



Pravidelná kontrola stabilních kryogenických nádob

IGC Doc 119/04/CZ
Revize TN23/79

Odborný překlad proveden pracovní skupinou PS6 ČATP.

EUROPEAN INDUSTRIAL GASES ASSOCIATION
(EVROPSKÁ ASOCIACE PRŮMYSLOVÝCH PLYNŮ)
AVENUE DES ARTS 3-5 • B – 1210 BRUSSELS
Tel : +32 2 217 70 98 • Fax : +32 2 219 85 14
E-mail : info@eiga.org • Internet : <http://www.eiga.org>

ČESKÁ ASOCIACE TECHNICKÝCH PLYNŮ
U Technoplynu 1324, 19800 Praha 9
Tel: +420 272 100 143 • Fax: +420 272 100 158
E-mail : catp@catp.cz • Internet : <http://www.catp.cz/>

Pravidelná kontrola stabilních kryogenických nádob

KLÍČOVÁ SLOVA

- Argon
- Dusík
- Kontrola
- Kryogenický
- Kryogenní
- Kyslík
- Legislativa
- Oxid uhličitý
- Tlaková nádoba
- Skladování

Prohlášení o odmítnutí

Veškeré technické publikace EIGA, nebo vydané jménem EIGA, včetně praktických manuálů, bezpečnostních postupů a jakýchkoliv dalších technických informací, obsažené v těchto vyhláškách, byly převzaty ze zdrojů, o kterých se domníváme, že jsou spolehlivé a že jsou založeny na technických informacích a zkušenostech, aktuálně dostupných u členů EIGA a dalších v okamžiku jejich vydání.

Ačkoliv EIGA odkazuje nebo doporučuje použití vyhlášek svými členy, tyto odkazy nebo doporučení k používání vyhlášek EIGA jejími členy nebo třetími stranami jsou čistě dobrovolné a nezávazné.

Z toho důvodu proto EIGA nebo členové její skupiny nedávají žádnou záruku na výsledky a nepředpokládají žádnou spolehlivost nebo zodpovědnost ve spojení s tímto odkazem nebo použitím informací nebo návrhů, obsažených ve vyhláškách EIGA.

EIGA nemá možnost kontroly, týkající se funkčnosti nebo nefunkčnosti, nesprávného výkladu, správného nebo nesprávného použití jakékoliv informace nebo návrhů, obsažených ve vyhláškách EIGA, jakoukoliv osobou nebo jakýmkoliv subjektem (včetně členů EIGA) a EIGA výslovně odmítá jakoukoliv odpovědnost ve spojení s nimi.

Vyhlášky EIGA jsou předmětem pravidelných revizí a uživatelé si musí opatřit vyhlášku v nejnovější platné verzi.

Obsah

1. Úvod	1
2. Definice	1
3. Rozsah a účel	1
3.1 Rozsah	1
3.2 Účel	1
4. Technické informace	1
4.1 Výroba	1
4.2 Tlaková nádoba	2
4.2.1 Kryogenická nádoba	2
4.2.2 Kryogenické odpařovače	2
4.3 Legislativa	4
5. Obecné otázky	5
5.1 Úvod	5
5.2 Materiály	5
5.3 Konstrukce	6
5.4 Koroze	6
5.5 Izolace	6
5.6 Čistota	6
5.7 Pneumatická tlaková zkouška	6
6. Provoz	6
6.1 Kontroly	6
6.2 Mechanismus selhání	7
7. Přetlaková zařízení	7
7.1 Úvod	7
7.1.1 Druhy pravidelných kontrol a zkoušek	7
7.1.2 Vizuální kontrola na místě instalace	7
7.1.3 Kontrola funkčnosti na místě instalace	8
7.1.4 Zkouška na dílně	8
8. Statistika nehod	8
9. Závěry	8
10. Doporučení	9
10.1 Vakuově izolované skladovací nádoby	9
10.2 Kryogenické odpařovače	10
10.3 Přetlaková zařízení	10

1. Úvod

Aktuální evropská legislativa (PED) hovoří pouze o návrhu, výrobě a uvádění na trh. Směrnice o tlakových nádobách (PED) se vztahuje na uvádění na trh a na uvádění do provozu; poprvé se také týká příslušenství. Nespecifikuje požadavky na zkoumání tlakového vybavení během servisu.

