs est en bon état et s'arrête au-dessus du sol	
Les tertres sont en pente suffisante et en bon état	
L'encuvement est entièrement étanche, libre d'eau et la vidange est fermée	
<ul style="list-style-type: none"> • L'encuvement est pourvu d'échelles ou d'escaliers de secours en nombre suffisant (distancés de 30 m au maximum) • Chaque passage de service a une largeur min. de 1m. 	
3 m entre l'encuvement et les limites du terrain	

(DE)CHARGEMENT DE CAMIONS (WAGONS)-CITERNES	
Séparés du déchargement de produits incompatibles	
La zone de (dé)chargement est délimitée	
Surveillance continue durant le déchargement	
Le camion (wagon)-citerne est immobilisé à l'aide de cales	
Les flexibles sont en bon état	
Présence uniquement de joints appropriés sur l'aire de déchargement	
Présence de boutons d'arrêt d'urgence	
Présence de produit de nettoyage pour les fuites de liquide	
La voie de (dé)chargement est isolée du reste du réseau ferroviaire	
Manche à air visible	

DECHARGEMENT DE BATEAUX	
Indication de l'interdiction de fumer, de flamme nue et de GSM sur le quai	
Surveillance continue pendant le (dé)chargement (opérateur et surveillant de pont)	
Flexibles en bon état	
Présence uniquement de joints appropriés sur l'aire de (dé)chargement	
Présence de connexions break-away dans le cas de l'oléum	
<ul style="list-style-type: none"> • Présence de boutons d'arrêt d'urgence • Bouton d'arrêt d'urgence à mettre en place sur le bateau 	
Voies d'évacuation en suffisance	
Manche à air visible	
Le lieu de (dé)chargement n'est pas accessible aux personnes non autorisées	