

3. Bezpečnostné predpisy

Táto prevádzková príručka poskytuje doporečenie na bezpečnú prevádzku ASU. S pomocou tohto dokumentu je manažér zodpovedajúci za inštaláciu vydať prevádzkové inštrukcie, ktoré sú pre operátorov záväzné. Tieto prevádzkové inštrukcie by mali, okrem iných položiek, obsahovať :



- Zoznamy s podrobnosťami o intervaloch inšpekcie bezpečnostných ventilov.
- Inštrukcie ohľadne abnormálnych prevádzkových podmienkach a zlyhaniach.

Počas prevádzky zariadení na rozklad vzduchu, je nevyhnutné nasledovať miestne platné bezpečnostné predpisy a prediá na prevenciu nehôd!

To isté platí pre uskladnenie, prepravu a ďalšie zaobchádzanie s produktami získanými zo zariadenia na rozklad vzduchu.

Pravidlá prevencie nehôd a návody na prevádzku zariadení na rozklad vzduchu a zvlášť zaobchádzanie s dusíkom sú publikované obchodnými združeniami alebo inými inštitúciami.

Personál zamestnaný v podniku, predtým začatím práce v tomto podniku, musí byť po prvý-krát a následne v pravidelných intervaloch poučený ohľadne nasledovného:

- prevádzkové inštrukcie vrátane inštrukcií týkajúcich sa opravy a údržby
- zvlášťne riziká obsiahnuté v zaobchádzaní s plynmi a kvapalinami zariadenia
- bezpečnostné predpisy
- dostupné bezpečnostné vybavenie
- opatrenia, ktoré je potrebné urobiť v prípade nehôd a zlyhania

Akokoľvek pokryté témy a čas takýchto inštrukcií je nevyhnutné písomne zaznamenať a potvrdiť podpismi osôb, ktoré boli poučené!

ďalšie informácie týkajúce sa školenia bezpečnosti a prevádzky je možné nájsť v príslušných publikáciách EIGA ako (viď tiež prílohy):

- IIGC Dok 33/97/E "Čistenie Zariadenia pre Kyslíkovú Službu"
- IIGC Dok 23/00/E "Bezpečnostné Školenie Zamestnancov"
- IIGC Dok 04/00/E "Riziká Požiaru u Kyslíka a Otvzdušia Obohateného Kyslíkom"
- IIGC Dok 11/82 "Zbierka Uplatňovania do Praxe pre Návrh a Prevádzku Konfigurálnych Čerpadel Kvapalného Kyslíka"
- IIGC Dok 44/00/E " Riziká Inertných Plynov"
- IIGC Dok 40/90/E "Systémy Pracovného Povolenia"
- IIGC Dok 65/99/E "Bezpečná Prevádzka Reboilerov/Kondenzátorov v ASU"

Prevádzkové a bezpečnostné inštrukcie je nevyhnutné držať na kedykoľvek dostupnom mieste pre personál a na vhodných miestach pracovnej časti.

Nasledovné poznámky a odporúčania je navyhnutné dodržiavať na vylúčenie a/alebo minimalizovanie možného nebezpečenstva z prevádzkovania zariadení na rozklad vzduchu a zo zaobchádzania s generovanými produktami.

Tieto poznámky a odporúčania však nechcú byť úplné.

Vyžaduje sa dodržiavanie ďalších bezpečnostných opatrení, ktoré sú vhodné na mieste inštalácie.

3.1. Všeobecná charakteristika vzduchu a jeho zložiek

Zložky vzduchu: pribl. 20,95 % kyslíka
 pribl. 78,12 % dusíka
 pribl. 0,93 % argónu
 zvyšok: vzácne plyny a nečistoty (napr. H₂O, CO₂, uhľovodíky)

Bod varu: -194,2°C (pri 1.013 bar(a))

Vzduch je možné separovať – rozložiť na jeho zložky pomocou rektifikácie



Ako výsledok chladu, priame pôsobenie kvapalného vzduchu na ľudskú pokožku vedie k poškodeniu tkaniva, ktoré je veľmi podobné popáleniu. Ak zostane kvapalný vzduch stáť v otvorenej nádobe dlhší čas, obsah kyslíka v kvapaline sa zvýši následkom vyparenia oveľa viac prchkého dusíka. To znamená, že kvapalina, čím ďalej tým viac, preberá vlastnosti kvapalného kyslíka.