Národní legislativy a postupy pro pravidelnou servisní kontrolu a testování tlakových zařízení se mezi evropskými zeměmi velice různí, a to i pro podobné nádoby a podobné služby.

2. Definice

Stabilní vakuově izolované kryogenické tlakové nádoby – viz EN 13458¹.

3. Rozsah a účel

3.1 Rozsah

Tento dokument se zabývá pravidelnou kontrolou a testováním stabilních vakuově izolovaných kryogenických tlakových nádob používaných pro skladování zchlazených zkapalněných plynů s výjimkou toxických. S ohledem na návrh a materiál použitý pro výrobu těchto nádob mezi tyto plyny také patří oxid uhličitý a oxid dusný.

Netýká se nádob/zařízení přímo používaného při výrobě těchto produktů nebo těch určených pro přepravu, jež jsou upraveny ve Směrnici o tlakových přepravních nádobách (TPED) nebo v předpisech pro přepravu nebezpečného zboží, například ADR.

3.2 Účel

Tento dokument se zabývá pravidelnou kontrolou a testováním stabilních vakuově izolovaných kryogenických tlakových nádob a bezpečností těchto nádob, protože prvořadým zájmem odvětví výroby průmyslových plynů je bezpečný provoz veškerého zařízení.

Součástí je také rozsáhlý přehled národních předpisů.

4. Technické informace

4.1 Výroba

Základní proces výroby kyslíku, dusíku a argonu vyžaduje stlačování, chlazení, čištění, zkapalnění a destilaci vzduchu, ke které dochází při kryogenních teplotách.

Plyny vytvářené ve výparech nebo kapalině nejsou korozivní, nejsou toxické a jsou nehořlavé. Vzduch obsahuje následující plyny v tomto procentuálním zastoupení: kyslík 21%, dusík 78% a argon 0,9%. Zbytek (0,1%) zahrnuje vodu, oxid uhličitý, vzácné plyny a další nečistoty ve velmi malých množstvích. Ačkoliv žádný z těchto plynů není toxický, pokles obsahu kyslíku pod normální hodnotu může způsobit udušení. Zvýšené koncentrace kyslíku mohou urychlit, ne však iniciovat, hoření jiných materiálů. Proces je zaměřen na výrobu plynných a kapalných produktů. Ve své nejjednodušší formě je stlačený a zchlazený vzduch vyčištěn a ochlazen na teplotu pro zkapalnění během několika průchodů tepelným výměníkem proti odpadnímu dusíku a čistým plynům.

Nečistoty, jako například stopová množství CO₂ nebo uhlovodíků přenášené vzduchem, jsou odstraňovány před zavedením do kolony.

¹ EN 13458 - Stabilní vakuově izolované kryogenické nádoby. CEN, červenec 2002

Pečlivé a důkladné čištění procesních toků zajišťuje, že vyprodukované kryogenní kapaliny neobsahují prvky, které by mohly spustit proces koroze.

Stlačený vzduch při teplotě zkapalnění je poté destilován v koloně. Kolona a související procesní zařízení rozkládají vzduch na jeho hlavní prvky, které jsou následně odčerpávány jako plynné a kapalné produkty. Tyto produkty jsou velice chladné, mají vysokou úroveň čistoty a díky povaze procesu neobsahují vodní výpary.

Tabulka 1 – typické fyzikální vlastnosti

Plyn	Bod varu při 1,013 bar	Kritická teplota	Kritický tlak	Hustota při 1,013 bar
Vzduch	-194°C	-141°C	37 bar	0,86 kg/litr
Kyslík	-183°C	-118°C	50 bar	1,14 kg/litr
Dusík	-196°C	-147°C	33 bar	0,81 kg/litr
Argon	-186°C	-122°C	48 bar	1,40 kg/litr

4.2 Tlaková nádoba

Pro účely tohoto dokumentu je tlakové zařízení definováno, stejně jako v PED, jako zařízení s maximálním dovoleným přetlakem větším než 0,5 bar. Pod PED nespadá tlakové zařízení pod 0,5 bar. Odpařovače jsou považovány za tlakové nádoby.

