



دانشگاه صنعتی سهند
دانشکده مهندسی شیمی

پایان نامه دوره کارشناسی

عنوان

مطالعه و بررسی روی نحوه تهیه و موارد کاربرد ضدیخ‌ها

نگارش

محمد رضا زاده

استاد راهنما

دکتر سیروس شفیعی

تیر ماه ۱۳۹۱



چکیده

در فصل سرما استفاده از ضدیخ^۱ در خودروها افزایش می‌یابد و علیرغم استفاده تقریباً همگانی این مایع، عده‌ای از مصرف‌کنندگان آگاهی کافی در مورد ضدیخ و روش‌های تولید آن ندارند.

ضدیخ‌ها موادی هستند که در سیستم‌های خنک‌کننده و در رادیاتورهای موتورهای احتراق داخلی برای حصول اطمینان از جریان داشتن مایع در درجات کم حرارتی به منظور جلوگیری از خسارت ناشی از تشکیل یخ به کار برده می‌شود. ضدیخ سیالی است که از ترکیب یک سیال پایه با نام اتیلن گلیکول^۲ و مواد افزودنی به منظور جلوگیری از خوردگی، زنگ زدگی، کف کردن و بهبود کیفیت، آب و رنگ تشکیل شده است. به طور کلی اجزای تشکیل دهنده مایعات خنک‌کننده موتور عبارتند از: سیال پایه، بازدارنده‌های خوردگی، مواد ضدکف، آب و رنگ مخصوص. وظیفه اصلی ضدیخ، جلوگیری از خوردگی در اجزای موتور است، علاوه بر این ضدیخ همزمان با دفع حرارت تولید شده، تعادل حرارتی را در کل موتور برقرار می‌کند. به بیان ساده‌تر از یخ زدگی یا جوش آوردن موتور در فصل سرد و گرم سال جلوگیری می‌کند. ضدیخ همچنین ظرفیت حرارتی آب را افزایش می‌دهد. از طرفی در ضدیخ ترکیباتی وجود دارد که از تشکیل رسوبات ناشی از املاح موجود در آب در داخل موتور و رادیاتور جلوگیری می‌کنند.

در گذشته بیشتر از آب خالص برای انتقال حرارت داخلی موتور به رادیاتور استفاده می‌شد که مشکلاتی را در بر داشت. با توجه به نقطه انجماد آب (صفر درجه سانتیگراد) و نقطه جوش آب (یکصد درجه سانتیگراد)، آب در دماهای بسیار کم و یا بسیار زیاد کاربرد خود را به عنوان مایع خنک‌کننده از دست می‌دهد و از طرف دیگر قطعات آلومینیومی بدنه موتور در شرایط کارکرد موتور به اندازه‌ای گرم می‌شود که مشکل خوردگی به وجود می‌آید. استفاده از آب خالص باعث رسوب ناشی از املاح موجود در آب بر روی محل‌های خورده شده در رادیاتور می‌شود و از نمایان شدن این نقاط جلوگیری می‌کند. برای

^۱. Anti freeze

^۲. Ethylene Glycol

جلوگیری از یخ زدن آب داخل موتور و رادیاتور در هوای سرد زمستان و یا جوش آوردن در فصل تابستان که موجب خسارت زیادی در موتور و رادیاتور می‌شود از ضدیخ استفاده می‌شود. جنس ضدیخ باید به گونه‌ای تهیه شود که اثر نامطلوب بر روی قطعات یاد شده را نداشته باشد. محلول ضدیخ در سیستم خنک کننده از منجمد شدن مایع موجود در سیستم جلوگیری و بلوک سیلندر را از خطر ترکیدن محافظت می‌کند.

نکته بسیار مهم این است که ضدیخ را نباید فقط در فصل سرد سال استفاده کرد، بلکه باید در تمام طول سال و آن هم به دلیل اهمیت حفظ موتور از خوردگی، مورد استفاده قرار داد. نتیجه اینکه مهم‌ترین وظیفه ضدیخ، محافظت از خوردگی در موتور، بخصوص در فصل‌های گرم سال است. پس باید به خاطر داشته باشیم که وجود ضدیخ در موتور در تمام طول سال اهمیت بسیار زیادی برای حفظ دوام موتور دارد. لذا تولید کنندگان این ترکیب شیمیایی نام «ضدیخ- ضدجوش- ضد زنگ» را برای این محصول انتخاب کرده‌اند.

در این گزارش نکاتی در مورد انتخاب، چستی ضدیخ‌ها، روش‌های تولید، نکات ایمنی و موارد کاربرد ضدیخ‌ها آورده خواهد شد.

فهرست مطالب

فصل ۱ : کلیاتی در مورد ضدیخ ها	۱
۱-۱ تاریخچه	۲
۲-۱ اهمیت کاربرد ضد یخ ها و انواع آن	۵
۳-۱ دانستنی هایی درباره ضدیخ	۸
۱-۳-۱ خواص ضروری مایعات خنک کننده	۸
۲-۳-۱ انتخاب ضدیخ	۹
۳-۳-۱ توصیه هایی در مورد پر کردن سیستم خنک کننده و سرویس ضروری آن	۱۰
۴-۳-۱ نکات مهم در مورد ضدیخ	۱۳
۵-۳-۱ ضد یخ خودرو، رنگین کمانی از رنگ ها	۱۴
۱-۵-۳-۱ خودروهای سبک- موتورهای بنزینی	۱۴
۲-۵-۳-۱ صنایع سنگین - موتورهای دیزلی	۱۵
۴-۱ استانداردها	۱۶
۵-۱ ضدیخ موتورهای دیزلی	۱۶
۶-۱ ضد یخ های بدون آب	۱۸
۷-۱ ضدیخ گیاهان (برای جلوگیری از سرمازدگی)	۲۰
۱-۷-۱ ضد یخ گیاهی از چه ساخته شده است؟	۲۲
۲-۷-۱ روش مصرف، ملاحظات و احتیاطات:	۲۲
۸-۱ مقایسه تفاوت های ضد یخ های پایه آبی و بدون آب	۲۴
۱-۸-۱ کنترل نقاط تشکیل دهنده هسته جوش توسط مایع خنک کننده Evans NPG	۲۷
فصل ۲ : شرح فرایند یک واحد تولید اتیلن گلیکول	۳۰
۱-۲ شیمی فرآیند:	۳۱
۱-۱-۲ واحد ۱۰۰- واکنش EO (EO REACTION)	۳۳
۲-۱-۲ واحد ۲۰۰- حذف دی اکسید کربن و جذب EO: (CO ₂ REMOVAL AND EO RECOVERY)	۳۳
۳-۱-۲ واحد ۳۰۰- حذف LE: (Light End Removal)	۳۴
۴-۱-۲ واحد ۴۰۰- واکنش گلیکول و باز یافت آن: (GLYCOL REACTION AND RECOVERY)	۳۵
۵-۱-۲ واحد ۵۰۰- خالص سازی گلیکول (GLYCOL PURIFICATION)	۳۵
۶-۱-۲ واحد ۷۰۰- سیستم CHILLED WATER و هوازا (DEAERATOR)	۳۶

۳۶.....	۷-۱-۲ واحد ۹۰۰-خالص سازی EO (EO PURIFICATION)
۳۶.....	۸-۱-۲ سیستم بخار و کندانس (STEAM AND CONDASTATE)
۳۶.....	۲-۲ شرح فرآیند
۳۷.....	۱-۲-۲ واکنش EO (EO REACTION)
۳۷.....	۱-۱-۲-۲ حلقه گاز برگشتی (RECYCLE GASLOOP)
۴۰.....	۲-۱-۲-۲ اختلاط اکسیژن (OXYGEN MIXING)
۴۱.....	۳-۱-۲-۲ نازل مخلوط کننده اکسیژن (OXYGEN MIXING NOZZLE)
۴۱.....	۴-۱-۲-۲ سیستم تخلیه توسط نیتروژن (NITROGEN PURGE SYSTEM)
۴۲.....	۵-۱-۲-۲ تزریق کلرید اتیل (THYL CHLORIDE INJECTION)
۴۴.....	۶-۱-۲-۲ واکنش EO (EO REACTION)
۴۷.....	۷-۱-۲-۲ کنترل واکنش (RECTION CONTROL)
۵۲.....	۸-۱-۲-۲ کاهش کار آیی کاتالیست (CATALYST PERFORMANCE DECLINE)
۵۳.....	۲-۲-۲ تولید بخار آب (steam generation)
۵۳.....	۱-۲-۲-۲ تولید بخار آب فشار بالا (۲۰k cs) generated hp steam
۵۴.....	۲-۲-۲-۲ تولید بخار فشار متوسط (CS ۱۴K) GENERATED MP STEAM
۵۵.....	۳-۲-۲ آنالیزرها (ANALYSERS)
۵۷.....	۴-۲-۲ بازیافت CO _۲ و EO (CO _۲ REMOVAL AND EO RECOVERY)
۵۷.....	۱-۴-۲-۲ جذب CO _۲ (CO _۲ ABSORPTION)
۵۹.....	۲-۴-۲-۲ کربنات FLASHING و عاری سازی (CARBONAT FLASHING AND STRIPPING)
۶۰.....	۳-۴-۲-۲ کنترل سیستم باز یافت CO _۲ (CONTROL OF CO _۲ REMOVED SYSTEM)
۶۴.....	۵-۲-۲ جذب EO (EO ABSORPTION)
۶۷.....	۶-۲-۲ دفع EO (EO STRIPPING)
۶۹.....	۷-۲-۲ جریان گلیکول
۶۹.....	۸-۲-۲ فرآیند دفع جریان
۷۰.....	۹-۲-۲ حلقه جاذب رقیق
۷۱.....	۱۰-۲-۲ حلقه جریان گاز برگشتی
۷۳.....	۱۱-۲-۲ حذف LE
۷۳.....	۱۲-۲-۲ حذف خروجی های سبک
۷۵.....	۱۳-۲-۲ EO جاذب ی باقی مانده

۷۶.....	۱۴-۲-۲ کمپرسور گاز باقی مانده
۷۷.....	۱۵-۲-۲ واکنش و بازیابی گلیکول
۷۷	۱-۱۵-۲-۲ واکنش گلیکول
۷۹.....	۲-۱۵-۲-۲ تغلیظ گلیکول
۸۱.....	۳-۱۵-۲-۲ هیدروژن زدایی گلیکول
۸۲.....	۴-۱۵-۲-۲ جریان بازیابی گلیکول
۸۳.....	۵-۱۵-۲-۲ خالص سازی گلیکول
۸۳.....	۶-۱۵-۲-۲ خالص سازی MEG
۸۴.....	۷-۱۵-۲-۲ برج MEG
۸۵.....	۸-۱۵-۲-۲ برج چرخه مجدد MEG
۸۶.....	۹-۱۵-۲-۲ خالص سازی DEG
۸۹.....	۱۰-۱۵-۲-۲ خالص سازی TEG
۹۰.....	۱۱-۱۵-۲-۲ سیستم آب خنک شده و زداینده هوا
۹۰.....	۱۲-۱۵-۲-۲ واحد سرد سازی و جذب
۹۳.....	منابع و مآخذ

فصل ۱ : کلیاتی در مورد ضد یخ ها

۱-۱ تاریخچه

در گذشته از آب به دلیل قیمت ارزان و خاصیت انتقال حرارتی آن به عنوان مایع خنک کننده در بخش های داخلی موتور استفاده می شد. اما با گذشت زمان و پیشرفت تکنولوژی مشخص شد کاربرد آب به تنهایی به عنوان خنک کننده دارای معایب مختلف است که می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- پایین بودن نقطه جوش آب یکی از ویژگی های منفی آن است. با پیشرفت صنایع خودروسازی و تولید حرارت بیشتر در موتورهای جدید، آب در سیستم خنک کننده تبخیر شده و موجب اختلال در این سیستم می شود.

