



SYSTÉMY PRO PLNĚNÍ KRYOGENNÍCH CISTEREN KAPALNÝM KYSLÍKEM, DUSÍKEM A ARGONEM

Dokument IGC 179/13/CZ

Odborný překlad proveden pracovní skupinou PS-2 ČATP

EVROPSKÁ ASOCIACE PRŮMYSLOVÝCH PLYNŮ AISBL

AVENUE DES ARTS 3-5 • B-1210 BRUSSELS
Tel: +32 2 217 70 98 • Fax: +32 2 219 85 14
E-mail: info@eiga.eu • Internet: www.eiga.eu

ČESKÁ ASOCIACE TECHNICKÝCH PLYNŮ
U Technoplynu 1324, 198 00 Praha 9

Tel: +420 272 100 143 • Fax: +420 272 100 158
E-mail: catp@catp.cz • Internet: <http://www.catp.cz/>



SYSTÉMY PRO PLNĚNÍ KRYOGENNÍCH CISTEREN KAPALNÝM KYSLÍKEM, DUSÍKEM A ARGONEM

KLÍČOVÁ SLOVA

- KAPALNÝ KYSLÍK? DUSÍK? ARGON
- POŽADAVKY NA INSTALACI
- PLNÍČÍ SYSTÉMY
- MOŽNÁ NEBEZPEČÍ
- BEZPEČNOST

Odmítnutí odpovědnosti

Všechny technické publikace EIGA nebo pod jménem EIGA včetně Sbírek praktických postupů, Bezpečnostních postupů a všechny další technické informace v těchto publikacích obsažené, byly získány ze zdrojů, které považujeme za spolehlivé a které se zakládají na odborných informacích a zkušenostech aktuálně dostupných u členů asociace EIGA a dalších k datu jejich vydání.

I když asociace EIGA doporučuje svým členům používat své publikace nebo se na ně odkazovat, je používání publikací asociace EIGA nebo odkaz na tyto publikace členy asociace nebo třetími stranami čistě dobrovolné a nezávazné.

Proto asociace EIGA a členové asociace EIGA neposkytují žádnou záruku za výsledky a nepřebírají žádný závazek či odpovědnost v souvislosti s referencemi a s použitím informací a doporučení obsažených v publikacích asociace EIGA.

Asociace EIGA nemá žádnou kontrolu nad čímkoliv, pokud se jedná o provádění nebo neprovádění výkonu, chybnou interpretaci informací, správné nebo nesprávné používání jakýchkoliv informací a doporučení obsažených v publikacích asociace EIGA ze strany osob nebo organizačních jednotek (včetně členů asociace EIGA) a asociace EIGA výslovně neuzná v této souvislosti jakoukoliv odpovědnost.

Publikace asociace EIGA jsou pravidelně přezkoumávány a uživatelé jsou upozorňováni, aby si opatřili poslední vydání.



Obsah

1	Úvod.....	1
2	Rozsah a účel	1
2.1	Rozsah.....	1
2.2	Účel.....	1
3	Definice	1
3.1.1	Musí.....	2
3.1.2	Měl by	2
3.1.3	Smí	2
3.1.4	Může.....	2
3.2	Kryogenní kapalina	2
3.3	Oblast plnění.....	2
3.4	Adsorbent	Chyba! Záložka není definována.
3.5	Kapalný argon (LAR)	2
3.6	Kapalný dusík (LIN)	2
3.7	Kapalný kyslík (LOX)	2
3.8	Atmosféra s nedostatkem kyslíku.....	2
3.9	Kyslíkem obohacená atmosféra	2
3.10	Bezpečné pracovní ovzduší.....	2
3.11	Vakuově izolované potrubí.....	Chyba! Záložka není definována.
4	Nebezpečí.....	3
4.1	Zvýšená hořlavost.....	3
4.2	Zadušení	3
4.3	Expozice zaměstnanců.....	3
4.4	Křehnutí materiálu	3
4.5	Mlha	3
4.6	Mraky výparů	3
4.7	Přetlakování	4
5	Důležité činitele pro návrh systému	4
5.1	Uspořádání oblasti plnění	4
5.2	Činnosti při plnění	4
5.3	Volby návrhu.....	4
5.4	Čerpadla pro kapalný kyslík	5
5.5	Potrubí	5
5.5.1	Návrh potrubí.....	5
5.5.2	Armatury a komponenty	5
5.5.3	Adsorbenty ve vakuově izolovaném potrubí	5
5.5.4	Rozmístění potrubí	6
5.5.5	Požadavky na čištění systému	6
5.6	Analýza produktu	6
5.7	Pracovní povrchy	6
5.8	Osvětlení.....	6
5.9	Kontroly operátora	7
6	Neúmyslné utržení	7
6.1	Definice nebezpečí	7
6.2	Oblast plnění.....	7
6.3	Důležité aspekty návrhu	7
6.4	Pracovní postupy pro činnost a návrh	8
6.5	Zařízení proti utržení.....	8
6.5.1	Blokovací systém.....	8
6.5.2	Závory.....	9
6.6	Zařízení na omezení škod	9
6.6.1	Bezpečnostní trhací spojky	9
6.6.2	Regulační systémy	9

7	Ochrana proti přeplnění	9
7.1	Definice přeplnění	10
7.2	Zamezení přeplnění	10
7.3	Odezva na přeplnění	10
7.4	Zřetele pro návrh systému a činnosti	10
8	Ochrana proti přetlaku	11
9	Kontaminace	11
9.1	Armatury	11
9.2	Zajištění jakosti pro přijíždějící přívěsy	11
10	Odezva na školení operátorů pro případ nouze	11
10.1	Školení zaměstnanců	11
10.2	Pracovní postupy pro případ nouze	11
11	Reference	12

1 Úvod

Tento dokument připravili členové asociací Rady pro mezinárodní harmonizaci pod vedením CGA. Dokument je určen pro použití a aplikace u všech členů Rady pro mezinárodní harmonizaci. Rada pro mezinárodní harmonizaci se skládá z členů Asijské asociace průmyslových plynů, Asociace stlačených plynů, CGA, Evropské asociace průmyslových plynů, EIGA a Japonské asociace průmyslových a medicínálních plynů. Regionální vydání nemusí používat SI jednotky, ale mohou odkazovat na národní a nebo regionální legislativu.