4.2.1 Kryogenická nádoba

Stabilní vakuově izolované kryogenické nádoby mají obvykle kapacitu do 400 000 litrů. Vnitřní nádoba obsahuje zkapalněný plyn pod tlakem a představuje skutečnou tlakovou nádobu a je navržena tak, aby dokázala odolat vnitřnímu tlaku, vnějšímu vakuu a kryogenním teplotám. Vnitřní nádoba je uložena uvnitř pláště, ve kterém je udržováno vakuum, aby bylo dosaženo potřebného stupně izolace mezi povrchem pláště a izolované nádoby. Vnitřní nádoba má jednoduchý válcový tvar s klenutými nebo kulovými konci. Vakuový meziprostor je vyplněn izolačním materiálem. Vakuovaná vnější nádoba slouží jako izolace a jako podpůrná konstrukce pro vnitřní nádobu a je vyrobena z uhlíkové oceli a obvykle není klasifikována jako tlaková nádoba. V případě netěsnosti vnitřní nádoby dojde ke spuštění přetlakového ventilu, aby nedošlo k poškození nádoby. Tyto nádoby jsou instalované v prostorách zákazníka a společně s ostatním vybavením se jím říká „studené konvertory“ neboli zákaznické stanice. Pro účely tohoto dokumentu se jim říká vakuově izolované kryogenické nádoby.

Vakuově izolované skladovací nádoby pracují při přiměřeně konstantních pracovních tlacích kromě občasného úplného snížení a opětovného zvýšení tlaku.

Vnitřní teplota kapaliny zůstává téměř konstantní. Vnější vlivy působí na vnitřní nádobu pouze nepatrně, protože potrubí je navrženo tak, aby eliminovalo namáhání, které vzniká z důvodu stahování nebo rozpínání při zchlazování nebo ohřívání. Podpěry a kotevní ramena od vnitřní nádoby k vnějšímu plášti jsou navržena tak, aby jejich tepelný přenos byl co nejmenší.

Ztráta vakua v meziprostoru není obvykle bezpečnostní problém, pokud nastává během provozu nádrže; doplňkový izolační materiál použitý v nádobě je dostatečný k tomu, aby udržel míru odpařování obsahu z nádoby na úrovních, na které jsou vyprojektované instalované pojistné ventily. Případná ztráta vakua musí být vyšetřena, protože by mohlo dojít k narušení integrity nádoby a podpůrného systému.

4.2.2 Kryogenické odpařovače

Všechny kryogenické odpařovače mají trubkovou strukturu a přenášejí teplo tak, aby bylo dosaženo odpařování kryogenní kapaliny s využitím okolního vzduchu, vody, páry nebo jiných horkých kapalin nebo plynů.

Některé odpařovače jsou normální tepelné výměníky plášťového a trubkového typu, které jsou v chemickém průmyslu známé celá desetiletí a jsou považovány za osvědčené. Navrhovány, vyráběny a testovány jsou v souladu s uznávanými předpisy platnými pro tlakové nádoby.

U odpařovačů ponořovaných do vody jsou trubky vyrobeny z protikorozního materiálu, jako například z mědi nebo austenitické nerezové oceli, ale v závislosti na kvalitě vody stále existuje pravděpodobnost korozního útoku vody. Externí vizuální kontrolu je možné provádět vyprázdněním vodní lázně, nicméně interní kontrola je omezena z důvodu malé trubkovité konstrukce.

Odpařovače zahříváné okolním vzduchem jsou tvořeny soustavou trubek z hliníkových slitin, měděných nebo nerezových ocelových trubek a vybavené jsou žebry pro lepší tepelný přenos. Externí vizuální kontroly jsou možné u přístupných částí sestavy.

Všechny odpařovače vycházejí z přiměřeně jednoduchých návrhů s malou konstrukční složitostí. Teplotní změny z okolních teplot na kryogenní teploty a změny tlaku mohou někdy nastávat několikrát během hodiny. Provozní tlak může být i 350 bar, ale obvykle je podstatně nižší. V úvahu není potřeba brát žádné externí namáhání, nicméně trubky jsou někdy vystaveny vibracím.

V průběhu provozu došlo k určitým mechanickým problémům z důvodu vibrací, nicméně představovaly pouze drobné provozní závady; neměly vliv na bezpečnost a bylo možné je zjistit provedením vizuální externí kontroly.