- بالا بودن نقطه انجماد آب و افزایش حجم حدود ۹ درصدی آن (برخلاف سایر ترکیبات شیمیایی که در اثر انجماد کاهش حجم می یابند) موجب تخریب رادیاتور و حتی بخشی از موتور خواهد شد.

- خوردگی و زنگ زدگی فلزات مصرفی در سیستم خنک کننده توسط آب بسیار شدید است.

تا سال ۱۹۲۰ میلادی متانول بدست آمده از تقطیر چوب، بیشترین کاربرد را در ساخت ضد یخ داشت. الکل اتیلیک، گلیسیرین، کلرور کلسیم و همچنین آب نمک مایعاتی بودند که به عنوان خنک کننده به کار می رفتند. آب شکر و مخلوط آب عسل نیز به مقدار محدود به عنوان مایع خنک کننده کاربرد داشتند. همچنین نفت و روغن های نفتی که با آب مخلوط نمی شوند نیز به عنوان مایع خنک کننده کاربردهای محدودی داشتند.

در طول سال های ۱۹۲۰ تا ۱۹۳۰ میلادی و با توسعه صنعت خودروسازی، مصرف مایعات خنک کننده موتور نیز افزایش چشمگیری پیدا کرد. در این سالها الکل اتیلیک به دلیل قیمت ارزان و تولید مناسب به عنوان بهترین مایع خنک کننده موتور به کار گرفته شد و به تدریج استفاده از ترکیبات یاد شده هر یک به دلایلی منسوخ شد. در این میان کاربرد ضد یخ پایه الکلی، به دلیل پایین بودن نقطه جوش مخلوط آب و الکل، تبخیر سریع الکل و احتمال آتش گرفتن آن و همچنین سمی بودن متانول که موجب صدمه به سرنشینان می شد، نامناسب تشخیص داده شد. مصرف گلیسیرین نیز تابع بازار تولید و مصرف بود.

مصرف کلسیم کلرید و آب نمک نیز که در بعضی نواحی به عنوان مایع ضد یخ به کار می‌رفت، به دلیل خاصیت شدید خوردندگی، به میزان قابل توجهی محدود شد. همچنین استفاده از محلول شکر و یا عسل در آب به دلیل نیاز به محلول‌های غلیظی از این مواد برای نزول نقطه انجماد منسوخ شد.

در این سالها روغن‌های نفتی که به علت نقطه انجماد پایین و عدم خوردندگی مورد توجه قرار گرفته بودند، به دلایلی از جمله نیاز به حجم بیشتری از سیال (به علت عدم اختلاط با آب)، گران بودن، اثر نامطلوب بر لوله‌های لاستیکی و خطر آتش‌گیری، دیگر مورد استفاده قرار نگرفت. همچنین بکارگیری مایعاتی از قبیل روغن‌های معدنی و نفتی به دلیل پایین بودن قابلیت انتقال حرارتی و افزایش گرانشی آنها در فصل زمستان (که موجب کاهش تبادل حرارتی می‌شود) متوقف شد. علاوه بر دلایل یاد شده هنگام استفاده از این ترکیبات، اگر درجه نشان دهنده دما در خودرو خراب می‌شد، بالا رفتن حرارت مایع خنک کننده معلوم نمی‌شد و بدین ترتیب این ترکیبات در حرارت‌های بالا موجب ذوب لحیم‌های موجود در رادیاتور و سوختن موتور می‌شد.

در برخی موارد از متوکسی و پروپانول که یک گلیکول‌تر است به عنوان ضد یخ استفاده می‌شد، که مزیت آن سازگاری با روغن موتور و مخلوط شدن با آن (در صورت ایجاد نشت) بود. ولی به دلیل پایین بودن نقطه اشتعال، نقطه جوش و قیمت بالا کاربرد آن منسوخ شد.

در سال ۱۹۲۵ میلادی برای اولین بار مصرف اتیلن گلیکول به عنوان خنک‌کننده موتور رواج پیدا کرد. در ابتدا مصرف این ماده کم بود ولی به تدریج با آگاهی بیشتر نسبت به مزایای محصول تولیدی، مصرف آن افزایش یافت و در حال حاضر بیشترین مصرف اتیلن گلیکول به منظور تولید سیال خنک کننده موتور است.

با افزایش مصرف اتیلن گلیکول و کاربردهای مناسب آن برای سیال خنک‌کننده موتور، به تدریج مصرف متانول، الکل اتیلیک و سایر مواد شیمیایی برای تولید ضد یخ کاهش یافت. مصرف این مواد در

فرمولاسیون مایعات خنک کننده موتور در سال ۱۹۵۰ به کلی منسوخ شد به گونه ای که تولید و مصرف اتیلن گلیکول از ۴۹ میلیون لیتر به ۷۱ میلیون لیتر در سال رسید.

محلول ۴۴ تا ۷۰ درصد اتیلن گلیکول در آب، سیستم رادیاتور را در بالاترین ظرفیت طراحی شده نگه می دارد و به این ترتیب با استفاده از این محلول مطمئن می شویم که موتور به دلیل جوش آوردن صدمه نخواهد دید. علاوه بر این، اختلاط نسبت معینی از اتیلن گلیکول با آب، عمل خنک کردن را در دامنه وسیعی از دما انجام می دهد و نقطه انجماد آب را به میزان کافی پایین می برد.

یکی دیگر از مزایای به کارگیری اتیلن و پروپیلن گلیکول به عنوان سیال پایه در فرمولاسیون ضد یخ، پایین بودن میزان آثار مخرب زیست محیطی این ترکیبات است. اتیلن و پروپیلن گلیکول می توانند پس از مصرف وارد محیط آبی شوند. هر دو محلول قابلیت حلالیت بالا داشته و میزان آثار زیان بار این دو ماده برای ماهی ها، حیات وحش، حیات گیاهی و میکروارگانیسم ها پایین است. تجزیه بیوشیمیایی این دو ماده سریع و کامل انجام می شود.

۲-۱ اهمیت کاربرد ضد یخ ها و انواع آن

تجربه نشان داده است استفاده از خنک کننده ها یا ضد یخ ها نه تنها به حفاظت از موتور خودرو در برابر یخ زدن کمک می کند بلکه مانع از خوردگی اجزای آن شده و همزمان با دفع حرارت تولید شده، تعادل حرارتی را در کل موتور برقرار می کنند. در موتورهای دیزلی سنگین تنها یک سوم از کل انرژی تولید شده توسط موتور، برای به حرکت در آوردن خودرو به کار گرفته می شوند و یک سوم دیگر آن به وسیله اگزوز خارج شده و باقیمانده انرژی توسط سیال خنک کننده دفع می شود.

این دفع حرارت منجر به بالا رفتن دما می شود و ایجاد حرارت زیاد باعث تسریع خرابی روغن و در پی آن خراب موتور می شود. آب بهترین سیال در دفع حرارت است ولی بنا به دلایل متفاوتی برای کاهش نقطه انجماد سیال خنک کننده از ماده شیمیایی گلیکول به عنوان سیال پایه استفاده می شود که معمولاً در تولید این خنک کننده ها از مخلوط ۵۰/۵۰ از اتیلن گلیکول و آب استفاده می کنند. در این ترکیب میزان مشخصی از عوامل بازدارنده نظیر ضد کف، ضد خوردگی، رنگ و ... نیز بکار گرفته می شود و با وجود درصد بسیار کم این ترکیبات افزودنی، نقش آنها در محصول نهایی حائز اهمیت بالایی است و موجب متفاوت شدن انواع خنک کننده ها می شود. با پیشرفت علم، برای حفاظت از موتور تکنولوژیهای متفاوتی در ساخت خنک کننده ها در برابر خوردگی ارایه شده است. در اروپا وجود مشکلاتی مانند سختی بالای آب، تولیدکنندگان را ملزم به تولید خنک کننده هایی فاقد ترکیبات فسفر کرده است. زیرا کلسیم و منیزیم موجود در آب سخت با بازدارنده های فسفات و واکنش داده و فسفات منیزیم و یا کلسیم تولید می کنند که معمولاً به صورت رسوب بر روی بدنه داغ موتور نشست می کنند و این امر باعث اتلاف حرارت و یا ایجاد خوردگی می شود. امروزه در اروپا با حذف ترکیبات فسفات، خنک کننده هایی حاوی اکسیدهای غیرآلی مانند سیلیکات و کربوکسیلات ها ساخته شده است. کربوکسیلات ها بواسطه انجام واکنش های شیمیایی داخلی با قرار گرفتن بر روی سطوح، مانع از خوردگی می شوند. تکنولوژی که در آن از اختلاط کربوکسیلات ها و سیلیکات ها استفاده می شود به نام تکنولوژی پیوندی هیبریدی شناخته شده است،

(زیراترکیبی است از تکنولوژی غیرآلی و تکنولوژی آلی کربوکسیلاتها). در آسیا مشکل سازگاری با واشر پمپ آب و خاصیت ضعیف انتقال حرارت باعث شده که استفاده از خنک کننده های حاوی سیلیکات ممنوع شده و بجای آن از مخلوط کربوکسیلاتها و فسفاتها استفاده شود. ساخت این نوع از خنک کننده ها نیز به وسیله تکنولوژی هیبریدی بوده که با نوع اروپایی اش (مخلوط کربوکسیلاتها و سیلیکاتها) متفاوت است. این محصولات در رنگ های متفاوتی مانند قرمز، نارنجی، سبز و ... در بازار موجود است. خنک کننده های بر پایه کربوکسیلاتها دارای طول عمر بالاتری هستند و ساخت این محصولات به عنوان تکنولوژی برتر در اروپا و آسیا شناخته شده است. این محصولات دارای محبوبیت بین المللی بوده و در فاصله زمانی تعویض طولانی، به خوبی از موتور در برابر خوردگی حفاظت می کنند. در واقع حفاظت موتور در برابر خوردگی به واسطه خنثی کردن اسیدهای کربوکسیلیک و تبدیل آنها به کربوکسیلات تامین می شود، زیرا تمام خنک کننده ها در شرایط خنثی یا دامنه PH و قلیایی (حدود ۷ یا بالاتر) عمل می کنند. در واقع بیشتر خنک کننده ها در آغاز از یک اسید قوی ساخته می شوند. برای مثال خنک کننده های مرسوم بر پایه فسفاتها، شروع ترکیباتشان از اسید فسفریک است.

