EKSPLOATACJA I INSPEKCJA STATYCZNYCH ZBIORNIKÓW KRIOGENICZNYCH IZOLOWANYCH PRÓŻNIOWO

Doc 224/19

Zastępuje dokumenty EIGA Doc 114,
115 oraz 119

EUROPEJSKIE STOWARZYSZENIE GAZÓW TECHNICZNYCH AISBL

AVENUE DES ARTS3-5 • B–1210 BRUKSELA
Tel:+3222177098 • Faks:+3222198514
E-mail:info@eiga.eu Internet:www.eiga.eu

EKSPLOATACJA I INSPEKCJA STATYCZNYCH ZBIORNIKÓW KRIOGENICZNYCH IZOLOWANYCH PRÓŻNIOWO

Opracowanie: WG-6 Bezpieczeństwo Zbiorników Kriogenicznych

Zrzeczenie się

Wszystkie publikacje techniczne EIGA lub dokonane pod nazwą EIGA, w tym kodeksy praktyki, procedury bezpieczeństwa oraz wszelkie inne informacje techniczne zawarte w takich publikacjach zostały uzyskane ze źródeł uważanych za rzetelne i oparte są o informacje i doświadczenie dostępne od członków EIGA oraz innych w dniu ich wydania.

Choć EIGA zaleca korzystanie z jego dokumentów lub odwoływanie się do nich przez jego członków, takie korzystanie lub odwoływanie się do publikacji EIGA przez jego członków lub strony trzecie jest wyłącznie dobrowolne i nie wiążące.

Zatem, EIGA i jego członkowie nie gwarantują wyników i nie przyjmują odpowiedzialności w związku z wykorzystaniem zawartych w publikacjach EIGA informacji lub sugestii bądź powołaniem się na nie.

EIGA nie posiada jakiejkolwiek kontroli odnośnie do wypełnienia lub niewypełnienia, błędnej interpretacji, właściwego lub niewłaściwego wykorzystania jakichkolwiek zawartych w publikacjach EIGA informacji lub propozycji przez jakąkolwiek osobę lub podmiot (w tym również członków EIGA), i dlatego EIGA wyraźnie zrzeka się odpowiedzialności w związku z powyższym.

© EIGA 2019 - EIGA udziela zezwolenia na reprodukcję niniejszej publikacji pod warunkiem potwierdzenia, że pochodzi ona od

Stowarzyszenia.

EUROPEJSKIE STOWARZYSZENIE GAZÓW TECHNICZNYC
AISBL
Avenue des Arts 3-5 B 1210 Bruksela Tel +32 2 217 70 98 Faks +32 2 219 85 14
E-mail: info@eiga.eu Internet: www.eiga.eu

Spis treści

1. Wstęp

2. Zakres 1

3. Definicje 2

3.1 Terminologia stosowana w publikacji 2
3.2 Definicje techniczne 3

4. Informacje ogólne 4

4.1 Cryogenic gases 4
4.2 Properties of nitrogen, oxygen, argon and helium 5
4.3 Precautions 5
4.4 Cryogenic equipment 6
4.5 Materials 6
4.6 Construction 7
4.7 Corrosion 7
4.8 Insulation 7
4.9 Cleanliness 7
4.10 Failure mechanisms cryogenic vessels 7
4.11 Specific requirements 8

5. Layout and design features for installation 9

5.1 General 9
5.2 Safety distances 9
5.3 Location of the vessel 9
5.4 Protection against electrical hazards 10
5.5 Installation level and slope 10
5.6 Position of gas vents 10
5.7 Vapour clouds 10
5.8 Liquid transfer area 11
5.9 Ventilation of pump enclosure 11
5.10 Equipment layout 11
5.11 Isolation valves 11
5.12 Secondary isolation 11
5.13 Diversion of spillage 11
5.14 Couplings 12
5.15 Back contamination 12
5.16 Fencing 12
5.17 Vaporisers and downstream equipment 12
5.18 Foundation, construction of floor and bolting down 13
5.19 Other requirements 13
5.20 Modifications 13
5.21 Indoor installations 14
5.22 Access to the installation 15
5.23 Notices and instructions 16
5.24 Operating and emergency instructions 17

6. Putting into service / Commissioning - Checks and testing 18

6.1 Checking the installation 18
6.2 Checking the markings 18
6.3 Ready for start-up review (hand-over documents) 18
6.4 Checking the equipment 18
6.5 Testing of the installation 19
6.6 Pressure test 19

6.7 Pressure relief devices 19
6.8 Adjustment of controlling devices 20
6.9 Commissioning 20

7. Maintenance, repair and taking out of service 20

7.1 Maintenance and repair of the installation 20
7.2 Work permit 21
7.3 Taking out of service (decommissioning) 21

8. Daily, filling and periodic Inspections 22

8.1 General 22
8.2 Daily inspections/checks 22
8.3 Inspection at time of filling 23

9. Periodic inspection 24

9.1 General 24
9.2 Vacuum insulated cryogenic vessel 25
9.3 Inner vessel 25
9.4 Pressure relief devices 25

10. Training of personnel 27

11. References 28

Appendix A:Safety distances definition 30

Appendix B1: Minimum safety distances for liquid nitrogen, - argon and - helium 32

Appendix B2: Minimum safety distances for liquid oxygen 33

Appendix C: Simplified tilting stability calculation 34

Appendix D: Pre-commissioning checklist 36

Appendix E: Recommendations in case of vacuum loss on cryogenic vessels 37

Appendix G 42

Background information on periodic inspection intervals of cryogenic vessels 42

Table 1 Properties of nitrogen, oxygen, argon and helium 5
Table 2 Cryogenic equipment - Recommended inspection and tests 24
Table 3 Recommended inspection intervals PRDs 26
Table 4 Periodic inspection and test by notified body at time of publication 43

1. Wstęp

Statyczne zbiorniki kriogeniczne izolowane próżniowo służą do magazynowania kriogenicznych (schłodzonych skroplonych) gazów technicznych i medycznych i stanowią część gazowego układu zasilającego klienta.

Statyczne zbiorniki kriogeniczne izolowane próżniowo są instalowane w zakładach klientów i zwykle są własnością firmy gazowej i są napełniane z użyciem cysternowych pojazdów drogowych.

Zbiorniki używane do magazynowania cieczy kriogenicznych składają się z wewnętrznego zbiornika ciśnieniowego, izolacji i zewnętrznego płaszcza (który nie musi być zbiornikiem ciśnieniowym) oraz urządzeń pomocniczych. W przestrzeni pomiędzy zbiornikiem wewnętrznym a zewnętrznym płaszczem (przestrzeń w kształcie pierścienia) znajduje się podciśnienie (próżnia).

Schłodzone gazy skroplone, w tym dwutlenek węgla, można przechowywać w zbiorniku odpowiednim dla cieczy kriogenicznych, lub w zbiorniku składającym się ze zbiornika ciśnieniowego z izolacją piankową.

Gazy dostarczane są do punktu użycia u klienta w fazie ciekłej lub gazowej. Przepływ cieczy lub gazu uzyskuje się zwykle poprzez różnicę ciśnienia, gdzie zbiornik wewnętrzny i jego zawartość znajduje się pod wyższym ciśnieniem niż punkt użycia u klienta. Aby to osiągnąć, zbiorniki wyposaża się w odparowywacz, zwykle zwany jednostką podnoszącą ciśnienie, oraz regulator ciśnienia. Zakres roboczy zmian ciśnienia statycznych zbiorników kriogenicznych jest ograniczony – patrz EN 13458-2, *Zbiorniki kriogeniczne. Zbiorniki statyczne izolowane próżniowo. Projektowanie, wykonywanie, kontrola i badania [1]* 1

Własności gazów kriogenicznych wymagają podjęcia środków ostrożności i przestrzegania zasad bezpieczeństwa. Zignorowanie środków ostrożności i zasad bezpieczeństwa może prowadzić do wypadków.

Zbiorniki kriogeniczne poddaje się okresowym kontrolom i badaniom.

Projektowanie, wykonywanie, wprowadzanie na rynek i przekazywanie do eksploatacji urządzeń reguluje dyrektywa w sprawie urządzeń ciśnieniowych (PED) [2]. Nie określa ona wymagań dotyczących kontroli urządzeń ciśnieniowych będących w eksploatacji.

Ponieważ kontrole okresowe nie są objęte przez PED, odnośnie do ustalania okresów kontroli stosują się w tym zakresie miejscowe przepisy. Przepisy te dotyczące kontroli i badań urządzeń ciśnieniowych w trakcie eksploatacji różnią się znacznie pomiędzy różnymi krajami europejskimi (dla podobnych zbiorników / eksploatacji z podobnym gazem).

Norma EN ISO 21009-2 *Zbiorniki kriogeniczne – Statyczne zbiorniki izolowane próżniowo – Część 2*: *Wymagania eksploatacyjne* podaje zalecenia dotyczące odstępu czasu między okresowymi badaniami zbiorników kriogenicznych [3].

Statyczne zbiorniki kriogeniczne od czasu do czasu są wymieniane lub przenoszone, gdyż zmienił się charakter zużycia gazu przez klienta i wymagany jest zbiornik większego rozmiaru lub zakończona została umowa pomiędzy firmą gazową a klientem. Doświadczenie przemysłu pokazuje, że zbiornik kriogeniczny jest przenoszony średnio co 6 lat.

Publikacja ta ma w zamiarze być wykorzystana jako wskazówka przez osoby biorące udział w eksploatacji, konserwacji i kontrolach instalacji magazynowania cieczy kriogenicznych.

Pierwszeństwo nad zaleceniami podanymi w tej publikacji mają miejscowe przepisy.

Niniejsza publikacja zastępuje dokumenty Doc 114, *Eksploatacja statycznych zbiorników kriogenicznych*, Doc 115 *Magazynowanie gazów kriogenicznych w zakładach użytkowników* oraz Doc 119 *Okresowa kontrola statycznych zbiorników kriogenicznych* [4,5.6].

2. Zakres

Niniejsza publikacja opisuje eksploatację oraz wymagane kontrole statycznych zbiorników

kriogenicznych izolowanych próżniowo w zakładach klientów, przystosowanych do maksymalnego ciśnienia roboczego (MAWP) wynoszącego ponad

1 Źródła wskazano za pomocą liczb zawartych w nawiasach kwadratowych i wymieniono w Spisie literatury w kolejności ich pojawiania się.

0.5 bar. Jest to zgodne z definicją urządzeń ciśnieniowych zawartą w dyrektywie w sprawie urządzeń ciśnieniowych [2].

Może ona również służyć jako wytyczna dla zbiorników zaprojektowanych do maksymalnego ciśnienia roboczego poniżej 0,5 bara.

Obejmuje instalacje zbiorników o indywidualnej pojemności wodnej do 15 000 litrów.

Dla instalacji o pojemności ponad 125 000 litrów, niniejsza publikacja może również być użyta w charakterze wskazówki. W takiej sytuacji lokalne przepisy mogą wymagać innych odległości bezpieczeństwa.

Niniejsza publikacja obejmuje następujące tematy:

- ogólne informacje ma temat urządzeń kriogenicznych;
- rozplanowanie i charakterystyki projektowe instalacji;
- włączenie / przekazanie do eksploatacji (dokumenty, instalacja, sprawdzenie);
- konserwacja i naprawy, wycofywanie z eksploatacji;
- kontrole (codzienne, podczas napełniania i okresowe); oraz
- szkolenie personelu.

Zbiorniki kriogeniczne opisane w tej publikacji służą do magazynowania ciekłego tlenu, azotu, argonu i helu. Zasady stosują się również do innych gazów, w tym dwutlenku węgla, podtlenku azotu i gazów łatwopalnych. Eksploatacja gazów toksycznych jest wyłączona z zakresu tej publikacji. Niniejsza publikacja nie dotyczy zbiorników używanych w produkcji gazów kriogenicznych ani zbiorników używanych do transportu, które są objęte dyrektywą w sprawie urządzeń ciśnieniowych (TPED) lub przepisami dotyczącymi transportu niebezpiecznych towarów [7].

Niniejsza publikacja stosuje się do nowych instalacji i może być używana jako wskazówka dla istniejących instalacji.

Dla instalacji wodoru – patrz EIGA Doc 06 *Bezpieczeństwo podczas przechowywania, pracy z, i dystrybucji ciekłego wodoru,* a dla kriogenicznego acetylenu – patrz EIGA Doc 208 *Bezpieczeństwo podczas przechowywania, pracy z, i dystrybucji kriogenicznego etylenu* [8, 9].

Niniejsza publikacja nie dotyczy urządzeń podłączonych do zbiornika, takich jak odparowywacze, mieszalniki gazów oraz sprzęt aplikacyjny.

3. Definicje

Do celów niniejszej publikacji stosują się następujące definicje:

3.1 Terminologia stosowana w publikacji

3.1.1 Należy / musi / winien (ang. *shall*)

Oznacza, że procedura jest obowiązkowa. Używa się wtedy, gdy kryterium zgodności z określonymi zaleceniami nie dopuszcza odstępstwa.

3.1.2 Powinno się / powinien (ang. *should*)

Oznacza, że procedura jest zalecana.

3.1.3 Może - oznaczające powinność (ang. *may*)

Oznacza, że procedura jest opcjonalna.

3.1.4 Będzie / lub inne formy czasu przyszłego (ang. *will*)

Forma czasu przyszłego używana będzie tylko do wskazania przyszłości, a nie stopnia wymagalności.

3.1.5 Może - oznaczające możliwość (ang. *can*)

Oznacza możliwość lub zdolność.

3.2 Definicje techniczne

3.2.1 Akcesoria

Składniki strukturalnych/podstawowych elementów zbiornika i instalacji rurowej, wymagane do tego, aby zbiornik kriogeniczny stał się funkcjonalną całością, do których należą np. regulatory, zawory, urządzenia zabezpieczające, wskaźniki/przyrządy pomiarowe (ciśnienia, temperatury, ciśnienia), złączki oraz urządzenie do podnoszenia ciśnienia.

UWAGA: W przemyśle zwane są one również urządzeniami pomocniczymi.

UWAGA: W niektórych krajach do akcesoriów zalicza się również procesowe wymienniki ciepła.

3.2.2 Upoważniony przedstawiciel

Każda osoba fizyczna lub prawna mająca siedzibę w Unii, która otrzymała od producenta pisemne pełnomocnictwo do działania w jego imieniu w odniesieniu do określonych zadań.

3.2.3 Osoba kompetentna

Osoba, która jest wyszkolona, kwalifikowana i upoważniona przez właściciela zbiornika do zamierzanego zadania.

3.2.4 Teren zamknięty

Miejsce, w którym może nastąpić zgromadzenie się gazu na skutek braku wentylacji.

UWAGA: Do takich miejsc należą zagłębienia, kanały, ściany znajdujące się w bezpośredniej bliskości oraz teren bez dachu otoczony trzema lub większą ilością ścian. Aby ustalić, czy dany teren uznaje się za zamknięty, może być wymagana ocena ryzyka.

3.2.5 Wnętrze budynku

Miejsce zamknięte mieszczące się wewnątrz budynku lub konstrukcji, ograniczone podłogą, stropem/sufitem oraz trzema lub większą ilością ścian. Do tego miejsca można wchodzić i wychodzić przez drzwi, drzwi zwijane, włazy lub bramy.

3.2.6 Zbiornik wewnętrzny

Zbiornik ciśnieniowy przeznaczony do utrzymywania cieczy kriogenicznej.

3.2.7 Przestrzeń wewnętrzna

Przestrzeń między zbiornikiem wewnętrznym a zewnętrznym płaszczem zbiornika kriogenicznego.

Przestrzeń ta jest wypełniona materiałem izolacyjnym, np. perlitem, i jest utrzymywane w niej podciśnienie, po to aby zmniejszyć do minimum przenikanie ciepła. Mogą również być zastosowane alternatywne/dodatkowe techniki izolacji.

UWAGA: Przestrzeń wewnętrzna nosi również nazwę przestrzeni pierścieniowej.

3.2.8 Płaszcz zewnętrzny

Hermetyczna osłona, która podtrzymuje zbiornik wewnętrzny, utrzymuje izolację i umożliwia utworzenie podciśnienia (próżni).

UWAGA: Nie jest wymagane, aby był to zbiornik ciśnieniowy.

3.2.9 Wprowadzanie na rynek

Zgodnie z PED, oznacza to udostępnienie urządzeń ciśnieniowych lub akcesoriów po raz pierwszy na rynku Unii [5].

3.2.10 Ciśnienie

W niniejszej publikacji "bar" oznacza ciśnienie manometryczne, o ile nie zaznaczono inaczej, tj. (bar bezwzgl.) w odniesieniu do ciśnienia bezwzględnego oraz (bar różn.) w odniesieniu do różnicy ciśnienia.

3.2.11 Ciśnieniowe zawory nadmiarowe

Urządzenia zaprojektowane tak, aby otwierały się przy zadanym ciśnieniu i wyrzucały płyn dotąd, aż ciśnienie spadnie do ustalonego z góry poziomu, aby chronić zbiornik kriogeniczny.

3.2.12 Włączenie/przekazanie do eksploatacji

Działanie i czynności służące do przygotowania zbiornika do eksploatacji, w tym także do jego użycia po raz pierwszy. Odnosi się to do nowego zbiornika użytego po raz pierwszy lub do zbiornika, który został wycofany z eksploatacji, a następnie wprowadzony ponownie.

3.2.13 Statyczny zbiornik kriogeniczny izolowany próżniowo

Izolowany cieplnie zbiornik przeznaczony do używania z cieczami kriogenicznymi, składający się ze zbiornika wewnętrznego, zewnętrznego płaszcza, oraz związanego z nim układu rurowego i urządzeń pomocniczych, stanowiący całość funkcjonalną gotową do przekazania do eksploatacji.

UWAGA: Zbiornik ten jest przeznaczony wyłącznie do użytku na miejscu w zakładzie.

3.2.14 Cieplny zawór nadmiarowy

Urządzenie zabezpieczające przeznaczone do upuszczania nadmiaru ciśnienia z pewnej części zamkniętej instalacji rurowej, na przykład pomiędzy zaworami odcinającymi.

3.2.15 Użytkownik

Za użytkownika uważa się klienta, który używa produktu zawartego w zbiorniku kriogenicznym do swojego procesu.