3.1.1. Nečistoty vzduchu

Kyslík môže regovať so širokou paletou materiálov. Preto musí byť vyrábaný, skladovaný a používaný v zariadení, ktoré je bez akejkoľvek kontaminácie. Kde nie je možné nečistoty úplne eliminovať, rozumný návrh a bezpečné prevádzkové návyky ich dokážu ovládať v rámci prípustných hraníc. Pre ďalšie informácie týkajúce sa tejto témy sa operátorovi odporúča obrátiť sa na príslušné dokumenty EIGA/CGA.

Nečistoty je možné priviesť do zariadenia na rozklad vzduchu prívodom prúdu vzduchu, poruchou zariadenia, alebo neúmyselne počas údržby alebo konštrukcie.

Nečistoty Nachádzajúce sa vo Vzduchu

Čiastočkový materiál sa z prívodu prúdu vzduchu obyčajne odstraňuje filtrami na sacej strane hlavného vzduchového kompresora. Najviac znepokojujúce nečistoty sú tie, ktoré horľavé ako atmosferické uhľovodíky, z ktorých môžu niektoré preniknúť do častí procesu bohatých na kyslík. Acetylén je zvlášť znepokojujúci kvôli svojej pomerne nízkej rozpustnosti a vysokej reaktivite v kvapalnom kyslíku. Čo sa týka bezpečnosti zariadenia, je ďalej znepokojujúci aj oxid dusný.

Regulácia Nečistôt

Prevažnú časť nečistôt je možné bezpečne odstrániť spolu s kysličníkom uhličitým CO₂ a vodnou parou H₂O v adsorberi molekulárneho sita. Len ľahké uhľovodíky ako metán CH₄ a etán C₂H₆ preniknú do coldboxu (ak sú koncentrácie vo vzduchu dosť vysoké, etylén vstupuje tiež).

Oxid dusný N₂O sa odstráni len čiastočne. Odčerpanie dostatočného množstva kvapalného kyslíka z dna nízkotlakovej kolóny zaistí, že zvyškové hladiny uhľovodíka a N₂O zostanú na bezpečnej úrovni pri súvislej prevádzke.

Molekulárne sito

Predpísané časy prevádzkových cyklov, tlaky vzduchu a regeneračného plynu, teploty a toky – so zvláštnou pozornosťou na teploty vstupu vzduchu – je potrebné udržiavať v rámci ohraničenia špecifikovaného v kapitole 2 v tejto príručke. Ak sa zariadenie zastaví, ventily vstupu coldboxu sa musia pevne zatvoriť, aby sa predišlo postupu desorbovaných zložiek ďalej do zariadenia. V smere prúdu aparátu molekulárneho sita je nainštalovaný analyzátor CO₂ na monitorovanie výkonu aparátu. Operátor musí začať okamžite do regeneračného lôžka, v prípade že sa zistí obsah CO₂ väčší než 1ppm. Ak druhé lôžko nie je dostatočne regenerované, ASU sa musí odstaviť, aby sa predišlo prieniku uhľovodíkov do coldboxu.