Tabulka 2. Kryogenní zařízení – shrnutí podmínek návrhu a provozu

Předmět (nádob)	Složitost designu	Rozsah provozních teplot		Provozní stabilita	Teplotní cyklus	Tlakový cyklus	Externí namáhání
		Interní prostředí	Externí prostředí				
Vakuově izolované skladovací nádoby	nízká	kryogenní		dobrá	ne	ne	ne
Kryogenní odpařovače plášťového a trubkového typu	nízká	částečně kryogenní		dobrá	ano	nízký	ne
Předmět (nádob)	Korozivní potenciál		Energetický potenciál	Účinnost ochranného pláště/izolace	Přístupnost k provedení kontroly	Škodní potenciál	
	Interní prostředí	Externí prostředí					
Vakuově izolované skladovací nádoby	ne	ne	nízký až střední (1)	dobré	žádná	nízký	
Kryogenní odpařovače plášťového a trubkového typu	ne	nízký až střední	nízký	žádný	dobrá	nízký	

(1) Závisí na velikosti a tlaku

4.3 Legislativa

Rozsáhlé hodnocení aktuálně platné legislativy a postupů pro pravidelné kontrolování a tlakové zkoušky kryogenických tlakových nádob odhalilo, že existuje velice významný rozdíl mezi jednotlivými evropskými zeměmi.

Souhrn předpisů platných k datu vydání tohoto dokumentu je uveden v tabulce 3.

Z důvodu složitosti předpisů a různých kvalifikačních předpokladů a dodatků může shrnutí v tabulce naznačovat pouze obecnou situaci. Regulační orgány mohly v průběhu hodnocení zavést nové změny, proto doporučujeme uživatelům tohoto dokumentu, aby si zajistili aktuálně platnou legislativu dané země.

Například, požadavky na pravidelnou kontrolu a tlakové zkoušky u kryogenických tlakových nádob ve Finsku, Nizozemí a Velké Británii jsou:

	Kontrola	Tlaková zkouška
Finsko	každých 16 let	každých 16 let
Nizozemí	každých 6 let	není vyžadována
Velká Británie	každých 5 let	není vyžadována

Šetření aktuálních postupů provedla pracovní skupina. Odhalila, že některé úřady poskytují výjimky z předpisů s ohledem na provozní podmínky v procesu separace vzduchu a bezpečnostní záznamy. Některé úřady vyžadují před udělením výjimky splnění dalších požadavků v návrhu, výrobě nebo prvotní tlakové zkoušce.

U stabilních vakuově izolovaných kryogenických nádob stanovuje EN 13458-3 pravidelné kontroly a veškeré další provozní požadavky. Na tuto část 3 je odkazováno v EN 13458-2 (návrh), což je harmonizovaná normou pro PED. EIGA doporučuje, aby požadavky uvedené v této části 3 byly použity na evropské úrovni za účelem harmonizace pravidelných kontrol a údržby kryogenických nádob.

Jak je vidět v tabulce 3, pravidelnost kontrol a druh požadovaných kontrol se v rámci Evropy pro stejné nebo podobné nádoby nebo služby velice různí.

Tabulka 3 – Pravidelná kontrola a zkoušky (stav k lednu 2003)

SHRUTÍ OPAKOVANÝCH ZKOUŠEK – KRYOGENICKÉ TLAKOVÉ NÁDOBY

Země	Externí kontrola	Interní kontrola	Tlaková zkouška
Rakousko	každé 4 měsíce	žádná	zkouška těsnosti každých 12 let
Belgie	N ₂ , A ₂ : každých 5 měsíců; O ₂ : každých 6 měsíců	žádná	zkouška funkce přetlakového ventilu každé 3 roky
Dánsko	každé 3 roky	žádná	žádná
Finsko	každé 4 roky	každých 8 měsíců	pneumatická zkouška při 1,1 PS každých 8 let
Francie	každých 40 měsíců	žádná	žádná
Německo	žádná (1)	žádná (1)	žádná (1)
Irsko	žádná	žádná	žádná