4. Informacje ogólne

4.1 Gazy kriogeniczne

Gazowy tlen, azot, hel i argon są bezbarwne, bezwonne i pozbawione smaku. Nie są gazami żrącymi, toksycznymi ani palnymi. Azot, hel i argon są gazami duszącymi. Tlen nie jest gazem palnym, lecz ma własności utleniające i w wysokich stężeniach przyspiesza palenie. Tlen jest nieco gęstszy od powietrza. Oddychanie czystym tlenem pod ciśnieniem atmosferycznym nie jest niebezpieczne, choć poddanie się takiemu działaniu przez kilka godzin może spowodować czasowe zaburzenia funkcji płuc.

4.2 Własności azotu, tlenu, argonu i helu

W tabeli 1 podano niektóre własności fizyczne azotu, tlenu, argonu i helu.

Tabela 1 Własności azotu, tlenu, argonu i helu

		Azot	Tlen	Argon	Hel
Zawartość w powietrzu	% obj.	78,1	21	0,9	$5,10^{-4}$
Gęstość gazu pod ciśnieniem 1,013 bara i w temperaturze 15°C	kg/m³	1,19	1,35	1,69	0,169
Temperatura wrzenia przy 1,013 bara	°C	-196	-183	-186	-269
Gęstość cieczy pod ciśnieniem 1,013 bara i w temperaturze wrzenia	kg/m³	808,5	1141	1394	125
Objętość gazu (przy ciśn. 1,013 bara i 15°C) odparowanej ciecz w temp. wrzenia i pod ciśn. 1,013 bara)	stosunek $\rho_{cieczy}/\rho_{gazu}$	682 (808,5/1,185)	843 (1141/1,354)	824 (1394/1,691)	740 (125/0,169)

4.3 Środki ostrożności

Własności gazów kriogenicznych wymagają podjęcia szeregu szczególnych środków ostrożności.

4.3.1 Zubożenie lub wzbogacenie atmosfery w tlen

Atmosfera normalnie zawiera objętościowo 21% tlenu. Wzbogacenie, na przykład tylko do 23%, może przyczynić się do znacznego wzrostu szybkości palenia. Wiele materiałów, w tym niektóre powszechne metale, które nie są łatwopalne w powietrzu, w tlenie po zapaleniu mogą się palić. Dalsze informacje na temat zagrożeń powodowanych przez wzbogacenie lub niedobór tlenu można znaleźć w dokumentach EIGA Doc 04 *Zagrożenia pożarowe stwarzane przez tlen i atmosfery wzbogacone w tlen*, EIGA Doc. 44 *Zagrożenia stwarzane przez gazy obojętne i niedobór tlenu* oraz EIGA SL 02 *Zagrożenia uduszeniem* [10,11,12]

W miejscach, gdzie przechowywane lub przesyłane są ciekłe gazy kriogeniczne winna zawsze być zapewniona wentylacja.

4.3.2 Oparzenia kriogeniczne

Kontakt z ciekłymi gazami kriogenicznymi oraz zimnymi gazami lub niezaizolowanymi rurami lub zbiornikami odbiorczymi zawierającymi ciekłe gazy kriogeniczne może spowodować ciężkie uszkodzenie skóry. Z tego powodu, podczas obsługi sprzętu pracującego z ciekłymi gazami kriogenicznymi należy używać rękawic i ochrony oczu.

4.3.3 Kondensacja (skraplanie się) powietrza na przewodach rurowych

Podczas napełniania lub pobierania ciekłego helu powietrze z otoczenia może kondensować (skraplać się) na odsłoniętych niezaizolowanych przewodach rurowych i urządzeniach, powodując miejscowe podwyższenie zawartości tlenu, choć zwykle takie przewody rurowe są izolowane próżniowo. Dlatego należy podjąć środki zaradcze wobec kondensacji bogatego w tlen powietrza, na przykład stosując izolację za pomocą zgodnych materiałów lub tace ściekowe do odparowywania cieczy.

4.3.4 Kondensacja powietrza na płaszczu zbiornika wewnętrznego

W przypadku zbiorników ciekłego helu należy wziąć pod uwagę to, iż w razie utraty próżni w

przestrzeni wewnętrznej powietrze będzie się skraplać na zewnętrznych częściach zbiornika wewnętrznego. Efekt ten należy uwzględnić podczas ustalania wielkości ciśnieniowego urządzenia nadmiarowego oraz podczas doboru materiału izolacyjnego do użycia w przestrzeni wewnętrznej.

UWAGA: W przypadku ciekłego azotu pracującego pod ciśnieniem pary niższym niż 0,5 bara istnieje ryzyko wzrostu zawartości tlenu w otoczeniu wskutek kondensacji powietrza.

4.4 Urządzenia kriogeniczne

4.4.1 Zbiornik kriogeniczny

Statyczne, izolowane próżniowo zbiorniki kriogeniczne w zakładach klientów zwykle mają pojemność mniejszą niż 125 000 litrów. Zbiornik wewnętrzny zawiera skroplony gaz pod ciśnieniem i stanowi faktyczny zbiornik ciśnieniowy, i jest zaprojektowany tak, aby wytrzymywał ciśnienie wewnętrzne, zewnętrzne podciśnienie (próżnię) oraz temperatury kriogeniczne. Zbiornik wewnętrzny jest otoczony osłoną w formie płaszcza, wewnątrz którego utrzymywane jest podciśnienie, po to aby uzyskać niezbędny stopień izolacji pomiędzy powierzchnią płaszcza a zamkniętym zbiornikiem. Zbiornik wewnętrzny ma prosty cylindryczny kształt i jest zakończony z obu stron dnem w kształcie misy lub półkuli. Przestrzeń wewnętrzna jest wypełniona materiałem izolacyjnym. Płaszcz zewnętrzny pełni rolę zamknięcia izolacyjnego i podtrzymuje konstrukcję zbiornika wewnętrznego. Jest wykonany ze stali węglowej i zwykle nie jest sklasyfikowany jako zbiornik ciśnieniowy. W razie, gdy zbiornik wewnętrzny zacznie tracić ciśnienie, zadziała urządzenie nadmiarowe umieszczone w zewnętrznym płaszczu, aby nie dopuścić do uszkodzenia. Zbiorniki te instalowane są w zakładach klientów i wraz z innymi urządzeniami znane są pod nazwą zimnych konwertorów lub stacji klientów. Do celów niniejszej publikacji zwane są one zbiornikami kriogenicznymi izolowanymi próżniowo.

Zbiorniki kriogeniczne izolowane próżniowo pracują zwykle w temperaturach roboczych, które zmieniają się jedynie w niewielkim stopniu, przy bardzo sporadycznym całkowitym obniżaniu i ponownym podnoszeniu ciśnienia.

Temperatura zbiornika wewnętrznego pozostaje niemal stała podczas eksploatacji. Zbiornik wewnętrzny jest poddawany jedynie niewielkim obciążeniom od przewodów rurowych, gdyż jest on zaprojektowany tak, aby nie dopuścić do powstania w nim naprężeń powodowanych przez kurczenie i rozszerzanie się wskutek ochładzania i ogrzewania. Podpory i punkty zakotwiczenia między zbiornikiem wewnętrznym a zewnętrznym płaszczem są zaprojektowane tak, aby zapewnić minimalną wymianę ciepła.

Utrata próżni w przestrzeni wewnętrznej zwykle nie stanowi problemu związanego z bezpieczeństwem. Jeśli nastąpi utrata ciśnienia podczas pracy zbiornika, materiał izolacyjny wystarcza do utrzymania szybkości odparowania zawartości zbiornika w zakresie normalnej wydajności zaworów nadmiarowych wewnętrznego zbiornika. Każdy przypadek utraty ciśnienia należy zbadać, gdy może to mieć wpływ na integralność układu zbiornika i podpór.

4.4.2 Odparowywacze kriogeniczne

Odparowywacze kriogeniczne mają konstrukcję rurową i za pomocą powietrza otoczenia, wody, pary lub innych gorących cieczy przekazują ciepło potrzebne do odparowania cieczy kriogenicznej.

Najczęściej używanymi odparowywaczami są powietrzne odparowywacze atmosferyczne składające się z wiązek lub zespołów rur ze stopu aluminium, rur miedzianych lub ze stali nierdzewnej z użebrowaniem dla polepszenia wymiany ciepła. W dostępnych częściach zespołu możliwe jest przeprowadzanie oględzin zewnętrznych.

W odparowywaczach wodnych zanurzeniowych rury są wykonane z materiałów odpornych na korozję, takich jak miedź lub austenityczna stal nierdzewna, lecz w zależności od jakości wody, możliwy jest atak korozyjny od strony wodnej. Zewnętrzne oględziny są możliwe po opróżnieniu łaźni wodnej, natomiast kontrola wewnętrzna jest ograniczona do niedużej konstrukcji rurowej.

Ciśnienie robocze może wynosić do 40 barów, lecz zazwyczaj jest znacznie niższe. Należy uwzględnić zewnętrzne obciążenia, takie jak lód, śnieg, wiatr oraz drgania.

Podczas eksploatacji powstają pewne problemy mechaniczne, lecz wiązały się one jedynie z niedogodnościami operacyjnymi. nie z bezpieczeństwem, i mogą być wykryte poprzez przeprowadzenie zewnętrznych badań wzrokowych.

4.5 Materiały

Materiały konstrukcyjne stosowane na zbiorniki kriogeniczne, to austenityczna stal nierdzewna i inne odpowiednie stale zawierające nikiel na zbiornik wewnętrzny oraz stal węglowa na płaszcz zewnętrzny.

Materiałami stosowanymi na odparowywacze i akcesoria są: aluminium i miedź oraz ich stopy.

Materiały te są odporne na kruche pękanie w niskich temperaturach roboczych i szybkie rozszerzanie się pęknięć i zostały sprawdzone w ciągu wielu lat eksploatacji. Do dwutlenku węgla i podtlenku azotu, przy ich wyższych temperaturach roboczych, niekiedy używane są stale węglowe, i należy rozważyć ich odporność na kruche pękanie. Materiały te są również bardziej odporne na korozje, niż inne materiały stosowane na zbiorniki używane w ogólnej eksploatacji.

Własności mechaniczne wytrzymałości na rozciąganie powyższych materiałów są zwiększone w kriogenicznych warunkach roboczych. Zwiększonej wytrzymałości nie zawsze bierze się pod uwagę przy naprężeniowych obliczeniach grubości ścianki zgodnie z przepisami dotyczącymi zbiorników ciśnieniowych. Daje to dodatkowy margines bezpieczeństwa w stanie roboczym, np. stop zawierający 4,5% Mg zwiększa wytrzymałość o 9% (umowna granica plastyczności) lub 49% (wytrzymałość na rozciąganie); stal o zawartości 9% niklu zwiększa wytrzymałość o 38% (umowna granica plastyczności) lub 60% (wytrzymałość na rozciąganie); zaś austenityczna stal nierdzewna zwiększa wytrzymałość o 10% – 70% (umowna granica plastyczności) lub 120% – 150% (wytrzymałość na rozciąganie) od wartości w temp. +20°C do –196°C.

4.6 Konstrukcja

Zbiorniki kriogeniczne pracują przy ciśnieniach równych lub wyższych od ciśnienia atmosferycznego i są projektowane, wykonywane, badane i kontrolowane zgodnie z normami dotyczącymi zbiorników ciśnieniowych.

Zbiorniki izolowane próżniowo są wykonywane i badane pod kątem zapewnienia i utrzymania podciśnienia w przestrzeni wewnętrznej pomiędzy płaszczem zewnętrznym a zbiornikiem wewnętrznym wynoszącego zwykle poniżej 0,05 mbara dla izolacji wielowarstwowej i 0,2 bara dla izolacji perlitowej.

Części składowe zbiornika, rury i armatura są łączone za pomocą spawania lub twardego lutowania. Połączenia kołnierzowe i śrubowe w miarę możliwości eliminuje się, aby uniknąć wycieków gazu lub cieczy, które – gdyby zdarzyły się na którymkolwiek połączeniu – mogłyby zniszczyć fundamenty lub zamknięcie izolacji zbiornika. W przypadku zbiorników z izolacją próżniową wycieki takie mogłyby źle wpłynąć na własności izolacji. Jest to jeden z powodów, dla których zbiorniki kriogeniczne nie mają włazów do zbiornika wewnętrznego i mają końcowe spoiny spawane od zewnątrz. Praktyka ta jest zgodna z przepisami i jest aprobowana przez władze zajmujące się zatwierdzaniem zbiorników ciśnieniowych.

4.7 Korozja

Ściana zbiornika stykająca się z płynem kriogenicznym nie jest narażona na korozję, ponieważ płyny kriogeniczne są suche i czyste. W tak niskich temperaturach korozja nie zachodzi. Zewnętrzna ściana zbiornika wewnętrznego jest zabezpieczona przed korozją za pomocą próżni (podciśnienia) w wewnętrznej przestrzeni.

4.8 Izolacja

Ze względu na krańcowo niskie temperatury konieczne są specjalne rodzaje izolacji. Izolacja taka polega zwykle na zastosowaniu w przestrzeni wewnętrznej perlitu lub nawijanego włókna/folii aluminiowej, wraz z podciśnieniem. Zwykle, grubość izolacji wynosi 0,2 metra, choć w przypadku zbiorników z użyciem izolacji wielowarstwowej może ona być mniejsza.

4.9 Czystość

Potrzeba zastosowania bardzo wysokich standardów czystości urządzeń używanych do pracy z tlenem wymaga szczególnej uwagi podczas produkcji i konstrukcji. Z tym wiąże się również zadbanie o to, aby podczas prób ciśnieniowych używać czystych czynników (gazów lub wody). Doświadczenie pokazuje, iż warunki eksploatacji podczas normalnej pracy zapewniają, że urządzenia zachowują wymagany standard czystości.

Należy zachować ostrożność, na przykład podczas wymiany zaworu, aby nie zanieczyścić wewnętrznego zbiornika przez wprowadzenie obcych ciał lub wilgoci. W miarę możliwości należy utrzymywać nadciśnienie w wewnętrznym zbiorniku. Wskazówki dotyczące czyszczenia do pracy w atmosferach tlenowych można znaleźć w dokumencie EIGA Doc 33 [13]. Standardy dotyczące kontroli czystości wymaganej do pracy z tlenem można znaleźć w normie EN 12300 *Zbiorniki*

kriogeniczne -. Czystość do pracy w warunkach kriogenicznych [14].

4.10 Mechanizmy uszkodzenia zbiorników kriogenicznych

Do mechanizmów uszkodzenia mogących mieć wpływ na integralność zbiornika ciśnieniowego należą:

4.10.1 Korozja

Zjawisko to nie występuje podczas eksploatacji dzięki użytym materiałom konstrukcyjnym oraz niereaktywnym własnościom płynów kriogenicznych, z którymi się one stykają.

4.10.2 Zmęczenie

Te zbiorniki są poddawane bardzo małej liczbie i szybkości cykli ciśnienia, dzięki:

- sposobie napełniania i eksploatacji; oraz
- samej konstrukcji zbiornika, która oparta jest o prosty, balonowy typ zbiornika z ograniczoną ilością dysz i innych podłączonych urządzeń.

4.10.3 Erozja

Nie ma znanego mechanizmu erozji, który byłby obecny w tego typu zbiorniku.

W większości krajów cechy te oraz szczegółowe warunki robocze zostały rozpoznane i wymagane okresowe badania i kontrole zostały odpowiednio dostosowane.

Firmy członkowskie EIGA przeprowadziły liczne kontrole wewnętrzne zbiorników kriogenicznych i w żadnym przypadku nie zgłoszono wad ani oznak pogorszenia się ich stanu, w stosunku do nowych warunków.

Niewiele jest też problemów związanych z tego typu zbiornikami podczas eksploatacji. Sprawozdania z kontroli i raporty z incydentów potwierdzają pogląd, że obecne charakterystyki konstrukcyjne są zadowalające.

4.11 Wymagania szczególne

4.11.1 Olej, smar, materiał palny oraz inne obce substancje

Większość olejów, smarów i substancji organicznych stanowi zagrożenie pożarowe lub wybuchowe w atmosferach wzbogaconych w tlen. Nie powinny one pod żadnym pozorem być używane w urządzeniach przeznaczonych do pracy z tlenem. Należy używać wyłącznie materiałów dopuszczonych do pracy z tlenem.

Przed włączeniem urządzenia do pracy z tlenem, czy to po raz pierwszy czy po konserwacji, niezbędne jest, aby wszystkie powierzchnie, które mogą mieć kontakt ze środowiskiem zbogaconym w tlen, były czyste do pracy z tlenem, co oznacza, że powinny one być: suche i wolne od wszelkich luźnych lub praktycznie luźnych elementów, takich jak żużel, rdza, pozostałości po spawaniu, materiały używane w obróbce strumieniowo-ściernej, oraz całkowicie wolne od węglowodorów i innych substancji niezgodnych z tlenem.

Konserwację i montaż urządzeń przeznaczonych do tlenu należy wykonywać w warunkach czystych i pozbawionych oleju. Wszystkie narzędzia oraz odzież ochronna, jak np. kombinezony, rękawice i obuwie, winny być czyste i wolne od smaru i oleju; gdy nie używa się rękawic, niezbędne są czyste dłonie.

Odtłuszczanie instalacji lub jej części wymaga użycia środka odtłuszczającego, który spełnia szereg wymogów, w tym dotyczących zgodności z tlenem i toksyczności. Wskazówki dotyczące czyszczenia do pracy w atmosferach tlenowych można znaleźć w dokumencie EIGA Doc 33 [13]. Standardy dotyczące kontroli czystości wymaganej do pracy z tlenem można znaleźć w normie EN 12300 *Zbiorniki kriogeniczne -. Czystość do pracy w warunkach kriogenicznych* [14].

Istotne jest, aby przed przekazaniem do eksploatacji zostały usunięte z układu wszelkie ślady środków odtłuszczających. Niektóre środki, takie jak rozpuszczalniki chlorowcowane, mogą być niepalne w powietrzu, lecz w atmosferach wzbogaconych w tlen lub w ciekłym tlenie mogą wybuchnąć.

Aby zapobiec zanieczyszczeniu luźnymi szczątkami lub substancjami palnymi niezbędne jest dobre utrzymanie porządku.

Z olejem i ze smarem nie reaguje ani azot ani argon, tym niemniej dobrą zasadą jest utrzymywanie dobrego standardu czystości, choć nie tak rygorystycznego, jak wymagany dla instalacji tlenowej.

