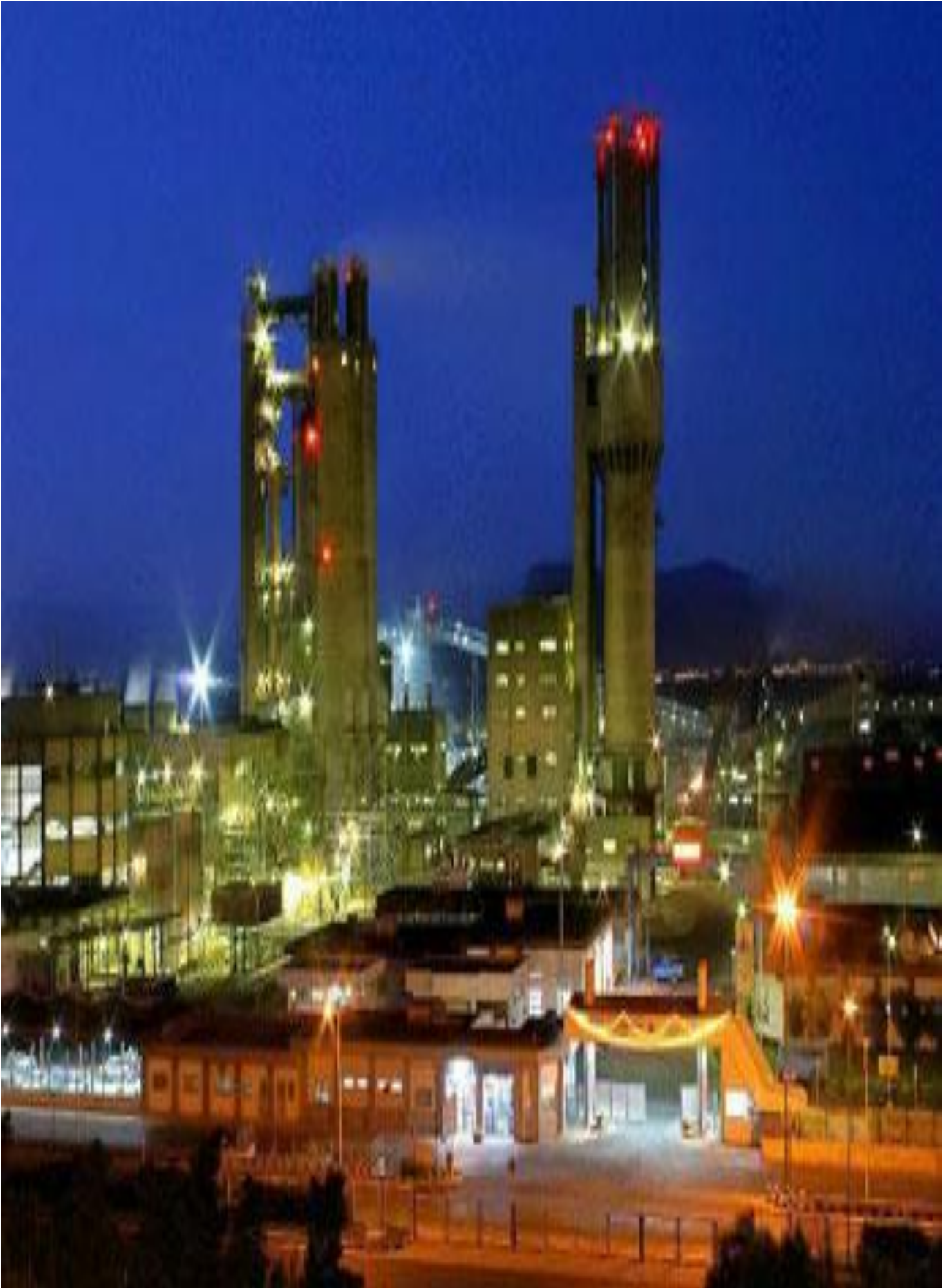






عنوان :

واحد متانول

پتروشیمی شیراز

تهیه کننده:

عصمت ساکت - 9103533



. واحد متانول مجتمع پتروشیمی شیراز

واحد متانول مجتمع پتروشیمی شیراز یکی از متعدد واحدهای عملیاتی این مجتمع میباشد. مجتمع پتروشیمی شیراز در 45 کیلومتری شمال شرقی شیراز و در منطقه جلگه مرودشت قرار دارد. مجتمع پتروشیمی شیراز در سال 1342 با واحدهای کود شیمیایی منطقه یک تأسیس شد. در طول سال های بعد، واحدهایی چون متانول، پرکلرین و آرگون نیز بدان اضافه گردیدند.

مراحل ساخت واحد متانول در سال 1368 توسط کارشناسان ایرانی پایان یافته و با ظرفیت اسمی 255 تُن در روز بهره برداری از آن آغاز شد. این واحد، اکنون روزانه حدود 300 تُن متانول با خلوص 99/85٪ به بالا و Grade AA تولید مینماید. گاز طبیعی مورد نیاز این واحد روزانه حدود 11000 نرمال متر مکعب بوده که توسط شرکت ملی گاز ایران تأمین میشود. سیکل بهره برداری از واحد متانول، یا به عبارت دیگر فاصله دو تعمیر اساسی واحد، بطور میانگین 720 روز میباشد که در این مدت، واحد بطور پیوسته، به صورت بیست و چهار ساعته و در سه شیفت کار میکند.

واحد متانول خود بر حسب فعالیت هایی که در آن انجام میشود، به چهار واحد عملیاتی تقسیم شده است:

واحد 22 - واحد ریفرمینگ گاز Gas Reforming Unit

واحد 23 - واحد فرآیند سنتز متانول Methanol Synthesis Process Unit

واحد 24 - واحد خالص سازی متانول Methanol Distillation Unit

واحد 25 - واحد ذخیره و بارگیری متانول

Methanol Storage and Shipment Unit

شرح مختصر تولید متانول

متانول مایعی بی رنگ ، قابل اشتعال و دارای بویی تقریباً زننده والکلی میباشد و به هر نسبتی با آب مخلوط می شود. فرمول آن CH_3OH می باشد و دارای دانسیته 792 کیلوگرم بر متر مکعب در 20°C است و نقطه جوش آن 65°C می باشد.

متانول ماده ای سمی است، خوردن حتی کمی از آن ممکن است باعث مرگ شود. در بیشتر مواقع اثرات سمی بودن آن بعد از چند ساعت و بعضی اوقات بعد از 2 تا 3 روز ظاهر می شود.

اثرات سمی بودن متانول در بیشتر مواقع روی عصب های بینائی اثر می گذارد که بعد از 2 تا 3 روز این اثر ظاهر می شود. خوردن 5 میلی لیتر از متانول کافی است تا بینائی بطور کامل از بین برود.

همچنین تنفس کردن آن به مدت طولانی همان اثرات مسموم کننده قبلی را دارد.

به جهت اینکه متانول بهر نسبتی در آب قابل حل می باشد در صورتیکه آتش بگیرد ، نمی توان آن را با آب خاموش کرد و تنها بوسیله کف (FOAM) می توان از ادامه حریق جلوگیری نمود.

طرح متانول که در مجاورت مجتمع پتروشیمی شیراز احداث شده است ، با تولید سالیانه مقدار 84000 تن الکل متیلیک ، اولین واحد تولید متانول کشور است.

متانول یا الکل متیلیک یکی از مواد مهم و لازم در صنایع شیمیائی می باشد که مورد مصرف زیادی دارد.

موارد استفاده متانول یا الکل متیلیک در تولید بعضی از مواد پلاستیکی و الیاف مصنوعی ، در صنایع رنگ سازی ، در صنایع شیمیائی ، تولید حشره کش ، ضد یخ و نهایتاً سوخت موتور می باشد.

مواد اولیه جهت تولید متانول ، گاز طبیعی و گاز کربنیک (CO_2) می باشد که اولی از طریق شرکت ملی گاز ایران و دومی از طریق مجتمع پتروشیمی شیراز (واحد آمونیاک) تامین می گردد.

مقدار مصرف گاز طبیعی در واحد متانول 6542 نرمال متر مکعب در ساعت و مقدار مصرف گاز دی اکسید کربن 1705 نرمال متر مکعب در ساعت می باشد.

شرح مختصری از واحد متانول :

واحد متانول بگونه ای طراحی شده است که می تواند هم با گاز بید بلند و هم با گاز کنگان کار کند. این دو گاز علاوه بر اینکه از لحاظ ترکیبات اختلافات جزئی دارند ، از لحاظ فشاردارای اختلاف زیادی هستند. بطوریکه هنگام استفاده از گاز کنگان (فشار حدود 59 kg/cm^2) باید کمپرسور گاز طبیعی (C-2201) را از سرویس خارج کرد و از مسیر کنار گذر آن استفاده نمود.

در ضمن در هر یک از این دو حالت می توان گاز CO_2 را به سیستم تزریق کرد.

در نتیجه بطور کلی چهار حالت مختلف وجود دارد :

گاز بید بلند GAS A

گاز کنگان GAS B CASE I بدون تزریق CO_2

گازبید بلند GAS A

گاز کنگان GAS B CASE II با استفاده از CO_2

در متن حاضر صرفاً CASE I و GAS B شرح داده شده است. لذا اعداد و ارقام ذکر شده مربوط به حالت فوق می باشد.

گاز طبیعی با فشار 13 kg/cm^2 وارد کمپرسور گاز طبیعی (C-2201) شده و با فشار $28/3 \text{ kg/cm}^2$ شده خارج و با گاز پرچ مخلوط می شود. سپس در پوسته E-2209 تا دمای 380°C گرم شده ، وارد قسمت گوگردزائی می شود. بعد از آن گاز با بخار پروسس مخلوط شده و سپس از E-2201 A/B عبور کرده و دمای آن به 550°C می رسد. سپس وارد لوله های ریفرمر که حاوی کاتالیست اکسید نیکل هستند ، می شود.

در ریفرمر گاز طبیعی تبدیل به گاز سنتز که حاوی H_2 ، CO ، CO_2 ، H_2O و مقداری CH_4 واکنش نکرده می باشد ، می شود گاز سنتز با دمای 1875°C از ریفرمر خارج شده و طی مراحلی در مبدل های مختلف خنک شده و وارد کمپرسور سنتز (C-2301) می شود.

این مبدل ها به ترتیب از این قرارند : E-2208 ، لوله 3-2209 ، E-2210 ، E-2211 ، E-2407 ، E-2408 ، E-2213 ، E-2214 .

فشار گاز سنتز توسط PV-2217 آخرین نقطه واحد 22 در ورودی به کمپرسور سنتز کنترل می شود.

گاز سنتز با فشار kg/cm^2 و دمای 40°C وارد کمپرسور سنتز می شود و نهایتاً از مرحله سوم کمپرسور وارد E-3202 شده که در آنجا توسط گازهای خروجی از راکتور سنتز R-2301 گرم می شوند.

در نتیجه گاز با فشار $18/3 \text{ kg/cm}^2$ و دمای 400°C وارد کمپرسور سنتز می شود. در این راکتور گاز با عبور از روی کاتالیستهای اکسید مس و روی تبدیل به متانول می شود. این واکنش گرمازا بوده و گرمای حاصل از آن توسط آب جذب و در درام D-2302 بخار تولید شده جدا می شود.

گاز خروجی از راکتور بطور موازی در مبدل های E-2302 ، E-2303 خنک شده سپس وارد E-2304 (کولرهوائی) می شوند. سپس در درام D-2303 فاز گاز از فاز مایع جدا می شود. قسمت اعظم فاز گاز وارد مرحله سوم کمپرسور شده و بقیه آن نیز بعنوان سوخت مشعلهای ریفمر و گاز برگشتی به واحد گوگردزدائی هدایت می شوند. فشار سیکل سنتز نیز توسط PV-2308 کنترل می شود.

مایع جدا شده که متانول خام نامیده می شود به واحد 24 جهت تصفیه فیزیکی می رود. این مایع ابتدا در درام منبسط کننده (D-2401) منبسط شده که در نتیجه آن یک مقدار از گازهای حل شده در آن جدا می شود سپس از آنجا توسط یک کنترل کننده دبی (FRC-2401) وارد برج تقطیر (T-2401) می شود. در این برج باقیمانده گازهای حل شده در متانول خام جدا می شود. ریویلرهای این برج (E-2401) که توسط بخار اشباع L.P. متانول را بجوش می آورد و (E-2408) که گاز سنتز از لوله های آن عبور می کند. گازهای خروجی از این برج توسط E-2402 (کولر هوائی) و E-2403 خنک شده که در نتیجه آن ، بخار متانول موجود در گاز ، مایع شده و در درام D-2402 جمع آوری می شود و از آنجا توسط P-2402 دوباره بعنوان Reflux به T-2401 بر می گردد.

متانول خام ته برج که حاوی آب و متانول می باشد توسط پمپ P-2404 به برج تقطیر T-2402 فرستاده می شود. در این برج آب از متانول جدا شده ، بخار متانول از بالا و آب از پائین برج خارج می شود.

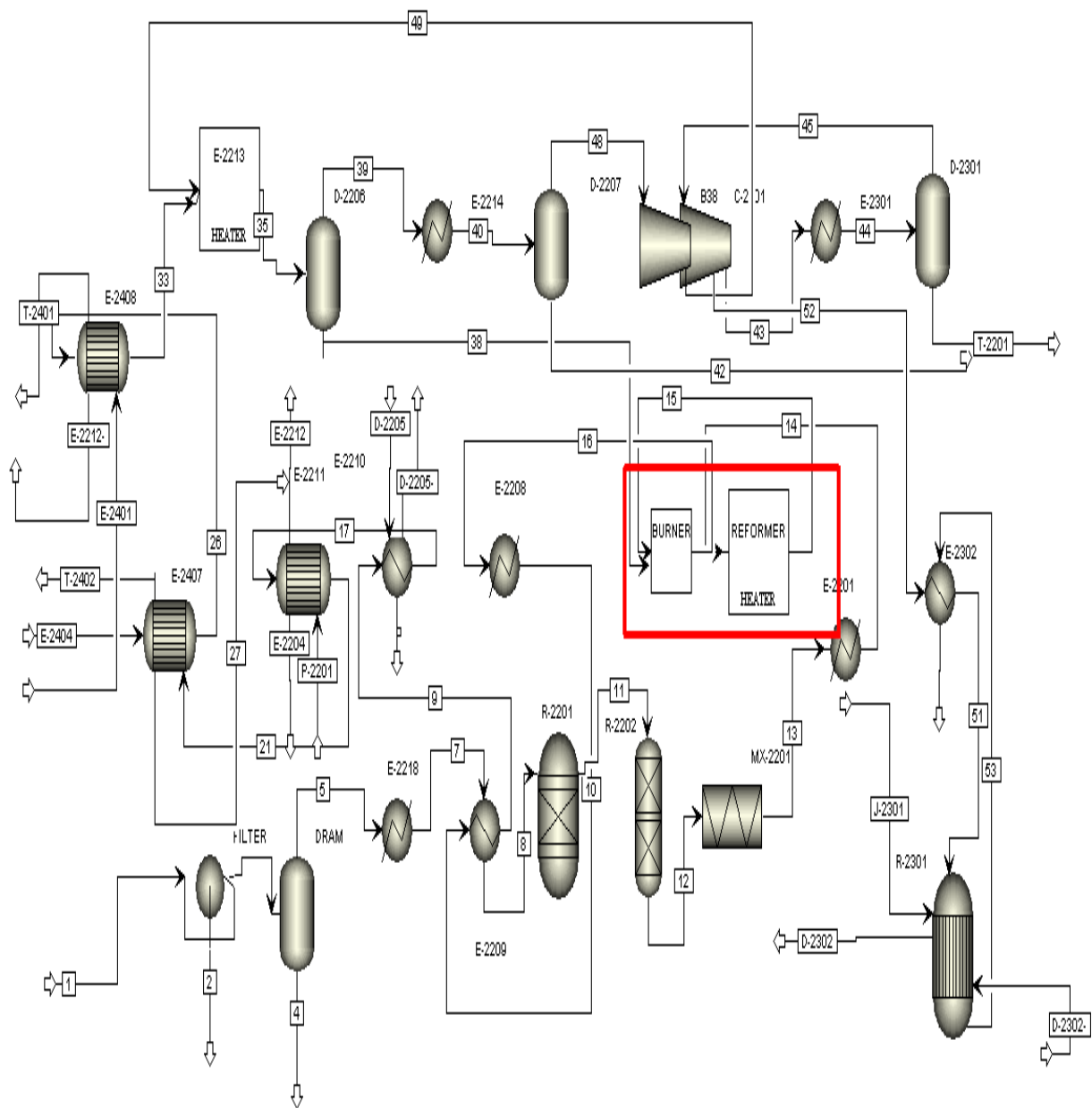
آب تحت عنوان آب پروسس توسط P-2401 به P-2205 فرستاده می شود. گرمای لازم جهت جوش آوردن متانول توسط دو مبدل E-2404 و E-2407 تامین می شود. که سیال گرم کن در اولی بخار اشباع L.P. و در دومی گاز سنتز می باشد.

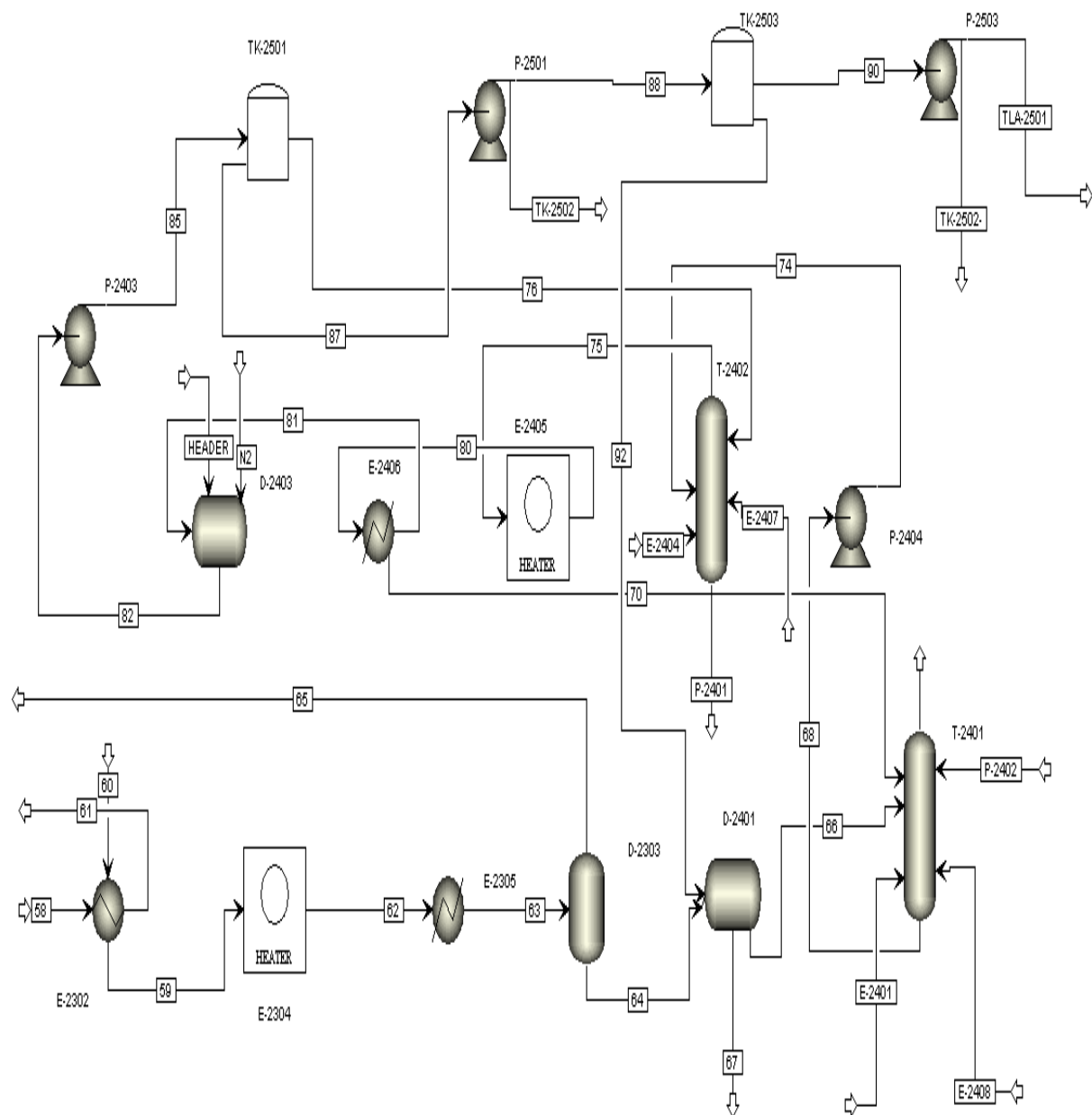
بخار متانول نیز در E-2405 (کولرهوائی) و E-2406 کندانس شده و در D-2403 جمع آوری می شود. از آنجا توسط پمپ P-2403 مقداری از آن بعنوان reflux به برج برگشت داده می شود و بقیه بعنوان محصول بطرف مخازن می رود.

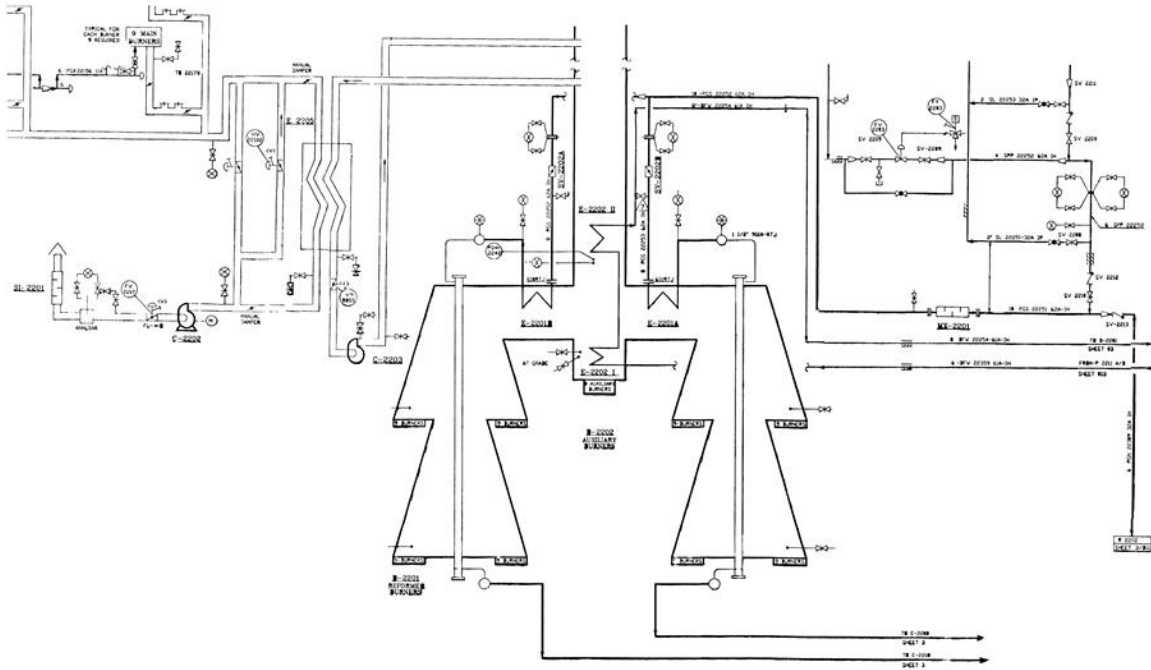
قسمت مخازن شامل دو مخزن متانول (TK-2501) که مخازن میانی نامیده می شود ، یک مخزن متانول خام (TK-2502) و دو مخزن متانول خالص (T-2503) می باشد.

متانول خروجی از پمپ P-2403 ابتدا وارد یکی از مخازن TK-2501 می شود. اگر این متانول با استاندارد تعیین شده مطابق داشته باشد (توسط آزمایشگاه مشخص می شود) بوسیله پمپ P-2501 وارد مخازن TK-2503 می شود و اگر با استاندارد مطابقت نداشته باشد توسط همان پمپ وارد مخزن TK-2502 می شود.

قسمت بارگیری متانول دارای دوبازوی بارگیری می باشد که می تواند همزمان دو تانکر را بارگیری کند. متانول خالص ورودی به قسمت بارگیری توسط پمپ P-2503 و از مخازن TK-2503 تامین می شود.







هنگامی که گاز وارد واحد 22 می شود ابتدا باید برای ورود به فرایند های عملیاتی یک سری آماده سازی بروی آن انجام گیرد. این عملیات عبارتند از:

ورود گاز به درام کوچک عمودی 2211 که وظیفه اش آبیگری از گاز میباشد. ورودی گاز از کنار درام است، علت کوچک بودن درام این است که گاز به هنگام ورود و برخورد به دیواره ها به علت نیروی گریز از مرکز می تواند ذرات معلق مایع و گاز را از یکدیگر جدا نموده که ذرات گاز از بالای درام و ذرات مایع از پایین آن خارج می شوند.

شبکه های مشی که بشکل سیم ظرفشویی هستند و در بالای این درام قرار دارند می توانند ذرات معلق مایع باقی مانده در فاز گاز را جدا نموده، بنابر این ذرات مایع به سمت پایین ریزش پیدا می کنند. در این درام چون درصد مایع بسیار کم است، می توان از طریق یک valve دستی مقدار مایع را خارج نمود.

Side glass: وسیله ای است برای اندازه گیری level مایع که در کنار درام آبیگری قرار گرفته است. همچنین درون آن چندین ball bearing قرار دارد که دارای خاصیت مغناطیسی هستند. پشت ردیف این ball bearing ها یک floater قرار دارد. هرچه سطح مایع بالاتر رود floater نیز بالاتر می آید (روی سطح مایع شناور می شود). جنس floater از آهن رباست.

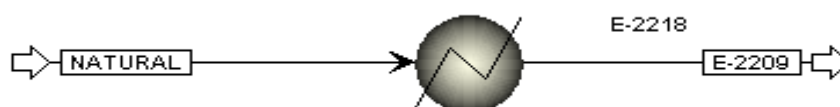
پس هنگامی که پشت ball bearing ها قرار گیرد، قطب های همنام یکدیگر را دفع می کنند و ball bearing ها را می چرخانند. چرخش به گونه ای است که سمت قرمز آن ها نمایان می گردد. به این ترتیب می توان مقدار level مایع را در درام تشخیص داد.