Země	Externí kontrola	Interní kontrola	Tlaková zkouška
Itálie	každý rok (kontrola pojistného ventilu)	žádná	každých 10 let (pneumatická při 110% PS), funkce pojistného ventilu + kontrola vakua (3 hodiny)
Lucembursko	žádná	žádná	žádná
Nizozemí	každých 6 let	žádná	funkce pojistného ventilu každé 4 roky
Norsko	žádná	žádná	žádná
Portugalsko	každých 30 měsíců	žádná	každých 5 let při 1,1 PS
Španělsko	žádná	žádná	zkouška těsnosti při PS a kontrola funkce pojistného ventilu každých 5 let. Pneumatická zkouška při 1,1 PS každých 15 let
Švédsko	žádná	žádná	žádná
Švýcarsko	každé 2 roky (pouze přístupné části, např. vnější část vakuového pláště)	žádná	žádná
Velká Británie	žádná (2)	žádná (2)	žádná (2)

Poznámka:

(1) Zkoušky jsou povinné v případě opravy.

(2) Písemný plán zkoušky, vyhotovený kompetentní osobou, která specifikuje frekvenci zkoušení a postup.

5. Obecné otázky

5.1 Úvod

Stabilní vakuově izolované kryogenní nádoby používané pro kryogenní kapaliny se odlišují od těch, jež se používají pro jiné plyny a kapaliny, jak je uvedeno níže.

5.2 Materiály

Materiál použit pro výrobu kryogenních nádob je hliník a jeho slitiny, měď a její slitiny, austenitická nerezová ocel a další vhodné oceli s obsahem niklu. Tyto materiály jsou odolné jemným prasklinám při nízkých provozních teplotách a rychlému roztahování a jsou ověřené mnoha lety používání v této oblasti. (Poznámka: pro oxid uhličitý a dusný se v případech jejich vyšších provozních teplot někdy používá uhlíková ocel, nicméně je nutné vzít v úvahu její odolnost drobným prasklinám (viz EN 1252).) Tyto materiály jsou také odolnější korozi než ostatní materiály používané pro běžné nádoby.

Vlastnosti mechanické pevnosti v tahu výše uvedených materiálů jsou vylepšované za kryogenních provozních podmínek. Vyšší pevnost není vždy důležitá pro výpočet námahy na síly stěn podle předpisů pro tlakové nádoby. Tím je zajištěna dodatečná bezpečnostní míra za provozních podmínek, např. 4,5% Mg v hliníkové slitině zvyšuje pevnost o 9% (0,2% test) nebo 49% (UTS),

9% niklová ocel zvyšuje svou pevnost o 38% (0,2% test) nebo 60% (UTS) a austenitická nerezová ocel zvyšuje svou pevnost o 10 – 70% (0,2% test) nebo 120% (UTS) v porovnání s hodnotami při +20°C až do -196°C.

5.3 Konstrukce

Kryogenické nádoby jsou provozovány za atmosférického tlaku nebo vyšším a jsou tedy navrženy, vyráběny, testovány a zkoušeny v souladu s náročnými normami uznávaných předpisů pro tlakové nádoby.

Vakuově izolované nádoby jsou vyráběny a zkoušeny tak, aby byla zajištěno a udrženo vakuum menší než 0,01 mbar v meziprostoru mezi vnějším pláštěm a vnitřní nádobou.

Díly nádoby, potrubí a armatury jsou připojeny svařováním a pájením. Přírubové a šroubové spoje jsou maximálně eliminovány, aby nedocházelo k prosakování plynu nebo kapaliny, které – pokud by nastalo – by mohlo poškodit konstrukci nádoby. V případě vakuově izolovaných nádob by takové prosakování negativně ovlivnilo vlastnosti izolace. To je jeden důvod, proč kryogenické nádoby obvykle nemají žádné průlezy jako přístup do vnitřní nádoby a mají konečné sváry svařované zvenku. Tento postup je v souladu s předpisy a je schvalován hlavními úřady, které se zabývají schvalováním tlakových nádob.

5.4 Koroze

Stěna vnitřní nádoby, jež je v kontaktu s kryogenní kapalinou, nepodléhá korozi, protože kryogenní kapaliny jsou suché, čisté a při takových nízkých teplotách koroze prostě neexistuje. Dále, vnější stěna vnitřní nádoby je ochráněna před korozí vakuem v prostoru mezi pláštěm a vnitřní nádobou.