4.11.2 Wzrost kruchości materiałów

Wiele materiałów, takich jak niektóre stale węglowe i tworzywa sztuczne, wykazuje kruchość w niskich temperaturach; dlatego bardzo ważne jest użycie materiału odpowiedniego do warunków pracy. Należy rozważyć zabezpieczenie przewodów rurowych i zbiorników znajdujących się za odparowywaczami, jeśli mogą one być narażone na działanie niskiej temperatury; patrz – Doc 133, *Kriogeniczne układy odparowujące – Zapobieganie kruchemu pękaniu urządzeń i przewodów rurowych* [15].

4.11.3 Materiały izolacyjne

Tam, gdzie materiały izolacyjne mogą być narażone na działanie gazowego lub ciekłego tlenu, winny one być odpowiednie do pracy z tlenem – patrz pkt 4.3.3, gdzie wspomniano o kondensacji/skraplaniu się powietrza.

4.11.4 Palenie papierosów i prace wysokotemperaturowe

Palenie papierosów, prowadzenie prac wysokotemperaturowych, o ile nie zostaną podjęte odpowiednie środki, oraz używanie otwartego ognia winno być zakazane w minimalnej odległości określonej w załącznikach A i B.

5. Rozplanowanie i charakterystyki projektowe instalacji

5.1 Ogólne informacje

Statyczne zbiorniki kriogeniczne należy instalować, włączać do eksploatacji, badać i konserwować zgodnie ze stosownymi przepisami.

Zbiorniki stawia się i eksploatuje z uwzględnieniem bezpieczeństwa załogi i innych osób, oraz mienia i środowiska.

Usytuowanie w pobliżu instalacji magazynującej potencjalnie niebezpiecznych procesów, które mogłyby zagrażać integralności instalacji, winna zostać poddana ocenie.

5.2 Bezpieczne odległości

Bezpieczne odległości ocenia się w na podstawie:

- charakteru zagrożenia, takiego jak np. czynnik łatwopalny, utleniający, duszący, wybuchowy oraz ciśnienie;
- konstrukcji i warunków pracy urządzenia;
- zewnętrznego zabezpieczenia łagodzącego skutki wypadku; oraz
- przedmiotu zabezpieczenia, np. ludzi, środowiska i urządzeń.

Są one traktowane jako zabezpieczenie przed występującymi zagrożeniami, zgodnie z praktycznym doświadczeniem, w normalnych warunkach roboczych w instalacjach magazynowania cieczy kriogenicznych. Nie mają one w zamierzeniu służyć jako zabezpieczenie przed zdarzeniami o charakterze katastrofalnym lub dużymi wydzieleniami produktów, w przypadku których należy postępować z zastosowaniem innych środków, pozwalających na ograniczenie prawdopodobieństwa oraz skutków do akceptowalnego poziomu.

Odległości podane w załącznikach B1 i B2 odpowiadają ustalonym praktykom i są uzyskane na podstawie doświadczeń eksploatacyjnych zdobytych w Europie i USA. Dotyczą one w sumie ponad 300 000 lat eksploatacji zbiorników.

Podane bezpieczne odległości są minimalnymi zalecanymi odległościami bezpieczeństwa zmierzonymi na planie od zewnętrznej powłoki zbiornika cieczy kriogenicznej lub od dowolnego punktu stałej instalacji, w którym może nastąpić wyciek podczas normalnej pracy, jak np. w punkty napełniania oraz ciśnieniowe urządzenia nadmiarowe.

Dalsze informacje na temat wyznaczania bezpiecznych odległości można znaleźć w dokumencie EIGA Doc 75, *Wyznaczanie bezpiecznych odległości* [16].

5.3 Usytuowanie zbiornika

Zbiorniki powinno się instalować w miejscach dobrze wentylowanych przy uwzględnieniu miejscowych warunków, takich jak np. teren miejski, drzewa, naziemne przewody elektryczne oraz przejeżdżające pojazdy.

W przypadku zbiorników znajdujących się poniżej poziomu gruntu lub w miejscach zamkniętych albo ograniczonych powinna być udokumentowana wykonana ocena ryzyka oraz podjęte stosowne środki łagodzące skutki wypadków.

Zbiornik magazynowy powinien być umieszczony na takim samym poziomie, jak teren do parkowania cystern samochodowych, aby umożliwić operatorowi/kierowcy kontrolę operacji przesyłania.

Należy zapewnić możliwość odprowadzenia wody powierzchniowej z instalacji.

Instalacja powinna umożliwiać inspekcję zbiorników ze wszystkich stron.

Zbiorniki należy instalować tak, aby zapewnić należytą przestrzeń do konserwacji i czyszczenia, a także dostęp do wszystkich urządzeń.

Wielkość przestrzeni do konserwacji i czyszczenia powinna wynosić co najmniej 0,6 m wokół instalacji. Zbiorników nie należy instalować w korytarzach, w przejściach lub na szlakach komunikacyjnych, w miejscach publicznych, na klatkach schodowych lub w pobliżu stopni. Zbiorników nie należy instalować w pobliżu tych miejscach, jeśli blokuje to drogi ruchu, drogi ewakuacyjne lub dostęp do zbiornika.

Instalacja winna być zabezpieczona przed uszkodzeniem mechanicznym, na przykład przez zastosowanie bariery bezpieczeństwa, osłon, bezpiecznych odległości.

Należy zapewnić dostęp do miejsca przy zbiorniku, gdzie odbywa się przesyłanie produktu, aby umożliwić kontrolowaną i bezpieczną operację napełniania.

5.4 Zabezpieczenie przed zagrożeniami elektrycznymi

Należy wybrać taką lokalizację, w której nie może nastąpić uszkodzenie instalacji przez łuk elektryczny wytworzony przez przewody napowietrzne lub inne kable. Wszystkie części instalacji powinny być uziemione i mieć ochronę odgromową zgodnie z miejscowymi przepisami.

5.5 Poziom i nachylenie instalacji

Tam, gdzie wymagane jest zainstalowanie kriogenicznych zbiorników magazynowych na podniesionym poziomie, zbiorniki powinny być oparte na specjalnie zaprojektowanych konstrukcjach, które wytrzymują rozlanie cieczy kriogenicznej lub są zabezpieczone przed uszkodzeniem, które może być spowodowane wskutek takiego rozlania. Na wypadek dużego wycieku powinny być przygotowane środki zapobiegające rozprzestrzenieniu się cieczy lub gazu do niżej położonych pomieszczeń, kanałów, szybów lub czerpni powietrza.

Nachylenie gruntu powinno być takie, aby zapewniało odpływ wody powierzchniowej.

W przypadku tlenu należy również wziąć pod uwagę zapobieżenie przed skierowaniem się niebezpiecznych materiałów, takich jak olej, w stronę instalacji tlenowej.

5.6 Umiejscowienie upustów gazu

Upusty gazu, w tym również te od urządzeń nadmiarowych, winny być wyprowadzone w bezpieczne miejsce na otwartej przestrzeni, przy uwzględnieniu zagrożeń stwarzających przez wypuszczany gaz, tak aby nie uderzał on w ludzi, zamieszkałe budynki i konstrukcje stalowe.

Upusty tlenu powinny być usytuowane tak, aby wypływający z nich tlen nie mieszał się z wypuszczanymi łatwopalnymi gazami lub cieczami.

Upusty winny być tak zaprojektowane, aby uniemożliwiały gromadzenie się w wylotach wody, w tym również wody pochodzącej z kondensacji.

5.7 Chmury par

Przy ustawianiu instalacji należy zwrócić uwagę na możliwość ruchu chmur par wytwarzanych na skutek rozlania lub wypuszczenia produktu. Należy rozważyć tworzenie się chmur par oraz ich skutki,

w tym zagrożenia, takie jak ograniczona widoczność oraz nadmiar/niedobór tlenu. Zimne pary tworzące się z gazów kriogenicznych są cięższy od powietrza i mogą zbierać się w zagłębieniach i rowach.

Gaz należy wyprowadzać w bezpieczne miejsce na otwartej przestrzeni, przy uwzględnieniu zagrożeń stwarzanych przez wypuszczany gaz. Należy wziąć pod uwagę przeważający kierunek wiatru oraz topografię.

5.8 Miejsce przesyłania cieczy

Miejsce przesyłania cieczy należy oznaczyć jako teren, na których obowiązuje ZAKAZ PARKOWANIA.

Miejsce przesyłania cieczy winno być utrzymywane w stanie wolnym i niezablokowanym i powinno zapewniać cysternom samochodowym dojazd do, i wyjazd z instalacji.

Cysterna samochodowa lub kolejowa, gdy jest w pozycji do napełniania z, lub wyładowania do instalacji, powinna znajdować się na przestrzeni otwartej, a nie w miejscu otoczonym ścianami, skąd wydostanie się cieczy lub ciężkiej pary jest ograniczone. Cysterny powinny stale mieć łatwy dojazd i wyjazd z instalacji.

Miejsce przesyłania cieczy powinno zawsze być usytuowane w pobliżu bramy ogrodzenia instalacji i zwrócone w stosunku do niej tak, aby możliwy był wyjazd na wprost w razie sytuacji awaryjnej.

Nie zaleca się przesyłania cieczy przy ustawieniu cysterny na terenie publicznym. Jednakże, gdy jest to konieczne, podczas przesyłania teren zagrożony powinien być wyraźnie oznaczony za pomocą odpowiednich napisów. Dostęp na ten teren podczas przesyłania cieczy powinien być ściśle kontrolowany.

Miejsce przesyłania cieczy z/do cystern powinno być wybetonowane lub wyłożone innym nieporowatym i niepalnym materiałem odpowiednim dla tlenu.

5.9 Wentylacja obudowy pomp

Gdy pompy i/lub urządzenia odparowujące są umieszczone w pomieszczeniach obudowanych, pomieszczenia powinny być wentylowane. Otwory służące do wejścia i/lub swobodnej lub wymuszonej wentylacji winny prowadzić do miejsca, gdzie istnieje możliwość swobodnego odpływu zimnej pary w razie wycieku tlenu, i gdzie nie będzie następowało gromadzenie się materiału palnego mogącej stwarzać zagrożenie.

5.10 Rozmieszczenie urządzeń

Wszystkie połączenia zbiornika, urządzenia oraz przyrządy kontrolno-sterujące winny być zaprojektowane i zainstalowane tak, aby umożliwiały bezpieczny dostęp, obsługę i konserwację.

5.11 Zawory odcinające

Należy ocenić zabezpieczenie zaworów odcinających przed zewnętrznym uszkodzeniem i zainstalować takie zabezpieczenie, zgodnie z wymaganiem.

5.12 Dodatkowa izolacja

Należy rozważyć zapewnienie dodatkowego odcięcia przepływu dla przewodów o nominalnej średnicy otworu większej od 9 mm, które wychodzą z poziomu poniżej normalnego poziomu cieczy i mają tylko jedno odcięcie pomiędzy zbiornikiem i atmosferą, jak np. przewody do napełniania cieczą, aby nie dopuścić do dużego wycieku cieczy w razie awarii głównego zaworu odcinającego.

Takie dodatkowe odcięcie przepływu można uzyskać np. poprzez instalację dodatkowego zaworu, zaworu zwrotnego, bądź stałej lub zdejmowalnej zaślepki końca rury.

Należy zapewnić odpowiednie środki zapobiegające wzrostowi ciśnienia ewentualnej uwięzionej cieczy.

5.13 Odwrócenie kierunku przepływu rozlanej cieczy

Gdy ilość cieczy rozlanej ze zbiornika o dużej pojemności (ponad 125 000 litrów wzajemnie połączonych z sobą zbiorników magazynowych) mogłaby stworzyć zagrożenie, należy przygotować właściwe środki służące od odwrócenia kierunku przepływu rozlanej cieczy w stronę

najbezpieczniejszego dostępnego miejsca. Dalsze wskazówki na temat ustawiania dużych zbiorników można znaleźć w dokumencie EIGA Doc 127 *Układy masowego magazynowania ciekłego tlenu, azotu i argonu w zakładach produkcyjnych* [17].

5.14 Złącza

Złącza używane do przesyłu cieczy powinny być przeznaczone ściśle do danego produktu, przy czym złącze do produktu obojętnego nie może być wymienne ze złączem do produktu utleniającego.

Odłączane złącza i złączki od strony fazy ciekłej winny być wykonane z materiałów niepalnych i winny być wolne od oleju, smaru i innych zanieczyszczeń.

Po napełnieniu należy nałożyć niehermetyczne nakrywki, aby zabezpieczyć złącza przed dostaniem się obcego materiału.

5.15 Zanieczyszczenie wsteczne

Gdy możliwe jest zanieczyszczenie (wsteczny przepływ) od procesu użytkownika do zbiornika, muszą być przygotowane środki zabezpieczające, na przykład zawory zwrotne.

5.16 Ogrodzenie

Tam, gdzie jest niedostateczny nadzór nad dostępem do instalacji, należy założyć ogrodzenie / ograniczenie dostępu. Ogrodzenie powinno służyć do uniemożliwienia wejścia przez nieupoważnione osoby, gdy nie zapewniono innych środków. W zakładach kontrolowanych, ogrodzenie takie jest nieobowiązkowe.

Gdy jest założone ogrodzenie, minimalny odstęp między ogrodzeniem a instalacją winien wynosić co najmniej 0,6 m, aby umożliwić swobodny dostęp do, i wyjście z ogrodzonego terenu. Ogrodzenie nie powinno ograniczać wentylacji.

Bezpieczne odległości podane w załączniku B obowiązują, bez względu na ustawienie ogrodzenia. Wysokość ogrodzenia powinna wynosić przynajmniej 1,8 m.

Przy wyborze materiału ogrodzenia należy wziąć pod uwagę własności gazu. Na ogrodzenie terenu, gdzie używane są gazy utleniające lub łatwopalne nie należy stosować drewna ani innych łatwopalnych materiałów.

Ogrodzenie powinno mieć należyte i odpowiednio dobrane pod względem wymiarów bramy, umożliwiające łatwe wejście/wyjście oraz ewakuację awaryjną. Bramy powinny otwierać się na zewnątrz należycie szeroko, aby umożliwić łatwe wejście i wyjście personelu, i powinny być zamykane na klucz podczas normalnej pracy.

Należy rozważyć zapewnienie wyjścia awaryjnego.

W przypadku instalacji magazynowania tlenu, wszelkie ściany i przegrody przeciwpożarowe winny być wykonane z cegieł, betonu lub innego odpowiedniego materiału niepalnego.

Gdy dostawy zdarzają się w nocy, należy zainstalować należyte oświetlenie dla zapewnienia bezpiecznego dostępu do zbiornika i bezpiecznych warunków przesyłania cieczy.

5.17 Odparowywacze i urządzenia po odpływowej stronie zbiornika

Urządzenia znajdujące się pod odpływowej stronie zbiornika, w tym układy rurowe i zbiorniki buforowe gazu, winny być odpowiednie do warunków pracy w niskiej temperaturze, w których może istnieć ryzyko wzrostu kruchości. Dalsze informacje na temat kruchości w niskiej temperaturze znaleźć można w dokumencie EIGA Doc 133 [15].

Jeśli urządzenia po odpływowej stronie zbiornika nie są zaprojektowane pod kątem niskiej temperatury, należy podjąć dodatkowe środki w celu uniemożliwienia zetknięcia się gazu z urządzeniem.

Należy zwrócić uwagę na rozplanowanie zakładu, aby rozpatrzyć zagadnienie związane z powstawaniem zimnej pary.

5.18 Fundament, budowa podłoża i zamocowanie śrubami

Fundament zbiornika winien być zaprojektowany tak, aby wytrzymywał ciężar zbiornika, jego zawartości oraz inne możliwe obciążenia przez zewnętrzne siły, w tym przez wiatr i śnieg. Fundament zbiornika zależy od warunków gruntu, i winien być zaprojektowany i zainstalowany przez odpowiednich specjalistów.

Fundamenty urządzeń winny być wykonane z betonu lub innego odpowiedniego materiału. Z uwagi na ryzyko wytworzenia ciekłego powietrza przez hel lub wycieki tlenu, powierzchnia o promieniu minimum 1 metra od złącza węża napełniającego winna być wyłożona betonem lub innych odpowiednim materiałem niepalnym i nieporowatym. Powierzchnia ta winna być utrzymywana wolna od oleju, smaru i innych palnych materiałów.

Należy zapobiec gromadzeniu się wody. Należy rozważyć zabezpieczenie powierzchni fundamentu poniżej upustów cieczy i gazu. Ponieważ żaden materiał złącza kompensacyjnego nie jest całkowicie zgodny z tlenem, w projektowaniu należy unikać złączy w odległości 1 m od punktów złączy węży.

O tym, czy zbiornik wymaga zamocowania śrubami, czy nie, decyduje wiele czynników. Należy wziąć pod uwagę następujące czynniki:

- aktywność sejsmiczną;
- obciążeniem wiatrem, a w tym:
    - prędkość wiatru;
    - topografię (charakter otaczającego terenu);
    - nierówności terenu (otwarty lub zapewnione zabezpieczenie); oraz
    - współczynnik kształtu zbiornika (stosunek L/D, urządzenia podłączone do zbiornika).

Gdy nowy zbiornik jest ustawiany na istniejącym fundamencie, wyżej wymienione punkty należy ocenić dla zmienionej sytuacji.

Dalsze informacje i obliczenia można znaleźć w normach EN 1991-4 Eurocode 1. Działania na konstrukcjach. Silosy i zbiorniki [18] dla obciążenia wiatrem, oraz EN 1998-4 *Eurocode 8. Projektowanie konstrukcji pod kątem odporności na trzęsienia ziemi. Silosy, zbiorniki i rurociągi* [19], dla projektowania sejsmicznego. Patrz załącznik C.

5.19 Inne wymagania

Miejsce instalacji winno być do przyjęcia przez dostawcę gazu i zarezerwowane dla magazynowania cieczy kriogenicznych.

Urządzenia należy instalować, badać, przekazywać do eksploatacji, konserwować i modyfikować zgodnie ze stosownymi przepisami projektowymi i krajowym ustawodawstwem, oraz w porozumieniu z właścicielem zbiornika.

Należy rozważyć nominalną wielkość ciśnienia w urządzeniach po stronie odpływowej w stosunku do maksymalnego dopuszczalnego ciśnienia roboczego zbiornika. Gdy to wymagane, należy zainstalować ciśnieniowe urządzenia nadmiarowe, aby zapobiec nadmiernemu ciśnieniu w urządzeniach po stronie odpływowej.

