

2. Prevádzka zariadenia

2.1. Všeobecné pripomienky a Ohraničenia

Toto zariadenie na separáciu vzduchu (ASU) - air separation unit - je navrhnuté na stálu pozornosť operátora, ktorého výhradnou zodpovednosťou je dohľad nad procesmi v ASU a v jeho súvisiacich pod systémoch. Jedine kvalifikovaný a špeciálne zaškolený personál, ktorý si plne uvedomuje všetky relevantné zdravotné a bezpečnostné pracovné postupy smie mať prístup k zariadeniu. Predpokladá sa, že operátory budú prevádzať regulácie s prihliadnutím na zdravotné a bezpečnostné pracovné postupy ako sa uvádza v príslušných EIGA a príslušných miestnych nariadeniach.

Je potrebné poznamenať, že je povinnosťou operátora kontrolovať ASU v jednotlivých prevádzkových situáciách ako aj presúvať ASU z jedného prevádzkového bodu do druhého. Prevádzkovanie zariadenia mimo kontrolnej miestnosti nebolo zaistené. Zmeny v logike, ktorá je vbudovaná v DCS systéme zariadenia spôsobia neplatnosť všetkých záruk.

Prevádzkové rozpätie zariadenia je uvedené v priloženej tabuľke. Zvlášť musia byť dodržané nasledovné maximálne obmedzenia pre kľúčové prvky:

Tok vzduchu do prednej časti a coldboxu (suchý)	97,000 Nm ³ /h
Teplota vstupu molekulárneho sita	15 °C
Tok plynu do chladiacej veže	43,000 Nm ³ /h
Ochladený tok chladiacej vody do DCAC	45 m ³ /h

Nasledovné kapitoly sa zaoberajú prevádzkou jednotlivých častí zariadenia. Je potrebné poznamenať, že pokyny dané predajcami v ich vlastných príručkách majú prednosť pred kometármi v tejto príručke. Pokyny v príručkách individuálnych predajcov sa musia dodržiavať.

2.2. Vzduchový kompresor (MAC, V11000)

MAC je regulovaný variabilnými vodiacimi priezormi vstupu -inlet guide vanes (IGV)- na úpravu toku alebo tlaku. Vypúšťací tlak pre MAC je tiež možné regulovať pomocou PIC11041 založenom na DCS, ktorý riadi vetrací ventil. Okrem toho je na vypúšťacom potrubí inštalovaný bezpečnostný ventil

Z11031 set pressure = 6 barg

aby sa predišlo mechanickému poškodeniu.

MAC je nastavený na reguláciu toku vzduchu do zariadenia cez FIC15035.

Existujú dva odlišné druhy odpojenia pre hlavný vzduchový kompresor:

- Odpojenie s odstavením
Toto odpojenie hraničí stroj pred mechanickým poškodením. Odpojenie okamžite zastaví motor. Zariadenie dolného toku sa tiež odpojí.
- Čiastočné odpojenie s "odľahčením"
Toto odpojenie chráni proces: ak je aparát, ktorý je v smere toku vzduchového kompresora odstavený cez odpojenie, MAC bude odľahčený. To znamená, vzduchový kompresor sa odvzdušní pomocou ventilu, ktorý je úplne otvorený.

Pre ďalšie informácie ohľadne regulácie a údržby MAC pozrite patričnú dokumentáciu predajcu.

2.2.1. Spúšťacie podmienky pre MAC

Spúšťacie podmienky sú nasledovné:

US11000	Musí byť znovu nastavený
UH11003_2	Minimálny čakací čas je na 0.
EH11001	Žiadna elektrická predvoľba v T80
US1100_2	Čiastočné vypnutie znova nastavené.
E11004	MCC pripravené
US13000	vypnutie DCAC sa musí resetovať
GL5011	ventil vstupu molekulárneho sita je zatvorený
GL5021	ventil vstupu molekulárneho sita je zatvorený
US5018	ventil vstupu molekulárneho sita je zatvorený
US15028	ventil vstupu molekulárneho sita je zatvorený
GL11010	IGV musia byť úplne zatvorené
GH11074	vetrací ventil úplne otvorený
P11854	Tlak oleja na minimálnym požadovaným nastavením
EH24163	Olejové čerpadlo turbíny 1 - má byť spustené
EH24263	Olejové čerpadlo turbíny 2 – má byť spustené
T11854	teplota oleja nad min nastavenou hodnotou
LL11812	Hladina oleja nad minimálnu stanovenú hodnotu
P11854	tlak oleja nad min nastavenou hodnotou
FL80001	Systém chladiacej vody funguje
LH11080	Kondenzuje zachytávač 1. fázy - ok
LH11081	Kondenzuje zachytávač 2.fázy - ok
LH11082	Kondenzuje zachytávač 3. fázy - ok
H20027	tlakový ventil coldboxu zatvorený
GL20026	MP-AIR do coldboxu zatvorený
P16007	ventil vstupu BAC zatvorený

MAC (hlavný vzduchový kompresor) sa spúšťa zapnutím HS11001 na "ON". Operátor by mal pomaly zvyšovať IGV otvor, aby sa naplnil kompresor. Zároveň s otváraním IGV, je možné zatvoriť vetrací ventil, aby sa zvýšil vypúšťací tlak.

2.3. Dochladzovač priameho kontaktu (DCAC, W13001)

Funkciou DCAC je ochladzovať vzduch z poslednej fázy vzduchového kompresora, aby sa zaistilo, že obsah vody, ktorý prichádza do aparátu molekulárneho sita je v rámci navrhovaných ohraničení. V prípade, že sa teplota vzduchového prúdu DCAC smerujúceho nadol zvýši nad svoje navrhované ohraničenie, aktivuje sa čiastočné vypnutie MAC.

Je potrebné si všimnúť, že prevádzkový tlak tiež ovplyvňuje množstvo vody, ktoré vrstva oxidu hlinitého aparátu molekulárneho sita bude musieť adsorbovať. Čím vyšší prevádzkový tlak, tým väčšia adsorbčná schopnosť vrstvy a tým nižší obsah vody, ktorý opúšťa DCAC pri danej teplote.

Na dosiahnutie ochladenia, sú k dispozícii bežná chladiaca voda a dopredu vychladená chladiaca voda. Tok bežnej chladiacej vody FIC13007 je nastavený podľa tlbky prúdu. Tok vychladenej chladiacej vody do DCAC je riadený pomocou FIC13006 a má byť nastavený podľa toku vzduchu a okolitých podmienok okolia, aby sa zaistilo, že teplotný rozdiel medzi vychladenou chladiacou vodou a teplotou vzduchu, ktorý opúšťa DCAC sa udržiava na minime.

Čerpadlá chladiacej vody P13100/200 and čerpadlá vychladenej chladiacej vody P14100/200 budú musieť byť vypnuté aspoň raz týždenne. Po vypnutí sa vyčistia filtre a hlavné čerpadlo, takže rezervné čerpadlo je pripravené na prevádzku.

Tlak DCAC musí prevyšovať minimálne ohraničenie, pretým je možné zapnúť kotrékoľvek z čerpadiel. Takto sa má zabezpečiť, že chladiaca voda môže prejsť do potrubí chladiacej vody, ktoré je spätne stláčané.

Je potrebné poznamenať, že nízka hladina v DCAC predstavuje taký veľký problém ako príliš vysoká hladina. Ak je hladina príliš nízka, vzniká nebezpečenstvo, že bude vzduch prenesený do potrubia chladiacej vody čo naruší prúdenie chladiacej vody a môže viesť k úplnému vypnutiu systému chladiacej vody. Na druhej strane, príliš vysoká hladina v spodnej časti DCAC bude znamenať nebezpečenstvo, že kvapky kvapaliny z dna budú prenesené tokom vzduchu, čo môže spôsobiť poškodenie tesnenia alebo podpornej konštrukcie. Pri dosiahnutí vysokej hladiny sa aktivuje čiastočné vypnutie MAC-kompresora.