Tento dokument byl sestaven jako odpověď na poptávku po informacích týkajících se plnění kryogenního kapalného kyslíku (LOX), dusíku (LIN) a argonu (LAR).

2 Rozsah a účel

2.1 Rozsah

Tento dokument popisuje požadavky na instalace navržené a zkonstruované po datu vydání tohoto dokumentu, které se používají pro plnění kyslíkem, dusíkem nebo argonem jako kryogenní kapalinou. Dokument se může používat pro stávající systémy kryogenního kapalného kyslíku (LOX), dusíku (LIN) a argonu (LAR). Použití tohoto dokumentu pro stávající instalace je individuálním rozhodnutím společnosti nebo majitele skladovacího systému.

Dokument zahrnuje systémy plnění cisteren kryogenním LOX, LIN, a LAR gravitací, tlakem nebo čerpáním. Zahrnuje návrh systémů plnění cisterny, časový interval a činnosti mezi vjezdem cisterny do oblasti plnění a odjezdu z této oblasti.

Publikace se zaměřuje na faktory ovlivňující přepravu kyslíku, dusíku a argonu jako kryogenní kapaliny mezi zdrojem a vhodně navrženými cisternami používanými pro přepravu těchto produktů. Zdrojem může být buď skladovací nádrž nebo přímo z výroby (tzv. ASU).

Vhodný návrh cisteren viz Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí [1], která odkazuje na povinné normy, které se musí dodržovat.

Dokument nezahrnuje kryogenní železniční vagóny ani cisterny vyprazdňované na stanovišti zákazníka nebo jiných místech u uživatele.

2.2 Účel

Účelem tohoto dokumentu je poskytnout informace týkající se bezpečnosti při návrhu, instalaci, funkci a údržbě systému plnění cisteren kryogenním LOX, LIN a LAR. Záměrem tohoto dokumentu je zajistit, aby byla poskytnuta jednotná úroveň bezpečnosti během činnosti průmyslových plynů na ochranu veřejnosti a zaměstnanců. Informace zde uvedené nenahrazují regionální, národní, místní a bezpečnostní požadavky pojišťovací společnosti, ale jsou určeny pro jejich doplnění.

Prostřednictvím zavedení pracovních postupů, používání techniky, prohlížení zařízení, zkoušení a kritérií návrhu systému představuje tato publikace doporučení ke snížení potenciálu vzniku velkého úniku skladovaných materiálů ze skladovacích systémů nebo cisteren. Klade se důraz spíše na prevenci proti úniku, než na zmírnění následků vzniklých po úniku produktu.

Tento dokument je určen k usnadnění správných rozhodnutí při návrhu, realizaci a modifikaci materiálů a zařízení pro bezpečné zacházení s kryogenním LOX, LIN a LAR při plnění kryogenních cisteren.

Tento dokument byl sepsán pro konstruktéry, majitele a obsluhu systémů plnění cisteren kryogenními kapalinami.

3 Definice

Pro účely tohoto dokumentu platí následující definice.

3.1 Terminologie v publikaci

3.1.1 Musí

Indikuje, že pracovní postup je povinný. Používá se tam, kde kritérium shody se specifickými doporučeními nedovoluje žádnou odchylku.

3.1.2 Měl by

Indikuje, že pracovní postup je doporučen.

3.1.3 Smí

Indikuje, že pracovní postup je volitelný (není povinný).

3.1.4 Může

Indikuje možnost nebo schopnost.

3.2 Kryogenní kapalina

Kapalina s bodem varu nižším než -90 °C (-130 °F) při atmosférickém tlaku.

3.3 Oblast plnění

Místo, kde jsou cisterny zaparkované, připojené a plněné kryogenní kapalinou. Oblast plnění zahrnuje plnicí hadice, potrubí, ventily a související zařízení.

3.4 Adsorbent

Materiál, který, pokud se používá v uzavřených zásobnících, snižuje obsah plynu nebo výparů v zásobníku.

Poznámka — Adsorbent může reagovat s plynem nebo výparů v zásobníku vytvořením pevného neodpařitelného materiálu, absorbováním plynu nebo výparů, nebo snížením množství plynu nebo výparů v zásobníku jakýmkoli jiným způsobem. Materiál může být adsorbentem pro jeden plyn nebo výparů, ale nemusí mít žádný vliv na jiný plyn nebo výparů.

3.5 Kapalný argon (LAR)

Argon ve stavu kryogenní kapaliny.

3.6 Kapalný dusík (LIN)

Dusík ve stavu kryogenní kapaliny.

3.7 Kapalný kyslík (LOX)

Kyslík ve stavu kryogenní kapaliny.

3.8 Atmosféra s nedostatkem kyslíku

Ovzduší, ve kterém je koncentrace kyslíku menší než 19,5 objemových %.

3.9 Kyslíkem obohacená atmosféra

Ovzduší, ve kterém je koncentrace kyslíku větší než 23,5 objemových %.

3.10 Bezpečné pracovní ovzduší

Za bezpečné pracovní ovzduší se považuje koncentrace kyslíku 19,5 % až 23,5 objemových %.

Poznámka — Normální objemový obsah kyslíku v atmosféře (vzduchu) je 20,9 %.

3.11 Vakuově izolované potrubí

Izolační systém, který používá dvě soustředná potrubí s vakuem v kruhovém meziprostoru; vnitřní trubka je trubkou pro kryogenní kapalinu.

4 Nebezpečí

4.1 Zvýšená hořlavost

Kyslík je průhledný plyn bez chuti a zápachu, který je v cca 21% (objemových) složkou atmosféry země. Kapalný kyslík je čirá kapalina bleděmodré barvy. Kyslík sám o sobě není hořlavý; nicméně na podporu hoření je nutná přítomnost kyslíku nebo jiného okysličovadla. Ovzduší obohacené kyslíkem může způsobit u řady materiálů běžně považovaných za poměrně nehořlavé vystupňování na jejich velmi rychlé hoření, jak je popsáno v dokumentu EIGA Doc 04, *Nebezpečí vzniku požáru v kyslíkových a kyslíkem obohacených atmosférách*. [2]

4.2 Zadušení

Přítomnost kyslíku v atmosféře země je nutná na podporu života. Když se obsah kyslíku v ovzduší sníží, schopnost ovzduší podporovat život je ohrožena. Dusík a argon jsou bezbarvé plyny bez zápachu, chemicky inertní plyny, které jsou klasifikovány jako jednoduchá dusiva. Pokud se tyto materiály uvolní do atmosféry a sníží tím koncentraci kyslíku, může být ohrožena schopnost atmosféry podporovat život, viz také EIGA Doc 44, *Nebezpečí inertních plynů* [3].