5.20 Modyfikacje

Modyfikacje konstrukcji, materiałów i urządzeń lub naprawy winny zostać zatwierdzone przez osobę upoważnioną, a dokumentacja instalacji winna zostać odpowiednio zaktualizowana; patrz również EN 13458 -1 *Zbiorniki kriogeniczne. Zbiorniki statyczne izolowane próżniowo. Wymagania podstawowe* [20].

Gdy przeprowadzona została naprawa lub modyfikacja, która mogłaby wpłynąć na integralność zbiornika ciśnieniowego, zbiornik winien zostać skontrolowany i zbadany przez osobę upoważnioną zgodnie z odpowiednimi miejscowymi przepisami oraz instrukcjami i zaleceniami producenta.

Urządzenia będące własnością dostawcy nie mogą być modyfikowane przez klienta.

Każda proponowana modyfikacja instalacji będącej własnością klienta lub podłączonego do niej układu powinna zostać omówiona i uzgodniona z dostawcą gazu.

Gdy wycofa się zbiornik z eksploatacji w celu modyfikacji, należy utrzymać go w stanie suchym i obojętnym. Tuż przed przywróceniem zbiornika do eksploatacji, dostępne miejsca zbiornika powinny zostać zbadane przez osobę upoważnioną. Należy dokonać zapisu wyników kontroli.

5.21 Instalacje wewnątrz budynków

5.21.1 Ogólne informacje

Nie zaleca się instalowania zbiorników wewnątrz budynków. Jeśli instalacja wewnątrz budynku jest nieunikniona, należy przeprowadzić szczególną ocenę ryzyka. Zbiornik umieszcza się wewnątrz specjalnie zaprojektowanego budynku lub wewnątrz istniejącego budynku, pod warunkiem że spełnione są wymagania opisane poniżej.

5.21.2 Konstrukcja

Instalację najlepiej umieścić w oddzielnym budynku zbudowanym z materiału niepalnego. W przypadku tlenu, powinien być to materiał nieprzepuszczalny.

Jeśli instalację umieszcza się w istniejącym budynku, należy podjąć środki w celu zapewnienia pełnego odizolowania instalacji cieczy kriogenicznej od sąsiednich pomieszczeń za pomocą ciągłej litej ściany lub przegrody. Co najmniej dwie ściany pomieszczenia, w którym znajduje się instalacja kriogeniczna winny być zewnętrznymi ścianami budynku.

Wejścia winny umożliwiać wyłącznie ograniczony dostęp i winny być wyraźnie oznakowane z podaniem określonych zagrożeń stwarzanych przez produkt, takich jak uduszenie, temperatury kriogeniczne, zimne oparzenia lub wzbogacenie atmosfery w tlen.

Powinny być przygotowane środki ostrożności, takie jak systemy monitorowania gazu oraz zatwierdzone procedury dotyczące pomieszczeń wewnętrznych/przestrzeni zamkniętych w celu zapewnienia, że personel wchodzący lub pracujący w pomieszczeniu nie będzie narażony na niebezpieczne atmosfery. Poniżej podano przykładowe alarmy:

- alarm/ostrzeżenie o atmosferze duszącej;
- wskazanie, że alarm działa poprawnie;
- dodatkowy alarm umieszczony na zewnątrz pomieszczenia z urządzeniami kriogenicznymi; oraz
- alarm powodujący zamknięcie zaworów zasilania cieczą.

Pomieszczenia/zabudowy zawierające zbiorniki kriogeniczne nie mogą być używane do wykonywania jakiejkolwiek czynności, która mogłaby stwarzać zagrożenie dla zbiorników wskutek oddziaływań mechanicznych, ognia lub wybuchu.

Należy zastosować samozamykające się drzwi, które nie prowadzą bezpośrednio

na zewnątrz. Materiały, z których wykonany jest budynek winny być ognioodporne

i niepalne.

Pomieszczenie/zabudowa, gdzie umieszczona jest instalacja kriogeniczna, winny być odseparowane / odizolowane od
innych pomieszczeń, stosownie do klasy odporności ogniowej wynoszącej 30 min.

Pomieszczenie/zabudowa winna zapewniać hermetyczną separację i nie może mieć otworów do miejsc publicznych ani też otworów prowadzących do pomieszczeń położonych poniżej.

Należy rozważyć zapewnienie wyjścia awaryjnego.

5.21.3 Bramy

Bramy wyjść awaryjnych winny być umieszczone w ścianie zewnętrznej i winny otwierać się na zewnątrz.

Główne bramy wejściowe winny być zamykane na klucz, gdy instalacja jest bez nadzoru. Bramy wyjść awaryjnych nigdy nie powinny być zamknięte na klucz ani zablokowane, i powinny dać się otworzyć

wyłącznie od wewnątrz zabudowy, aby uniemożliwić wejście do pomieszczenia z zewnątrz.

5.21.4 Wentylacja

Należy zapewnić środki do należytej wentylacji naturalnej lub wymuszonej do otwartej przestrzeni, tak aby zawartość tlenu w atmosferze zawierała się w granicach od 19 do 23,5%.

Nie może być otworów wlotu powietrza do wentylacji innych pomieszczeń.

5.21.5 Rowy, zagłębienia, otwory włazowe, kanały

W pomieszczeniu nie powinno być:

- rowów, zagłębień, otworów włazowych,
- otwartych szybów lub otwartych kanałów do kabli / rur – wloty kanałów niezabezpieczone przed przedostawaniem się gazu

Można używać wlotów kanałów niezabezpieczonych przed wejściem gazu, gdy są zaakceptowane przez osobę upoważnioną.

5.21.6 Przechodzenie kabla elektrycznego przez obudowę

Niedopuszczalne są żadne kable elektryczne wewnątrz lub powyżej pomieszczenia albo tam, gdzie może oddziaływać na nie rozlana ciecz, poza tymi, które są wymagane do pracy instalacji.

5.21.7 Układy rurowe

Wszystkie złącza napełniające, spusty cieczy z węży, mierniki poziomu cieczy oraz upusty gazu winny być podłączone do metalowych przewodów rurowych wyprowadzonych w bezpieczne miejsce na zewnątrz.
Cały układ wentylacyjny (ręczne zawory upustowe i ciśnieniowe urządzenia nadmiarowe) winien być podłączony do przewodów rurowych, których wylot znajduje się w bezpiecznym miejscu na zewnątrz.

Wszystkie przewody rurowe winny być przystosowane do pracy z odpowiednimi cieczami i gazami i zaprojektowane tak, aby nie było ograniczeń wpływających na bezpieczną pracę zbiornika.

5.22 Dostęp do instalacji

5.22.1 Personel

Instalacja winna być zaprojektowana tak, aby do miejsca jest obsługi miały dostęp wyłącznie upoważnione osoby.

Dostęp osób nieupoważnionych do instalacji winien być zabroniony. Powinny informować o tym napisy ostrzegawcze.

5.22.2 Dostęp do urządzeń kontrolno-pomiarowych instalacji

Złącza napełniające oraz urządzenia kontrolno-pomiarowe winny być umieszczone i zaprojektowane w taki sposób, aby nie był przeszkód w ich obsłudze i dostępie do nich.

Złącza napełniające oraz urządzenia kontrolno-pomiarowe winny być umieszczone w bliskiej odległości od siebie nawzajem oraz w taki sposób, aby przyrządy kontrolno-pomiarowe cysterny były widoczne i łatwo dostępne ze stanowiska operatora. Należy pamiętać, że długość elastycznego węża łączącego wynosi zwykle 3 – 4 m.

Przedłużone połączenia napełniające winny być ograniczone do 10 m odległości przebywanej pieszo bez przeszkód. W przypadku większych odległości lub wówczas, gdy oprzyrządowanie zbiornika nie jest widoczne od przyczepy, wymagane jest spełnienie szczególnych wymagań, takich jak napełnianie przez dwie osoby lub zdublowanie oprzyrządowania i zaworów zbiornika w punkcie napełniania.

5.23 Ogłoszenia i instrukcje

5.23.1 Ogólne środki ostrożności

Ogłoszenia winny być ukazane w sposób wyraźny, winny być stale widoczne na lub w pobliżu zbiornika, a zwłaszcza w punktach dostępu, i winny podawać co następuje:

- CIEKŁY AZOT/ARGON/TLEN
- ZAKAZ PALENIA*
- PRACE WYSOKOTEMPERATUROWE*
- ZAKAZ PRZECHOWYWANIA MATERIAŁÓW PALNYCH*
- TYLKO OSOBY UPOWAŻNIONE
- NIE WCHODZIĆ DO OBŁOKÓW PAR

Ponadto, w przypadku instalacji magazynowania

tlenu:

- ZAKAZ UŻYWANIA NIEOSŁONIĘTYCH ŹRÓDEŁ ŚWIATŁA (OTWARTEGO PŁOMIENIA)
- ZAKAZ PRZECHOWYWANIA OLEJU, SMARU LUB

MATERIAŁÓW PALNYCH Można użyć piktogramów zamiast ogłoszeń

pisemnych, np:

* Choć azot/argon są gazami obojętnymi, zaleca się, aby palenie papierosów i używanie otwartego ognia na najbliższym terenie było zakazane, aby uniknąć możliwości wywołania pożaru.

Aby ułatwić opanowanie sytuacji awaryjnej, należy umieścić znak podający:

- nazwę i miejscowy adres dostawcy gazu*;
- miejscowy nr telefonu dostawcy gazu*; oraz
- numer telefonu miejscowej służby ratowniczej.

* * Lub firmy odpowiedzialnej za zbiornik.

Informacje te powinny być również dostępne w punkcie kontroli.

5.23.2 Identyfikacja zawartości

Zbiornik winien być opisany nazwą produktu.

Złącza napełniające instalacji magazynujących wiele produktów lub przedłużone przewody napełniające również winny być wyraźnie oznakowane z podaniem nazwy lub symbolu gazu, aby uniknąć pomyłek.

5.23.3 Czytelność napisów

Wszystkie zamieszczone napisy winny być utrzymywane w stanie czytelnym i winny być widoczne i aktualne.

5.24 Instrukcje obsługi i postępowania w sytuacjach awaryjnych

5.24.1 Ogólne informacje

Przy instalacji winny być dostępne instrukcje obsługi i postępowania w sytuacjach awaryjnych. Instrukcje te winny być utrzymywane w stanie czytelnym i aktualnym.

Dla wygody operatora, dostawca może oznaczyć kodem kolorowym lub w inny sposób zidentyfikować pokrętła tych zaworów, które mają zostać zamknięte w sytuacji awaryjnej. Zaworami tymi zwykle są:

- zawory podające i powrotne do i od odparowywacza podnoszącego ciśnienie;
- zawór podające do odparowywacza produktu;
- zawór odcinający wewnątrzzakładowego przewodu użytkownika; oraz
- wszelkie zawory poboru.

Liczba zaworów będzie różna, w zależności od typu instalacji.

5.24.2 Procedury awaryjne

Powinny być przygotowane procedury awaryjne, np. na wypadek pożaru lub rozlania ciekłych gazów kriogenicznych, tak aby osoby biorące udział w obsłudze instalacji znały działania, jakie należy podjąć w celu ograniczenia do minimum szkodliwych skutków.

Procedury te powinny być opracowane wspólnie z wewnętrznymi i zewnętrznymi służbami awaryjnymi i powinny uwzględniać:

- własności cieczy kriogenicznej;
- możliwe ilości cieczy, jakie mogą wystąpić w sytuacji awaryjnej;
- miejscową topografię;
- projekt zbiornika i oprzyrządowania.

Procedura powinna zawierać:

- wykaz wymaganego sprzętu ratowniczego;
- dane kontaktowe personelu ratowniczego, które powinny być stale dostępne; oraz
- wymagane niezwłoczne działania samopomocowe, takie jak np. wyłączenie instalacji, włączenie alarmów, ewakuacja z miejsca wypadku oraz wezwanie pomocy.

Procedury te powinny być łatwo dostępne dla personelu uczestniczącego w akcji, regularnie ćwiczone, i okresowo sprawdzane w celu zapewnienia ich aktualności.

Rodzaj i ilość sprzętu przeciwpożarowego, w zależności od wielkości instalacji, należy omówić z władzami straży pożarnej.

Jeśli do chłodzenia urządzeń w razie pożaru użyta zostanie woda, nie należy polewać jej w miejsca w pobliżu upustów urządzeń nadmiarowych z uwagi na niebezpieczeństwo zablokowania upustów tworzącym się lodem.

UWAGA: Procedurę awaryjną można znaleźć na karcie charakterystyk.

Przy opracowywaniu procedur awaryjnych można rozważyć następujące działania:

- wszczęcie alarmu;
- wezwanie pomocy i służb ratowniczych;
- odseparowanie źródła gazów, gdy jest to stosowne i możliwe;

- ewakuowanie wszystkich osób z zagrożonego miejsca i zamknięcie dostępu do tego miejsca;
- ostrzeżenie ludności o zagrożeniach stwarzanych przez chmury par i ewakuowanie jej, gdy to konieczne; oraz
- powiadomienie dostawcy.

Wszelką trudność roboczą lub stan awaryjny dotyczący instalacji należy zgłosić dostawcy gazu.

6. Włączenie/przekazanie do eksploatacji - Kontrole i badania

Przed włączeniem zbiornika kriogenicznego do instalacji upoważniony przedstawiciel winien przeprowadzić kontrole i badania w trakcie pracy, takie jak próby ciśnieniowe, zgodnie z zapisanymi/ustanowionymi procedurami.

W załączniku D podano wskazówki dotyczące sporządzenia listy kontrolnej przekazania urządzeń do eksploatacji.

6.1 Sprawdzenie instalacji

Sprawdzenia te winny obejmować, m.in.:

- czy spełnione zostały warunki opisane w pkt 5.1, 5.2, 5.3 i 5.4;
- czy wymagana dokumentacja, np. dokumentacja przekazania, jest dostępna i kompletna, i czy stan urządzeń po zmontowaniu jest poprawny;
- czy urządzenia są poprawnie opisane; oraz
- czy wszystkie akcesoria są zainstalowane poprawnie.

6.2 Sprawdzenie oznaczeń

Oznaczenia i opisy nowych statycznych zbiorników kriogenicznych winny być zgodne z normą EN 13458-1 *Zbiorniki kriogeniczne. Zbiorniki statyczne izolowane próżniowo. Wymagania podstawowe* [20].

6.3 Przegląd gotowości do rozruchu (dokumenty przekazania)

Oprócz dokumentacji producenta winny być dostępne następujące dokumenty:

- instrukcja eksploatacji;
- specyfikacja urządzeń pomocniczych; oraz
- zapisy kontroli / certyfikacji.

Dokumenty te zachowuje właściciel zbiornika.

Użytkownik winien posiadać dostępne odpowiednie instrukcje eksploatacji: Instrukcje te mogą być dołączone do zbiornika w sposób trwały lub dostarczone w formie papierowej lub elektronicznej.

6.4 Sprawdzenie urządzeń

Sprawdzenie urządzeń obejmuje m.in.:

- czy ciśnieniomierze i wskaźniki poziomu są odpowiednie do instalacji i czy działają prawidłowo;
- urządzenia zabezpieczające, w tym zawory odcinające i ciśnieniowe zawory nadmiarowe są odpowiednie dla instalacji pod względem ciśnienia, temperatury, bezpiecznego miejsca upustu oraz, w miarę możliwości, dla wydajności/prawidłowego działania. Należy potwierdzić, że wszelkie blokady założone na czas transportu zostały usunięte ze wszystkich nadmiarowych urządzeń ciśnieniowych; oraz
- że sprawdzone zostało, iż wszelkie urządzenia, które uruchamiają się lub są sterowane

automatycznie,

funkcjonują prawidłowo w razie utraty zasilania elektrycznego lub pneumatycznego.

6.5 Przetestowanie instalacji

Podczas testowania zbiornika kriogenicznego przed włączeniem go do eksploatacji przeprowadzane są niżej opisane czynności przez upoważnioną osobę lub pod jej nadzorem. Obowiązuje to to nowej lub pierwszej instalacji oraz do następnych instalacji.

Operacja ta winna być wykonywana zgodnie z zapisaną/ustanowioną procedurą oraz, w stosownym wypadku, winna być zgodna z przepisami krajowymi. Wyniki etapów operacji powinny być rejestrowane, np. przy użyciu listy kontrolnej. Takie listy kontrolne są archiwizowane przez firmę operacyjną i właściciela przez okres czasu, w ciągu którego będą w posiadaniu tego zbiornika.

6.6 Próba ciśnieniowa

Próby ciśnieniowe odbywają się w obecności osoby odpowiedzialnej, a podpisane i wydane świadectwo badań oraz certyfikaty zachowuje się do wglądu w przyszłości.

Próby ciśnieniowe podczas pracy urządzeń generalnie nie są wymagane przez większość ustawodawstw krajowych, mogą jednak być wymagane w niektórych sytuacjach, na przykład, dla układów rurowych wykonanych na miejscu. Podczas wykonywania tej próby należy stosować się do PED i miejscowych procesów.

Gdy wymagana jest próba ciśnieniowa, przed przystąpieniem do próby należy zainstalować urządzenia do wskazywania ciśnienia, odpowiednie do ciśnienia próby. Należy podjąć środki ostrożności w celu niedopuszczenia do przekroczenia ciśnienia w układzie podczas próby ciśnieniowej.

Jeśli wymagana jest próba pneumatyczna, ciśnienie próby nie powinno przekroczyć wartości równej 1,1 razy maksymalne ciśnienie robocze. Gdy wyznaczona jest próba ciśnieniowa, preferowanym czynnikiem próbnym jest suche powietrze lub suchy azot. Ciśnienie w układzie należy zwiększać stopniowo aż do osiągnięcia ciśnienia próby. Praktyka ta winna być zgodna z przepisami dotyczącymi zbiorników ciśnieniowych i aprobowana przez urząd zajmujący się zatwierdzaniem zbiorników ciśnieniowych.

Hydrostatyczna próba zbiornika nie jest zalecana z uwagi na trudność w usunięciu całej ilości wody z układu i powstałe następnie ryzyko zablokowania przewodów zabezpieczających przez tworzący się lód.

UWAGA: Jeśli przeprowadza się próbę hydrauliczną, układ należy dokładnie wysuszyć i zbadać, aby potwierdzić, że cała woda została usunięta.

Zbiornik należy przepłukiwać suchym, pozbawionym oleju gazem dotąd, aż wychodzący ze zbiornika gaz będzie spełniał wymagania pod względem zawartości wilgoci i czystości.