استفاده از کربوکسیلاتها در ترکیبات خنک کننده دارای مزایای قابل توجهی است که عبارتند از:

- حفاظت بهتر از آلومینیوم در دماهای بالا
 - انتقال بهتر حرارت و کارایی بهینه بر روی سطوح داغ موتور و لوله های رادیاتور
 - افزایش طول عمر سیال خنک کننده
- تجربه نشان داده است که این نوع سیالات با کارکرد بیش از ۳۲ هزار ساعت، کارایی بهتری از خود نشان داده اند و در انتهای زمان، در آزمایش سرعتی، هنوز خنک کننده استفاده شده و تخلیه شده از موتور می توانست آزمایش های طراحی شده برای خنک کننده کار نکرده را با موفقیت پشت سر بگذارد.
- در بازار، خنک کننده های زیادی با رنگها و کیفیت های متفاوت، موجود است. یک برنامه نگهداری و تعمیرات مناسب می تواند کیفیت این محصول را در موتور به طور دقیق بررسی کند. در این زمینه

روش های متفاوتی وجود دارد که یکی از آنها استفاده از رفراکتور برای تعیین نسبت گلیکول به آب است. با تعیین میزان این نسبت می توان میزان قدرت حفاظت ضد یخ در برابر یخ زدگی و غلظت بازدارنده خوردگی در محلول را تخمین زد.

کنترل حجم سیال خنک کننده در سیستم بسیار مهم است چرا که اگر سیال با سطح در تماس نباشد نمی تواند عملکرد مناسبی در خنک کردن موتور از خود نشان دهد.

درپوش رادیاتور نیز بخشی از اجزای تکمیل کننده سیستم است و به گونه ای طراحی شده است که فشار خاصی را تحمل کند. اگر فشار سیستم از حد طراحی شده پایین تر باشد، سیال خنک کننده در دمای پایین تری می جوشد و جوشش زودهنگام سیال می تواند باعث خوردگی های متفاوتی در ارتباط با نقاط گرم و تماس نامناسب خنک کننده باشد.

به طور کلی تجزیه خنک کننده ها زمانی که تمام اتیلن گلیکول به مواد اولیه اش اسید گلیکولیک و اسید فرمیک تبدیل شود ادامه می یابد. این مدت زمان در موتور هایی که در دماهای بالا کار می کنند و یا حجم هوای وارد شده به سیستم خنک کننده زیاد است، بسیار سریعتر اتفاق می افتد. با آزمایش PH می توان PH سیال را بدست آورد، در بیشتر این سیالات می بایست میزان PH، بیشتر از عدد ۷ باشد ولی در برخی از آنها اگر میزان PH بیشتر از عدد ۵/۶ باشد نیز قابل قبول است.

محصولات حاصل از تجزیه گلیکول به صورت اسیدی هستند و باعث افت PH می شوند که پدیده خوردگی را با خود به همراه دارد. سرعت تجزیه خنک کننده ها با بکارگیری عوامل بازدارنده با طول عمر بالا، کندتر شده و اطمینان از عملکرد درست تجهیزات زیاد می شود.

با استفاده از آزمایش «Strips» می توان میزان مواد بازدارنده مانند نیتريت ها و مولیبديتها در سیال خنک کننده را کنترل کرد. نیتريت ها نسبت به دیگر بازدارنده ها، آسانتر از ترکیبات شیمیایی سیال، آزاد می شوند و به کمک این آزمایش فقط میزان سطح آنها مشخص می شود. نیتريت های آزاد شده بر اثر پدیده

کاویتاسیون، با برداشت لایه های سلیندر باعث خوردگی آن می شود. در عوض بازدارنده های از نوع کربوکسیلات ها به دلیل سرعت واکنش کندتر، خاصیت حفاظتی را در مدت طولانی تری عهده دار می شوند.

هم اکنون سازندگان تجهیزات اصلی (OEMs) خودرو، استفاده از خنک کننده های هیبریدی و کربوکسیلات ELC را توصیه می کنند.

در موتورهای دیزلی سنگین، برخی سازندگان استفاده از خنک کننده های سیلیکاتی را توصیه می کنند و در برخی دیگر خنک کننده های غیرسیلیکاتی را مناسب می دانند.

به طور خلاصه می توان گفت که نوع خنک کننده قابل استفاده بر اساس نوع نیازمندی سازندگان تجهیزات اصلی OEMs تعیین می شود. نقش خنک کننده ها در موتور خودرو بسیار حیاتی است و در برقراری تعادل حرارتی و حفاظت در برابر خوردگی در تمام موتور خودرو تاثیر بسزایی دارد. یک تحقیق در این زمینه نشان داده است که ۶۰ درصد از موارد تخریب موتور در بخش موتورهای دیزل مربوط به خنک کننده های نامناسب است. بنابراین استفاده از خنک کننده های با کیفیت مطلوب از تولیدکنندگان معتبر، شرایط مناسبی را در خصوص کارکرد موتور ایجاد کرده و مشکلات خوردگی را مرتفع می سازد.

۳-۱ دانستنی هایی درباره ضد یخ

۱-۳-۱ خواص ضروری مایعات خنک کننده

ضد یخ باید قادر به پایین آوردن نقطه انجماد آب تا حداقل دمای ممکن در زمستان باشد.

- از نظر شیمیایی و کارکرد، پایداری کافی داشته باشد.
- از نقطه جوش بالایی برخوردار باشد و در دمای بالا رسوب نکند.
- روی لاستیک مصرفی در سیستم تاثیر نامطلوب نداشته باشد.

- حرارت را به خوبی منتقل کرده و هیچ گونه اثر نامساعدی روی تبادل حرارتی در سیستم خنک کننده نداشته باشد.
- دارای کمترین اثر سمی باشد.
- آتشگیر نباشد.
- بوی نامطلوب نداشته باشد.
- دارای کف جزئی باشد.
- ضریب انبساط حرارتی پایین داشته باشد.
- در دما پایین گرانروی کم و قابل قبول داشته باشد.
- بیشترین حفاظت را از خوردگی فلزات مورد استفاده در سیستم خنک کننده داشته باشد.
- روی رنگ بدنه خودرو اثر نامطلوب نداشته باشد.

لازم به ذکر است بر خلاف عقیده بعضی ها، با قرار دادن ضد یخ در فریزر نمی توان به مرغوبیت آن پی برد، از این طریق فقط خاصیت ممانعت از انجماد ضد یخ سنجیده می شود و وجود مواد افزودنی بازدارنده خوردگی در این روش سنجیده نمی شود، همچنین نمی توان دریافت که سیال اصلی ضد یخ از نوع گلیکول های مرغوب است یا از دی متیل متانول، که سمی و آتشگیر است. از آنجایی که ضد یخ خالص در ۵- تا ۱۸- منجمد می شود اگر ضد یخ خالص در فریزر قرار داده شود و در دمایی پایین تر از ۱۸- منجمد شود نشان دهنده مخلوط شدن آن با آب و نامرغوب بودن آن است.

۱-۳-۲ انتخاب ضد یخ

مشابه هر ترکیب شیمیایی دیگر، ضد یخ از عناصر و مواد گوناگونی تشکیل یافته است که با گذشت زمان و محدودیت های زیست محیطی و قوانین وضع شده در این زمینه، روز به روز شرایط سخت تری برای تولید کنندگان این ترکیب به وجود می آید. امروزه فرآورده (ضد یخ، ضد جوش) تولید کنندگان معتبر، عاری از فلزات سنگینی همچون باریم و ترکیبات مضر از قبیل بوراکس می باشد که مصرف کنندگان در هنگام

خرید بایستی به این نکات به دقت توجه داشته باشند. می توان گفت که نوع خنک کننده قابل استفاده براساس نوع نیازمندی سازندگان تجهیزات اصلی (OEMs) تعیین می شود.

اغلب ضدیخ های موجود، پایه اتیلن گلیکول و پروپیلن گلیکول دارند و از این لحاظ طبقه بندی خاصی از نظر نوع ترکیبات وجود ندارد و تنها از نظر درصد ترکیبات، تفاوت هایی در انواع ضدیخ وجود دارد.

ضدیخ مایعی است سمی و چون منواتیلن گلیکول به خودی خود بی رنگ و بی بو است، در طول فرآیند تولید به آن رنگ مخصوص اضافه می شود تا به این ترتیب ضدیخ از مایعات مشابه مانند آب، قابل تشخیص شود. منواتیلن گلیکول به دلیل دارا بودن OH در ساختمان خود به راحتی در آب حل می شود و بر اثر مرور زمان دوفازی نمی شود. مونو اتیلن گلیکول به شدت خورنده است و در دمای بالا نزدیک سیلندر و حتی در داخل رادیاتور می تواند ایجاد خوردگی، سوراخ و پوسیدگی کند، به همین دلیل از مواد ضد خوردگی (Anti Oxidant) در آن استفاده می کنند تا در مقابل اکسید شدن فلزات مختلف موجود در طول مسیر جریان آب خنک کننده، مقاومت ایجاد کند.

این مواد به طور کلی به دو دسته آلی و غیر آلی تقسیم می شوند. مواد آلی شامل آمین ها، آمیدها، بنزوات ها، مرکاپتان ها، تری آزول ها و مواد غیر آلی شامل بورات ها، نیترات ها، فسفات ها، سیلیکات ها و کربنات ها می باشند. این مواد بازدارنده مرغوبیت، محصول تولید شده را به شدت تحت تاثیر قرار می دهد.

۳-۳-۱ توصیه هایی در مورد پرکردن سیستم خنک کننده و سرویس ضروری آن

۱- قبل از تعویض و استفاده از محلول جدید ضدیخ، مسیر و مجاری سیستم خنک کننده، باید بازرسی و در صورت نیاز سرویس شود.

۲- هنگامی که موتور داغ است هرگز درپوش رادیاتور را بر ندارید زیرا سیستم خنک کننده تحت فشار است هنگامی که موتور سرد شد درپوش را با احتیاط به اندازه یک دور باز کنید چنانچه در این هنگام مایع

خنک کننده سرریز شد بلافاصله درپوش را محکم کرده و پس از اینکه سیستم خنک کننده سردتر شد آنرا باز کنید.