Výkon vodných čerpadiel je potrebné monitorovať s použitím nastavenia ventilov na kontrolu toku ako indikátorov. V prípade, že je potrebné zväčšiť otvor ventilov pri konštantnej priepustnosti, toto zistenie je jasným znakom, že prírodný filter deaného čerpadla je potrebné vyčistiť.

2.4. Chladiaca veža (W14001)

Chladiaca veža poskytuje ochladenie chladiacej vody zvlhčovaním suchého plynného prúdu, ktorý vstupuje zhora. Slúži tiež ako vypúšťadlo pre časť odpadového prúdu, ktorý nie je potrebný na regeneráciu molekulárneho sita. Preto je nevyhnutné dbať na to, aby sa predišlo zamrznutiu chladiacej veže v čase dodávky chladiacej vody pri nízkych teplotách. Preto sa predpokladá stretnutie teplej vody cez TV14010.

Pri bežnej prevádzke je chladiaca voda z hlavnej dodávky je vpustená do vrchnej časti chladiacej veže na doplnenie prúdu ochladenej chladiacej vody do DCAC a straty pri odparovania.

2.5. Chladiaci aparát (KA12001)

Hlavnou úlohou jednotiek chladiča je poskytovania ochladenej chladiacej vody do W13001 pri dostatočne nízkej teplote. Je to kvôli tomu, aby sa teplota vzduchu pri výustke aparátu molekulárneho sita udržiavala v rámci stanovených hraníc.

Chladiaci aparát vnútorne reguluje teplotu T13026 výpustu ochladenej chladiacej vody. Operáto tiež môže upraviť teplotný rozdiel medzi jednotkami chladiča upravením toku F12005 v rámci špecifikovaných hraníc.

2.6. Aparát molekulárneho sita (A15001/2) and ohrievač regeneračného plynu W15001)

2.6.1. Zhrnutie systému

Systém molekulárneho sita je určený na adsorpciu vlhkosti, kyslíčnika uhličitého a väčšiny uhlíkovodíkov z pocesného prúdu vzduchu. Pozostáva z dvoch striedavých adsorberov; zatiaľčo jeden čistí procesný vzduch, druhý sa regeneruje odpadovým plynom, ktorý je hlavne zložený z dusíka z ASU. Lôžka sa menia periodicky – regenerované lôžko sa zapne a zapnuté lôžko sa regeneruje.

Aparát molekulárneho sita je navrhnutý na zaobchádzanie s prichádzajúcim prúdom vzduchu, ktorý má/je:

Maximálny tok (suchý):	97,000 Nm ³ /h
pri minimálnom tlaku:	5.75 bara
pri maximálnej vstupovej teplote:	15 °C

Adsorbčná schopnosť aparátu sa zvyšuje s klesajúcou teplotou a stupajúcim tlakom vstupu vzduchu

Okrem vlhkosti a kyslíčnika uhličitého aparát molekulárneho sita tiež zadržiava určité uhlíkovodíky. Nasledujúci zoznam popisuje silu adsorpcie jednotlivých kľúčových zložiek:

- vodná para (najsilnejšie adsorbovaná)
- propylén C₃H₆ (adsorbovaný)
- acetylén C₂H₂ (adsorbovaný)
- kyslíčnik uhličitý (adsorbovaný)
- oxid dusíkatý N₂O (čiastočne adsorbovaný)
- ethylén C₂H₄ (čiastočne adsorbovaný)
- propán C₃H₈ (čiastočne adsorbovaný)
- ethán C₂H₆ (len slabo adsorbovaný)
- metán CH₄ (neadsorbovaný)

Pri preniknutí, komponenty prejdú molekulárnym sitom vo vyššie uvedenom poradí t.j. acetylén začne prenikať po kyslíčniku uhličitom, kým metán sa neadsorbuje vôbec.

Prevádzka molekulárneho sita je plne automatická. Sekvencia naprogramovaná v DCS riadi prevádzku všetkých ventilov molekulárneho sita. Sú k dispozícii ďalšie bezpečnostné a hodnoverné kontroly zavedené v DCS, ktoré poskytujú zaistenie bezproblémovej prevádzky. Sekvencia pozostáva z nasledujúcich hlavných krokov pre každé lôžko. Časy projektového cyklu pre aparát molekulárneho sita sú nasledovné:

znižovanie tlaku	10 minút
zahrievanie	110 minút
ochladzovanie	220 minút
stláčanie	10 minút
paralela	25 minút
adsorbcia	375 minút

Ventily aparátu molekulárneho sita (adsorpčné lôžka, reaktivačné ohrievače a regulátor regeneračného toku) sú riadené sekvenciou riadenej logiky v DCS. Ich funkčnosť je:

referenčné číslo	funkčnosť
UK15018	nádoba nahromadenia počiatočného tlaku A
UK15028	nádoba nahromadenia počiatočného tlaku B
UK15011	nádoba vstupu procesného vzduchu A
UK15021	nádoba vstupu procesného vzduchu B
UK15016	nádoba výstupu procesného vzduchu A
UK15026	nádoba výstupu procesného vzduchu B
UK15013	nádoba znižovania tlaku A
UK15023	nádoba znižovania tlaku B
UK15012	nádoba regenerácie výstupu plynu A
UK15022	nádoba regenerácie výstupu plynu B
UK15014	nádoba regenerácie vstupu plynu A
UK15024	nádoba regenerácie vstupu plynu B
UK15017	zvyšovanie tlaku
UK15043	vstup elektrického ohrievača regeneračného plynu
UK15044	vstup tímového ohrievača regeneračného plynu
UK15045	premostenie ohrievača regeneračného plynu

Pre úplný cyklus je potrebných 18 krokov. Navyše existuje spúšťací krok a bezpečný pri poruche. Každý krok má vopred definovanú sériu pohybov ventilu a s tým spojené časy chodu. Prepínaciu sekvenciu ukazuje nasledovná tabuľka:

Krok	UK15011	UK15012	UK15013	UK15014	UK15016	UK15017	UK15021	UK15022	UK15023	UK15024	UK15026	UK15018	UK15028	UK15043	UK15044	UK15045	Poznámka
1																	Rovnobežný B
2																	Pripraviť znižovanie tlaku B
3																	Znižovanie tlaku B
4																	Pripraviť zahrievanie B
5																	Zahrievanie B
6																	Ochladzovanie B
7																	Pripraviť stláčanie B
8																	Stláčanie B
9																	Pripravený B
10																	Rovnobežný A
11																	Pripraviť znižovanie tlaku A
12																	Pripraviť znižovanie tlaku A
13																	Pripraviť zahrievanie A
14																	Zahrievanie A
15																	Ochladzovanie A
16																	Pripraviť stláčanie A
17																	Stláčanie A
18																	Pripravený A

	Ventil otvorený
	Ventil uzatvorený

Nasledovať jednotlivé kroky je možné iba v presnom chronologickom poradí. Jednotlivá a samostatná činnosť ventila nie je možná. Manuálne uskutočňovanie krokov je pod ochranou softvéru a nie je k dispozícii operátorovi.

Poruchy v samotnom molekulárnom site alebo poruchy iných aparátov (napr. vypnutie kompresora) spôsobujú vypnutie molekulárneho sita. V tomto prípade, sa triedič prepne do súčasného zmrznutého kroku/stavu, so zachovaním aktuálneho čísla kroku. Po resetovaní chybného kroku a opätovnom zapnutí sekvencie, sekvencia molekulárneho sita sa začne od posledného stavu pred vypnutím.