4.3 Expozice zaměstnanců

Fyzický kontakt s výpary, kapalinami nebo zařízeními při kryogenních teplotách může vyvolat vážné popáleniny, omrzliny a poškození tkání.

4.4 Křehnutí materiálu

Materiály, jako uhlíková ocel a plast, začínají křehnout při nízkých teplotách a mají sklon ke svému poškození. Pro udržení kontroly kryogenních kapalin je nezbytné použití vhodných materiálů kompatibilních s kryogenními podmínkami přítomnými v systémech LOX, LIN a LAR. Další informace o křehnutí materiálu lze nalézt v dokumentu EIGA Doc 133, *Kryogenní odpařovací systémy: Ochrana před křehkým lomem u zařízení a potrubí* [4].

4.5 Mlha

V ovzduší se může vytvářet mlha způsobená kontaktem se studenými povrchy zařízení a potrubí, nebo uvolněním kryogenní kapaliny nebo plynu. Mlha je schopná omezit viditelnost mimo a/nebo uvnitř území závodu. Mlha se skládá z atmosférické vody kondenzované chladicím vlivem kryogenní kapaliny.

4.6 Mraky výparů

Mraky výparů se vytvoří uvolněním kryogenní kapaliny (kryogenních kapalin) a mohou vytvořit viditelnou mlhu, která může omezit viditelnost a/nebo vytvořit atmosféru obohacenou kyslíkem nebo naopak atmosféru s nedostatkem kyslíku uvnitř nebo mimo území stanoviště.

Viditelná mlha se vytvoří značným chladicím účinkem kryogenní kapaliny (kryogenních kapalin), když se odpaří do klidného nebo pohybujícího se okolního vzduchu. Rozsah viditelné mlhy je dán vzdáleností od odpařujícího se plynu k ohřátí na rosný bod nebo bod mrazu okolního vzduchu. Když se odpařovaná kapalina dostatečně ohřeje, nemůže již déle ochlazovat vzduch a způsobovat kondenzaci vlhkosti. Atmosféra obohacená kyslíkem nebo s nedostatkem kyslíku se tedy může rozšiřovat i mimo viditelnou mlhu. Informace týkající se atmosfér obohacených kyslíkem, viz dokument EIGA Doc 04, *Nebezpečí vzniku požáru v kyslíkových a kyslíkem obohacených atmosférách* [2]. Informace týkající se atmosfér s nedostatkem kyslíku, viz dokument EIGA Doc 44 *Nebezpečí inertních plynů* [3].

4.7 Přetlakování

Pokud se pro plnění používá vysokotlaký zdroj, který může překročit maximální povolený pracovní tlak (MAWP) cisterny, může dojít k vytvoření nadměrného tlaku v cisterně, pokud nejsou vhodně nastavena preventivní opatření pro omezení tlaku a průtoku.

Pokud část kryogenní kapaliny zůstane v zařízení nebo potrubí, dojde vlivem působení okolní teploty k jejímu postupnému odpaření. To může mít za následek nárůst tlaku na nebezpečně vysokou hodnotu, pokud zařízení nebo potrubí nejsou chráněné vhodným zařízením na uvolnění přetlaku CGA P-12, *Bezpečné zacházení s kryogenními kapalinami* [5].

Pokud se plní teplá cisterna kryogenní kapalinou, může dojít vlivem odpařování této kryogenní kapaliny k vytvoření nebezpečně vysokého tlaku. Je možné vytvoření tlaku vyššího než MAWP cisterny. Měly by být vytvořeny pracovní postupy pro plnění teplých přívěsů s ohledem na snížení rizika vzniku vysokého tlaku.

5 Důležité činitele pro návrh systému

5.1 Uspořádání oblasti plnění

Návrh oblasti plnění musí zvážit bezpečnost zaměstnanců, expozici přilehlé oblasti, veřejné cesty a bezpečný pohyb kryogenní cisterny. Všechny přístupy by měly být co možná na stejné úrovni. Při návrhu pracoviště je rovněž nutné zvažovat překonávání změn výškových úrovní s ohledem na fyzickou velikost obsluhovaných cisteren a schopnost zaměstnanců opakovaně překonávat tento prostor.

Při návrhu stanoviště musí být zvážena bezpečná přeprava kryogenní kapaliny (kryogenních kapalin) ze skladu nebo od zdroje do cisterny.

Činnosti plnění musí být řízeny tak, aby obsluhující zaměstnanci nebyli vystaveni vlivu nebezpečí plynoucího z pohybu cisteren.

5.2 Činnosti při plnění

Aby nedošlo k vytvoření nebezpečné atmosféry, mělo by plnění probíhat pouze ve venkovních prostorách v dobře větraných a dobře osvětlených oblastech. Je dovolený vhodně navržený horní kryt.

Při plnění se cisterna nesmí pohybovat a měla by stát na rovině. Pokud se přívěs nakládá na váze, vyváženost a materiály oblasti plnění jsou obvykle pokryty místními nebo regionálními požadavky na měřicí systémy.

Systém musí být zkonstruován tak, aby rychle a bezpečně přerušil průtok kryogenních kapalin buď z bezpečnostních důvodů, nebo kvůli běžnému procesu. Musí být zajištěny bezpečnostní uzavírací systémy podle kapitoly 5.9.

Během období nečinnosti by nemělo provedení skladovacího systému (včetně nádob, zařízení a potrubí) vytvářet a uchovávat tlak významně vyšší než jeho běžný provozní tlak. Systém by měl být zkonstruován tak, aby se zamezilo kontaminaci potrubí závodu nebo systému pro přenos produktu, a pro zajištění integrity skladování produktu, když zařízení není činné mezi jednotlivými plněními cisteren.

