



PŘEDCHÁZENÍ NADMĚRNÝM TLAKŮM PŘI PLNĚNÍ KRYOGENNÍCH ZÁSOBNÍKŮ

IGC Doc 59/98/CZ

Odborný překlad proveden pracovní skupinou PS6 ČATP.

**EUROPEAN INDUSTRIAL GASES ASSOCIATION
(EVROPSKÁ ASOCIACE PRŮMYSLŮVÝCH 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/>

PŘEDCHÁZENÍ NADMĚRNÝM TLAKŮM PŘI PLNĚNÍ KRYOGENNÍCH ZÁSOBNÍKŮ

KLÍČOVÁ SLOVA:

- PLNICÍ KONCOVKA
- KRYOGENNÍ
- RIZIKO
- TLAKOVÁ NÁDOBA
- PREVENCE
- BEZPEČNOST
- DOPRAVA

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	Definice pojmů	1
2	Úvod	1
2.1	Definování problému	1
2.2	Rozsah působnosti tohoto dokumentu	2
3	Přehled stávajících systémů a postupů	2
4	Přehled možných bezpečných metod a zařízení	3
4.1	Zásady ochrany proti nadměrnému tlaku	3
4.2	Příklady metod pro ochranu proti nadměrným tlakům	4
4.2.1	Plněný zásobník s výkonem odlehčovacího zařízení odpovídajícím přívodnímu průtoku .	4
4.2.2	Zařízení pro zastavení nebo omezení přívodního průtoku plněného zásobníku	5
4.2.3	Systémy s volnými přívodními kabely	5
5	Doporučení	5
5.1	Použití	5
5.2	Minimální požadavky	5
5.3	Mezní tlak	5
5.4	Stávající zařízení	6
5.5	Použitelné zásady a postupy	6
5.6	Úloha operací sledovaných řidičem	6
5.7	Školení pracovníků	6
6	PŘÍLOHA.....	7

1 Definice pojmů

MAWP

Nejvyšší dovolený pracovní tlak. Nejvyšší tlak dosažitelný za běžného provozu, pro nějž je zásobník konstruován. Pojistná zařízení (pro snížení tlaku) zásobníku se při nejvyšším přípustném pracovním tlaku obvykle otevřou.

MAPFP

Nejvyšší dovolený tlak přiváděný čerpadlem. Nejvyšší tlak, pro nějž je zkonstruována plnicí koncovka přijímacího zásobníku, plnicí ventily potrubí a veškeré připojené okruhy. Pohybuje se obvykle v rozmezí mezi 15 bary a 45 bary. Obvykle je vyšší než nejvyšší dovolený PT (MAWP) zásobníku, aby byl zahrnut pokles tlaku v přívodním systému během plnění.

UPL

Horní mez tlaku. Nejvyšší tlak, který je přípustné v nádrži dosáhnout za abnormálních podmínek.

WP

Pracovní tlak. Tlak, při němž má být plněný zásobník provozován. Jedná se o tlak nastavený na zařízeních pro regulaci tlaku (regulátory nárůstu tlaku a ekonomizéry).

Systém s volnými přívodními kabelemi

Normované připojení vodičů mezi plněným zásobníkem a systémem řízení čerpadla, které se používá pro přenos signálů během plnění.

MDP

Maximální výtlačný tlak. Nejvyšší tlak, který může být vytvořen daným čerpadlem nebo systémem pro přenos tlaků používaným pro plnění přijímacího zásobníku.

2 Úvod

V roce 1996 se v důsledku jedné vážné nehody soustředila pozornost plynárenství na skutečnost, že kryogenní skladovací zásobníky mohou být při plnění natlakovány na hodnotu přesahující kritické vnitřní napětí. Pokud se pro plnění nízkotlaké nádrže použije vysokotlaké nebo vysokoprůtokové čerpadlo a bezpečnostní opatření jsou nedostatečná nebo fungují nesprávně, může k takové nebezpečné situaci dojít. Záměrem tohoto dokumentu je navrhnout dodatečná bezpečnostní opatření, která by snížila riziko toho, že k takové nehodě opět dojde.