5.5 Izolace

Z důvodu extrémně nízkých teplot je nutná speciální izolace. Ta se skládá buď z vinutého vlákna/hliníkové fólie nebo expandovaného prášku v meziprostoru mezi nádobou a pláštěm a z vakua. Tloušťka izolace může překračovat až 0,5 metru a díky tomu je přístup pro účely externí a interní vizuální kontroly vnitřní nádoby obtížný.

5.6 Čistota

Potřeba velmi přísných norem čistoty zařízení používaného pro kyslíkové nádoby vyžaduje zvláštní pozornost během výroby a konstrukce. Sem patří speciální péče věnovaná během tlakové zkoušky prováděné pomocí čistých plynů. Zkušenosti ukazují, že provozní podmínky během normálního použití zajišťují, že si zařízení ponechává požadovaný standard čistoty. Otevření kryogenické nádoby na místě instalace může způsobit vniknutí znečišťujících látek, cizích předmětů a vlhkosti a výsledkem může být vysoký rizikový potenciál, než kdyby k otevření nádoby vůbec nedošlo.

5.7 Pneumatická tlaková zkouška

Pneumatická tlaková zkouška namísto hydraulické zkoušky je u kryogenických nádob normální, protože zbytková voda nebo vlhkost, která zůstane v zařízení po hydraulické zkoušce, by zablokovala vedení nebo by způsobila jeho poškození z důvodu zamrznutí malých trubek, ventilů, měřících a regulačních prvků a dalšího vybavení. Tento postup je v souladu s předpisy a je schvalován hlavními úřady, které se zabývají schvalováním tlakových nádob.

6. Provoz

6.1 Kontroly

Externí kontrola vnitřní nádoby (kryogenické tlakové nádoby) není obvykle proveditelná z důvodu přítomnosti izolace a vakua v meziprostoru. Jakékoliv narušení by mohlo negativně ovlivnit tepelné vlastnosti izolace, protože by došlo k poškození vakua, jehož obnovení nemusí být na místě

instalace snadno dosažitelné. Vizualní interní kontrola nádob není také praktická z důvodu eliminace šroubovaných průřezů a spojení a z důvodu obtížnosti dosáhnout plynotěsného spoje při velice nízkých teplotách.

6.2 Mechanismus selhání

Normální mechanismy selhání jsou následující:

Koroze – v průběhu provozu nenastává z důvodu použitých materiálů při výrobě a z důvodu inertních vlastností kryogenních kapalin, se kterými jsou v kontaktu.

Únava materiálu – tyto nádoby jsou vystaveny velice malému počtu a malým mírami cyklů z důvodu metody plnění a provozu. Design nádoby samotné je založen na jednoduché vnitřní nádobě balónového typu s omezeným počtem vývodů a příslušenství.

Eroze – u tohoto typu nádob není známý mechanismus eroze.

Ve většině zemí byly tyto vlastnosti a příslušné provozní podmínky akceptovány a podle toho byly upraveny požadované pravidelné zkoušky a kontroly.

Společnosti, které zastupují členy pracovní skupiny, provedly celou řadu interních kontrol kryogenních nádob a v žádném případě nedošlo ke zjištění nebo k nalezení důkazu o zhoršení technického stavu v porovnání se zcela novými nádobami.

Rovněž existuje několik málo problémů souvisejících s provozem tohoto typu nádob. Kontrolní zprávy a zprávy o nehodách podporují názor, že aktuální design je uspokojivý. Pokud by byly zavedeny změny za účelem možného pravidelného kontrolování, má se za to, že by tyto změny negativně ovlivnily tlakovou integritu a interní čistotu nádob; dále, zavedení změn v designu může v budoucnu ovlivnit vynikající bezpečnostní historii.

7. Přetlaková zařízení

7.1 Úvod

Procesní nádoby a skladovací zařízení používané u kryogenních systémů je chráněno před přetlakem, jež překračuje projektované hodnoty, a to pomocí pojistných ventilů a průtržných pojistek. Další informace jsou uvedeny v EN 13458-3.

