



STANICE NA PLYNNÝ VODÍK

IGC Doc 15/06/E

Revize Doc 15/96 a Doc 15/05

Odborný překlad proveden pracovní skupinou PS-6 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.eu • Internet: <http://www.eiga.eu>

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>



STANICE NA PLYNNÝ VODÍK

PŘIPRAVILI:

Hervé Barthélémy	AIR LIQUIDE
Wolfgang Dörner	LINDE GAS
Giorgio Gabrieli	SIAD
Roy S. Irani	BOC
Alexander Kriese	MESSER GROUP
Joaquin Lleonsi	CARBUROS METALICOS
Klaus Markhoff	AIR LIQUIDE Germany
Herman Puype	EIGA
Andy Webb	AIR PRODUCTS

ZŘEKnutí SE ODPOVĚDNOSTI

Všechny technické publikace EIGA nebo publikace vydané pod jménem EIGA včetně směrnic, bezpečnostních postupů a jakýchkoli dalších informací obsažených v takovýchto publikacích byly získány ze zdrojů, u kterých bylo věřeno, že jsou spolehlivé. Tyto publikace jsou založeny na technických informacích a zkušenostech, které jsou aktuálně dostupné od členů EIGA a dalších společností k datu jejich vystavení.

Přestože EIGA doporučuje, aby se její členové odkázali na její publikace nebo je používali, takovýto odkaz na publikace EIGA nebo jejich použití členy EIGA nebo třetími stranami jsou čistě dobrovolné a nezávazné.

Z tohoto důvodu EIGA ani její členové nedávají žádnou záruku na výsledky a nepřijímají žádnou povinnost nebo odpovědnost ve spojení s, odkazem na, nebo použitím informací nebo návrhů, které jsou obsaženy v publikacích EIGA.

EIGA nemá žádnou kontrolu jakkoli, co se týče provedení nebo neprovedení, desinterpretace, správného nebo nesprávného použití jakékoli informace nebo návrhu, které jsou obsaženy v publikacích EIGA jakoukoli osobou nebo entitou (včetně členů EIGA) a EIGA se výslovně zřeká jakékoli odpovědnosti ve spojení s tímto dokumentem.

Publikace EIGA jsou subjektem pravidelné revize a uživatelé jsou varováni, aby si opatřili poslední vydání.

Obsah

1	Úvod	1	
2	Rozsah	1	
3	Vlastnosti vodíku	1	
4	Obecné konstrukční vlastnosti	1	
4.1	Návrh	1	
4.2	Místa s potenciálně výbušným prostředím	2	
4.3	Umístění	2	
4.4	Budovy	2	
4.4.1	Návrh (konstrukce) a budovy	2	
4.4.2	Vytápění	3	
4.4.3	Ventilace	3	
4.5	Potrubi a výpustní zařízení	3	
4.6	Materiály	3	
4.7	Spojení	4	
4.8	Přístroje	4	
5	Nebezpečné zóny	4	
5.1	Minimální doporučené bezpečnostní vzdálenosti	4	
5.2	Identifikace a přístup do nebezpečných zón	5	
6	Kompresce	6	
6.1	Definice	6	
6.2	Popis technologického schématu	6	
6.3	Provozní pokyny	6	
6.3.1	Spuštění nových kompresorů nebo kompresorů po provedení údržby	7	
6.3.2	Opětovné spuštění kompresorů, které byly používány ve vodíkovém provozu	7	
6.3.3	Vypnutí kompresorů	7	
6.4	Kontrolní a monitorovací zařízení	7	
6.4.1	Vstupní tlak	8	
6.4.2	Analýza přítomnosti kyslíku	8	
6.4.3	Výstupní teplota	8	
6.4.4	Výstupní tlak	8	
6.4.5	Chladicí voda	8	
6.4.6	Plyn v elektrickém zařízení	8	
6.4.7	Tlakové klikové skříně	8	
7	Čištění vodíku	8	
7.1	Definice	8	
7.2	Popis technologického schématu	8	
7.3	Provoz	9	
7.3.1	Provozní pokyny	9	
7.3.2	Separátor a filtry	9	
7.3.3	Deoxo-katalyzátor	9	
7.3.4	Vysoušecí zařízení	9	
7.4	Kontrolní a monitorovací zařízení	10	
7.4.1	Indikátor teploty deoxo-katalyzátoru	10	
7.4.2	Indikátor teploty	10	
7.4.3	Indikátor tlaku	10	
7.4.4	Analýzátor čistoty	10	
8	Plnicí stanice	10	
8.1	Definice	10	8.2
	Popis technologického schématu	10	
8.2.1	Hlavní napájecí systém	10	
8.2.2	Plnění tlakových lahví	11	

8.2.3	Plnění svazků tlakových lahví umístěných na trajleru a plnění železničního vozu	11	
8.2.4	Analýza	11	
8.3	Provozní pokyny	12	
8.3.1	Plnění tlakových lahví a svazků tlakových lahví	12	
8.3.2	Plnění trajleru a železničního vozu	12	
9	Skladovací zařízení v provozovně zákazníka	13	
9.1	Definice	13	
9.2	Popis technologického schématu	13	
9.3	Provozní pokyny	14	
9.3.1	Zákaznické dodávky	14	
9.3.2	Pokyny pro plnění	14	
9.4	Speciální rozvaha	15	
10	Elektrická instalace a elektrická zařízení	15	
10.1	Obecné informace	15	
10.2	Elektrická instalace	15	
10.3	Uzemnění systému (elektrické sítě)	16	
10.4	Pokyny	16	10.5
	Inspekce	16	
10.6	Statická elektřina	17	
10.6.1	Definice	17	
10.6.2	Preventivní opatření proti akumulaci statických nábojů	17	
10.6.3	Inspekce	17	
10.7	Ochrana před bleskem	17	
11	Protipožární ochrana	17	
11.1	Obecné informace	17	
11.1	Protipožární výbava	18	
11.2	Činnost v případě požáru	18	
12	Školení personálu	19	
12.1	Personál	19	
12.2	Školení	19	
13	Uvedení zařízení do provozu	19	
13.1	Testování	19	
13.1.1	Tlaková zkouška	19	
13.1.2	Zkouška metodou akustické emise (AET)	20	
13.2	Čištění	20	
13.3	Spuštění	20	
13.4	Provoz	20	
14	Údržba a opravy	20	
14.1	Dokumentace	21	
14.2	Záznamy	21	
14.3	Plány údržby	21	
14.4	Pružné hadice	21	
	Příloha 1: Technologické schéma typického systému na kompresi vodíku	23	
	Příloha 2: Technologické schéma typického systému na čištění vodíku	24	
	Příloha 3: Technologické schéma typického vodíkového plnicího systému	25	
	Příloha 4: Technologické schéma typického skladovacího zařízení v provozovně zákazníka	26	
	Příloha 5: Svařované skladovací zásobníky na plyný vodík	27	

1 Úvod

Každoročně se v Evropě zvyšuje množství vyrobeného vodíku a existují zde národní normy a normy společností, které se odvolávají na bezpečnost při výrobě, distribuci a použití vodíku.

Tato směrnice byla připravena jako návod pro konstruktéry a obsluhu stanic na plyný vodík. Domníváme se, že reflektuje nejlepší aktuálně dostupnou praxi. Použitím této směrnice dosáhnete primárního cíle a to zlepšení bezpečnosti provozu stanic na plyný vodík.

Od první publikace z roku 1980 byla učiněna zlepšení v chápání škodlivých efektů čistého stlačeného vodíku v svařovaných skladovacích zásobnících z uhlíkové oceli. Abychom se drželi původních cílů ohledně bezpečnosti, v příloze jedna jsou uvedeny doplňkové návody ohledně konstrukce a údržby takovýchto zásobníků.

2 Rámec

Směrnice pokrývá základní informace o vodíku v plynném skupenství, kompresi, čištění, plnění do kontejnerů a skladovacím zařízení v provozovně zákazníka. Nezahrnuje výrobu, transport nebo distribuci vodíku ani nepokrývá bezpečnostní aspekty při použití a aplikaci plynu v technických nebo chemických procesech.

Nová příloha pokrývá konstrukci zásobníků, rozvahu o materiálech pro svařované střednětlaké zásobníky a inspekce během provozu.

3 Vlastnosti vodíku

Vodík je nejlehčím známým plynem (relativní hustota plynu je 0,0695; vzduch = 1), který se rychle rozptýluje ve vzduchu.

Vodík je bezbarvý, bez chuti a zápachu.

Vodík není toxický, nepodporuje život a může působit jako dusivý plyn tím, že nahradí obsah kyslíku v omezeném (uzavřeném) prostoru.

Vodík je ve vzduchu extrémně hořlavý (mez hořlavosti je od 4% po 75% objemově). Energie nutná pro vznícení je extrémně malá například statická energie. Za určitých podmínek může nastat spontánní vznícení vodíku.

Vodík hoří ve vzduchu a vytváří velice horký a téměř neviditelný plamen, který vysílá velmi slabé sálavé teplo a tudíž může být obtížnější zpozorovat jeho přítomnost.

Vodík může rychle difúzně pronikat některými materiály a systémy, které mají utěsnění vhodné pro vzduch nebo další běžné plyny. Schopnost difúze se zvyšuje při zvýšených teplotách.

4 Obecné konstrukční vlastnosti

4.1 Návrh

Vodíkové systémy musí být navrhovány, vyráběny a testovány v souladu se známými národními směrnicemi ohledně tlakových zásobníků a potrubních systémů a v souladu se zákonnými podmínkami.

Pojistné přetlakové zařízení musí být zajištěno tak, aby se zabránilo přetlaku v místech, kde k němu může docházet.

Zařízení a systémy musí být podle potřeby uzemněny a zajištěny tak, aby poskytovaly ochranu proti nebezpečí bludných elektrických proudů a statické elektřině.

4.2 Místa s potenciálně výbušným prostředím

Minimální požadavky na ochranu pracovníku, kteří jsou potenciálně ohroženi výbušným prostředím, jsou specifikovány ve směrnici EU 1999/92/EC a v korespondující národní legislativě. Ta vyžaduje, aby zaměstnanec provedl hodnocení rizika výbuchu pro danou práci a použil zařízení včetně těch pro klasifikaci/vymezení zón pro ohrožená místa a zajistil, že používaná mechanická a elektrická zařízení a ochranné systémy budou bezpečné. Navíc tato směrnice vyžaduje aby zaměstnanci vyškolili personál, implementovali systém „povolení k práci“, označili ohrožená místa štítkem/symbolem atd. Další informace ohledně důsledků pro členy EIGA naleznete v EIGEA IGC Doc 134/05, „potenciálně výbušné prostředí, směrnice EU 1999/92/EC“. Tato směrnice je již platná pro nová pracoviště a musí být zcela implementována pro již existující pracoviště od 1. července 2006.

4.3 Umístění

Vodíkové systémy smějí být instalovány ve venkovních prostorech nebo uvnitř budov a musí být umístěny tak, aby byly snadno dostupné pro distribuční vozidla, hasičskou techniku a zajišťovaly prostředky pro únik personálu v případě nouzové situace.

Nesmí být umístěny pod vedením vysokého napětí.

Místo musí být vybráno obezřetně s ohledem na umístění zdrojů paliva, jako jsou například ropovody, naftovody, plynovody nebo další hromadné skladovací prostory, kde jsou uloženy hořlavé plyny nebo kapaliny nebo další potenciálně nebezpečné látky, které by mohly ohrozit integritu instalovaného zařízení.

Ohledně bezpečných vzdáleností se odkažte na tabulku 1.

Musí by být zvažena vzdálenost k dalším procesům nebo budovám, které zahrnují výrobní zařízení, kde je nebezpečí potenciálního požáru nebo exploze. Adekvátní preventivní opatření, jako například zvýšení bezpečnostního odstupů nebo správně navržené ochranné zdi, mohou být v takovýchto případech nezbytností.

Musí být přijata preventivní opatření, jako například vztyčení bezpečnostních bariér a plotů, aby bylo instalované zařízení chráněno během manévrování jakékoli jednotky, které dodává vodík a proti neoprávněnému zásahu do činnosti zařízení.

4.4 Budovy

4.4.1 Návrh (konstrukce) a budovy

Budovy, ve kterých jsou vodíkové systémy instalovány, musí být jednopodlažní stavby, které jsou navrženy pro takovéto účely a musí být dobře větrané obzvláště ve vyšších místech

Stupeň uzavření by měl být minimálně konzistentní s ohledem na přiměřené pracovní prostředí ve vztahu k místním povětrnostním podmínkám.

Adekvátní opatření musí být přijata k zajištění, aby vodík nemohl pronikat do instalačních šachet, potrubí, schodišť a chodeb, jež jsou spojeny s místy, která jsou navržena jako bezpečné prostory, tj. mimo nebezpečnou zónu (viz 5).