Jedná se o první významnou nehodu tohoto druhu v Evropě, a to v průmyslu, který pracuje bezpečně a spolehlivě, přičemž se odhaduje, že v samotné Evropě proběhne za jeden rok milion plnicích operací. V důsledku posledního technického vývoje čerpacích zařízení se však bezpečnostní situace může postupně zhoršit, pokud nebudou současně inovována i bezpečnostní opatření.

Pro management se tedy jedná o zásadní úkol spočívající v systematickém řízení jakýchkoli změn přečerpávání produktu takovým způsobem, aby bylo zajištěno, že neporušenost přijímacích nádrží nebude ohrožena.

2.1 Definování problému

Systémy kryogenních zásobníků dodávají zákazníkům pro jejich použití plyn nebo kapalinu a jejich pracovní tlaky (WP) se pohybují v rozsahu od několika barů až do výše přes 35 barů. Během plnění musí být tento pracovní tlak (WP) udržován konstantní, aby nedošlo k narušení technologického procesu uživatele. Čerpadlo přepravní cisterny, které se používá pro plnění zásobníků proto musí mít alespoň takový výstupní tlak, který odpovídá nejvyššímu pracovnímu tlaku (WP) v rozsahu zásobníků, které mají být plněny. Kromě toho musí čerpadlo vytvořit další tlak pro překonání tlakového poklesu způsobeného třením při proudění kryogenního média v nádrži. V praxi to znamená, že čerpadlo může produkovat takový maximální tlak, který překračuje nejvyšší dovolený pracovní tlak (MAWP) plněného zásobníku.

Většina plněných zásobníků má nejvyšší přípustný pracovní tlak (MAWP) v rozpětí 15 až 20 barů, ale asi 10 % plněných zásobníků má nejvyšší dovolený pracovní tlak (MAWP) pod 10 barů, mnoho z nich pouze 3 bary.

Pokud při plnění takových zásobníků pomocí vysokotlakého čerpadla není proces přečerpávání řádně řízen, může být dosaženo hodnot výrazně překračujících hodnotu kritického vnitřního napětí zásobníku. Obecně je obtížné přesně předpovědět předpokládanou hodnotu kritického vnitřního napětí ve vztahu k příslušnému nejvyššímu dovolenému pracovnímu tlaku (MAWP), protože tato hodnota bude závislá na provozních předpisech, druhu konstrukčního materiálu a na kvalitě výroby. Zvážíme-li známé faktory a vlastnosti zesíleného materiálu za provozní teploty, vede to k závěru, že skutečné kritické vnitřní napětí jakéhokoli zásobníku je ve všech v současnosti známých případech nejméně trojnásobkem nejvyššího dovoleného pracovního tlaku (MAWP).

Pro zajištění bezpečnosti takového systému musí být řízeny dvě klíčové oblasti.

- Při plnění z kryogenního čerpacího systému by zásobník neměl být vystaven tlaku vyššímu než je horní mez tlaku (UPL)
- Čerpací systém by neměl vystavovat plnicí spojku, plnicí ventily ani potrubí tlaku vyššímu než je jejich nejvyšší dovolený tlak přiváděný čerpadlem (MAPFP).

2.2 Rozsah působnosti tohoto dokumentu

Zaměřit problém definovaný v odstavci 2.1 na plněné zásobníky na kapalný kyslík, dusík a argon o objemu nad 1 m³, které jsou určeny pro plnění z přepravních cisteren s odstředivými čerpadly nebo pomocí přenosu tlaků (přepravní cisterny s dostatečně vysokými pracovními tlaky pro překonání tlaku v plněném zásobníku). Pokud existují podobné problémy mimo uvedený rozsah působnosti, doporučení a zařízení navrhovaná v tomto dokumentu mohou být použity tam, kde je lze považovat za vhodná.

V dokumentu EIGA č. 24/83 "Zařízení pro ochranu před přetlakem" se uvádí, že by měly být uváženy všechny situace, které vedou k možnému překročení tlaku, ale dokument povoluje, aby pro řešení plnění tlakových zásobníků z cisternových vozidel byly uplatněny „vhodné provozní postupy“. Průnik tepla do tlakové nádoby v případě ztráty vakua v kombinaci s přísunem tepla přes pomocný odpařovač kde došlo k nárůstu tlaku je v praxi považován za vzorový případ.