Wszelkie defekty wykryte podczas próby należy naprawić w zatwierdzony sposób, a system przetestować ponownie. Przed przystąpieniem do jakichkolwiek prac należy obniżyć ciśnienie w układzie.

Przyrządów instalacji, takich jak mierniki, zwykle nie podłącza się podczas próby ciśnieniowej, lecz należy podłączyć je przed podniesieniem ciśnienia w celu sprawdzenia szczelności. Badanie szczelności polega na sprawdzeniu, czy nie ma przecieków na połączeniach i zwykle jest wykonywane przy ciśnieniu niższym od maksymalnego dopuszczalnego ciśnienia roboczego.

6.7 Nadmiarowe urządzenia ciśnieniowe

Należy sprawdzić, czy wszystkie blokady założone na czas transportu zostały usunięte z ciśnieniowych urządzeń nadmiarowych wewnętrznego zbiornika, zewnętrznego płaszcza oraz układów rurowych, oraz czy urządzenia te nie są uszkodzone i są sprawne.

Należy sprawdzić ciśnienie nastawcze urządzeń nadmiarowych (wybite na każdym urządzeniu), czy odpowiada maksymalnemu dopuszczalnemu ciśnieniu roboczemu układu.

Jeśli zamontowany jest zawór trójdrożny, aby umożliwić zainstalowanie dwóch ciśnieniowych urządzeń nadmiarowych pracujących równocześnie lub naprzemiennie, wówczas rozwiązanie projektowe powinno być takie, aby co najmniej jedno urządzenie nadmiarowe było w pełni otwarte na ciśnienie zbiornika, bez względu na położenie urządzenia sterującego zaworem trójdrożnym.

6.8 Ustawianie urządzeń sterujących

Urządzenia sterujące ustawiane są na wymagane warunki robocze układu i podlegają próbie funkcjonalnej w celu weryfikacji ustawień i/lub odczytywanych wartości.

6.9 Przekazanie do eksploatacji

Przekazanie urządzeń do eksploatacji dokonywane jest przez upoważnionego przedstawiciela lub pod jego nadzorem zgodnie z zapisaną procedurą oraz, w stosownym wypadku, zgodnie z krajowym ustawodawstwem. Wyniki etapów opisanych w procedurze są rejestrowane, np. przy użyciu listy kontrolnej. Wykazy te zostają przechowane przez firmę operacyjną.

Zbiornik i jego akcesoria kontroluje się zgodnie z pkt 8.4. Jako wskazówka

przy sporządzaniu listy kontrolnej może służyć załącznik D. Przed włączeniu

instalacji do eksploatacji zamieszcza się ogłoszenia (patrz pkt. 5.23).

Zbiornik przepłukuje się odpowiednim gazem dotąd, aż parametry gazu wypływającego ze zbiornika będą odpowiadać wymaganej specyfikacji.

Zbiornik wraz ze wszystkimi przewodami rurowymi i przewodami przyrządów ochładza się zgodnie z zaleceniami producenta lub procedurami firmy gazowej. Należy podjąć środki w celu niedopuszczenia do niekontrolowanego wzrostu ciśnienia wskutek gwałtownego odparowania cieczy po wprowadzeniu cieczy do ciepłego zbiornika, który nie został dostatecznie ochłodzony.

7. Konserwacja, naprawa i wyłączenie z eksploatacji

7.1 Konserwacja i naprawa instalacji

Konserwacja urządzeń jest przeprowadzana okresowo i jest rejestrowana.

Konserwacja wymagana jest do zapewnienia, że urządzenia pozostaną w stanie bezpiecznym i sprawnym i będą spełniać wymagania wymienione w dokumentacji odbiorczej. Odpowiedzialność za konserwację i naprawę zostaje ustalona pomiędzy stronami umowy, na przykład, właścicielem, użytkownikiem i firmą napełniającą. Należy stosować się do zakładowych przepisów i procedur.

Konserwacja obejmuje m.in.:

- sprawdzenie stanu zbiornika, rur i oprzyrządowania;
- sprawdzenie, czy zawory działają poprawnie;
- drobne naprawy, np. wymiana uszczelek; oraz
- wyczyszczenie zewnętrznych powierzchni.

Czynności konserwacyjne wykonuje wyłącznie personel właściciela zbiornika kwalifikowany pod kątem zadania, posługując się instrukcjami producenta,

Przed odłączeniem/wyłączeniem z eksploatacji do naprawy w urządzeniach należy obniżyć

ciśnienie. W zbiornikach zawierających dwutlenek węgla ciśnienie obniża się stosując zapisaną

procedurę.

W zbiornikach z ciekłym dwutlenkiem węgla, które utraciły ciśnienie, należy podnieść ciśnienie stosując zapisaną procedurę. Należy wziąć pod uwagę własności materiału zbiornika, patrz EIGA Doc. 164 *Bezpieczne obchodzenie się z pojemnikami z ciekłym dwutlenkiem węgla, które utraciły ciśnienie* [1].

Gdy wyłączy się zbiornik z eksploatacji w celu modyfikacji lub konserwacji, należy utrzymać go w stanie suchym i obojętnym. Tuż przed przywróceniem zbiornika do eksploatacji, dostępne miejsca zbiornika winny zostać zbadane przez osobę kompetentną. Wyniki kontroli należy zapisać.

Części wymienne powinny pochodzić od oryginalnego producenta urządzeń. Jeśli nie jest to możliwe, należy użyć części zamiennej o tym samych specyfikacjach, co oryginalna. Wszelkie modyfikacje projektu, materiałów lub urządzeń (części) oraz naprawy winny być zatwierdzone przez upoważnionego przedstawiciela lub przez producenta. Dokumentację zbiornika należy stosownie zaktualizować, patrz również EN 13458-1 [20].

Każda zmiana wprowadzona do urządzeń lub zbiornika podlega procesowi zarządzania zmianą, patrz EIGA Doc 51, *Zarządzanie zmianą*. [22].

Jeśli musi być dokonana regulacja nastawy ciśnieniowego zaworu nadmiarowego, co wiąże się z naruszeniem plomby, zawór nadmiarowy należy wycofać z eksploatacji. Regulacji dokonuje producent lub firma kwalifikowana/upoważniona przez producenta do wykonywania regulacji i testowania tych zaworów nadmiarowych.

Do ciśnieniowego zaworu nadmiarowego zostaje dołączona trwała przywieszka z podaną wartością nastawy, wydajnością i datą kontroli.

Przed przystąpieniem do naprawy cieknących zaworów lub połączeń należy usunąć z nich ciśnienie. Gdy nie jest to możliwe, będące pod ciśnieniem cieknące zawory należy szczelnie dokręcić używając odpowiednich narzędzi i procedur.

Nie należy nigdy używać bezpośredniego płomienia lub intensywnego ciepła do podniesienia ciśnienia lub do odmrożenia części.

Prace wysokotemperaturowe, w tym spawanie, twarde lutowanie, obróbka cieplna, itp., wykonuje się zgodnie z takimi samymi samymi procedurami, np. dla wytwarzania, kwalifikacji personelu, testowania, certyfikacji, jak podczas produkcji.

Gdy przeprowadzona została naprawa lub modyfikacja, która może wpłynąć na integralność zbiornika ciśnieniowego, zbiornik winien zostać skontrolowany i zbadany zgodnie z odpowiednimi miejscowymi przepisami oraz instrukcjami i zaleceniami producenta / EN 13458-1 [20].

Badanie przeprowadza upoważniony przedstawiciel.

Zbiorniki i układy rurowe winny być wewnątrz czyste, suche i wolne od cząstek stałych i zanieczyszczeń; zbiorniki przeznaczone do płynów utleniających winny być wolne od oleju i smaru, patrz EIGA Doc 33 [13].

Wyloty zaworów należy utrzymywać w stanie czystym, suchym i wolnym od zanieczyszczeń.

7.2 Pozwolenie na prace

Przed przystąpieniem do wykonywania na instalacji prac konserwacyjnych lub naprawczych (z którymi wiążą się prace na zimno, na gorąco, wejście do zbiornika, prace elektryczne, itp.), należy sprawdzić, czy do danego rodzaju prac wymagane jest pozwolenie na prace.

Osoba upoważniona wydaje osobom wykonującym prace pisemne pozwolenie na prace, patrz EIGA Doc 40 *Systemy pozwoleń na prace*.

7.3 Wycofanie z eksploatacji (zbycie)

Operacja ta przebiega zgodnie z zapisaną procedurą, a jej etapy są zapisywane. Jeśli zbiornik jest przeznaczony do dalszej eksploatacji, zapisy takie zostają zachowane przez właściciela.

Procedura ta obejmuje:

- Obniżenie ciśnienia i opróżnienie zbiornika z cieczy w bezpieczny sposób do nadciśnienia nie wyższego niż 2 bary (patrz uwaga poniżej). Należy uważać na hałas, mgłę i niskie temperatury.
- Podczas obniżania ciśnienia i opróżniania zbiornika należy sprawdzić, czy zawór używany do opróżniania nie jest zablokowany.
- Proces należy kontrolować śledząc ciśnienie i masę.

- Należy zwrócić należytą uwagę na własności produktu występującego w procesie (np. atmosfera utleniająca podczas wypuszczania tlenu).

- Kontrola uszu podnoszących zbiornika przed użyciem, w tym zbadanie czy nie ma pęknięć, deformacji lub obecności korozji.

Jeśli zbiornik ma być ponownie wprowadzony do eksploatacji, należy utrzymać go w stanie suchym i obojętnym. Należy rozważyć następujące kwestie:

- Przepłukanie zbiornika i wszystkich rur oraz oprzyrządowania gazem obojętnym. Wzrost ciśnienia spowodowany podgrzaniem – i/lub wytworzenie próżni (podciśnienia) na skutek spadku temperatury (podczas obniżania ciśnienia) w zbiorniku wewnętrznym.
- Jeśli zbiornik ma być transportowany lub przechowywany, na wszystkie otwarte połączenia należy założyć zaślepki zabezpieczające; oraz
- Gdy zbiornik jest przechowywany należy utrzymywać w nim nieznaczne nadciśnienie suchego gazu obojętnego. Zbiornik należy opisać, że znajduje się pod ciśnieniem.

Wszelki problem lub uszkodzenie urządzenia stwierdzone podczas wycofywania go z eksploatacji lub przemieszczania należy zapisać. Jeśli zbiornik ma być transportowany, powinien zostać opróżniony z cieczy kriogenicznej, a panujące w nim ciśnienie powinno być niższe niż 2 bary (patrz uwaga poniżej). Wszystkie otwarte połączenia należy zaślepić za pomocą zaślepek zachowujących szczelność pod ciśnieniem.

Należy wziąć pod uwagę wzrost ciśnienia spowodowany podgrzaniem – i/lub wytworzenie się próżni (podciśnienia) w zbiorniku wewnętrznym na skutek spadku temperatury.

Jeśli zbiornik ma być zezłomowany, należy go przepłukać gazem obojętnym, aby usunąć gazy utleniające lub łatwopalne, i odpowiednio opisać. Etykiety identyfikacyjne produktu należy usunąć, a tabliczki znamionowe doprowadzić do stanu nienadającego się do użycia.

UWAGA: Zbiorniki zawierające gaz obojętny lub utleniający mogą być przewożone bez spełnienia wymagań ADR, jeśli ciśnienie gazu w zbiorniku nie przekracza 2 barów w temperaturze 20°C, a gaz nie jest gazem skroplonym lub schłodzonym skroplonym, patrz ADR 1.1.3.2 (c). W przypadku zbiorników używanych w eksploatacji z gazem łatwopalnym, zbiorniki należy wypłukać do zawartości poniżej dolnej granicy zapalności.

8. Kontrole codzienne, przed napełnianiem i okresowe

8.1 Ogólne informacje

W celu jest upewnienia się, czy urządzenie jest utrzymywane w stanie bezpiecznym i sprawnym, należy kontrolować jest zgodnie z planem, a wyniki kontroli zapisywać.

Nieprzeprowadzanie kontroli może zagrozić bezpieczeństwu, a to może prowadzić do potencjalnej awarii urządzenia i możliwości wyrządzenia szkody ludziom.

Personel biorący udział w kontrolach zbiorników kriogenicznych winien być wyszkolony w zakresie tych kontroli oraz możliwych zagrożeń związanych z pracą w warunkach kriogenicznych. Szkolenie należy przeprowadzać w systemie sformalizowanym.

Istnieją trzy kategorie kontroli:

- codzienne kontrole / sprawdzenia;
- kontrole przed, w trakcie i po napełnianiu; oraz
- kontrole okresowe.

Informacje na temat kontroli zawarte są w instrukcjach eksploatacji.

Wszelkie odstępstwa od warunków normalnych należy zgłaszać.

8.2 Codzienne kontrole / sprawdzenia

Codzienne sprawdzenia wykonywane są przez użytkownika. Sprawdzenia te obejmują, m.in., upewnienie się czy:

- instalacja jest zabezpieczona;

- instalacja jest czysta, uprzątnięta i wolna od przeszkód/ materiałów, które mogłyby negatywnie wpływać na pracę;
- miejsce obsługi cystern dostawczych nie jest zablokowane;
- nie ma oznak uszkodzenia zbiornika lub przewodów rurowych;
- nie ma nadmiernego zalodzenia rur lub odparowywaczy;
- nie ma zalodzonych fragmentów powierzchni na zewnętrznym płaszczu zbiornika;
- jest (stały) upust gazu z urządzeń nadmiarowych;
- zasilanie elektryczne doprowadzone do instalacji, np. do oświetlenia, jest zgodne z wymaganiem.

Szczególną uwagę należy zwrócić na wszelkie oznaki utraty próżni w zbiorniku. Należą do nich: zalodzone fragmenty powierzchni zewnętrznego zbiornika, ciągły upust gazu z zaworów nadmiarowych oraz upust gazu z próżniowego urządzenia zabezpieczającego.

Szczegółowe informacje na temat sposobu rozpoznawania, czy zbiornik utracił próżnię podano w załączniku E. Jeśli podejrzewa się, że zbiornik utracił próżnię, użytkownik winien od razu powiadomić właściciela zbiornika magazynowego cieczy kriogenicznej, który niezwłocznie winien zbadać przyczynę utraty próżni. Gdy uważa się, że utrata próżni związana jest z uszkodzeniem wewnętrznej rury, widocznym przez ulatnianie się pary z próżniowych urządzeń nadmiarowych, wówczas zbiornik kriogeniczny należy doprowadzić do bezpiecznego stanu poprzez natychmiastowe obniżenie ciśnienia (opróżnienie zbiornika wewnętrznego) do ciśnienia atmosferycznego i usunięcie całej cieczy kriogenicznej w bezpieczny sposób.

Obniżenie ciśnienia jest działaniem najbardziej znaczącym dla obniżenia poziomu zagrożenia.

Należy sprawdzić odparowywacze, czy nie tworzy się na nich szron i lód, który należy usunąć z elementów wyparnych odparowywaczy atmosferycznych, jeśli to konieczne, aby utrzymać ich zadowalającą pracę. Jeśli trzeba usunąć lód z urządzenia, preferuje się użycie gorącej wody lub pary, aby uniknąć uszkodzenia urządzenia.

Należy przeprowadzić oględziny urządzeń nadmiarowych pod względem upuszczania gazu lub tworzenia się lodu.

Gdy nie przeprowadza się takich kontroli rutynowo, bezpieczeństwo może zostać zagrożone, co może prowadzić do potencjalnej awarii urządzenia i możliwości wyrządzenia szkody ludziom.

Użytkownik winien niezwłocznie powiadomić firmę odpowiedzialną za instalację zbiornika wyszczególnioną w dokumencie przekazania, na przykład instrukcji eksploatacji, o wszelkich problemach związanych z powyższymi urządzeniami.

8.3 Kontrola podczas napełniania

Statyczne zbiorniki kriogeniczne winny być kontrolowane przed, podczas i po napełnieniu przez kierowcę pojazdu dostarczającego produkt. Kontrola ta przeprowadzana jest zgodnie z zapisaną procedurą.

Kontrola musi obejmować:

- tabliczkę z datą / etykietę z identyfikacją produktu;
- przegląd instrukcji obsługi/napełniania;
- czy złącze jest właściwe dla danego produktu;
- stan armatury, np. uszkodzenia, zabrudzenia lub nadmierne zalodzenie;
- kontrolę działania głównych zaworów, w tym napełniającego, wypływowego i upustowego;

- próby szczelności przewodu napełniającego w warunkach roboczych;

- ocenę wszelkich zmian warunków roboczych instalacji i jej otoczenia; oraz
- zewnętrzne oględziny zbiornika i osprzętu celem upewnienia się, że próżnia między zbiornikiem wewnętrznym i zewnętrznym płaszczem jest nienaruszona.

Kierowca nie może napełniać zbiornika, jeśli jest defekt, który mógłby zagrozić bezpieczeństwu zbiornika.

Kontrola powinna być rejestrowana; wszelkie odstępstwa od warunków normalnych należy zgłaszać bezpośrednio właścicielowi zbiornika.

Szczególną uwagę należy zwracać na wszelkie oznaki utraty próżni w zbiorniku, takie jak zalodzone fragmenty powierzchni zewnętrznej zbiornika. Dalsze informacje można znaleźć w pkt. 8.2.

9. Kontrola okresowa

9.1 Ogólne informacje

Zbiorniki kriogeniczne są kontrolowane okresowo oraz podczas przekazywania ich do eksploatacji. Kontrolę przeprowadza osoba upoważniona.

Na kontrolę składają się:

- zewnętrzne oględziny zbiornika i osprzętu pod względem uszkodzeń i korozji;
- ocena próżni między zbiornikiem wewnętrznym a zewnętrznym płaszczem (w przestrzeni pierścieniowej), patrz załącznik E;
- oględziny i próba funkcjonalna zaworów bezpieczeństwa;
- oględziny i próba ciśnieniowa odparowywaczy (tylko typu płaszczowego i rurowego);
- próba szczelności w warunkach roboczych; oraz
- ocena wszelkich zmian warunków roboczych instalacji i jej bezpośredniego otoczenia.

Odstępy czasowe między kontrolami ustala osoba upoważniona, biorąc pod uwagę miejscowe przepisy, warunki robocze oraz zalecenia producenta zbiornika.

Wszystkie kontrole są rejestrowane.

Zalecane kontrole zebrano w tabeli 2.