Budovy používané pro vodíkový provoz musí mít ohnivzdornou konstrukci, jak je stanoveno národními zákony nebo nařízeními. Zajištění únikových míst musí být v souladu s kapitolou 11.

Dveře, které nemají přímý vstup do venkovních prostorů, musí mít ohnivzdornou konstrukci a musí být samozavírací.

Odlehčení výbuchu (konstrukční protiexplozní ochrana) musí být zajištěno pouze v externích zdech nebo ve střeše a musí být navrženo tak, aby byl tlak v případě výbuchu uvolněn, aniž by se takovéto odlehčení výbuchu stalo samo o sobě nebezpečným projektilem.

Celková odlehčovací oblast by neměla být menší než je plocha střechy nebo plocha jedné z nejdelsích stran. Tato oblast může zahrnovat jedno z následujících opatření nebo jejich kombinaci:

- Prostor, který je otevřený do venkovního prostoru
- Zdi z lehkého nehořlavého materiálu
- Křídlové dveře, které se otevírají směrem ven, v externích zdech
- Lehce upevněné svislé průlezné dveře
- Lehká konstrukce střechy

Ve všech budovách a pracovních prostorech musí být zajištěna adekvátní intenzita osvětlení, aby mohly být všechny činnosti vždy vykonávány bezpečně. Osvětlení musí být vhodné pro prostory, kde se nachází vodíkové systémy (viz kapitola 10).

4.4.2 Vytápění

Tam, kde je vyžadováno vytápění, mělo by být raději používáno vodní topení nebo vytápění teplým vzduchem. V místech, kde jsou používány cirkulační systémy, se musí zvážit možnost kontaminace vodíkem a musí být přijata adekvátní preventivní opatření. Zdroje tepla musí být umístěny v bezpečné vzdálenosti od takovýchto budov a měly by být v souladu s bezpečnostními odstupy, které jsou uvedeny v tabulce 1, strana 5. Tam, kde jsou využívány elektrické zdroje vytápění, měly by vyhovovat požadavkům pro elektrická zařízení, které jsou nastíněny v kapitole 10.

4.4.3 Ventilace

Budova musí mít dobrou nízkou a vysokoúrovňovou ventilaci do venkovního prostředí. Výstupní otvory musí být umístěny v nejvyšších místech prostoru v externích zdech nebo ve střeše.

V prostorech, kde není možná ventilace, musí být zváženo instalování zařízení pro permanentní analýzu vzduchu na vhodně zvolených místech a/nebo nucené větrání.

4.5 Potrubí a výpustní zařízení

Potrubí, které se používá pro vodík, musí být jasně označeno pomocí barevného kódování a/nebo štítků.

Odpojovací ventily musí být instalovány tak, aby mohly být zdroje vodíku v případě nouzové situace vypnuty bezpečným způsobem. Toto je obzvláště důležitá tam, kde vodíková potrubí vstupují do budov.

Větrání pojistného přetlakového zařízení musí být navržena nebo umístěna tak, aby se v něm nemohla kumulovat vlhkost a zmrznout způsobem, který by mohl zasahovat do řádného provozu takového zařízení. Preferovanými materiály jsou slitiny mědi nebo nerezová ocel, aby se minimalizovala možnost vznícení kvůli korozním částicím.

Větrání včetně těch, které se používají pro pojistná přetlaková zařízení, musí být upravena tak, aby měla výpusť v bezpečném místě do venkovního prostředí. Tímto způsobem se může zabránit působení unikajícího plynu na personál nebo jakoukoli konstrukci. Větrací otvory by měly mít individuální potrubí. Nedoporučuje se používat sběrná potrubí. Větrání nesmí mít výpusť v místech, kde se může kumulovat vodík, jako například pod okapy (převislými střešami) budov.

Kde je nezbytné, aby byla vodíková potrubí vedena ve stejné šachtě nebo výkopu, které se používají pro elektrické kabely, potom musí být všechny spoje vodíkových potrubí v šachtě nebo výkopu svařeny nebo spájeny natvrdo. Musí být dodržen minimální bezpečnostní odstup 50 mm od elektrických kabelů a jakýchkoli jiných potrubí. Vodíkové potrubí by mělo být vedeno výše než ostatní potrubí.

4.6 Materiály

Všechny materiály musí být vhodné pro vodíkové systémy a pro příslušné tlaky a teploty.

Litinové trubky a tvarovky nesmějí být používány. Použití jakéhokoli odlitků není doporučeno, jelikož propouští vodík a kvůli možné poréznosti odlitků.

Potrubí a tvarovky musí vyhovovat zavedeným standardům nebo specifikacím pro jejich výrobu.

Za určitých podmínek jsou některé železné materiály s vyšší pevností náchylné ke křehnutí, které způsobuje vodík. Výběr železných materiálů pro vodíkové systémy musí být náležitě zváženo.

Tam, kde je pravděpodobná přítomnost amoniaku, ať už ve formě příměsí nebo jako znečištění vzduchu, nesmí být používána měď a slitiny na bázi měď/cín/zinek pro trubky nebo tvarovky, jelikož jsou takovéto materiály náchylné ke korozi způsobené amoniakem. Měli byste zvážit také možnost dalšího znečištění, které je přítomno, a preventivní opatření, která musí být přijata.

4.7 Spojení

Spoje potrubí a trubek by měly být svařované nebo natvrdo spájené (měkké pájení se nedoporučuje), spojeny přírubami nebo tvarovkami se závitem.

Použití kompresních tvarovek, ať železných nebo nezelezných, se nedoporučuje. Tam, kde je považováno, že jsou kompresní tvarovky nezbytné v návrhu systému (jako například vedení přístrojů a ventily s malým otvorem), potom musí být striktně dodržovány pokyny výrobce ohledně jejich použití a připevnění; včetně dodržování postupů pro jejich utěsnění.

Použití svařovaných nebo natvrdo pájených spojů se doporučuje, kdekoli to bude možné. V místech, kde jsou přerušitelné spoje (se závitem nebo s přírubou) shledány jako nezbytné, tyto spoje by měly být používány v minimální míře, jelikož představují potenciální zdroj úniku. Pokud jsou takováto spojení použita, musí jim být věnována náležitá pozornost, protože jimi může pronikat vodík při jakémkoli tlaku.

Elektrická kontinuita musí být udržena v celém systému (viz 10.3)

Volný konec pro připojení plnicí hadice, tam kde je se závitem, musí mít levotočivý závit. Plnicí hadice musí být elektricky spojitě. Materiál konstrukce musí poskytovat nejlepší možnou odolnost vůči pronikání. Kde jsou připevněny vnější objímky, musí být vhodně proraženy, aby se zabránilo jejich nafouknutí. Každá hadice musí mít tlakovou zkoušku od výrobce a osvědčení vydané za tímto účelem. Musí být zajištěn způsob, jak u hadice identifikovat rok výroby. Bezpečnostní zařízení musí být připevněna a nastavena tak, aby byla hadice blokována v případě poruchy.

4.8 Přístroje

Přístroje a měřicí přístroje musí být navrženy a umístěny takovým způsobem, že bude v případě netěsnosti nebo prasknutí a možného následného požáru minimalizováno riziko vzhledem k personálu. Je doporučeno používat manometry s bezpečnostním sklem a bezpečnostní zadní stěnou.

Určité přístroje mohou používat detekční systémy, které nejsou standardně kompatibilní s bezpečnostními opatřeními ohledně vodíku, například plynové chromatografy a plamenové ionizační detektory. V těchto případech musí být přijata adekvátní preventivní opatření, aby bylo omezeno množství vodíku uvnitř analytických přístrojů na přijatelné limity, například vypláchnutím inertním plynem a odvětráním do vnějšího prostředí.

5 Nebezpečné zóny

5.1 Minimální doporučené bezpečnostní zóny

V okolí vodíkových systémů musí být vymezeny nebezpečné zóny. Rozsah těchto zón je uveden v tabulce 1. Vzdálenosti jsou měřeny od takových bodů (v polohovém plánu), ve který může během provozu uniknout vodík. Když je zařízení instalováno v budovách, jsou vzdálenosti k vnějším typům ohrožení měřeny od otvorů (například oken, dveří atd.)

Potrubí, ve kterých jsou umístěny ventily, příruby, odmontovatelná spojení atd., musí být považována za zdroje úniku vodíku pouze v místech, kde se nacházejí takováto spojení.

Vzdálenosti uvedené v tabulce 1 smějí být redukovány při zajištění vhodných ohnivzdorných zdí. Typ a rozměry takovýchto bariér a dosažené snížení vzdálenosti budou určeny podmínkami u zdroje vodíku a povahou ohrožení.

Aktivity, které přímo nesouvisí s provozem vodíku, by měly být udržovány v dostatečné vzdálenosti od vodíkových zařízení.

Vzdálenosti uvedené v tabulce 1 jsou minimálními doporučenými vzdálenostmi. Tam, kde národní směrnice nebo normy specifikují větší vzdálenosti, měly by být tyto vzdálenosti aplikovány.

Všechna elektrická zařízení (elektrické instalace) uvnitř budov, kde je možný zdroj úniku vodíku a uvnitř prostoru, který je omezen vzdálenostmi specifikovanými v tabulce 1, musí mít homologaci v souladu se stávajícími národními zákony nebo nařízeními ohledně použití elektrických zařízení. Takováto homologovaná zařízení nemusí být považováno za zdroj vznícení.

TABULKA 1
MINIMÁLNÍ DOPORUČENÉ HORIZONTÁLNÍ BEZPEČNOSTNÍ VZDÁLENOSTI PRO VODÍKOVÉ STANICE

Typický druh venkovní expozice	Vzdálenost od možných zdrojů úniku
1. Otevřený oheň a další zdroje vznícení (včetně elektrických)	5
2. Hranice provozovny a místa, kde se budou lidé pravděpodobně shromažďovat, jako jsou vozové parky, jídelny atd.	8
3. Dřevěné budovy nebo stavby	8
4. Otvory ve zdech v kancelářích, dílnách	5
5. Nad zemí hromadně skladované hořlavé kapaliny a uskladnění LPG v souladu s národními zákony tam, kde existují, pro specifické látky. Jinak	8
6. Pod zemí hromadně skladované hořlavé kapaliny a LPG	
6.1 Nádrž (horizontální vzdálenost od pláště)	3
6.2 Větrání nebo připojení	5
7. Uskladnění takových lahví s hořlavými plyny, jinými než vodík	5
8. Uskladnění plynného kyslíku (v tlakových lahvích)	5
9. Skladování tekutého kyslíku (kapacita cisterny menší než 125 000 litrů) (**)	8 (*)
10. Uskladnění nehořlavých kryogenních kapalin kromě kyslíku, např. argon, dusík (*)	5 (*)
11. Uskladnění hořlavého materiálu, například dříví	8
12. Vzduchový kompresor, sání ventilátoru atd.	

(**) Kde jsou učiněna dostatečná opatření pro odvedení rozlité tekutiny pryč od vodíkového systému, mohou být tyto vzdálenosti zmenšeny.

(*) Informace o zásobnících s kapacitou větší než 125000 litrů naleznete v IGC Dokument 3/75.

5.2 Identifikace a přístup do nebezpečných zón

Hranice nebezpečných zón musí být označeny stálými varovnými nápisy, obzvláště v místech vstupu nebo pomocí výrazných čar natřených na zem. Upozornění musí určovat povahu nebezpečí například:

VODÍK – HOŘLAVÝ PLYN
KOUŘENÍ ZAKÁZÁNO – NEPOUŽÍVEJTE OTEVŘENÝ OHEŇ

Do těchto zón smí vstoupit pouze autorizovaný personál. Takovýto personál si musí být vědom nebezpečí, kterým může být vystaven, a relevantních postupů v případě nouzových situací.

Jakákoli práce kromě té, která je přímo spojena s provozem stanice, musí být pokryta bezpečnostním systémem povolení k práci.

6 Komprese

6.1 Definice

Vodíkový kompresor je přístroj, který zvyšuje tlak přívodního vodíku na vyšší hodnotu.

Jsou akceptovatelné všechny typy kompresorů za předpokladu, že byly navrženy a zkonstruovány se zvláštním ohledem na vodíkový provoz.

Zvláštní pozornost musí být věnována prevenci vniknutí vzduchu do systému.

6.2 Popis technologického schématu

V příloze 1 je zobrazeno technologické schéma typických systémů na kompresi vodíku, které využívají vícestupňový pístový stroj.

Vodík vstupuje do kompresního systému skrze vstupní odpojovací ventil (1). Na kompresoru musí být přítomen odvzdušňovací ventil (2) připojený k těsnicímu zařízení (3), aby bylo možné propláchnout systém dusíkem. Systém by měl zahrnovat filtr (4). V sacím potrubí musí být indikátor / alarm nízkého tlaku (5). V systému by měl být také instalován analyzátor kyslíku (6) (viz 6.4.2).