Zväštnu pozornosť je nutné venovať tomu, aby sa predišlo znižovaniu tlaku molekulárneho sita v smere nahor po a počas odstavenia zariadenia. Ak je nevyhnutné tlak v molekulárných sitách znížiť, vždy sa uistite, že je plyn ventilovaný horeprúdom nádoby molekulárneho sita. Nikdy nedovoľte, aby sa ventil pri znižovaní tlaku otvoril protiprúdom v nádobe/smerom dole. Ak sa tlak v nádobe znižuje a plyn tečúci nahor, vodná para z aktivovanej hnilíkovej vrstvy v dolnej časti nádoby by sa desorbovala a posunula smerom nahor, kde by vo vrchnej časti nádoby znečistila molekulárne sito. Ak sa vodnej pare podarí preniknúť do časti molekulárneho sita nádoby, tak to vážne a natrvalo obmedzí jeho schopnosť adsorbovať uhľovodíky.

Reboilery a Kondenzátory

Hlavný kondenzátor v nízkotlakovej kolóne zhutňuje vzduch alebo dusík proti kvapalnému kyslíku. Pokles úrovne kvapaliny v reboileri pod úroveň, kedy sa objaví "thermosiphon" efekt, môže koncentrovať uhľovodíkové nečistoty na nebezpečnú úroveň. V tomto prípade, sa môže objaviť suché odparovanie, ktoré má miestami za následok ukladanie sa pevných uhľovodíkov na povrchu výmenníka. Preto musí byť kondenzátor prevádzkovaný pri predpísanej úrovni, aby sa udržiavalo úplné zvlhčovanie vrchnej povrchu. Na jeho dosiahnutie musí byť kondenzátor v LP kolóne prevádzkovaný v 100% ponorení.

Ten istý princíp sa vzťahuje na kondenzátor kolóny surového argónu a kondenzátor čistého argónu. Tu sa tiež vyžaduje 100% ponorenie.

Požiadavka prevádzky kondenzátorov/reboilerov pri predpísanom ponore sa nesmie poplieť s vzdialenosťou medzi úrovňovými poschodiami. Kontrolný systém ukazuje ponor, t.j. pomernú úroveň v porovnaní s geometrickou dĺžkou kondenzátora. Preto môže udávaná úroveň prekročiť rozsah 0-100%.

Acetylén kvôli svojej nízkej rozpustnosti v kvapalnom kyslíku predstavuje zvláštny problém. Keď jeho koncentrácia presiahne hranicu rozpustnosti, pevný acetylén sa môže sústrediť na povrchu kvapaliny alebo na stenách priechodov reboilera, kde vytvára vysoké miestne koncentrácie schopné výbuchu. Prítomnosť acetylénu v kvapalnom kyslíku, ak sa zistí, sa vyžaduje okamžité preskúmanie a nápravný krok. Je potrebné skontrolovať, či sa môže vyššia koncentrácia uhľovodíkov dostať do vstupu vzduchového kompresora. V zásade, čistiaci tok sa musí zvýšiť, ak je vzduch silne znečistený, môže byť dokonca potrebné odpojiť celé zariadenie na separáciu vzduchu. Toto je napr. prípad prieniku CO₂.

Čistenie

Na predchádzanie neželaného nahromadenia koncentrácií uhľovodíkov v nádobách alebo odtokovom potrubí, je nevyhnutné vykonávať súvislé kvapalné čistenie a/alebo odkalovanie/prefúknuťie odtokového ventilu ako je predpísané v prevádzkových predpisoch zariadenia. Kondenzátor surového argónu sa musí čistiť pravidelne. Automatický čistiaci ventil musí byť vždy otvorený, aby očistil kvapaliny a udržiaval nečisté koncentrácie pod požadovanou úrovňou. Nádoba sa analyzuje na zistenie prítomnosti uhľovodíkov, čím s bezprostredne ukáže nedostatočné čistenie.