V tomto dokumentu jsou uvedena technická řešení, která mají zabránit nepříjemnému nárůstu tlaku. Dokument zohledňuje také slučitelnost systémů, dodávky mezi výrobci plynů, dodávky do zásobníků ve vlastnictví zákazníků výrobců plynů, mezinárodní dodávky a činnost dodavatelů.

Zásady uvedené v tomto dokumentu by měly být uplatňovány jako základ ochrany proti překročení tlaku pro jiné přečerpávací systémy. Dokument může být použit jako základ pro uplatnění pro další kryogenní média a může být zaměřen na jakákoli jiná rizika spojená s výrobkem – např. kapalným vodíkem. (viz obr. 1 v příloze).

3 Přehled stávajících systémů a postupů

Zařízení a postupy plnění zásobníků zákazníka z odstředivých čerpadel cisternového vozu jsou u jednotlivých firem různé.

Co je však v rámci celého průmyslového odvětví společné je skutečnost, že většina zásobníků je plněna pomocí takových čerpacích systémů, jejichž maximální výtlačné tlaky překračují nejvyšší dovolený pracovní tlak (MAWP) plněných zásobníků. Je to nezbytné pro dosažení příslušného průtoku při překonávání pracovního tlaku (WP) plněného zásobníku a odporu proudění na trase z výstupního otvoru čerpadla do vnitřku zásobníku.

Během plnění je tlak v tlakovém zásobníku řízen ručním odkloněním toku do vrchní anebo spodní části zásobníku. Standardní postup plnění vyžaduje, aby obsluha neustále sledovala tlak v plněném zásobníku a regulovala plnicí ventily pro horní a dolní plnění zásobníku tak, aby byl tlak udržován na úrovni hodnoty pracovního tlaku (WP). Pokud je v zásobníku na začátku plnění tlak vyšší než pracovní tlak (WP), obsluha musí nejdříve tlak snížit směřováním většího toku do horní části nádrže. Plnění je ukončeno, když je zamýšlené množství kapaliny naplněno do zásobníku nebo když je dosaženo maximální hladiny.

Běžnou metodou detekce dosažení maximální hladiny, je sledování okamžiku, kdy kapalina začne vycházet přes potrubí ventilu kontrolního plnění, který se otevře, když je plnění u konce.

Pouze za těch situací, kdy obsluha není schopna tento postup dodržet a nepodaří se jí správně regulovat plnicí ventily a ukončit plnění, jakmile je dosažena maximální hladina plnění, tlak v přijímací nádobě se zvýší a nakonec překročí hodnotu nejvyššího dovoleného pracovního tlaku (MAWP), což aktivuje pojistná zařízení. Pokud obsluha stále ještě nezasáhne a nezastaví čerpadlo, konečný tlak v nádrži bude záviset na rovnováze mezi tlakovými resp. průtokovými charakteristikami čerpadla a trasy

toku plnění na straně jedné a tlakovými resp. průtokovými charakteristikami pojistného (odlehčovacího) systému zásobníku na straně druhé.

U většiny „standardních“ 15 až 20 barových tlakových nádob, které tvoří většinu používaných plněných zásobníků, neexistuje žádné riziko poruchy zásobníku ani při maximálním výtlačném tlaku (MDP) až do 40 barů.

U menšího počtu nízkotlakých tlakových nádob (obvykle s tlakem menším než 10 barů) může při použití nejběžnějších druhů čerpadel s maximálním výtlačným tlakem 20 až 25 barů existovat riziko překročení meze trvalé deformace materiálu zásobníku.

U extrémní kombinace nízkotlakého zásobníku a vysokotlakého čerpadla může být dosaženo až meze pevnosti v tahu materiálu plněného zásobníku.

Velmi malý počet standardních nebo nízkotlakých zákaznických zásobníků vyrobených před rokem 1996 má pojistné systémy (a potrubí k těmto pojistným systémům), které poskytují dostatečnou ochranu pro průtoky generované běžnými výtlačnými čerpacími systémy na bázi odstředivých čerpadel.

Předcházení nadměrných tlaků je v plynárenství obecně vykonáváno prostřednictvím předepsaných postupů pro řidiče a prostřednictvím školení. Školení zahrnují například:

- úvodní a praktická školení prověřovaná kvalifikační zkouškou,
- každé dva roky přezkoušení a rekvalifikační školení prověřované vybraným kontrolorem řidičů.