7.1.1 Druhy pravidelných kontrol a zkoušek

Pojistné ventily jsou pravidelně kontrolovány různými způsoby:

- vizualní kontrola na místě instalace
- kontrola funkčnosti na místě instalace (pomocí páčky, je-li instalována nebo pomocí tlaku)
- zkouškou na dílně.

7.1.2 Vizualní kontrola na místě instalace

Zahrnuje:

- kontrolu utěsnění sedla
- kontrolu volného průchodu, zda nedošlo k zamrznutí nebo ke vniknutí jiného cizího tělesa
- kontrolu koroze
- kontrolu externího poškození
- potvrzení kontrolou dat o ventilu, že je instalován správný ventil a že nebylo s ventilem manipulováno, tj. že je těsnění a plomba nedotčená.

Pokud dochází k prosakování ochranného pojistného ventilu u kryogenického zařízení, je možné únik zjistit pouhým pohledem – ventil je omrzlý z důvodu kondenzace a zamrznutí vodních výparů z okolního vzduchu. Přítomnost ledu může poškodit bezpečné fungování ventilu a tuto závadu je nutné odstranit.

7.1.3 Kontrola funkčnosti na místě instalace

Kontrola zahrnuje vizuální kontrolu a kontrolu správné funkce ventilu, a to zdvižením kotouče ventilu ze sedla buď pomocí zdvihací páčky, je-li součástí ventilu, nebo pomocí zdvihacího tlaku.

7.1 4 Zkouška na dílně

Znamená demontáž ventilu z chráněného zařízení, provedení kompletní kontroly a konečné kontroly – ventil se zdvihá a jeho tlakové nastavení je správné.

Je normální, že jsou na jednom vedení instalována dvě samostatná pojistná zařízení, a to buď dva pojistné ventily nebo jeden pojistný ventil a průtržná pojistka. Pokud se používá průtržná pojistka, je nutné zajistit správný design, výběr a dozor při instalaci. Protože průtržné pojistky neselhávají při tlaku větším, než je původní tlakové nastavení po době provozu, nepovažují se za bezpečnostní problém. Průtržné pojistky se obvykle neinstalují na nádoby s oxidem uhličitým.

8. Statistika nehod

Členské společnosti EIGA provádějí sběr vlastních údajů o nehodách a poskytují je ostatním členům. V Evropě je v provozu přibližně 60 000 kryogenických nádob, některé z nich jsou v provozu již od šedesátých let minulého století. Během této doby byly v provozu neuvěřitelný počet provozních hodin.

Jednotlivé členské skupiny EIGA, např. BCGA² ve Velké Británii, sestavují vlastní údaje na žádost příslušného úřadu za účelem zajištění trvalého bezpečného provozu těchto nádob. Údaje zahrnují informace o demolicích a interních zkoumáních několika nádob každý rok za účelem ujištění se, že neprobíhají žádné neočekávané závadové mechanismy. Dosud nebyly žádné objeveny.

Kontroly plášťů kryogenických nádob, jež byly provedeny členskými společnostmi za celou řadu posledních let, jsou také k dispozici.

Kontroly byly obecně prováděny během změn zařízení nebo údržby, pokud nastala příležitost prozkoumat plášť buď zcela, pouze interně nebo externě nebo místně (pokud byla plocha prozkoumatelného pláště omezena nedostatečným přístupem).

V celé řadě případů byly provedeny důkladné kontroly ve spolupráci s dozorujícími orgány u některých nádob, aby se potvrdil názor odborníků z oboru, že se technický stav kryogenických nádob časem nezhoršuje. Tyto zkoušky vedly k tomu, že kontrolní úřady vydaly výjimku z pravidelného kontrolování nebo testování.

Má se za to, že velký počet důkazů, bezpečný provoz nádob a také to, že dosud u žádné nádoby nedošlo k pozorování závad, jež by snižovaly integritu a pevnost plášťů nádoby, poskytuje podporu k tomu, aby nebylo pravidelné kontrolování a zkoušení v průběhu použití vyžadováno.