Nasledovné odporúčania je nevyhnutné dodržiavať, aby sa predišlo nebezpečenstvu:

- Zariadenie je nevyhnutné zahrievať každé 3 roky. The plant has to be warmed up every 3 years. Všetky pevné usadeniny uhľovodíkov, H_2O , CO_2 alebo N_2O , ktoré sa môžu zadržať v potrubí, zakončení potrubia alebo na rebrách výmenníka tepla, sa tak rozpustia a vyparia. Ak sa úroveň kvapaliny v reboileroch neudržiavajú na alebo nad požadovanou hodnotou, intenzita recirkulácie v reboileri sa zníži a môže sa objaviť suché odparovanie, ktoré zase môže viesť k utváraniu sedimentov. Tieto sedimenty sa môžu prilepiť na rebrá na strane kúpeľa v reboileri a napokon zapchať priechody vedúc tak k dostatočnému nahromadeniu, ktoré by podporovalo výbuch celého bloku. Zvlášť N_2O , ktorý nie je celkom adsorbovaný v aparáte molekulárneho síta, môže upchať rebrá reboilerov. Preto je nevyhnutné nasledovať tieto direktívy, ktoré sa vzťahujú na všetky kondenzátory/reboilery:
- Ak počas bežnej prevádzky alebo zmeny zaťaženia zariadenia klesne hladina pod 30% bežnej prevádzkovej úrovne na 60 minút alebo dlhšie, všetky zvyšné kvapaliny je potrebné odvieť.
- Ak počas periódy jedného alebo dvoch dní pozastavenia za studena sa úroveň kvapaliny zníži na 80% alebo pod svoju bežnú hladinu, je nevyhnutné buď pridať kvapalinu vstreknutím kvapalného dusíka, alebo je nevyhnutné všetky kvapaliny zo zariadenia odvieť.
- Pre spúšťanie za studena po krátkom odstavení, obvykle po dobu 8 hodín po odstavení, zariadenie bude mať počas znovuspustenia dostatočnú kvapalinu na udržanie hladín v reboileroch. Udržiavajte hladinu kvapaliny pod kontrolou a pri úrovni najmenej 80 % bežnej hodnoty ponoru. Navráťte úroveň ponoru na bežnú prevádzkovú úroveň čo najskôr. V toto štádiu sa odporúča, ak je to nevyhnutné, vstreknutie kvapaliny. Na krátku dobu je povolený dočasný pokles úrovne ponoru na 50 %. Ak nie je k dispozícii vstreknutie kvapaliny, je potrebné zvážiť iné procesné kroky (napr. redukcia vzduchu vstupujúceho do procesu).
- Pre spúšťanie za studena po dlhom odstavení, ak klesne kvapalina v reboileri pod 80% bežnej prevádzkovej úrovne, je potrebné odvieť kvapalinu z reboilera pred znovuspustením. Všetky ukončenia kde by sa mohla zadržať kvapalina sa majú periodicky čistiť.
- Počas spúšťania zo stavu so značne nižšou hladinou ponoru ako je bežné, je dôležité v prvom rade obnoviť túto úroveň pred získaním čistého kyslíka.

Pri porušení jedného z horeuvedených kritérií je potrebné kontaktovať výrobcu alebo sa musí daná časť zariadenia rozmraziť.

Sledovanie Nečistôt

Väčšina uhľovodíkov vstupujúcich do zariadenia sa odstráni molekulárnym sitom okrem metánu a etánu, ktoré nie sú ľahko adsorbované. Molekulárne sito adsorbuje nečistoty v určitom poradí. Preto analyzátor CO₂ je inštalovaný na sledovanie obsahu CO₂ vstupujúceho do procesu studenej separácie. Voda, propylén a acetylén sa adsorbujú predtým ako CO₂ prenikne molekulárnym sitom. Tie uhľovodíky, ktoré môžu vstúpiť do kyslíkového reboilera sú ľahko rozpustné v kvapalnej kyslíku. Je možné periodicky kontrolovať vzorky prúdu vzduchu na strane molekulárneho sita doleprúdom, kvôli náznakom zvyšujúcej sa uhľovodíkovej kontaminácie, zvlášť keď je známe, že úrovne atmosferického znečistenia sú vysoké. Kondenzátor surového argónu, dno LP kolóny a kondenzátor čistého argónu majú byť pravidelne kontrolované s použitím analyzátoru C_nH_m, ktorý ukazuje obsah uhľovodíkov. V súlade s EIGA IGC Doc 65/99/E, uhľovodíkový obsah musí byť pod nasledovnými hodnotami:

Zložka		Maximálna Dovolená Koncentrácia (vppm)
Metán	CH ₄	500
Acetylén	C ₂ H ₂	0.5
Etylén	C ₂ H ₄	200
Etán	C ₂ H ₆	250
Propylén	C ₃ H ₆	35
Propán	C ₃ H ₈	100
C4 uhľovodíky		5
Úplné uhľovodíky (THC ako CH ₄)		500
Oxid uhličitý	CO ₂	4
Oxid dusný	N ₂ O	100

Znečistenia zavedené počas údržby

Údržba, ktorá vyžaduje otvorenie procesného systému môže náhodne spôsobiť vznik nečistôt alebo nevhodných materiálov. Počas údržby sa vyžaduje mimoriadna pozornosť a to použitím riadnych materiálov a častí a vhodným čistením všetkých nových systémov, častí a komponentov.v.

3.2. Ochranné opatrenia

Nasledovné ochranné opatrenia musia byť prísne dodržiavané v priestoroch zariadenia na rozklad vzduchu a skladovacieho zariadenia, pri preprave a ďalšom spracovaní produktov:

3.2.1. Nebezpečenstvo ohňa a explózie

1. Zákaz fajčenia otvoreného ohňa. Práca s ohňom, ako zváranie, brúsenie, atď. je zakázaná ako všeobecné pravidlo.

Zväštna pozornosť musí byť venovaná predchádzaniu mimovoľným zdrojom zapalovania.

V prípade nevyhnutného servisu, opráv alebo úprav, je nevyhnutné sa uistiť, že vo vzduchu, vnútri a mimo častí zariadení nie je žiadna neprípustná koncentrácia kyslíka, a že takáto koncentrácia sa nevyskytne počas práce. Práca tohto druhu musí byť vykonaná jedine za bezpečnostných opatrení predpísaných v pracovných povoleniach a pod dozorom zodpovednej osoby.

2. Mimoriadna pozornosť musí byť venovaná predchádzaniu mimovoľným zdrojom zapalovania.

Aby sa predišlo mimovoľnému iskreniu, nie je dovolené používať obuv s kovovými klincami alebo kovaním.

Vhodný výber materiálov má zamedziť elektrostatickému nabíjaniu oblečenia a obuvi.

3. Všetky časti, ktoré prichádzajú do styku s kyslíkom musia byť vyčistené na manipuláciu s kyslíkom a čisté do tej miery ako je to technicky možné, aby sa predišlo riziku zapálenia.

Časti musia byť z:

- Voľné časti alebo časti, ktoré môžu byť uvoľnené pri prevádzke, ako hrdza, zvyšky po zváraní, výbušné materiály, olej, masť a rozpúšťadlá ako aj iné cudzie látky a častice ako baliaci materiál, anti-korozíva a strojové úlomky.

Je nevyhnutné vyhýbať sa kontaktu s olejovými látkami a masťami prstami. Zdrojom nebezpečenstva sa môže stať aj kozmetika obsahujúca masť. Nesmie sa nosiť oblečenie znečistené olejom alebo masťou.

Poznámky týkajúce sa metód čistenia sa nachádzajú v kapitole 3.4.

4. Skladovanie horľavých materiálov v prostredí stroja je zakázané, s výnimkou paliva a maziva potrebných na prevádzku stroja.
5. Je nevyhnutné vyhýbať sa nasiaknutiu vzduchu kyslíkom. V prípade, že sa takéto sa nasiaknutie vyskytne, tieto oblasti musia byť vyznačené a vydané pokyny pre zvýšnú prevenciu. Musí byť zaistené vhodné vetranie takýchto oblastí.