۳- قبل از استفاده از ضد یخ خالص به نسبت مساوی با آب دی یونیزه (آب با سختی پایین) مخلوط کرده و سپس اضافه کنید.

۴- بهترین نسبت اختلاط یک به یک است.

۵- وضعیت و مایع سطح مایع خنک کننده کنترل شود.

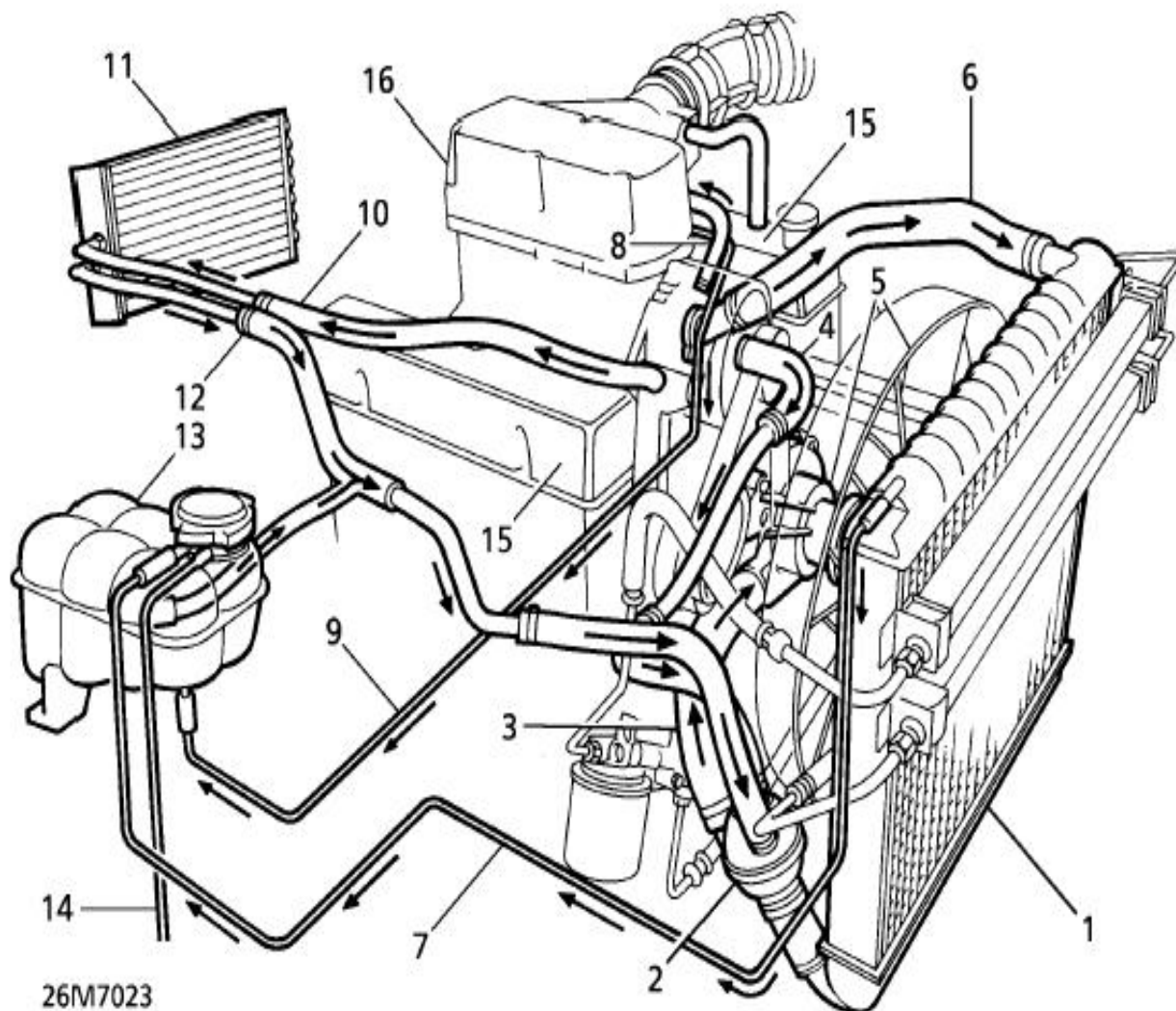
۶- آزمون فشار برای شناسایی نشت انجام گیرد (هنگامه که موتور سرد است انجام شود)

۷- درپوش فشار و دهانه پرکننده رادیاتور بررسی شود.

۸- در صورتی که هنگام کار، موتور خیلی سرد و یا گرم می شود ترموستات بررسی و در صورت لزوم باترموستات پیشنهاد شده توسط تولید کننده تعویض شود.

۹- استفاده از محلول ضد یخ مناسب و نصب ترموستات مناسب و سالم در تمام طول سال ضروری است.

Cooling system coolant flow - up to 99MY



- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| 1. Radiator | 9. Plenum chamber bleed pipe |
| 2. Thermostat housing | 10. Heater feed hose |
| 3. Bottom hose | 11. Heater matrix |
| 4. Bypass hose | 12. Heater return hose |
| 5. Viscous fan and water pump | 13. Expansion tank |
| 6. Radiator top hose | 14. Overflow/breather pipe |
| 7. Radiator bleed pipe | 15. Cylinder banks |
| 8. Plenum chamber feed pipe | 16. Plenum chamber |

۱-۳-۴ نکات مهم در مورد ضد یخ

- رنگ ضد یخ ربطی به کیفیت آن ندارد.
 - همرنگ بودن ضد یخ ها دلیلی بر یکسان بودن کیفیت آنها نیست و نباید به هم اضافه شوند
 - در مورد رقیق سازی باید به اطلاعات روی ظرف ضد یخ عمل نمود.
 - آب مصرفی در ضد یخ باید دارای سختی بسیار پایینی (دی یونیزه) باشد.
 - ضد یخ ها معمولاً کف تولید نمی کنند. مشاهده کف می تواند به علت ورود هوا به سیستم مکش و اتر پمپ باشد، در این صورت باید رادیاتور را کاملاً تخلیه کرده و تمامی لوله های رابط و واشرها بررسی و نسبت به تعمیر قطعات معیوب اقدام کرد.
 - سطح سیال باید کنترل شود.
- معمولاً کارهای زیر در اول هر بهار و پاییز باید انجام شود:
- غلظت ضد یخ - ضد جوش را کنترل کنید که از حداقل ضروری (متناسب با تغییرات دمای هوا) کمتر نباشد.
 - اندازه و شرایط ضد یخ را بررسی نمایید. در صورت کثیف بودن یا داشتن مواد ناشی از زنگ زدن فلزات آن را عوض کنید.
 - دستگاه را برای اطمینان از عدم وجود نشتی، تحت فشار (ترجیحاً وقتی ضد یخ سرد است) آزمایش کنید.
 - در پوش و لوله متصل به در پوش رادیاتور را بازرسی کنید.
 - لوله ها را بازبینی کرده و محل اتصال لوله ها را محکم کنید.
 - تسمه پروانه ها را از لحاظ سالم بودن و کشش صحیح، کنترل کنید.
 - در صورتی که دمای آب رادیاتور بیش از حد گرم یا سرد می شود، ترموستات را کنترل کنید.

نکته: آب مصرفی جهت رقیق سازی مایع خنک کننده باید سختی کمی داشته تا رسوب نگیرد. هر ۱۰۰۰ کیلومتر یا هفته‌ای یک بار باید سطح سیال خنک کننده بازدید شود. زمان تعویض سیال خنک کننده در شرایط عادی معمولاً سالانه و یا پس از طی مسافت ۳۰۰۰۰ کیلومتر است، اما زمان‌های تعویض سیال در شرایط سخت رانندگی و بسته به شرایط، انجام می‌شود. شرایط سخت عبارتند از: بکسل کردن، یدک کشیدن کمپ، استفاده از باربند در مسافت‌های طولانی، حرکت در جاده‌های نمک پاشیده شده، خاکی، غبارآلود، طی کردن مکرر مسافت‌های کوتاه (کمتر از ۸ کیلومتر در هر نوبت رانندگی)، طی کردن مسافت‌های طولانی با سرعت‌های یکنواخت و پایین و دوره طولانی عدم استفاده از خودرو.

۱-۳-۵ ضد یخ خودرو، رنگین کمانی از رنگ ها

قبل از رقیق نمودن، تقریباً تمام ضد یخ‌های فروخته شده در ایالات متحده دارای ۹۵ درصد اتیلن گلیکول می‌باشند. تنوع رنگها به علت وجود رنگهای مختلفی است که به همراه انواع بسته‌های مواد افزودنی، برای جلوگیری از اشتباه مردم هنگام استفاده از نمونه‌های متفاوت، اضافه می‌گردد.

تهیه مخلوط ۵۰/۵۰ از آب و ضد یخ، اساساً برای عملیات موتوری لازم و ضروری می‌باشد. حذف حرارت مازاد، هدف اصلی کاربرد خنک کننده‌ها می‌باشد

۱-۳-۵-۱ خودروهای سبک - موتورهای بنزینی

تا قبل از معرفی ضد یخ Dex-Cool (نارنجی رنگ) توسط شرکت جنرال موتورز (GM) خودروهای آمریکایی بطور کلی از ضد یخ‌های سبز رنگ استفاده می‌نمودند. بعدها شرکت خودرو سازی دایملر کرایسلر از ضد یخ‌های زرد و طلایی رنگ استفاده نمود.

بعضی از اتومبیل‌های ژاپنی از ضد یخ سبز رنگ استفاده می‌کنند اما رنگ ضد یخ سبز آنها از ضد یخ‌های استفاده شده در آمریکا پر رنگ تر می‌باشد و در صنایع خودرو سازی تویوتا ضد یخ قرمز رنگ

استفاده می‌گردد. اما رنگ ضد زنگ خودروهای اروپایی ممکن است که سبز، زرد یا آبی باشد. شرکت‌های فولکس واگن و آئودی از رنگ صورتی استفاده مینمایند.

خودروسازان اروپایی ترجیح می‌دهند که از ضد زنگ‌های بدون فسفات استفاده نمایند زیرا آب اروپا نسبت به آمریکا دارای املاح و سختی بالاتری می‌باشد. استفاده از ضد زنگ فسفات ممکن است که گارانتی وسایل نقلیه را از درجه اعتبار ساقط نماید. ضد زنگ‌های فسفات مشترک آمریکا و ژاپن، جهت محافظت قطعات آهنی و فولادی بکار گرفته شده در موتور خودرو می‌باشد. بیشتر ضد زنگ‌ها دارای سیلیکات یا سیلیکون می‌باشند.

سازندگان ژاپنی ضد زنگ ترجیح می‌دهند که از ضد زنگ‌های بدون سیلیکات استفاده کنند در حالیکه این ضد زنگ‌ها دارای بیشترین میزان فسفات می‌باشند.

ضد زنگ‌های دارای طول عمر مبسوط (Dex-Cool) از مهار کننده‌های با فن آوری اسید آلی (OAT) سود می‌برند.