Zabráňte vypnutiu molecular sieve sequence počas zahrievania lôžka. Opätovným zapnutím sekvencie sa krok začína celkovým zostatkovým časom, takže sa čas regenerácie lôžka značne zvyšuje. Ak sa molekulárne sito vypne počas zahrievania lôžka a tak krok "zahrievanie" je nutné opakovať v plnej dĺžke, operátor musí pozorne sledovať koncentráciu kyslíka uhlíkatého po zastavení molekulárneho sita, aby sa predišlo vniknutiu CO₂ a uhlíkovodíkov do coldboxu.

2.6.2. Automatická/manuálna Prevádzka

Sekvenciu je možné prevádzkovať buď v

automatickom režime Sekvencia sa prepne do nasledujúceho kroku automaticky po stanovenom čase a splnia sa všetky ostatné podmienky prepnutia alebo

manuálnom režime Operátor/supervízor prepína sekvenciu molekulárneho sita krok za krokom s použitím tlačidiel chodu, ktoré sú chránené softvérom.

Obe metódy prevádzky sú viazané a podliehajú kontrolám blokovania procesu. Sekvencia je nastavená a/alebo zastavená buď chybou blokovania alebo operátorom.

2.6.3. Kontroly vykonávané počas sekvencie

Kontroly Procesu

Vnútorne kontroly procesu sa vykonávajú na uistenie sa o tom, či všetky potrebné podmienky na prepnutie do ďalšieho kroku boli splnené. A tak nie len časové kritéria podmieňujú prepnutie do nasledujúceho sekvenčného kroku, ale tiež špeciálne procesné podmienky. Ak kontrola nie je splnená, aktuálny krok (nie časovač) je pozastavený.



Operator nemôže pokračovať v sekvencii pokiaľ nie je splnená kontrola procesu.

Napríklad v automatickom režime nedôjde k prechodu do polohy zahrievania, kým tlak v lôžka nie je nižší ako jeho hraničná hodnota. Akonáhle je táto požiadavka splnená, sekvencia môže urobiť ďalší krok, keď časovač dosiahne nulu. V automatickom režime sa signalizácia kontroly procesu spustí iba ak kontrola procesu ani na konci kroku ešte stále nebola splnená. V tomto prípade bude sekvencia automaticky pozastavená dovtedy, kým nebude splnená kontrola. Nasledujúci krok bude potom automatický.

Kontroly prepojenia

Každá kontrola procesu vykonaná, ako je uvedené hore, tvorí tiež kontrolu prepojenia. Existujú dve kategórie kontrol prepojenia: kontroly prepojenia procesu a prepojenia ventilu.

V porovnaní s kontrolami procesu, nevykonanie jednej z kontrol prepojenia spôsobí signalizáciu a pozastavenie sekvencie. Nevykonanie prepojenia, na rozdiel od kontroly procesu, prinúti sekvenciu prejsť na konci kroku do manuálneho režimu.

Prepojenia Procesu

Na začiatku kroku sa skontroluje, či boli všetky podmienky procesu splnené. Navyše sa kontroluje na konci kroku, či bolo všetkým podmienkam vyhovie. V prípade objavenia akéhkoľvek odchýlky, sekvencia signalizuje a pozastaví daný krok. Poskytuje to určitú mieru ochrany proti chybnému používaniu prístroja.

Kontroly prepojenia ventilu

Nepretržite sa porovnáva každý výstup regulátora. Ak po dosiahnutí nových procesných podmienok kontrola zlyhá, aktivuje sa potom signál špecifický pre daný ventil. Sekvencia sa pozastaví v danom kroku.

Opatrenie pri zlyhaní prepojenia

Akonáhle kontrola prepojenia zlyhá, sekvencia sa zastaví a operátor musí previesť nasledujúce kroky:

Preskúmať všetky možné príčiny zlyhania.

- (a) Rozhodnúť či môže sekvencia pokračovať.
- (b) Akonáhle bolo zlyhanie prepojenia resetované, pokračovať v sekvencii prepnutím späť na automatiku.

2.6.4. Sekvenčné Spustenie

Odpojenie zariadenia pozastaví časovač a nastaví sekvenciu do pozície prednastavené odpojenie - "default trip", t.j. všetky ventily s výnimkou ventilov prívodu vzduchu a ventilov počiatočného stláčania zostanú vo svojej pozícii. Štyri uvedené ventily sú zatvorené. Ventily zostanú prednastavené - "default" (aj keď je vydaný príkaz pokračovať - "step-on") dovtedy, kým nebudú všetky príčiny odpojenia zariadenia objasnené. Pokračovanie v krokoch uvedie ventily do pohybu len ak sú všetky prepojenia splnené. Žiaden ventil sa nemôže uviesť do pohybu, ak nie sú vykonané prepojenia ventilov.

Po resetovaní odpojenia použite na opätovné spustenie sekvencie nasledovný postup:

- Resetujte odpojenie molekulárneho sita.
- Tento krok súčasne uzamkne otvory prívodu vzduchu a znovunastaví všetky zostávajúce ventily do pozície aktuálneho kroku. Uvoľnenie ventilov prívodu vzduchu je možný len ak je rozdielový tlak naprieč prírodnými ventilmi pod hraničnou hodnotou.
- Ak je odpojenie molekulárneho sita znovunastavené, jeden z malých premostovacích ventilov sa automaticky otvorí, aby bolo lôžko, ktorá je práve v prevádzke, pod tlakom. Tlak na lôžko je potrebné monitorovať a musí byť v rozsahu hraničnej hodnoty tlaku prívodu, aby sa odstránilo kontrolné obmedzenie rozdielového tlaku.
- V prípade potreby, po objasnení všetkej signalizácie molekulárneho sita (s výnimkou pozície "STOP"), je možné začať regeneráciu vzduchom.
- Síta sú teraz online v pozícii STOP a môžu byť prepnuté do automatického režimu.

2.6.5. Prienik Kysličníka Uhlíčitého

V prípade prieniku kysličníka uhličitého sa vyskytne zmrazenie/blokovanie hlavného výmenníka tepla alebo iného prístroja coldboxu. Je potrebné opatrne skontrolovať analýzy CO₂ pri výstupe molekulárneho síta..

Príznaky prieniku kysličníka uhličitého sú

- pokles vysokého tlaku vo výmenníkoch tepla coldboxu
 - vysoký rozdielový tlak v HP kolóne (vysokotlaková)
- a môžu byť spôsobené
- vysokou teplotou prívodu vzduchu do aparátu molekulárneho síta
 - nízkym tlakom vzduchu na aparát molekulárneho síta
 - nízkou rýchlosťou toku regeneračného plynu
 - nízkou teplotou regeneračného plynu



Kontrolujte teplotný a časový vývoj cyklu adsorpcie a regenerácie molekulárneho síta niekoľko-krát denne! Molekulárne sito sa považuje za dostatočne regenerované, ak tepelný vrchol, ktorý sa sleduje počas fázy ochladzovania lôžka prevyšuje 100°C. Predtým ako je možné začať so stláčaním, lôžko musí byť vychladené na teploty nižšie ako nastavený limit.

2.6.6. Regenerácia Prednej Časti

Pred vpustením vzduchu do coldboxu musí byť aspoň jedno lôžko pripravené na prevádzku, t.j. plne regenerované. Preto môže byť potrebné vykonať regeneráciu molekulárneho síta vzduchom.