9. Závěry

Z obsahu dokumentu vyplývá, že není nutné provádět pravidelné kontroly nebo zkoušky stabilních vakuově izolovaných kryogenických nádob z následujících důvodů:

- navzdory velkému počtu instalovaných kryogenických nádob s dlouhodobým provozem neexistují záznamy o nehodách, které by ovlivňovaly bezpečnost;
- nevyskytují se známky koroze, únavy materiálu nebo eroze;
- ochrana těsnění;

² Kodex postupu CP25: Opakovaná validace rozměrných nádob pro skladování kapalného kyslíku, dusíku, argonu a vodíku. 1998. British Compressed Gases Association.

- lepší vlastnosti materiálů při nízkých teplotách;
- čisté podmínky;
- uložené kryogenní kapaliny nemají vliv na materiál, ze kterého je nádoba vyrobena;
- interní kontrola nádoby by mohla být škodlivější než přínosy získané kontrolou;
- vzorové nádoby jsou rutinně demolované a interně kontrolované a dosud nebyly nalezeny žádné závady, jež by měly vliv na bezpečnost;
- většina kompetentních orgánů uznává zvláštní povahu těchto nádob a jsou vydávány výjimky z náročných předpisů.

S ohledem na design a provozní faktory těchto nádob je možné konstatovat, že kontrola a testování těchto nádob je obecně nepotřebné.

Nicméně pozornost je věnovat důležitosti přetlakových (pojistných) zařízení.

10. Doporučení

Výjimky z pravidelné kontroly a testování i nadále vyžadují pravidelné sledování a údržbu zařízení a vydána jsou následující doporučení:

- pokud je kryogenní nádoba vyřazena z používání z důvodu změny nebo údržby, je nutné prozkoumat přístupné části kompetentním technikem a provést záznam o výsledcích takové kontroly.

10.1 Vakuově izolované skladovací nádoby

Provedena musí být roční kontrola stavu vnějšího pláště, podpůrné konstrukce, exponovaného potrubí a ovládacích prvků. Před použitím je potřeba zkontrolovat stav ok pro zdvihání nádoby, zda nejsou například zkorodované.

Přetlakové zařízení vakuového pláště musí být vizuálně kontrolované vždy při instalaci nebo po natírání nádoby. Dále je vhodné pravidelně provádět další kontroly, například kontrolu hodnoty vakua v meziprostoru, míru odpařování kryogenní kapaliny nebo míru nárůstu tlaku vnitřní nádoby, aby byl zajištěn perfektní stav izolace. Tyto zkoušky musejí být prováděny v souladu s EN 13458-3.

10.2 Kryogenické odpařovače

U plášťových a trubkových odpařovačů se doporučuje provádět pravidelnou kontrolu pláště a externích částí trubek současně s pneumatickou zkouškou těsnosti stanoveným tlakem.

Odpařovače využívající okolní vzduch, jež se skládají z řady vzájemně pospojovaných trubek, nevyžadují pravidelnou kontrolu nebo testování.

10.3 Přetlaková zařízení

Důležitost přetlakových zařízení a jejich vliv na bezpečnost je známý, a proto jsou vypracována následující doporučení:

Přetlaková zařízení musejí být pravidelně vizuálně kontrolována. Pokud je zjištěna závada, například dochází k netěsnosti sedla, k vytváření koroze nebo k zanášení z důvodu vytvoření ledu, musí být přetlakové zařízení demontováno a opraveno/zkontrolováno na dílně.

Pokud se skladovací nádoby používají v prostorách zákazníka, musejí uživatel a dodavatel kapalných plynů pravidelně provádět vizuální kontrolu přetlakových zařízení. V případě nálezu jakékoliv závady je nutné zařízení vyměnit.

Dobrým provozním postupem je zaznamenávat prováděné zkoušky a kontroly do provozního deníku. Po provedení každé zkoušky musí být vyhotovena zpráva, ve které je uveden stav zařízení. Výše uvedená doporučení jsou shrnuta v následující tabulce.

Tabulka 4 – Kryogenická zařízení – doporučené kontroly

Předmět (nádob)	Pravidelná kontrola	Pravidelné zkoušení	Přetlaková zařízení
Vakuově izolované skladovací nádoby	ne (1) Sledování úniků z pláště	ne (1)	Pravidelná kontrola všech. Zkouška každých 5 let (pouze primární přetlakové ventily)
Kryogenické odpařovače – plášťového a trubkového typu	ano	ano	

Poznámka:

(1) Pouze v okamžiku změny nebo opravy.