- ضد زنگ‌های نارنجی رنگ (OAT) جنرال موتورز، بدون فسفات و سیلیکات
- ضد زنگ‌های زرد رنگ (OAT) فورد، دارای سیلیکات
- ضد زنگ‌های نارنجی رنگ (OAT) دایملر کرایسلر، دارای سیلیکات
- ضد زنگ‌های صورتی رنگ (OAT) آئودی و فولکس واگن، دارای سیلیکات
- ضد زنگ‌های سبز رنگ (OAT) هوندا، بدون سیلیکات و دارای فسفات
- ضد زنگ‌های قرمز رنگ (OAT) تویوتا، بدون سیلیکات و دارای فسفات

۱-۳-۵-۲ صنایع سنگین - موتورهای دیزلی

ضد زنگ موتورهای دیزلی برای عملیات‌های طولانی‌تر و سخت‌تر فرموله شده اند (البته این نوع ضد زنگ‌ها جهت استفاده در خودروهای سبک‌تر نیز قابل استفاده می‌باشند) در تمام موتور خودروهای

سنگین و برخی خودروهای سبک و متوسط، مشکلات فرسایش حفره، خوردگی و خرابی پمپ آب همچنان باقی است.

رنگ های مشترک ضدیخ های موتورهای دیزلی امریکا عبارتند از:

- قرمز- نارنجی در کاترپیلار
- صورتی در فلیت شارژ
- سبز در پیتربیلت
- زرد در فورد

۴-۱ استانداردها

براساس استانداردهای بین المللی و استاندارد ملی ایران انواع خنک کننده موتور را می توان به این شرح برشمرد:

- مایعات خالص بر پایه اتیلن گلیکول
- مایعات خالص بر پایه پروپیلن گلیکول
- مایعات از پیش رقیق شده، آماده مصرف بر پایه اتیلن گلیکول (۵۰ درصد حجمی)
- مایعات از پیش رقیق شده، آماده مصرف بر پایه اتیلن گلیکول (۵۰ درصد حجمی)

۵-۱ ضدیخ موتورهای دیزلی

سیستم هایی که با سوخت دیزل کار می کنند، تحت بار بیشتر، مدت کارکرد بالاتر و نوع خاصی از آب بندها هستند که شرایط متفاوتی را نسبت به سیستم های بنزینی ایجاد می کنند، لذا در بخش های گوناگون نظیر سیستم خنک کننده و سیال ضدیخ آنها نیز تفاوت هایی وجود دارد. انتظار می رود عمر عملیاتی یک موتور دیزل، ۴ تا ۵ برابر بیشتر از یک موتور بنزینی باشد. همچنین نسبت ناخالص وزن

وسیله نقلیه به توان موتور برحسب اسب بخار در موتورهای دیزلی ۵ تا ۸ برابر خودروهای سبک است. این نسبت موجب مصرف سوخت بیشتر و حرارت بالاتر موتور خواهد شد و نیاز به سیستم خنک ساز با قدرت بیشتری را دارا است. اغلب سیالات خنک کننده موجود، برای خودروهای سواری سبک فرموله شده اند و با توجه به موارد ذکر شده، خودروهای سنگین نیاز به ضد یخ ویژه ای، متناسب با سیستم موتور و رادیاتور خود دارند. جدیدترین سیال خنک کننده طراحی شده مخصوص خودروهای دیزلی سنگین، دارای خصوصیات زیر هستند:

- افزودن اندکی سیلیکات به پایه گلیکول
- استفاده از مواد افزودنی ویژه برای جلوگیری از خوردگی آب بندها
- استفاده از مواد افزودنی با نیترات کم به منظور جلوگیری از جوش خوردن قطعات به یکدیگر (انتقال بهتر حرارت)
- دارای ترکیبات Surfactant برای جلوگیری از پوشاندن سطح سیستم خنک کننده با مقادیر اندک روغن و افزایش انتقال حرارت.

۱-۶ ضد یخ های بدون آب



سالیان متمادی است که در بحث تخلیه حرارت مازاد و کمک به سیستم خنک کنندگی خودروها، از مواد شیمیایی معدنی، به همراه آب و اتیلن گلیکول استفاده می‌گردد. به علت دارا بودن معایبی همچون تشکیل رسوب در دماهای بالا، کاهش حجم با سرریز شدن خنک کننده و ...، این نسل از خنک کننده‌ها، درخواست‌های مد نظر از یک خنک کننده را جوابگو نمی‌باشند.

با منقرض شدن نسل قبلی، پکیج‌هایی ارائه گردیده که از قبل مواد آلی مختلف با هم مخلوط شده و فقط می‌بایست حجم مشخصی از اتیلن گلیکول (سمی) به آن اضافه گردد. همچنان درخواست‌های مورد نظر از این مایعات خنک کننده برآورده نشده است و کم و بیش زنگ‌زدگی و خوردگی رادیاتور، بسته‌ها، لوله‌های رابط و بدنه موتور گزارش می‌گردد. در کلیه نقایص بالا متهم ردیف اول، آب می‌باشد.

در بدنه موتورهای داغ، قسمت‌های در معرض تماس با مایع خنک کننده را نقطه هسته‌جوش، در دمای بحرانی فلز موتور می‌نامند که دما در این نقاط بیش از نقطه جوش مایع خنک کننده می‌باشد و یا به عبارتی دمای فلزات بدنه موتور، از ظرفیت گرمایی مایع خنک کننده متداول پایه آبی بیشتر می‌باشد. در رادیاتور، زمانی بخارات مایع خنک کننده می‌توانند مجدداً سرد گشته و به مایع تبدیل گردند که قبلاً

در دمای مناسب تبخیر شده باشند. در محلولهای ۵۰/۵۰ مخلوط آب و اتیلن گلیکول، بیش از ۹۸٪ بخارات آب دارای فشاری کمتر از یک اتمسفر می باشند و تا زمانی که در سیستمهای تحت فشار، دمای بخارات مایع خنک کننده کمتر از نقطه جوش آب باشد، بخارات تمایلی به سرد و متراکم و مایع شدن از خود نشان نمی دهند. افزایش شدت بخار، باعث افزایش دما گردیده و بدنبال آن نقاط داغ بیشتری تشکیل می گردند که افزایش دمای بحرانی فلز و تشکیل نقاط جرقه را بدنبال خواهد داشت.

بعنوان یک نتیجه از محلهای جوشش، نشستن یک لایه بخار بر روی سطوح داغ فلز، میتواند نقش یک عایق را ایفا کند و این لایه بخار، مانع از تماس مایع خنک کننده با سطوح داغ بدنه موتور میگردد و کاهش سطح تماس فلز با مایع خنک کننده، کاهش توانایی سیستم خنک کننده جهت حذف حرارت مازاد را در پی خواهد داشت.

وجود آب باعث کاهش میزان بخارات مایع شونده، افزایش خوردگی و الکترولیز، کاهش سطح مایع خنک کننده با سر ریز شدن آن، افزایش غلظت سرب و فلزات سنگین، زنگ زدگی، جرقه های ناگهانی در سیستم خنک کننده، ایجاد تنش و تخریب سطحی در فلزات بدنه موتور و بالا رفتن فشار و در نهایت کاهش طول عمر سیستمهای خنک کننده میگردد. در واقع وجود آب، یک نقش آلوده کننده را در سیستم خنک کننده ایفا میکند.

مشاهده معضلات فوق الذکر، ذهن طراحان موتور و مهندسين آزمایشگر و آقای جک ایوانز را به سمت تولید خنک کننده ای جدید و فاقد آب هدایت نمود. پس از ده سال، تلاشهای فراوان به ثمر نشست و چند سالی است که جدیدترین نسل مایعات خنک کننده، از دو شرکت آمریکایی Evans و Paratherm به بازار ارائه شده است.

این مایعات خنک کننده مخلوطی از پروپیلن گلیکول با مواد افزودنی انحصاری میباشد که دیگر نیازی به ایجاد تغییر در اجزاء ترکیب سیستم خنک کننده نمی باشد. بدون آنکه این خنک کننده دمایش افزایش یابد دارای قدرت تحمل گرما تا بیش از ۱۹۰ درجه سلیسیوس می باشد و تمام بخارات موضعی

تشکیل شده را سریعاً به مایع خنک کننده تبدیل می نماید. سیستم این مایعات خنک کننده، یک سیستم تحت فشار نیست و درب رادیاتور بدون فشار و راحتی باز می شود. عملاً سه نیروی عمده (فشار بالا، آب و هوا) که مخل اتیلن گلیکول و سیستمهای خنک کننده آبی تحت فشار هستند و همچنین کاهنده طول عمر مجموعه اجزای سیستم خنک کننده می باشند، توسط این خنک کننده حذف گردیده اند. غیر سمی و دارا بودن نقطه انجماد تا دمای ۴۰- درجه سلیسیوس از دیگر مزایای این مایعات خنک کننده بدون آب می باشد.

وجود این خنک کننده مادام العمر، یک تئوری یا یک رویا نمی باشد بلکه حقیقتی است که با صرفه جویی در سوخت، با کمک ناوگان کامیون های دیزلی و خودروهای بنزینی و ماشینهای مسابقه به اثبات رسیده است.

۷-۱ ضد یخ گیاهان (برای جلوگیری از سرمازدگی)

ضد یخ گیاهان توانایی انجام فتوسنتز بیشتری را به گیاهان می دهد، بنابراین موجب افزایش فشار اسمزی و افزایش مکش آب و مواد غذایی از طریق ریشه گیاه خواهد شد و برگ ها نیز ضخیم تر و سالم تر می شوند و به این دلایل گیاه می تواند در برابر گرما و محیط خشک نیز از خود مقاومت بیشتری را نشان دهد. به دلیل جذب سریع این ماده توسط برگ ها، ساقه و ریشه در مدت کمی، گیاهان شروع به فعالیت شدید متابولیکی کرده و محتویات آمینواسیدها، پروتئین ها، قند، روغن، ویتامین و مواد معدنی بویژه پروتئین های ضد یخ در پیکره گیاه افزایش می یابد. بنابراین محصول فوق چندین مزیت عمده را برای گیاهان دارد از جمله:

۱- مقاومت گیاهان را در برابر سرما و یخ زدگی تا حد قابل قبولی افزایش می دهد. در حین فصل رشد، مقدار و زمان مصرف صحیح موجب می شود که گیاه تولید پروتئین ضد یخ (AFP) و آمینواسیدهای ضد یخ (AAA) کرده که همین امر سبب افزایش مقاومت گیاه در برابر آسیب های ناشی از سرمازدگی و

یخ زدگی می گردد. در صورتیکه در ابتدای شروع نمو جوانه های گل، شکوفه زدن و مراحل ابتدایی تشکیل میوه از این ماده استفاده شود، موجب مقاومت بیشتر گیاه در برابر سرمای احتمالی اواخر بهار می شود و می تواند نقطه خسارت حاصل از انجماد گیاهان را تا ۷ درجه سانتیگراد بالا برد.