Na vykonanie regenerácie vzduchom sa musí spustiť hlavný vzduchový kompresor a uviesť do prevádzky DCAC, chladiaca veža a chladiaci aparát. Keď je po odpojení molekulárne sito znovunastavené, môže sa spustiť regenerácia vzduchom.

Po úplnej regenerácii jedného lôžka a jeho uvedení do prevádzky, je možné zásobiť chladiace zariadenie vzduchom. Automatická sekvencia bude pokračovať v zmene nádob v cykle adsorpcie/regenerácie. Hneď po utvorení toku odpadného plynu z aparátu na rozklad vzduchu (ASU), regeneráciu vzduchom je možné vypnúť a presunúť riadenie na prúd odpadného dusíka.

2.6.7. Dlhodobé odstavenie vstupného dočistenia (vytavenia)

Keď sa sekvencia zastaví po odstavení FEP, v prípade, že sekvencia je krokom ohrievania alebo chladenia, nádoba v regenerácii ostane otvorená pre atmosféru. Aby sa zabránilo saturácii kysličníka uhličitého a molekulárneho síta s mokrým vzduchom počas dlhodobého odstavenia, FEP musí byť izolovaný. Keď FEP vypadne a MAC je zastavený, na obrazovke sa objaví tlačidlo pre izoláciu. Zapnutím tohto tlačidla, môžu operátori z DCS (sekvencia je preklenutá/obídenná) zatvoriť výstupné regeneračné ventily UK15012, UK15013, UK15022 a UK15023, v závislosti od toho ktorá nádoba je v regenerácii.

Pred opätovným spustením prevádzky, musí byť izolácia FEP uvoľnená. Operátori môžu toto tlačidlo vypnúť. Bypass (obchvat) sekvencie je uvoľnený a ventily pracujú v ich bežnej pozícii, vzhľadom na sekvenciu. Zaznamenajte, že ak je v nádobe tlak, operátori musia tlak v nádobe znížiť, ešte pred uvoľnením izolačného tlačidla (použitím obtokových ventilov automatických odtokov V15085 alebo V15088). V každom prípade, je rozdiel v tlaku na oboch stranách 24" ventilov, uvoľňovacie ventily sa otvoria - UK15013/UK15023. Regeneračné ventily UK15012/UK15022 sa otvoria, iba ak tlak v nádobe bude nízky.

2.7. Pomocný vzduchový kompresor (BAC, V16000)

BAC je regulovaný striedavými vstupnými vodiacimi priezormi (IGV-inlet guide vanes) na úpravy tlaku. Výstupný tlak pomocného vzduchového kompresora je tiež regulovaný ochranou proti pretlaku/prudkým zmenám, ktorá poháňa recyklačný ventil. Navyše je na odtokovom potrubí nainštalovaný bezpečnostný ventil:

Z16074 nastavený tlak = 63 barg

aby sa predišlo mechanickému poškodeniu.

Pre pomocný vzduchový kompresor existujú dva rozdielne odpojenia:

- Odpojenie s odstaveím
Toto odpojenie chráni stroj pred mechanickým poškodením. Odpojením sa okamžite zastaví motor. Zariadenie v smere toku bude tiež odpojené.
- Čiatočné odpojenie s "odľahčením"
Toto odpojenie chráni proces: ak je aparát, ktorý je v smere toku vzduchového kompresora odstavený cez odpojenie, BAC bude odľahčený. To znamená, že vzduchový kompresor bude fungovať pri plnej recyklácii.

Pre ďalšie informácie ohľadne regulácie a údržby BAC pozrite patričnú dokumentáciu predajcu.

2.7.1. Spúšťacie podmienky pre BAC

Spúšťacie podmienky sú nasledovné:

US16000	musí byť znovunastavený
UH16003_2	Minimálny čas čakania je 0
EH16001	Motor vypnutý
US16000_2	Čiastočné vypnutie musí byť prestavený
EH16004	Žiadna elektrická chyba
US15000	odpojenie molekulárneho sita musí byť resetované
GL16010	Vstupné vodiace lopatky musia byť úplne zatvorené
H16073	Výstupný ventil zatvorený
GH16074	Anti-vyrovňovací ventil plne otvorený
PL16854	Tlak oleja nad minimálnu stanovenú hodnotu
TL16854	Teplota oleja nad minimálnu stanovenú hodnotu
LL16812	Hladina oleja nad minimálnu stanovenú hodnotu
F80001	Systém chladiacej vody spustený
GL16073	Šupátko BAC musí byť zatvorené
G16071	Výfukový ventil musí byť zatvorený
P16007	BAC stlačený nad minimálnym tlakom a PK16007 otvorený na 100%
G16010	IGV musia byť úplne uzatvorené
G16074	recyklačný ventil úplne otvorený
G16071	vetrací ventil uzatvorený
L16812	hladina oleja nad minimálnou hraničnou hodnotou
T16854	teplota oleja nad minimálnou hraničnou hodnotou
P16855	tlak oleja nad minimálnou hraničnou hodnotou
E16001	hlavný pohon pripravený
E16004	MCC pripravený
F80001	systém chladiacej vody v prevádzke
PL6751	dostatočný tlak tesniacieho plynu
PL5035	Tlak molekulárneho sita nad minimom
T20008	JT ventil uzatvorený

BAC sa spúšťa zapnutím HS16001 na "ON". Operátor má pomaly zvyšovať otváranie zväčšovať otvor vstupných vodiacich priezorov na zaťaženie kompresora. Zároveň s otváraním IGV, môže byť uzavretý recyklačný ventil, aby sa zvýšil výstupný tlak.

2.8. Expanzná turbína (ET24101 a ET24201)

Expander pozostáva z expanznej turbíny, ktorá poháňa pripojený generátor. Úlohou expanznej turbíny je poskytovať potrebu ochladenia procesu, ktorá je daná:

- prenikaním tepla do coldboxu
- vstupom tepla cez procesné čerpadlá
- teplotným rozdielom pri teplom konci hlavného výmenníka tepla
- tvorbou kvapaliny

Vysokotlakový vzduch z BAC sa ochladí v hlavnom výmenníku tepla, odoberie sa pri strednej hodnote a expanduje v expanznej turbíne asi na úroveň prevádzkového tlakuvysokotlakovej kolóny.

Turbína nie je určená na zaobchádzanie so žiadnou kvapalnou časťou v odpadovom prúde. Ak vstupná teplota turbíny klesne príliš, časť prúdu vzduchu sa skvapalní. Ak sa vyskytne takýto prípad, je nevyhnutné dávať mimoriadny pozor, pretože ak sa kvapalný obsah odpadového prúdu príliš zväčší, pri výstupe turbíny sa začne zhromažďovať kvapalina, čo v konečnom dôsledku môže spôsobiť zaplavenie turbíny a teda zničenie aparátu.

V kontrolnom systéme bolo zavedených niekoľko prepojení na ochranu turbíny.