Výstup z každého stupně kompresoru (7) musí být vybaven indikátorem tlaku (8) a indikátorem teploty (9). Indikátory teploty (*) (9) mohou být také umístěny za každým chladičem (10/13).

* Začlenění těchto položek bude záviset na stavu vstupujícího vodíku a požadavcích na stlačený produkt.

Plnoprůtokové přetlakové ventily (11) musí být nainstalovány za každým stupněm. Vypouštěcí / odvzdušňovací ventily (12) mohou být umístěny také za každým chladičem.

Následující položky mohou být umístěny za posledním stupněm:

- Dochlazovač (*) (13)
- Alarm vysoké teploty (14)
- Separátor a výpusť (*) (15)

* Začlenění těchto položek bude záviset na stavu vstupujícího vodíku a požadavcích na stlačený produkt.

Indikátor/alarm vysokého tlaku (16), jednosměrný ventil (17), odvětrávací/odvzdušňovací ventil (18) a výstupní odpojovací ventil (19) musí být také instalovány.

V chladicí systémy (využívající vodu) musí být instalován alarm nízkého tlaku (20) nebo alarm nízkého průtoku (21), které mají být umístěny na vstupu do nebo na výstupu z chladicího systému kompresoru. Navíc mohou být instalovány vizuální indikátory průtoku.

Kde je používán uzavřený okruh pro chlazení vodou, měl by být každý chladič chráněn proti přetlaku na straně vody, který může vzniknout kvůli závadě na straně plynu.

Jestliže je elektromotor (22) natlakován dusíkem nebo vzduchem, musí být vybaven alarmem nízkého tlaku (23), aby mohl být monitorován tlak v motorové skříni. Pokud je kliková skříň kompresoru natlakována vodíkem nebo inertním plyn, musí být na klikovou skříň instalován alarm nízkého tlaku (24). Alternativou k položkám 23 a 24 mohou být alarmy nízkého průtoku.

6.3 Provozní pokyny

Při zapínání kompresoru pro stlačování vodíku je důležité zabránit průniku vzduchu, který by mohl vést k formování výbušné směsi uvnitř stroje.

Je tudíž podstatné, že musí fungovat všechna bezpečnostní zařízení, která jsou zmíněna v kapitole 6.4. Pokud jsou tyto podmínky splněny, kompresory pro stlačování vodíku smějí být spuštěny stejně jako jiné kompresory v souladu s pokyny výrobce a následujícími procedurami.

6.3.1 Spuštění nových kompresorů nebo kompresorů po provedení údržby

Odpojte kompresor uzavřením hlavních odpojovacích ventilů (1 a 19). Odvzdušněte kompresor tak, že odmontujete těsnicí zařízení (3) a připojte k tomuto bodu zdroj dusíku. Otevřete odvzdušňovací ventil (2), abyste natlakovali přístroj dusíkem. Použitý tlak bude záviset na normálním provozním zatížení stroje, obvykle se doporučuje, aby nebyl nižší, než je polovina navržené vstupní hodnoty, obzvláště pro stroje s nízkým sacím tlakem.

Otevřete odvětrávací/odvzdušňovací ventil (18) a nastavte dostatečný průtok dusíku.

Zkontrolujte, že jsou bezpečnostní zařízení, která jsou zmíněna v kapitole 6.4 funkční.

Zapněte kompresor a nechte ho běžet cca deset minut.

Zkontrolujte obsah kyslíku v plynu, který vychází z odvzdušňovacího/odvětrávacího ventilu (18) a pokud je nižší než 1% minimálně po dobu 2 minut, vypněte kompresor.

Uzavřete vstupní odvzdušňovací ventil (2) a odvzdušňovací/odvětrávací ventil (18). Odpojte dodávku dusíku a znovu připevněte těsnicí zařízení (3). Kompresor je nyní připraven pro spuštění ve vodíkovém provozu. To by mělo být provedeno následujícím způsobem:

- Otevřete hlavní odpojovací ventil (1). Zkontrolujte, že jsou bezpečnostní zařízení, která jsou zmíněna v kapitole 6.4, funkční.
- Zapněte kompresor.
- Otevřete odvzdušňovací/odvětrávací ventil (19) a zkontrolujte vypouštěný plyn.
- Když je analýza uspokojivá, tj. obsah dusíku je snížen na přípustnou hodnotu.
- Uzavřete odvzdušňovací/odvětrávací ventil (18).
- Otevřete výstupní odpojovací ventil (19), čímž uvedete zařízení do provozu.

6.3.2 Opětovné spuštění kompresorů, které byly používány ve vodíkovém provozu

Zkontrolujte, že jsou bezpečnostní zařízení, která jsou zmíněna v kapitole 6.4, funkční.

Zapněte kompresor.

6.3.3 Vypnutí kompresorů

Vypněte kompresor.

Pokud má kompresor zůstat ve vodíkovém provozu, smí být buď ponechán připojený k systému nebo odpojen tak, že budou uzavřeny odpojovací ventily (1 a 19). Zbytkový tlak smí být odvětrán pomocí odvzdušňovacího/odvětrávacího ventilu (18). Musí se zkontrolovat, že během odstavení zůstal uvnitř stroje pozitivní zbytkový tlak vodíku, jinak se musí před opětovným spuštěním stroje provést procedury odvzdušnění, které jsou uvedeny v kapitole 6.3.1.

6.4 Kontrolní a monitorovací zařízení

Kromě přístrojů a kontrol, které jsou normálně instalovány v kompresním systému pro stlačování plynů, musí být zvažena následující specifická bezpečnostní opatření, která se týkají plynného vodíku.

6.4.1 Vstupní tlak

Vstupní tlak musí být monitorován indikátorem tlaku/tlakovým vypínačem, aby se zabránilo vytvoření podtlaku ve vstupním sacím vedení a následnému průniku vzduchu. Tento tlakový vypínač musí vypnout kompresor dříve, než sací tlak dosáhne hodnoty atmosférického tlaku.

6.4.2 Analýza přítomnosti kyslíku

U systémů, kde vodík přichází z nízkotlakého zdroje nebo kde hrozí kontaminace kyslíkem, musí být neustále měřen obsah kyslíku ve vodíku. Pokud obsah kyslíku dosáhne 1%, musí se kompresor automaticky vypnout.

Analýzátor kyslíku může být umístěn těsně před sacím otvorem kompresoru, tato varianta je preferována, nebo za výstupem prvního stupně, pokud tlak v sacím otvoru není dostatečný pro takovou analýzu.

6.4.3 Výstupní teplota

Teplota za prvním stupněm nebo za chladičem v případě, že je instalován, musí být monitorována pomocí indikátoru/alarmu, který může být nastaven tak, aby vypnul kompresor při dosažení předdefinované minimální teploty.

6.4.4 Výstupní tlak

Tlak za prvním stupněm musí být monitorován indikátorem/alarmem, který může být nastaven tak, aby buď vypnul kompresor nebo inicioval alternativní opatření například opakování cyklu při dosažení předdefinovaného maximálního tlaku, který je pod hranicí tlaku finálního pojistného (přetlakového) zařízení.

6.4.5 Chladičí voda

Alarm tlaku/průtoku chladičí vody musí být instalován v systému chladičí vody. Tento alarm může být nastaven, aby vypnul kompresor v případě, že je nízký tlak nebo průtok.

6.4.6 Plyn v elektrickém zařízení

Kde jsou motor nebo přídavné zařízení natlakovány inertním plynem, například dusíkem, musí být nízký tlak/průtok oznámen pomocí alarmu. Alarm může být nastaven, aby vypnul motor nebo přídavná zařízení.

6.4.2 Tlakové klikové skříně

Kde je kliková skříň kompresoru natlakovaná vodíkem nebo inertním plynem, musí být nízký tlak/průtok oznámen pomocí alarmu. Alarm může být nastaven, aby vypnul kompresor.

7. Čištění vodíku

Čisticí systém se skládá ze zařízení, která odstraňují kyslík, vlhkost a další příměsi, které se mohou nacházet ve vodíku.

Systém se může skládat z čisticích nádrží, vysoušecích zařízení, výměníků tepla, kontrolních a analytických zařízení.

7.2 Popis technologického schématu

V příloze 2 je zobrazeno technologické schéma typického systému na čištění vodíku.

Nečistý vodík vstupuje do systému skrze vstupní odpojovací ventil (1). Separátor (2) odstraňuje volné kapičky vlhkosti a oleje. Kontaminující látky v plynném skupenství, například amoniak nebo rtuť, jsou odstraněny ve filtru s aktivním uhlím (3). Prachový filtr (4) zabraňuje, aby mohl být dále přenášen absorbovaný prach.

Pokud je zapotřebí, je v systému instalováno přehřívací zařízení (5), které ohřeje proud plynu před vstupem do deoxo-katalyzátoru (6). Teplota katalyzátoru je indikována (7). Dochlazovač (8) a separátor (9) snižují obsah vody v proudu plynu předtím než projde do adsorpčních vysoušečů (10). Tlak (11) a teplota (12) jsou indikovány. Prachový filtr (13) odstraňuje jakýkoli přenášený nebo adsorpční prach. Analytický systém (14) standardně monitoruje obsah kyslíku a vlhkosti. Další analytické zařízení může být instalováno podle požadovaných specifikací.

Očištěný plyn odchází ze systému výstupním odpojovacím ventilem (15).

Vysoušecí zařízení jsou reaktivována pomocí vhodného systému.

7.3 Provoz

7.3.1 Provozní pokyny

Podrobné provozní pokyny musí být připraveny pro každý čistící systém, přičemž musí být poskytnut individuální odkaz na ventily a ovládací (kontrolní) prvky v takovémto systému.

7.3.2 Separátor a filtry

Hlavním aspektem operací s těmito přístroji je zajistit, aby byly výpusti separátoru vypouštěny tak často, jak bude zapotřebí, aby se zabránilo přenosu volných kapiček a znečišťujících látek.

Je nezbytné, aby se do filtru s aktivním uhlím dostaly pouze znečišťující látky v plynné fázi. Jinak nastane rapidní průnik s následným snížením efektivity deoxo-katalyzátoru. To může také nastat, pokud se neodstraní prach z dřevěného uhlí.

7.3.3 Deoxo-katalyzátor

Dexo-katalyzátor odstraňuje kyslík, který je přítomen v procházejícím plynu tak, že se slučuje s vodíkem a vytváří se voda. Reakce je podporována katalyzátorem na bázi kovu, jako je například platiny a je exotermická.

Pracovní teplota reakce je závislá na množství kyslíku v procházejícím plynu. Za určitých podmínek, při nízké teplotě plynu, nebo nadměrné vlhkosti, může být nezbytné přehřát plyn, aby se napomohlo této reakci. Tento proces je normálně vysoce efektivní a je dosaženo zbytkového obsahu kyslíku, který je nižší než 1 vpm. Přestože je maximální přípustný obsah kyslíku v deoxo-jednotce 3%; v případě vodíku, kvůli přiblížení se mezi zápalnosti, se doporučuje maximální obsah kyslíku 1%. Vysoký obsah kyslíku bude mít za výsledek vysokou teplotu katalyzátoru a konstrukčních materiálů, ze kterých jsou vyrobeny zásobníky.

Doporučuje se indikovat teplotu lůžka katalyzátoru.

Katalyzátor je velice trvanlivý za předpokladu, že v plynu nejsou přítomny žádné znečišťující látky například ve formě oleje, rtuti, dřevěného uhlí atd. Životnost katalyzátoru je několik let.

Dochlazovač a separátor snižují teplotu plynu a obsah vody ve vodíku na úroveň, která je přípustná pro vysoušecí zařízení. Pozornost tedy musí být věnována průtoku chladicí vody a frekvenci vypouštění separátoru.

7.3.4 Vysoušecí zařízení

Vysoušecí zařízení obsahují adsorpční vysoušecí prostředek ve formě granulí. Vysoušecí prostředek zachycuje vodu, ale předtím, než je dosaženo jeho kapacity vstřebávat vodu, musí být reaktivován tepelnou nebo tlakovou metodou.

Tepelná metoda vyžaduje, aby byl určitý objem buď suchého vodíku nebo inertního plynu ohřán a prošel mokřím lůžkem, dokud se zachycená voda neodstraní z vysoušecího prostředku. Může být také použita další metoda, jako například přímé zahřátí vysoušecího prostředku. Nakonec je vysoušecí prostředek ochlazen předtím, než bude opět nádoba používána k vysoušení.

Při tlakové metodě je vlhkost adsorbována vysoušecím prostředkem při relativně vysokém tlaku a uvolněna při nízkém tlaku.

Hlavním úkolem obou systémů je zajistit, aby nebylo dno přesycené vlhkostí a aby byly dodržovány navržené doby cyklů.

Zvláštní pozornost musí být věnována tomu, aby se zabránilo přetlaku v reaktivačním systému. Toho se může dosáhnout instalací pojistných přetlakových zařízení nebo dalších konstrukčních opatření.