Zaměstnanci provádějící plnění by měli vizuálně kontrolovat armatury a propojení hadic, aby se ověřilo, že během plnění neprosakují. Prosakující armatury LIN a LAR se mohou dotáhnout během plnění. Pokud se zjistí, že armatury a propojení hadic LOX prosakují, plnění by mělo být zastaveno a prosakující armatury by měly být přiměřeně dotaženy pomocí nejiskřivých nástrojů.

5.3 Volby návrhu

Účinnost systému měřená podle objemu za jednotku času, oblast a počet cisteren, značně ovlivňují složitost a cenu. Musí se pečlivě zvážit následující volby:

Cisterny se plní buď na průjezdných plnicích stanicích nebo stanicích pro nacouvání. Viditelné překážky by měly být udržovány na minimu;

Cisterny se plní na váze nebo na pevném, rovném povrchu. Množství produktu přepraveného do cisterny se může změřit pomocí hmotnosti, rozdílu tlaku, objemu nebo změnění pomocí přístroje na měření hladiny nebo měřicího zařízení.

Kryogenní kapaliny se mohou přepravovat (plnit) pomocí gravitace, tlaku nebo čerpadel;

Hadice jsou připojeny k pevnému potrubí nebo k potrubí s otočnými klouby;

Plnicí potrubí může být vakuově izolováno, izolované nebo neizolované. Veškerá izolace při provozu s kyslíkem musí být kompatibilní s kyslíkem;

Pracovní povrchy, kde se provádí propojení (připojky) pro plnění kapalného kyslíku (LOX), a kde se proplachují cisterny, musí být z betonu nebo kovu. Pokud se používají, kov by měl být kompatibilní pro provoz při nízkých teplotách. Když se používá kov, může hrozit nebezpečí uklouznutí, což je potřeba řešit.

VAROVÁNÍ: Pracovní povrchy pro manipulaci s LOX nesmí být asfaltové. Rozlití LOX na asfaltu může mít za následek bouřlivé reakce.

Pracovní povrchy pro kapalný argon (LAR) nebo kapalný dusík (LIN) by měly být betonové, kovové, šterkové nebo asfaltové.

UPOZORNĚNÍ: Rozlití kryogenní kapaliny může rozleptat pracovní povrchy; pracovní povrchy se také mohou stát nerovnými nebo kluzkými, což může mít za následek vznik bezpečnostního rizika.

Nad oblastí plnění může být umístěna ochrana proti klimatickým vlivům. Pokud je tak provedeno, oblast plnění musí být vhodně větrána; a činnosti plnění mohou být zcela nebo částečně automatizovány nebo mohou být zcela manuální.

5.4 Čerpadla pro kapalný kyslík

Jistá úroveň rizika, kterou je třeba rozpoznat a zabývat se jí, je spojena s čerpáním kapalného kyslíku. Informace o instalaci čerpadel kapalného kyslíku lze najít v dokumentu EIGA Doc 148, *Instalační návod pro stacionární, elektrickou poháněná, odstředivá čerpadla pro kapalný kyslík* [6].

5.5 Potrubí

Pro přepravu kryogenní kapaliny do cisterny se může používat potrubí, trubky nebo hadice.

5.5.1 Návrh potrubí

Potrubí musí být schopné přenášet všechny tlaky kapaliny stejně jako mechanické účinky způsobené opakovaným připojováním, odpojováním i netypickými činnostmi (viz kapitola 6).

Musí se pečlivě zvážit zátěž (pnutí) potrubí. Plnění cisterny vyvolává opakované tepelné zatěžování v rozmezí okolní teploty a kryogenní teploty. Nesprávně navržené a zkonstruované systémy mohou být za extrémních podmínek náchylné k prosakování a zlomu.

5.5.2 Armatury a komponenty

Měly by být zajištěny dostatečné spodní odtoky, aby se zajistilo odstranění veškeré kapaliny.

V částech potrubí, kde se může zachytit kapalina, musí být nainstalován tepelný přetlakový ventil s dostatečnou kapacitou průtoku.

Armatury potrubí musí mít srovnatelnou mechanickou pevnost jako potrubí a musí být vhodné pro zamýšlený provoz.

Všechny koncovky armatury nebo zařízení musí používat příslušné plnicí připojky, a tyto musí být v souladu s dokumentem EIGA Doc 909 EIGA *Propojky kryogenních plynů pro plnění cisteren*, a musí být provedeny s odpovídajícími uzávěry nebo zátkami [7].

5.5.3 Adsorbenty ve vakuově izolovaném potrubí

Když se používají potrubní systémy vakuově izolované, pomáhají adsorbenty udržovat dobrou úroveň vakua. Některé adsorbenty používané pro pohlcování vodíku mohou reagovat a vytvářet teplo, pokud jsou

vystaveny působení kyslíku nebo vzduchu. Adsorbenty musí být zabaleny, aby byly tepelně izolovány od vícevrstvých izolačních materiálů. Také by se mělo zvážit množství adsorbentu obsažené v každém balení. V mnoha případech jsou adsorbenty zabalené do mikrovláknového skelného papíru, který se poté umístí do velmi jemného síťového filtru ze slitiny mědi.

5.5.4 Rozmístění potrubí

U instalací průjezdových plnicích musí být potrubí dostatečně vyvýšeno nad nejvyšší možný komponent jízdní soupravy tahače. Podúrovňové potrubí musí být dostatečně chráněno pod vozovkou, aby nebylo ohrožené pohybem nebo hmotností cisterny.

VAROVÁNÍ: *Kyslíkové potrubí by nemělo vést v otevřeném příkopě, kde se může nahromadit voda nebo suť. Pokud dojde k prosakování kyslíku, suť v příkopě se může stát palivem pro uvolněnou energii.*

Pečlivě by se mělo zvážit použití pružných hadic pro poskytnutí vhodné volnosti pohybu, aniž by došlo k nadměrnému zatěžování operátora nepotřebnou hmotností. Podobně při používání otočných kloubů zvážit různá pnutí a zajistit, aby podpora systému byla vhodná pro zamýšlený účel. Všechny zvolené materiály, zařízení a produkty musí být vhodné pro zamýšlený provoz. Zařízení se musí udržovat v takovém stavu, aby operátor nemusel vykazovat nadměrné úsilí pro provedení správné činnosti.