2.8.1. Spúšťacie podmienky pre turbíny

Spúšťacie podmienky sú nasledovné (napr. aparát ET24101):

F24101	Musí byť v manuálnom režime a $Y < 1\%$
GL24105	Vstupné vodiace lopatky turbíny musia byť plne zatvorené
LL24160	Nesmie byť žiaden alarm nízkej hladiny pre olejové nádrže
HS24106	Režim odstránenia námrazy nesmie byť vypnutý
HS24163 (omeškanie 30min)	Turbína je pripravená pre spustenie, aspoň 30 minút pred spustením turbíny
P24144	Tesniaci plyn do turbíny nad minimálnu hodnotu nastavenia
PH21002	Natlakovanie HP kolóny úspešne ukončené
PH24101	Vstupný tlak turbíny musí byť nad minimálnu hodnotu nastavenia
P24102-P21002-PD21003	Rozdiel tlaku z výpuste turbíny do HP kolóny musí byť nižší ako minimum: manuálny vypúšťací ventil musí byť otvorený
PDL24141	DP tesniaci plyn – nie nízky
H24105	Dýzový prstenec (vodiaca lopatka) musí byť zatvorený
PL24169	Tlak oleja do turbíny v rámci bežných limitov
H16073	HP vzduchový ventil na BAC výstupe plne otvorený
TL24120	ložisková/oporná teplota nad minimom
H20026	Vstupný ventil vzduchu Coldboxu plne otvorený
GL24101 (meškanie 5min)	Rýchle šupátko zatvorené
TH24169	Teplota oleja na ložisko musí byť vyššia ako minimálna nastavená hodnota
XH24124	Žiadne vibrácie na hriadelí
US24100	Musí byť znovu nastavené

Turbína sa spúšťa zapnutím HS24101/201 na "ON". Tento krok otvorí ventil rýchleho uzatvárania UK24101/201 – teraz má operator stanovený časový úsek, aby dovedol rotačnú rýchlosť turbíny k hodnotám vyšším ako je minimálna hraničná hodnota tak, že manuálne otvorí IGV cez FIC24101/201. Potom operátor pomaly zväčší otvor IGV, aby sa docielila prevádzková rýchlosť turbíny. Je potrebné dávať pozor, aby sa neprekročila rýchlosť turbíny, keďže by to mohlo poškodiť buď turbínu alebo generátor. Po dosiahnutí prevádzkovej rýchlosti, generátor sa automaticky zapne a začne brzdiť turbínu. Operator musí byť pripravený zväčšiť otvor vodiaceho priezoru, aby sa predišlo zníženiu rýchlosti turbíny a motorovú prevádzku generátora. Turbína sa vypne ak je generovaný výkon nižší ako 5kW na 30s po nábehu.

V žiadnom prípade sa operátor nemá pokúšať zapínať generátor manuálne. Ak je generátor zapnutý pri nesprávnej rýchlosti, turbína a prístrojová skrinka sa môžu zničiť.

2.8.2. Rozmrazovanie turbín

Ak bolo zariadenie vypnuté na dlhšiu dobu, odporúča sa pred spustením turbínu rozmraziť. Rozmrazovací postup je nasledovný:

- zatvorte manuálne vstupové a výstupové ventily a umožnite zadržanému plynu prúdiť do atmosféry – tlak na oboch stranách turbíny musí byť pod maximálnou hraničnou hodnotou predtým, ako rozmrazovanie môže začať.
- Uistite sa, že sú pred aktiváciou rozmrazovania splnené nasledovné kritéria:

GL24101 (meškanie 5 min)	Rýchle uzatvárací ventil je zatvorený
HS24163 (meškanie 30 min)	Expander pripravený na minimálne 30 minút
HA24100	Žiadne bezpečnostné tlačidlo vypnutia
SH24124	Rýchlosť nie vysoká
PLL24168	Nie veľmi nízky tlak tesniaceho plynu
PLL24168	Nie veľmi nízky tlak oleja
PH24102	Nie vysoký výstupný tlak
PH24107	Nie vysoký vstupný tlak
GL24101	Rýchly uzatvárací ventil je zatvorený
GL24105	Dýzový prstenec (vodiaca lopatka) je zatvorený

- turbína musí byť spojená s generátorom, aby sa predišlo otáčaniu
- rozmrazovací výstup je otvorený

Stlačením rozmrazovacieho spínača sa otvorí ventil rýchleho uzatvárania. Následne môžu byť jemne pootvorené trysky turbíny. Operátor musí byť opatrný, aby otváral vstup rozmrazovacieho vzduchu pomaly a predchádzal tak otáčaniu turbíny. Pri zistení príliš vysokej rýchlosti, ventil rýchleho uzatvárania sa okamžite uzatvorí. Operátor musí potom okamžite zatvoriť vstup rozmrazovacieho vzduchu.

2.9. Separácia vzduchu – Coldbox

2.9.1. Hlavný Výmenník Tepla W20010/20/30/40

V hlavnom výmenníku tepla HE20000 sa teplo prevádza zo vstupujúcich teplých prúdov, vzduchu stredného tlaku (AIR) a vysokotlakového vzduchu (HP AIR), do vystupujúcich chladných prúdov, vysokotlakového plynného kyslíka (HP GOX), vysokotlakového plynného dusíka (HP GAN) , nízkotlakového plynného dusíka (LP GAN) a nízkotlakového nečistého dusíkového prúdu (WN2). Takto je AIR ochladzovaný do blízkosti svojho rosného bodu, zatiaľčo studené produkty zo systému kolón sú zahrievané približne na teplotu okolia. Časť prúdu HP AIR sa odoberie pri stredných teplotách a zásobí expanzné turbíny, kde sa expanduje do prevádzkového tlaku vysokotlakovej kolóny. Týmto spôsobom sa v turbíne vyrába chlad, ktorý je potrebný na pokrytie:

- izolačné straty
- priesak tepla cez procesné čerpadlá
- tvorbu kvapalín (LIN, LOX a LAR)
- chladiace straty kvôli tomu, že prúdy opúšťajúce hlavný výmenník tepla sú chladnejšie než prúdy vzduchu, ktoré do výmenníka vstupujú.

Väčšina prúdu vysokotlakového vzduchu sa však použije na odparenie HP kyslík a HP dusík, ktoré vstupujú do hlavného výmenníka tepla ako kvapaliny, ktoré boli prečerpané do požadovaného tlakového prúdu produktu smerujúceho nahor výmenníka. Všimnite si, prosím, že tlak HP AIR prúdu musí byť dosť vysoký na poskytovanie teplejšieho HP AIR než prúdy, ktoré sa odparujú.



Ak tlak alebo tok prúdu HP AIR klesnú príliš, nebude k dispozícii dostatok tepla na odparenie kvapalín, ktoré vstupujú do výmenníka, čo bude mať za následok, že teplota produktov, ktoré opúšťajú výmenník klesne rýchlo a nakoniec spôsobí teplotné nástrahy na odpojenie coldboxu!

Časť HP AIR, ktorá sa nevyužije v turbíne na poskytnutie ochladenia, bude ochladená na hodnoty približne 100 K a následne expandovaná v Joule-Thompson ventile (JT-valve) TV20008 na prevádzkový tlak vysokotlakovej kolóny.

Čím menší teplotný rozdiel medzi chladným a teplým prúdom je udržiavaný na teplom konci hlavného výmenníka, tým budú nižšie chladiace straty zariadenia a tým menej HP AIR je potrebného na poskytnutie ochladenia pre zariadenie v turbíne.

Typ výmenníkov tepla zo zvarených článkov plechu a vyrobených z hliníka sa používa vnútri coldboxu, pretože umožňuje viac než dvom prúdom zúčastniť sa na výmene tepla súčasne, zatiaľčo spája vynikajúci výkon prenosu tepla s malými rotermi a váhou blokov. Takéto výmenníky sa skladajú z niekoľkých vrstiev nadstavených plechov s článkami, ktoré sú udržiavané v stanovenej vzdialenosti s použitím rozpier. Takto sú vytvorené priechody, cez ktoré môžu pretekať kvapaliny. Hlavnou výhodou tejto koncepcie je, že okrem vynikajúceho výkonu prenosu tepla a nízkych poklesov tlaku, veľa rôznych funkcií a prúdov tepla môže byť spojených do jedného bloku.

2.9.2. Subcooler W23001 / Dochladzovač

Hlavnou úlohou subcooleru je ochladiť LIN produkt a reflux do nízkotlakovej kolóny, spodný produkt vysokotlakovej kolóny (CLOX) a kvapalný vzduch do nízkotlakovej kolóny (LAIR).