۲- این ماده، مقاومت داخلی و خارجی گیاه در مقابل انواع تنش ها را افزایش می دهد.

۳- اگر در فصل پاییز استفاده شود، این ماده مقاومت گیاه در برابر آسیب ناشی از سرمای زودرس پاییزی را افزایش می دهد.

۴- در اثر استفاده از این ماده میوه ها بزرگتر، سنگین تر، براق تر و خوشمزه تر می شود.

۵- این ماده توانایی انجام فتوسنتز بیشتری را به گیاهان می دهد بنابراین موجب افزایش فشار اسمزی و افزایش مکش آب و مواد غذایی از طریق ریشه گیاه خواهد شد و برگ ها نیز ضخیم تر و سالم تر می شوند و به این دلایل گیاه می تواند در برابر گرما و محیط خشک نیز از خود مقاومت بیشتری را نشان دهد.

۶- در صورت مخلوط شدن با خاک، می تواند PH خاک را پایین بیاورد. باکتری spp Thiobacillus نیتروژن آزاد را از هوا جذب کرده و وارد خاک می کند. مقدار نیتروژن خالص اضافه شده به خاک بر اثر استفاده از این ماده حدود ۸۰-۶۰ kg در هر هکتار در یک سال است.

۷- در گلخانه ها، مقاومت گیاه در برابر تنش ناشی از گرما و سرما را افزایش می دهد. بنابراین تنش حرارتی در گیاهان توسط این فرآورده پایین آورده می شود و در برخی موارد نیاز به سیستم گرمایش در گلخانه کاملاً رفع می شود.

۱-۷-۱ ضد یخ گیاهی از چه ساخته شده است؟

این ماده شامل ۳ نوع از انواع گوناگون باکتری تیوباسیلوس (Thiobacillus) است که در طبیعت نیز وجود دارند، همچنین حاوی حدود ۶۰ نوع ماده معدنی به همراه اسید Piruvic، اسید Oxaloacetic و Rusticyanin تولید شده توسط باکتریها که طبیعی و بی خطر برای محیط زیست هستند می باشد.

۱-۷-۲ روش مصرف، ملاحظات و احتیاطات:

- با استفاده از سمپاش های مه پاش، مه پاشی را روی کل گیاه یا درخت انجام دهید تا حدی که محلول روی درخت یا بوته شروع به چکه کردن کند.
- برای بهبود کمیت و کیفیت محصول، این ماده را در ابتدای شروع باز شدن شکوفه ها استفاده کنید و برای اطمینان بیشترین عمل را هر ۱۵ روز یکبار (حداقل ۲-۳ بار) تکرار کنید.
- برای حفاظت بهتر در مقابل سرمازدگی بهاره بر اساس پیش بینی هواشناسی این ماده را دو روز قبل از شروع هوای سرد و یخبندان بکار برید بنابراین استفاده از پیش بینی هواشناسی و محلول پاشی بموقع می تواند تاثیر بیشتری را سبب شود.
- همیشه ضد یخ گیاهی را با آب (بدون کلر) رقیق کنید. به هیچ عنوان این ماده را با آبی که PH آن بالاتر از ۷ است مخلوط نکنید. (برای تعدیل pH آب میتوانید از مقدار کمی اسید فسفریک استفاده کنید).
- ضد یخ گیاهی دارای درجات تاثیر متفاوتی بر روی گیاهان مختلف ، (بر اساس سن گیاهان، خواص ژنتیکی ، محیط رشد، دما و شرایط خاک و کودهای مصرفی) است.

- این ماده را نباید با مواد شیمیایی و سموم آفت کش و قارچ کش ها مخلوط کرد.
- از آنجا که این ماده پس از ۶ ساعت عملکرد حفاظتی خود را آغاز می کند در تمام موارد، در هوای صاف محلول پاشی کنید و در صورت بارش باران در فاصله زمانی کمتر از ۶ ساعت به احتمال زیاد اثر این ماده از بین خواهد رفت.
- اگر گیاهان تحت تنش حاصل از سرما باشند این ماده تاثیر نخواهد کرد. توصیه می شود مواد را در ساعات ۱۰ صبح تا ۴ بعد از ظهر و دمای بالای ۱۲ درجه برای گیاهان گلخانه ای و دمای بالای ۹ درجه برای گیاهان فضای باز بکار ببرید.
- میزان مصرف ضد یخ گیاهی بستگی به عوامل زیر دارد: الف) میزان پودر کردن اسپری، ب) اندازه گیاه، ج) سطح گیاه، و د) فواصل بین گیاهان.
- این محصول به طور موقت می تواند به افزایش مقاومت به سرما در اکثر گیاهان تا ۱۵ روز کمک کند.
- مصرف ضد یخ گیاهی روی گیاهان سالم تر نتیجه بهتری می دهد.
- این ماده آسیب های قبلی ناشی از تنش های محیطی که از قبل به گیاه وارد شده است را نمی تواند جبران کند.
- به منظور افزایش مقاومت درختان در مقابل سرمای زمستانه، عمل محلول پاشی را در پاییز و قبل از زرد شدن برگ ها انجام دهید. (موارد خاص)
- مرکبات: بمنظور جلوگیری از آسیب سرما بر روی مرکبات بایستی محلول پاشی در دو نوبت یکبار یک ماه قبل از برداشت و نوبت دوم ۵ روز قبل از برداشت میوه مرکبات انجام شود.

- سیب زمینی: قبل از کشت، در نوبت اول غده‌های سیب زمینی را داخل محلول (NPA Cropaid رقیق شده) فرو برده یا روی غده‌ها را مه‌پاشی کنید و در نوبت دوم نیز پس از ظهور برگ‌ها و افزایش سطح آنها عمل مه‌پاشی تکرار شود. در هنگام خطر سرما یا یخ زدگی، هر ۷-۱۰ روز این کار را تکرار کنید.

۸-۱ مقایسه تفاوت های ضد یخ های پایه آبی و بدون آب

یکی از سازندگان موتورهای مسابقه، جهت پیدا کردن راهی برای اجرای سریعتر جلوگیری از آسیب های داخلی حاصل از تکان های شدید و ضربات پیش احتراقی در اتومبیل های مسابقه، سال ها وقت صرف نمود.

نتیجه گیری او این بود که وجود آب علت اصلی مشکلات موجود در سیستم های خنک کننده می باشد و یک مایع خنک کننده جایگزین مورد نیاز می باشد تا به موتور اجازه حرکت بهتر رو به جلو را بدهد.

از طریق آزمایش دقیق قدرت سنجی موتور اتومبیل، در سیستم های میدانی و جاده ای و کنترل آب و هوا در محیط های آزمایشگاهی OEM، ایوانز با فن آوری جدید حذف آب در سیستم های خنک کننده، توسعه آنها را اثبات نمود. خنک کننده جدید غیر آبی پروپیلن گلیکول (NPG) ایوانز، نسبت به خنک کننده های معمولی کارآمدتر می باشد و نقطه جوش/ تبخیر آن بطور قابل توجهی بالاتر از خنک کننده های پایه آبی می باشد. نتیجه نهایی آزمایش، افزایش راندمان حرارتی و مصرف بهتر سوخت می باشد. دقیقاً در عین کاهش تکانهای شدید و ضربات حاصل از پیش احتراقی، ضد یخ NPG ایوانز، اساساً غیر سمی، غیر خورنده و قادر به کار در فشار صفر می باشد.

پس از ده سال توسعه و آزمایش با کمک تولیدکنندگان خودرو، ناوگان حمل و نقل جاده ای و تیم های سختکوش، ضد یخ NPG ایوانز، با اجزا سیستم موتور کاملاً هماهنگ و کارا می باشد.

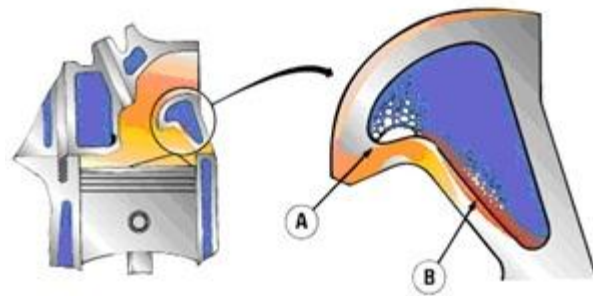
بهترین خبر از خنک کننده های NPG ایوانز اینست که انواع آن در دسترس همگان می باشد. و در بین شرکت های تولید کننده ضد یخ، مایع خنک کننده NPG ایوانز ادعای برتری داشته و بصورت مجزا برای خودروهای مسابقه و یا خودروهایی با کارآیی بالا، نمونه های متفاوتی ارائه داده است. موتورهای مسابقه در شرایط سخت، دارای ظرفیت عملیاتی بالایی می باشند هر چند که امروزه از لحاظ تولید قدرت دارای محدودیت هایی نیز می باشند. هنوز هیچ راه حل عملی کاملی برای تحقق این امر، مبنی بر جلوگیری از تکانهای شدید و انفجاری موضعی جوش صورت نگرفته است. وقتی این اتفاق می افتد، مایع خنک کننده توانایی و قابلیت جذب حرارت در آن منطقه خاص از محفظه احتراق را از دست می دهد که باعث افزایش درجه حرارت موتور می گردد. که نتیجه آن انفجارهای ناگهانی و یا تخریب ساختار فلزات موجود در بدنه موتور می باشد. مایع خنک کننده NPG ایوانز در مقایسه با خنک کننده های اتیلن گلیکول/ آب (EGW) جهت کاهش نقاط داغ، در مواقع افزایش نقطه جوش و کاهش حجم بخار تولید شده، طراحی گردیده است.

آزمایش های صورت گرفته بر روی ماشین های مسابقه نشان می دهد که حتی اگر دمای عملیاتی موتور تا بیش از ۱۵۰ درجه سلسیوس افزایش یابد، بد سوزی و تپه زدن ها کنترل گردیده و فشارها و دماهای بالاتر دیگر خطرناک نمی باشند، و با این کنترل ها، بازده حرارتی موتور ثابت و پایدار می ماند. در تمام سیستم های خنک کننده، پدیده طبیعی بنام هسته جوش رخ می دهد. هسته جوش، نقطه جوشی است که در آن مایع خنک کننده در تماس مستقیم با فلز داغ سر سیلندر یا بدنه موتور، دمایش به بیش از نقطه جوش مایع خنک کننده می رسد.