Tabela 2. Urządzenia kriogeniczne – Zalecane kontrole i badania

Urządzenie	Kontrola okresowa	Badanie okresowe
Zbiornik kriogeniczny izolowany próżniowo	Tak, patrz pkt 9.4. 2 i 9.4.3	Nie, [1]
Nadmiarowe urządzenia ciśnieniowe	Tak, patrz pkt 9.4. 4	Tak, patrz pkt 9.4. 4
Odparowywacze kriogeniczne, typu płaszczowego i rurowego	Tak, patrz pkt 9.4. 5	Tak, patrz pkt 9.4. 5

[1] Tylko w czasie przekazywania do eksploatacji (gdy jest to wymagane) i po modyfikacji lub naprawie.

9.2 Zbiornik kriogeniczny izolowany próżniowo

Przeprowadza się okresową kontrolę wzrokową stanu zewnętrznego płaszcza pod względem uszkodzeń i korozji, próżni w przestrzeni pierścieniowej, konstrukcji wsporczej, odsłoniętych przewodów rurowych oraz przyrządów kontrolno-sterujących.

Płaszcz zewnętrzny utrzymuje próżnię w przestrzeni wewnętrznej i zapobiega przedostawaniu się powietrza z otaczającej atmosfery do przestrzeni pierścieniowej, zapobiegając w ten sposób korozji zewnętrznej powierzchni zbiornika wewnętrznego oraz wewnętrznej powierzchni płaszcza zewnętrznego.

Powierzchnia zewnętrzna płaszcza powinna być zabezpieczona powłoką malarską.

Ciśnieniowe urządzenia nadmiarowe w płaszczu zewnętrznym sprawdza się wzrokowo każdorazowo po zainstalowaniu lub po pomalowaniu zbiornika. Ponadto, mogą być stosowne inne kontrole, np. poziomu próżni w przestrzeni pierścieniowej, szybkości parowania cieczy kriogenicznej lub szybkości wzrostu powietrza w zbiorniku wewnętrznym.

UWAGA: Pomiar próżni należy wykonać tylko wówczas, gdy sprawność cieplna, odnotowana podczas pracy zbiornika, jest niedostateczna. Wszelkie zakłócenia mogą negatywnie wpływać na własności cieplne izolacji poprzez utratę próżni, co może okazać się trudne do odtworzenia na miejscu w zakładzie.

9.3 Zbiornik wewnętrzny

Nie jest wymagana okresowa kontrola zbiornika wewnętrznego. Wewnętrzna powierzchnia wewnętrznego zbiornika ciśnieniowego nie ulega korozji, gdyż gazy kriogeniczne w warunkach magazynowania nie wykazują działania korozyjnego w stosunku do użytych materiałów.

Kontrola zewnętrzna zbiornika wewnętrznego nie jest praktycznie wykonalna z powodu obecności izolacji i próżni w przestrzeni pierścieniowej.

Hermetyczne zamknięcie płaszcza zewnętrznego (aby utrzymać próżnię w przestrzeni pierścieniowej) zapobiega przedostawaniu się powietrza z otaczającej atmosfery do przestrzeni pierścieniowej, zapobiegając w ten sposób korozji atmosferycznej zewnętrznej powierzchni zbiornika wewnętrznego.

9.4 Nadmiarowe urządzenia ciśnieniowe

9.4.1 Ogólne informacje

Ciśnieniowe urządzenia nadmiarowe kontroluje się okresowo, aby zapewnić dalsze bezpieczne i niezawodne działania do następnej kontroli okresowej. Odstępy czasowe między kontrolami ustala osoba kompetentna, biorąc pod uwagę warunki pracy oraz zalecenia producenta. Tam, gdzie miejscowe przepisy są surowsze, należy stosować się do nich.

Ciśnieniowe zawory nadmiarowe testuje się taj, jak opisano w dokumencie EIGA Doc 24 *Ciśnieniowe urządzenia zabezpieczające kriogeniczne zbiorniki magazynowe izolowane próżniowo* [24]

Na skutek wpływów mechanicznych i chemicznych nominalna wartość ciśnienia nadmiarowego przepon bezpieczeństwa może ulec zmniejszeniu. Zaleca się, aby ze względów operacyjnych regularnie wymieniać przepony bezpieczeństwa.

Środki pozwalające na wymianę ciśnieniowych urządzeń nadmiarowych bez wyłączania urządzenia z pracy, na przykład dwie przepony bezpieczeństwa zainstalowane równolegle w połączeniu z zaworem trójdrożnym, przedstawiono w dokumencie EIGA Doc 24 [24].

UWAGA: Przepon bezpieczeństwa zwykle nie instaluje się na zbiornikach dwutlenku węgla.

Należy wziąć pod uwagę własności materiału, korozję (powodowaną przez medium lub czynniki atmosferyczne) oraz możliwość zaczopowania ciśnieniowego urządzenia nadmiarowego (PRD).

Zamiast testowania, można rozważyć wymianę PRD.

Ciśnieniowe zawory nadmiarowe do płynów utleniających winny być wolne od oleju i smaru, patrz również dokument EIGA Doc 33 [13].

Zalecenia dotyczące odstępów czasowych między kontrolami dla urządzeń PRD podano w tabeli 3.

Tabela 3. Zalecane odstępy czasowe między kontrolami urządzeń PRD

Typ urządzenia ciśnieniowego	Przekazanie do eksploatacji	5 lat	10 lat
Bezpiecznie powtórnie zamykające się	patrz pkt 9.4.2 (przegląd dokumentu) oraz 9.4.3 (kontrola wzrokowa)	patrz pkt 9.4.4.1 (kontrola i badanie)	
Termiczne, bezpiecznie powtórnie zamykające się	patrz pkt 9.4.2 (przegląd dokumentu) oraz 9.4.3 (kontrola wzrokowa)	patrz pkt 9.4.3 (przegląd dokument u)	patrz pkt 9.4.4.1 (kontrola i badanie)
Nie zamykające się powtórnie	patrz pkt 9.4.2 (przegląd dokumentu) oraz 9.4.3 (kontrola wzrokowa)	patrz pkt 9.4. 3 (kontrola wzrokowa)	Patrz pkt 9.4.4.2 (kontrola i badanie)

9.4.2 Certyfikaty i oznakowania

Certyfikaty/oznakowania sprawdza osoba upoważniona korzystając z przedstawionej przez producenta deklaracji:

- zgodności z rysunkami, specyfikacji, zatwierdzenia typu;
- identyfikacji, zatwierdzenia typu/oznakowania; oraz
- odpowiedniości (czynnika, rozmiaru, temperatury, ciśnienia, ustawienia)

9.4.3 Kontrola wzrokowa

Ta kontrola wzrokowa polega na sprawdzeniu certyfikatów i oznaczeń (patrz pkt

9.4.4.2). Za pomocą kontroli wzrokowej:

- sprawdza się ogólny stan (zewnętrzne uszkodzenia, korozję, ślady manipulowania np. przy zabezpieczającym drucie/plombie;
- dokonuje się badania szczelności;
- sprawdza się, czy nie ma blokady upustu przez tworzący się lód i inne obce ciała;
- potwierdza się, że zainstalowano prawidłowy zawór poprzez sprawdzenie danych zaworu;
- potwierdza się poprawną instalację/orientację;
- sprawdza się położenie upustów;
- sprawdza się, czy rura wypływowa jest drożna i nie ma ograniczeń;
- sprawdza się podparcie zaworu bezpieczeństwa (siłę reakcji przy wypływie);
- sprawdza się, czy przewody rurowe do/od zaworu bezpieczeństwa są bez zaworu odcinającego; oraz
- sprawdza się czystość.

Gdy zawór nadmiarowy przecieka, jest to łatwo zauważyć, gdyż wylot zaworu będzie wówczas pokryty lodem na skutek kondensacji i zamarzania pary wodnej z powietrza otoczenia. Obecność lodu może pogorszyć bezpieczne funkcjonowanie zaworu. Ponadto, należy naprawić wszelki defekt.

9.4.4 Kontrola i badanie

9.4.1.1 Nadmiarowe urządzenia ciśnieniowe powtórnie zamykające się

Powtórnie zamykające się urządzenia nadmiarowe wymienia się lub podaje próbie funkcjonalnej. Próbę można wykonać na miejscu lub w warsztacie po wymontowaniu zaworu nadmiarowego z urządzenia.

- Próba podniesienia wykonywana na miejscu;

  Za pomocą próby podniesienia sprawdza się, czy zawór nadmiarowy działa poprawnie, podnosząc tarczę zaworu z jej gniazda za pomocą dźwigni podnoszącej, gdy jest dostarczona, lub, alternatywnie, przez podniesienie ciśnienia. Można użyć innych środków, jeśli są one zaakceptowane przez osobę upoważnioną, która przeprowadza kontrolę.

- Próba ba stanowisku badawczym

  Próba ta polega na wymontowaniu zaworu nadmiarowego z urządzenia, przeprowadzeniu pełnego badania i końcowego sprawdzenia, czy zawór podnosi się przy prawidłowym ciśnieniu nastawczym.

W obydwu próbach w ramach kontroli sprawdza się szczelność powtórnie zamykającego się urządzenia nadmiarowego.

Badanie przeprowadza osoba upoważniona. Wyniki prób dokumentuje się i archiwizuje przynajmniej do dnia następnej próby.

9.4.1.2 Nadmiarowe urządzenia ciśnieniowe niezamykające się powtórnie

Jeśli urządzenie nadmiarowe niezamykające się powtórnie ma okres żywotności roboczej, termin jego wymiany powinien być zgodny z instrukcjami producenta.

10. Szkolenie personelu

Cały personel bezpośrednio zaangażowany w przekazywanie do eksploatacji, eksploatację, kontrolę i konserwację układów magazynowania cieczy kriogenicznych winien być świadomy zagrożeń związanych z gazami kriogenicznymi i wyszkolony w zakresie pełnienia swoich funkcji. Obowiązkiem użytkownika jest ponadto zapewnienie, że to szkolenie i świadomość są aktualne.

Szkolenie i informowanie wykonuje się w systemie sformalizowanym. Prowadzony jest zapis szkolenia, w którym wyszczególnione jest szkolenie i informacje otrzymane przez personel oraz jakie dodatkowe szkolenie jest wymagane.

Dostawca gazu może pomóc w dostarczeniu instrukcji eksploatacji i szkolenia personelowi biorącego udział w eksploatacji urządzeń.

Program szkolenia obejmuje, między innymi, następujące tematy:

- normalne procedury robocze/bezpieczne granice robocze;
- informacje na temat kriogenicznych urządzeń i oprzyrządowania;
- identyfikację produktów i zagrożeń;
- fizyczne i chemiczne własności gazów kriogenicznych i ich oddziaływanie na organizm ludzki;
- zakładowe przepisy bezpieczeństwa;
- procedury ratunkowe w sytuacjach awaryjnych;
- używanie odzieży ochronnej/aparatury, w tym, w stosownym wypadku, samodzielnego aparatu oddechowego;
- zabiegi pierwszej pomocy w przypadku oparzeń kriogenicznych; oraz
- sprzęt pożarniczy.

Ponadto, personel otrzymuje specjalne szkolenie w zakresie czynności, do wykonywania

których jest zatrudniony. Program szkoleniowy jest powtarzany i okresowo organizowane są

szkolenia odświeżające.

11. Dokumenty źródłowe

Jeśli nie określono tego inaczej, obowiązuje najnowsze wydanie.

[1] EN 13458-2, *Zbiorniki kriogeniczne. Zbiorniki statyczne izolowane próżniowo. Projektowanie, wykonywanie, kontrola i badania* www.cen.eu

[2] DYREKTYWA 2014/68/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 maja 2014 r. *w sprawie harmonizacji przepisów prawa państw członkowskich dotyczących udostępniania na rynku urządzeń ciśnieniowych* www.eur-lex.europa.eu

[3] EN ISO 21009-2 *Zbiorniki kriogeniczne – Statyczne zbiorniki izolowane próżniowo – Część 2*: *Wymagania operacyjne*

[4] EIGA Doc 114, *Eksploatacja statycznych zbiorników kriogenicznych*, (wycofany) www.eiga.eu

[5] EIGA Doc 115 *Magazynowanie gazów kriogenicznych w zakładach użytkowników,* (wycofany) www.eiga.eu

[6] EIGA Doc 119 *Okresowa inspekcja statycznych zbiorników kriogenicznych.* (wycofany) www.eiga.eu

[7] Dyrektywa 2010/35/WE *Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 czerwca 2010 r. w sprawie przewoźnych urządzeń ciśnieniowych*, www.europa.eu

[8] EIGA Doc 06 *Bezpieczeństwo podczas magazynowania, obsługi i dystrybucji ciekłego wodoru* www.eiga.eu

[9] Doc 208 *Bezpieczeństwo podczas magazynowania, obsługi i dystrybucji ciekłego wodoru*, www.eiga.eu

[10] EIGA Doc. 04,*Fire Zagrożenia pożarowe stwarzane przez tlen i atmosfery wzbogacone w tlen*, www.eiga.eu

[11] EIGA Doc. 44, *Zagrożenia stwarzane przez gazy obojętne i niedobór tlenu,* www.eiga.eu

[12] EIGA SL 02, *Zagrożenia uduszeniem,* www.eiga.eu

[13] EIGA Doc 33, *Czyszczenie urządzeń do pracy z tlenem*, www.eiga.eu

[14] EN 12300, *Zbiorniki kriogeniczne - Czystość do pracy w warunkach kriogenicznych,* www.cen.eu

[15] EIGA Doc 133, *Kriogeniczne układy odparowujące – Zapobieganie kruchemu pękaniu urządzeń i przewodów rurowych,* www.eiga.eu

[16] EIGA Doc 75, *Wyznaczanie bezpiecznych odległości,* www.eiga.eu

[17] EIGA Doc.127 *Układy masowego magazynowania ciekłego tlenu, azotu i argonu w zakładach produkcyjnych*, www.eiga.eu

[18] EN 1991-4, *Eurocode 1. Działania na konstrukcjach. Silosy i zbiorniki,* www.cen.eu

[19] EN 1998-4, *Eurocode 8. Projektowanie konstrukcji pod kątem odporności na trzęsienia ziemi. Silosy, zbiorniki i rurociągi,* www.cen.eu

[20] EN 13458 - 1 *Zbiorniki kriogeniczne.. Zbiorniki statyczne izolowane próżniowo. Podstawowe wymagania,* www.eiga.eu

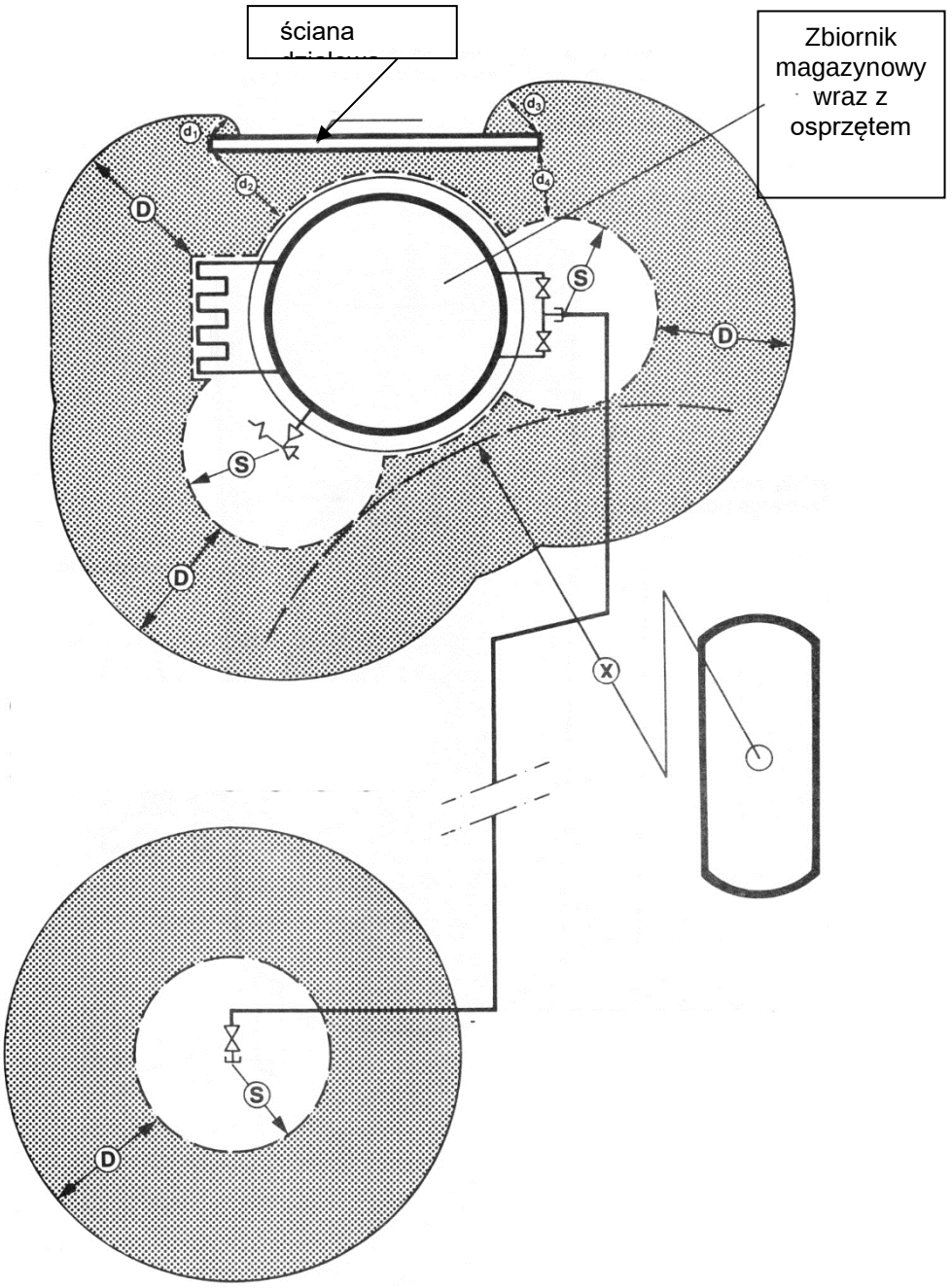
[21] EIGA Doc.164 *Bezpieczne obchodzenie się z pojemnikami z ciekłym dwutlenkiem węgla, które utraciły ciśnienie*, www.eiga.eu