7.4 Kontrolní a monitorovací zařízení

7.4.1 Indikátor teploty deoxo-katalyzátoru

Zvýšení obsahu kyslíku má za výsledek vzrůst teploty kvůli zvýšené exotermické reakci, proto je důležité, aby byla teplota monitorována indikačním přístrojem. Tento přístroj může být připojen k alarmu a/nebo může vypnout systém.

Jestliže indikační přístroj neumí zaznamenávat teplotu, měla by být teplota zaznamenávána v pravidelných intervalech.

7.4.2 Indikátor teploty

Monitorování teploty plynu za vysoušecími zařízeními (po směru toku) poskytne informace, jestli bylo vysoušecí zařízení správně ochlazen po reaktivaci.

7.4.2 Indikátor tlaku

Tyto přístroje ukazují tlak v nádobě během provozu. Mohou být také používány k zajištění, že byl v nádobě, kterou neprochází plyn, správně snížen tlak před reaktivací.

7.4.2 Analyzátor čistoty

Kvalita výrobku by měla být kontrolována pomocí vhodných analytických nástrojů, aby byl zajištěn správný provoz čistícího systému.

8 Plnicí stanice

8.1 Definice

Vodíková plnicí (čerpací) stanice je zařízení, kde je vodík v plynném skupenství pod tlakem přemístěn z kompresního systému a/nebo velkokapacitního zásobníku do jednotlivých tlakových lahví, do tlakových lahví, které jsou potrubím spojeny do svazků (baterií) a do válců, které tvoří pevnou součást nákladu silničního nebo železničního vozu.

Tyto plnicí stanice se mohou skládat z pevných skladovacích kontejnerů (zásobníků), spojovacího potrubí, plnicích rozdělovacích potrubí, hadic, ventilů, kontrolního systému, analytických zařízení a vakuových pump.

8.2 Popis technologického schématu

Příloha 3 ukazuje technologické schéma typické vodíkové plnicí stanice.

8.2.1 Hlavní napájecí systém

Vodík z kompresního/čisticího systému vstupuje do hlavního rozdělovače plnicího systému. Prochází skrze jednosměrný ventil (1) a hlavní odpojovací ventil (2).

Dálkově ovládaný uzavírací ventil (3) může být instalován tak, aby mohl být v případě nebezpečí, které se objeví v plnicím místě, zastaven průtok vodíku pomocí místních nouzových vypínačů (4). Nebo může být dálkové vypínání nastaveno, aby vypnulo kompresory.

Analyzátor přítomnosti kyslíku (5) může být instalován v hlavním rozdělovači, pokud není analýza zajištěna v kompresním/čisticím systému.

Rozdělovač může být rozdělen, aby mohl vykonávat různé typy plnicích aktivit. Každá větev by měla být vybavena odpojovacím ventilem. (6).

8.2.2 Plnění tlakových lahví

Indikátor tlaku (7) musí být instalován na hlavní napájení do plnicího prostoru tlakové lahve. Alarm vysokého tlaku (8) nebo zapisovač tlaku mohou být také připojeny. Měl by být instalován jednosměrný ventil (9), aby bylo zajištěno, že v případě prasknutí jednoho z dalších plnicích míst, nedojde k zpětnému toku.

Každé individuální rozdělovací potrubí musí být vybaveno odpojovacím ventilem (10), výstupním odvětrávacím / odvzdušňovacím ventilem (11) a indikátorem tlaku (12). Odpojovací ventil (13) podtlakového systému by měl být také instalován všude tam, kde se používá podtlakový systém. Na individuální plnicích místech mohou být také instalovány odpojovací ventily (14).

Podtlakový systém, pokud je použit, smí být permanentně spojen potrubím nebo může fungovat jako mobilní jednotka. Musí být vybaven adekvátním pojistným přetlakovým zařízením (15), které bude chránit systém proti plnicímu tlaku z rozdělovacího potrubí pro plnění tlakových lahví. Měly by být také použity prostředky k vyloučení jakéhokoli zpětného průniku oleje z vakuové pumpy do rozdělovacího potrubí. Měly by být instalovány přístroje (16) na měření podtlaku.

8.2.3 Plnění svazků tlakových lahví na trajleru a plnění železničního vozu

Indikátor tlaku (17) musí být instalován na hlavní napájení do plnicího místa. Alarm vysokého tlaku (18) nebo zapisovač tlaku může být také připojen.

Měl by být instalován jednosměrný ventil (19), aby bylo zajištěno, že v případě prasknutí jednoho z plnicích míst nedojde k zpětnému tok z kontejnerů, které jsou plněny.

Každé individuální plnicí rozdělovací potrubí musí být vybaveno odpojovacím ventilem (20), výstupním odvětrávacím/odvzdušňovacím ventilem (21) a indikátorem tlaku (22), pokud není instalován na jednotlivých jednotkách.

Jednosměrný ventil (23) by měl být instalován na hadicovou přípojku, aby bylo zajištěno, že v případě prasknutí hadice nedojde k zpětnému toku z jednotky.

Musí být zajištěn bezpečný způsob, jak snížit tlak/odvětrat část trubky mezi jednosměrným ventilem (23) a odpojovacím ventilem (24). Toho může být dosaženo pomocí odvětrávacího ventilu s malým otvorem, který je instalován mezi jednosměrným ventilem (23) a odpojovacím ventilem (24) nebo vyvrtáním malého otvoru (průměr maximálně 1,5 mm) na zátce/víku jednosměrného ventilu (23).

Poslední metoda by také umožnila analýzu vzorků, které by mohly být odebrány z jednotky a které by byly dodány přímo do analytických přístrojů připojených k systému.

Pokud je vyžadován podtlakový systém, musí být v souladu s požadavky, které jsou uvedeny v 8.2.2.

Pozornost by měla být věnována zajištění uspokojivého uzemnění jednotky, která je plněna, obzvláště v případě plnění trajleru (viz 10.6.2).

8.2.4 Analýza

Analýza produktu smí být provedena jedním z následujících způsobů:

- Přenosnými přístroji
- Připevněnými přístroji na každém plnicím místě/rozdělovacím potrubí
- Jednou centrální analytickou místností
- Kombinací výše uvedených

Všechny typy produktových analýz musí zahrnovat následující bezpečnostní znaky:

- Tlakový redukční ventil (25) k snížení plnicího tlaku na hodnotu, která je přípustná pro daný přístroj
- Bezpečnostní pojistný (odlehčovací) ventil (26) k ochraně personálu a přístrojů v případě selhání redukčního zařízení

- Analytické přístroje (27) a systémy, které jsou vhodné pro použití v souvislosti s vodíkem (viz 4.7)

8.3 Provozní pokyny

Podrobné provozní pokyny musí být připraveny pro každou plnicí stanic, přičemž musí být poskytnut individuální odkaz na ventily a ovládací (kontrolní) prvky v takovémto systému.

Následující metodické pokyny by měly být použity při přípravě podrobných pokynů pro plnění.

8.3.1 Plnění tlakových lahví a svazků tlakových lahví

Zajistěte, aby byly tlakové lahve v uspokojivém stavu pro plnění..

Zkontrolujte zbytkový tlak. Tlakové lahve bez zbytkového tlaku nebo vrácené s otevřenými ventily musí být dány stranou pro další úpravy, například kontrolu / vyprázdnění atd.

Umístěte tlakové lahve k rozdělovacímu potrubí.

Připojte tlakové lahve k ohebnému vývodu/hadici.

Otevřete ventily na tlakových lahvích. Pokud je vyžadováno odzdušnění a/nebo vyprázdnění jako například, když máte pochybnost ohledně zbytkového tlaku nebo v závislosti na požadavcích ohledně čistoty produktu, odvětrejte lahve těsně nad atmosférický tlak pomocí ventilu na rozdělovacím potrubí. Zajistěte, aby byl odvětrávací ventil uzavřen dříve, než je tlak na nulové míře, jinak mohou být tlakové lahve a potrubí kontaminovány vzduchem.

Nové nebo přezkoušené tlakové lahve musí být před prvním plněním vyprázdněny nebo vyčištěny (propláchnuty plynem).

Otevřete hlavní odpojovací ventil, abyste mohli naplnit tlakové lahve. Zajistěte přitom, aby měly všechny lahve během plnění stejnou teplotu. Chladné tlakové lahve mohou signalizovat zablokovaný ventil tlakové lahve. Pokud takováto situace nastane, tlakové lahve by měly být označeny pro další šetření.

Během plnění kontrolujte těsnost připojení a ventilů na lahvích.

Když je dosaženo plnicího tlaku lahví (berte v úvahu teplotní korekci), uzavřete hlavní odpojovací ventil a ventil na tlakových lahvích (*).

Odvětrejte tlak z rozdělovacího potrubí.

Proveďte analýzu čistoty produktu, kde je vyžadováno.

Zaznamenejte analýzu a plnicí tlak, pokud je vyžadováno.

Odpojte tlakové lahve a zkontrolujte těsnost ventilů na lahvích.

Kde je požadováno označení, zajistěte, aby použity správné a nepoškozené nálepky.

8.3.2 Plnění trajleru a železničního vozu

Nechte přistavit trajler nebo železniční vůz a zajistěte, aby byl řádně zajištěn a aby byla provedena opatření v souladu s postupy, které zabraňují odtažení vozu.

Připojte k trajleru zemnicí svod a pokud je zapotřebí i k železničnímu vozu. Připojte plnicí hadici (hadice).

Silou otevřete odpojovací ventil a odvětrávací/odzdušňovací ventil, aby se odzdušnila hadice a také aby byla umožněna analýza zbytkových plynů.

Uzavřete odvětrávací/odvzdušňovací ventil. Otevřete odpojovací ventil, abyste mohli plnit kontejnery. Během plnění zkontrolujte připojení těsnost ventilů na kontejneru.

Když je dosaženo plnicího tlaku kontejnerů (berte v úvahu teplotní korekci), uzavřete hlavní odpojovací ventil a ventil na kontejnerech (*).

Proveďte analýzu čistoty produktu, pokud je vyžadováno. Zaznamenejte analýzu a plnicí tlak, pokud je vyžadováno. Odpojte plnicí hadici a zemnicí svod. Zkontrolujte těsnost ventilů.

Zajistěte, aby byl trajler nebo železniční vůz připraven k pohybu v souladu s postupy, které umožní odtažení vozu.

(* POZNÁMKA: Aby se zabránilo slepému ukončení kompresoru (kde není instalován vyrovnávací zásobník) může být nezbytné připojit novou skupinu kontejnerů před uzavřením odpojovacího ventilu na kontejnerech, který jsou plněny.

9 Skladovací zařízení v provozovně zákazníka

9.1 Definice

Systém pro skladování plynného vodíku je zařízení, ve kterém jsou vodík nebo směsi obsahující vodík skladovány a připojeny k distribučnímu potrubí zákazníka. Tento systém zahrnuje stacionární zásobníky, regulátory tlaku, bezpečnostní pojistná (přetlaková) zařízení, rozdělovací (sběrná) potrubí, propojovací potrubí a ovládací (kontrolní) prvky. Systém nemusí nutně zahrnovat skladovací systémy, které se skládají ze svazků tlakových lahví nebo individuálních tlakových lahví, které jsou vytaženy ven pro opětovné naplnění. Nicméně pro takovéto systémy mohou platit všechny nebo některé aspekty této směrnice v závislosti na objemu skladovacího zařízení.

Skladovací systém končí v místech, kde vodík při nominálním provozním tlaku vstupuje do distribučního potrubí.

9.2 Popis technologického schématu

Systém pro uskladnění vodíku se může skládat z vysoko nebo nízkotlakých skladovacích zásobníků, které mohou být připevněné nebo mobilní nebo může jít o kombinaci obou způsobů. U fixovaných systémů jsou zásobníky naplňovány na jejich místě. U mobilních systémů jsou zásoby doplňovány na základě výměny zásobníků.

Tam, kde musí být nízkotlaké skladovací zařízení doplněno pomocí vysokotlakého zdroje, jako je vysokotlaký trajler, musí být včleněn systém na snížení tlaku, který je nastaven na tlak, který není vyšší než navržený tlak pro nízkotlaký skladovací zásobník(y). Toto bezpečnostní opatření musí být instalováno navíc k všem dalším pojistným přetlakovým zařízením, které mají zabránit přetlaku.

Technologické schéma v příloze 4 a následující popis platí pro stacionární vysokotlaký skladovací systém, který je doplňován z vysokotlakého trajleru.

Vodík z ukotveného skladovací zásobníku (1) vstupuje do hlavního vedení. Skladovací systém musí být vybaven pojistným (odlehčovací) ventilem (2), indikátorem tlaku (3) a manuálním odvětráváním (4) a odpojovacím ventilem (skladovacího zařízení) (5).

Vodík poté vstupuje do redukční stanice, která se skládá z odpojovacího ventilu (6) a regulátoru tlaku (7). Tento systém může být zdvojený, jak je znázorněno, aby byla usnadněna údržba.