Jak bylo zmíněno výše, bezpečnostní záznamy o přečerpávacích operacích uskutečněných do dnešního dne ukazují, že školení pracovníků a plnění předepsaných postupů těmito pracovníky jsou odpovídající. Aby však bylo možno bezpečnost přečerpávání přizpůsobovat neustále se zlepšujícím schopnostem čerpacích systémů, je nyní naším cílem další zlepšování celého systému bezpečnosti, a to snižováním nebo vyloučením jeho závislosti na lidském faktoru.

Čerpací systémy se rozdělují do dvou hlavních kategorií – na ty, které jsou samostatné a mají své vlastní napájení na přístrojové desce cisternového vozu, a na ty, které vyžadují elektrické napájení u zásobníku. Ty, které vyžadují elektrické napájení mají omezený výkon a obvykle produkují tlak 20 barů. Samostatná zařízení umožňují mnohem větší průtoky a tlaky až do 40 barů.

Přečerpávací systém (zásobník a čerpadlo), kterého se týkala výše uvedená nehoda, byl vybaven následujícími dodatečnými bezpečnostními prvky:

- Systémem s volnými přívodními kabely spojujícími tlakový spínač přijímací nádrže se spouštěcím obvodem cisternového vozu, uváděným do chodu při vysokém tlaku v zásobníku.
- Systémem řízení čerpadla, který zahrnoval volbu nejvyššího výtlačného tlaku čerpadla, a umožňoval obsluze zvolit hodnotu 40, 30, 20 nebo 15 barů.
- Záchrannou rukojetí, kterou bylo zapotřebí držet, a která byla obsluhou uzavírána, aby bylo možno udržet čerpadlo v chodu.

K nehodě přesto došlo, což naznačuje, že tato opatření byla nedostatečně navržena, tzn., že nebyla dostatečně zajištěna proti selhání nebo správně nefungovala.

4 Přehled možných bezpečných metod a zařízení

Při vypracování přehledu možných metod a zařízení pro ochranu plněných zásobníků proti nadměrnému tlaku při jejich plnění je možno brát v úvahu velké množství možností.

4.1 Zásady ochrany proti nadměrnému tlaku

1. Ochrana proti nadměrnému tlaku znamená, že by tlak v plněném zásobníku neměl za náhodných podmínek překročit horní mez tlaku (UPL), ani když obsluha není schopna dodržet správný postup.
2. Bod naplnění přijímacího zásobníku by měl být navržen pro nejvyšší dovolený tlak přiváděný čerpadlem (MAPFP) a nejvyšší přípustný tlak přiváděný čerpadlem (MAPFP) by měl být viditelně a trvale označen.

3. Maximální výtlačný tlak (MDP) použitý pro plnění přijímací nádrže by neměl překročit nejvyšší dovolený tlak přiváděný čerpadlem (MAPFP) plněného zásobníku. Konec výstupního otvoru čerpacího systému by měl být opatřen spojkou dimenzovanou nejméně pro maximální výtlačný tlak (MDP). Koncovka by měla být neslučitelná se koncovkami na straně plněného zásobníku dimenzovanými pro nižší tlaky.
4. Příklad „horní meze tlaku“ (UPL) je definován jako kombinace následujících procesů:
 - a. Zásobník v provozu při ztrátě vakua v izolačním prostoru současně se selháním spočívajícím v neuvedení ventilu pro regulaci nahromaděného tlaku do polohy otevřeno.
 - b. Zásobník je plněn odstředivým čerpadlem schopným vytvořit nejvyšší dovolený tlak přiváděný čerpadlem (MAPFP) a obsluha neprovádí řádnou kontrolu a regulaci.
 - c. Jakákoli opožděná reakce ochranného systému, která může vést k vysoké hodnotě tlaku

Poznámka: Pro splnění bodů „a“, „b“ a „c“ je přijatelné používat kombinované průtoky pojistných zařízení pro odlehčení tlaku, pokud bylo namontováno několik těchto zařízení takovým způsobem, který byl pro ně navržen a to tak, aby byla za běžného provozu připojena současně.