تحت این شرایط، مایع توسط سطح داغ فلز به بخار تبدیل می شود که نهایتاً منجر به تخریب مایع خنک کننده و تعویض اجباری آن با مایع خنک کننده جدید می گردد. مقدار بسیار زیادی از حرارت، از سطوح فلزی موتور به درون این لایه ی مایع خنک کننده جذب میشود با این وجود، دمای سطوح مورد اشاره در شرایط کنترل شده ی جوش هسته ای، هرگز بالاتر از دمای جوش خنک کننده نخواهد رفت و

کنترل دمایی حفظ خواهد شد. وقتی که خود خنک کننده از سطح فلز به وسیله ی یک لایه ی بخار به نام "پوشش فیلمی" به صورت پیوسته جایگزین میشود، جوش هسته ای کاهش یافته و یا به کلی از بین میرود.

وقتی تشکیل لایه اندود مانند رخ میدهد، سطح فلز توسط مایع خنک کننده احاطه و عایق می گردد و افزایش موضعی دما در آن نقطه توسعه می یابد.



در تصویر سمت راست (A) از دست رفتن هسته جوش نشان داده شده است که یک مشکل مشترک در تمام خنک کننده های معمولی پایه آبی می باشد. زمانی که دمای فلز از ظرفیت حرارتی مایع خنک کننده پایه آبی بیشتر باشد، هسته جوش تشکیل می گردد. در چنین شرایطی نقاط داغ افزایش می یابند زیرا بخار عایق مانند مایع خنک کننده، اجازه تماس با مایع خنک کننده را نداده و در نتیجه انفجارها و تنش های موضعی افزایش می یابند.

تنش های سطحی زیاد حاصل از بخار آب تولیدی، منجر به تولید عایق بخار می گردد که در نهایت تخریب سطوح و ضربه زدن به موتور اتفاق می افتد. انتقال حرارت از طریق تماس مایع به سطح فلز مدام و بدون وقفه ادامه دارد که پایداری هسته جوش را بدنبال خواهد داشت.

(B) حفظ بار بالای موتور و تخلیه بخار عایق مانند سطح موتور، فقط با استفاده از خنک کننده Evans NPG میسر می باشد. انتقال حرارت هسته جوش موتور به خارج، بی وقفه ادامه دارد. تنش

سطحی نسبتاً پایین خنک کننده NPG ، شکست حرارتی و حذف و تخلیه آن از سراسر نقاط داغ موتور، به کنترل بخار و ذخیره سازی مجدد مایع خنک کننده کمک می کند. که نتیجه آن کاهش دمای نقاط داغ فلز در سیلندر می باشد.

۱-۸-۱ کنترل نقاط تشکیل دهنده هسته جوش توسط مایع خنک کننده Evans NPG

تاریخ تست های آزمایشگاهی و تجربیات به ما میگویند که سیستم های خنک کننده ی معمولی، همواره دچار تولید جوش هسته ای میشوند، که در نتیجه در شرایطی که بار کاری و یا دمای موتور بالاست، به تشکیل و افزایش شرایط پوشش سطحی بخار فیلم مایع می انجامد. جای تعجب نیست که تولیدکنندگان خودرو و همچنین پس از آن تولیدکنندگان خنک کننده ها، با تولید انبوه قطعات یدکی، مواد افزودنی و اعمال محدودیتهایی بر روی طراحی موتورها، قصد حل این مشکل را داشته باشند. در مقابل، فن آوری خنک کننده Evans NPG این مشکل را مرتفع نموده است. Evans NPG جهت مهارکنندگی ۱۰۰٪ از پروپیلن گلیکول استفاده نموده است. این مایع خنک کننده، میتواند بطور قابل ملاحظه ای مانع تماس بخار آب آزاد با بدنه موتور در تمام دماها گردد و باعث حفظ قدرت موتور می گردد. علاوه بر این، اندک بخار تشکیل شده در نقطه جوش هسته را براحتی از سطح فلز دفع نموده و سپس توسط ژاکت سر سیلندر بطور کامل آنها را فشرده و مایع می نماید و هرگز اجازه عبور بخارات به سمت رادیاتور را نمی دهد.

سیستم مایع خنک کننده Evans NPG یک سیستم تحت فشار نیست. دقیقاً در این سیستم، درب رادیاتور با یک سیستم بدون فشار کار می کند. بطور باور نکردنی این مایع در فشار اتمسفر و بدون هیچگونه نیازی به تقویت کننده کمکی فشار، ظرفیت حذف حرارت مازاد را دارد. این خنک کننده پیشرفته با داشتن خوردگی کمتر، با حذف کامل آب و عمر طولانی مهار کنندگی خوردگی، دارای فرمولی منحصر بفرد می باشد.

Water vs. 50% Ethylene Glycol 50% Water vs. Evans NPG & NPG+

		Water	50/50 EGW	Evans NPG	Evans NPG+	Evans HDTC
Boiling Point		121° C) (1 atm plus 15 psig)	129° C (1 atm plus 15 psig)	187° C (1 atm plus 0 psig)	191° C (1 atm plus 0 psig)	191° C (1 atm plus 0 psig)
Viscosity						
10° C	cp	1.2	5.0	115	58	40
80° C	cp	0.37	1.0	4.5	3.7	3.7
100° C	cp	0.28	0.7	2.8	2.3	2.3
Density						
20° C	spec grav	1.00	1.066	1.038	1.091	1.103
20° C	lbs/gal	8.32	8.87	8.64	9.08	9.177
Specific Heat						
80° C	Btu/lb	1.00	0.81	0.68	0.64	0.64
100° C	Btu/lb	1.01	0.82	0.71	0.66	0.66
Heat of Vaporization	cal/mole	9,700	9,800	12,500	12,050	12,050
Vapor Pressure						
80° C	mmHg	360	270	8	6	6
80° C	kPa	475	360	11	8	8
Surface Tension						
25° C	dyn/cm	72	56	36	44	44

چرا حذف آب؟ زیرا وجود هر چیز دیگر با نقطه جوش پایین در سیستم خنک کنندگی مانند آب، باعث از دست رفتن هسته جوش می گردد. در واقع وجود آب در سیستم یک نقش آلودکننده دارد و با فن آوری Evans NPG این آلوده کننده بطور کامل از سیستم حذف می گردد.

این مایع خنک کننده طول عمر سیستم خنک کننده شما را افزایش می دهد. فراتر از مزیت های متمایز ایمنی، نبود فشار در سیستم خنک کنندگی بطور زیاد هزینه های نگهداری خودروی شما را کاهش می دهد. این خنک کننده عملاً سه نیروی عمده (فشار بالا، آب و هوا) که مخل اتیلن گلیکول معمولی و سیستم های خنک کننده آبی تحت فشار و کاهنده طول عمرند را حذف می کند. در حال حاضر این امکان وجود دارد که براحتی اجزای سیستم خنک کننده، نمایش عالی کارکرد تا بیش از ۱۰۰.۰۰۰ مایل را از خود ارائه دهند.

فصل ۲ : شرح فرایند یک واحد تولید

اتیلن گلیکول

فرآیند واحد EO/EG توسط شرکت SHELL INTERNATIONAL CHEMICALS جهت تولید ۴۰۰ کیلو تن در سال طراحی شده است. این واحد در بندر امام خمینی در جمهوری اسلامی ایران قرار دارد. محاسبات مهندسی، تدارک تجهیزات و سرپرستی نصب توسط شرکت تکنیمونت میلان ایتالیا صورت گرفته است. شرح فرآیند شامل توضیح فرآیند EO/EG و بیان ویژگی‌های مخصوص آن است. دستورالعمل‌های عمومی مربوط به تست، راه‌اندازی و SHUT – DOWN در مدارک و اسناد موجود است. کلیه مدارک مربوطه به PFD، موازنه مواد، اطلاعات فرآیند و طراحی دستگاه‌ها نیز موجود است.

۱-۲ شیمی فرآیند:

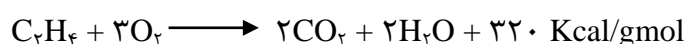
در قسمت تولید اکسید اتیلن (EO)، اتیلن در حضور کاتالیست نقره به صورت مستقیم در دمای ۲۲۰-۲۷۰ درجه سانتی‌گراد اکسید شده و اکسید اتیلن طبق واکنش زیر تولید می‌شود:



(جهت تشکیل واکنش فوق اکسیژن با خلوص بسیار بالا مورد نیاز است که از واحد تفکیک هوا در پتروشیمی فجر باید تأمین شود.)

مقداری از اکسید اتیلن تولید شده ممکن است ایزومره شده و استالدئید تولید شود که استالدئید به سرعت اکسید شده تولید آب و دی‌اکسید کربن می‌کند. بنابراین امکان وجود استالدئید در محصول خروجی هست.

واکنش نامطلوب که با واکنش اصلی رقابت می‌کند، واکنش تولید آب و دی‌اکسید کربن است که واکنش آن به صورت زیر است:



واکنش فوق را با استفاده از اتیل کلراید (EC) می توان متوقف کرد. خود EO نیز در برابر اکسیداسیون مقاوم است. دی اکسید کربن تولید شده توسط واکنش های جانبی، از جریان گاز برگشتی بوسیله جذب شیمیایی (واکنش شیمیایی) توسط کربنات پتاسیم از سیستم حذف می شود. واکنش آن بصورت زیر است :



CO_2 جذب شده توسط بخار آب از محلول FAT CARBONAT در فشار بالاتر از فشار اتمسفر دفع می شود .

دمای خیلی پایین باعث می شود که CO_2 به خوبی جدا نشود که نتیجه آن مسئله خوردگی در قسمت های دفع می شود.

شرکت SHELL برای فرآیند EO/EG دو نوع کاتالیست در نظر گرفته است که عبارتند از کاتالیست با فعالیت بالا (S_{863}) (HIGH ACTIVITY) که با HA نشان داده می شود و کاتالیست با انتخاب پذیری بالا (S_{882}) (HIGH SELECTIVITY) که با HS نشان داده می شود.

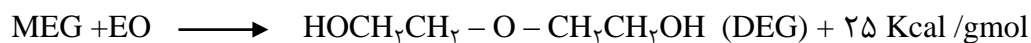
انتخاب پذیری کاتالیست برای تولید اکسید اتیلن و فعالیت کاتالیست با افزایش عمر آن کاهش می یابد.

زمانی که این کاهش به مقدار مشخصی برسد برای بهبود عملکرد واحد لازم است که کاتالیست تعویض شود. پس شرایط عملیاتی کاتالیست نسبت به زمان تغییر می کند، که شرایط عملیاتی برای شروع سیکل (SOC) START OF CYCLE و پایان سیکل (EOC) END OF CYCLE داده می شود.