Za redukční stanicí (po směru toku) musí být instalován pojistný (odlehčovací) ventil (8), aby bylo chráněno vedení a zařízení zákazníka.

Měl by být instalován indikátor tlaku (9), aby mohl být indikován tlak ve vedení zákazníka.

Jednocestný ventil (10) musí být instalován kvůli prevenci zpětného toku ze soustavy zákazníka. Vodík poté vstupuje potrubím do soustavy zákazníka.

Během procesu doplňování zásob je vodík veden z mobilního trajleru přes pružnou hadici do plnicího připojení (11).

Musí být instalován jednosměrný ventil (12), aby se zabránilo unikání vodíku ze skladovacího zařízení v případě poruchy na hadici. Tento ventil může být připojený v místě plnicího připojení.

Filtr (13) může být instalován, jak je ukázáno, eventuálně mohou být filtry zabudovány do regulátorů tlaku (7), aby byly regulátory chráněny před pevnými částicemi.

Musí být instalován odvětrávací ventil (14), aby bylo umožněno čištění systému, mezi trajlerem a vstupním odpojovacím ventilem (15) tak, aby se zabránilo průniku vzduchu do skladovacího systému.

Plnicí vedení smí být buď připojeno přímo k skladovacímu zásobníku/sběrnému (rozdělovacímu) potrubí, jak je ukázáno, nebo může být připojeno k hlavnímu vedení mezi ventily (5) a (6).

9.3 Provozní postupy

9.3.1 Zákaznické dodávky

Během uvedení zařízení do provozu, musí již být nastaveny regulátory (7), aby byl plynný vodík dodáván s požadovaným tlakem podle volby zákazníka. Tento tlak signalizuje indikátor tlaku (9).

Instalací duálního skladovacího zařízení a duálních regulačních systémů mohou být provedeny úpravy pro automatické přepínání z vyčerpaného na plný skladovací zásobník.

9.3.2 Pokyny pro plnění

Podrobné provozní pokyny musí být připraveny pro každou zákaznickou stanici, přičemž musí být poskytnut individuální odkaz na ventily a ovládací (kontrolní) prvky v takovémto plnicím systému.

Následující metodické pokyny by měly být použity při přípravě podrobných pokynů pro plnění.

- Nechte přistavit trajler nebo železniční vůz a zajistěte, aby byl řádně zajištěn a aby byla provedena opatření v souladu s postupy, které zabraňují odtahení vozu.
- Připojte k trajleru a pokud je zapotřebí tak i k železničnímu vozu, zemnicí svod.
- Připojte plnicí hadici (hadice).
- Zajistěte, aby byl ventil (15) uzavřený a ventil (14) otevřený. Silou otevřete odpojovací ventil, aby se odvzdušnila hadice.
- Uzavřete ventil (14).
- Zcela otevřete odpojovací ventil na trajleru.
- Otevřete ventil (15), aby mohl být naplněn zásobník(y).
- Kde úpravy na trajleru dovolují, je normálně používáno kaskádové dekantování, které umožňuje maximální přenos vodíku do skladovacího zásobníku(ů). V tomto případě bude vyžadováno postupně otevírání a uzavírání dalších ventilů.
- Zkontrolujte těsnost ventilů.
- Když je dosaženo plnicího tlaku skladovacích zásobnicích nebo vyrovnání tlaku, uzavřete hlavní odpojovací ventil (15) a ventily na trajleru.
- Odvětrejte plnicí vedení pomocí ventilu (14). Odpojte plnicí vedení a zemnicí svod, pokud byl připevněn.
- Zajistěte, aby byl trajler nebo železniční vůz připraven k pohybu v souladu s postupy, které umožní odtahení vozu.

9.4 Speciální rozvaha

Kromě požadavků, které jsou uvedeny na jiných místech této směrnice, následující body musí platit pro skladovací zařízení v provozovnách zákazníků.

Tam, kde není skladovací zařízení pod přímou kontrolou autorizovaných osob, musí být takovýto prostor zajištěn, uzamčen a klíč musí být v držení autorizované osoby.

Zásobníky a vodíkové systémy musí být identifikovány v souladu národními a místními normami.

Trvale instalované zásobníky musí být vybaveny podstavcem z nehořlavého materiálu a musí být umístěny na pevném nehořlavém podkladu.

Zařízení by mělo být umístěno ve venkovních prostorech a pokud je umístěno v budově, musí platit podmínky z kapitoly 4.3.

Všechny kontrolní prvky, které jsou nezbytné pro bezpečný přenos vodíku, musí být jasně viditelné z pozice operátora.

10. Elektrická instalace a elektrická zařízení

10.1 Obecné informace

Vodíkové stanice jsou považovány za obzvláště rizikové, co se týče nebezpečí požáru a výbuchu. Stupeň rizika ovlivňuje typ elektrické instalace.

Instalace a provoz elektrických systémů na vodíkových stanicích musí být v souladu s nařízeními, normami a směrnicemi, které jsou platné v každé konkrétní zemi.

Pro toto zařízení musíte vzít úvahu obzvláště směrnici ATEX 1999/92/EC (podívejte se také do IGC doc 134/05).

Stávající evropské normy (CENELEC), které pokrývají elektrické přístroje pro potenciálně výbušná prostředí jsou:

- EN 50 014 Všeobecné požadavky <<o>>
- EN 50 015 Olejový závěr <<o>>
- EN 50 016 Závěr s vnitřním přetlakem <<p>>
- EN 50 017 Pískový závěr <<q>>
- EN 50 018 Pevný (ohnivzdorný) závěr <<d>>
- EN 50 019 Zvýšená elektrická bezpečnost <<e>>
- EN 50 020 Jiskrová bezpečnost <<i>>>>

10.2 Elektrická instalace

Elektrická instalace musí být taková, že je za normálního provozu vyloučeno formování jisker, které by mohly způsobit vznícení, elektrických oblouků nebo vysoké teploty. Toho může být dosaženo použitím jednoho nebo více typů zařízení, která jsou definována v kapitole 10.1.

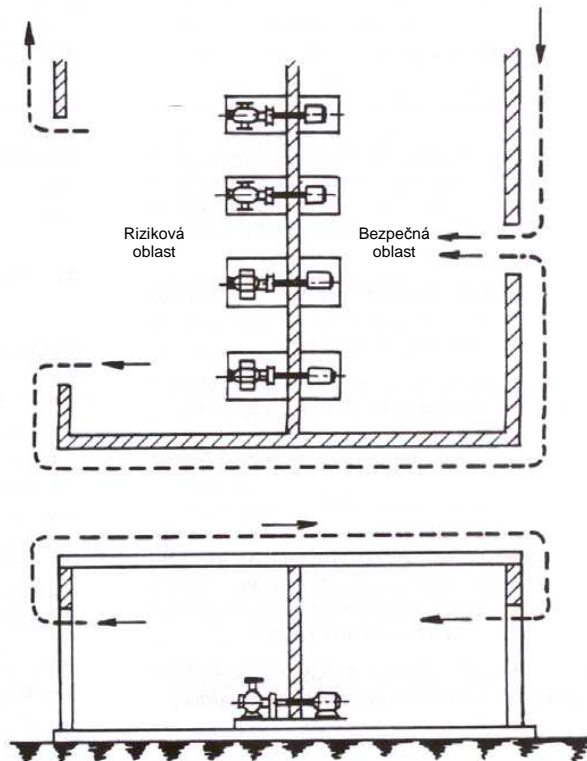
Typ zařízení, které má být použito, je závislý na stupni nebezpečí výbuchu (podle směrnice ATEX). Faktory, které musí být zváženy při určení stupně nebezpečí výbuchu, zahrnují:

- Možnost vypouštění vodíku v množství, které je dostatečné pro vytvoření výbušného prostředí
- Stupeň a efektivita přirozeného větrání.

Elektrické zařízení musí být uzemněno a umístěno, pokud možno v dolní části provozu. Musí být pečlivě zváženo ustanovení o bleskosvodech.

OBRÁZEK 1

Nejkratší možné cesty pro koncentraci hořavin, které procházejí z rizikové oblasti na místa, kde mohou být zařízení, která nejsou bezpečná proti výbuchu nebo jiskrově elektricky bezpečná, nesmějí být menší než 5m. V každém případě tyto specifické bezpečnostní vzdálenosti musí být určeny pomocí hodnocení rizik.



10.3 Uzemnění systému (elektrické sítě)

Všechny systémy (elektrické sítě) musí být spojitě, podle potřeby, a efektivně uzemněné, aby poskytovaly ochranu proti nebezpečí bludných elektrických proudů, statické elektřině (viz 10.6) a ochranu před bleskem (viz 10.7) v souladu s národními zákony a nařízeními.

Pokud je elektrické zařízení umístěno v bezpečném prostoru, tj. mimo nebezpečnou zónu (viz 5), mohou být používána normální elektrická zařízení, například motory.

Tam, kde hnací hřídele motoru zasahuje do nebezpečné zóny, musí být vybavena adekvátním bezpečnostním utěsněním (viz obrázek 1).

10.4 Pokyny

Personál musí být instruován o nebezpečí, které hrozí při použití neautorizovaného elektrického zařízení. Tyto pokyny musí zahrnovat rady ohledně nebezpečí, která mohou nastat.

Tyto instruktaže by měly být opakovány v pravidelných intervalech.

10.5 Inspekce

Elektrické instalace v nebezpečných zónách musí být udržovány na vysokém standardu.

Všechny inspekce musí být prováděny kompetentní osobou nejdéle v tříletých intervalech. Záznamy o takovýchto inspekcích musí být uchovány. Modifikace musí být prováděny pouze kompetentními osobami a musí být zaznamenány.

10.6 Statická elektřina

10.6.1 Definice

Elektrostatické náboj může vzniknout, když se uskuteční mechanická separace podobných nebo různých látek a také když plyn, který obsahuje kapky nebo prachové částice, protéká podél pevného povrchu, například podél otvorů ventilů, spojení hadic nebo potrubí.

Pokud se náhle uvolní akumulovaný elektrický náboj, takto vzniklá elektrická jiskra může být dostatečně silná, aby způsobila vznícení vodíku.

Aby se předešlo akumulaci takovýchto nábojů, musí být umožněno, aby se mohly rozptýlit (uvolnit) bezpečným způsobem.

10.6.2 Preventivní opatření proti akumulaci statických nábojů

Zařízení pro plnění vodíku do zásobníků, která jsou připevněna na vozidlech, musí mít zařízení, které uzemní takovéto zásobníky. Zařízení pro plnění zásobníků, která jsou připevněna na železničních vozech nemusí mít takovéto zařízení, pokud jsou takovéto železniční vozy uzemněny prostřednictvím kolejnic.

Jednotlivé tlakové lahve a svazky lahví s přímým kontaktem se zemí normálně nevyžadují další uzemnění.

Svazky lahví na gumových kolech mohou vyžadovat uzemnění.

Hnací řemeny a řemenice kompresorů, ventilátorů atd. musí být z vodivých materiálů.

Podlahy, podlahové krytiny, pryžové rohože, židle, schody atd. musí být z vodivého materiálu, aby uzemnily elektrostatickou energii od osob.

Všechny osoby pracující ve vodíkových stanicích by měly nosit vodivou obuv.

Pozornost musí být také věnována volbě materiálu pro pracovní oděv, jelikož většina syntetických materiálů snadno vytváří statický náboj.

10.6.3 Inspekce

Aby bylo zajištěno, že jsou dodržovány požadavky na prevenci vytvoření statické elektřiny na zařízení, před uvedením do provozu musí být provedena inspekce kompetentní osobou.

Další inspekce musí být prováděny nejdéle v tříletých intervalech. Záznamy o takovýchto inspekcích musí být uchovány.

10.7 Ochrana před bleskem

Zásobníky, které jsou vztyčeny ve venkovních prostorech vyžadují, aby byly vybaveny bleskosvodem podle národních předpisů. Elektrický odpor musí být menší než 10 ohmů.

11 Protipožární ochrana

11.1 Všeobecné informace

Níže naleznete náležitosti, které jsou nezbytné pro protipožární ochranu:

- Minimalizujte potenciální zdroje úniku/netěsnosti
- Eliminujte, jak jen bude možné, všechny zdroje vznícení
- Učiňte opatření pro odpojení vodíku, vytvořte únikové cesty a metody, jak zdotat jakýkoli požár.

Kouření, oheň a otevřené plameny jakéhokoli druhu jsou přísně zakázány ve vzdálenostech, které jsou definovány v tabulce 1.

Výstražná sdělení musí být umístěna na dobře viditelných místech v souladu s 5.2.

Musí být zajištěn adekvátní způsob ohlášení požáru. Požární hlásiče musí být zřetelně označeny a vhodně umístěny.

Kompletní procedury pro nouzové situace musí být zřízeny pro každé jednotlivé zařízení po konzultaci s místním požárním inspektorátem. V provozovně by měla být prováděna pravidelná cvičení.