5. Pokud je systém pro ochranu proti nadměrnému tlaku spuštěn, měl by v takovém stavu zůstat do té doby, dokud nebude zvláštním postupem znovu nastaven. Pokud je obsluze povoleno aby provedla znovu nastavení systému sama, měl by existovat postup, který obsluhu přinutí, aby událost vysvětlila. Výše uvedené požadavky neplatí pro hlavní pojistná (odlehčovací) zařízení plněného zásobníku.
6. Systém pro ochranu proti nadměrnému tlaku by měl být zajištěn pro případ selhání.
7. Systém ochrany by neměl poskytovat žádné podněty pro zanedbání nebo nedodržení správných postupů.
8. Pokud se na jednom místě nachází více plněných zásobníků, konstrukce ochranného systému by neměla umožnit, aby jeden zásobník byl plněn tehdy, když je ochranný systém připojený k jinému zásobníku.
9. Veškeré nezbytné charakteristiky ochranného systému by měly splňovat příslušné předpisy a měly by být schváleny příslušnými orgány.
10. Obsluha kryogenních cisternových vozů anebo plněných zásobníků by měla mít vhodný systém řízení, který zajistí, aby cisternové vozy připojené k plněným zásobníkům byly slučitelné s nejvyšším dovoleným tlakem přiváděným čerpadlem (MAPFP) plněného zásobníku a s ochranným systémem proti nadměrnému tlaku.

4.2 Příklady metod pro ochranu proti nadměrnému tlaku

Níže jsou uvedeny příklady systémů pro ochranu proti nadměrnému tlaku.

4.2.1 Plněný zásobník s výkonem odlehčovacího zařízení odpovídajícím přiváděnému průtoku

Tato metoda zahrnuje potvrzení nebo zvýšení odlehčovacího výkonu zásobníku takovým způsobem, aby když plněný zásobník dosáhne horní meze tlaku (UPL), průtok přes odlehčovací zařízení (jedno či více) při nejmenším odpovídá průtoku z čerpadla schopného vytvořit tlak až do výše nejvyššího dovoleného tlaku přiváděného čerpadlem (MAPFP) tlakového zásobníku a jakýkoli jiný konstrukční průtok definovaný v bodě 4 odstavce 4.1.

Odlehčovací zařízení by mělo ústít na bezpečné místo, t.j. v dostatečné vzdálenosti od vchodů do budov, míst obsluhy a oblastí, kde je možno v rozumné míře očekávat přítomnost veřejnosti nebo pracovníků zákazníka.

Pokud odlehčovací výkon nelze zvýšit (v důsledku omezené velikosti odlehčovacího potrubí v zásobníku apod.), potom jednou z možností je omezit průtok na přívodním potrubí tak, aby odpovídal dostupnému odlehčovacímu výkonu. Je možno to provést pomocí zařízení clonového typu instalovaných do plnicího otvoru.

Nevýhodou výše uvedené metody je to, že u mnoha stávajících nízkotlakých zásobníků může dojít k výraznému snížení rychlosti plnění, i při použití vysokotlakého čerpadla. Také pokud zásobník upravený pro plnění vysokotlakým čerpadlem musí být plněn čerpadly s nižším výtlačným tlakem, může dosažitelný průtok klesnout na nepřijatelně nízkou hodnotu.

(viz obrázek 2 v příloze).

4.2.2 Zařízení pro zastavení nebo omezení přívodního průtoku plněného zásobníku

Toto zařízení lze považovat za určitý druh poháněného ventilu nebo regulátoru vloženého mezi zařízení pro korekci plnění a první uzavírací ventily. Během normálního plnění je zařízení otevřeno a uzavírá se nebo omezuje tok tehdy, pokud se tlak v plněném zásobníku zvýší nad přijatelnou mez.

Zařízení je řízeno prostřednictvím signálu z horní části nádrže. Veškeré oddělovací ventily na trase tohoto signálu by měly být zkonstruovány a řízeny tak, aby nádrž nebylo možno plnit tehdy, když je ventil na trase signálu zavřený.

Když se zařízení v důsledku vysokého tlaku v nádrži spustí, opětovné otevření by mělo být možné pouze tehdy, když je tlak v nádrži v přijatelném rozsahu, a mělo by být vyžadováno předepsané opatření nebo nástroj (aby byla splněna zásada 4.1.5).