Pred kontrolou nádob a potrubia s kyslíkom, musia byť tieto vhodne vyčistené suchým vzduchom bez obsahu oleja. Musia byť vykonané kontrolné rozborové na preukázanie neprítomnosti zvýšenej koncentrácie kyslíka. Na čistenie môže byť okrem vzduchu použitý aj suchý dusík bez obsahu oleja, ak je zaistené, že koncentrácia dusíka bola odstránená pred kontrolou čistených preistorov (pozri kapitolu 3.2.2, ktorá sa týka nebezpečenstva udusenía).

6. Je potrebné predchádzať pobytu v oblastiach so zvýšenou koncentráciou kyslíka. Osoby, ktoré sa zdržiavali v prostredí bohatom na kyslík, musia s istotou predpokladať, že ich oblečenie je nasiaknuté kyslíkom. Ich oblečenie preto musí byť okamžite dôkladne vyvetrané.
7. Zariadenia na vypýnanie kyslíka musia byť otvárané a zatvárané pomaly no plynule. Je potrebné predchádzať trhovej manipulácii so zariadením.
8. V strojoch vybavených molekulárnym sieťovým pohlcovačom na čistenie spracovávaného vzduchu, acetylén a niektoré iné uhľovodíky musia byť úplne odstránené predtým ako vzduch vstúpi do kryogenické časti. Preto možno upustiť od meraní obsahu acetylénu v kvapalnom kyslíku. Za účelom získania ostatných uhľovodíkov, ktoré neboli úplne odstránené, najmenej 0,15% vzduchu spracovávaného destilačným systémom musí byť odstránených z boileru LOX ako tekutý kyslík alebo kvapalina obohatená kyslíkom. Ak je

obsah uhlíkovdika v prostredí vyšší ako obyčajne, čistiacie množstvo musí byť zvýšené. Množstvo je dostatočné, ak je plnenie a obnova molekulárneho sita vykonávaná podľa prevádzkových pokynov a spracovanie je bez problémov. Možnosti kontroly pozostávajú z monitorovania prevádzkových a obnovovaných teplôt a v prípade analyzátora CO₂ je to imonitorovanie obsahu CO₂ vo vyčistenom spracovávanom vzduchu. Na konci absorbného cyklu by obsah CO₂ nemal prekročiť 1 ppm.

V prípade neobyčajne vysokej koncentrácie uhlíkovdika v spracovávanom vzduchu, napr. pri uvoľnení zemného plynu, musia byť vykonané mimoriadne opatrenia – zvýšenie objemu uvoľnenej kvapaliny, podľa možnosti odmeranie obsahu uhlíkovdika. V prípade extrémnych podmienok musí byť stroj vypnutý.

9. Mazivá

Ak sú na strojoch (kompresory, čerpadlá, atď.) použité mazivá, musia byť dodržané mimoriadne pokyny výrobcov.

Mazivá je dovolené použiť na vetily a iné časti prístroja iba v prípade, že boli testované uznávaným testovacím ústavom a výsledkom, že sú vhodné na použitie pri dodržaní prevádzkových podmienok týkajúcich sa bezpečnosti. Mazivá by mali byť vylúčené.

3.2.2. Nebezpečenstvo zadusenía

Je nevyhnutné predchádzať obohateniu vzduchu dusíkom alebo plynmi s podobným efektom. V prípade, že k takémuto obohateniu dôjde alebo môže dôjsť, je nevyhnutné takéto priestory označiť a musia byť vydané pokyny pre dodržiavanie zvýšených bezpečnostných opatrení. Vstup do týchto miestností nie je povolený bez dýchacieho prístroja.

Personálu nie je dovolené zdržiavať sa alebo pracovať v priestoroch so zvýšenou koncentráciou dusíka alebo v priestoroch kde sa takáto koncentrácia môže vyskytnúť.

Ak je nevyhnutné vykonať prácu v týchto priestoroch, uistite sa že sa tam nevyskytuje a nemôže sa vyskytnúť zvýšená koncentrácia dusíka.