گاز پس از مرحله آبیگری وارد دو فیلتر که ساختار آنها از نوع نمدی است می شود. در این فیلترها ذرات معلق گاز گرفته میشود. این ذرات ریز عمدتاً از جنس کربن هستند که برای هر کدام از فیلترها یک gage تعبیه شده. هر فیلتر بین دو leg قرار دارد. به دلیل کم و زیاد شدن ذرات معلق گردو غبار اختلاف فشار بوجود می آید که باید در محدوده (0-2.5) باشد.

اگر این اختلاف از 2.5 بیشتر شود باید ابتدا این فیلتر از سرویس خارج شده و فیلتر دیگر که با این فیلتر بصورت سری یا موازی بوده وارد سرویس شود تا زمانی که فیلتر کثیف احیا گردد. پس از فیلتر کردن گاز می توان آن را وارد واحد 22 برای انجام عملیات جهت تولید متانول نمود.

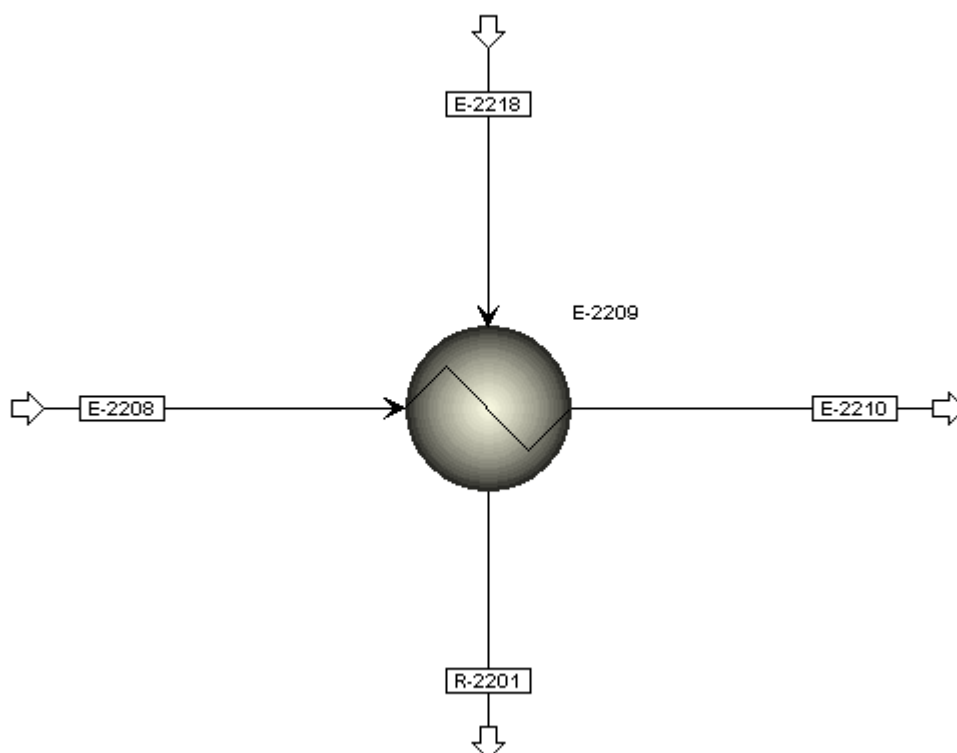
E-2218 (1)

این مبدل در حالت عادی کار نمیکند و خارج از سرویس است در زمستانها که هوا سرد است دمای گاز را به 18 درجه سانتی گراد میرساند تا وارد فرایند شود (برای سوخت Reformer)



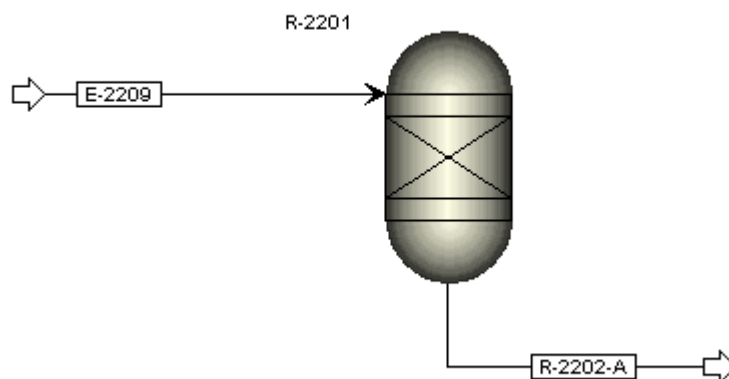
E-2209(2)

برای واکنش شیمیایی در این مرحله نیاز به دمای حدود 250 درجه سانتی گراد میباشد. از این مبدل برای گرمایش اولیه استفاده میشود. در اینجا گاز با CH_4 گاز خروجی از Reformer تبادل حرارت میکند.



R-2201(3)

کاتالیست: کبالت-مولیبدن co-mol تبدیل مواد گوگردی به H_2S . سولفور را نیاز نداریم چون خطرناک است با هیدروژن ترکیب میشود و با گذراندن از سبد کاتالیست H_2 و S با هم ترکیب میشوند و بصورت H_2S در می آیند. (H_2S باز هم خطرناک و غیر قابل مصرف است)



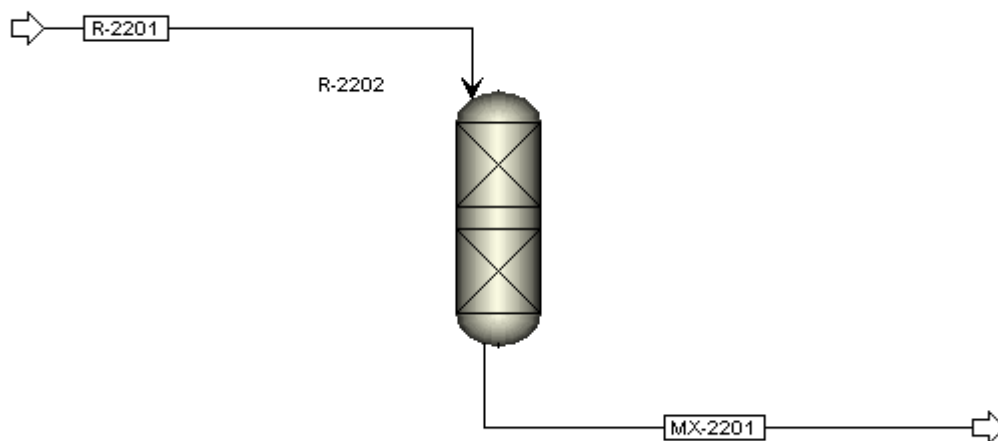
R-2202(4)

R-2202A

R-2202B

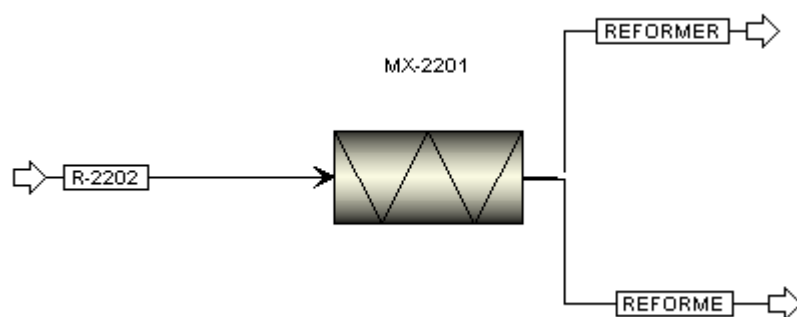
راکتور جذب: در این راکتور کاتالیست اکسید روی ZnO استفاده میشود. فرایند جذب مواد گوگردی و تصفیه گاز صورت میگیرد. این کاتالیست قابلیت احیا ندارد و باید مدفون شود. چاهی که این کاتالیست ها را در انمدفون می کنند دارای دو بستر است. چون H_2S سمی است ورود حتی مقدار کمی از آن به محیط زیست خطرناک است.

ترتیب قرار گرفتن کاتالیست در راکتور: ابتدا سرامیک های درشت که صرفاً برای جلوگیری از شوک حرارتی به راکتور است سپس کاتالیست های ریزتر را وری کاتالیست های درشت تر می ریزند. فرایند جذب در دمای پایین صورت میگیرد. وارد کردن سیال در برج جذب در پایین برج (فاصله یک متری از کف برج) صورت میگیرد لاین پایین خروجی و لاین بالا ورودی است. در این راکتور ZnO به ZnS تبدیل میشود و رسوب میدهد و H_2 هم به H_2O تبدیل میشود. برای چک کردن هوای خروجی از یک آنالیزور هوا استفاده میشود تا بفهمیم چقدر اکسیژن داریم.



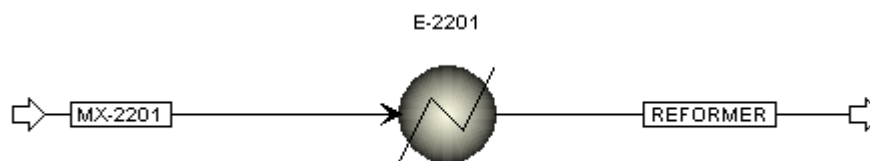
Mx-2201(5)

اب DM را از واحد تصفیه اب وارد کرده و به بخار تبدیل میکنیم، حال بخار حاصل را با CH_4 که از راکتور R-2201 خارج شده در MX-2201 با هم ترکیب میشوند (دما باید افزایش یابد)



E-2201(6)

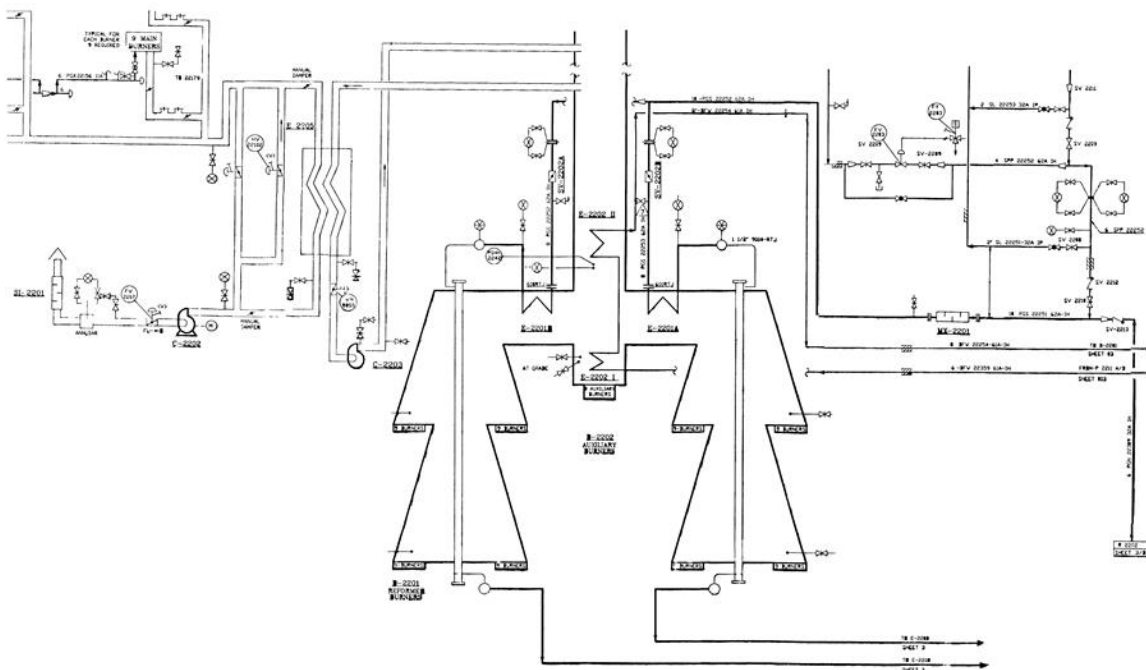
گفتیم خروجی از MX-2201 نیاز به دمای بالاتری دارد تا آماده ی ورود به Reformer شود. در این مبدل دما به حدود 550 درجه میرسد و گاز برای شکستن آماده میشود.



Reformer (7

این Reformer دارای 72 مشعل اصلی و 9 مشعل فرعی Axialery است. 72 مشعل اصلی با استفاده از Forced Draft اکسیژن میگیرد و 9 مشعل فرعی با استفاده از Natural Draft شکستن گاز (cracking) با استفاده از دمای بسیار بالای کوره صورت میگیرد. دمای کوره در حدود 800 درجه سانتی گراد است. هوا و سوخت از طریق لوله هایی در کناره ی کوره با هم مخلوط میشوند، دمای هوای ورودی بیشتر از 300 درجه است. این دما در کنا گازها باعث سوختن و بازده بیشتر کوره میشود. کمبود بخار در cracking از بخار 40 کیلو تامین میشود که از هود اصلی بدست می آید.

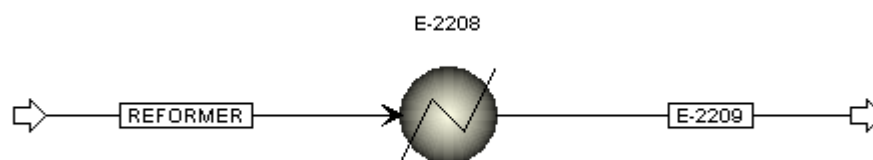
Phato cell چک کننده مشعل هاست که اگر یکی از مشعل ها خاموش شود alarm میدهد. یکی از انواع شیرهایی که در Reformer استفاده شده است sonolid valve است که گاز را برای مشعل میفرستد. این شیرها یا کاملاً باز هستند یا کاملاً بسته. قابل تنظیم نیستند (uv-2205) اگر برق قطع و وصل شود این شیر را از طریق برد مرکزی میندند که گاز به سمت مشعل ها نرود.



E-2208(8)

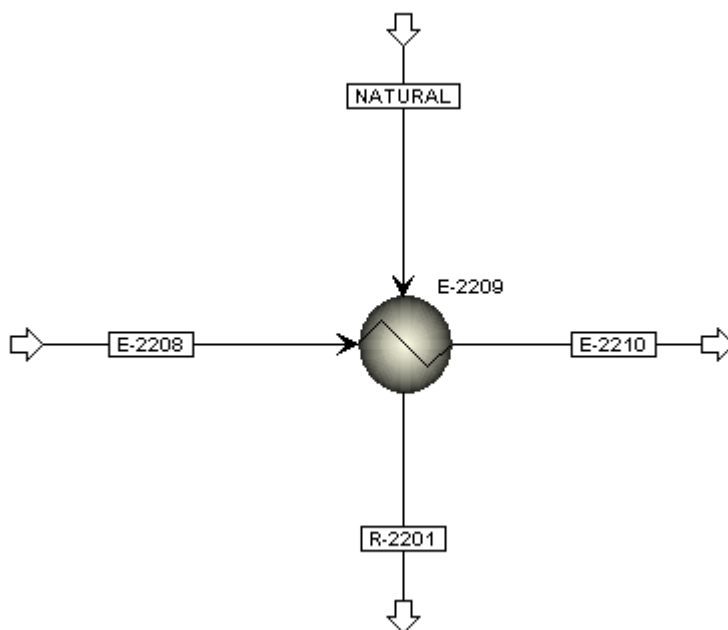
گاز باید حدود 800 درجه افت دما پیدا کند که این حرارت را در مراحل مختلف در چندین مبدل از دست میدهد که مبدل اول E-2208 میباشد. در این مبدل گاز خروجی از ریفورمر با آب تبادل حرارت میکند و آب با فشار 40 کیلوبر سانتی مترمربع تولید میکند و برای توربین ها مورد استفاده قرار میگیرد.

گاز هایی که وارد E-2208 میشود از طریق PIG TAIL ها که دمای آنها 850 درجه است وارد میشوند. گازها هنگام عبور و رسیدن به E-2208 از داخل لوله هایی که دارای کاتالیزور نیکل است عبور میکنند و بعد به PIG TAIL میروند.



E-2209(9)

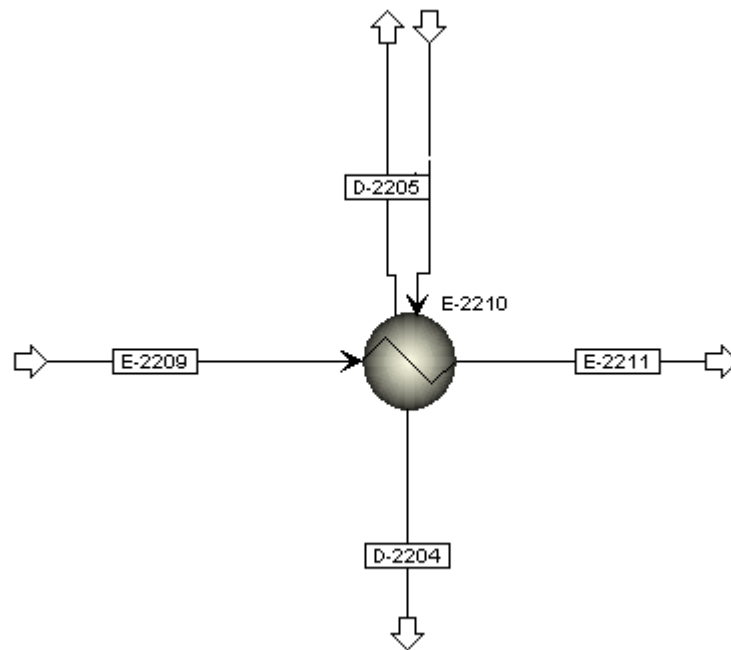
در این مبدل CH_4 اولیه که برای گوگرد زدایی باید گرم شود با گاز خروجی از E-2208 که دمای آن نسبت به حالت خروجی از ریفرمر اندکی کم شده تبادل حرارت میکند و دمای CH_4 شکسته نشده زیاد میشود و دمای گاز ریفرمر پایین میاید.



E-2210(10)

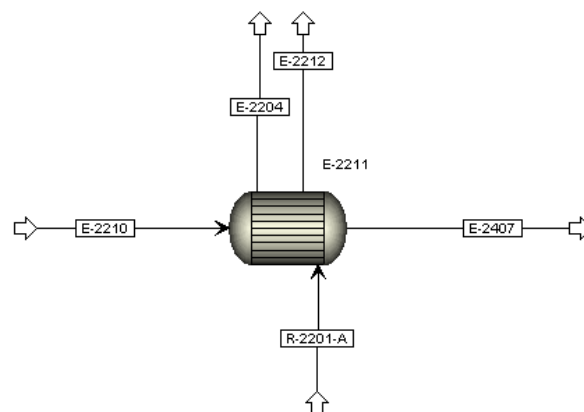
در این مبدل گاز خروجی از E-2209 و باره با آب تبادل حرارت میکند و این بار آب برای CRACKING بکار میرود و بخار 27 کیلو تولید میکند.

POT ظرفی است که در زیر بیشتر مبدل های حرارتی قرار میگیرد و برای ذخیره سازی (مایع CONDENSE شده مثل آب) از آن استفاده میشود.



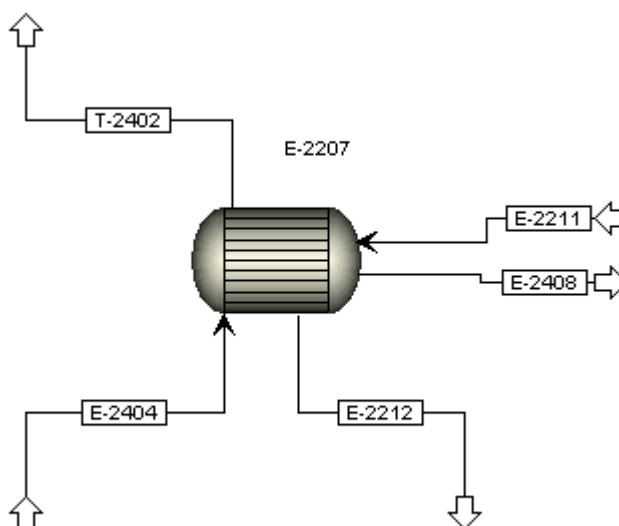
E-2211(11)

گاز خروجی از مبدل E-2210 با آب 100 درجه (این آب از نیروگاه آمده و در تماس با بخار LP دمای آن به 100 درجه رسیده) تبادل حرارت میکند و دمای آب را تا 200 درجه افزایش میدهد. همچنین ورودی به کمپرسور نباید با آب همراه باشد. در E-2211 چون فشار و دمای گاز کم میشود آب موجود در آن CONDENSE شده و مقداری از آن جدا میشود. یک CONTROL VALVE روی مخزن آب این مبدل قرار دارد که زمانی که LEVEL آب جمع شده در مخزن زیاد باشد باز شده و آب از آن خارج میگردد (LV-2210) معمولاً اگر بیش از 40٪ از مخزن پر شود شیر باز میشود.



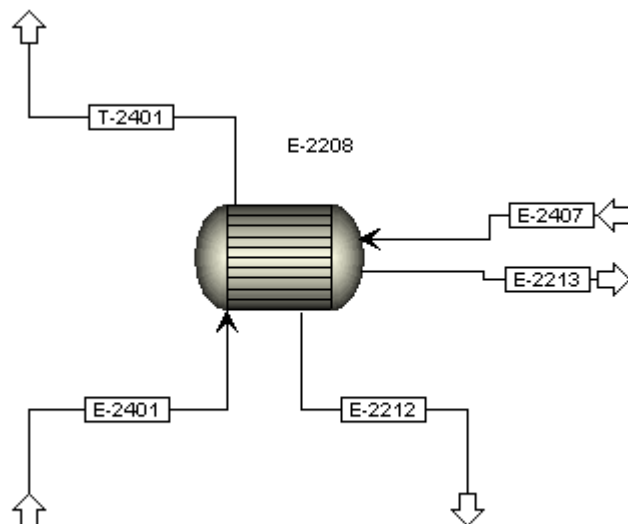
E-2407(12)

دمای گاز ورودی به این مبدل 150 درجه می باشد و دمای گاز خروجی از آن حدود 120 درجه است. الکل های سنگین خروجی از T-2202 بازیافت میشوند. در E-2407 ته مانده گاز برج T-2202 با گاز خروجی از ریفرمر تبادل حرارت میکند. E-2407 در واقع نقش BOILER برج را دارد.



E-2408(13)

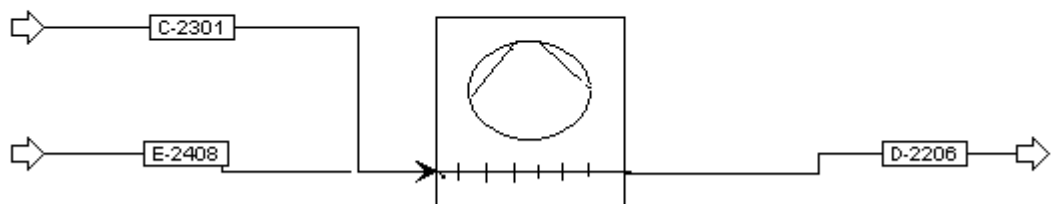
گاز خروجی از E-2407 که دمایش به 120 درجه رسیده وارد E-2408 میشود. از دمای گاز برای جوشاندن متانل استفاده میشود. دما حدود 96 درجه است. این دما دیگر مورد استفاده ما نخواهد بود و باید آن را کاهش داد.



E-2213(14)

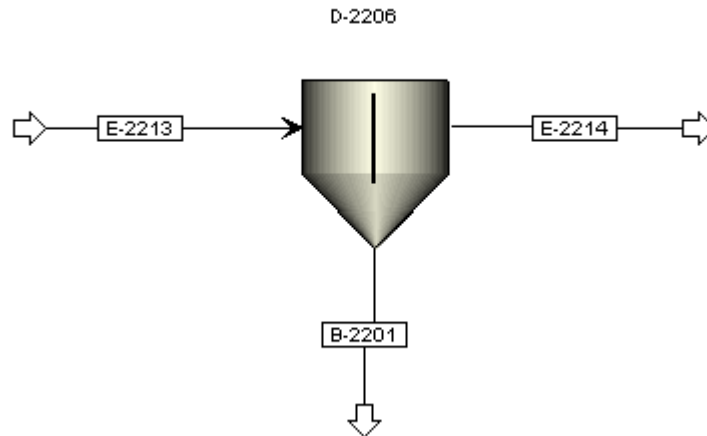
بعد از E-2208 باید دما را پایین بیاوریم که با استفاده از فن های های هوایی (E-2213) دما را کم می کنیم که این فن ها با E-2402 مشترک است در اثر خنک شدن گاز CONDENSE ایجاد میشود.

E-2213



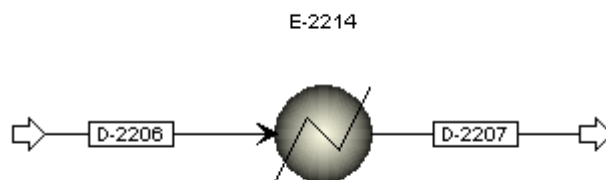
D-2206(15)

گاز بعد از خنک شدن در E-2213 به درام D-2206 میرود و آبگیری میشود و CONDENSE های حاصل از آن جدا میگردد.



E-2214(16)

دمای گاز باز هم باید کمتر شود. پس به E-2214 می‌رود. این مبدل با آب COOLING گاز را خنک می‌کند. دمای گاز خروجی از مبدل در حدود 40 درجه است. باز هم مقداری CONDENSE بدلیل کاهش دما ایجاد می‌شود که آن را خارج کرده و سپس به درام D-2207 وارد می‌شود.