(viz obrázek 3 v příloze)

4.2.3 Systémy s volnými přívodními kabely

Základem tohoto systému je spouštěcí/vypínací obvod elektrického čerpadla, který má vysokou integritu a spojuje přepravní cisterny s plněnými zásobníky přes jednoduchou dvou vodičovou zástrčku volného přívodního vedení. Tento obvod je napájen z cisternového vozu a v případě, že tlak v nádrži stoupne nad přijatelnou mez, přeruší se činností některého ze zařízení nádrže.

Tímto zařízením může být tlakový spínač nebo průtržná membrána se zabudovaným elektrickým vodičem nebo samostatná membrána se zabudovaným elektrickým vodičem, zapojená do série s běžnou průtržnou membránou.

(viz obrázek 4 v příloze).

Nastavení tlakového spínače nebo průtržné membrány by mělo být takové, aby se čerpadlo vypnulo dříve, než dojde k překročení horního limitu tlaku.

Doporučujeme, aby byl namísto jednoduchého napěťového obvodu používán proudový obvod, aby bylo možno čerpadlo odpojit v případě, kdy dojde ke zkratování nebo přerušení obvodu. Čerpadlo bude možno spustit pouze v případě, když se hodnota proudu v proudové smyčce pohybuje ve stanovených mezích. Pokud je obvod přerušen nebo není zapojen, proud je nulový a čerpadlo nebude uvedeno do chodu. Pokud je obvod zkratován v důsledku poruchy nebo pokusu o nedovolený zásah, proud se zvýší nad přípustnou mez a čerpadlo nebude uvedeno do chodu. Pokud se používá systém s membránami s vypínacím vodičem, a nádrž je opatřena dvojími průtržnými membránami, membrány by měly být zapojeny do série.

Pokud se používá tlakový spínač a oddělovací ventil je opatřen signálním kabelem pro upozornění na nutnost opravy nebo výměny, je vyžadována taková metoda, která zajistí, aby tlakový spínač byl aktivní tehdy, když je používán obvod volných přívodních kabelů.

Lze toho dosáhnout pomocí třícestného ventilu instalovaného do potrubí vedoucímu k tlakovému spínači spolu s tlakovým spínačem vybaveným vysokou a nízkou vypínací hladinou.

Nízká vypínací hladina přeruší obvod tehdy, pokud připojení k nádrži není pod proudem.

Pro zajištění toho, aby místo nečinného obvodu plněné nádrže nebylo možno použít zásuvku sousedící nádrže, měly by být zásobníky do vzdálenosti 5 m zapojeny do série.

Aby bylo možno systém označit za bezpečný, měl by řídicí a kontrolní systém zajistit, aby pro plnění zásobníků s ochranou pomocí volných přívodních kabelů byly používány pouze slučitelné cisternové vozidla (viz obrázek 5 v příloze).

Doporučené standardní provedení volných elektrických přívodů je uvedeno v části 6 - Příloha. Dodržováním požadavků na toto standardní provedení lze zajistit slučitelnost mezi zařízeními různých provozovatelů.

5 Doporučení

5.1 Použití

Tato doporučení platí pro nová i stávající zařízení.

5.2 Minimální požadavky

Základním minimálním požadavkem je, aby jakýkoli plněný zásobník měl účinnou ochranu proti nadměrnému tlaku pro plnění pomocí čerpadel s maximálním výtlačným tlakem (MDP) až do výše nejvyššího přípustného tlaku přiváděného čerpadlem (MAPFP) stanoveného pro daný zásobník

5.3 Mezní tlak

Mezní tlak v nádrži samotné by měl být roven horní mezi tlaku (UPL). Horní mez tlaku (UPL) by zpravidla neměla překročit zkušební tlak plněného zásobníku. Platí to výhradně pro nové zásobníky.

U zásobníků, které jsou již v používání, může kompetentní osoba schválit jako horní mez tlaku (UPL) buďto zkušební tlak zvýšený v důsledku zlepšení vlastností materiálu za provozní teploty, pokud jsou známy postačující konstrukční charakteristiky vnitřku zásobníku, anebo vyšší tlak, za předpokladu, že je takové rozhodnutí provedeno na základě analýzy rizik kombinovaného systému (přečerpávací čerpadlo + plněný zásobník) řádně provedené a zdokumentované pro každý typ zásobníku. Pokud by se měla kterákoli z výše uvedených okolností změnit, tato analýza rizik musí být přezkoumána.