Odpojené hadice a potrubní zařízení nesmí způsobit usazování zbytků produktu na pochůzných cestách pracovníků v oblasti plnění, na pracovních površích nebo v blízkosti podpěr potrubí. Odpojené hadice musí být chráněny proti vnikání kontaminace. Odpojené plnicí hadice by měly být vhodně zajištěny tak, aby nepřekážely, nebo aby se nepoškodily pohybem osob, vozidel nebo zařízení. V případě, kdy se používají na ochranu potrubí stanice před kontaminací tlakotěsné uzávěry hadic a kde by mohlo docházet ke zvyšování tlaku v potrubí, nakládací (plnicí) hadice a pružné hadice musí být chráněny pojistnými zařízeními.

5.5.5 Požadavky na čištění systému

Rozhodující je čistota systému kapalného kyslíku (LOX), která musí být v souladu s dokumentem EIGA Doc 33, *Čištění zařízení pro provoz s kyslíkem* [8].

Systémy kapalného dusíku (LIN) a kapalného argonu (LAR) se musí čistit podle interních pracovních postupů. U zvláštních aplikací, jako je použití pro lékařské účely, by požadavky na čistotu měly splňovat požadavky úřadu majícího soudní pravomoc.

5.6 Analýza produktu

Pracovní postupy pro zacházení s produktem mají za následek jasnou možnost kontaminace. Doporučuje se analýza produktu.

Návrh systému pro analýzy by měl mít dostatek pružnosti a volnosti, aby nebyly ohroženy maximální špičky činnosti plnění analytickými procesy a neohrozily spolehlivost analýzy.

5.7 Pracovní povrchy

Na činnosti související s plněním cisterny má významný dopad počasí. Za určitého klimatu, nebo pokud mrzne, by se měly brát zvláštní ohledy na povrchy, které ovlivňují cisternu a pohyb zaměstnanců. Specifikované povrchy by měly poskytovat zaměstnancům a vozidlům trakci za všech předvídatelných podmínek. Musí se brát náležitý ohled na odvodňování a odstraňování sněhu pro oblast systému plnění. Specifikované povrchy by měly být mechanicky dostatečně pevné, aby bylo možné manipulovat hmotnostmi, které mají plně naložené cisterny.

Specifikované povrchy musí být kompatibilní se všemi kryogenními kapalinami, které se používají na stanovišti.

5.8 Osvětlení

Plnění cisterny se může provádět na bázi 24-hodinového denního cyklu. Pro plnění musí být proto zajištěno řádné osvětlení. Návrh osvětlení by měl zvážit dopady nepříznivého počasí.

Osvětlení oblasti by mělo osvětlovat celou oblast plnění a zvláště zahrnovat oblast, kde řidiči vstupují/opouštějí tahač, když je zaparkovaný v oblasti plnění. Mělo by být nainstalováno přímé osvětlení oblasti nebo by mělo být schopné osvětlit oblast, kde se připojují plnicí armatury cisterny.

Osvětlení by nemělo omezovat schopnost řidiče bezpečně umístit cisternu do správné pozice pro plnění.

5.9 Kontroly operátora

Činnosti plnění mohou být buď plně nebo částečně automatizovány, nebo zcela manuální.

Oblast/systém může být manuálně izolován pomocí ručních ventilů, ovladači aktivovanými zastavovacími tlačítky nebo snímači procesu, které uzavírají automatické ventily. Zásobníky, které mají typický objem větší než 125 000 litrů, musí splňovat požadavky na zavření zásobníku podle dokumentu EIGA Doc 127, *Návod pro systémy skladovacích nádrží LOX/LIN/LAR s plochým dnem* [9].

Při návrhu (konstrukci) plnicích systémů by se měla zvážit potřeba rezervních jisticích ovladačů operátora.

Musí se nakonfigurovat automaticky aktivované ovladače pro nouzové zastavení, aby prováděly zamýšlený záměr bez nežádoucí aktivace. Manuálně ovládané systémy zastavení musí být přístupné jak místně v oblasti plnění, tak na dálku mimo tuto oblast. Pokud jde o manipulovaný produkt, musí být jasně označeny systémy pro zastavení. Všechna zařízení připojená k nouzovému zastavení musí mít zabezpečení, která uvedou celý systém do bezpečného stavu tím, že je plnění zastaveno a oddělovací zařízení uzavřena.

Když se používají plnicí systémy pro medicínální produkty (např. LOX a LIN), systémy musí být v souladu a v uplatnitelném rozsahu potvrzené s SVP (správná výrobní praxe).

6 Neúmyslné utržení

6.1 Definice nebezpečí

Přetržení pružné hadice nebo poškození pevného zařízení, ke kterému je připojena, může mít za následek vážnou nehodu, pokud řidič nebo operátor zapomene odpojit pružnou hadici předtím, než se cisterna pohne.

6.2 Oblast plnění

Jízda cisterny od oblasti plnění, zatímco je cisterna stále připojená k pevnému zařízení, může způsobit přetržení pružné hadice, poškodit nebo rozbít zařízení na přívěsu a způsobit vážnou nehodu.

Velké množství plynu nebo kapaliny pod tlakem přítom může vytvořit potenciálně nebezpečné ovzduší a eventuálně způsobit atmosféru obohacenou kyslíkem nebo s nedostatkem kyslíku, omrzliny, zadušení, požár nebo výbuch.

V případě, že hadice odolá tažné síle a nepřetrhne se, může vozidlo odtáhnout část nebo celé pevné zařízení, a tím poškodit plnicí potrubí a jiné pevné zařízení.

6.3 Důležité aspekty návrhu

Aby nedošlo k nehodám s utržením, musí se vzít v úvahu předběžná opatření, která zahrnují následující:

Výběr vhodných bezpečnostních systémů by měl brát v úvahu přepravovanou kryogenní kapalinu, typ vozidla, návrh systému závodu, typ systému plnění (automatický nebo manuální), a frekvenci plnění cisteren.

Při výběru ochranných systémů se musí zvážit složitost a spolehlivost bezpečnostního reakčního systému. Může se vzít v úvahu plně automatizovaný systém nebo jednoduché mechanické zařízení. Automatické systémy musí být zkonstruovány především s nouzovým systémem pro zabezpečení.