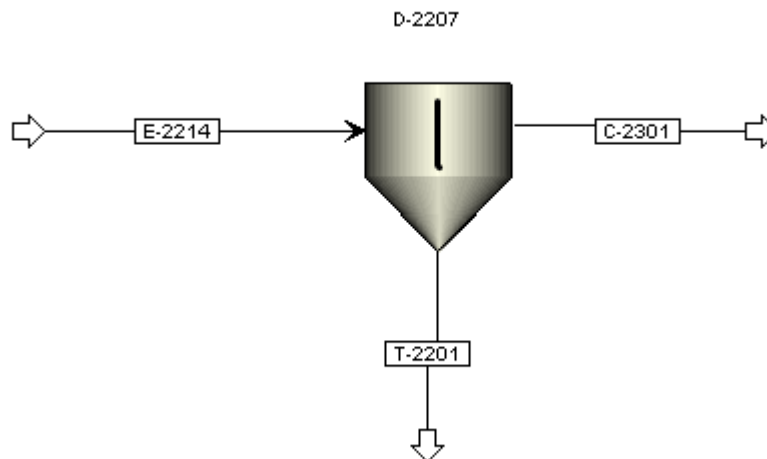


D-2207(17)

این درام به فاینال درام معروف است و آخرین درام این واحد (22) می‌باشد. گاز خنک شده بدون آب از این درام خارج می‌شود. آب نیز به واحد گاززدایی می‌رود. چون گاز حتماً باید خشک باشد اگر آب در این درام LEVEL بگیرد سیستم SHUT DOWN می‌خورد. قبل از درام یک LINE CO2 به آن می‌زنند که هدف افزایش تولید است. این

CO2 از واحد آمونیاک تامین میشود. این STEAM DRAM ها را در صورت لزوم با آب DM شستشو میدهند تا از زنگ زدن آنها جلوگیری شود.

ELECTRICAL TRACING زمانی که هوا سرد است برای اینکه درام دچار یخ زدگی نشود استفاده میشود.



واحد 23 (سنتز) :

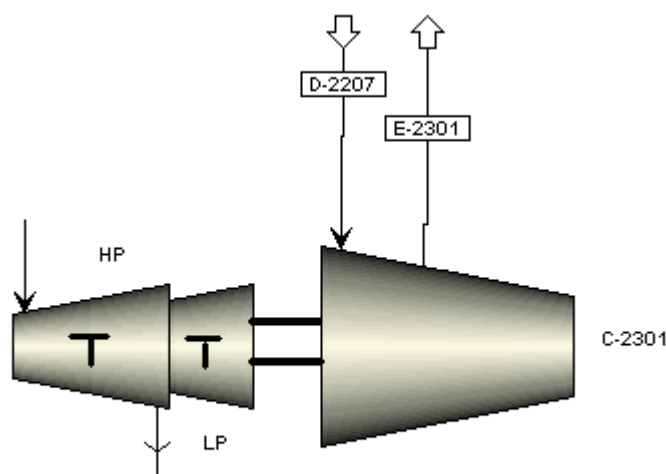
C-2301(18

(کمپرسور سنتز): وقتی گازها به دمای مورد نیاز برسند، وارد کمپرسور میشوند. کمپرسور دارای دو case است. case اول یک مرحله ای و case دوم دو مرحله ایست. case اول شامل LP و case دوم شامل HP و recycle میباشد. در case اول بخار 18 کیلو وارد و 45 کیلو خارج میشود و دما به 150 درجه سانتیگراد میرسد. (گاز برای ورود به case دوم باید دمایش پایین اید بنابراین بین case 1 و 2 باید یک inter cooler قرار دهیم)

خروجی از hp دو قسمت میشود یک قسمت زمانی وارد سرویس میشود که کمپرسور به surge بیفتد، قسمت دوم برای recycle میرود. قبل از اینکه برای recycle برود؛ یک لاین حاوی گازهای واکنش نداده ی راکتور سنتز به آن اضافه میشود (H2-CO2-CO).

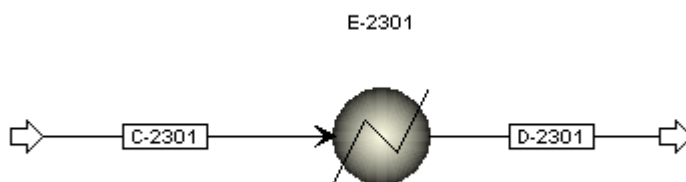
فشار خروجی از HP برابر 75 و فشار خروجی از recycle 78 کیلو است. بعد از مرحله recycle از یک مبدل عبور میکنند که دما کم شود، سپس وارد راکتور سنتز میشود.

این کمپرسور از نوع سانتریفیوژ (گریز از مرکز) است؛ و نیرو محرکه آن توربین بخار. که با بخار 40 کیلو کار میکند. دور کمپرسور برابر با دور چرخش توربین میباشد. هر جا میزان تولید بخار به اندازه کافی زیاد باشد، از توربین های بخاری استفاده میشود. پره های داخل این کمرسور دایره ای هستند و بخار را در مرکز میگیرند و به اطراف پرتاب میکنند. این کمپرسور گیربوكس (gear box) ندارد. این توربین از نوع back pressure است که گاز با فشار 40 کیلو وارد و با فشار 3 کیلو خارج میشود.



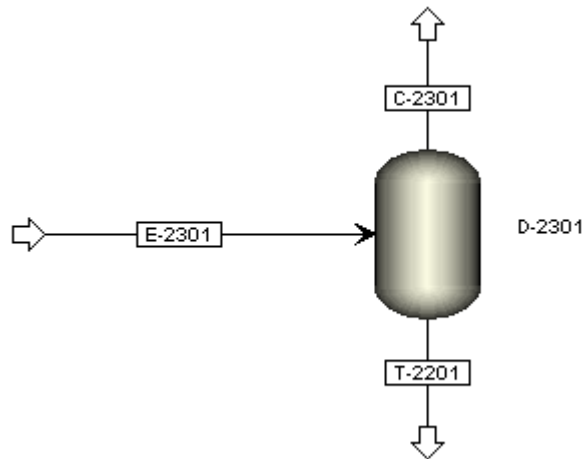
(inter cooler) E-2301(19)

این مبدل وظیفه اش خنک کردن گاز خروجی از case اول کمپرسور سنتز است. یکی از دلایلی که بعد از هر مرحله از فرایند گاز را سرد میکنیم اینست که با کاهش دادن دما، بازده کمپرسور افزایش مییابد.



D-2301(20)

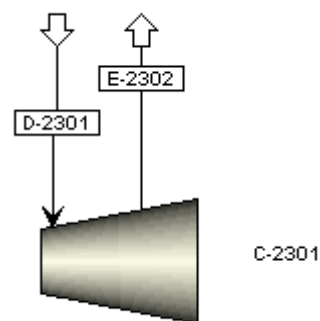
یک درام که به آن KD گفته می شود. خروجی گاز از بالا درام است و وارد مرحله hp می شود.



c-2301(21

چون خروجی گرم شده عایق کاری ندارد. ورودی به چشمه ی ایمپلر وارد می شود و خروجی از کنار آن خارج می شود.

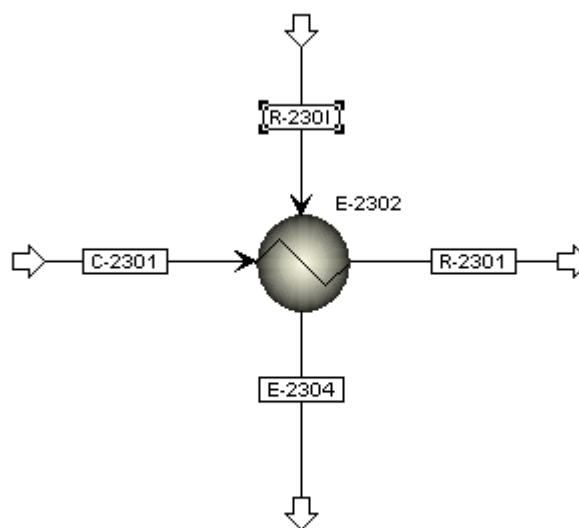
Case2 خود دارای دو مرحله است. 1- بالا بردن فشار 2- recycle. گازی که از راکتور که از خارج شده و گرم بوده خنک می شود و پس از مخلوط شدن با case1 وارد case2 می شود.



E-2302 1/2/3(22

این مبدل شامل 3 قسمت است که در سه طبقه مختلف از واحد قرار دارد و به صورت سری بسته شده اند خروجی راکتور که گرم شده برای تبادل حرارت وارد E-2302(1) سپس E-2302(2) و بعد از آن وارد E-2302(3) می شود. خروجی از این قسمت از مبدل وارد Compressor می شود. سپس خروجی از کمپرسور که سرد است با

خروجی راکتور که گرم است. تبادل حرارت می کند به طوری که خروجی از کمپرسور وارد E-2302(2) SHELL سپس E-2302(2) و بعد از آن به E-2302(1) می رود.



R-2301 (23

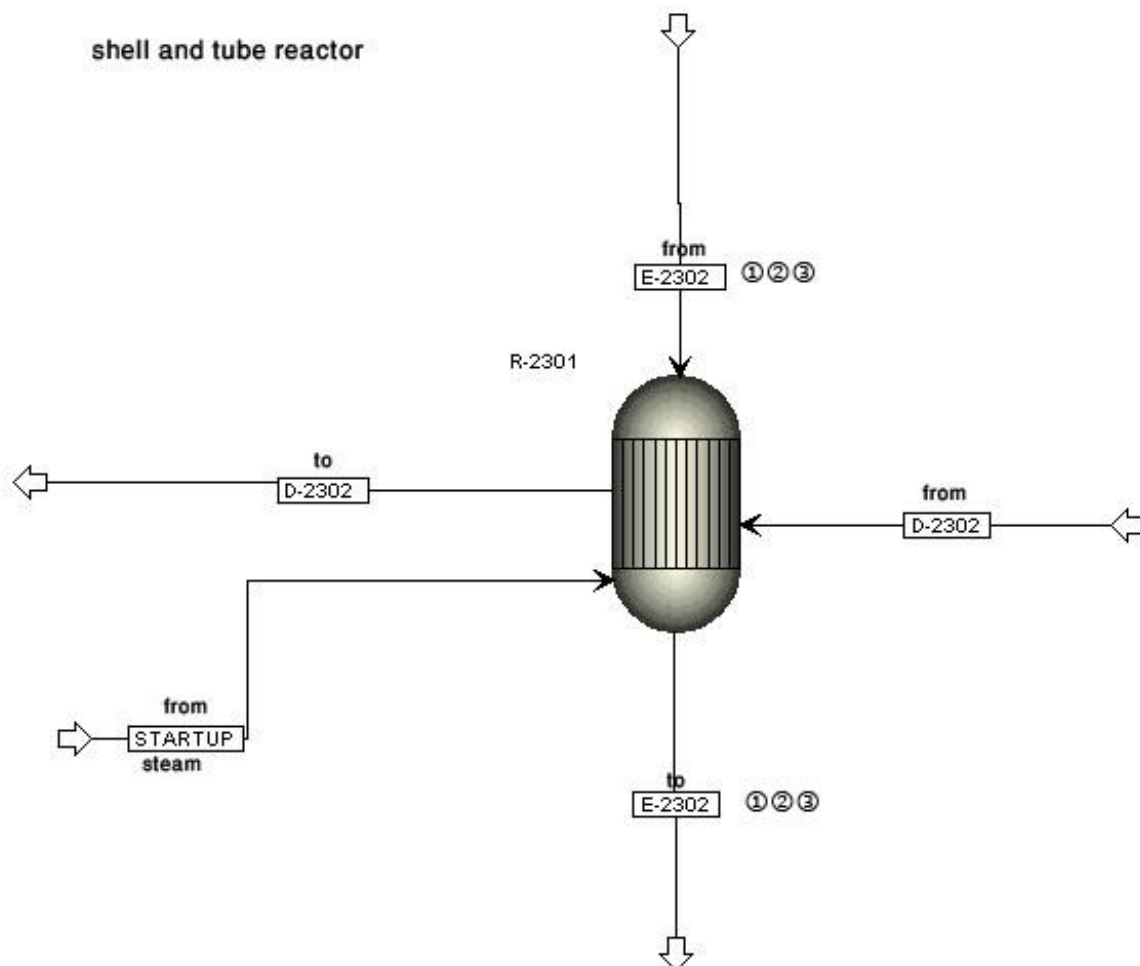
این راکتور به صورت SHELL است.

گاز با دما و فشار مناسب (حاوی $\text{Co}_2\text{-Co}$ و H_2) است وارد لوله های راکتور می شود.

حرارت زیاد که تولید می شود توسط جریان آبی که از shell عبور می کند جذب می شود. آب از پایین وارد steam dram می شود. کاتالیست موجود در لوله ها مسی و مقداری روی است که برای نگهداری آن ها از ceramic ball استفاده می شود. برای نگهداری سرامیک ها از یک توری مشبک فلزی که به صورت گمبدی شکل است استفاده می شود. گاز از پایین راکتور خارج می شود.

همان طور که گفته شد بالای راکتور یک steam dram قرار دارد که آب درون shell با آب درون steam dram و بخار درون shell با بخار درون steam dram تبادل حرارت می کند (از طریق لاین هایی که از بالای راکتور به بالای dram متصل شده است) بخار نام برده به دلیل گرم شدن آب درون راکتور ایجاد می شود و از آن خارج می شود. لاین هایی نیز از پایین راکتور به پایین dram متصل اند که مسیر آب را تشکیل می دهد. راکتور از 100% گاز ورودی فقط 5% آن را به متانول تبدیل می کند بقیه گاز دارای دما و فشار بالایی است ولی واکنش نداده است. این قسمت از گاز که واکنش نداده دوباره باید به کمپرسور برگردد تا از آن استفاده شود. قبل از بازگشت به

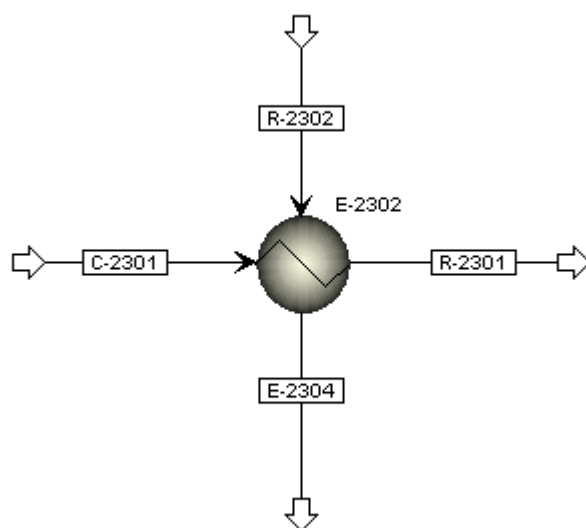
کمپرسور وارد E-2304 می شود. این قسمت از لوله های فین دار و فن تشکیل شده. گاز دارای مایع وارد این مبدل می شود و مایعات knak out می شوند و پایین میریزد ولی گاز ها به مسیر خود ادامه می دهند.



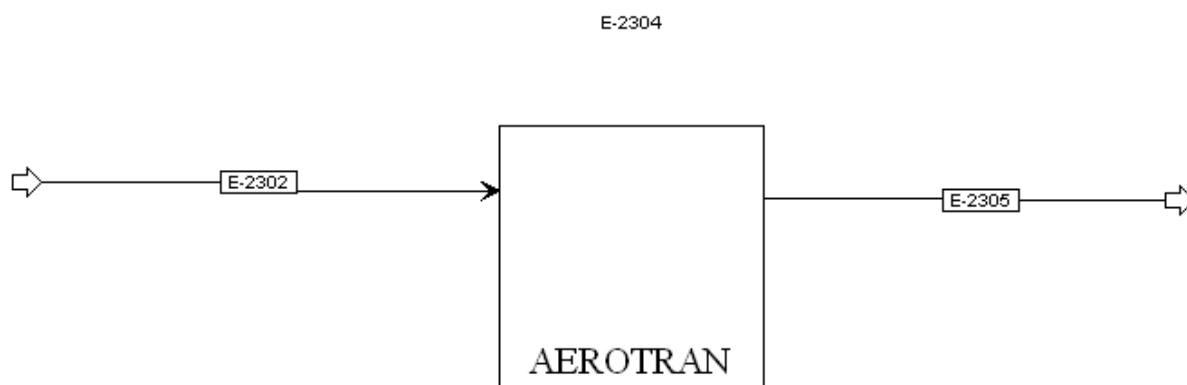
E-2302 1/2/3/24

این مبدل دارای سه مرحله است که به صورت سه طبقه و جدا از هم هستند. خروجی راکتور که گرم است (گاز) وارد E-2302(1) (TUBE) سپس وارد E-2302(2) و بعد از آن وارد E-2302(3) می شود و در نهایت به کمپرسور می رود. در مبدل گازهای نامبرده شده با آب تبادل حرارت می کند که این آب همان آب کندانس شده در درام D-

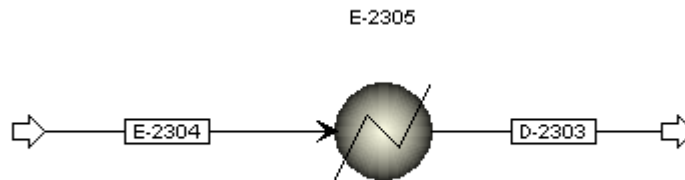
2301 است (ورودی به درام از کمپرسور می آید) حال آب خروجی از کمپرسور که وارد درام شده و آبگیری شده است و سرد است وارد (3) E-2302 می شود و سپس E-2302



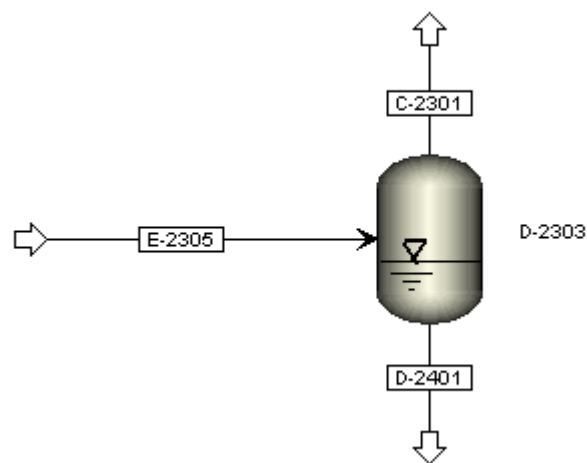
E-2304/25



E-2305/26

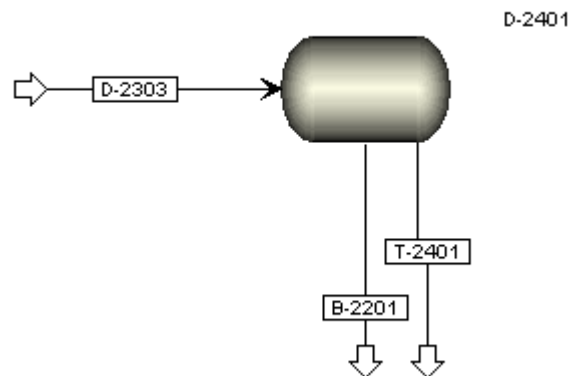


D-2303(27



D-2401(28

این درام به Expansion معروف است. قبل از این درام فشار گاز 80k و در این درام فشار گاز های سنتر 6k میرسد که به دلیل اختلاف فشار زیاد گاز های نتر محلول در متانول جدا میشود. هم چنین متانول با خلوص 90% از پایین و گاز از بالا خارج می شود. گاز خروجی پس از گذشتن از pv-2401 برای مصرف سوخت مورد استفاده قرار می گیرد. خروجی گاز از بالا و متانول از پایین می باشد. هم چنین fv-2401 خروجی از این درام و ورودی به برج اول را کنترل می کند. اگر برج کار نکند و نیازی به متانول تولیدی در درام نباشد از طریق FV-2401 این متانول را به تانک های ذخیره می فرستند. چون در تانک ها فشار چندان زیاد نیست برای برگرداندن دوباره ی متانول به واحد انجام عملیات تقطیر از یک پمپ استفاده می شود. همیشه قبل از شیرها کنترل فشار یا سطح یک transmitter داریم که مقدار فشار یا level را اندازه می گیرد و به برد اطلاع می دهد تا شیرهای کنترل عمل کنند.



T-2401(29)

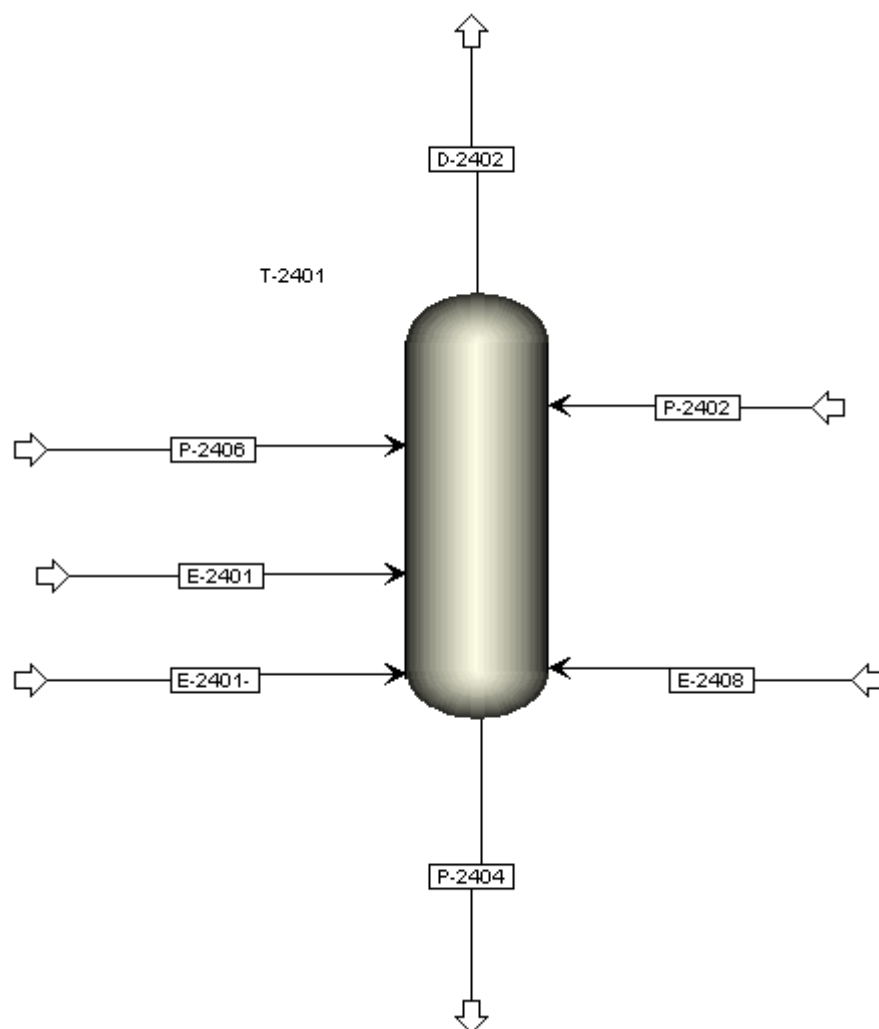
این برج دارای 40 سینی می باشد که خوراک به سینی 33 وارد می شود. متانول با خلوص 90% از پایین خارج شده و بخارهایی که شامل مواد کربنی سبک با نقطه ی جوش کمتر از متانول همراه است با مقدار کمی متانول به صورت بخار از بالا خارج می شود. این بخارات توسط فن E-2402 خنک شده سپس وارد درام D-2402 می شود و بعد از آن Condense های موجود در D-2402 توسط پمپ که در مسیر آن یک شیر کنترل وجود دارد دوباره به برج تقطیر Reflux می شود.

دلیل وجود reflux تنظیم دما، فشار و flow می باشد. در درام D-2402 دو فاز وجود دارد که فاز گاز در صورت ازوم از طریق فلز می سوزد و فاز مایع که شامل مقدار کمی متانول است از طریق پمپ P-2402 به برج بر میگردد.

در این برج فقط جدا سازی متانول از مواد کربنی دالول های با نقطه جوش پایین تر از متانول انجام می گیرد ولی خالص سازی صورت نمی گیرد.

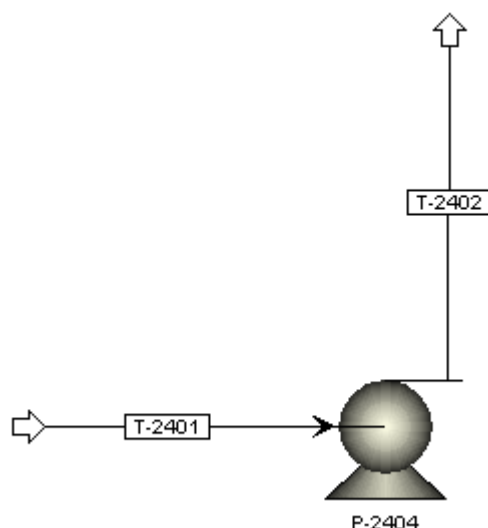
دمای برج تقطیر را طوری تنظیم می کنند که زیر نقطه جوش متانول باشد و متانول تبخیر نشود و مواد با نقطه ی جوش کمتر از متانول از بالا خارج شود. نیتروژن این واحد از طریق واحد آمونیاک تامین می شود اگر به هر دلیلی نیتروژن از واحد آمونیاک نیاید از کپسول های نیتروژن استفاده می کنیم نیتروژن در صورت افت فشار به برج تزریق می شود تا فشار برج ثابت باشد. زمانی که خوراک ورودی به برج به اندازه ی کافی گرم نباشد از بخار استفاده می کنیم. خروجی گاز های سبک وارد فن های هوایی می شوند E-2402 و مقداری از آن Condense می شود و وارد D-2402 می شود. خروجی از این DRAM به عنوان reflux به بالای برج پمپ می شود. بقیه گازهای درون D-2402 به E-2403 می رود و با آب Cooling خنک می شود Condense شده به D-2402 باز میگردد.