5.4 Stávající zařízení

Měly by být prováděny revize stávajících zařízení a v případě potřeby by zařízení měla být podle firemního plánu upravena tak, aby splňovala doporučení uvedená v tomto dokumentu, přičemž přednostně by měla být upravena ta zařízení, u nichž je situace nejrizikovější, t.j. nízkotlaké zásobníky plněné vysokotlakými čerpacími systémy.

5.5 Použitelné zásady a postupy

Ať je zvolen jakýkoli systém ochrany proti vysokému tlaku, měl by splňovat veškeré zásady uvedené v části 4.1 a může být samozřejmě navržen podle příkladů uvedených v části 4.2 nebo může mít jakoukoli jinou konstrukci, která je rovnocenná co se týče spolehlivosti a integrity.

5.6 Úloha operací sledovaných řidičem

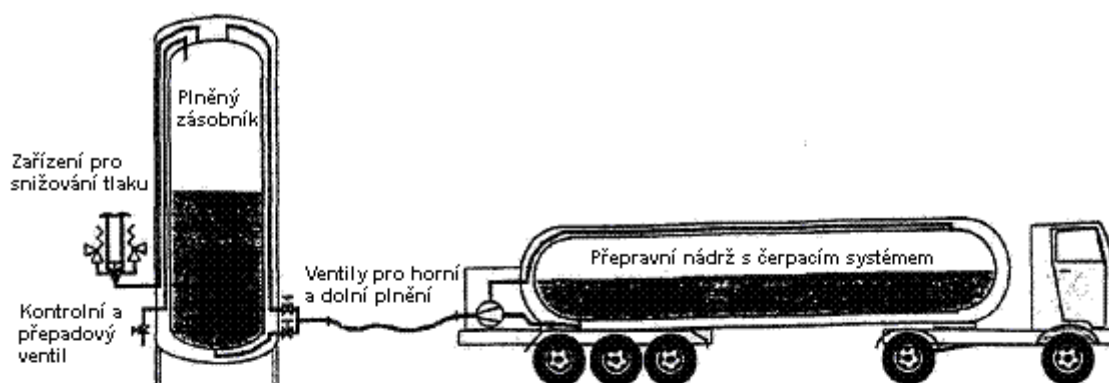
Přídavná doporučená zařízení nejsou určena k tomu, aby nahrazovala operace sledované řidičem. Jejich cílem je zvýšit bezpečnost.

5.7 Školení pracovníků

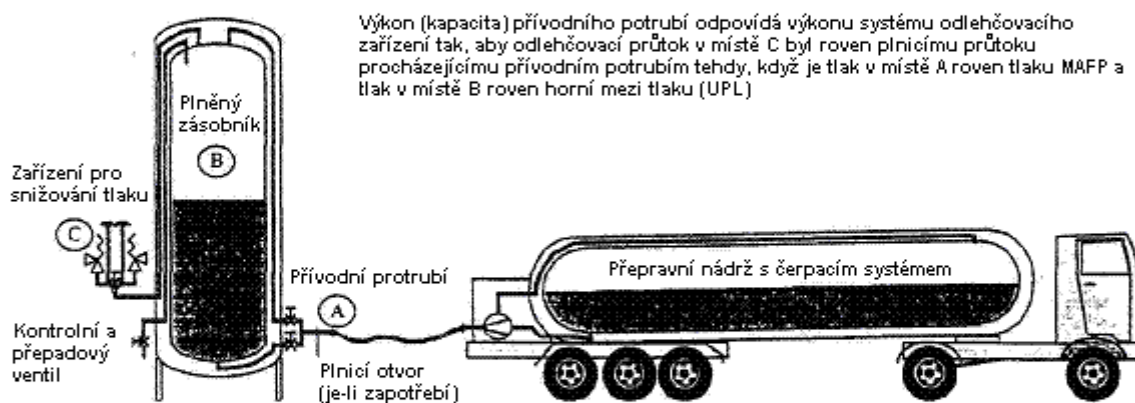
Školení pracovníků podílejících se na plnění by mělo být revidováno s důrazem na důležitost neustálého sledování tlaku plněného zásobníku a na správné používání prostředků pro předcházení nadměrnému tlaku (např. kontrolní přepadový ventil).