6.4 Pracovní postupy pro činnost a návrh

Pro splnění bezpečnostních požadavků na instalaci systému nakládání vozidla by měl systémový inženýr zvážit jedno nebo více z následujících bezpečnostních zařízení nebo systémů:

Pravidelné školení řidičů a operátorů, aby byli obeznámeni s potenciálními nebezpečími souvisejícími s přepravovanými produkty a různými bezpečnostními systémy, které se používají pro zamezení těmto událostem (nehodám).

Zatímco se souprava plní, umísťovat před soupravou přenosné značky. Značky mohou být umístěny před kabinu tak, aby byly viditelné a zřetelně čitelné pro řidiče, když jsou v kabině. Přenosná značka by měla být dostatečně lehká, aby ji mohl operátor snadno přenášet, přesto dostatečně těžká, aby ji nemohl převrátit vítr. Na značkách může být uvedeno PŘIPOJENÁ SOUPRAVA, PŘIPOJENÁ PLNICÍ HADICE, NEPŘESUNUJTE ZNAČKU PŘED ODPOJENÍM HADICE, nebo může obsahovat obrázkový symbol. Značka PŘIPOJENÁ SOUPRAVA se může namontovat z „výkyvných ramen“, které jsou namontované z nadzemní pozice. Značka by neměla být odstraněna, dokud se neodpojí plnicí hadice.

Umístit před a za kola vozidla klíny pro zajištění kola, aby se vozidlo při plnění nemohlo pohybovat dopředu a dozadu. Klíny by měly být vyrobeny z nejiskřivých materiálů, měly by být v kontrastní barvě, kterou operátor nebo řidič snadno vidí, a mohou mít držadlo se značkou nebo symbolem, který indikuje, že se klíny pro zajištění kol používají. Tyto klíny je třeba po odpojení hadic odstranit.

Systém ukládání startovacího klíče pro zamezení spuštění tahače před odpojením plnicí hadice. Příklady některých běžně používaných systémů řízení s klíčem jsou následující:

- Klíče umístěné na kroužku a poté připevněné k plnicí hadici. Tím se zamezí, aby se tahač nastartoval, dokud je hadice připojená.
- Klíče předané operátorovi a ponechané v jeho držení, dokud se nedokončí proces plnění.
- Klíče umístěné na háčku na značce PŘIPOJENÁ SOUPRAVA nebo na háčku na držadle připojeném ke klínům pro zajištění kola.

Odpojení vzduchových hadic mezi tahačem a přívěsem, zatímco probíhá plnění, značka PŘIPOJENÁ SOUPRAVA připevněná k záslepkám a poté připevněná k přípojkám vzduchové hadice.

Nainstalované červené a zelené světlo pro indikaci, že je hadice připojená. Pokud se používají, červené a zelené signální světlo by se měly nainstalovat tak, aby jejich stav byl snadno pozorovatelný při sezení v kabině tahače. Červené světlo by se mělo aktivovat sejmutím hadice ze stojanu pro ukládání hadice. Umístěním hadice zpět do stojanu by se vypnulo červené světlo a zapnulo zelené světlo.

Oranžové silniční signální kužely se umístí před vozidlo a do blízkosti dveří řidiče. Pokud se kužely používají, měly by být označeny „Připojená plnicí hadice“. Je nutné, aby řidič nebo operátor umístili kužely před připojením plnicí hadice a odstranili je až po odpojení hadice.

Je nutné, aby řidič nebyl ve vozidle, zatímco se souprava plní. Řidičům by měl být poskytnut prostor, který je chrání před nepřízní počasí, a přesto jim umožňuje dobrý výhled na přívěs a přístup k němu.

6.5 Zařízení proti utržení

6.5.1 Blokovací systém

Na cisterny se mohou nainstalovat blokovací systémy, které zabrání pohybu soupravy, zatímco probíhá plnění. Tyto blokovací systémy zablokují přívěs a zamezí jeho pohybu, když je připojený k potrubí.

Běžný typ blokovacího systému využívá systém závory namontované v ovládacím panelu cisterny, která se musí otočit před připojením hadice pro přenos produktu - když se závora otočí, spustí se odvzdušňovací bentil na brzděném systému vozidla, což zajistí, že vozidlo je nepojízdné. Systémy mohou být nakonfigurovány tak, aby došlo k zablokování brzd tahače nebo přívěsu v závislosti na pozici dvířek skříně ovládacího panelu cisterny, takže se tahač nemůže pohybovat, pokud jsou dvířka otevřená. Další běžné systémy vyžadují pohyb závory (odklopení) nebo podobného zařízení zakrývajícího přípojku plnění před tím, než se může připojit plnicí hadice.

VAROVÁNÍ: Modifikace brzdného systému tahače nebo přívěsu může vyžadovat další kontrolu provedenou regionálním dopravním úřadem. Brzdný systém musí být zkonstruován tak, aby zabránil nechtěnému spuštění blokovacího systému, když se cisterna pohybuje.

Další typ blokovacího systému obsahuje varovné světlo na řídicím panelu vozidla, který indikuje NEPOHYBUJTE VOZIDLEM. Tento systém varuje řidiče, že jsou dvířka skříně otevřená, nebo že bezpečnostní páka není ve správné pozici.

Podrobné informace týkající se opatření, která lze učinit u vozidel pro zamezení neúmyslného odtažení, lze najít v dokumentu EIGA Doc 63 Prevence proti nehodám odtažením [10].

6.5.2 Závory

Závory se mohou namontovat závory na jízdní pruhy plnění a umístit v úrovni zraku, a mohou obsahovat vhodné varovné značky.

6.6 Zařízení na omezení škod

Zařízení na omezení škod se používají pro zmenšení následků poškození způsobeného neúmyslným odtažením, zatímco je cisterna stále připojena k plnicímu potrubí.