Pred vstupom do miestností a nádob s rizikom prítomnosti dusíka, je nevyhnutné vykonať kontrolné rozboru na preukázanie neprítomnosti nebezpečenstva zvýšeného dusíka.

Prácu je povolené vykonávať jedine pri bezpečnostných opatreniach predpísaných v pracovných povoleniach a pod kontrolou zodpovednej osoby.



Dusík je možné použiť ako prístrojový plyn. Preto je v tomto prípade nevyhnutné dávať pozor na oblasti kde použitie prístrojového plynu môže viesť k zvýšeným koncentráciám dusíka v tomto prípade.

Molekulárne sito tiež absorbuje dusík. Preto sa musí s nádobami zaobchádzať ako s oblasťami so zvýšenou koncentráciou dusíka.

3.2.3. Nebezpečenstvo chladu

1. Pri práci s kryogenickými kvapalinami, je nevyhnutné vhodné oblečenie (rukavice, okuliare, tesne tkané oblečenie, nohavice pokrývajúce) na ochranu pred kontaktom s kvapalinou.
2. Výsledkom vyparovania kvapaliny, vzduch je nasiaknutý prostriedkom na vyparovanie.
3. Pred vstupom do kryogenických častí je potrebné získať pracovné povolenie. Daná oblasť musí byť zahriata na izbovú teplotu. Pozornosť je venovaná potencionálne zvýšeným koncentráciám kyslíka a dusíka.



Počas odstraňovania kryogenických kvapalín do odparovača osoby môžu prísť do styku s plynom alebo kvapalinou nízkej teploty. Bezpečná manipulácia musí byť zaistená a vetranie sledované v každom čase.

3.3. Ochranné zariadenie

3.3.1. Budovy a priestory strojov

- Únikové cesty z miestností a priestorov strojov v primeranom počte ako aj prístupové cesty pre vozidlá požiarneho útvaru musia byť označené a udržiavané priechodné v každom čase
- Miestnosti, v ktorých spracovávané plyny môžu unikať pri bežných prevádzkových podmienkach, musia byť vetrané aby žiadne neprijateľné koncentrácie dusíka a kyslíka nemohli uniknúť do vzduchu miestnosti. V prípade nevhodnej prirodzenej ventilácie sa vyžaduje vynútená ventilácia ventilátormi alebo podobným zariadením.
- Mimoriadna pozornosť musí byť venovaná ventilácii pivní, jám a kanálov.
- V priestoroch s možným vytekaním tekutého kyslíka musí byť podlaha z nehorľavého materiálu (napr. Žiaden dechtový makadam, drevo, atď.). Podlaha by mala byť bez spojov a pórov.
- Je nevyhnutné predchádzať vypúšťaniu kvapalín s nízkou teplotou do odpadového systému alebo káblových jám (napr. vodným tesnením).

3.3.2. Zariadenie na ochranu pred ohňom

Je nutné nasledovať mimoriadne a oficiálne predpisy.

Najlepšie prenosné CO₂ hasiace prístroje v primeranom počte musia byť inštalované v kontrolnej miestnosti, v miestnostiach určených na rozbery a v miestnostiach s vypínacím zariadením. Tieto musia byť ľahko dostupné. Prenosné práškové a ručné hasiace prístroje musia byť k dispozícii v blízkosti strojov.

Detektory dymu a hasiace hadice musia byť nainštalované.

3.3.3. Zariadenie zabraňujúce pretlaku

Všetky nádoby a potrubné systémy, ktoré sú pod tlakom alebo v ktorých môže narastať tlak sú vybavené ochranou proti pretlaku (bezpečnostné vetily)

Zariadenie zabraňujúce pretlaku musí byť udržiavané použiteľnom stave v každom čase. Správne tlakové nastavenie bezpečnostných ventilov musí byť skontrolované a prispôbené požiadavkám v pravidelných intervaloch písomnou formou.