Ochladením kvapalných prúdov, ktoré sú buď odčerpané ako produkt alebo použité ako reflux, sa dosiahnu dve veci:

- Množstvo pary, ktoré sa vytvorí pri expandovaní prúdov na prevádzkový tlak nádrží a nízkotlakovej kolóny v danom poradí, je minimalizované. To znamená, že viac kvapaliny skončí uskladnenej v nádržiach a že nízkotlaková kolóna pracuje oveľa výkonnejšie, pretože je tam väčší reflux a menší prísun plynu ako bez subcoolera.
- Navyše, chladný plyný produkt nízkotlakovej kolóny sa zohrieva tak, že výkon hlavného výmenníka tepla je optimalizovaný.

2.9.3. Hlavný Kondenzátor W21001

Hlavný kondenzátor, tak ako výmenník, je zhotovený z hliníka a umiestnený na dne nízkotlakovej kolóny. Hlavnou úlohou tohto výmenníka je stláčanie/skvapalňovanie čistého plyného dusíka v hornej časti vysokotlakovej kolóny na poskytnutie refluxu, ktorý je potrebný na údržbu rektifikácie v tejto kolóne. Kvôli zvýšenému tlaku vo vysokotlakovej kolóne, stláčaný dusík je teplejší než kvapalný kyslík pri dne nízkotlakovej kolóny. Tak teplo vyrobené stláčaním dusíka sa používa na odparovanie kvaplného kyslíka na dne nízkotlakovej kolóny, na získanie prúdu tečúceho smerom nahor na rektifikáciu v danej kolóne.

Ponorenie bloku do kvaplného kúpeľa nízkotlakovej kolóny má kľúčový význam pre fungovanie kondenzátora, pretože to ovplyvňuje teplotný rozdiel medzi kyslíkom a dusíkom ako aj pomer kvapaliny a pary, ktoré vstupujú do bloku kondenzátora. Čím menšie je ponorenie bloku, tým menšie dochladzovanie, ktoré musí byť prekonalé pri vstupe kvaplného kyslíka do výmenníka; čo naopak zase znamená, že čím je ponor menší, tým sa prevádzkový tlak vysokotlakovej kolóny stáva nižším. Tak sa z pohľadu spotreby energie uprednostňuje malý ponor. Avšak čím väčší ponor, tým viac kvapaliny obieha pre dané množstvo odpareného LOX a tak tým menšie riziko nebezpečného lokálneho suchého varenia



Z bezpečnostných dôvodov je potrebné udržiavať ponor na úrovni 100% alebo nad, aby sa tak predišlo nahromadeniu uhlíkovodíkov na nebezpečnej úrovni ako je to opísané v kapitole 3 tohto manuálu. Pre podrobný popis ponoru pozrite, prosím, kapitolu "Snímače Úrovne".

Prevádzkový tlak nízkotlakovej kolóny je daný predovšetkým tlakom, ktorý musí umožniť dostatok regeneračného plynu prejsť aparátom molekulárneho sita počas regenerácie. Je potrebné nájsť také nastavenie tlaku, ktoré umožní požadovanému regeneračnému toku prejsť aparátom molekulárneho sita počas celého trvania regenerácie. V závislosti od teplotného rozdielu nad hlavným kondenzátorom, bude nastavená teplota, pri ktorej sa stláča/skvapalňuje plyný dusík a tak príslušný kondenzačný tlak bude vyvinutý na vysokotlakovú kolónu. Ako hlavný výmenník tepla pracuje proti tlaku pochádzajúceho z vysokotlakovej kolóny, nižší prevádzkový tlak v nízkotlakovej kolóne invariantne zníži hydrostatický tlak v hlavnom vzduchovom kompresore.

2.9.4. Vysokotlaková Kolóna K21001

Na oddelenie prvkov rektifikáciou sa vyžaduje intenzívne miešanie kvapalného a plynného (para) prúdu, aby sa mohol uskutočniť prenos energie a rozptylu jednotlivých prvkov. Počas bežnej prevádzky je možné priradiť pomer medzi tokom vystupujúcej pary a zostupujúcej kvapaliny pre každú časť v destilačných kolónach aparátu na rozklad vzduchu. Tento pomer môže operátor upravovať na ovplyvnenie termodynamickej rovnováhy na každom stupni: Zmenou množstva kvapaliny, ktorá prúdi dole určitou časťou kolóny – t.j. upravením prísunu do kolóny – sa zmení na každom stupni danej kolóny zloženie prúdu pary, ako aj zloženie kvapalného prúdu.

Tento príklad ukazuje horeuvedený teoretický prístup. Predpokladajme, že počas stálej prevádzky, t.j. priustálenom zariadení, ktoré funguje bez problémov, viac kvapalného dusíka (LIN) je získaného z vysokotlakovej kolóny. Po chvíli sa čistota LIN zníži, t.j. obsah kyslíka prúdu LIN sa zvýši, pretože menej kvapaliny je nasmerovanej späť do vysokotlakovej kolóny. No ak do vysokotlakovej kolóny dodáme menej kvapaliny, aby tiekla dole kolónou, tento prúd kvapaliny môže so sebou zobrať menšie množstvo kyslíka. Menej kyslíka preto odíde s kvapalným produktom zbaveného usadenín a viac si prerazí cestu hore kolónou. Kyslíkový profil sa tak posúva smerom nahor.

Uvažujme teraz nad tým, čo sa stane v nízkotlakovej kolóne. Zvýšenie refluxu poskytnutého LIN z vysokotlakovej kolóny značí, že existuje viac kvapaliny na obsiahnutie kyslíka. Avšak kvapalina vstupuje do hlavnej časti s vyšším obsahom kyslíka, čo posúva rovnováhu smerom k vyšším obsahom kyslíka pre prúd dusíka. Preto by sa mal operátor usilovať o zvyšovanie odberu LIN z vysokotlakovej kolóny dokiaľ nespozoruje, že sa začína znižovať buď čistota kyslíka v nízkotlakovej kolóne alebo čistota produktu dusíka v hlavnej vysokotlakovej kolóne

Je potrebné poznamenať, že vysokotlaková kolóna potrebuje byť optimalizovaná a prevádzkovaná hladko predtým, ako môže byť optimalizovaná akákoľvek iná časť ASU.

2.9.5. Nízkotlaková Kolóna K22001

V nízkotlakovej kolóne sa oddeľuje kyslík od dvoch ďalších prvkov, dusíka a argónu. Navyše sa argón koncentruje v nižšej časti, takže je možné ho čistiť doluprúdom v kolóne na získanie produktu surového argónu. Kvapalný kyslík sa odparuje na dne nízkotlakovej kolóny, aby vytvoril prúd stúpajúceho plynného kyslíka. Teplo odparovania je dodávané produktom plynného dusíka z vrchnej časti kolóny, ktorý sa stláča a je čiastočne spätne dodávaný do vysokotlakovej kolóny, aby tak poskytol reflux. Čistý kvapalný dusík (LIN) odobratý z prúdu HPC sa dochladzuje a je potom vrhnutý do nízkotlakovej kolóny, aby poskytol reflux. Spodný produkt HP kolóny sa tiež dochladzuje a zásobuje LP kolónu cez kondenzátor surového argónu. Navyše sa kvapalný vzduch z oddeľovača vzduchu a kvapalný prúd kyslíka obohateného argónom privádza do nízkotlakovej kolóny a umožňuje tak rektifikáciu. Prúd produktu plynného dusíka sa odčerpáva z vrchu kolóny a z dna kolóny sa získava produkt kvapalného kyslíka. V nižšej časti nízkotlakovej kolóny sa hromadí argón. V bode optimálnej koncentrácie sa do kolóny surového argónu odčerpáva tzv.frakčný plyn odkiaľ sa vracia prúd kvapaliny obohatenej kyslíkom. Pre maximalizáciu obnovy argónu zo zariadenia, je vhodná vysoká koncentrácia argónu vo frakčnomplyne. Avšak čím vyššou sa koncentrácia stáva, tým viac dusíka bude súčasťou frakčného plynu. Obsah dusíka ku kolóne surového argónu musí byť udržiavaný pod úrovňou niekoľkých vppm dusíka, aby sa zaistila bezproblémová prevádzka kondenzátora surového argónu.