6.6.1 Bezpečnostní odtrhovací spojky

Odrhovací spojky, které se rozlomí (oddělí) na části, pokud se řidič pokusí odjet s cisternou z oblasti plnění, zatímco je hadice připojená, se mohou nainstalovat na plnicí přívod a také, pokud je nainstalováno, na vedení zpětného odvodu par. Tyto spojky by měly být připojeny k rychlouzavíracím ventilům (s hlavní funkcí uzavření při poruše), které vypnou průtok do cisterny, pokud se spojka rozlomí (praskne). Tuto funkci může dodat buď dodavatel nebo armatura může být modifikována místně, například vybroušením žlábků nebo drážky do armatury, které sníží mez tažnosti armatury a způsobí, že pod tlakem praskne. Tyto modifikace musí procedurálně schválit kvalifikovaní technici, kteří musí vypočítat hloubku žlábků v souladu se všemi platnými požadavky konstrukčního předpisu.

Odrhovací spojky nebo vrubové potrubí, pokud se používají, musí být umístěny tak, aby minimalizovaly škody na plnicím potrubí a zabránily nekontrolovanému rozliti kapaliny. V okolí odtrhovacích spojek nebo vrubového potrubí by měla být definovaná oblast pro rozliti z betonu, nerez oceli nebo jiných materiálů vhodných pro rozliti příslušného druhu kryogenní kapaliny. Neměl by se používat asfalt nebo jiné hořlavé materiály.

Jiný typ odtrhovacích spojek zahrnuje automatický těsnicí systém: spojky umožňují volný průtok produktu za běžného provozu, ale v případě nehod odtažením se rozlomí spojkové čepy, každá polovina spojky sama o sobě okamžitě těsní a tím zabrání velkému rozliti produktu.

6.6.2 Regulační systémy

Může být specifikován regulační systém fungující jako automatický systém, který zavírá odpojovací ventily a vypíná plnicí čerpadla.

Alarmy by měly upozornit operátora nebo zaměstnance monitorující chod na dálku o tom, že došlo k utržení. Alarmy se spustí současně s rychlouzavíracím ventilem.

7 Ochrana proti přeplnění

Měl by být zajištěn systém nebo pracovní postup pro zamezení přeplnění cisterny. Účinná distribuce ze zařízení produkujícího kapalinu vyžaduje, aby bylo plnění cisterny úplné jako praktické s náležitým zřetelem na:

Maximalizaci objemu v poměru k zákonným mezením hmotnosti.

Zamezení přeplnění, což má následky na bezpečnost zaměstnanců, zákonné následky a na škody zařízení.

7.1 Definice přeplnění

Přeplnění může být popsáno jednou ze dvou následujících nežádoucích podmínek:

Překročení požadované úrovně (hladiny) plnění bez úniku produktu z vozidla (tj. překročení hmotnosti nebo zákonného limitu). Tyto zřetele zahrnují hrubou hmotnost vozidla povolenou státem nebo provincií, zatížení na nápravu povolené státem nebo provincií, případně další federální a provinční zákony.

Nebo překročení požadované úrovně (hladiny) plnění, které má za následek únik produktu mimo vozidlo (tj. riziko pro zaměstnance/zařízení).

7.2 Zamezení přeplnění

Prostředky pro zamezení přeplnění zahrnují:

Automatizovaný regulační systém využívající ukončení plnění na základě hmotnosti, které vypne tok produktu v předem určeném nastaveném bodě (tj. systémy založené na hmotnosti a objemu cisterny).

Manuální nebo automatický regulační systém využívající rozdíl tlaku nebo jiná měření hladiny kapaliny, které ukončí plnění vozidla na základě úrovně hladiny kapaliny v cisterně. Požadovaná hladina je naprogramovaná do regulačního systému plnění, a proces plnění se automaticky ukončí, když se dosáhne této hladiny. Objemy jednotlivých cisteren se někdy zavedou do systému plnění, což umožňuje, aby byla cisterna plněná podle jejich identifikačního čísla soupravy (cisterny).

Manuální nebo automatické regulační systémy využívající měřený průtok proudící do cisterny.

Manuální a automatické regulační systémy, které vypnou průtok produktu na základě snímání průtoku produktu z vozidla na vývodu přeplnění (tj. vizuální nebo automatické pomocí snímacího indikačního zařízení na vývodu přeplnění).

7.3 Odezva na přeplnění

Pokud je cisterna přeplněná a existuje nebezpečí rozlití, mělo by dojít k reakci odpojením oblasti nebo spuštěním uzavíracího systému. V závislosti na povaze nebo složitosti systému může dojít k odpojení oblasti/systému manuálně nebo automaticky.

Pokud je povaha přeplnění taková, že cisterna je nadměrně naložená, ale produkt nebyl vypuštěn do ovzduší nebo na zem, musí existovat procedurální metoda vypuštění nadměrného množství produktu z cisterny dříve, než cisterna opustí závod.

Pokud povaha přeplnění způsobila rozlití produktu na zem nebo uvolnění do ovzduší, musí se zvážit následující činnosti:

Zkontrolovat, zda nejsou zamrzlé pneumatiky cisterny. Pokus o pohyb cisterny za tohoto stavu může mít za následek prasknutí pneumatik a ohrožení bezpečnosti silničního provozu nebo zaměstnanců. Zkontrolovat, zda nedošlo k poškození vnějšího pláště cisterny a přilehlého zařízení.

Pokud dojde k velkému rozlití, může se vytvořit místní atmosféra s nedostatkem kyslíku nebo naopak obohacená kyslíkem, nebo mraky par, které vytvoří špatnou viditelnost. Musí se provést evakuace závodu nebo pracovní postupy pro případy nouze, stejně jako oznámení nehody, jak to vyžadují místní nebo národní organizace se soudní pravomocí. Viz dokument EIGA Doc 60, *Prevence proti závažným nehodám – Návrh na shodu se směrnicí Seveso* [11].

7.4 Zřetele pro návrh systému a činnosti

Zadní část vozidla je obvykle tam, kde jsou umístěny plnicí hadice a zkušební připojení pro zajištění kvality. Tato část cisterny-vozidla by měla být viditelná z oblasti, kde se spouští plnění, jako je ovládací místnost, místní stanoviště čerpadla/ventilu nebo pomocí monitorovacího systému na dálku. Operátor musí dodržovat všechna platná nařízení a postupy týkající se obsluhy při plnění.