3.3.4. Spol'ahlivé fungovanie ochranného vybavenia

Každé ochranné vybavenie musí byť prevádzkyschopné v každom čase. Alarm a bezpečnostné zariadenia musia byť pravidelne kontrolované. Požaduje sa dokumentácia tejto činnosti.

3.4. Metódy čistenia a čistiace prostriedky

Je možné aplikovať vhodné čistenie podľa rôznych metód. Metódy čistenia sa musia zhodovať s čistenými časťami prístroja, tzn. predmetom aplikácie, druhom a veľkosťou, ako aj druhom znečistenia.

3.4.1. Príklady metód čistenia

Ponáranie, preplachovanie, umývanie, sprejovanie alebo utieranie nebavlnenou handrou s rozpúšťadlami.

Aplikovať na odstránenie olejových a tukových nečistôt.

Pri výbere čistiacich prostriedkov sa musí dbať na a dodržiavať zákonné nariadenia (napr. ohľadne použitia CFC) ako aj návod dodávateľa a bezpečnostné predpisy.

Obyčajný tri chlorid etylén ($\text{CHCl}=\text{CCl}_2$) nesmie byť použitý na čistenie hliníka a ľahkých kovov s obsahom hliníka, pretože môže dôjsť k výbušnej reakcii.



Uistite sa, že z čisteného prístroja boli odstránené všetky nečistoty a zvyšky čistiacich prostriedkov do tej miery, pokiaľ je to len technicky možné.

V závislosti od čistiaceho prostriedku a aplikácie, zvyšky je možné odstrániť, napr.

- prefukovaním s bezolejovým vzduchom alebo bezolejovým vzácnym plynom
- preplachovaním vhodným množstvom vody a následne sušením v prípade, že boli použité vodnaté čistiace prostriedky
- sušením a odparovaním

3.4.2. Odpaľovanie

Aplikovať na odstránenie cudzích látok z povrchov necitlivých častí and z častí rovných rúriek.

Ako čistiaci prostriedok musí byť použité sklo, oceľ alebo škvára.

3.4.3. Morenie

Aplikovať na odstránenie hrdze a povlaku z ocele.

Prostriedky na morenie, koncentrácia, teplota aplikácie a neutralizácia musia byť dohodnuté medzi výrobcou a používateľom. Je potrebné vziať do úvahy dodatočné zaťaženie vyplývajúce z váhy tekutých prostriedkov na morenie.

3.4.4. Prefukovanie

Aplikovať na odstránenie cudzích voľných látok alebo látok, ktoré môžu byť uvoľnené zo systému.

3.5. Bezpečnostné prepisy pri kontrolných, servisných, opravárskych alebo modifikačných prácach

Daná práca musí byť vykonaná na prístroji, ktorý je alebo bol v prevádzke iba v rámci bezpečnostných a ochranných opatrení a písomne vymedzená v "povolení" vydanom osobou zodpovednou za takúto prácu.

V celku je nevyhnutné dbať na:

- Platné pravidlá pre predchádzanie nehodám.
- Dodržiavanie ochranných opatrení v súlade s kapitolou 3.
- Bezpečné a prísne odpojenie (izolácia ventilov, odstránenie kusov cievky alebo vsunutie izolačných diskov) zdrojov procesných plynov, ktoré by v pracovnom prostredí mohli spôsobiť neprípustnú zmenu pomeru obyčajného kyslíka a dusíka
- Odstránenie tlaku zo systému.
- Uvoľnenie procesných plynov.
- Prípadne zahriatie alebo ochladenie.
- Monitorovanie prípustnej koncentrácie kyslíka a dusíka v pracovnom prostredí pred začatím a počas práce.
- Prípadne vykonanie práce s ochrannou maskou.
- Dohľad nad prácou z miesta mimo nebezpečnej zóny.
- V prípade práce na ťažko dostupných častiach stroja je nevyhnutné vykonať potrebné bezpečnostné opatrenia proti pádu (napr. použitie lana a ochranného postroja)
- Kontrola potreby a dostupnosti hasiacich zariadení a prvej pomoci.