Pro případ nouzové situace musí být zajištěny adekvátní únikové cesty. V případě, že může být personál uvězněn uvnitř ohrazených míst nebo v budovách, na takovýchto místech musí být přinejmenším dva oddělené únikové východy s otevíráním směrem ven, které budou od sebe vzdálené a které budou strategicky umístěny ve vztahu k stupni zvažovaného nebezpečí.

Nouzové východy musí být vždy otevřené.

Prostor (3 metry) kolem vodíkového zařízení musí být ponechán bez vegetace a bez přítomnosti hořlavých látek. Pokud jsou používány herbicidy, nemělo by jít o chemikálie, které mohou představovat potenciální zdroj nebezpečí, jako je například chlorečnan sodný.

Pro požární ochranu musí být dostupná voda v adekvátním množství a s adekvátním tlakem, jak bude stanoveno po konzultacích s relevantními orgány.

Údržba nebo opravy musí být prováděny pouze poté, co byly příslušné části provozovny nebo prostoru zkontrolovány a co bylo kompetentní osobou vydáno povolení k práci. Toto je obzvláště důležité, pokud takováto údržba představuje nebezpečí vznícení, například svařování.

11.2 Protipožární výbava

Umístění a množství protipožární výbavy musí být stanoveno v závislosti na velikosti vodíkové stanice a po konzultaci s místními orgány, které mají na starost protipožární ochranu.

Zařízení musí být periodicky kontrolována a výsledky šetření musí být zaznamenány.

Personál musí být školen ohledně obsluhy takovýchto zařízení.

11.3 Činnosti v případě požáru

Většina požárů vysokotlakých vodíkových systémů vzniká v místě výpusti a oheň má vlastnosti pochodně nebo hořáku. Takovéto typy požárů je nesmírně obtížné uhasit.

Nejúčinnějším způsobem, jak bojovat s požáry vodíkových zařízení, je vypnout přívod vodíku za předpokladu, že takovýto úkon je možné provést bezpečným způsobem.

Tam, kde nemůže být přívod vodíku odpojen, neměly by být požáry vodíku hašeny, pokud pokračuje únik vodíku, jelikož nebezpečí výbuchu je závažnější než požár sám o sobě. Během takovéhoho požáru musí být okolní zařízení, podle potřeby, ochlazována proudem vody nebo vodním postřikem.

Hořící vodík je téměř neviditelný a musí se k němu přistupovat obzvláště obezřetně. Pokud je nutné určit, kam až plameny dosahují, použijte tyč na kterou připevníte hořlavý materiál, jako je papír nebo látka.

Následující metodické pokyny by měly být použity pro formulaci postupů v nouzových situacích:

- Vyhlase poplach.
- Přivolejte pomoc a hasiče
- Pokud je možné a bezpečné uzavřít ventily, aby se odpojil přívod vodíku k místu požáru, odpojte je.
- Evakuujte všechny osoby z nebezpečného prostoru kromě těch, které jsou nezbytné pro řešení nouzové situace.
- Vždy přistupujte k ohni z návětrné strany.

12 Školení personálu

12.1 Personál

Veškerý personál, který je zapojený do provozu a /nebo údržby vodíkových stanic /systémů musí obdržet školení, které je vhodné pro práce, kterou provádí.

Takovíto pracovníci musí být vhodní pro povinnosti, které mají vykonávat, a musí přesvědčit své supervizory, že rozumí školení, která absolvovali a že jsou schopni podniknout příslušné činnosti v případě nouzové situace.

Personál by měl nosit vodivou obuv a oděv z nesyntetických materiálů, aby se zabránilo vytváření statické elektřiny.

12.2 Školení

Školení musí být vytvořeno tak, aby pokrývalo aspekty a potenciální nebezpečí, se kterými se konkrétní operátor může setkat.

Školení pro veškerý personál musí pokrývat, ale ne s omezením, následující témata:

- Potenciální nebezpečí spojená s vodíkem
- Bezpečnostní předpisy v provozovně
- Procedury pro případy nouzových situací
- Použití hasicích zařízení
- Použití ochranného oblečení/přístrojů včetně dýchacích přístrojů, v případě potřeby.

Kromě toho musí jedinci získat školení v činnostech, které provádí v rámci jejich zaměstnání.

Doporučuje se, aby bylo školení prováděno pomocí formálního systému a aby byly záznamy o provedených školení uchovány a také, pokud je možné, s určením výsledků takovýchto školení, aby mohlo být stanoveno, kde bude vyžadováno další školení.

13 Uvedení zařízení do provozu

Systém musí být zkontrolován kompetentní osobou, aby bylo verifikováno, že konstrukce a zařízení souhlasí s konstrukčními výkresy a plány a musí být o této kontrole vystavena zpráva. Zvláštní pozornost musí být věnována bezpečnostním/pojistným přetlakovým zařízením.

13.1 Testování

13.1.1 Tlaková zkouška

Musí být provedena tlaková zkouška v souladu s národními směrnici a směrnici společnosti. Přístroj pro indikování tlaku, který je vhodný pro tlakovou zkoušku, musí být instalován před prováděním zkoušky. Musí být přijata preventivní opatření, aby se zabránilo nadměrnému tlaku v systému během této zkoušky. Následně po tlakové zkoušce musí být systém/zařízení vypuštěn, kompletně vysušen a zkontrolován.

Kde je specifikována pneumatická zkouška, měl by být jako testovací médium použit suchý dusík. Tlak v systému musí být zvyšován postupně až na zkušební tlak. Jakékoli závady zjištěné během této zkoušky musí být napraveny schváleným způsobem.

Testování musí být opakováno do té doby, než budou výsledky uspokojivé.

Tlakové zkoušky musí být dosvědčeny odpovědnou osobou a příslušnými (vydanými a podepsanými) osvědčeními o zkoušce. Takováto osvědčení musí být uchována.

Přístroje, měřicí přístroje atd. nejsou normálně připevněny během tlakové zkoušky.

13.1.2 Zkouška metodou akustické emise (EAT)

V posledních letech některé evropské země mají povoleno nahradit tlakovou zkoušku pro střednětlaké zásobníky zkouškou, která se provádí metodou akustické emise, doprovázenou pneumatickou zkouškou se zkušebním tlakem mezi 1,1 až 1,2 násobkem normálního provozního tlaku zásobníku spolu s online monitorováním akustické emise nebo s akustickou zkouškou doprovázenou tlakovou zkouškou při zkušebním tlaku.

13.2 Čištění

Následně po tlakové zkoušce a před přivedením vodíku do některé části systému, musí být kyslík z takového systému vytěsněn.

Toho může být dosaženo vyprázdněním, čištěním (propláchnutím nebo natlakováním interním plynem, jako je dusík) a odvětráním. Potom musí následovat kontrola, aby bylo zajištěno, že obsah zbytkového kyslíku je nižší než 1%.

Procedura čištění by měla být připravena pro každé zařízení, přičemž musí být poskytnut individuální odkaz na ventily a zařízení, aby bylo zajištěno, že jsou všechny části systému bezpečné a připraveny na přívod vodíku.

13.3 Spuštění

Když jsou výše zmíněné procedury dokončeny s uspokojivými výsledky a poté, co byly zkontrolovány ovládací (kontrolní) prvky a bezpečnostní zařízení, je systém připraven na přívod vodíku v souladu s provozními pokyny.

Když je v systému vodík při provozním, musí být provedena další zkouška těsnosti na všech spojích, aby byla zajištěna jejich těsnost za provozních podmínek. Doporučuje se použít prostředky, které vytvářejí pěnu.

13.4 Provoz

Pro každý systém musí být připraveny podrobné provozní pokyny, které zahrnují všechny nezbytné technické informace ve srozumitelné formě (viz 6.3, 7.3, 8.3 a 9.3). Tyto pokyny musí být používány ve školicích programech a musí být dostupné relevantnímu provoznímu personálu.

Provozní personál musí nosit vhodný oděv (viz 10.6.2) a podle potřeby i ochrannou výbavu.

Tam, kde zařízení obsluhuje pouze jedna osoba v jakékoli části provozovny, musí být zajištěn způsob, jak přivolat pomoc v případě nouzové situace. To by mělo být podporováno pomocí systému kontrol.

14 Údržba a opravy

Systematický přístup pro údržbu vodíkových systémů je nezbytný k zajištění bezpečnosti a řádného provozu.

Opraváři a údržbáři by měly dodržovat normální technickou praxi spolu s dalšími preventivními opatřeními ve vztahu k nebezpečným zónám. Zvláštní pozornost musí být věnována zajištění, aby byl v systému adekvátně snížen tlak a aby byl vyčištěn (propláchnut plynem) předtím, než bude provedena jakákoli práce a aby bylo vystaveno povolení k práci (viz. 5.2).

Pro každý systém by měly být vytvořeny podrobné plány údržby, přičemž by měl být učiněn individuální odkaz na položky zařízení v systému. K tomu je možné využít následující metodické pokyny.

14.1 Dokumentace

Systém dokumentace by měl být nastaven tak, aby zahrnoval následující informace a při jeho vytváření by se měly vzít v potaz relevantní předpisy směrnice ATEX 199/92/EC (podívejte se také do IGC doc 134/05)

- Technologická schémata
- Dokumentace pro zásobníky
- Osvědčení o tlakových zkouškách
- Provozní pokyny
- Pokyny pro údržbu od výrobce zařízení
- Výkresy zařízení
- Výkresy potrubí (včetně jakýchkoli modifikací)
- Soupis materiálů
- Detaily o modifikacích a jejich schválení
- Seznam doporučených náhradních dílů

14.2 Záznamy

Musí být zajištěn vhodný systém pro zaznamenávání frekvence a rozsahu údržby a periodických zkoušek. Ten by měl zahrnovat způsob, pomocí kterého budou zaznamenány poruchová nebo podezřelá zařízení, aby bylo zajištěno, že jsou nápravná opatření prováděna správně a promptně.

Kde byly prováděny modifikace na jakékoli části systému nebo na individuálních položkách zařízení, takovéto modifikace musí být subjektem technického schválení a potvrzení, minimálně na původní standard a musí být adekvátním způsobem testovány.

Jakékoli provedené změny musí být kompletně zdokumentovány.

14.3 Plány údržby

Musí být zřízeny plány údržby, ve kterých budou rozeepsány údržbářské úkoly a frekvence jejich provádění. Plány musí zahrnovat následující klíčové položky:

- Pravidelná kontrola/tlaková zkouška zásobníků a potrubního systému
- Systémové kontroly těsnosti
- Kontrola funkčnosti bezpečnostního vypínacího systému
- Zkouška pojistných přetlakových zařízení
- Testování kontrolních a monitorovacích zařízení
- Kontrola filtrů
- Kontrola celistvosti elektrické instalace/uzemnění
- Pružné hadice (viz 14.4)

Navíc by mělo být v plánech zahrnuto:

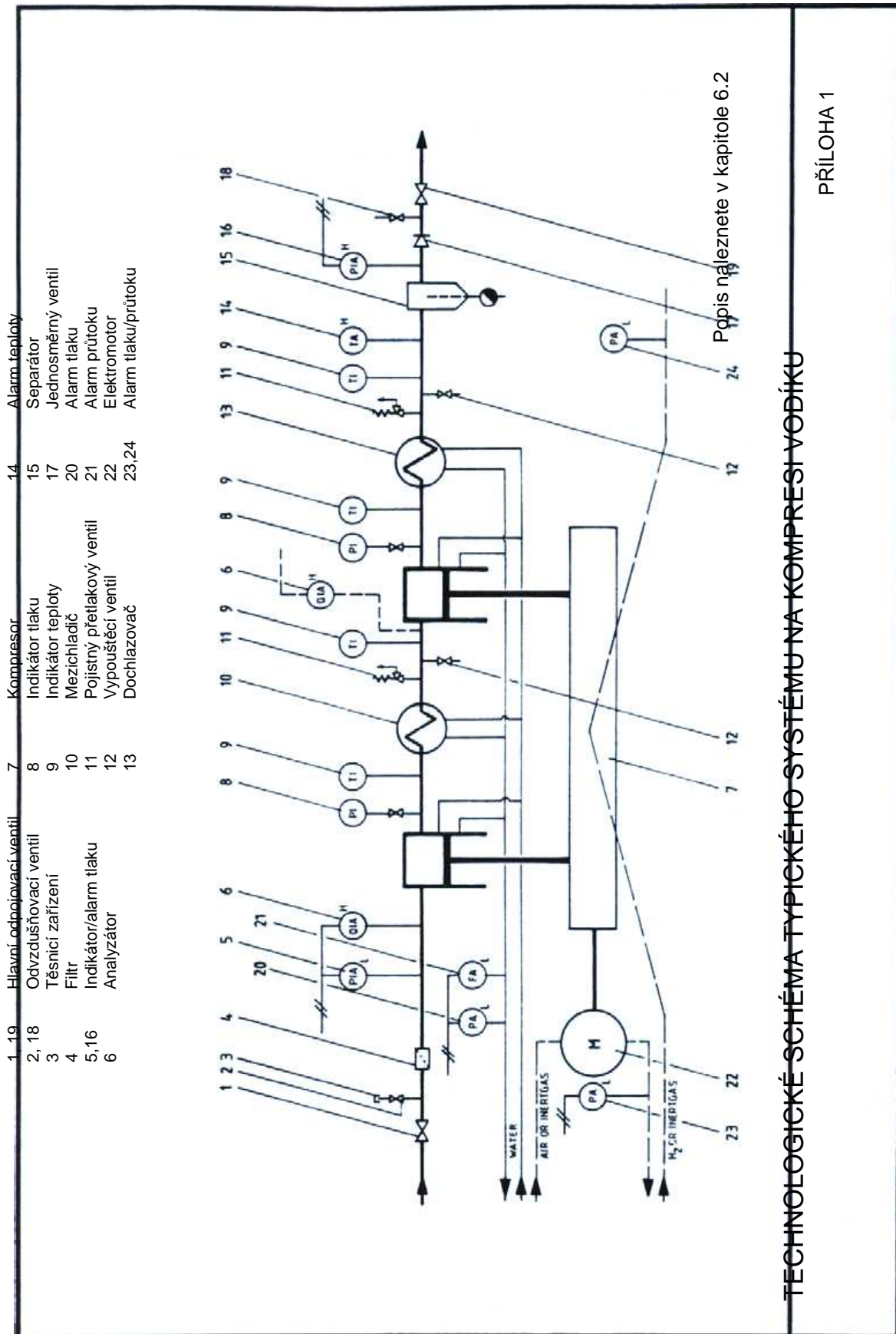
- Provedení nátěru
- Bezpečnostní nápisy
- Identifikace potrubí