[22] EIGA Doc 51, *Zarządzanie zmianą*, www.eiga.eu

[23] EIGA Doc 40, *Systemy pozwoleń na prace*, www.eiga.eu

[24] EIGA Doc. 24 Ciśnieniowe urządzenia zabezpieczające kriogeniczne zbiorniki magazynowe izolowane próżniowo, www.cen.eu

Załącznik A: Określenie bezpiecznych odległości

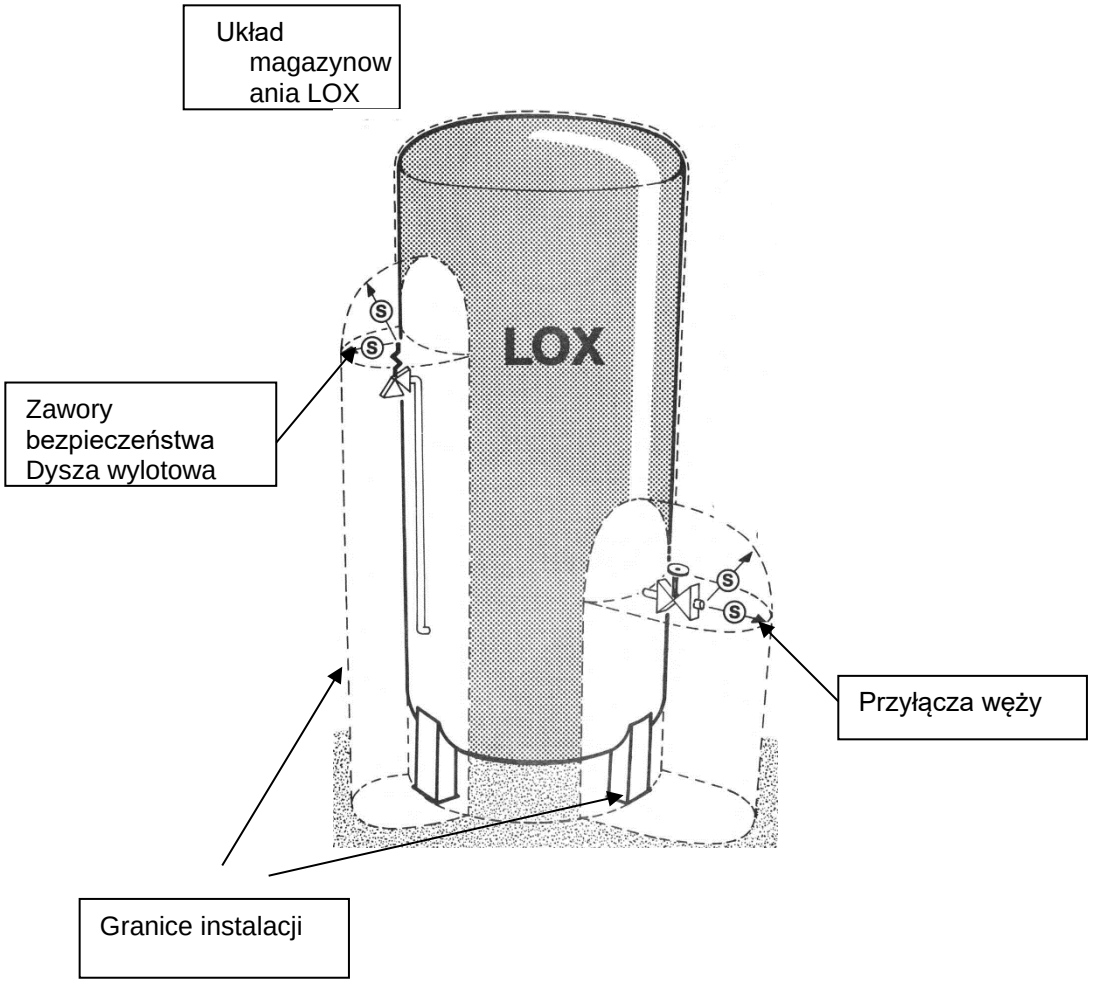


$d_1 + d_2 = d_3 + d_4 = D$ (długość i usytuowanie ściany działowej określają odległości d_1, d_2, d_3, d_4).

--------- = granica instalacji, przy której zmierzona jest odległość “D”

“D” = bezpieczna odległość zgodnie z pkt 5.2, zmierzona od granicy instalacji
“S” = zgodnie z grupą narażenia 1 określoną w załączniku B2, mierzone od wszystkich punktów układu, w których mogą wystąpić wycieki lub rozlania tlenu w normalnych warunkach roboczych. Dla azotu i argonu S=0.
“X” = Odległość dla cieczy magazynowanych masowo lub łatwopalnych, zgodnie z grupą 4 określoną w załączniku B lub miejscowymi przepisami

Ilustracja granicy instalacji wokół otworów w układzie, w których może nastąpić wyciek lub rozlanie tlenu w normalnych warunkach roboczych

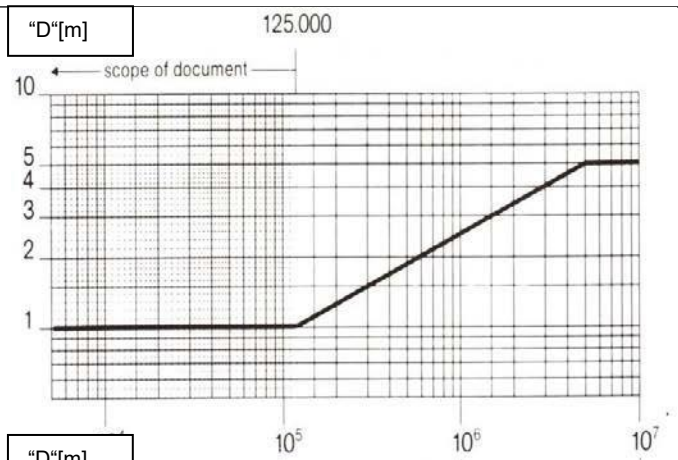


Załącznik B1: Minimalne odległości bezpieczeństwa dla ciekłego azotu, argonu i helu

Rodzaje narażenia:

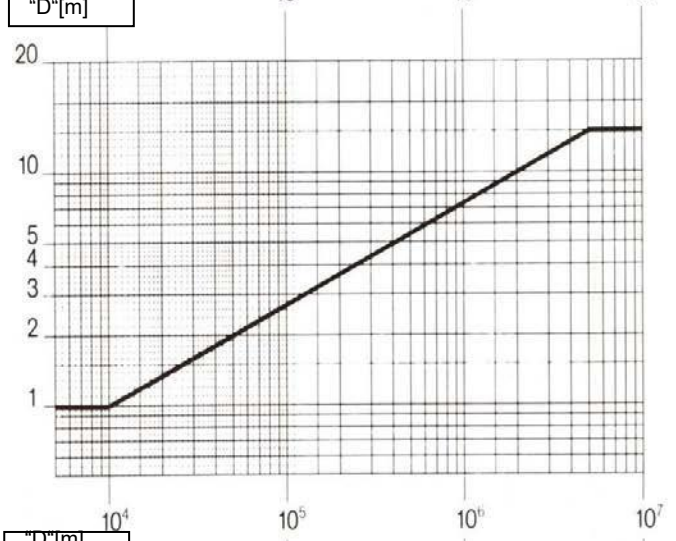
Grupa 1

- Ciągłe odcinki rurociągu zawierającego łatwopalne gazy lub ciecze, nieprzerwane armaturą, np. zaworami, złączkami, kołnierzami



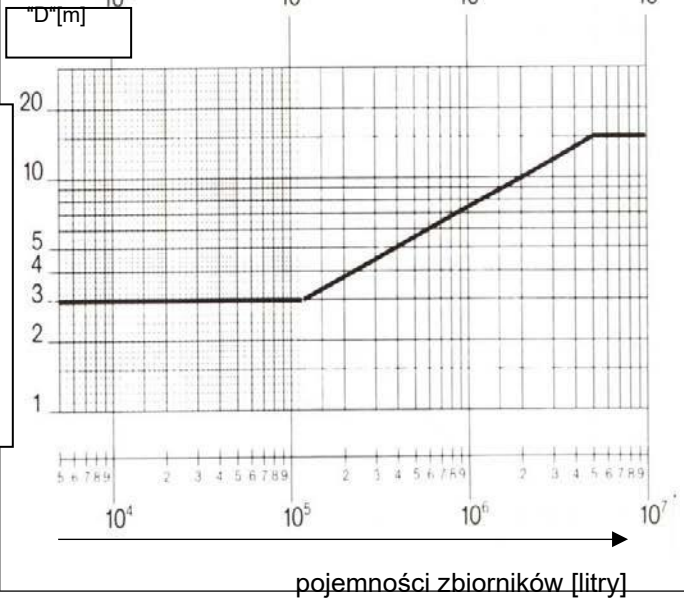
Grupa 2

- Granica zakładu, parkingi pojazdów (innych niż pojazdy upoważnione)
- Miejsca, w których zakazane jest używanie otwartego ognia, palenia lub źródeł zapłonu
- Stałe instalacje niezapalnych gazów HP w butlach lub wiązkach butli
- Zagłębienia, kanały, studzienki wody powierzchniowej, otwory układów poniżej gruntu



Grupa 4

- Biura, stołówki i miejsca, gdzie mogą gromadzić się pracownicy / odwiedzający
- Stałe instalacje gazów łatwopalnych
- Armatura, np. zawory, kołnierze, złączki w rurociągach zawierających łatwopalne gazy lub ciecze
- Magazyny masowe łatwopalnych cieczy i LPG zgodnie z miejscowymi przepisami, gdy istnieją one dla określonych substancji; w przeciwnym wypadku, zgodnie z wykresem, pomiar od armatury zbiornika LPG



Załącznik B2: Minimalne odległości bezpieczeństwa dla ciekłego tlenu

Rodzaje narażenia:

Grupa 1

- Odległość „S” (patrz pkt 5.18 i załącznik A)
- Ciągłe odcinki rurociągu zawierającego łatwopalne gazy lub ciecze, nieprzerwane armaturą, np. zaworami, złączkami, kołnierzami

Grupa 2

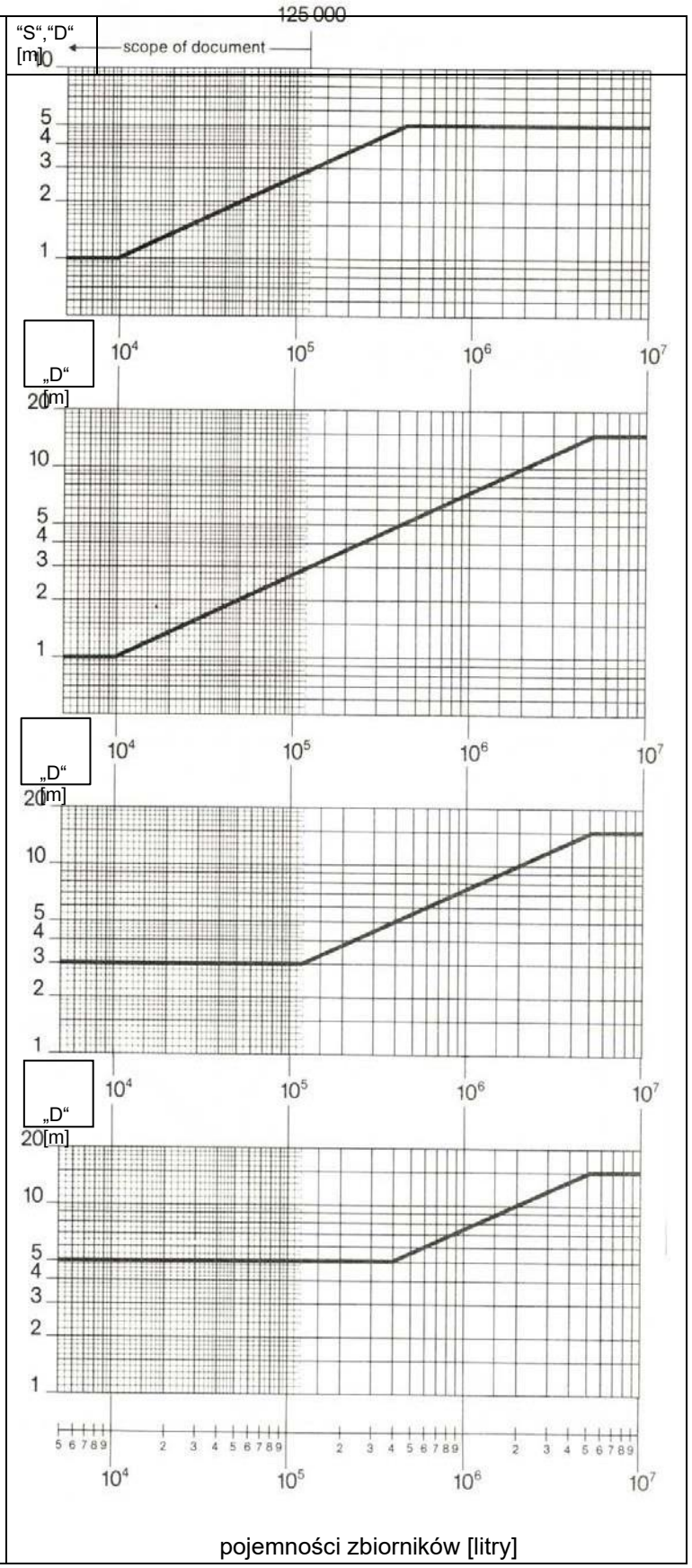
- Granica zakładu, parkingi pojazdów (innych niż pojazdy upoważnione)
- Miejsca, w których zakazane jest używanie otwartego ognia, palenia lub źródeł zapłonu
- Stałe instalacje niezapalnych gazów HP w butlach lub wiązkach butli

Grupa 3

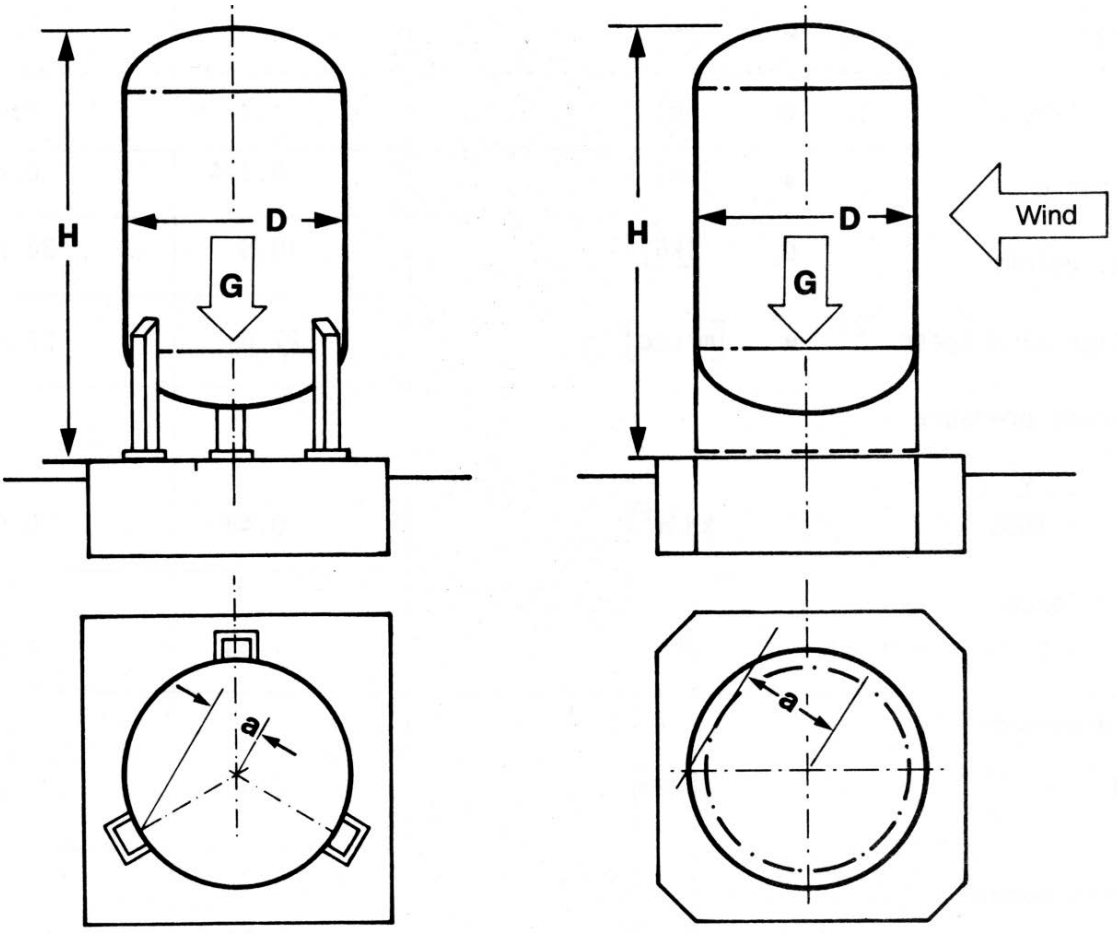
- Podstacje/transformatory/centra sterowania silnikami średniego lub wysokiego napięcia
- Skład materiałów palnych, np. drewna, w tym również drewniane budynki i konstrukcje
- Technologiczne maszyny i urządzenia, które nie są częścią instalacji magazynowania
- Zagłębienia, kanały, studzienki wody powierzchniowej, otwory układów poniżej poziomu gruntu
- Armatura, np. zawory, kołnierze, złączki w rurociągach zawierających łatwopalne gazy lub ciecze

Grupa 4

- Biura, stołówki i miejsca, gdzie mogą gromadzić się pracownicy / odwiedzający
- Czerpnie powietrza do sprężarek/wentylatorów
- Magazyny masowe łatwopalnych cieczy i LPG zgodnie z miejscowymi przepisami, gdy istnieją one dla określonych substancji; w przeciwnym wypadku, zgodnie z wykresem, pomiar od armatury zbiornika LPG



Załącznik C: Uproszczone obliczenia stabilności przechyłowej



Dane do obliczeń:

H: całkowita wysokość [m]
D: ogólna średnica [m]
G: minimalny ciężar pustego zbiornika według specyfikacji technicznej, minus 10% [kN]
a: długość momentu [m]
v: projektowa prędkość wiatru [m/sec]
c_f: współcz. aerodynamiczny = 0.7 [-]
q: ciśnienie dynamiczne 1) [kN/m²]