Všechny nástroje používané pro plnění by měly splňovat běžné pracovní postupy kalibrace a údržby na závodě, protože tyto činnosti by měly snižovat pravděpodobnost neúmyslného přeplnění cisteren. Podle politiky společnosti by se měly uchovávat záznamy o těchto pracovních postupech.

8 Ochrana proti přetlaku

Pokud se operátorovi nebo systému automatického plnění cisterny nepovede ukončit proces plnění, když bylo dosaženo hladiny plnění, nebo se nepovede regulovat tlak cisterny během sekvence plnění, tlak v cisterně se zvýší a může dosáhnout MAWP, což způsobí, že se otevře zařízení na uvolnění tlaku (odlehčovací, bezpečnostní přetlakový ventil). Pokud je nátok plněného produktu větší než průtoková kapacita odlehčovacího systému, tlak v cisterně může stoupnout nad hodnotu MAWP a potenciálně vést k prasknutí nádoby. Z následného uvolnění obsahu mohou vzniknout mraky par a nebezpečí vzniku atmosféry s obohaceným kyslíkem/nedostatkem kyslíku.

Preventivní opatření a doporučení pro řízení rizika lze najít v dokumentu EIGA Doc 151, *Prevence proti nadměrnému tlaku během plnění kryogenních nádob* [12].

9 Kontaminace

9.1 Armatury

Konstrukce spojek (propojek) EIGA je specifická pro každý produkt LOX, LIN a LAR, aby zaměstnanci nepřipojili cisternu k nádrži s nesprávným produktem a naopak.

Pro plnění se přísně zakazuje používat adaptéry pro propojení různých spojek EIGA. Adaptéry se mohou používat pro provádění údržby za přesně řízených stanovených podmínek.

9.2 Zajištění jakosti pro přijíždějící cisternová vozidla

Pokud je cisterna kontaminována, odpovědná(é) osoba(y) by měla být o této situaci informována(y) a měla(y) by specifikovat postup nápravných činností.

10 Odezva na školení operátorů pro případ nouze

10.1 Školení zaměstnanců

Všichni zaměstnanci, jichž se týká činnost systému nakládání cisterny, musí být plně informováni o nebezpečích kapalného kyslíku (LOX), kapalného dusíku (LIN) a kapalného argonu (LAR). Zaměstnanci by měli být řádně proškoleni na obsluhu zařízení souvisejícího s nakládáním cisteren, a proškoleni s ohledem na aspekty bezpečného plnění cisteren. V Evropě jsou tyto požadavky podrobně uvedeny v *Evropské dohodě o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí* [1].

Školení musí pokrýt tyto aspekty a potenciální nebezpečí, se kterými se operátor pravděpodobně setká. Musí se uchovávat písemné nebo elektronické záznamy o školení.

Školení musí kromě jiného obsahovat potenciální nebezpečí kyslíku, argonu nebo dusíku, bezpečnostní nařízení stanoviště, pracovní postupy pro případy nouze, protipožární zařízení, použití ochranného oblečení/zařízení včetně ochrany zraku, rukou a nohou, a ochrany hlavy, dýchací přístroje v případě potřeby; ošetření první pomoci u omrzlin, a vhodné pracovní postupy společnosti.

Školení musí obsahovat opatření pro provádění opakovacích kurzů na pravidelném základě nebo kvůli změnám při přiřazení zaměstnanců zahrnující systém plnění a pracovní postupy závodu související s vedením nakládky (plnění), viz *Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí* [1].

10.2 Pracovní postupy pro případ nouze

Musí být uveřejněna telefonní čísla pro případ nouze a tato musí být snadno dostupná, pokud by vznikla potřeba kontaktu pro případ nouze.

Pracovní postupy by měly být připraveny tak, aby obsahovaly činnosti, které by měly být provedeny v případě nouze v souvislosti s činnostmi plnění cisterny. Zaměstnanci společnosti, kteří budou pravděpodobně ovlivněni případem nouze souvisejícím se závodem a nakládáním, by měli znát činnosti,

kteří jsou požadované pro omezení vlivů rozliť a uvolnění produktu ze skladovacího systému nebo nakládané cisterny. Mělo by se zvažovat provedení nácvičku s účastí místních agentur.

Pracovní postupy pro případ nouze by měly mít písemnou podobu, a měly by kromě jiného zvažovat rozliť kapaliny při přeplnění, nadzemní mraky par, přetlak nakládané cisterny a kapalinu v kontaktu s vnějším pláštěm nebo plněnou cisternu, nebo související zařízení nebo povrchy.

11 Reference

Pokud není specifikováno jinak, musí platit poslední vydání.

- [1] Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí, ADR.
- [2] EIGA Doc 04, Nebezpečí vzniku požáru v kyslíkových a kyslíkem obohacených atmosférách.
- [3] EIGA Doc 44, Nebezpečí inertních plynů a nedostatečného množství kyslíku.
- [4] EIGA Doc 133 Kryogenní odpařovací systémy – Ochrana před křehkým lomem u zařízení a potrubí.
- [5] CGA P-12, Bezpečné zacházení s kryogenními kapalinami, Asociace stlačených plynů, Inc., 14501 George Carter Way, Suite 103, Chantilly, VA 20151. www.cganet.com.
- [6] EIGA Doc 148, Instalační návod pro stacionární, elektřinou napájená, odstředivá čerpadla pro kapalný kyslík.
- [7] EIGA Doc 909 EIGA Propojky kryogenních plynů pro plnění cisteren.
- [8] EIGA Doc 33, Čištění zařízení pro provoz s kyslíkem.
- [9] EIGA Doc 127, Návod pro systémy skladovacích nádrží LOX/LIN/LAR s plochým dnem.
- [10] EIGA Doc 63 Prevence proti nehodám odtažení.
- [11] EIGA Doc 60, Prevence proti závažným nehodám – návod na shodu se směrnicí Seveso
- [11] CGA SB-2, Atmosféra s nedostatkem kyslíku, Asociace stlačených plynů, Inc., 14501 George Carter Way, Suite 103, Chantilly, VA 20151. www.cganet.com.
- [12] EIGA Doc 151, Prevence proti nadměrnému tlaku během plnění kryogenních nádob.

Další reference

EIGA Doc 23, Bezpečnostní školení zaměstnanců, Evropská asociace průmyslových plynů.