هرگازی که در E-2403Condense نشده باشد به عنوان سوخت به reformer می رود.



p-2404(30

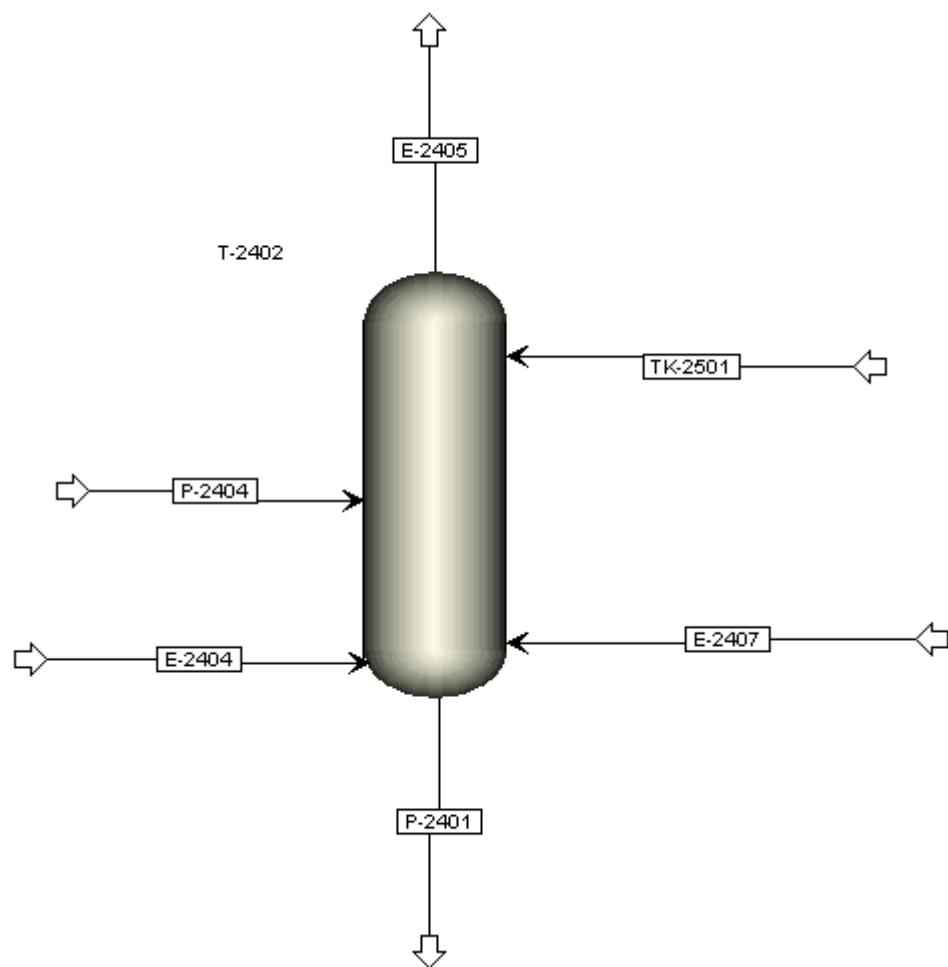
این پمپ متانول خروجی 90% از برج T-2401 را به برج T-2402 پمپ می کند. خروجی از T-2401 آب و متانول است.



T-2402(31)

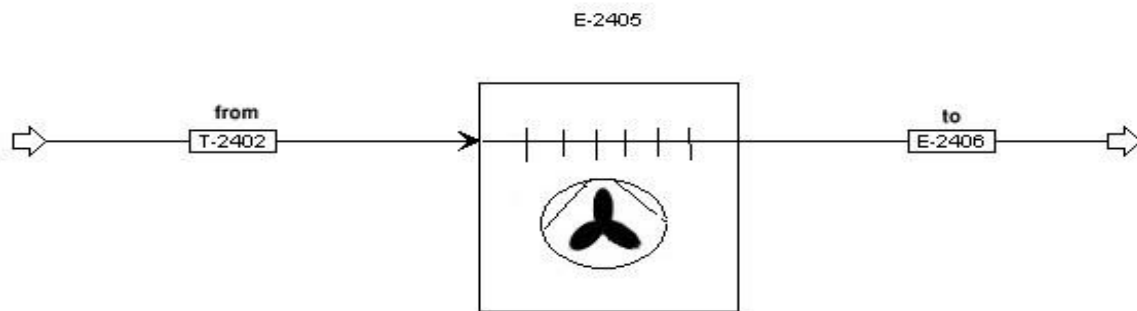
این برج شامل 85 سینی است که خوراک از سینی 40 وارد می شود. در این برج خالص سازی متانول انجام می گیرد چون متانول از آب سبکتر است سپس آب و ترکیبات سنگینتر از پایین برج متانول به صورت بخار از بالای برج خارج می شود. متانول خارج شده به فن E-2405 می رود و بعد وارد E-2406 می شود که در آن جا توسط آب کولینگ خنک می شود. در برج به دلیل وجود هیدروژن که محیط را اسیدی می کند مقداری سود به برج تزریق می شود که از خردگی جلوگیری نمود و محیط راقلیایی کند. Ph را از طریق دستگاهی به نام PH متر اندازه گیری می کنند که مقدار آن در حدود 9 می باشد.

هر دو برج تقطیر با دو مبدل در ارتباط است که یکی از آنها مبدل گازی و دیگری بخاری است. مبدل گازی با گازی که REFORMER می آید کار می کند .



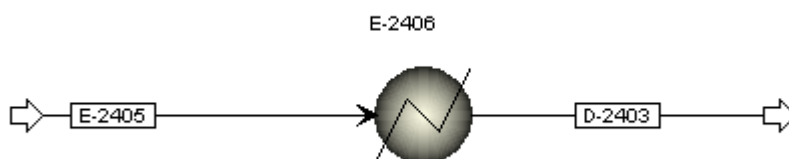
E-2405(32

این مبدل شامل 4 فن است که خروجی از T-2402 را خنک میکند.



E-2406(33)

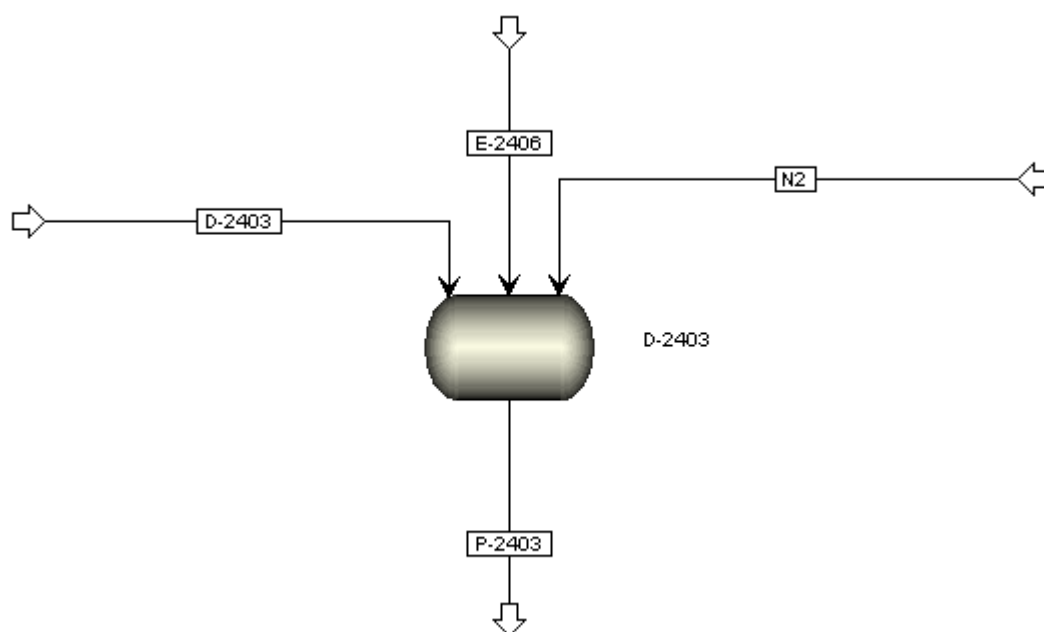
این مبدل توسط آب کولینگ دما را حدود 10 درجه کم میکند.



D-2403(34)

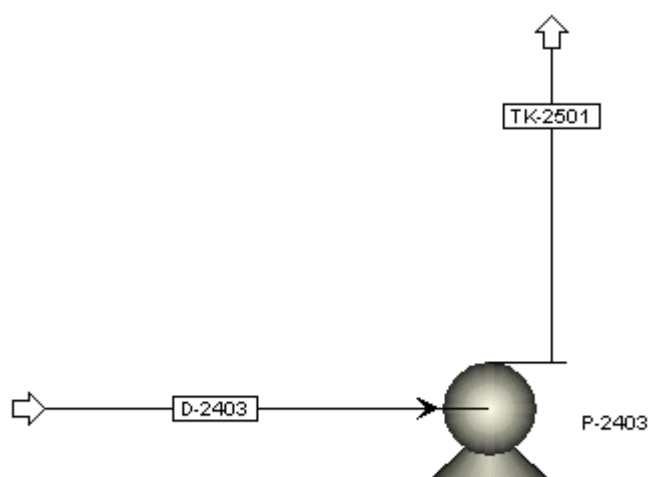
کار این درام جمع آوری condensate های حاصل از بخار متانول است. یعنی خروجی از برج که بخار بوده، طی دو مرحله خنک شده و اکنون در این درام متانول مایع با درصد خلوص 99.98٪ داریم.

یک لاین بخار N2 داریم که از طریق دو PV دو طرفه به این درام وصل میشود. اگر فشار کم باشد N2 به درام تزریق میشود و اگر فشار زیاد باشد، گاز تولید شده در T-2402 از طریق فلر خارج میشود تا فشار را تنظیم کند. PV نام برده شده مانند الککنگ عمل میکند لذا نمیتواند به صورت همزمان در سرویس باشند.



P-2403 A,B (35

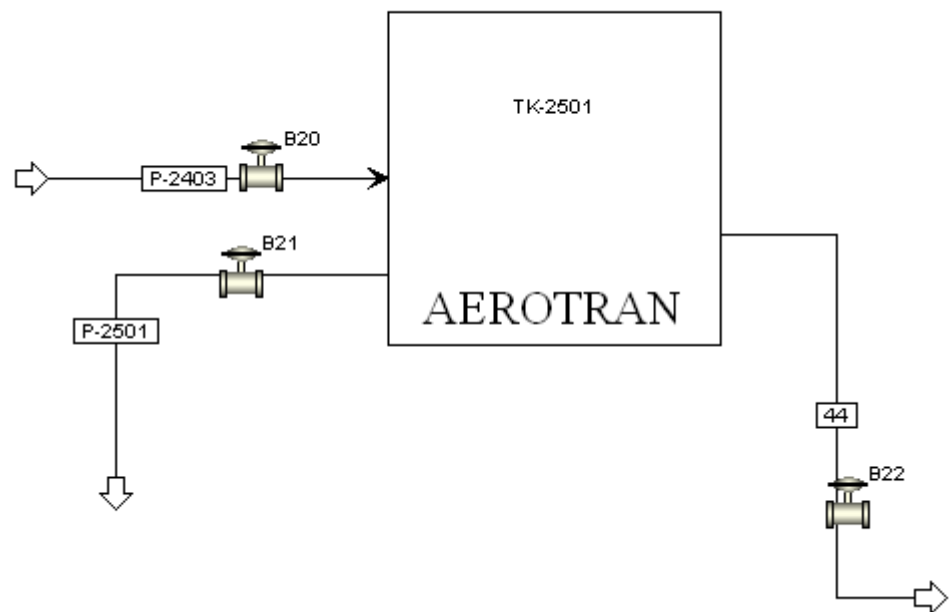
متانول خروجی از درام با خلوص بالا را به واحد مخازن (TK-2501) پمپ میکنند. مقداری از خروجی درام که به مخازن نمیرود، به عنوان reflux به برج برمیگردد.



واحد 25 مخزن):

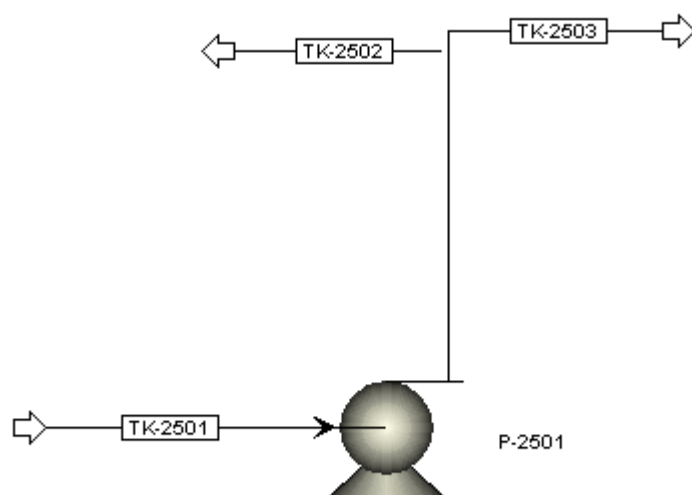
(36) Tk-2501 (2 و 1)

معمولا یکی از این دو مخزن در سرویس هستند که متانول توسط پمپ 2403 به این مخزن منتقل میشود. در این مخازن متانول نمونه گیری میشود سپس اگر خلوص متانول از 99.85٪ کمتر شود متانول مطلوب نخواهد بود که ابتدا به مخزن خام (SLOPE TK) میرود و دوباره به برج باز میگردد.



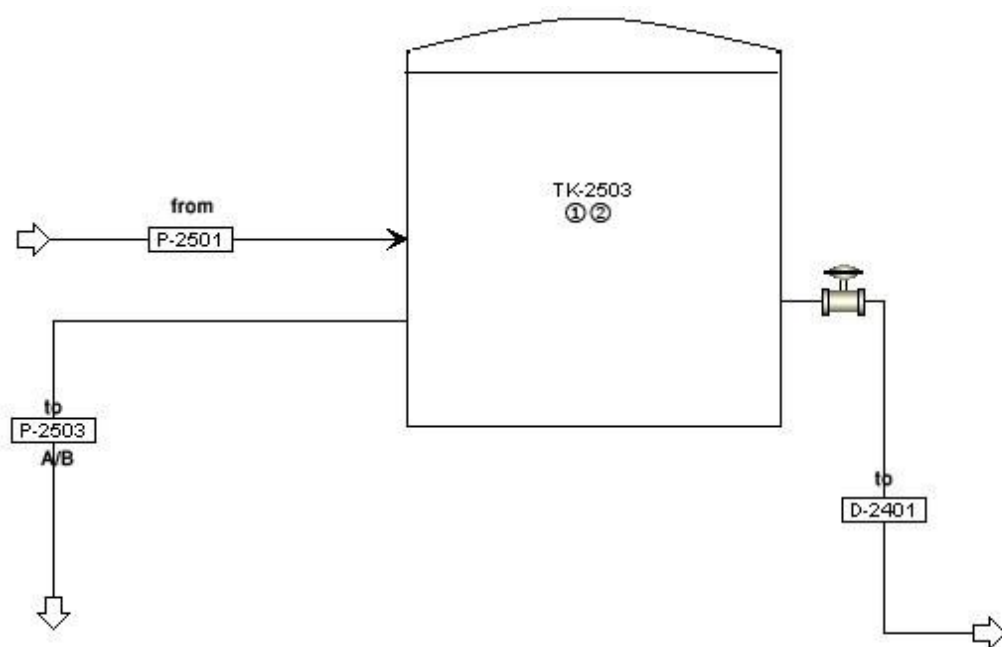
P-2501 A,B (37)

این پمپ متانول خروجی از TK-2501 را پمپ میکند سپس به TK-2502, TK-2503 میفرستد.

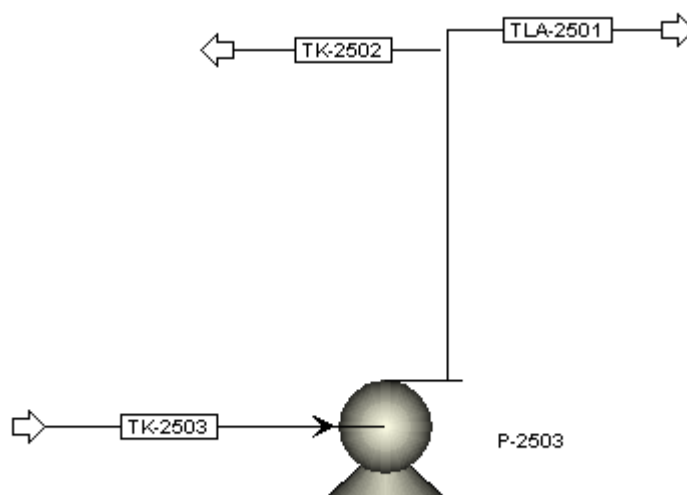


TK-2503 A,B (38

این مخزن، مخزن نهایی ذخیره متانول است که اگر خلوص متانول بالا باشد (99098٪) متانول پس از نمونه گیری به این مخازن فرستاده میشود.



این پمپ بعد از مخازن ذخیره متانول خالص قرار دارد، که متانول را از مخازن ذخیره به قسمت بارگیری پمپ میکند.



واحد ریفرمینگ گاز (واحد 22)



هدف واحد ریفرمینگ^۱ گاز (واحد 22) تبدیل گاز طبیعی که عمدتاً از گاز متان (CH₄) تشکیل میشود به گاز سنتز می باشد. واکنش شیمیایی در کوره بهسازی بخار (ریفرمینگ) که از 100 تیوب پر شده با کمک کاتالیست نیکل صورت می گیرد. قبل از اینکه گاز سنتز به ورودی کمپرسور^۲ در واحد 23 (تبدیل گاز و سنتز متانول) هدایت شود در چندین مرحله خنک می گردد. فرآیند ریفرمینگ گاز توسط بخار در هفت زیر سیستم انجام می گردد. این زیر سیستم ها عبارتند از:

1-متراکم کننده گاز طبیعی و کنترل فشار Natural Gas Compression and Pressure Controlling

2-گرم کننده گاز طبیعی و گوگردزدایی Natural Gas Preheating and Desulfurization

3-تبدیل گاز طبیعی و بخار آب به گاز سنتز Steam Reforming and Underfiring

4-بازیابی گرمای زاید گاز ریفرم شده Reformed Gas Waste Heat Recovery

5-بازیابی گرما از گازهای داخل دودکش ریفرم Flue Gas Waste Heat Recovery

6-تولید بخار سوپر هیت^۳ Steam Systems

7-جمع آوری کندانس ها و آب تغذیه کننده بویلر Condensate and Boiler Feed Water Systems

فرآیند بهسازی گاز طبیعی (ریفرمینگ)

گاز طبیعی از مخلوطی از هیدروکربنها تشکیل شده که به کمک بخار در حضور کاتالیست هایی از نوع نیکل به گاز ریفرم شده تبدیل می شود. واکنش شیمیایی حاکم بر فرآیند عبارت است از:



10- همانطور که مشاهده می شود واکنش نخست واکنشی گرما گیر و واکنش دوم گرمازا است. از آنجا که هر دو واکنش بطور همزمان صورت می پذیرند، تمام فرآیند فوق بصورت واکنشی گرماگیر عمل می کند. ترکیب گاز

³ Super Heat

ریفرم شده بستگی به شرایط تعادلی در واکنش فوق دارد در حالیکه تعادل در واکنش فوق به سه عامل فشار، دما و نسبت وزنی بخار به کربن وابسته است.

11- با توجه به شرایط ترمودینامیکی حاکم بر فرآیند فوق، تبدیل مناسب و بهینه در دمای عملیاتی بالا، فشار پایین و نسبت بالای بخار به کربن حاصل میگردد. از آنجا که آهنگ واکنش در شرایط عملیاتی و کاری در حضور کاتالیست نو بسیار بالاست، تعادل برای هر دو واکنش بوجود خواهد آمد. بدین ترتیب، شرایط کاری فقط با تکیه بر عوامل ترمودینامیکی بدست خواهد آمد.

12- تأثیرات تغییرات در پارامترهای فرآیندی

13- چنانچه فشار افزایش یابد تعادل در بهسازی گاز متان بسمت چپ واکنش نخست حرکت خواهد کرد. به عبارت دیگر، مقدار کمتری گاز متان شکسته شده و گاز متان کمتری به اکسید کربن و گاز هیدروژن تبدیل خواهد شد. علیرغم این موضوع، همانطور که بعداً خواهیم دید، در عمل، فرآیند بهسازی گاز بدلیل متراکم ساختن گاز ترکیبی، در فشار بالا انجام می پذیرد. گاز طبیعی با فشار 28 kg/cm^2 برای شرکت در واکنش بطور مستقیم وارد ریفرمر میشود. در صورت افزایش دمای کارکردی، تعادل در واکنش شکستن متان بدلیل گرمازا بودن واکنش، بسمت راست حرکت کرده مقدار بیشتری گاز متان شکسته شده و در نتیجه مقدار بیشتری منو اکسید کربن و هیدروژن تولید می شود.

14- از سوی دیگر، از آنجا که کربن صدمه غیر قابل برگشتی به کاتالیست وارد می سازد، بایستی از تولید کربن در فرآیند بهسازی اجتناب نمود. بهمین منظور، مقدار بخار بیشتری می بایست در واکنش وارد شود. لکن، استفاده از بخار زیاد بازدهی اقتصادی را کاهش میدهد.

15- 3- راه اندازی نرمال :

16- 1-4-3 فشارگیری توسط نیتروژن و پر کردن درامها با آب :

17- برای فشارگیری سیکل با نیتروژن از کمپرسور گاز طبیعی مسیر را دنبال کنید. این سیکل شامل پسته E-2209، واحد گوگردزدائی E-2201 A/B، H-2201، E-2208، لوله های E-2407، E-2408، E-2213، E-2209، S-2206، 2-2214، D-2207 و نایتها ورودی کمپرسور گاز طبیعی می باشد.

18- تمام درین ها و ونت های سیکل را بررسی کنید که بسته باشند. شیر گاز نیتروژن به سیکل را باز کنید تا فشارگیری شود. شیرهای آب خنک کننده را به کولرهای آبی با زوFnهای کولرهای هوایی را نیز روشن کنید و توسط پمپ B.F.W (P-2201) سیستم تولید بخار شامل D-2201، D-2205، E-2208، E-2210 را بوسیله آب پر کنید.

19- لازم به ذکر است که باید قبلاً (D-2202) هوازدا از آب پر کرده و آنرا گرم کنید. گردش آب درون مبدل های I, II، E-2202 را بوسیله پمپ P-2211 A/B شروع کنید و سپس آنرا روی اتوماتیک قرار دهید. بررسی کنید که پمپ کمکی P-2211 A بطور اتوماتیک در سرویس می آید و قتیکه فشار سیکل به فشار مسیر گاز نیتروژن رسید (5 kg/cm^2) بجز شیر ورودی نیتروژن به کمپرسور گاز طبیعی، تمام شیرهای نیتروژن را ببندید تا فشار ورودی تامین گردد.

- 20- کمپرسور گاز طبیعی را استارت کنید و توسط FIC-2201 یک جریان مناسب حدود $3000 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ از ریفرمر عبور دهید.
- 21- گرم کردن سیستم :
- 22- وقتی که گردش نیتروژن و آب برقرار شد ریفرمر آماده راه اندازی می باشد. لذا باید اعمال زیر را انجام دهید.
- 23- **الف :** دریچه ورودی کمپرسور (F.D.) فن دمنده را ببندید.
- 24- **ب :** دو دریچه دمپر را که روی کنار گذر گرم کن هوا (E-2205) قرار دارد را ببندید (HV-22104 باید باز باشد).
- 25- **پ :** فن دمنده (C-2202) را استارت کنید و سپس دریچه ورودی آنرا حدود 30٪ باز کنید.
- 26- **ت :** فن دمنده (C-2202) را حدود 15 تا 20 دقیقه در حال کار کردن نگه دارید.
- 27- **ث :** بررسی کنید که تمام شیرهای گاز سوخت بسته باشند.
- 28- **ج :** گاز سوخت را به هدرهای مشعلهای باز کنید.
- 29- **چ :** از محفظه ریفرمر تست گاز جهت گازهای قابل انفجار انجام دهید.
- 30- **ح :** تعدادی از مشعلهای ردیف پائین محفظه را روشن کنید :
- 31- دریچه هوا را ببندید.
- 32- فندک را در جای خود قرار دهید و آنرا روشن کنید.
- 33- شیر گاز را باز کنید.
- 34- در این حال باید مشعل روشن شود (از شخص دیگری می توان کمک گرفت).
- 35- اگر مشعل روشن نشده باشد شیر گاز را ببندید و صبر کنید تا خوب گازهای جمع شده خارج شوند و دوباره فندک را روشن کنید.
- 36- **خ :** وقتی که مشعل روشن شد دریچه هوا را طوری تنظیم کنید که شعله دارای رنگ زرد نباشد.
- 37- اگر مقدار هوا بسیار زیاد باشد تشعشع مشعلها به رفراکتورها نزدیک می شود و باعث شوک حرارتی می گردد و اگر مقدار هوا خیلی کم باشد شعله تولید دوده می کند.
- 38- **د :** فشار سوخت را طوری تنظیم کنید که مشعلها با شیرهای کاملاً باز حداقل آتش را داشته باشند.
- 39- **ذ :** فشار داخل محفظه ریفرمر توسط دامپر HV-22104 طبق جزوه آموزشی در $3\text{mmH}_2\text{O}$ - نگه دارید.
- 40- **ر :** اگر گرمای زیادتری لازم بود باید مشعلهای دیگری را هم در سرویس آورد ولی باید توجه داشت که کلیه مشعلهای روشن در کوره یک فرم و الگوی خاصی را داشته باشند تا گرما درون کوره بطور یکنواخت توزیع شود.
- 41- **توجه :** قبل از اینکه تعداد مشعلهای روشن به 60 تا 70 درصد کل مشعلها برسد ، فشار سوخت را زیاد نکنید. بلکه جهت از دیاد گرما از روشن کردن مشعلها استفاده کنید.
- 42- **ز :** در این مرحله می توان مشعلهایی را که در سرویس نیستند بررسی نمود. چون تعداد مشعلهای روشن کم است موقعیت خوبی برای بررسی مشعلهایی که در سرویس نیستند می باشد. بنابراین هر مشعل را حدود 15 ال 30 دقیقه

- روشن نگه دارید بعد آنرا خاموش کرده و مشعل دیگر را روشن کنید. همزمان با گردش نیتروژن کوه را گرم کنید. در نتیجه بویلرهای E-2202 I,II ، E-2210 ، E-2208 شروع به جوش آوردن آب می کنند.
- 43- وقتیکه مطمئن شدید که از ونت خروجی درام صرفاً بخار بیرون می آید و هوای درون سیستم خارج شده است آنرا ببندید. گاه گاهی ونت روی مبدل E-2204 را باز کنید تا اگر بخار در آنجا محبوس شده باشد خارج شود.
- 44- دمای نیتروژن خروجی از لوله های ریفمرم آنقدر زیاد کنید تا اینکه دمای کاتالیست درون لوله ها حداقل 25°C بالاتر از دمای اشباع بخار باشد یعنی حدوداً 200°C شود.
- 45- وارد کردن بخار به ریفمرم :
- 46- بعد از اینکه مطمئن شدید که دمای کاتالیست آنقدر هست که با ورود بخار ، تولید کندانس نکند، می توان بخار را به ریفمرم برقرار کرد. بوسیله FIC-2203 حدوداً ساعتی 8 تن بخار به ریفمرم بفرستید.
- 47- جهت افزایش ظرفیت می توان در صورت امکان تمام مشعلها را نیز روشن کرد.
- 48- 3-4-4- وارد کردن گاز طبیعی به ریفمرم :
- 49- گردش N_2 را کم کنید و سپس شیر گاز طبیعی را کم باز کنید.
- 50- جریان گاز طبیعی را در همان ابتدا به سرعت به 35٪ طراحی برسانید و بدنبال آن گردش نیتروژن را قطع کنید.
- 51- با وارد کردن گاز طبیعی به لوله های ریفمرم واکنش گرماگیر صورت خواهد گرفت در نتیجه گاز خروجی از ریفمرم با کاهش دما مواجه خواهد شد، لذا باید بوسیله سوخت مشعلها این دما را حدوداً 750°C ثابت نگه داشت.
- 52- با وارد شدن گاز طبیعی به سیستم ریفمرم گازهای غیر قابل کندانس نیز بوجود می آید (گاز سنتز) که این خود باعث بالا رفتن فشار سیستم خواهد شد. سرعت بالا رفتن فشار نباید از 5kg/cm^2 در ساعت زیادتر شود و این امر را بوسیله PIC-2217 میتوان کنترل کرد. نسبت بخار به کربن حداقل بایستی 5 به 1 باشد.
- 53- میزان متان موجود در گاز خروجی را بررسی کنید و آنرا در یک اندازه کم و ثابت نگه دارید. اگر مقدار متان زیاد شد و یا نقاطی از لوله ها قرمز شدند، نسبت بخار به کربن را به 7 به 1 برسانید و حداقل 2 تا 4 ساعت این شرایط را حفظ کنید و در صورت لزوم نسبت را کم کنید.
- 54- پیشرفت واکنش ریفرمینگ سبب خواهد شد که گرمای زیادی برای تولید بخار فراهم آید و این موضوع باعث می شود و دمای بخار زیاد شود تا زمانی که بخار به شرایط نرمال برسد.
- 55- در این زمان شیر روی هدر بخار (SV-2201) را باز کنید و همزمان با آن ونت PIC-2210 را ببندید.
- 56- 3-4-5- کنترل اتوماتیک واحد :
- 57- پس از آماده شدن واحد سنتز جهت راه اندازی ، جریان گاز طبیعی به ریفمرم را طی مراحل طی در طول 2 تا 3 ساعت به ظرفیت 40٪ برسانید و بدنبال آن فشار گاز سوخت را زیاد کنید.
- 58- در هر مرحله از افزایش ظرفیت باید میزان متان را در گاز خروجی بررسی کرد.
- 59- در صورتیکه کاتالیست نو و ظرفیت پائین باشد ، میزان متان باید کمتر از مقدار طراحی آن حتی در دمای 750°C باشد.