1) $q = ½.\rho.v^2$, przy średniej gęstości powietrza1,25 (kg/m³), przyspieszenie ziemskie ($g = 9{,}81.10^{-3}$ kN/kg), otrzymuje się:

$q = ½ . (1{,}25/9{,}81)$ (kg.sec²/m³.m). $9{,}81.10^{-3}$ (kN/kg). v² (m²/sec²)

$q = 0{,}625.10^{-3}.v^2$ (kN/m²)

$q = v^2/1600$ (kN/m²)

Przykładowe obliczenie:
(wszystkie wartości są wyłącznie przykładowe; rzeczywiste wartości określa się wykonując obliczenia)

		Zbiornik 1	Zbiornik 2
Wysokość	H [m]	3,03	7,03
Średnica	D [m]	1,3	1,8
Odległość	a [m]	0,314	0,433
Min. ciężar	G [kN]	10,8	34,20
Projektowa prędkość wiatru [2])	v [m/sec]	27,8	27,8
Ciśnienie dynamiczne	$q=v^2/1600$ [kN/m²]	0,48	0,48
Siła wiatru	w=0.7*q*D*H [kN]	1,33	4,25
Moment wiatru	M= w*(H/2) [kNm]	2,01	14,94
Moment statyczny	M_s= G/a [kNm]	3,39	14,81
Współczynnik przechylenia [3])	$F_t=M_s/M$	1,69	0,99
Niezbędne zamocowanie śrubami		nie	tak

[2]) f.e. 27.8 m/s = 100 km/h
= maks. lokalna prędkość wiatru dostosowana do miejscowej sytuacji za pomocą współczynników odnoszących się do topografii i nierówności terenu
[3]) If $F_t < 1.2$, zbiornik należy zamocować śrubami

Załącznik D: Lista kontrolna czynności przed przekazaniem do eksploatacji

	Tak	Nie	Uwagi
Łatwy dostęp dla personelu i cystern drogowych			
Dostateczne, bezpieczne odległości			
Odpowiedni fundament			
Zamocowanie zbiornika śrubami			
Instalacja odpowiada schematowi technologicznemu			
Zainstalowany główny zawór odcinający			
Zapisy kompletne i poprawne			
Instrukcje dostępne			
Instrukcje aktualne			
Dostępne poprawne tabele napełniania			
Napisy odpowiadają produktowi			
Wyznaczone miejscowe osoby odpowiedzialne w zakresie technicznym			
Poprawna instalacja urządzeń zabezpieczających			

Załącznik E: Zalecenia na wypadek utraty próżni w zbiornikach kriogenicznych

Puste przestrzenie w perlicie

Wiele zbiorników kriogenicznych jest izolowanych za pomocą perlitu, który jest białym drobnym proszkiem wytworzonym z pyłu wulkanicznego. Perlit służy do minimalizacji przenikania ciepła promieniowania ze zbiornika wewnętrznego poprzez wypełnienie szczeliny między zbiornikiem wewnętrznym i zewnętrznym. Po wielu latach pracy perlit niekiedy zbija się i opada. Pozostają po tym puste przestrzenie, gdzie może następować wymiana ciepła przez promieniowanie między zbiornikiem wewnętrznym i zewnętrznym, pomimo iż podciśnienie utrzymuje się na zalecanym poziomie. Tam, gdzie powstają luki w perlicie, na zbiorniku zewnętrznym często występuje miejsce pokryte zieloną pleśnią lub szronem. Oszronione miejsce może pojawić się tylko w czasie zimnej pogody (o temperaturze poniżej zera).

Luki w perlicie występują zwykle, choć nie zawsze, wokół górnej ćwiartki zbiornika i po przeciwnej stronie zbiornika w stosunku do boku, którym zbiornik spoczywa najbliżej gruntu do transportu lub składowania w położeniu poziomym. Luki w perlicie zwykle mają charakterystyczny kształt półkolisty lub półeliptyczny. Kilka przykładów przedstawiono poniżej:

Luki w perlicie powodują nieznaczne zwiększenie naturalnej szybkości wrzenia, lecz jeśli próżnia pozostaje nienaruszona, nie ma to wpływu na bezpieczeństwo instalacji.

Plamki szronu od podpór zbiornika wewnętrznego

Zbiornik wewnętrzny podtrzymywany jest przez szereg taśm i podpór, które utrzymują go centralnie wewnątrz zewnętrznego zbiornika. Te podpory są zaprojektowane tak, aby ograniczyć do minimum przepływ ciepła, jednakże przepływ ciepła przez podporę może sporadycznie powodować podczas zimnej pogody powstawanie niedużych miejsc pokrytych zieloną pleśnią lub plamek szronu. Mają one zwykle kształt kolisty. Kilka przykładów przedstawiono poniżej:

Te plamki szronu nie wpływają na pracę zbiornika ani na bezpieczeństwo instalacji, gdy próżnia

jest nienaruszona.

Utrata próżni do atmosfery

Utrata próżni zdarza się rzadko. Gdy się zdarza, jest to zwykle spowodowane utratą integralności uszczelek na urządzeniach zamykających próżnię (otwór odciągania lub odczytu próżni) lub pęknięciem spoin rur podłączonych do zewnętrznego zbiornika. Utrata próżni następuje zazwyczaj w ciągu długiego okresu czasu.
Utratę próżni można rozpoznać na najwcześniejszym etapie na podstawie wyższej szybkości wypływania gazu z upustu zbiornika wewnętrznego lub układu nadmiarowego, lub na podstawie wzrostu ciśnienia nastawczego zaworu nadmiarowego zbiornika, gdy zbiornik normalnie pracuje na niższym ciśnieniu.

Gdy nastąpi znaczna utrata próżni, może (choć nie zawsze) pojawić się szron na dużej części powierzchni zbiornika, przy intensywniejszym zaszronieniu w miejscach, gdzie znajdują się podpory zbiornika wewnętrznego lub pierścienie usztywniające zbiornik. Przykład przedstawiono poniżej:

Gdy podejrzewa się znaczną utratę próżni, należy to możliwie jak najszybciej zgłosić właścicielowi zbiornika. Właściciel zbiornika winien sprawdzić próżnię i usunąć usterkę powodującą utratę próżni możliwie jak najszybciej.

Utrata próżni do gazu zbiornika wewnętrznego

Pęknięcia w rurach przestrzeni wewnętrznej lub w zbiorniku wewnętrznym prowadzą do wycieku cieczy lub zimnego gazu do przestrzeni pierścieniowej i związanej z tym utraty próżni. Zdarza się to bardzo rzadko. Utrata próżni zwykle bywa szybka i prowadzi do całkowitej jej utraty. Można ją rozpoznać na podstawie dużej plamy szronu, która różni się od opisanych powyżej, a ponadto może występować upust zimnej pary z otworu nadmiarowego zbiornika zewnętrznego. Przykłady przedstawiono poniżej:

Gdy nastąpi całkowita utrata próżni do gazu zbiornika wewnętrznego, zbiornik ten należy wyłączyć z eksploatacji możliwie jak najszybciej. Zbiornik należy doprowadzić do bezpiecznego stanu wypuszczając z niego gaz do atmosfery, bez względu na to ile cieczy pozostaje w zbiorniku. Utratę próżni do gazu zbiornika wewnętrznego należy niezwłocznie zgłosić właścicielowi zbiornika. Ciecz ze zbiornika może usunąć wyłącznie osoba zatwierdzona po uprzednim obniżeniu ciśnienia do atmosferycznego.

Załącznik F: Kontrole bezpieczeństwa statycznych zbiorników magazynowych izolowanych próżniowo

1

Sprawdzić układ, czy nie jest uszkodzony.

Wszelką oznakę uszkodzenia zbiornika lub instalacji
należy niezwłocznie zgłosić odpowiedzialnemu

2

Czy zawory nadmiarowe ciągle nie upuszczają gazu

Zawory nadmiarowe w normalnych warunkach roboczych mogą okresowo upuszczać gaz. Jeśli jednak ciągle upuszczają gaz, należy to niezwłocznie zgłosić odpowiedzialnemu operatorowi i dostawcy gazu.

Typowe zawory nadmiarowe zbiornika

3

Sprawdzić, czy nie ma nienormalnego zaszronienia powierzchni zbiornika

Podczas normalnej eksploatacji wokół rur, zaworów, urządzeń kontrolno-sterujących i odparowywaczy tworzy się lód, jak pokazano zdjęciu 1 obok. Operator powinien skontrolować zewnętrzny płaszcz pod względem wszelkich nowych lub nienormalnych oznak zaszronienia.

Zaszronienie pokazane na zdjęciu 2 obok jest przykładem zaawansowanej i poważnej awarii układu rurowego w przestrzeni pierścieniowej. Nienormalna kondensacja, której nie można przypisać porannemu szronowi, rosie ani warunkom atmosferycznym może pojawić się jako pierwsza oznaka awarii, zanim rozwinie się silne lokalne zaszronienie.

Jeśli stwierdzone zostanie wszelkie nienormalne zaszronienie, należy je niezwłocznie zgłosić odpowiedzialnemu operatorowi i dostawcy gazu.

Przykłady dopuszczalnego i nienormalnego zalodzenia.

4

Sprawdzić, czy nie wypływa gaz z jakiejkolwiek części powierzchni zbiornika lub podłączeń do niego

Izolowane próżniowo zbiorniki są wyposażone w urządzenie zapobiegające wzrostowi ciśnienia w zewnętrznym płaszczu w razie wycieku ze zbiornika wewnętrznego lub przewodów rurowych znajdujących się w przestrzeni wewnętrznej. Działanie tego urządzenia może być widoczne i/lub słyszalne, gdy gaz ulatnia się z otworu lub podłączenia na zewnątrz zbiornika i jest oznaką poważnego wewnętrznego problemu ze zbiornikiem. Należy od od razu zgłosić odpowiedzialnemu operatorowi i dostawcy gazu.

Przykładowe urządzenia zabezpieczające próżnię

Zdjęcie to przedstawia upust gazu z urządzenia zabezpieczającego próżnię

5

Czy ogólny stan i bezpieczeństwo układu są zadowalające.

Sprawdzić, czy miejsce jest wolne od szczątków, czy ogólne utrzymanie porządku i zabezpieczenie jest należyte i czy dojazd dla pojazdów dostawczych jest niezablokowany.

Uwaga: W przypadku ciekłego tlenu niezbędne jest,

6

Czy działa wskazanie ciśnienia i zawartości zbiornika

W razie wątpliwości, niezwłocznie zgłosić to odpowiedzialnemu operatorowi i dostawcy gazu.

7

Czy znaki ostrzegające o bezpieczeństwie są na swoim miejscu

Oznakowania powinny być w dobrym stanie, widoczne i aktualne.

Załącznik G

Podstawowe informacje o odstępach czasu między okresowymi badaniami zbiorników kriogenicznych

Statystyka incydentów

Firmy członkowskie EIGA zbierają dane dotyczące swoich incydentów i wysyłają je do EIGA w celu wprowadzenia ich do obiegu. W Europie znajduje się w eksploatacji około 60 000 zbiorników kriogenicznych, z których niektóre są eksploatowane od lat 60-tych. W ciągu tego okresu złożyły się one na dużą liczbę godzin przepracowanych bezpiecznie.

Poszczególne grupy członkowskie EIGA, np. BCGA[2] w Wielkiej Brytanii, na żądanie organu wykonawczego opracowują swoje własne dane w celu zapewnienia dalszej bezpiecznej pracy tych eksploatowanych urządzeń. Obejmuje to rozbiórkę i wewnętrzne badanie szeregu zbiorników każdego roku, aby zapewnić, że nie działają niespodziewane mechanizmy awarii. Nigdy nie stwierdzono takich mechanizmów.

Dostępne są również wyniki inspekcji powłok zbiorników kriogenicznych, które były przeprowadzane przez firmy członkowskie w przeciągu wielu lat.

Inspekcje te były przeprowadzane zwykle podczas modyfikacji lub konserwacji urządzeń, kiedy to skorzystano z okazji, aby zbadać powłoki zbiorników w całości, wewnętrznie albo tylko zewnętrznie, lub też miejscowo (gdzie wielkość powłoki możliwa do zbadania była ograniczona przez możliwy dostęp).

Przy wielu okazjach, wspólnie z organami kontrolnymi wykonano gruntowne badania na konkretnych zbiornikach, aby potwierdzić utrzymywany przez przemysł pogląd, że stan zbiorników kriogenicznych nie ulega pogorszeniu podczas eksploatacji. W wyniku tych badań organy kontrolne wydały zwolnienia od wymogu okresowych kontroli lub badań.

Uważa się, iż duża ilość uzyskanych dowodów, bezpieczna praca zbiorników oraz brak zaobserwowanych przypadków, w których zbiorniki kriogeniczne wykazywałyby defekty zmniejszające integralność i wytrzymałość powłok zbiorników, stanowią istotne poparcie dla braku wymagania okresowych kontroli i badań tychże zbiorników podczas eksploatacji.

Przepisy

Szeroko zakrojony przegląd obecnych przepisów i praktyki dotyczącej okresowych kontroli i ciśnieniowych badań ciśnieniowych zbiorników kriogenicznych wykazał, że istnieje bardzo duża różnica w przepisach pomiędzy krajami europejskimi.

Podsumowanie praktyki prowadzenia powtórnych badań, aktualnej w chwili publikacji niniejszego dokumentu, przedstawiono w tabeli poniżej. Jak można zauważyć, okresowość inspekcji oraz rodzaj wymaganej inspekcji znacznie różnią się w Europie dla podobnych zbiorników i podobnej ich eksploatacji.

Wykazano, że niektóre organy wydają zwolnienia od przepisów biorąc pod uwagę warunki pracy w procesie rozdziału powietrza oraz statystykę bezpieczeństwa. Niektóre organy, przed wydaniem zwolnień, nakładają dodatkowe określone wymagania do spełnienia na etapie projektowania, wytwarzania lub pierwszej próby ciśnieniowej.

Dla statycznych zbiorników kriogenicznych izolowanych próżniowo, okresowe badania oraz wszelkie inne wymagania operacyjne opisuje norma EN ISO 21009-2 [3]. Niniejsza część 3 jest przytoczona w normie EN 13458-2 (projektowanie) [1], która jest zharmonizowaną normą dla PED. EIGA zaleca, aby wymóg podany w niniejszej części 3 został zastosowany na szczeblu europejskim w celu zharmonizowania okresowych badań i konserwacji zbiorników kriogenicznych.

2 Kodeks praktyki CP25 Powtórna legalizacja kriogenicznych zbiorników magazynowych masowego ciekłego tlenu, azotu, argonu i wodoru. 1998. Brytyjskie Stowarzyszenie Gazów Sprężonych.

Tabela 4. Okresowe kontrole i badania wykonywane przez organ notyfikowany, aktualne w chwili publikacji

Kraj	Badanie zewnętrzne	Badanie wewnętrzne (wewnętrzny zbiornik ciśnieniowy)	Próba ciśnieniowa
Austria	Co 4 lat	BRAK	Co 12 lat: Badanie próżni/wycieki w przestrzeni wewnętrznej
Belgia (uwaga: należy wziąć pod uwagę Flandrię, Walonię i okręg Brukseli)	Co 2 lata: przez osobę kompetentną Co 6 lat: przez NoBo (organ notyfikowany) Zawory PRV (próba podniesienia lub wymiana): - co 3 lata	BRAK	BRAK
Dania	Co 4 lat	BRAK	BRAK
Finlandia	Co 4 lata	Co 8 lat	Co 8 lat: próba pneumatyczna przy 1,1 PS*
Francja	Co 40 miesięcy: kontrola zewnętrzna (przez osobę kompetentną?) Co 10 lat: powtórna kwalifikacja/kontrola i wymiana PRV (przez NoBo)	BRAK	[1] próba pneumatyczna przy 90% MAWP oraz kontrola poziomu próżni (legalizacja przez NoBo)
Niemcy	[2] z maksymalnym odstępem czasowym 10 lat. PRV (próba funkcjonalna lub wymiana): [2] z maksymalnym odstępem czasowym 10 lat (zalecenie: 5 lat)	BRAK [1]	BRAK [1]
Irlandia	[2]	[2]	[2]
Włochy	Co 2 lata: eksploatacja z gazem utleniającym. Co 3 lata: eksploatacja z gazem obojętnym, PRV (próba podniesienia lub wymiana) - 2 lata: gaz utleniający - 3 lata: gaz obojętny	BRAK	Co 10 lat: - próba pneumatyczna przy 1,1 PS* - próba próżni w przestrzeni wewnętrznej (3 godziny)
Luksemburg	Co 10 lat PRV (próba podniesienia lub wymiana): - co 5 lat	BRAK	Co 10 lat: - próba pneumatyczna przy ciśnieniu równym 1,1 razy ciśnienie nastawcze PRV zbiorników, z użyciem gazu obojętnego
Holandia	Co 6 lat PRV (próba podniesienia lub wymiana): - co 6 lat Odparowywacze, zgodnie z PED Kat. 3 i 4: - co 6 lat	BRAK	BRAK
Norwegia	Co 5 lat PRV (próba lub wymiana): - Co 5 lat	BRAK	BRAK

Portugalia	Co 2,5 roku	BRAK	Co 5 lat: próba pneumatyczna przy 1,1 PS*
Hiszpania	Co 2 lata: urządzenia wg kategorii IV-1, Co 3 lata: urządzenia wg kategorii IV-2	BRAK	Co 15 lat: próba pneumatyczna przy 1,1 PS*

Szwecja	Co 4 lata PRV (próba lub wymiana): - Co 4 lat	BRAK	BRAK
Szwajcaria	Co 2 lata. tylko dostępne części, np. na zewnątrz płaszcza próżniowego	BRAK	BRAK
Wielka Brytania	[2]	[2]	[2]
Rumunia	Maks. odstęp czasowy kontroli, 4 lata [2] próba podniesienia PRV: - co roku	BRAK [1]	Co 4 lata: - próba ciśnieniowa/szczelności przy MAWP - badanie próżni w przestrzeni wewnętrznej

*PS = maksymalne dopuszczalne ciśnienie
EIGA Doc 24 ‘Określenia techniczne 3.2.3’: Maximum allowable pressure PS - gauge pressure as defined by the manufacturer and used in the formulae for calculating the pressure containing parts) (= design pressure) [24}

Note.
[1] Tests when a repair or refurbishment on pressure retaining components has been performed.
[2] Written scheme of examination, prepared by the competent person after risk assessment,, that specifies the inspection ƒ interval and procedures.