14.4 Pružné hadice

Jelikož jsou pružné hadice považovány za zdroj potenciálního nebezpečí, jejich používání musí být věnována speciální pozornost.

Hadice musí být pravidelně kontrolovány. Pozornost musí být věnována celistvosti elektrické kontinuity, koncovým hlavicím a známkám fyzického poškození. Hadice musí být testovány a vyměňovány v pevných intervalech (podívejte se také do kapitoly 4.6).

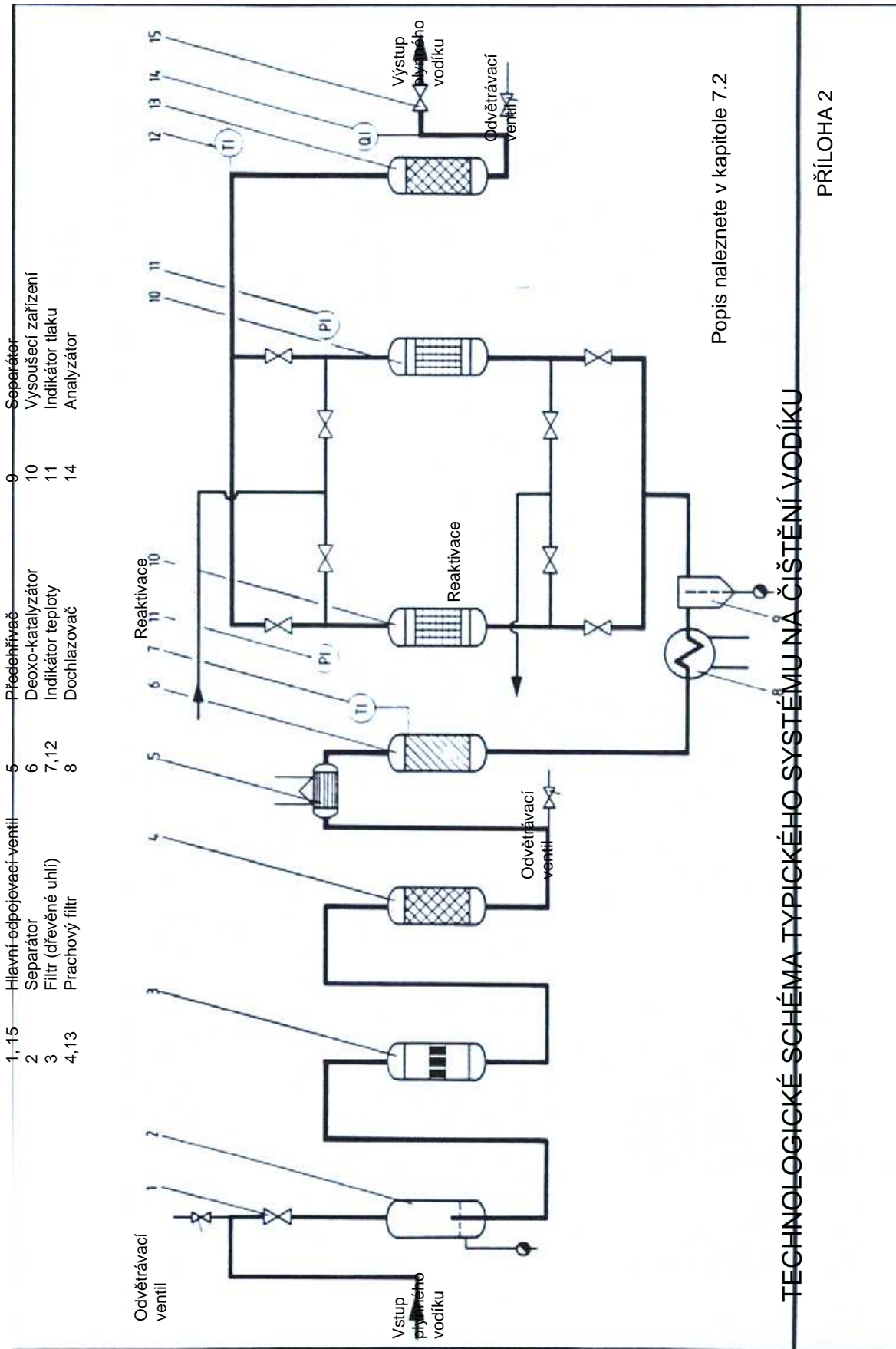
Příloha 1: Technologické schéma typického systému na kompresi vodíku



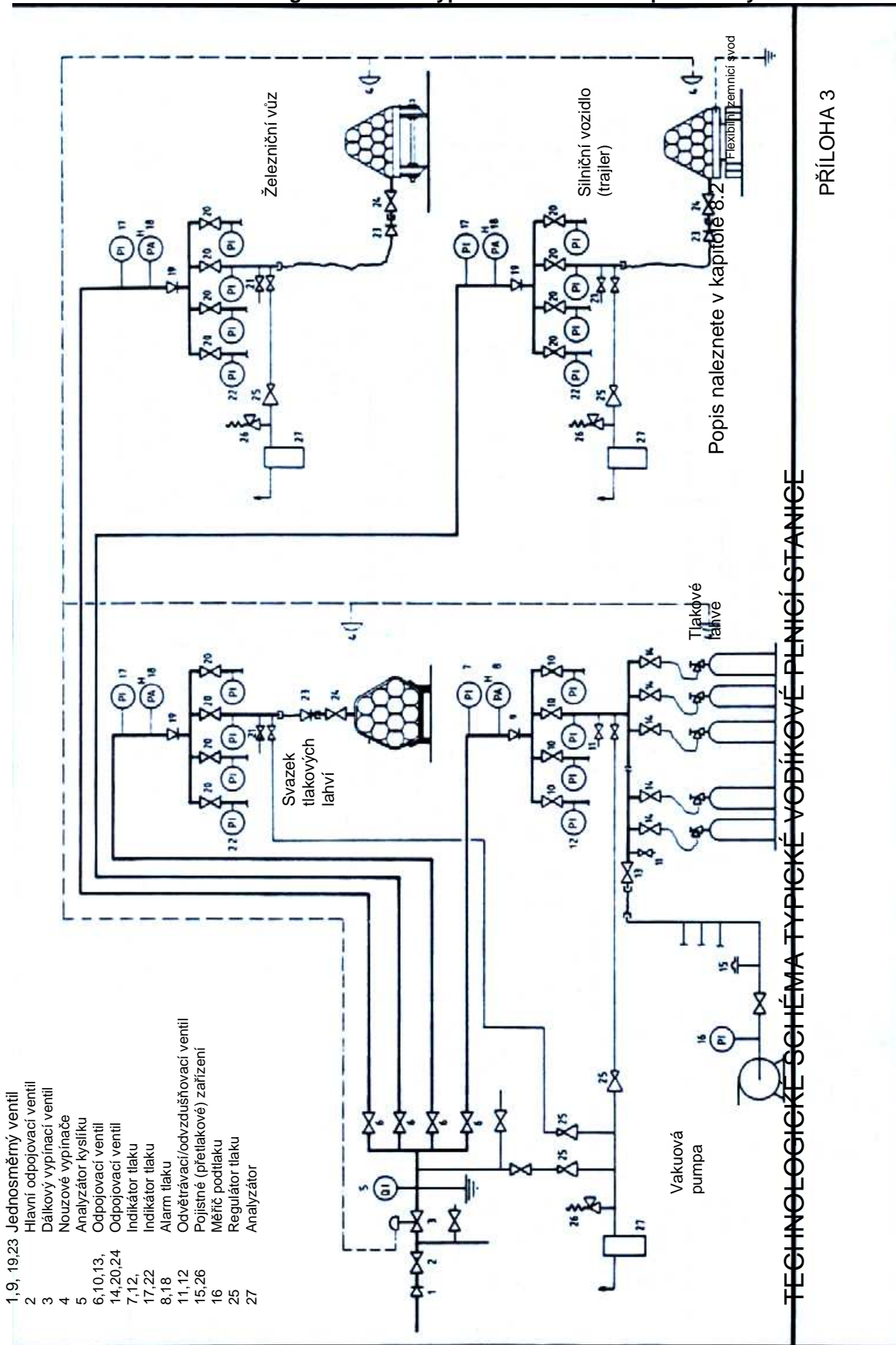
TECHNOLOGICKÉ SCHÉMA TYPICKÉHO SYSTÉMU NA KOMPRESI VODÍKU

PŘÍLOHA 1

Příloha 2: Technologické schéma typického systému na čištění vodíku



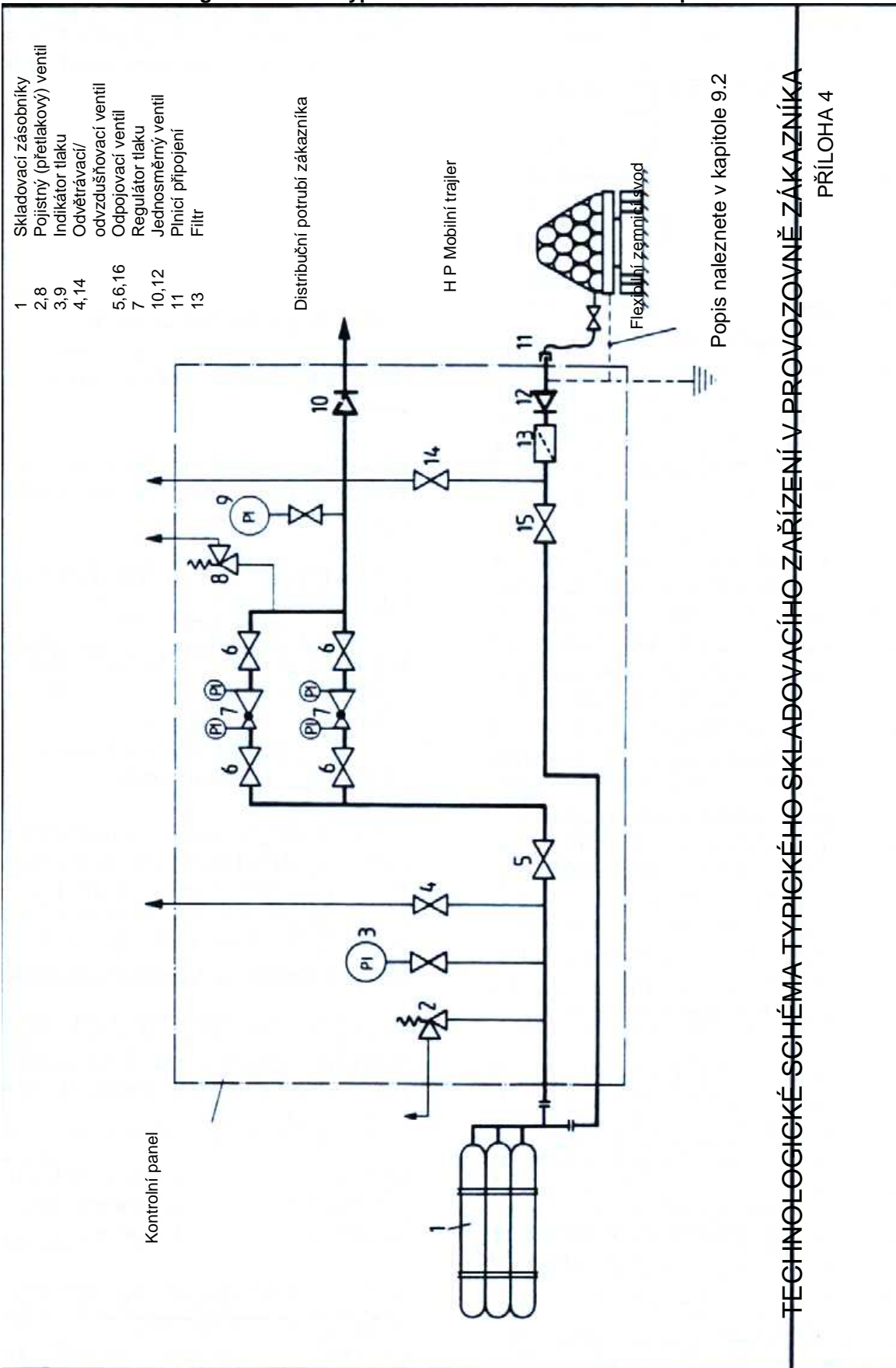
Příloha 3: Technologické schéma typického vodíkového plnicího systému