- 60- به محض اینکه تریپ مربوط به کمبود دبی بخار (FSSL-2203) برطرف شد، کنترل کننده بخار (FIC-2203) را روی اتوماتیک قرار دهید.
- 61- بررسی کنید که مقدار سولفور در گاز خروجی از واحد سولفور زدائی کمتر از 0/5 P.P.M. باشد و اگر چنین نبود ممکن است یکی از شیرهای کنار گذر موجود در واحد گوگردزدائی نشتی داشته باشد و در نتیجه مقداری از گازها از داخل راکتور عبور نکنند.
- 62- 3-4-6- افزایش ظرفیت گاز تا 100% :
- 63- در طول مدت راه اندازی، واحد با ظرفیت کمتر از طراحی (حدوداً 50%) کار می کند.
- 64- در اینجا باید تاکید کرد که در راه اندازی های بعدی از بکار انداختن واحد زیر ظرفیت 40% بشدت خودداری کنید.
- 65- هنگام افزایش ظرفیت باید پارامترهای زیر را بتدریج و بطور منظم افزایش دهید:
- 66- جریان بخار پروسس FIC-2203
- 67- جریان گاز طبیعی FIC-2201
- 68- جریان گاز سوخت PIC-2205
- 69- جریان گاز ئیدروژناسیون FIC-2202
- 70- طی انجام کارهای فوق باید به نکات زیر توجه داشته باشید :
- 71- توجه داشته باشید که دمای دود ورودی کمپرسور مکنده C-2203 بیش از 240°C نشود.
- 72- میزان هوای اضافی را توسط FIC-2207 تنظیم کنید تا مقدار آن حدوداً 10% باشد.
- 73- بوسیله دریچه درون دودکش IIV-2204 کشش دودهای حاصل از سوخت، به هوا را کنترل کنید بطوریکه یک فشار منفی به اندازه باشد.
- 74- در طول عملیات، دبی سوخت و دبی بخار به E-2201 باید طوری کنترل شوند که دمای خروجی از مبدل ها از مقادیر زیر تجاوز نکند.
- 75- هدر گازهای خروجی از لوله های ریفرمر 875°C
- 76- E-2201 A/B گرم کن خوراک 550°C
- 77- E-2203 گرم کن بخار 485°C
- 78- E-2202 بویلر 250°C
- 79- E-2204 گرم کن B.F.W. 245°C
- 80- انتقال از فورس در افت و بالانس در افت :
- 81- فورس درافت به این معنی است که شرائط عملیات بگونه ای است که I.D. فن در سرویس نمی باشد و کشش (درافت) توسط دودکش صورت می گیرد و فقط F.D. FAN سرویس می باشد.

- 82- بالانس درافت به این معنی است که هم I.D.FAN و هم F.D.FAN در سرویس باشند و در افت محفظه ریفرمر توسط I.D.FAN انجام شود.
- 83- انتقال از فورس در افت به بالانس در افت را می توان موقعیکه واحد به وضعیت نرمال رسید بصورت زیر انجام داد.
- 84- اگر گیوتین های روی کانال دود بسته باشند آنها را باز کنید.
- 85- دریچه ورودی کمپرسور C-2203 (مکنده) را کاملاً ببندید.
- 86- C-2203 را استارت کنید.
- 87- حال به آرامی دریچه درون دودکش HV-22104 را ببندید و همزمان دریچه ورودی C-2203 را باز کنید بطوریکه فشار درون محفظه $3\text{mmH}_2\text{O}$ باقی بماند.
- 88- وقتیکه دریچه HV-22104 کاملاً بسته شد کنترل فشار محفظه را روی اتوماتیک قرار دهید.
- 89- جهت انتقال از بالانس درافت به فورس درافت باید کارهای زیر را انجام داد.
- 90- دریچه HV-22104 را کاملاً باز کنید.
- 91- C-2203 را خاموش کنید.
- 92- گیوتین های کانالها را ببندید.
- 93- C-2202 بایستی در سرویس باقی بماند.
- 94- 3-5- از سرویس خارک کرد واحد بطور طبیعی :
- 95- این دستورالعمل بعنوان یک راهنمای عمومی جهت عملیات می باشد.
- 96- در هر توقف واحد قبل از اینکه خوراک را به واحد کاملاً قطع کنند ، ظرفیت را تا حدود 40٪ کاهش می دهند.
- ترتیب انجام کار بشرح زیر می باشد :
- 97- 1- کاهش ظرفیت
- 98- 2- از سرویس خارج کردن واحد
- 99- 3- کاهش فشار و پرچ کردن
- 100- 1-3-5- کاهش ظرفیت :
- 101- این عملیات باید بدقت و بتدریج صورت گیرد و در هر 2 تا 5 دقیقه بایستی 2٪ ظرفیت را کاهش داد . این عمل آنقدر ادامه می یابد تا اینکه پارامترهایی که در حال کنترل می باشند به محدوده آلام برسند.
- 102- موظب باشید که هیچوقت به محدوده تریپ نرسید که باعث توقف اضطراری واحد می شود وقتیکه آلام آمد برای جلوگیری از توقف اضطراری واحد باید طوری عملیات را ادامه داد ، تا هیچگاه به محدوده توقف نرسیم. در غیر اینصورت می توان قسمتهای مختلف واحد را در صورت لزوم در سرویس نگهداریم.
- 103- به آرامی دبی سوخت به کوره را بوسیله PCV-2205 کم کنید و وقتیکه دمای خروجی گاز از لوله ها شروع به کم شدن نمود خوراک به ریفرمر را بوسیله PCV-2201 کاهش دهید.

- 104- ابتدا دبی بخار را کم نکنید. این بخار اضافی از بالا رفتن دمای لوله ها جلوگیری می کند و باعث کربن زدائی ضعیف از کاتالیستها می شود و در ضمن به تولید بخار در درام بخار نیز کمک می کند.
- 105- ظرفیت را به 75٪ برسانید و سپس دمای خروجی لوله های ریفمر را به 800°C برسانید پس از آن کاهش ظرفیت را ادامه دهید تا اینکه ظرفیت گاز به 50٪ و ظرفیت بخار به 70٪ برسد.
- 106- مشعلها را کنترل کنید تا بواسطه پائین بودن فشار سوخت ، خاموش نشوند. در طول مدت کاهش ظرفیت تمام متغیرها را بررسی کنید که از کنترل خارج نشوند.
- 107- تمام فشارها و دماها باید در طول این مدت با مقدار طراحی (نرمال) یکی باشند بجز دمای خروجی از لوله های ریفمر.
- 108- 2-5-3- از سرویس خارج کردن سیکل سنتز :
- 109- وقتی که ظرفیت گاز به حداقل مقدارش (حدود 50٪) رسید، سیکل سنتز را می توان متوقف نمود در نتیجه گاز سنتز تولیدی از واحد توسط PIC-2217 به فلر (FLARE) فرستاده می شود.
- 110- 3-5-3- قطع کردن گاز طبیعی به لوله ها :
- 111- بتدریج و بدقت گاز طبیعی و طی این عمل همزمان سوخت به کوره را کم کنید تا اینکه دمای خروجی لوله ها همان 800°C ثابت بماند و به شرائط مینیمم برسد.
- 112- در اینجا دیگر کاهش سوخت توسط PIC-2205 امکان پذیر نخواهد بود بلکه کاهش گرما بوسیله خاموش کردن مشعلها صورت می گیرد.
- 113- جریان گاز پروسس را تا مینیمم کم کنید و سپس شیر PCV-2201 را ببندید.
- 114- دمای خروجی لوله را تحت نظر داشته باشید و میزان گرمای لازم را تنظیم کنید.
- 115- جریان گاز برگشتی (گازهای پرچ از D-2303) را قطع کنید.
- تا زمانی که گاز پروسس (گاز طبیعی) کاملاً از سیستم خارج نشده است ، باید دمای خروجی از لوله ها را حدود 750°C ثابت نگه داشت. دریچه دودکش (HV-22104) را باز کنید و همزمان C-2203 را خاموش کنید و گیوتین های کانال دود را که قبل و بعد از E-2205 قرار دارند ، ببندید.
- واحد جداسازی گوگرد را از فشار تخلیه کنید و توسط نیتروژن پرچ کنید تا اینکه عاری از نیدروکربن شود و نهایتاً تحت فشار نیتروژن نگهدارید.
- با قطع کردن گاز پروسس سریعاً گازهای غیر قابل کندانس هم از سیستم خارج می شوند و باعث افت فشار درون سیستم خواهد شد.
- بوسیله PIC-2217 اجازه ندهید که فشار سیستم بیش از 1 تا 2 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در هر دقیقه کاهش یابد.

وقتیکه فشار سیستم به 10kg/cm^2 g رسید گاز نیتروژن را می توان وارد سیستم کرد.

سرد کردن ریفرمر را با سرعت 50°C در ساعت ادامه دهید تا اینکه به دمای 550°C برسید در این دما می توان جریان گاز نیتروژن به سیستم را برقرار کرد.

بتدریج مشعلهایی را از سرویس خارج کنید و دمای گاز خروجی را با سرعت 50°C در ساعت سرد کنید.

C-2203 را تا زمانی در سرویس نگهدارید دمای دودهای خروجی از محفظه ریفرمر از 300°C کمتر شود.

در دمای حدود 250°C باقیمانده مشعلها را از سرویس خارج کنید و شیر بخار PCV-2203 و PCV-2214 را ببندید و سیستم را توسط نیتروژن تا دمای محیط سرد کنید سپس سیستم را پرچ و تحت فشار نیتروژن نگهدارید.

توجه : در مواقعیکه توقف واحد موقت است می توان ریفرمر را با عبور بخار از لوله ها و روشن نگهداشتن تعدادی از مشعلها ، گرم نگهداشت. در این حالت اگر دمای خروجی لوله ها حدود 650°C تا 700°C باشد دارای ایمنی مناسب است و می توان واحد را سریع راه انداخت.

-116

117- سیستم های واحد 22

118- همانطور که قبلاً بدان اشاره شد در واحد آماده سازی و ریفرمینگ گاز (واحد 22) سه هدف مد نظر قرار دارد: آماده سازی گاز طبیعی، شکستن یا بهسازی گاز و خنک نمودن گاز ریفرم شده.

119- سیستم متراکم کننده گاز طبیعی و کنترل فشار

120- متراکم کردن گاز طبیعی اولین مرحله در تولید گاز سنتز است که در قسمت های بعد می بایستی شکسته شود. در حین اولین مرحله عملیاتی، گاز طبیعی با فشار حدود 13 kg/cm^2 برای انجام فرآیند تأمین می گردد. فشار گاز به کمک کمپرسور C-2201 که با موتور الکتریکی کار میکند به 29 kg/cm^2 افزایش می یابد. انرژی حاصل از متراکم سازی بمنظور گرم کردن گاز استفاده شده و لذا نیازی به خنک کردن گاز در قسمت خروجی کمپرسور نیست.

121- در صورت بالا بودن فشار گاز طبیعی ورودی، بمنظور کاهش فشار به حد مورد نیاز عملیاتی سیستم، فشار گاز توسط یک کنترل ولو⁴ تا حدود 28 kg/cm^2 کاهش می یابد. در این حالت کمپرسور گاز طبیعی فقط بعنوان کمپرسور راه اندازی محسوب می شود. این زیر سیستم از کمپرسور گاز طبیعی که توسط موتور کار می کند، کولر کنارگذر⁵ و ولو کنترل تشکیل شده است.

122- گاز طبیعی با فشار 13 kg/cm^2 و دمای 20°C در کمپرسور C-2201 تحت فشار 28 kg/cm^2 و دمای خروجی 90°C فشرده میگردد. بمنظور تنظیم و کنترل فشار ورودی و خروجی کمپرسور و ثابت نگهداشتن آن از کولر کنارگذر در مسیر گاز بازیابی⁶ استفاده میگردد. این کولر مبدل حرارتی است که عمل خنک کردن را توسط آب کولینگ⁷ انجام می دهد

سیستم گرم کننده گاز طبیعی و گوگردزدایی گاز

گازی که در زیرسیستم متراکم کننده گاز طبیعی و کنترل فشار تا دمای 90°C و با فشار 28 kg/cm^2 متراکم شده وارد مبدل گرم کننده E-2209 شده و دمای آن تا حدود 380°C افزایش می یابد. گاز گرم شده بمنظور جدا کردن گوگرد از آن وارد واحدهای گوگردزدا می شود. جدا کردن ناخالصی های گوگردی از گاز طبیعی بکمک هیدروژن انجام می پذیرد. بدین منظور هیدروژن به گاز تزریق و با آن مخلوط می گردد.

واحد گوگرد زدایی از سه رآکتور R-2201 و R-2202A/B تشکیل می شود. در رآکتور R-2201 واکنش هیدروژناسیون صورت می گیرد. و گاز H_2S تولید می شود. سپس در رآکتورهای R-2202A/B که حاوی کاتالیست ZnO میباشد، H_2S جذب شده و در نتیجه گوگرد جدا می شود. بمنظور به حداکثر رساندن جذب گوگرد دمای کارکردی گاز بایستی حدود $350^\circ\text{C} - 400^\circ\text{C}$ باشد. گاز بدون ترکیبات گوگردی با دمای 380°C و فشار 26 kg/cm^2 به سیستم بهسازی گاز هدایت می شود.

سیستم تبدیل گاز طبیعی و بخار آب به گاز سنتز

⁴ Control Valve

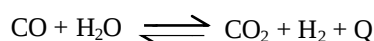
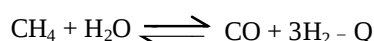
⁵ By-Pass Cooler

⁶ Recovery

⁷ Cooling Water (C.W)

قبل از اینکه گاز طبیعی گوگردزدایی شده به هیت⁸ های E-2201A/B وارد شده و پیش گرم شود، بخار آب به آن اضافه می گردد. بخار مورد نیاز از هیدربخار فشار بالا و متوسط تأمین می شود. دمای گاز ورودی به ریفرمر بکمک کولر E-2206 کنترل شده و در دمای 550°C ثابت نگهداشته میشود.

گاز طبیعی بدون گوگرد و بخار آب با فشار 27 kg/cm² و دمای 450°C در مخلوط کننده MX-2201 با نسبت مشخص آمیخته می شوند. مخلوط گاز و بخار تا دمای 550°C در گرم کننده های E-2201 I/II گرم شده و از طریق هیدر در قسمت فوقانی ریفرمر H-2201 به دو مانیفولد موازی هدایت می شود. ریفرمر از 100 لوله پر شده از کاتالیست نیکل تشکیل شده است. تیوب های ریفرمر توسط 72 مشعل بشدت گرم می شوند. این گرما، گرمای مورد نیاز واکنش گرماگیر زیر را تأمین می نماید.



گاز ریفرم شده در این مرحله دارای H₂، CO و CO₂ و نیز مقداری گاز متان (CH₄) و بخار تبدیل نشده است. دمای گاز هنگام خروج از ریفرمر در حدود 875°C و فشار 20kg/cm² بوده که از آنجا به بویلر⁹ E-2208 هدایت می شود.

هنگامی که واحد 23 در سرویس نباشد، گاز سنتز شده حاصل، به فلر¹⁰ هدایت می شود. هوای مورد نیاز برای احتراق توسط بلور¹¹ C-2202 که دمای آن در گرم کننده E-2205 I/II به 450°C افزایش داده شده، دمیده می شود. دبی¹² هوای احتراقی بوسیله میزان اکسیژن موجود در کوره ریفرمر تعیین می شود. زیاد بودن میزان اکسیژن موجود نشان دهنده این است که هوای احتراقی با دبی بیشتری در جریان است. از سوی دیگر، فشار درون کوره ریفرمر در حدود 3 mmH₂O- توسط فشار سنجی که در مسیر ورودی بلور C-2203 تعبیه شده کنترل شده و ثابت نگهداشته می شود.

سیستم بازیابی گرمای زاید گاز ریفرم شده

⁸ Heater

⁹ Boiler

¹⁰ Flare

¹¹ Blower

¹² Flow

گرمای گاز ریفرم شده با دمای تقریبی 875°C و فشار $20/4\text{kg/cm}^2$ توسط بویلر E-2208 گرفته شده و تا دمای 430°C خنک می گردد. از گرمای گرفته شده در زیرسیستم تولید بخار فشار بالا استفاده میگردد. میزان دما در دهانه خروجی E-2208 را می توان با کنارگذر^{۱۳} مرکزی درون بویلر کنترل کرد.

در دومین مرحله از فرآیند خنک کردن، دمای گاز توسط هیتر E-2209 به 331°C کاهش می یابد. دمای استخراج شده از گاز ریفرم شده در E-2209 باعث افزایش دمای گاز طبیعی ورودی به حدود 380°C می شود. کاهش بیشتر دمای گاز ریفرم شده در بویلر E-2210 صورت می گیرد بنحوی که گرمای گرفته شده برای تبدیل آب به بخار استفاده شود.

بدین ترتیب گاز ریفرم شده به هیتر E-2211 وارد و دمای آن تا حد 151°C کاهش می یابد. گرمای استخراج شده بمنظور گرم کردن آب ورودی بویلر با فشار بالا تا حدود 178°C مورد استفاده قرار می گیرد. با رسیدن به نقطه میعان بخار، قطرات آب بوجود آمده در جداساز^{۱۴} موجود در E-2211 جمع آوری می شود. گاز ریفرم شده به ریویلرهای E-2407 و E-2408 هدایت شده تا در حد دمای 100°C خنک شوند. آب جدا شده به شبکه B.F.W منتقل می شود.

در مرحله بعد بکمک کولر هوایی E-2213 دمای گاز سنتز شده به 60°C کاهش می یابد. بخاری که تبدیل به آب شده در جدا کننده D-2206 تخلیه می شود و سپس به هیتر کندانس های فرآیندی هدایت می گردد. قبل از اینکه گاز ریفرم شده به کمپرسور E-2301 I/II فرستاده شود بار دیگر در کولر E-2214 خنک شده و دمای آن به 40°C می رسد. بخار کندانس شده^{۱۵} در این مرحله به جدا ساز D-2207 منتقل میشود.

سیستم بازیابی گرما از گازهای سوخته شده داخل دودکش ریفرمر

مجموعه ای از مبدل های حرارتی در فضای لوله دودکش ریفرمر قرار داده شده تا گرمای موجود در گازهایی که در این فضا قرار دارند گرفته شود.

اولین مرحله از خنک کردن گاز خروجی استفاده از هیتر E-2201 می باشد. گرمای گرفته شده صرف گرم کردن مخلوط گاز طبیعی و بخار آب می شود. پس از انتقال قسمتی از گرما در این هیتر به گاز (هوای) گرم در بویلر

¹³ Bypass

¹⁴ Separator

¹⁵ Condensed, Condensate

II E-2202 گرمای بیشتری از گاز گرفته می شود. از این گرما برای تولید 8 تن در ساعت بخار اشباع با فشار بالا استفاده می شود.

در ادامه فرآیند خنک کردن گاز خروجی از دودکش ریفرمر، گرمای گاز در مبدل های حرارتی E-2203 I/II برای سوپر هیت کردن بخار اشباع با فشار زیاد تا دمای تقریبی 480°C استفاده می شود. در ادامه گاز خروجی از مبدل حرارتی E-2204 عبور کرده بنحوی که در نتیجه انتقال حرارت دمای B.F.W تا حدود 235°C افزایش می یابد.

در آخرین مرحله از فرآیند خنک کردن گاز خروجی از دودکش، دمای گاز در هیتر E-2205 که هوای موردنیاز برای احتراق را گرم می کند تا حد 230°C کاهش می یابد. گاز خروجی خنک شده توسط بلور C-2203 به استک¹⁶ ریفرمر فرستاده می شود.

سیستم تولید بخار سوپر هیت

همانطور که قبلاً اشاره شد بخار آب در فرآیند ریفرمینگ گاز طبیعی نقش عمده ای بازی می کند. بنابراین سیستم تولید و توزیع بخار از سیستم های کلیدی واحد تولید متانول بحساب می آید.

بخار فشار بالا: بخار اشباع با فشار زیاد ($40/5 \text{ kg/cm}^2$) و دمای 250°C در قسمت تولید بخار واحد 22 عمدتاً توسط بازیابی گرمای اضافی گازهای خروجی از دودکش ریفرمر H-2201 تولید می شود. از بویلر E-2202 (که در بخش گذشته درباره آن توضیح داده شده است) که در فضای مشعل ها قرار داده شده عمدتاً نیازهای تولید بخار را هنگام راه اندازی واحد متانول و در موارد غیر معمول برای استفاده از بخار بمنظور تنظیم و ایجاد تعادل استفاده می شود.

بخار اشباع با فشار زیاد در هیترهای E-2203 I/II تا دمای 485°C سوپر هیت می شود. دمای خروجی بخار توسط کولر E-2207 کنترل می شود. بلوداون¹⁷ درام بخار D-2201 به درام D-2203 ارسال می شود. بخارات جدا شده در D-2203 به برج هوازدایی¹⁸ T-2202 و درام مربوط به آن، D-2202، و مایعات آن به درام D-2204 هدایت می شود. در آنجا پس از پیوستن به سایر بلوداون ها (از E-2205، E-2206، E-2207 و E-2204) تا دمای 60°C خنک شده و به فاضلاب فرستاده می شود.

¹⁶ Stack

¹⁷ Blowdown

¹⁸ Deaerator

بخار با فشار کم: بخار خروجی از توربین های بخار C-2301(T) و P-2201 A(T) به هیدرِبخار با فشار کم فرستاده می شود. مقدار محدودی از بخار اشباع با فشار کم در درام D-2203 ایجاد می شود که به برج هوازدایی T-2202 هدایت می گردد.

بخار مورد نیاز فرآیند: ورودی ریفرمر H-2201 در بهسازی گاز طبیعی، مخلوطی از گاز طبیعی و بخار مورد نیاز فرآیند است. بخار مورد نیاز فرآیند از هیدرِبخار سوپر هیت با فشار زیاد گرفته می شود. علاوه بر این، بخار بیشتری برای انجام فرآیند در بویلر E-2210 در سیستم بازیابی گرمای اضافی گاز ریفرم شده تولید می شود. با توجه به چگونگی نقش بخار در فرآیند اصلی، تولید بخار مورد نیاز فرآیند بکمک نسبت آن با میزان گاز طبیعی مورد استفاده در فرآیند کنترل می شود.

سیستم جمع آوری کندانس ها و آب تغذیه کننده بویلر

سیستم کندانسر¹⁹: کندانس های فرآیندی هنگام خنک کردن گاز ریفرم شده در E-2211، E-2407 و E-2408 و نیز در جداسازنده های D-2206، D-2207 و D-2301 جدا می گردند. تمام این کندانس ها به T-2201 هدایت می شوند. در T-2201 گاز های همراه کندانس های فرآیندی بوسیله دمیده شدن هوا توسط C-2204 (دمنده هوا) از کندانس ها جدا می گردند. کندانس فرآیندی توسط پمپ های P-2202A/B و از طریق گرم کننده E-2212 به T-2202 فرستاده می شوند.