V hornej časti nízkotlakovej kolóny, kyslíkové zloženie vystupujúcej pary postupne získava požadovanú čistotu GAN. Obsah kyslíka odpadového plynu je možné zmerať a je kritériom pre obnovu kyslíka.

Ako už bolo vyššie uvedené, nízkotlaková kolóna nie je vyplnená poschodiami, ale skôr štruktúrovanou náplňou. Oboje umožňujú úzky kontakt medzi kvapalinou a parou, no mechanizmy poskytovania tohto kontaktu sa líšia.

Vystupujúca para je na poschodiach nútená prechádzať cez kvapalnou kolónou. Na prechod cez tieto kvapalné zásoby na poschodí, plyn musí podstúpiť pokles tlaku, ktorý je prinajmenšom taký veľký ako najvyšší stupeň kvapaliny na poschodí. U štruktúrovanej náplni je kvapalina rozptýlená a steká dole početnými malými priechodmi. Ku kontaktu dochádza iba na fáze povrchu.

Má to aj ďalšie implikácie:

- Kolóna so štruktúrovanou náplňou zadržiava oveľa menej kvapaliny ako porovnateľná kolóna s poschodiami. To znamená, že kolóna so štruktúrovanou náplňou reaguje oveľa rýchlejšie na zmeny v prevádzkových podmienkach, pretože menej zásob kvapaliny prenáša menej zotrvačnosti.
- Pokles tlaku štruktúrovanej náplne je oveľa menší než má zodpovedajúci počet poschodí, pretože neexistuje žiadna statická výška zásob čistej kvapaliny cez ktorú má para prejsť.

Keď tok vzduchu do zariadenia zostáva konštantný, kyslíkový profil pozdĺž nízkotlakovej kolóny je možné upraviť reguláciou celkového odberu kyslíka zo zariadenia. Preto sa má operátor snažiť o udržanie konštantných úrovní kvapaliny v kolónach a s použitím tvorby plynného kyslíka regulovať čistotu kyslíka na dne nízkotlakovej kolóny a čistotu kyslíka pri odvode frakčného plynu do kolóny surového argónu. Tvorba chladu zariadením bude regulovaná riadením množstva HP AIR do turbíny.

Hlavným kritériom prevádzky nízkotlakovej kolóny je koncentrácia kyslíka vo frakčnom plyne do kolóny surového argónu. Na zvýšenie obsahu kyslíka je možné znížiť množstvo odvodu kvapalného alebo plynného kyslíka za predpokladu, že sa vezme dostatok argónu ako produktu.

Všimnite si, že množstvo produktu kvapalného dusíka, ktorý sa odoberie z vysokotlakovej kolóny column ako kvapalný produkt do nádrže, má významný vplyv na tvorbu argónu: čím viac dusíka sa odčerpá z vysokotlakovej kolóny, tým menej kvapalného refluxu je k dispozícii pre nízkotlakovú kolónu. To znamená, že operátor musí znížiť množstvo frakčného plynu pre kolónu surového argónu a zvýšiť hladinu kyslíka vo frakčnom plyne.

2.9.6. Kvapalinové čerpadlá P61100/200, P71100/200 a P40100

Pre každý úkon, LOX a LIN kompresiu (IC), sú k dispozícii dve čerpadlá so 100% obsahom kvapaliny. Kým jedno čerpadlo je v prevádzke, druhé je v studenej zálohe (stand-by). Čerpadlo v prevádzke musí byť pravidelne vymieňané rezervným čerpadlom.

Zvlášť je potrebné dávať pozor pri ochladzovaní čerpadiel. Čerpadlá musia byť pri kryogenickej teplote aspoň 15 minút pred spustením. Navyše môže operátor otvoriť vetracie ventily okolo čerpadiel na uľahčenie ochladenia.

Vzhľadom na bezproblémovú prevádzku, je nutné pravidelne kontrolovať systém tesniaceho plynu čerpadiel, aby sa zabezpečilo riadne čistenie a tesnenie. Pozrite, prosím, tiež dokumentáciu predajcu pre ďalšie informácie ohľadne čerpadiel.

Pri spustení čerpadla, sa uistíte, že sací ventil a recyklačný ventil sú úplne otvorené. Po spustení čerpadla, počkajte asi 5 – 10 sekúnd predtým ako jemne ale pevne zatvoríte recyklačný ventil. Dovedte tlak manuálne na požadovanú úroveň reguláciou recyklačného ventilu. Je nevyhnutné zvlášť dávať pozor pri spúšťaní LIN alebo LOX čerpadla, keď boli obe čerpadlá zastavené. Ak príliš veľa kvapaliny pretečie príliš rýchle, hlavný výmenník tepla môže prasknúť kvôli teplotným napätiam. Preto je potrebné obmedziť otváranie GOX a GAN ventilov pri teplom konci výmenníka a zaistiť poriadne ochladenie LIN a LOX priechodov pri hlavnom výmenníku pred spustením čerpadla. Sledujte teplotné profily pri výmenníku a okamžite zastavte čerpadlo ak teplotný rozdiel na teplom alebo chladnom konci hlavného výmenníka sa zväčší na viac ako 30 K.

2.9.7. Kolóny Surového Argónu K40001/40002

Podobne ako LP kolóna, sú kolóny surového argónu vybavené štruktúrovnou náplňou. V kolóne surového argónu sa oddeľuje argón od kyslíka. Frakčný plyn z nízkotlakovej kolóny sa dodáva do spodnej časti kolóny surového argónu. Plyný surový argón s požadovaným obsahom kyslíka sa kondenzuje v kondenzátore surového argónu a čiastočne zásobuje kolónu čistého argónu pre ďalšiu separáciu. Podstatné množstvo slúži ako reflux kolón surového argónu. Tento reflux je z dna a je prečerpávaný do nízkotlakovej kolóny.

2.9.8. Kolóna Čistého Argónu K43001

Kolóna čistého argónu je zásobovaná surovým argónom odobratého z kolóny surového argónu. Tento surový argón obsahuje dusík. V kolóne čistého argónu sa uskutočňuje oddeľovanie argónu a dusíka. Na dne je vybavený reboilerom na dne a na vrchu kondenzátorom.

Reboiler je zásobovaný dusíkom z vysokotlakovej kolóny, ktorý je skvapalnený. Naopak, argón je odparený a v kolóne slúži ako plyn v protiprúde. Na vrchu kolóny kondenzátor vyrába refluxnú kvapalinu. Tá sa ochladzuje kvapalinou zo spodného reboilera. Prebytočná kvapalina sa posielala do nízkotlakovej kolóny, zatiaľ čo sa prídavná kvapalina odoberá z vysokotlakovej kolóny.

Na vrchu kolóny sa dusík oddelený od surového argónu vypúšťa do ovzdušia, na dne sa čistý kvapalný argón môže odvieť do cisterny alebo do odpadového odparovača.