Rizika spojená s přeplněním by měla být všemi příslušnými pracovníky plně pochopena.

6. PŘÍLOHA



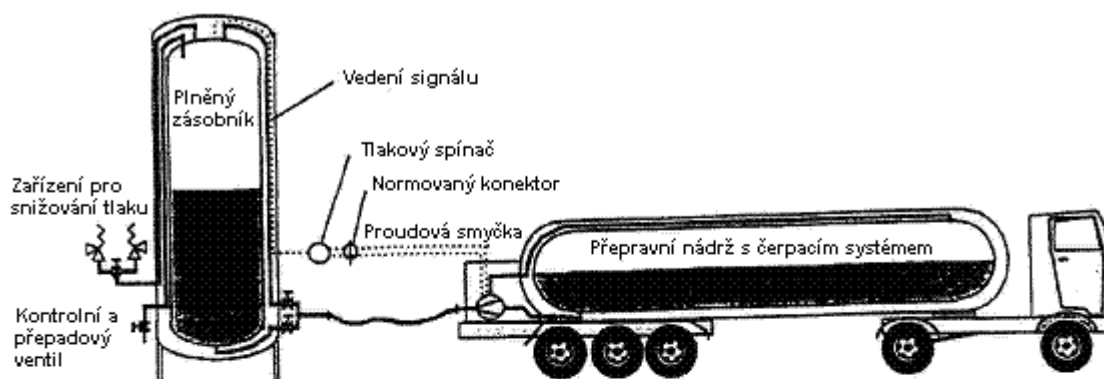
Obrázek 1: Typický systém pro přečerpávání kryogenních kapalin



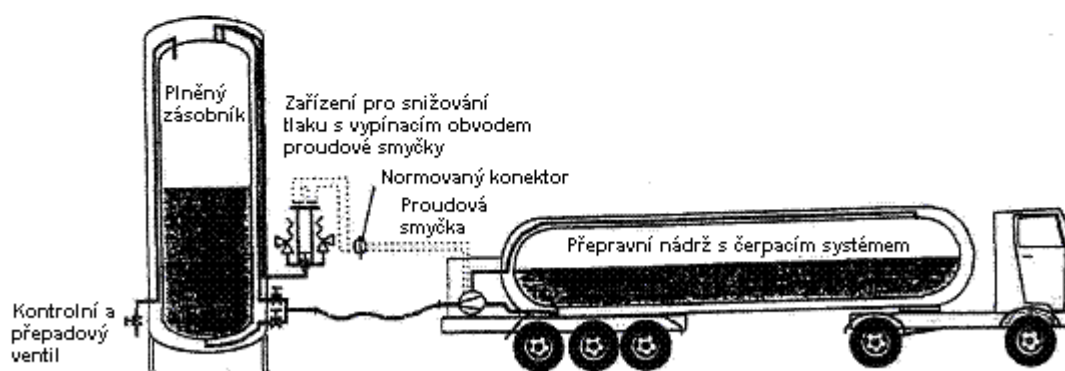
Obrázek 2: Zásobník s výkonem odlehčovacího zařízení odpovídajícím přívodnímu průtoku



Obrázek 3: Zásobník se zařízením pro zastavení přívodního průtoku



Obrázek 4: Systém s volnými přívodními kabely s tlakovým spínačem



Obrázek 5: Systém s volným přívodním kabelem s membránami s vypínacím vodičem na průřezných membránách

Standardní připojení elektrických systémů s volnými přívodními kabely

Požadavky na standardní provedení volných elektrických přívodních kabelů pro mezipodnikovou slučitelnost.

Zástrčka a zásuvka musí odpovídat normě CEE DIN 49465, dvoupólové, 16 A – 24 V

Konektor připevněný k zásobníku: zásuvka

Konektor volného přívodního kabelu: zástrčka

Číslo kolíku	Funkce	Elektrické charakteristiky
1.	Proudová smyčka pro řízení čerpadla	odpor smyčky max. $1,5 \text{ k}\Omega \pm 10\%$, napájení 30 V, min. 10 k Ω na zemnicí odpor
2.	Proudová smyčka pro řízení čerpadla	odpor smyčky max. $1,5 \text{ k}\Omega \pm 10\%$, napájení 30 V, min. 10 k Ω na zemnicí odpor