سیستم هوازدای آب تغذیه کننده بویلر ها: کندانس های فرآیندی پس از اختلاط با کندانس های توربین سنتر در E-2212 تا دمای 68°C گرم شده و همراه آب جبرانی که از نیروگاه منطقه 2 تأمین می شود به برج هوازدای T-2202 در قسمت فوقانی درام D-2202 فرستاده می شود. در این مرحله، هوا و مابقی گازهای همراه (عمدتاً CO_2) جدا گردیده و به اتمسفر تخلیه می شوند.

بخار کم فشار که در درام بلوداون D-2203 تولید می شود و بخاری که از هیدرِبخار با فشار کم تأمین می شود بعنوان بخار جدا کننده برای جداسازی گازهای همراه استفاده می شود.

فشار T-2202 1 kg/cm^2 و دمای آن 101°C می باشد. فشار درون هوزدا توسط یک کنترل فشار در مسیر بخار کم فشار تنظیم میگردد.

آبی که گازهای معلق آن گرفته شده توسط پمپ های P-2201 A/B به درام بخار تحت فشار D-2201 ارسال می شود پمپ P-2201A بکمک توربین P-2201A(T) کار میکند در حالیکه پمپ یدکی P-2201B

¹⁹ Condenser

توسط موتور الکتریکی کار میکند. برای حفاظت درام D-2201 در مقابل فشار اضافی، ولو ایمنی طراحی و تعبیه شده است. بمنظور جلوگیری از ایجاد خلأ در صورت ایراد و اشکال در تأمین بخار، اُریفیس²⁰ در قسمت فوقانی هوازدا تعبیه شده است.

از هیدرازین معمولاً بعنوان جاروب کننده اکسیژن استفاده میشود. بهمین منظور هیدرازین توسط پمپ P-2208 به قسمت ورودی و مکش پمپ های P-2201A/B تزریق می شود. بعلاوه، جهت تنظیم آب بویلر و ورودی آن تری سدیم فسفات استفاده میشود که در خصوص آب تغذیه کننده بویلر توسط پمپ P-2209 به قسمت خروجی و تخلیه ای پمپ های P-2201A/B تزریق میگردد.

واحد فرآیند سنتز متانول (واحد 23)

هدف واحد فرآیند سنتز متانول (واحد 23) تبدیل گاز سنتز شده خروجی از واحد ریفرمینگ گاز که عمدتاً از گازهای CO، CO₂ و H₂ تشکیل میگردد به متانول می باشد. واکنش شیمیایی در رآکتور متانول حاوی لوله های پر شده از کاتالیست صورت می گیرد. متانول خام تولیدی که حاوی آب، ناخالصی و گازهای حل نشده میباشد از گاز بازیافتی²¹ جدا شده و به واحد تقطیر یا خالص سازی²² هدایت می گردد. واحد سنتز متانول از مراحل زیر تشکیل شده است:

1- متراکم ساختن گاز سنتز شده

2- لوپ سنتز

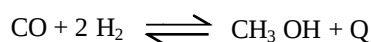
فرآیند

²⁰ Orifice

²¹ Recycle Gas

²² Distillation Unit

گاز سنتز تشکیل شده از مونو اکسید کربن، دی اکسید کربن و هیدروژن بکمک کاتالیستی از مس بر اساس روابط گرمای زیر واکنش انجام می دهد:



گاز جبرانی^{۲۳} معمولاً دارای عوامل شرکت کننده در واکنش های فوق به نسبت حجمی مورد نیاز زیر:

$$SN = 2.0 = \frac{H_2 - CO_2}{CO + CO_2}$$

نمی باشد. در رابطه بالا H_2 ، CO و CO_2 بیانگر میزان غلظت هر کدام از گازها بر حسب درصد حجمی می باشند. هر دو واکنش به حالت تعادل منتهی می شوند. بیشترین مقدار تبدیل در واکنش فوق در حالت تعادل رخ داده که این خود به ترکیب، دما و فشار گاز واکنشی^{۲۴} بستگی دارد. بررسی بر روی تعادل کلی واکنش های فوق نشان داده است که:

- تبدیل CO و CO_2 با افزایش فشار افزایش می یابد،

- با افزایش دما میزان تبدیل CO_2 افزایش یافته اما تبدیل CO کاهش می یابد.

شرایط بهینه عملیاتی را نمی توان به تنهایی بر مبنای ملاحظات ترمودینامیکی تعیین کرد. آهنگ انجام واکنش باید در حدی باشد که تبدیلات بتوانند تا حد امکان نزدیک به محدوده های ترمودینامیکی صورت پذیرند. با توجه به اینکه آهنگ انجام واکنش بصورت نمایی با تغییرات دما تغییر میکند، بازه دمای قابل دستیابی که هر دوی تبدیل ترمودینامیکی و آهنگ انجام واکنش باندازه کافی بالا باشند بطور نسبی باریک می باشد.

از سوی دیگر، میزان تبدیلات انجام شده در یک بار عبور گاز اقتصادی نمیباشد. بهمین سبب، قسمتی از گاز خروجی رآکتور بعد از جدا شدن آب و متانول بصورت بازیافت به رآکتور بازگردانده میشود. میزان گاز بازیافتی به رآکتور معمولاً مضربی از مقدار گاز جبرانی می باشد. این مضرب که نسبت بازیافتی نامیده می شود معمولاً مقداری بین 2/5 و 5/0 می باشد.

²³ Make up

²⁴ Reactant

نسبت بازیافتی بالاتر منجر به افزایش متانول تولیدی میگردد. این نسبت نمایشگر ارتباط بین میزان کل تبدیلات صورت گرفته در یک بار عبور گاز بوده و این در حالیست که تبدیلات انجام گرفته در یک بار عبور گاز متکی بر شرایط ترمودینامیکی و کینتیکی^{۲۵} می باشد. این ارتباط را میتوان در قالب رابطه زیر نشان داد:

$$C_T = C_P \times \frac{1+r}{1+r(1-C_O/C_i)}$$

که در این رابطه

$$C_T \equiv \text{کل تبدیلات صورت گرفته CO یا CO}_2$$

$$C_P \equiv \text{تبدیلات صورت گرفته CO یا CO}_2 \text{ در یک بار عبور گاز}$$

$$C_i \equiv \text{غلظت گاز CO یا CO}_2 \text{ ورودی به رآکتور}$$

$$C_O \equiv \text{غلظت گاز CO یا CO}_2 \text{ خارج شده از رآکتور بعد از جدا شدن متانول و آب}$$

$$r \equiv \text{نسبت بازیافتی}$$

می باشند. کاتالیست ترکیبی از مس و روی و از نوع لورگی^{۲۶} کاتالیستی بسیار اکتیو بوده که امکان انجام واکنش با آهنک زیاد را در دمای کم مقدور می سازد. همچون سایر کاتالیست های ساخته شده با مس، این کاتالیست امکان اینکه مجدداً بصورت کریستال در آمده و یا به صورت کاتالیست سمی (مانند گوگرد و کلر) در آید را دارد. هر دوی این حالت منجر به غیر اکتیو شدن کاتالیست و نهایتاً کاهش تولید متانول میگردد.

غیر اکتیو شدن کاتالیست بدلیل کریستال شدن مجدد آن به دما بستگی دارد که آهنک آن در شرایط عادی عملیاتی آهسته اما در دمای بالاتر از 282°C سرعت میگیرد. بدین ترتیب، عمر کاتالیست در صورت کنترل دما زیاد خواهد بود.

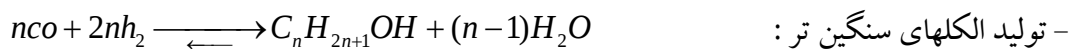
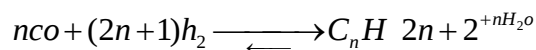
انتخابگری کاتالیست برای واکنشهای مختلف:

تولید متانول تنها واکنشی نیست که این کاتالیست ها می توانند انجام دهند.

²⁵ Kinetics

²⁶ LURGI

تعدادی واکنشهای جنبی دیگر به مقدار محدود نیز طبق واکنشهای زیر صورت می گیرد.



کاتالیستها طوری طراحی شده اند که مقدار این واکنشهای جنبی را حداقل کنند.

تولید هیدروکربنها که برای مثال ، بستگی به مقدار آهن ، کبالت و نیکل موجود در کاتالیست دارد، در ابتدا خیلی کم است. کربونیل آهن ، که در واحدهای دیگر تولید می شود ، بر روی کاتالیستها تجزیه می شود و باعث افزایش تدریجی تولید هیدروکربنها می شود. بنابراین باید کاری کرد که تولید کربونیل آهن به حداقل برسد.

عوامل دیگر موثر بر روی تولید محصولات جنبی عبارتند از : غلظت زیاد CO و CO₂ در گازهای ورودی به راکتور و فشار و درجه حرارت زیاد. گر چه بیشتر واکنشهای جنبی تولید آب می کنند ، مقدار آب موجود در متانول خام از روی CO₂ تبدیل شده اندازه گیری می شود.

تأثیر تغییرات در پارامترهای فرآیندی

ترکیب

میزان تبدیل گاز در هر بار عبور آن از راکتور با میزان ترکیب گاز ورودی راکتور تعیین میگردد. اگرچه بهترین نتایج با ترکیب گاز ورودی نزدیک به مقدار مشخص شده در طراحی سیستم حاصل میگردد، لکن انحراف محدود و جزئی از مقدار طراحی شده اثر قابل توجهی بر میزان تولید متانول نخواهد داشت.

در هر صورت، در مقدار مونواکسید کربن موجود در گاز ورودی رآکتور بایستی بیشتر دقت کرد. هر چه غلظت مونواکسید کربن بیشتر باشد، مقدار ماکزیمم دما افزایش خواهد یافت که به تبع آن سرعت فرسودگی بیشتر شده و میزان ناخالصی در متانول خام تولید شده افزایش خواهد یافت.

ترکیب گاز ورودی به رآکتور به ترکیبات گاز جبرانی و گاز بازیافتی به آن و نیز به نسبت بازیافتی بستگی دارد. بالا بردن نسبت بازیافتی، غلظت گاز CO را در ورودی به رآکتور کاهش داده و باعث پایین آمدن سرعت، افزایش فشار و نهایتاً بیشتر شدن دمای واکنش خواهد گشت. افزایش دما همانطور که قبلاً بدان اشاره شد منجر به افزایش تبدیل و در نتیجه کاهش غلظت گاز بازیافتی به رآکتور میگردد. نسبت بازیافتی بالا باعث افزایش تولید کلی متانول گشته اما لازمه این امر افزایش توان در کمپرسور گاز بازیافتی می باشد. نسبت بازیافتی کم، میزان کل تبدیل را کاهش داده که منجر به غلظت بیشتر گاز CO در محل ورودی گاز رآکتور خواهد شد.

انحراف از مقدار عدد استوکیومتریکی²⁷ (SN) مربوط به گاز جبرانی نیز بر سنتز متانول مؤثر است. در صورت کاهش SN (برای مثال $SN = 2$) مقدار متانول به سرعت کاهش مییابد. در این شرایط، غلظت گاز CO در محل ورودی رآکتور و نیز شکل گیری محصولات جانبی افزایش می یابد. ترکیبات گاز جبرانی بدلیل عدد SN بالا موجب کاهش تولید محصولات جانبی میگردد ولی هزینه تولید را بالا می برد. کاهش تولید متانول در این شرایط را میتوان تا حدودی با افزایش فشار جبران نمود.

دما

ساختار ستونی رآکتور لورگی انتقال سریع گرمای تولید شده از واکنش به آب موجود در بویلر را تضمین میدهد. میانگین دمای واکنش، اختلاف قابل ملاحظه ای با دمای آب ندارد و در نتیجه می تواند بوسیله آب در حال جوش کنترل گردد. در زمان بهره برداری نرمال از واحد، فشار آب جوش بویلر 40kg/cm^2 میباشد. در این محدوده با افزایش فشار، دما به آرامی افزایش می یابد. نوسانات در سیستم آب جوش، تغییرات قابل ملاحظه ای بر روی دما که میتوان آنرا با دقت قابل قبولی کنترل کرد، نخواهد داشت.

دمای کاتالیست در طول لوله حاوی آن بطور یکنواخت توزیع نمی شود. ماکزیمم پروفایل²⁸ دما در اولین یک سوم لوله حاوی کاتالیست نو قرار میگیرد. مقدار ماکزیمم دما نسبت به میانگین دمای کاتالیست به شرایط عملیاتی مانند فشار، غلظت CO و دمای آب بستگی دارد.

²⁷ Stoichiometric Number

²⁸ Profile

از سوی دیگر، دمای واکنش هم بر روی میزان تبدیل در زمان تعادل و هم آهنگ انجام واکنش تأثیر میگذارد. این دو عامل در بالانس متقابل قرار دارند. تغییرات جزئی دمای واکنش (تا 5°C) تأثیر قابل توجهی بر روی تولید متانول ندارد. در مقابل، افزایش دما هم بر کیفیت متانول خام و هم بر میزان فرسودگی کاتالیست بطور منفی اثر خواهد گذاشت. بنابراین توصیه می شود عملیات تولید متانول در محدوده دمای پایین جایی که میزان تولید متانول تغییرات محسوسی ندارد، انجام پذیرد.

فرسودگی کاتالیست

با گذشتن زمان از بهره برداری واحد، اثرات فرسودگی کاتالیست نمایان میگردد. غلظت گازهای CO و CO_2 در گاز بازیافتی به رآکتور افزایش یافته و میزان تولید متانول بتدریج کاهش می یابد. کاهش در تولید متانول را میتوان بطور قابل توجهی با بالا بردن غلظت مونواکسید کربن در گاز ورودی به رآکتور جبران نمود. بدین ترتیب انتظار نمی رود کاهش قابل توجهی در میزان تولید متانول مگر در مراحل انتهایی فرسودگی کاتالیست مشاهده گردد.

فرآیند فرسودگی در بالاترین قسمت تیوبهای حاوی کاتالیست یعنی جایی که بیشترین تبدیل رخ می دهد سرعت بیشتری نسبت به قسمت هایی که آهنگ تبدیل در آن کمتر است خواهد داشت. این موضوع سبب تغییرات در پروفایل دما نیز میگردد. در این شرایط، پروفایل دما بصورت تخت درآمده و مکان دمای ماکزیمم به سمت پایین تیوب جابجا میگردد. با نزدیک شدن به حدود گستره غلظت مجاز مونواکسید کربن در ورودی گاز رآکتور، افزایش فشار و یا دما میتواند به افزایش عمر اقتصادی مورد انتظار کاتالیست بیانجامد.

زیر سیستم های واحد 23

همانطور که قبلاً در ابتدای این بخش گفته شد، واحد فرآیند سنتز متانول از 2 مرحله تشکیل شده است. برای سهولت در بررسی هر مرحله از دیدگاه مخاطرات، هر مرحله بعنوان یک زیر سیستم واحد 23 عنوان خواهد شد. بدین ترتیب واحد 23 از دو زیر سیستم زیر تشکیل شده است که این زیر سیستم ها در بخش هایی که بدنبال میآیند توضیح داده شده اند:

1- زیر سیستم متراکم ساختن گاز سنتز شده

2- زیر سیستم لوپ سنتز

زیر سیستم متراکم ساختن گاز سنتز شده

نیروی محرکه کمپرسور سنتز بوسیله یک توربین دو مرحله ای که مرحله اول آن BACKPRESSURE (پس فشاری) و مرحله دوم آن کندانسوری است، تامین میگردد.

این توربین توسط بخار سوپر هیت فشار بالا (40KG/CM²) که در ریفرمر تولید شده است، کار میکند.

در این توربین بخار فشار ضعیف (LP) لازم برای واحد تقطیر و هوازدایی آب بویلر، تحت یک کنترل کننده فشار از مرحله اول تامین میشود.

گاز سنتز از آخرین جداکننده D-2207 عبور کرده و به کمپرسورهای گاز سنتز برگشتی C-2301 I/II وارد میگردد. فشار گاز در 2 مرحله در این کمپرسور از 18/34 kg/cm² به 60/54 kg/cm² (200MDT) و سپس به 75/13 kg/cm² (255 MDT) افزایش می یابد. بدین ترتیب که گاز به هنگام ورود به کمپرسور C-2301 I دارای دمای 40°C و فشار 18/34kg/cm² بوده و در مرحله اول و پس از خروج از این کمپرسور فشار آن به 43kg/cm² در دمای 150°C میرسد.

پس از عبور از کولر E-2301 دمای آن به 40°C کاهش می یابد. پس از مرحله دوم و خروج از کمپرسور C-2301 II فشار آن به 72kg/cm² رسیده و سرانجام در پایان آخرین مرحله و هنگام خروج از C-2301 II فشار گاز به 78kg/cm² و دمای آن به حدود 45°C رسیده است.

گاز سنتز پس از فشرده شدن به لوپ سنتز وارد میشود. فشار ورودی به مرحله اول کمپرسور C-2301 توسط دور توربین C-2301 (T) کنترل میشود. کندانس حاصل از مکانیزم افزایش فشار در کمپرسور و کاهش دما در اینترکولر E-2301 به جداکننده D-2301 فرستاده و در این درام از گاز جدا میگردد.

از آنجا که گاز سنتز گرم با دمای حدود 120°C با مقدار زیادی گاز برگشتی سرد (40°C) ورودی به لوپ سنتز آمیخته میگردد، نیازی به خنک شدن در پایان مرحله دوم ندارد. برای حفاظت در مقابل سرج²⁹ در کمپرسور هنگام راه اندازی مجدد و یا در شرایط مشابه، کنارگذری³⁰ از محل خروجی کمپرسور مرحله دوم (یعنی C-2301

²⁹ Surge

³⁰ Bypass

II) به کولر E-2213 تعبیه شده است. در تمامی طول مراحل عملیاتی، احتمال بوجود آمدن جریان سرج در گاز برگشتی وجود ندارد چرا که ولوهای قطع کننده جریان³¹ قبل از توقف کامل محور کمپرسور بسته نخواهند شد.

کمپرسور سنتز

قدرت کمپرسورهای گاز سنتز (C-2301 I/II) توسط توربین بخار (T) C-2301 تأمین میگردد. بخار سوپر هیت این توربین دارای فشار 38 kg/cm^2 و دمای 480°C میباشد که در زیرسیستم بازیابی گرمای زاید ریفرمر (واحد 22) تولید می شود. بخار با فشار کم مورد نیاز برای تقطیر کردن و خارج ساختن هوای BFW، با فشار $3/5 \text{ kg/cm}^2$ از توربین (T) C-2301 گرفته میشود. بخار باقیمانده در توربین منبسط شده بنحوی که فشار آن تا حد $0/2 \text{ kg/cm}^2$ افت کرده و در کندانسورهای مربوطه کندانس میگردد.

پس از عبور از پولیشر³² F-2305 کندانس ایجاد شده به پری هیتر³³ E-2212 فرستاده میشود.

زیر سیستم لوپ سنتز

کمپرسور C-2301 III که موجبات گردش گاز برگشتی در لوپ سنتز را فراهم میآورد همچنین مخلوطی از گاز جبرانی و گاز برگشتی را تا فشار $62/32 \text{ kg/cm}^2$ (200 MT/D) یا $78/09 \text{ kg/cm}^2$ (255 MT/D) کمپرس نموده و به مبدل های E-2302 I-II-III که در مسیر رآکتور سنتز متانول قرار دارند می فرستد. در این مرحله دمای گاز از حدود 62°C به 230°C بکمک گاز خروجی رآکتور متانول در جریان مخالف در این مبدل ها افزایش می یابد.

راکتور سنتز

³¹ Shut off

³² Polisher

³³ Preheater



واکنش های شیمیایی H_2 با CO و CO_2 برای تولید متانول در تیوب های عمودی پر شده با کاتالیست در درون رآکتور سنتز متانول R-2301 صورت می گیرد. گرمای تولید شده توسط این واکنش های گرمازا به آب جوش اطراف تیوب ها منتقل می شود. این انتقال دما شرایط دمای پایداری را در تمام طول تیوب تأمین مینماید در حالیکه دمای زیاد خطر صدمه دیدن کاتالیست را نیز به همراه دارد.

دمای واکنش در درون رآکتور متانول توسط یک کنترل کننده فشار بخار، ثابت نگهداشته می شود. محفظه داخلی رآکتور به درام بخار D-2302 متصل شده است. بخار جدا شده در درام بخار به سیستم بخار با فشار بالا فرستاده میشود. یک کنترل کننده سطح در درام بخار، سطح بخار را ثابت نگه میدارد.

گاز خروجی از رآکتور حاوی گازهای وارد واکنش نشده، متانول، آب و مقدار کمی تولیدات جانبی در دمای $255^{\circ}C$ میباشد که گرمای آن در مبدل E-2302 I-II-III برای گرم کردن گاز ورودی رآکتور استفاده میگردد. قسمتی از گاز خروجی رآکتور با گرم کردن آب ورودی بویلر E-2303 I/II خنک میگردد. از این نقطه به بعد کل جریان گاز توسط کولر E-2304 خنک گردیده و دمای آن از $98^{\circ}C$ به $60^{\circ}C$ و در آخرین کولر متانول خام E-2305 تا دمای $40^{\circ}C$ سرد میشود. متانول خام کندانس شده جدای از آب و متانول مقداری نیز گازهای حل نشده و ناخالصی های مختلف را در خود دارد.

جدا کردن متانول خام از گاز واکنش نیافته در جداکننده D-2303 صورت می پذیرد. مخلوط مایع بکمک کنترلر سطح³⁴ جداکننده برای خالص سازی فرستاده می شود. قسمت عمده ای از گاز بعنوان گاز بازیافتی به کمپرسور

³⁴ Level Controller

III C-2301 فرستاده میشود. در شکل 2-2-4 رابطه بین تجهیزات این زیر سیستم بصورت شماتیکی نشان داده شده است. لیست تجهیزات استفاده شده در این زیر سیستم در جدول 2-4-4 و لیست نقاط ارتباطی زیر سیستم در جدول 2-5-4 آمده است. کنترل ها و هشداردهنده های موجود در این زیر سیستم در جدول 2-1-4 لیست شده اند.

بمنظور گرم کردن آب احاطه کننده تیوب های رآکتور متانول و رساندن آن از دمای محیط به دمای عملیاتی از اِژِکتور³⁵ بخار J-2301 استفاده میگردد. قسمت مکش اِژِکتور به قسمت فوقانی رآکتور و سمت تخلیه آن به قسمت پایینی رآکتور متصل شده است. آب در جریان³⁶ بوسیله بخار کندانس راه اندازی گرم میشود. آهنگ گردش آب بوسیله ولو سوزنی بخار³⁷ که بوسیله اُپراتور باز و بسته می شود تنظیم میگردد.

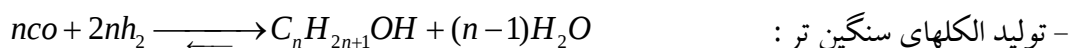
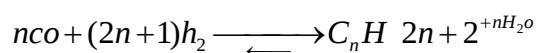
برگشت دادن مقداری از گاز :

با توجه به تعادلی بودن واکنش ، تبدیل واکنش بصورت کاملاً اقتصادی و پر راندمان در اثر یکبار عبور مواد اولیه در راکتور میسر نمی باشد. لذا قسمتی از گازهای خروجی از راکتور را بعد از جدا کردن متانول و آب ، دوباره به راکتور بر می گردانند. نسبتی از گازهای برگشتی به گاز ورودی (MAKE UP) را که به راکتور بر می گردانند بنام نسبت برگشتی می خوانند که این نسبت بین 2/5 تا 5 می باشد. هر چه این نسبت بیشتر باشد تولید متانول افزایش می یابد.

انتخابگری کاتالیست برای واکنشهای مختلف :

تولید متانول تنها واکنشی نیست که این کاتالیست ها می توانند انجام دهند.

تعدادی واکنشهای جنبی دیگر به مقدار محدود نیز طبق واکنشهای زیر صورت می گیرد.



کاتالیستها طوری طراحی شده اند که مقدار این واکنشهای جنبی را حداقل کنند.

³⁵ Ejector

³⁶ Circulated Water

³⁷ Steam Needle Valve

تولید هیدروکربنها که برای مثال ، بستگی به مقدار آهن ، کبالت و نیکل موجود در کاتالیست دارد، در ابتدا خیلی کم است. کربونیل آهن ، که در واحدهای دیگر تولید می شود ، بر روی کاتالیستها تجزیه می شود و باعث افزایش تدریجی تولید هیدروکربنها می شود. بنابراین باید کاری کرد که تولید کربونیل آهن به حداقل برسد.

عوامل دیگر موثر بر روی تولید محصولات جنبی عبارتند از : غلظت زیاد CO و CO₂ در گازهای ورودی به راکتور و فشار و درجه حرارت زیاد. گر چه بیشتر واکنشهای جنبی تولید آب می کنند ، مقدار آب موجود در متانول خام از روی CO₂ تبدیل شده اندازه گیری می شود.

گاز پرچ :

گاز پرچ حاوی مقدار زیادی هیدروژن می باشد. ولی فشار این گاز بالاست. جهت استفاده از این گاز بعنوان سوخت ابتدا باید فشار آن شکسته شود. همچنین مقداری از این گازها به عنوان گاز ئیدروژناسیون در راکتورهای گوگردزدائی مصرف می شود.

برای اینکه فشار گازهای پرچ و گازهای اضافی واحد تقطیر را مناسب برای سوخت مشعلهای ریفرمر کنیم، از یک اجکتور J-2401 استفاده می شود. گازهای اضافی واحد تقطیر به مکش اجکتور منتقل می شوند و گازهای پرچ در فشار $60 \text{ kg/cm}^2 \text{ g}$ به اجکتور تزریق می شوند. در نتیجه فشار خروجی اجکتور به $3.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ g}$ کاهی می یابد که مناسب برای سوخت مشعلهای ریفرمر می باشد. شیر کنار گذر اجکتور (PV-2308) یک کنترل کننده فشار می باشد که فشار مسیر سیکل سنتز را کنترل می کند. در حین راه اندازی و متوقف شدن واحد نیز میتوان گازهای پرچ را به وسیله شیر دستی به فلر فرستاد.

سیستم راه اندازی راکتور :

جهت گرم کردن آب درون پوسته راکتور از دمای محیط به دمای عملیاتی یک جت بخار J-2301 بکار می رود. خط مکش این اجکتور از بالای پوسته و خروجی اجکتور به پائین پوسته راکتور وصل می باشد و آب در حال گردش توسط بخار راه اندازی اشباع گرم می شود. میزان گردش توسط شیر سوزنی بخار تنظیم می شود.