PŘÍLOHA 3

TECHNOLOGICKÉ SCHÉMA TYPICKÉ VODÍKOVÉ PLENICÍ STANICE

Příloha 4: Technologické schéma typického skladovacího zařízení v provozovně zákazníka



Příloha 5: Svařované skladovací zásobníky na plynný vodík

1 Úvod

Od doby roku 1980, kdy byl tento dokument poprvé publikován, byla zaznamenána provozní data a byl proveden adekvátní výzkum, které demonstrují, že za určitých podmínek může stlačený čistý vodík při teplotě okolního prostředí způsobit křehnutí svařovaných konstrukcí z uhlíkové oceli. Tato příloha tudíž poskytuje metodické pokyny pro minimalizaci efektů křehnutí při navrhování nových svařovaných skladovacích zásobníků a uvádí doporučení pro hodnocení bezpečnosti stávajících skladovacích zásobníků, když je přípustný tlak vyšší než 25 barů.

Dvěma nejdůležitějšími faktory křehnutí, které způsobuje vodík při teplotě okolního prostředí, jsou čistota vodíku a v menší míře také tlak vodíku.

Ohledně determinování kritické hodnoty pro znečištění kyslíkem se písemné materiály různí. Nicméně obecně se dá říci, že efekt křehnutí, které způsobuje vodík, je maximalizován, když je znečištění kyslíkem nižší než 10 ppm/V, ale snižuje se se vzrůstajícím znečištěním až do úrovně 200/300 ppm/V, kdy je zcela utlumen efekt takového křehnutí. Stejně jako u znečištění kyslíkem se názory různí také ohledně kritického tlaku. Obecně se dá říci, že pro uhlíkové oceli pod 10 barů, je účinnost vodíku na křehnutí při teplotě okolního prostředí minimální, zatímco při tlaku nad 25 barů má vodík vzrůstající účinnost.

Jsou tři možné mechanismy, které by mohly být odpovědné za vznik a rozšíření vad, který způsobují selhání svařovaných zásobníků na vodík:

- a. Přítomnost kritické povrchové vady, která vzešla od výrobce nebo z předešlého provozu. Takovéto vady se mohou později za asistence vodíku rozšířit v trhlínu při normálních cyklech plnění zásobníku.
- b. Vznik a rozšíření únavových prasklin za asistence vodíku, kvůli velmi vysokému dodatečnému místnímu namáhání.
- c. Použití materiálu a/nebo svarového kovu, jenž je vysoce náchylný ke křehnutí, které způsobuje vodík.

2 Metodické pokyny pro konstrukci skladovacích zásobníků na vodík

Zásobníky (nádoby) pro uskladnění vodíku musí být navrženy, vyrobeny a kontrolovány v souladu se známými směrnici, které se týkají tlakových zásobníků (nádob) a s následujícími požadavky:

2.1 Materiály

2.1.1 Skutečná mez průtažnosti (kluzu) materiálu nesmí být větší než 420 MPa.

2.1.2 Skutečná pevnost materiálu v tahu nesmí být větší než 630 MPa.

2.1.3 Materiál musí být v normalizovaném stavu.

2.1.4 Materiál musí mít specifické hodnoty pro tuhost při teplotě -20°C podle směrnic pro tlakový zásobník (nádobu).

2.1.5 Uhlíkový ekvivalent musí vyhovovat následující podmínce:

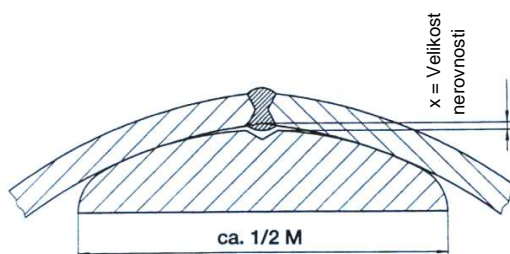
$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr + Mo + V)}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} < 0.45$$

2.2 Návrh a konstrukce

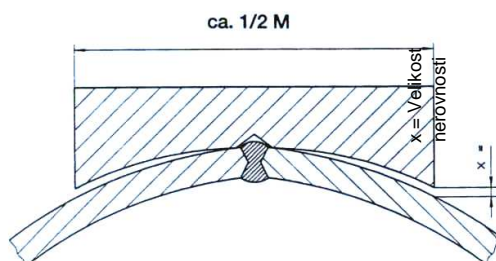
2.2.1 Na základě návrhu periodického režimu provozu musí být provedena analýza únavy materiálů. Tato analýza by měla zahrnovat účinky vodíku, které jsou uvedeny v literatuře.

2.2.2 Je nezbytné minimalizovat původce namáhání pomocí:

- Vhodného designu a vhodným umístěním trysek, montážních otvorů, podpěr a doplňků a výběrem vhodných svařovacích metod. Penetrační svary jsou preferovány.
- Musí být zajištěno, že budou mít svary jednotný profil, který je dobře spojen s povrchem svařovaného plátu a bez spodního zářezu nebo bez výztuhy.
- Během výroby je nutné se vyvarovat žlábků, poškrábání, brusných stop a zbytků po svařování. Maximální hloubka defektu nesmí přesahovat 5 % tloušťky stěny.
- Musí být použita technika válcování, která minimalizuje tvorbu nerovností (hrbolů). (Nerovnostmi je myšlena odchylka od ideálního kruhovitěho tvaru, která se objevuje u svaru kvůli nemožnosti válcovat kraj plátu. Přípustná nerovnost závisí na průměru zásobníku (nádoby), viz obrázek 1 a 2).



Obrázek 1 – vnitřní forma



Obrázek 2 – vnější forma

Pro běžně používané zásobníky s průměrem přibližně 3 metry musí být nerovnost maximálně 4 mm (*).

* 4 mm reprezentují hodnotu v AD-Merkblätter v Německu.

2.2.3 Všechny svary musí být podmíněny 100% nedestruktivním zkouškou.

2.2.4 Tvrdost svarů a tepelně ovlivněného pásma musí být nižší než 250 HV

2.2.5 Vnitřní a vnější povrch všech hlavních svarů by měl být připraven na standard, který je vhodný buď pro ultrazvukovou zkoušku nebo pro kontrolu magnetickými částicemi.

2.2.6 Zásobníky by měly být chráněny vhodnou ochranou proti přetlaku, která bude adekvátně nastavena pro všechny předvídatelné události včetně nekontrolovaného uvolnění plynu z plnicího trajleru. Jak poloha ochrany proti přetlaku s ohledem na zásobník tak velikost připojovacího vedení musí být vzaty v úvahu při navrhování ochranného systému.

3 Doporučení pro hodnocení stávajících skladovacích zásobníků na vodík

3.1 Pro každý zásobník v provozu proveďte následující kroky

3.1.1 Získejte následující technická provozní data, která jsou dostupná buď ze záznamů nebo odhadem:

- Technická data a údaje o materiálech podle národních směrnic nebo specifikací společnosti.
- Předchozí výsledky pravidelných zkoušek
- Historii periodické činnosti skladovacího zásobníku pro počet plnicích cyklů a velikost provozního tlakového rozmezí plynu.

3.1.2 Proveďte revizi konstrukce a obzvláště návrhu tlakového zásobníku, aby mohly být stanoveni původci namáhání.

3.1.3 S použitím údajů z literatury proveďte analýzu únavy materiálu, přičemž vezměte v potaz účinky vodíku, místní namáhání a kde je praktické i náchylnost materiálu ke křehnutí na základě tvrdosti.

3.1.4 Revidujte výsledky analýzy únavy materiálů spolu s technickými materiály a historickými údaji z provozu a rozhodněte, zda zásobník spadá do jedné z následujících kategorií.

- Zásobník se speciálními nálezy o abnormalitách, které byly zjištěny během pravidelných inspekcí v minulosti.
- Zásobník s velkým počtem plnicích cyklů a signifikantním tlakovým rozmezím plynu (větším než 60% maximálního provozního tlaku).
- Zásobník s nevhodnými charakteristikami designu, které způsobují nepřipustné místní namáhání, například příruby, montážní otvory ve válcové součásti, kompenzační vložky, další přivařené doplňky nebo výztuhy na tlakovém zásobníku.
- Zásobník, který nesplňuje požadavky na materiál podle kapitoly 2.
- Akumulované pracovní cykly jsou vyšší než polovina přípustných navržených cyklů, které vyplývají z analýzy únavy materiálu podle kapitoly 3.1.3.

3.1.5 U zásobníků, které spadají do kategorií, které jsou uvedeny v seznamu v kapitole 3.1.4 výše, proveďte nedestruktivní zkoušku hlavních svarů a také jakéhokoli jiného identifikovaného pochybného místa pomocí vhodné metody. Některé přípustné techniky nedestruktivních zkoušek jsou uvedeny v kapitole 4.3.

Změřte také odchylku geometrického tvaru v nejbližším okolí hlavních podélných svarů. Rozlišujte mezi oválnostmi a nerovnostmi (hrboly) a determinujte místní namáhání způsobené oběma typy odchylek (Poznámka 1)

Poznámka 1- V Německu bylo provedeno měření nerovností (hrbolů) na všech existujících zásobnících podle pokynů FAD. Podle převládajícího názoru v EIGA je to nezbytné, pouze pokud platí jedna z podmínek uvedených v kapitole 3.1.4.

3.1.6 V závislosti na analýze poruch a výsledcích nedestruktivních zkoušek může být rozhodnuto o dalším provozu skladovacího zásobníku na vodík.

- Bez jakýchkoli omezení
- S redukováným provozním tlakem nebo tlakovým rozmezím plynu
- Se sníženou periodou pro opakování testu
- Se sníženým počtem tlakových cyklů

- Zásobník není vhodný pro další provoz

4 Inspekce za provozu a cyklické monitorování

- 4.1 Jak je doporučeno v kapitole 4.3 střednětlaké skladovací zásobníky na vodík by měly být subjektem pravidelných inspekcí. Frekvence takovýchto inspekcí by měla být stanovena podle periodického režimu provozu zásobníků ve srovnání s navrženou cyklickou životností a požadavky pravidelných inspekcí národních regulačních orgánů.
- 4.2 Je doporučeno buď kontinuální nebo periodické cyklické monitorování střednětlakých zásobníků na vodík před a po jejich doplnění. Datum plnění by měl být zaznamenáno. Tyto informace by měly být revidovány kompetentní osobou, která následně může zhodnotit, zda předepsaná frekvence inspekce za provozu založená na předchozí historii provozu vyžaduje úpravu.
- 4.3 Minimálně by měla inspekce za provozu zahrnovat 100% NDT (nedestruktivní zkoušku) všech hlavních švů svaru pomocí vhodné metody, která je schopná zajistit, že budou detekovány všechny malé vnitřní povrchové vady (trhliny), které jsou typicky 3 mm dlouhé a 1 mm hluboké. Takovýmito metodami jsou:
- a) Vnitřní kontrola magnetickými částicemi. (Nejlépe mokrou fluorescenční technikou).
 - b) Detekce závad pomocí ultrazvuku buď z vnitřní nebo z vnější strany zásobníku. Mělo by být uvedeno, že stav vnitřního povrchu svaru velmi ovlivňuje účelnost provádění detekce trhlín pomocí ultrazvuku z vnější strany zásobníku.
 - c) Tlakové zkoušky ve spojení s akustickou emisí. Všechny místní akustické aktivity budou vyžadovat hodnocení pomocí (a) nebo (b) výše.
- 4.4 Termín šev svaru zahrnuje šev svaru plus ovlivněnou oblast. Typicky je tento pás široký 50 mm.