Regulátor PDIC43021 riadi náplň kolóny čistého argónu. Viac toku cez reboiler spôsobuje väčšiu náplň kolóny a lepšiu separáciu. V prípade stúpajúceho obsahu dusíka v produkte čistého argónu, je potrebné zväčšiť náplň kolóny.

Pred spustením argónovej kolóny, je potrebné skontrolovať, aby bol manuálny obtokový ventil V40018 zatvorený.

2.10. Kompresory Dusíka (NIC, V70000, V77000)

Dva dusíkové kompresory sú umiestnené rovnobežne. NIC sa reguluje variabilnými vodiacími ventilmi (inlet guide vanes = IGV) na úpravu vypúšťacieho tlaku. Vypúšťací tlak NIC je tiež regulovaný ochranou proti vztlaku/prudkej zmene, ktorá prevádzkuje recyklačný ventil. Je tiež vybavený vetracím ventilom na uvoľnenie tlaku a na čistenie kompresora.

Pre dusíkový kompresor existujú dva rôzne druhy odpojenia:

- Odpojenie s odstavením
- Toto odpojenie chráni stroj pred mechanickým poškodením. Odpojenie okamžite zastaví motor. Zariadenie po prúde bude tiež vypnutý.
- Čiastočné odpojenie s "odľahčením"
- Toto odpojenie chráni process: ak sa jednotka kompresora zastaví cez odpojenie, NIC bude odľahčnúť. To znamená, že sa kompresor po stanovenú dobu odvzdušní.

Pre ďalšie informácie ohľadne riadenia a údržby NIC pozrite patričnú dokumentáciu predajcu.

2.10.1. Spúšťacie podmienky pre NIC

Podmienky spustenia sú nasledovné:

US70000	musí byť resetovaný
EL70001_2	Minimálny čas čakania musí byť 0
E70001	Hlavný pohon pripravený
US70000_2	Čiastočné vypnutie musí byť resetované
GH70004	MCC pripravené
T70854	Teplota oleja nad minimálnu hodnotu nastavenia
P70854	Tlak oleja nad minimálnu hodnotu nastavenia
F80001	Spustený systém chladiacej vody
HV70035	Odvzdušňovací ventil je zatvorený
HK70036	Vypúšťací ventil je uzatvorený
FL20005	LP GAN produkcia vyššia ako minimálna hladina
H70001_2	Naplňte GAN N2 kompresor 1
F20005	LP GAN ventil do N2 kompresoru otvorený vyššie 99%
G70074	Recyklačný ventil je úplne otvorený
G70010	Vstupné vodiace lopatky musia byť plne otvorené

NIC sa spúšťa zapnutím HS70001 na ON. Operátor by mal pomaly zväčšovať otvor IGV, aby sa kompresor naplnil. Zároveň s otváraním IGV, môže byť uzavretý recyklačný ventil, aby sa zvýšil vypúšťací tlak. Pred sputením dodávky odberateľovi, kompresor musí byť uvoľnený otvorením ventilačného ventilu.

2.11. Systém chladiacej vody

Systém chladiacej vody slúži na dodávku vody do zariadenia na odstránenie tepla z procesu, hlavne z kompresora. Studená voda sa dodáva jednotlivým používateľom odkiaľ sa vracia k odberateľovi.

2.12. Prístrojový plyn a Čistenie coldboxu

Prístrojový plyn sa odoberá z aparátu molekulárneho sita alebo je dodávaný z existujúceho systému, ktorý môže obsahovať dusík. Preto sa musí z pohľadu zdravia a bezpečnosti so všetkým vedením prístrojového plynu zaobchádzať so zreteľom na obsah dusíka.

Čistenie coldboxu je zásobované prúdom odpadového dusíka alebo je odobratý zo zberača N2 čistiacieho a tesniaceho plynu. Uvoľňovanie/čistenie cold box dusíkom je nevyhnutné, aby sa predišlo nahromadeniu kvapaliny v rámci izolácie coldboxu. Pozitívny tlak dusíka vnútri coldboxu musí byť zaistený kedykoľvek.

2.13. Kvapalno-plynná Konverzia

Zariadenie poskytuje možnosť pokrytia potreby kyslíka vyššej ako jeho nominálna kapacita vstreknutím kvapalného kyslíka do procesu ASU. Energia skvapalňovania vstrekaného LOX bude obnovená ďalšou tvorbou kvapalného dusíka.

Naopak môže ASU fungovať bez prívodu plynného kyslíka. V tomto prípade sa kvapalný kyslík odoberie z ASU a zásobí cisternu. Požadované ochladenie sa čiastočne vytvorí vstreknutím kvapalného dusíka.

Rozsah výroby v režime kvapalno-plynnej konverzie je daný prevádzkovým rozsahom kompresorov, prevádzkovými hranicami coldboxu a energiou chladienia turbíny.

Vstreknutie kvapaliny možno tiež použiť na doplnenie turbíny pri požiadavkách vysokej tvorby chladu napr. pri spúšťaní. Vstreknutá kvapalina tiež môže nahradiť niektoré ochladenie turbíny.

2.14. Kvapalné Odparovače

Odpadový odparovač slúži na odvedenie kryogénnych kvapalín z coldboxu. Tieto sa privedú do vertikálneho odparovacieho potrubia, ktoré je zásobovaná prúdom zdola.

Odvedenie kryogénnych kvapalín sa vyžaduje pred rozmrazením coldboxu. V prípade zlej čistoty produktu, buď LIN alebo LOX alebo LAR, prúd sa tiež pošle do odpadového odparovača.

Pred zásobovaním odparovača kryogénnymi tekutinami, je nutné začať s prúdom pary. Meranie teploty pri výstupe odparovača má zaistiť, že sa odparovač nepreťažil.

2.15. Ventily

Ventily sú nainštalované na odvádzanie plynov zo zariadenia do ovzdušia. Ventily sú vybavené tlmičmi, aby redukovali úroveň hluku pri vysokej rýchlosti vypúšťania. Ventily sú určené na poskytovanie bezpečného vypúšťania plynov do ovzdušia.

Zariadenie je vybavené niekoľkými ventilami na odvádzanie nasledovných prúdov:

- vzduch mimo hlavný vzduchový kompresor, pomocný vzduchový kompresor
- kyslík mimo coldbox
- dusík mimo coldbox, adsorber molekulárneho sita, produkčné kompresory

2.16. Nástroje Analýzy

Nasledovnými nástrojmi analýzy je zariadenie vybavené:

Ref.č.	Meranie
QE 15038	ppm CO ₂
QE 15043	ppm H ₂ O
QE 16055	ppm H ₂ O
QE 20001	ppm O ₂
QE 20005	ppm O ₂
QE 20011	% O ₂
QE 20012	ppm N ₂
QE 20029	% O ₂
QE 21004	% O ₂
QE 22011	ppm C _n H _m
QE 23013	ppm O ₂
QE 23016	% O ₂
QE 40011	% O ₂
QE 40012	ppm O ₂
QE 43033	ppm O ₂
QE 43034	ppm C _n H _m
QE 64051	% O ₂
QE 74090	ppm O ₂

Konzultuje, prosím, v dokumentáciu predajcu ohľadne zaobchádzania, periódy kalibrácie a údržby analyzátora.

2.17. Kvapalné Cisterny/Rezerva

K dispozícii je uskladnenie každého kvapalného produktu. Pre čo najmenšie straty vyparovním, sú cisterny izolované buď perlitom alebo vákuovo.

2.17.1. Uskladnenie LAR

Na uskladnenia kvapalného argónu sú k dispozícii nádrže, ktoré sú vákuovo izolované. Na prenos kvapaliny z nízkotodparovačov kvôli dodávke produktu plyného argónu.

Osobitné čerpadlo sa používa na plnenie cisternového vozidla.