راه اندازی سنتز متانول :

1-4-4- راه اندازی اولیه :

روش راه اندای اولیه از راه اندازی در حالتیهای بعدی عملیاتی کمی تفاوت دارد و در راه اندازی های بعدی احتیاج به احیاء کاتالیستهای سنتز وجود ندارد.

پیش نیازها جهت راه اندازی اولیه :

کاتالیستهای سنتز احیا می شوند و کل سیکل سنتز تحت فشار قرار می گیرد.

دما در راکتور متانول تقریباً 230°C است.

بلاک ولوها در خط احیاء بسته شده و شیر ونت بین دوبلاک ولو باز شده و بلاک های دوطرفه دوباره نصب شوند.

شیر UV-2301 on-off بسته است.

شیر کنار گذر UV-2301 باید باز شود تا سیکل فشارگیری شود.

سیستمهای کنترل واحد، سیستمهای تریپ و ابزار دقیقی بدقت بررسی شوند و قابل کار باشند.

کمپرسور را طبق دستورالعمل مربوطه باید آماده راه اندازی نمود.

گاز سنتز از واحد ریفرمر باید در دسترس باشد.

مخزن متانول خام (TK-2502) باید آماده دریافت متانول باشد.

اولین راه اندازی سیکل سنتز متانول :

مطمئن باشید که آب خنک کن به اندازه کافی در کولر نهائی وجود دارد.

شیر کنترل بخار (PV-2311) را بطور اتوماتیک روی $35 \text{ kg/cm}^2 \text{ g}$ تنظیم کنید.

سطح درام بخار (D-2302) را توسط LRC-2303 روی 50٪ تنظیم کنید.

سطح درام D-2303 را توسط LIC-2304 روی 50٪ تنظیم کنید.

فشار سیکل را توسط P.V.2308 روی $24 \text{ kg/cm}^2 \text{ g}$ تنظیم کنید.

توربین و کمپرسور C-2301 را طبق دستورالعمل مربوطه راه اندازی کنید (در حالیکه شیر PV-2302 آنتی سرج کاملاً باز است).

سرعت کمپرسور را به دور می نیمم گاورنر رسانیده و آنرا روی حالت اتوماتیک بگذارید.

دمای پوسته راکتور را توسط اجکتور به مقدار $10-15^{\circ}\text{C/hr}$ بالا ببرید تا فشار به $35\text{ kg/cm}^2\text{ g}$ برسد.

فشار خروجی C-2301 را بوسیله بستن شیر آنتی سرج (FV-2302) بالا برده و سرعت را مرحله به مرحله بالا ببرید.

PIC-2308 را بطور موازی با قسمتهای دیگر مرحله به مرحله برساند

مطمئن شوید که به حد سرج نزدیک نمی شوید.

وقتی که بخار ورودی به توربین به حالتی پایدار رسید PIC-2302 را روی اتوماتیک قرار دهید.

وقتی گاز ورودی به کمپرسور سنتز اضافه شد و واکنش تولید متانول شروع شد و بخار شروع به تولید شدن کرد ، توجه کنید که درام بخار در حالت طبیعی باشد.

با اضافه کردن گاز سنتز اولیه را راکتور، تولید متانول افزایش می یابد (چون شیر گاز پرچ هنوز بسته است) ، گازهای تبدیل نشده به متانول در سیکل می ماند و بخار تولید می شود.

از تزریق بخار به پوسته همانطور که بخار بیشتری تولید می شود، بکاهید.

در حین راه اندازی ابتدا گاز پرچ را به FLARE باز می کنیم تا اینکه ترکیب آن برای سوخت کافی بنظر برسد (در ابتدا مسیر سیکل توسط N_2 انباشته شده و برای سوخت مناسب نمی باشد) و واحد ریفرمر آماده دریافت آن به عنوان سوخت باشد.

وقتی فشار سیکلک به $50\text{ kg/cm}^2\text{ g}$ رسید ، PIC-2308 را روی اتوماتیک قرار دهید.

تزریق بخار به اجکتور را قطع کنید.

به آهستگی دبی گاز برگشتی را تنظیم کنید.

وقتی دما و تولید بخار در راکتور شروع به افتادن کرد ، دبی گاز سنتز را افزایش دهید تا گرمای کافی تولید شود و دو سیستم را پایدار نگه دارد.

دبی گاز سنتز را تا مقدار مطلوب افزایش دهید.

وقتیکه سیستم بخار با کل واحد متعادل شد و شرایط پایدار بوجود آمد ، فشار سیکل را افزایش دهید.

دبی گاز سنتز را تا میزان طراحی افزایش دهید.

دمای خروجی راکتور را در 255°C بوسیله کنترل فشار در درام بخار کنترل کنید.

2-4-4- راه اندازی بعد از یک توقف طولانی :

در زمانی که واحد برای مدت طولانی متوقف بوده است ، سیکل متانول را باید تحت فشار $4\text{ kg/cm}^2\text{ g}$ نیتروژن نگهداشت و راکتور متانول را سرد کرد.

پیش نیازها برای راه اندازی طبیعی :

سیکل متانول تحت فشار نیتروژن است.

بلاک ولوها در خط احیاء (کاتالیست) بسته هستند ، ونت باز و بلنکهای دوطرفه نصب شده اند.

شیر uv-2301 on-off بسته است.

شیر کنار گذر uv-2301 برای بالانش کردن فشار باز است.

شیر uv-2301 را بعداً باز کرده و کنار گذر را می بندیم.

تمام سیستم تریپ و ابزار دقیق را بررسی می کنیم.

تمام سیستم یوتیلیتی در دستر باشد.

گاز سنتز باید در دسترس باشد.

تانک متانول خام (TK-2502) آماده باشد.

راه اندازی سیکل متانول بطور طبیعی :

راه اندازی مانند راه اندازی اولیه است.

3-4-4- راه اندازی بعد از یک توقف کوتاه مدت :

اگر توقف سیکل متانول از 12 ساعت تجاوز نکند ، اگر راکتور متانول را باید در دمای واکنش نگهداریم و اگر سیکل متانول باید تحت فشار گاز سنتز نگهداری شود آنگاه روش راه اندازی بصورت زیر می باشد.

پیش نیازها برای راه اندازی بعد از یک توقف کوتاه مدت :

سیکل متانول تحت فشار گاز سنتز است.

بلاک ولوهای خط احیاء بسته هستند و ونت باز و بلنکهای دوطرفه نصب شده اند.

UV-2301 بسته است.

شیر کنار گذر UV-2301 برای بالانس کردن فشار باز است.

شیر UV-2301 را بعداً باز و کنار گذر را می بندیم.

درجه حرارت راکتور متانول تقریباً 230°C است.

کل سیستم تریپ و ابزار دقیق را بررسی می کنیم.

کل سیستم یوتیلیتی باید در دسترس باشد.

گاز سنتز در دسترس باشد.

تانک متانول خام آماده باشد.

راه اندازی سیکل متانول بعد از یک توقف کوتاه مدت :

راه اندازی سیکل متانول بعد از یک توقف کوتاه مدت مانند راه اندازی اولیه می باشد.

5-4- عملیات نرمال سنتز متانول :

1-5-4- نکته های عمومی :

مقدار گوگرد در خوراک ورودی به لوپ سنتر نباید از 0.1 P.P.M بیشتر باشد زیرا برای کاتالیستهای راکتور سنتر مضر می باشد.

همچنین باید مطمئن بود که گاز سنتر و گاز برگشتی شامل هیچگونه روغن و یا گریس (که از واشرهای کمپرسور در صورت خرابی نشتی کرده باشد) نباشد.

در حین عملیات باید تمام متغیرها اعم از فشار ، دما ، غلظت و غیره را در 2 ساعت یکبار در برکهای ثبت وضعیت وارد نمود.

سطح مخازن و غیره را باید لااقل یکبار در هر شیفت با استفاده از نشان دهنده ، کنترل کرد.

سطح مایعات در ظروف باید همیشه ثابت نگهداشته شوند و در درام بخار و پوسته راکتور را باید هر مدتی یکبار کمی تخلیه نمود. (بستگی به نتیجه آزمایشگاه و مقدار سیلیس موجود در آب دارد) تا کیفیت آب B.F.W. در وضع خوبی باشد.

به دمای خروجی راکتور باید توجه داشت. این دما را باید در محدوده 246°C تا حداکثر 255°C کنترل شود (برای وقتی که کاتالیست نو می باشد) این دما توسط PRC-2311 کنترل می شود.

مقدار غلظت CO و CO_2 در گاز ورودی به راکتور باید طبق میزان طراحی باشد در غیر اینصورت باید بوسیله دریچه ورودی کنترل شود.

در صورتیکه دبی گاز ورودی به راکتور نوسان داشته باشد ، باید متوجه مقدار گاز CO بود که از 10٪ حجمی بیشتر نباشد.

. واحد خالص سازی متانول (واحد 24)



متانول خام تولید شده در واحد سنتز متانول (واحد 23) دارای آب، گازهای حل نشده و مقادیر کمی تولیدات جانبی ناخواسته و غیرقابل اجتناب با نقطه جوش هایی بعضی کمتر و بعضی بیشتر از نقطه جوش متانول می باشند. هدف واحد خالص سازی متانول خارج ساختن این ناخالصی ها بوسیله عمل تقطیر³⁸ می باشد. در این فرآیند مقدار متانولی که از دست خواهد رفت در حداقل خود نگاهداشته می شود. بنابراین، در جریان این فرآیند، متانول و آب تولید خواهد شد.

جداسازی اجزاء سبک از سنگین روی سینی هائی که در داخل برج قرار گرفته اند ، انجام می شود. وقتی که خوراک وارد برج می شود ، هر چه به سمت پائین برج می آید اجزاء سبک آن جدا می شود ، که در نتیجه این اجزاء سبک (L.B) در فاز گاز به سمت بالای برج حرکت می کنند و اجزاء سنگین (HB) در فاز مایع به سمت پائین حرکت می کنند بر روی هر سینی دو فاز مایع و بخار در یک دما و فشار به حالت تعادل می رسند.

در پائین برج ری بویلرها قرار دارند که گرمای آن باعث می شود تا مایعی که به کف برج می رسد، گرم شده و در نتیجه اجزاء سبک (L.B) باقیمانده نیز جدا شوند و بصورت بخارات به سمت سینی های بالائی حرکت نمایند و در ته برج مایع بصورت محصولات پائینی خارج شود.

در قسمت بالای برج کندانسور و قرارداد که در آن بخارات خروجی از برج خنک شده و در نتیجه اجزاء سنگین (HB) نیز جدا می شوند و به صورت کندانس (مایع) به سمت سینی های پائینی حرکت نمایند

پارامترهای فرآیندی

عملیات فیزیکی لازم برای جدا کردن متانول از گازهای حل نشده، آب و مواد جانبی موجود در متانول خام در این واحد انجام می پذیرد. فرآیند جداسازی و یا به عبارت دیگر "خالص سازی" عمدتاً به فرآیند^{۳۹} نسبی مواد موجود در متانول ورودی به سیستم بستگی دارد. غلظت مواد با فرآیند بالا (مواد با نقطه جوش پایین تر) در فاز گاز بیشتر می شود در حالیکه غلظت مواد با فرآیند کم (مواد با نقطه جوش بالاتر) در فاز مایع زیاد می گردد. پارامترهای فرآیندی این واحد عبارتند از: 1- فشار عملیاتی، 2- تعادل گرمایی، 3- دبی و 4- غلظت جریان. در این بخش به تشریح این پارامترها خواهیم پرداخت.

. فشار عملیاتی

الف) فشار در محفظه انبساط

قابلیت حل شدن یک یا مخلوطی از گاز در یک مایع بشرط اینکه واکنش شیمیایی بین گاز و مایع انجام نپذیرد، تابعی از فشار در دمای مشخص است. هر چه فشار گاز بیشتر باشد گاز بیشتری در مایع حل گردیده و برعکس. هر گونه انحراف فشار عملیاتی در محفظه انبساط^{۴۰} از فشار معمول به انحراف میزان گاز حل نشده از مقدار معمول گاز در متانولی خامی که به برج پری رن^{۴۱} (T-2401) جداسازی متانول ارسال می شود، منجر میگردد. بدین ترتیب افزایش فشار عملیاتی سبب افزایش در قابلیت حل شدگی و نتیجتاً عبور گاز بیشتر به برج پری رن خواهد گردید.

در صورت افزایش فشار، برای خارج کردن گازهای اضافی حل نشده در برج پری رن به گرمای بیشتری نیاز خواهد بود در حالیکه این گرما بعداً باید در کندانسور فوقانی برج گرفته شود. متانول خامی که به تانک متانول خام فرستاده شده مجدداً منبسط شده و فشار آن تا حد فشار اتمسفر کاهش یافته و گازهای حل نشده بیشتری از متانول جدا میشوند. بمنظور ثابت نگهداشتن فشار عملیاتی در محفظه انبساط، از گاز نیتروژن استفاده میگردد.

ب) فشار در برج تقطیر^{۴۲}

³⁹ Volatility

⁴⁰ Expansion Vessel

⁴¹ Prerun Tower

⁴² Distillation Tower

از سوی دیگر، دمای جوش مخلوط مایع در سینی های برج تقطیر به غلظت مخلوط و نیز فشار عملیاتی برج بستگی دارد. در زمان عملیات یکنواخت و معمول برج، غلظت مایع در هر سینی متفاوت بوده و در نتیجه دمای جوش متفاوتی نیز خواهد داشت. دما در ته برج بیشترین و در بالای آن کمترین مقدار را خواهد داشت.

در صورت تغییر فشار در ابتدا و انتهای برج به هر دلیل، تغییری در دمای جوش ایجاد خواهد شد. در نتیجه، تفاوت دما بین محیط گرم کننده و دمای مایع در ته ریویلر و نیز اختلاف دمای بین محصول خروجی و محیط خنک کننده بوجود خواهد آمد. این بدین معناست که تغییر در دمای عملیاتی نیز بر مقدار گرمای اضافه شده و خارج شده مؤثر است.

. تعادل گرمایی

تعادل گرمایی در برج تقطیر (یا جداسازی) در طول عملیات عادی تحت تأثیر پارامترهای زیر قرار دارد:

- مقدار جریان ورودی
- مقدار جریان ریفلکس^{۴۳}
- غلظت مواد موجود در جریان ورودی
- فلاکس^{۴۴} حرارتی ریویلر
- گرمای گرفته شده در کندانسر و سرد کننده

الف) مقدار جریان ورودی

در هنگام بهره برداری عادی از برج آهنگ استفاده مواد ورودی تقریباً ثابت است. تغییرات ناچیزی بخاطر اختلال های تناوبی در میزان مواد ورودی ناشی از رفتار کنترل کننده های سطح وجود خواهد داشت. بدین دلیل، در هنگام تغییر ظرفیت واحد و بمنظور تضمین اینکه زمان کافی برای انجام تغییرات لازم در پارامترها وجود خواهد داشت، ظرفیت تولید میبایست هر دو ساعت یکبار و به میزان 5 تا 10 درصد افزایش یابد.

⁴³ Reflux

⁴⁴ Flux

افزایش میزان مواد ورودی پس از اینکه عملیات برج یکنواخت شد به هر دلیلی منجر به کمبود جزیی حرارت خواهد شد چرا که تغییر مقدار مواد ورودی در مقایسه با مقادیر بخار و مایعی که به برج وارد می شوند کم است. بدلیل جابجایی آهسته پروفایل دما بسمت مقادیر پایین، که عمدتاً در ته برج صورت میگیرد تأثیر تغییر در مقدار جریان ورودی چندان محسوس نخواهد بود.

این رفتار از افزایش مواد با نقطه تبخیر پایین موجود در مایع و بخار و افزایش میزان محصول پایین برج ناشی میگردد. در صورت افزایش جریان ریفلاکس همراه با افزایش مواد ورودی، کمبود گرما در برج بشدت و در زمان کوتاهیتری احساس خواهد شد.

ب) مقدار جریان ریفلاکس

اثر جریان ریفلاکس بر روی تعادل حرارتی برج بیشتر از جریان ورودی می باشد، بنابراین تغییرات در آن بایستی به میزان بسیار کم اعمال شود. آهنگ تغییرات را 2 تا 5 درصد و 2 بار در ساعت میتوان در نظر گرفت.

اگر به هر دلیل میزان جریان ریفلاکس بعد از مدتی که برج بطور یکنواخت کار کرده است افزایش یابد کمبود گرما بوجود خواهد آمد. این موضوع باعث خواهد شد تا پروفایل دما به دماهای پایین تغییر کند. غلظت موادی که نقطه جوش آنها پایین است افزایش یافته و آهنگ تولید محصولات در ته برج افزایش می یابد. از طرف دیگر، دمای بالای برج ثابت می ماند چون مانند قبل، متانول خالص تولید شده است.

اگر در نقطه مقابل آنچه در بالا گفته شد، آهنگ جریان ریفلاکس بعد از مدتی که برج بطور یکنواخت کار کرده کاهش یابد گرمای اضافی در برج وجود خواهد داشت. پروفایل دما، در این مورد، بویژه در قسمت های تحتانی برج به مقادیر بالاتر شیفتمی یابد. غلظت مواد با نقطه تبخیر بالاتر از متانول افزایش یافته و بنابراین محصول پایین برج از آب خالص تشکیل شده و محصول بالای برج نیز در نهایت با ترکیبات با نقطه جوش بالاتر آلوده خواهد شد.

پ) غلظت مواد موجود در جریان ورودی

تغییر در ترکیب درصد خوراک در حین بهره برداری معمول^{۴۵} بخاطر درجه خلوص بالای محصول متانول، از رده خارج و عملاً تأثیری بر روی حرارت مورد نیاز برج در پرپود زمانی کوتاه ندارد. بدین ترتیب، در ابتدا پروفایل غلظت و بنابراین پروفایل دما در برج بدون تغییر خواهد ماند.

⁴⁵ Norma Operation

مقدار محصولاتی که در ته برج تولید میشوند بطور قابل توجهی کاهش خواهد یافت. برای مثال وقتی که مقدار آب در جریان ورودی کم شود محصولی که در بالای برج تولید می شود اندکی افزایش می یابد.

ت) فلاکس دمای ریویلر

چنانچه به هر دلیلی فلاکس دمای ریویلر پس از مدتی کارکرد یکنواخت افزایش یابد، گرمای مازاد⁴⁶ بوجود خواهد آمد. چگونگی تغییرات در کارکرد برج در مقابل کاهش و یا افزایش آهنگ ریفلاکس در بخش الف-2-1-3-4 توضیح داده شده است.

ث) خارج کننده گرما از کندانس و کولر

عمل تقطیر زمانی صورت می پذیرد که بخار اشباع در تماس با سطحی با دمای کمتر از دمای بخار اشباع قرار میگیرد. درخصوص بخار و یا مخلوط بخار خالص که عاری از گاز غیر قابل کندانس می باشد، دمای کندانس شدن و بنابراین فشار کندانس شدن توسط مقدار گرمای گرفته شده قابل کنترل خواهد بود. هر چه گرمای بیشتری از بخار گرفته شود فشار و دمای کندانس شدن بیشتر کاهش خواهد یافت. در مقابل، در صورتی که دمای کمتری از بخار گرفته شود، دما و فشار کندانس شدن افزایش می یابد. بنابراین ثابت نگهداشتن فشار عملیاتی برج امری مهم بشمار میآید.

جزئیات فرآیند

خالص سازی متانول در چند مرحله انجام میگردد که هر کدام را می توان به عنوان یک زیر سیستم تلقی نمود. این زیر سیستم ها عبارتند از:

1- زیر سیستم خارج ساختن گازهای حل شده

2- زیر سیستم جداسازی مواد جانبی تولید شده با نقطه جوش پایین تر از متانول

3- زیر سیستم جداسازی مواد جانبی تولید شده با نقطه جوش بالاتر از متانول و آب

. زیر سیستم جداسازی گازهای حل شده

⁴⁶ Surplus

متانول خام با دمای 40°C و فشار 60kg/cm^2 (200MT/D) یا 70kg/cm^2 (255 MT/D) از جداکننده D-2303 از طریق کنترل کننده سطح LIC-2304 به درام D-2401 ارسال شده و فشار آن تا حد $6/63\text{ kg/cm}^2$ پایین آورده می شود. در اثر کاهش فشار متانول خام گازهای حل شده آزاد می شوند. گازهای آزاد و جدا شده از متانول توسط کنترل فشار PIC-2401 به سیستم گازهای سوختی هدایت می شود.

گازهای حل شده باقیمانده همراه با متانول، آب و ناخالصی های دیگر بکمک کنترل کننده دبی به برج متانول خام T-2401 فرستاده میشود. سطح مواد داخل D-2402 توسط کنترل کننده سطح ثابت نگهداشته میشود. بدین منظور، متانول خام اضافی به تانک TK-2502 هدایت میشود در حالیکه کمبود متانول خام در D-2402 توسط TK-2502 و از طریق پمپ های P-2502 AB جبران می شود.

سیستم جداسازی محصولات جانبی با نقطه جوش پایین

متانول خام ارسالی از D-2401 روی سینی^{۴۷} شماره 33 برج^{۴۸} متانول خام T-2401 به آن وارد میشود. دهانه های ورودی جایگزین^{۴۹} روی سینی های 29 و 37 قرار دارند. ناخالصی های سبک مانند دی متیل اتر^{۵۰}، متیل فرمیت^{۵۱} و گازهای محلول از متانول جدا میشوند. این گازهای سبک همراه با مقدار زیادی بخار متانول از بالای برج به کندانسور E-2402 ارسال شده و متانول خام با هوا خنک و کندانس می شود. متانول کندانس شده در این مرحله به D-2402 فرستاده شده و از آنجا توسط پمپ های P-2402 AB به برج T-2401 باز گردانده میشود.

گازهای سبک کندانس نشده از بالای D-2402 و E-2402 به کندانسور نهایی متانول خام E-2403 تخلیه می شوند. متانول کندانس شده در این مرحله مجدداً به D-2402 باز گردانده شده و گازهای جدا شده به هیدر گاز سوختی^{۵۲} ارسال میشود. بمنظور جلوگیری از خوردگی حاصل از وجود مواد اسیدی در مایع در حال جوش در قسمت های تحتانی برج، مقدار اندکی NaOH توسط پمپ های P-2406AB به فرآیند تزریق میگردد.

ریبویلر^{۵۳} بخاری E-2401 و ریبویلر گازی E-2408 گرمای مورد نیاز برج T-2401 را تأمین میکنند. بوستر^{۵۴} J-2401 فشار گاز حاصل از انبساط خروجی از D-2402 و E-2403 را تا حد مناسب برای استفاده در

⁴⁷ Tray

⁴⁸ Tower

⁴⁹ Alternate

⁵⁰ Dimethylether (DME)

⁵¹ Methylformate

⁵² Fuel gas header

⁵³ Reboiler

⁵⁴ Booster

مشعلها افزایش می دهد. فشار گاز انبساط یافته بکمک گاز پرچ^{۵۵} وارد شده به بوستر در حد $1/3 \text{ kg/cm}^2$ ثابت نگهداشته می شود. در موارد اضطراری، گاز انبساط یافته به فلر^{۵۶} هدایت می شود.

سیستم جداسازی محصولات جانبی با نقطه جوش بالا

متانول تثبیت شده پس از این با دمای 80°C و فشار $1/84 \text{ kg/cm}^2$ به روی سینی شماره چهل برج T-2402 (برج متانول خالص) وارد می شود. ورودی های جایگزین بر روی سینی های 36 و 44 قرار گرفته اند. متانول بازیافتی در قسمت فوقانی و آب و ناخالصی هایی که نقطه جوش بالاتری نسبت به متانول دارند در قسمت تحتانی برج جمع می شوند.

گرمای مورد نیاز برج از دو منبع تأمین میشود. قسمتی از این گرما با کندانس کردن بخار با فشار کم در بویلر بخاری E-2404 بدست می آید. باقیمانده گرمای موردنیاز با خنک کردن گاز ریفرم شده در ریویلر E-2404 تأمین میگردد. میزان گرمای منتقل شده در E-2402 بطور اتوماتیک توسط کنترل کننده دبی کندانس و گرمای جابجا شده در E-2407 بطور دستی توسط ولو کنارگذر^{۵۷} کنترل و تنظیم می شود. بخار کندانس شده به درام D-2202 و سایر کندانس های فرآیند به پری هیتر E-2212 تخلیه میگردد.

آب تولید شده در این فرآیند از ته برج متانول خالص توسط پمپ های P-2401AB به درام تبخیر کننده D-2205 ارسال میشود. بخار متانول با دمای 69°C که در بالای برج متانول خالص (T-2402) انباشته میشود به کندانسور E-2405 فرستاده می شود. متانول بطور کامل در این کندانسور بصورت مایع با دمای 69°C در می آید. گرمای متانول در این فرایند توسط هوای خنک کننده گرفته شده است. دمای متانول مایع در کولر E-2406 تا 40°C کاهش یافته و بالاخره در درام D-2403 جمع آوری می شود.

پمپ های P-2403 AB قسمتی از متانول را مجدداً به قسمت فوقانی برج T-2402 برگردانده و باقیمانده را به تانک های متانول خالص TK-2501 I/II می فرستند.

فشار داخل برج توسط یک کنترل کننده که به دو شیر فرمان می دهد، کنترل می شود و فشار آن باید در یک محدوده معین باشد. در صورتیکه فشار بالا رود، کنترل کننده به سمت فلر باز می کند و در صورتیکه فشار پائین بیاید فشار توسط نیتروژن تأمین می شود.

راه اندازی واحد تقطیر:

⁵⁵ Purge gas

⁵⁶ Flare

⁵⁷ Bypass

1-5-5- راه اندازی اولیه :

از آنجا که گاز خروجی از ریفرمر برای خنک شدن از واحد تقطیر میگذرد طبق آنچه که در قسمت عملیات با آب گفته شد این واحد باید آماده باشد قبل از اینکه تولید متانول خام شروع شود در T-2402 باید ریفلاکس کلی باشد و همچنین LIC-2404 و FRC-2401 باید بسته شده و آب پروسس که توسط P-2401 A/B به D-2401 فرستاده میشود ، بسته شود .

واحد تقطیر در سه مرحله راه اندازی می شود :

مرحله اول : درام انبساط D-2401

مرحله دوم : T-2401 همراه با D-2402,E-2403,E-2402,E-2401,E-2408

P-2401A/B , P-2403 A/B

مرحله سوم : T-2402 همراه با D-2403,E-2406,E-2405,E-2404,E-2407

P-2401 A /B , P-2403 A/B

مقدمات راه اندازی اولیه :

کنار گذر آب پروسس از P-2401A/B بطرف D-2401 باید بسته شود . مسیر متانول خالص بطرف تانکهای میانی باید بسته شود .

شیر مسیر متانول خام به تانک مربوطه باید باز باشد (از D-2401 به T-2502) مسیر نیتروژن به برجها و درامها باید بسته باشد .

شیرهای مسیر خروجی پمپها از مخازن ذخیره و درین ها و کنار گذر شیرهای کنترل بسته باشد .

بلاک ولو LIC-2402 باید بسته باشد

بلاک ولو J-2401 باید بسته باشد .

مسیر گاز های انبساط از D-2401 را به وسیله PRC-2401 بطرف هدر گازهای انبساط و نهایتاً بوسیله PV-2404 را به طرف FLARE باز نمائید .

کنترل کننده دبی مربوط به خوراک PRC-2401 بسته باشد

توجه : یاد آور میشود که چون در ابتدا ، گازهای انبساط شامل گازهای غیر قابل احتراق می باشد لذا باید به FLARE فرستاده شود .

راه اندازی اولیه درام انبساط D-2401 :

درام D-2401 به اندازه 5٪ لول گیری شود .

درام فوق را بوسیله نیتروژن تحت فشار $5 \text{ kg/cm}^2\text{g}$ قرار دهید .

سطح درام را بطور دستی روی 50٪ تنظیم کرده و سپس آنرا روی حالت اتوماتیک قرار دهید .

نقطه تنظیم کنترل کننده PRC-2401 را روی $6.6 \text{ kg/cm}^2\text{a}$ تنظیم نموده و سپس PIC-2401 را روی حالت اتوماتیک قرار دهید .

ارسال متانول خام از درام TK-2502 را تا ظاهر شدن LAL مربوط به درام ادامه دهید .

بلاک ولو LIC-2401 (برگشتی از تانک به درام) را باز کنید .

برگشتی P-2502A/B به TK-2502 را باز کنید

پمپ متانول خام B یا P-2502 A را در سرویس قرار دهید .

راه اندازی اولیه T-2401 :

T-2401 در ابتدا در عملیات با آب روی ریفلاکس کلی می باشد و در حال گرم شدن توسط E-2408 می باشد.

بلاک ولو بخار مربوط به ریویلر بخار E-2401 باز باشد در حالیکه PRC-2402 به طور دستی بسته است .

بلاک ولو شیر کنترل خوراک به سینی 33 را باز کنید درحالیکه PRC-2401 بطور دستی بسته است .

PRC-2403 را روی $1.8\text{kg/cm}^2\text{a}$ تنظیم کنید .

بلاک ولو های PRC-2403 را باز کنید و شیر کنترل را بطور دستی ببندید بخار گرم کننده مربوط به J-2401 را باز کنید .

نقطه تنظیم LIC-2402 را روی 50٪ تنظیم کرده و بطور دستی می بندیم مسیر برگشتی P-2404 A/B را باز کنید .

B یا P-2404 را در صورتیکه سطح برج بالا آمده باشد ، راه اندازی کنید .

تزریق متانول خام به برج را از طریق PIC-2401 شروع کنید درحالتیکه کنترل کننده روی دستی است .

به محض اینکه فشار برج شروع به بالا رفتن کرد ، توسط PRC-2403 فشار را روی $1.8\text{kg/cm}^2\text{a}$ تنظیم کرده و آنرا روی حالت اتوماتیک قرار دهید .

توسط PRC-2402 گرمای ورودی به برج را بطور دستی کنترل کنید به محض اینکه سطح دربرج شروع به بالا رفتن کرد LIC-2402 را روی 50٪ نهاده و در حالت اتوماتیک محلول را به T-2402 بفرستید ، بتدریج خوراک را توسط PRC-2401 مرحله به مرحله افزایش دهید .

وقتیکه دبی خوراک را توسط به حالت پایدار رسید PRC-2401 را روی اتوماتیک قرار دهید .

پمپ سود P-2406 A/B را راه اندازی کنید .

به محض اینکه درجه حرارت بالای برج شروع به افتادن کرد (TR-2402) بلاک ولوریفلاکس راه اندازی را بتدریج ببندید درحین این عمل باید مواظب سطح در D-2402 بود (بوسیله LIC-2403)

بوسیله تنظیم شدت حرارتی ریویلر باید دمای پائین برج را روی 91°C (TR-2407) و دمای بالای برج را درحدود 84°C (TR-2402) نگه می داریم . وقتیکه ظرفیت به 50٪ رسید کنترل کننده ها را روی اتوماتیک قرار دهید. آب خنک کننده ورودی به E-2403 را تنظیم کنید .

وقتی دمای برج پایدار شد مدار فرمان TRC-2406 را به PRC-2402 برقرار کنید قبل از قرار دادن کنترل کننده TRC-2406 روی اتوماتیک باید بصورت دستی کنترل انجام گیرد توسط PRC-2401 به صورت اتوماتیک ، بار عملیاتی زیاده تر می شود .

راه اندازی اولیه T-2402 :

T-2402 در ابتدا در عملیات با آب روی ریفلاکس کلی و در حال گرم شدن توسط E-2407 می باشد.

سیستم کنترل نیتروژن را به D-2403 برقرار کرده و PRC-2407 را روی $1.07 \text{ kg/cm}^2\text{a}$ تنظیم کرده و آنرا در حالت اتوماتیک قرار دهید .

بلاک ولو بخار به E-2404 را باز کنید و درحالیکه PRC-2407 را به صورت دستی و در حالت بسته نگه می داریم .

شیر ورودی به سینی شماره 40 را باز کنید .

شیرمتانول خالص بطرف TK-2502 را باز کنید درحالیکه LIC-2405 را به صورت دستی و درحالت بسته نگه دارید .

بلاک ولو های مربوط به LIC-2404 را باز کنید و نقطه تنظیم را روی 50٪ قرار داده و بطور دستی ببندید .

آب پروسس از T-2402 را به طرف D-2205 باز کنید .

برگشتی P-2401A/B را باز کنید

آب خنک کننده پمپ P-2401A/B را باز کرده و پمپ مزبور را در سرویس قرار دهید (ورودی پمپ از می نیمم سطح بالاتر باشد)

به محض اینکه برج یک به اندازه کافی پر شد متانول را بوسیله P-2404A/B و از طریق LIC-2402 (بطور دستی) به طرف برج T-2402 بفرستید .

PRC-2407 را روی حالت دستی قرار داده و گرمای برج را کنترل کنید به محض اینکه LAL مربوط به سطح T-2402 برطرف شد LIC-2404 را روی 50٪ و درحالت اتوماتیک قرار دهید .

به محض اینکه سطح در D-2403 شروع به بالا رفتن کرد (50٪) LIC-2405 را روی حالت اتوماتیک قرار دهید .

خوراک به برج اول را توسط PRC-2401 و به آهستگی اضافه کنید که خود به خود خوراک به برج دوم نیز اضافه خواهد شد .

با اضافه کردن خوراک ، محصول بالائی نیز اضافه میشود و باید توسط PRC-2408 میزان ریفلاکس را کنترل کرد تا زمانیکه ظرفیت برج به 50٪ برسد .

زیادی محصول بالایی را بطرف TK-2502 بفرستید .

بوسیله کنارگذر E-2407 و PRC-2407 دمای ته برج در 111C تنظیم گردد .

به محض اینکه دبی پایدار شد PRC-2408 را روی حالت اتوماتیک قرار دهید .

برای رسیدن به حالت پایدار بعد از هر مرحله تغییر باید مدتی صبر نمود .

به محض اینکه دمای بالای برج (TR-2409) به دمای جوش متانول رسید مسیر ریفلاکس راه اندازی را کم کم می بندیم و مواظب PRC-2405 باشید و از باز کردن کامل شیر خودداری کنید .

دبی آب خنک کننده را به E-2406 و P-2401 A/B تنظیم کنید .

فشار برج را در محدوده 1 تا 1.4 kg/cm² باروشن و خاموش کردن فنها تنظیم کنید .

تغییرات درجه حرارت برج را بوسیله تنظیم حرارت ورودی و ریفلاکس تنظیم کنید .

به محض اینکه متانول تولیدی به مشخصات مورد نظر رسید متانول را بطرف TK-2502 بسته و به تانکهای میانی TK-2501 I,II بفرستید .

وقتی که شرایط عملیاتی پایدار شد ، PRC-2407 را به TPC-2415 وصل کنید نقطه تنظیم TRC-2407 را قبل از گذاشتن روی حالت اتوماتیک بصورت دستی تنظیم کنید .

راه اندازی اولیه بوستر گازهای انبساطی J-2401 :

ابتدا گازهای انبساط بوسیله PV-2404 به FLARE فرستاده میشوند دبی گاز برج به حالت پایدار برقرار شود .

کنترل کننده PIC-2405 باید به حالت دستی و بسته باشد .

نقطه تنظیم PIC-2405 روی $1.3\text{kg/cm}^2\text{a}$ قرار داده شود .

بلاک ولو خروجی اجکتور باز نموده و سپس بلاک ولو گاز برج را باز کنید . کنار گذر PV-2404 را باز نمائید .

سوییچ دستی HS-2404 را ری ست (RESET) کرده تا PV-2404 بسته شود

بلاک ولو مکش اجکتور را باز نمائید .

بطور دستی و آرام شیر PIC-2405 را باز کرده و فشار $1.3\text{ kg/ cm}^2\text{a}$ را تنظیم کنید و دقت کنید تا از ایجاد فشار منفی جلوگیری شود .

PIC-2405 را روی حالت اتوماتیک قرار داده و کنار گذر PV-2404 را بتدریج ببندید .

راه اندازی اولیه تانک جمع آوری ضایعات متانول (TK-2402) SLOP TSNK

تمام درین های واحد 24 هب TK-2402 متصل می باشند در مجاورت برج های تقطیر قیف هایی تعبیه شده اند که متانول های مذکور را بطرف تانک فوق هدایت میکند .

پمپ P-2405 مربوط به TK-2402

پمپ مذکور را نوع شناور است و محل ورودی آن کمی بالاتر از کف تانک می باشد بنابراین تانک می تواند تقریباً بوسیله پمپ تخلیه شود و تانک باید همیشه حداقل 45٪ لول داشته باشد (LI-2406) و برای ایمنی نباید پمپ را درحالتیکه سطح آن کمتر از 50٪ است در سرویس آورد و اگر بنا به دلیلی بخواهند پمپ را در سرویس قرار دهند برای رسیدن به حداقل سطح از آب جهت اضافه شدن سطح استفاده میشود تا LI-2406 به 50٪ برسد و برای این منظور یک شیلنگ در انتهای آخر مسیر بطرف تانک کشیده شده است (مسیر شیب دار)

2-5-5- راه اندازی بعد از یک توقف طولانی واحد :

برای اندازه بعد از یک توقف طولانی ممکن است سه حالت اصلی وجود داشته باشد .

الف: مایع داخل دستگاههای واحد 24 مانند حالت عملیات نرمال وجود دارد در این حالت روش کار همانند آنچه که قبلاً گفته شده است به استثناء موارد زیر :

پر کردن وسائل از آب حذف میشود چون مقداری مایع داخل آنها هست به جای هوا در واحد نیتروژن هست.

ریفالفکس را میتوان به بالای برج فرستاد تا دانسیته مایع نزدیک دانسیته در حالت عملیات نرمال باشد.

گردش آب پروسس از T-2402 به D-2401 را می توان قطع کرد .

تنظیم وسائل ابزار دقیقی ممکن است لازم نباشد .

ب : مایع داخل بعضی از دستگاهها تخلیه شده است :

در این حالت روش کار مانند قبل است با این تفاوت که بعضی از مراحل ممکن است خلاصه یا حذف شود .

ج : مایع داخل تمامی دستگاهها تخلیه شده است .

در این حالت روش کار مانند آنچه قبلاً گفته شده است می باشد.

واحد ذخیره و بارگیری متانول (واحد 25)

متانول تولید شده هم بطور موقت و هم بطور نهایی و انبوه در واحد ذخیره و بارگیری متانول ذخیره میگردد. این واحد از دو شیفتر تانک برای ذخیره کردن متانول خالص، یک تانک برای نگهداری متانول خام و دو تانک نگهداری نهایی برای بارگیری متانول توسط تانکرها تشکیل می شود.

محوطه تانکها در قسمتی از واحد محصور با دیوارهای بتون مطابق با استاندارد N.F.P.A قرار گرفته است. فضای باز بین تانک ها در اندازه هایی است که در صورت شکست و یا نشت از بزرگترین تانک و یا لوله های مختلف، مواد رها شده قابل کنترل و جمع آوری باشد. تخلیه آب و مواد جمع آوری شده در محوطه تانک ها از طریق سیستم

بسته فاضلاب به ورودی پمپ P-2504 برای انتقال آب باران جمع آوری شده به فاضلاب مشترک و بقیه به ورودی پمپ های P-2502 برای انتقال متانول رها شده به تانک متانول خام ارسال میشود.

برای تسهیل در جمع آوری متانول، در موارد نشت های جزئی و یا سر ریز از تانکها و خرابی واشرها و نقاط جوش و غیره، هر تانک از تانکهای دیگر توسط دیوارهای نیم متری جدا شده است.

توصیف فرآیند

فرآیند یا فعالیت های انجام گرفته در واحد 25 در سه مرحله انجام می گیرد. این مراحل که در ادامه تشریح شده اند عبارتند از: 1) نگهداری موقتی متانول خام، 2) نگهداری متانول خالص و 3) پمپاژ و بارگیری. . **نگهداری موقتی متانول خام**

تانک نگهداری موقت متانول خام، TK-2502، همانطور که از نامش پیداست بعنوان محل نگهداری و ذخیره موقت متانول خامی است که بطور مستقیم از لوپ سنتز متانول و از طریق درام D-2401 فرستاده می شود. هدف دیگری که در این مرحله برآورده می شود اینست که متانولی که درصد خلوص آن با میزان مورد نظر تطابق ندارد (چه بطور مستقل از مرحله تقطیر و خالص سازی متانول و چه متانول خالصی که در تانک های موقتی TK-2501 I/II نگهداری شده و هنوز برای تقطیر سازی مجدد بکار گرفته نشده است) نگهداری می گردد.

هدف دیگری که در این مرحله دنبال میشود اطمینان از عملیات مستقل سنتز متانول و خالص سازی است. این عمل توسط کنترل کننده سطح در درام D-2401 صورت میگیرد. بدین ترتیب اگر متانول خام تولید شده بیش از ظرفیتی باشد که واحد تقطیر و یا خالص سازی میتواند پروسس کند، متانول خام به تانک متانول خام هدایت میگردد. در نقطه مقابل، اگر میزان متانول خام تولید شده کمتر از ظرفیت عملیاتی واحد تقطیر در آزمون باشد، کمبود متانول خام توسط متانول خام موجود در TK-2502 تأمین میشود. در اینصورت متانول توسط پمپ های P-2502 A/B به درام D-2401 فرستاده می شود.

الف) متانول خام

در هنگام راه اندازی، در زمانی که مشکلاتی در حین بهره برداری پیش می آید و یا در مواردی که تولید متانول خام بیش از میزانی است که واحد تقطیر (یا خالص سازی) میتواند قبول کند، متانول خام از درام D-2401 توسط کنترلر سطح به تانک TK-2502 (تانک متانول خام) انتقال می یابد. در صورت لزوم میتوان متانول خام را توسط پمپ



ب) متانول نامطلوب

هنگام راه اندازی واحد تقطیر و نیز هنگامی که مشکلات عملیاتی پیش می آید احتمال اینکه متانول تولید شده از کیفیت مطلوب (خلوص مورد نیاز) برخوردار نباشد، وجود دارد. در اینگونه موارد، متانول تولید شده به تانک های TK-2501 I/II (تانک های نگهداری متانول خالص) ارسال نشده و در عوض به تانک TK-2502 برای تکرار فرآیند تقطیر سازی فرستاده میشود.

اگر کیفیت متانول خالص ذخیره شده در شیفِت تانک TK-2501 I/II نیز با کیفیت مورد نظر تطابق نداشته باشد، آن نیز توسط پمپ های P-2501 A/B به تانک های متانول خام برای پروسس مجددِ تقطیر ارسال میگردد. برای جلوگیری از آمیخته شدن اشتباهی متانول خام و متانول خالص با یکدیگر در مسیر بین پمپ های P-2501 A/B و تانک TK-2502 علاوه بر چک ولو^{۵۸}، یک ولو بدون وقفه^{۵۹} نیز تعبیه شده است.

نگهداری متانول خالص

⁵⁸ Check Valve

⁵⁹ Uninterrupt Valve

بمنظور عدم روبرو شدن با مشکلاتی که ممکن است هنگام بهره برداری از واحد در خصوص متانول خالص تولید شده و ذخیره شده در تانکهای TK-2503 I/II (تانک های نگهداری متانول آماده بارگیری) و آلودگی احتمالی آنها، شیفت تانک های TK-2501 I/II بین واحد تقطیر و تانک های نگهداری قرار داده شده اند.

ظرفیت تانک های TK-2501 I/II و پمپ های P-2501 A/B بنحوی طراحی شده اند که وقتی یکی از تانک ها پر می شود زمان لازم بمنظور بررسی خلوص متانول و بازگرداندن متانول برای پروسس مجدد قبل از انتقال متانول به تانک دیگر وجود داشته باشد. بدیهی است بسته به نتایج بررسی کیفیت، متانول خالص یا به تانک متانول خام (TK-2502) و یا یکی از دو تانک متانول خالص TK-2503 I/II برای بارگیری توسط پمپ های P-2501 A/B فرستاده خواهد شد.

پمپاژ و بارگیری

بمنظور کوتاه کردن طول لوله های انتقال به ورودی و قسمت مکش پمپ ها، بارگیری در سکوی بارگیری در قسمت شمالی محوطه تانک ها صورت میگیرد.

تولید بخار در واحد متانول :

1-7- بخار فشار بالا (H.P.):

گازهای سوختی در کوره ریفرمر با هوا می سوزند و مقدار زیادی از گرمای خود را از طریق تشعشع به لوله های حاوی کاتالیست که در فاصله کمی از مشعلها قرار دارند ، منتقل می کنند. دود حاصل از احتراق گازها در محفظه ریفرمر از دمای بالائی برخوردار می باشند و با توجه به مقدار زیاد این دودها انرژی گرمائی زیادی را با خود حمل می نمایند. در مسیر حرکت دودها را به آب منتقل کنند. از طرف دیگر گاز خروجی از لوله های حاوی کاتالیست که دمائی حدود 875°C دارند، دارای مقدار زیادی انرژی حرارتی می باشند که از طریق مبدل های حرارتی می توان تا حدود زیادی آنر بازیابی کرد. این گاز در مسیر خود تا قبل از ورود به کمپرسور سنتر (C-2301) از مبدل های گوناگونی که در واحدها قرار دارند ، عبور کرده گرمای خود را از دست می دهد. چندانائی از مبدل های حرارتی یاد شده بویلر می باشند.

بنابراین در حالت عادی دو منبع گرمائی بطور عمده برای تامین بخار داریم.

1- دودهای گرم حاصل از احتراق گاز در ریفرمر

2- گازهای ریفرمر شده

یک بویلر کمکی با مشعلهایی جداگانه بین دو محفظه کوره ریفرمر قرار دارد که در راه اندازی و در ظرفیت 255 T/D و در زمان غیر عادی بودن وضعیت بخار در سیستم ، کمبود بخار واحد را تامین می نماید.

آب خوراک بویلر توسط مبدل هدایت می شود و سرانجام قبل از اینکه به درام بخار وارد شود تا دمای 245°C گرم می شود. این درام از طریق لوله های پائین برنده و بالا برنده به E-2208 و E-2202 در ارتباط می باشد که در کوره قرار دارد. آب بصورت طبیعی در گردش است و بخار تولید شده به شبکه بخار اشباع فرستاده می شود.

2-7- بخار فشار پائین L.P.:

بخار خروجی از توربین به هدر بخار وارد می شود. بخش کوچکی از بخار درام فرستاده می شود. همچنین توربین پمپهای بعنوان توربین های بخشی از بخار را تامین می کنند.

3-7- بخار فرایند:

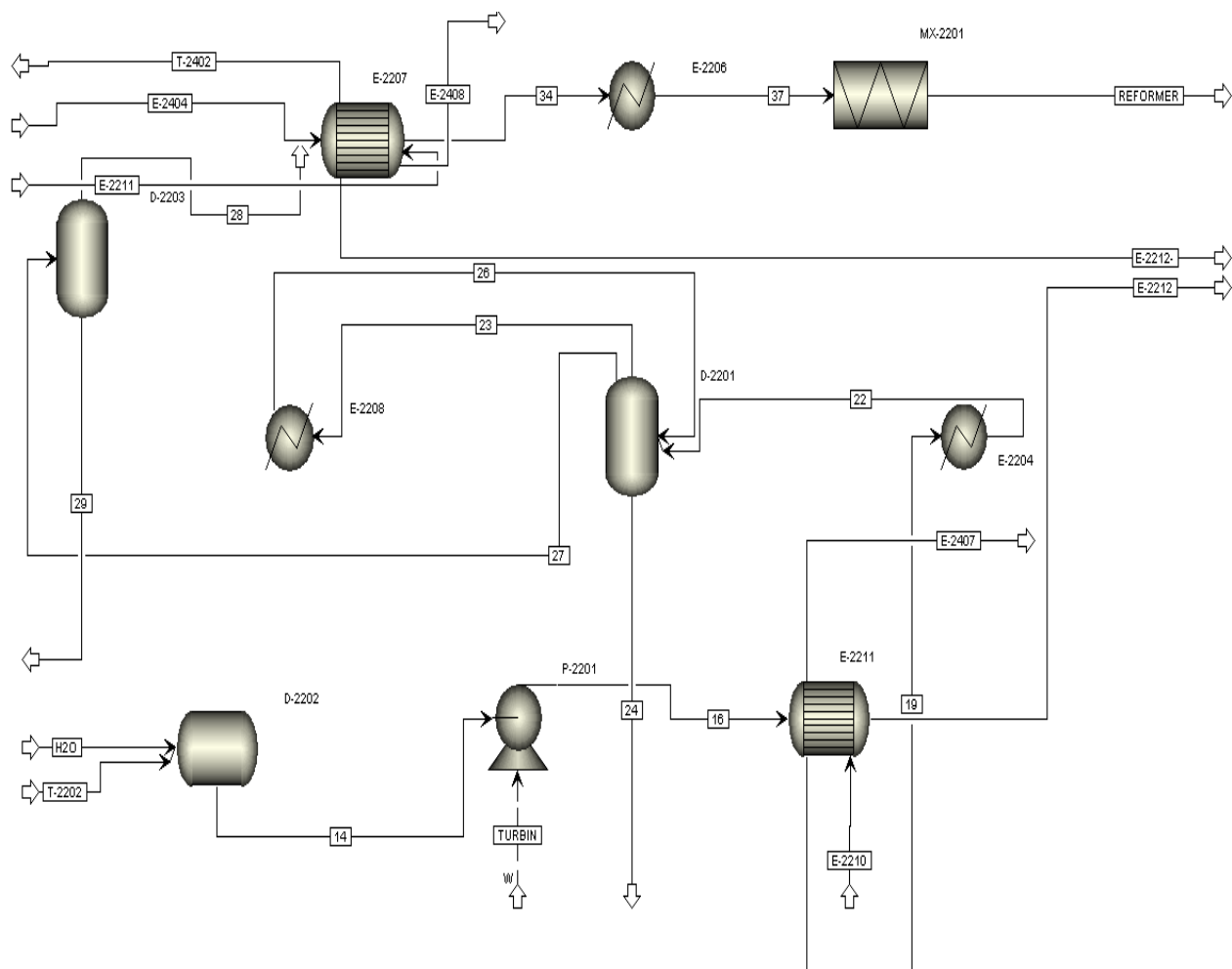
خوراک ورودی به ریفرمر مخلوطی از گاز طبیعی و بخار است. این بخار از هدر بخار سوپرهیت استخراج می گردد. بخار پروسس تولید می شود که گرمای لازم را از گاز داغ خروجی از ریفرمر بدست می آورد. بخار فرآیند تحت یک کنترل کننده وارد میکسر می شود.

4-7- سیستمهای کندانس و آب B.F.W.:

گاز داغی که از کاتالیستهای ریفرمر خارج می شود حاوی مقداری آب می باشد که در هنگام سرد شدن گاز در مبدلهای مختلف کندانس شده و از گاز سنتز جدا می گردند.

کلیه این آبها که بنام کندانس فرایند نامیده می شود هدایت می شوند. در آنجا کندانس ها از گازهای حل شده در آن گاززدائی می گردد. اینکار توسط فن دمنده با فرستادن هوا به داخل صورت می پذیرد و بعد از گاز زدائی تبادل حرارت با آب ورودی به هوا زدا فرستاده می شود.

Pfd مسیر H2O



هوازدائی از آب B.F.W.:

کمبود آب در واحد متانول از واحد تصفیه آب مجتمع پتروشیمی با کندانس فرایند در پائین مخلوط می شود. بعد از مخلوط شدن این آب با کندانس توربین که از واحد می آید. بقیه گازها که بیشتر به اتمسفر فرستاده می شود.

هیدرازین بعنوان اکسیژن زدا و به میزان خیلی کم به ورودی P-2201 A/B از طریق (P-2208) تزریق می شود. برای تنظیم PH آب ورودی به بویلر از فسفات تری سدیک استفاده می شود. فسفات از طریق P-2209 به خروجی P-2201 A/B تزریق می گردد.

5-7- مشخصات آب D.M.:

کنداکتیویته

0.3 MICRO SETEMS / CM

SiO₂ 20 P.P.b

Fe 20 P.P.b

Cu 5 P.P.b

PH 6.8-8

Mg 0.0

Ca 0.0

Na 20 P.P.b