در قسمت تولید اتیلن گلیکول، اکسید اتیلن در فاز مایع در حضور آب اضافی هیدرولیز حرارتی شده و اتیلن گلیکول به صورت زیر تولید می شود:



رقابت برای تولید گلیکول های سنگین تر، دی وتری اتیلن گلیکول در جریان وجود دارد که واکنش های تولید آن بصورت زیر است:



در قسمت بازیافت EO، قسمتی از EO که در تماس مستقیم با آب قرار دارد تولید مونو و دی اتیلن گلیکول می کند که این واکنش ها در فاز آبی صورت می گیرد. جهت جلوگیری از تشکیل گلیکول های سنگین تر، یک جریان فرعی از جاذب ABSORBANT گردشی جدا شده و به قسمت FLASH فرستاده می شود و گلیکول ها از آن جدا می شوند.

۱-۱-۲ واحد ۱۰۰- واکنش EO (EO REACTION)

اتیلن موجود در گاز برگشتی به همراه اکسیژن در حضور کاتالیست نقره واکنش داده تولید (EO) اتیلن اکسید می کند. جریان گاز برگشتی نیروی لازم جهت گردش در سیکل را توسط کمپرسور بدست می آورد.

گاز فشرده شده شامل اکسیژن و اتیلن و گازهای دیگر است. گرمای ایجاد شده توسط واکنش در راکتور صرف تولید بخار آب فشار بالا در پوسته راکتور می شود و بخار آب فشار متوسط در اولین مبدل حرارتی خنک کننده محصول خروجی از راکتور تولید می شود.

۲-۱-۲ واحد ۲۰۰- حذف دی اکسید کربن و جذب EO: (CO₂ REMOVAL AND EO RECOVERY)

محصول گاز خروجی از راکتور بعد از خنک شدن در مبدل های خنک کننده به قسمت حذف ناخالصی ها فرستاده می شود.

EO تولید شده در راکتور بوسیله جاذب که آب است در برج EO ABSORBER (جذب EO) جذب میشود. EO جذب شده از جاذب غنی شده (FAT ABSORBER) در برج EO STRIPPER (دفع EO) جدا می شود.

جریان کمی نیز از قسمت های خنک سازی (QUNECH SECTION) به سمت STRIPPER و FLASHER فرستاده می شود.

گلیکول های نامرغوب (GLYCOL BLEED) از جاذب رقیق (LEAN ABSORBER) توسط جریان GLYCOL BLEED حذف می شود. (جریان GLYCOL BLEED از انتهای برج STRIPPER گرفته می شود).

قسمتی از خوراک اتیلن در راکتورها به دی اکسید کربن تبدیل می شود. دی اکسید کربن تولیدی توسط محلول گرم کربنات پتاسیم در CO_2 از گاز برگشتی جدا می شود. اما فقط قسمتی از گاز برگشتی برای جذب CO_2 آن به قسمت CO_2 ABSORBER (جذب کننده CO_2) می رود. به منظور جدا کردن هیدروکربن های گازی از محلول FAT CARBONAT عملیات FLASH در FLASH DERUM انجام می شود تا گازهای محلول از مایع خارج شود. متان نیز جهت کمک به جدا کردن هیدروکربن از محلول به FLASH DRUM تزریق می شود. CO_2 جذب شده در CO_2 STRIPPER از محلول کربنات پتاسیم جدا شده و به اتمسفر فرستاده می شود.

۳-۱-۲ واحد ۳۰۰- حذف LE : (Light End Removal)

خروجی از بالای برج EO STRIPPER توسط هوا و آب خنک شده و مقداری کندانس می شود. سپس وارد (D-۳۰۰۱) SURGE DRUM شده و جزء کندانس شده (EO محلول)، وارد برج LE (Ligh End) می شود، جزئی که مایع نشده از (D-۳۰۰۱) به همراه ترکیبات سبک خروجی از بالای برج LE به مبدل VENT CHILLER می رود و کندانس می شود که از CHILLED WATER (CHW)

جهت خنک سازی استفاده می شود. بخارات کندانس نشده از چیلر به سمت برج RESIDUAL EO ABSORBER می رود. در این برج EO بخارات جذب می شود و به واحد EO STRIPPER فرستاده می شود. گازهای غیر قابل کندانس که از برج خارج می شوند توسط کمپرسور فشرده شده و به LOOP گاز برگشتی فرستاده می شود.

EO محلول از انتهای برج LE خارج شده و به سمت واحد گلیکول فرستاده می شود. قسمتی از این جریان به سمت برج EO PURIFICATION برای حصول EO با درجه خلوص بالا می رود.

۴-۱-۲ واحد ۴۰۰- واکنش گلیکول و باز یافت آن : (GLYCOL REACTION AND RECOVERY)

در این قسمت EO با آب (که بیش از مقدار استوکیومتری است) واکنش داده و در دمای بالا تولید MEG (مونو اتیلن گلیکول) می کند. در این مرحله محصولات جانبی DEG (دی اتیلن گلیکول) و TEG (تری اتیلن گلیکول) و گلیکول های سنگین تر نیز تولید می شود. یک سیستم تغلیظ کننده سه مرحله ای به انضمام برج آب زدا برای حذف آب از گلیکول تعبیه شده است. عمل FLASH روی جریان GLYCOL BLEED جهت حذف گلیکول های نا مطلوب انجام می شود. خروجی از بالای این قسمت دارای مقدار کمی گلیکول است که برای آب زدایی به برج آب زدا فرستاده می شود.

۵-۱-۲ واحد ۵۰۰- خالص سازی گلیکول (GLYCOL PURIFICATION)

گلیکول خام خروجی از انتهای برج آب زدا (DEHYDRATOR) به قسمت ۵۰۰ می رود تا در این قسمت MEG، DEG، TEG، (مونو، دی، تری اتیلن گلیکول) و گلیکول ها سنگین تر از همدیگر تفکیک می شوند. برای افزایش تولید DEG، TEG، به راکتور GLYCOL تزریق می شود.

۶-۱-۲ واحد ۷۰۰ - سیستم CHILLED WATER و هوازدا (DEAERATOR)

یک سیکل بسته CHILLED WATER برای سرما سازی جزئی استفاده می شود. Deaerator که در آن بخار فشار پایین جریان دارد جهت حذف اکسیژن از آب مورد استفاده قرار می گیرد.

۷-۱-۲ واحد ۹۰۰ - خالص سازی EO (EO PURIFICATION)

در برج EO PURIFICATION، EO با خلوص بالا (HPEO) تولید می شود. EO تقریباً خالص از نزدیک بالای برج خارج می شود. EO به اضافه فرمالدئید از بالای برج و EO به اضافه استالدئید از پایین خارج می شوند و محصول بالا و پایین برج یکی شده و به سمت واحد گلیکول فرستاده می شود.

۸-۱-۲ سیستم بخار و کندانس (STEAM AND CONDASTATE)

برای این واحد بخار آب فشار بالا (SUPER HEAT) مورد نیاز است. بخارهای آب تولیدی در سراسر واحد در قسمت های مختلف مورد استفاده قرار می گیرند. در قسمت EO بخار فشار بالا و متوسط تولید و بخار فشار پایین مورد استفاده قرار می گیرد. در قسمت EG، بخار فشار بالا و متوسط مصرف و بخار فشار پایین تولید می شود.

دو نوع بخار از نظر کیفیت در این واحد وجود دارد: بخار گرید UTILITY و بخار گرید فرآیند. در بخار گرید فرآیند، بخار شامل گلیکول و آلدئید است. کندانس های بخار فشار بالا و متوسط وارد FLASH DRUM ها می شود یا اینکه در مبدل ها و ریبولرها مورد استفاده قرار می گیرد.

۲-۲ شرح فرآیند

واحد می تواند با دو نوع کاتالیست HA (HIGH ACTIVITY) و HS (HIGH SELECTIVITY) کار کند. شرایط عملیاتی در ابتدا (SOC) و انتهای عمر کاتالیست (EOC) متفاوت است. بنابراین چهار

حالت برای شرایط عملیاتی در نظر گرفته می شود که این چهار حالت عبارتند از: SOC/EOC (HA) و SOC /EOC (HS). اگر شرایط عملیاتی برای دو نوع کاتالیست مختلف تفاوتی نداشته باشد فقط دو حالت EOC و SOC تعریف می شود و در حالتی که شرایط برای دو حالت EOC و SOC یکسان باشد فقط یک حالت تعریف می شود.

۱-۲-۲ واکنش EO (EO REACTION)

۱-۱-۲-۲ حلقه گاز برگشتی (RECYCLE GAS LOOP)

بعد از کمپرس شدن گاز در کمپرسور، قسمتی از گاز جهت حذف (CO_2) دی اکسید کربن به جذب کننده (CO_2 ABSORBER) فرستاده می شود. برای کاتالیست HS غلظت CO_2 نسبت به کاتالیست HA کمتر می باشد. حدود ۴۵ درصد کل گاز که حدود $320 - 350 \text{ t/hr}$ می باشد. جهت حذف CO_2 به CO_2 Absorber فرستاده می شود. سپس گاز عاری از CO_2 به جریان گاز برگشتی برگردانده می شود. در حین این عملیات اتیلن جبران کننده (make up) نیز به جریان تزریق می شود.

سپس گاز برگشتی به نازل مخلوط کننده اکسیژن (Oxygen Mixing Nozzle) که با علامت اختصاری OMN نشان داده می شود وارد می شود. (Z-۱۰۰۱-۲۰). در آنجا اکسیژن Make up نیز به فرآیند تزریق می شود. OMN مخلوط شدن سریع گاز را تحت شرایط کنترل شده انجام می دهد.

غلظت اکسیژن از ۱۰۰ درصد در Oxygen Mixing Sparger (OMS) تا حدود ۸.۴ درصد در حلقه گاز بعد از اختلاط کامل تغییر خواهد کرد. قبل از اختلاط اکسیژن در محدوده اشتعال (Flammable Limit) قرار می گیرد و بعد از اختلاط کامل، مخلوط زیر محدوده اشتعال قرار می گیرد.

بعد از اضافه کردن اتیل کلراید (EC)، گاز در پیش گرم کن با محصول خروجی از راکتور ($E-20$) (100°C) از حدود 50°C درجه سانتیگراد تا 160°C درجه سانتیگراد گرم می شود. خوراک پیش گرم شده وارد

راکتورهای EO (R-1001A/B-20) شده ، اتیلن واکسیژن در حضور کاتالیست نقره واکنش داده واکسید اتیلن (EO) تولید می شود. محصولات جانبی تولید شده در راکتور شامل CO_2 ، H_2O و مقداری آلدئید و اسید است. محصول گازی از راکتور با دمای $244(275)/244(249)$ درجه سانتیگراد خارج می شود.

محصول خروجی از راکتور در سه مرحله خنک می شود. در اولین مرحله، درکولر E-1002-20 محصول تا دمای (206) درجه 202 سانتیگراد خنک شده و بخار آب فشار متوسط (MP) با فشار BARG 13.9 تولید می شود. در دومین مرحله، محصول گازی درمبدل حرارتی E-1001-20 تا (102) 97 درجه سانتیگراد خنک شده و خوراک راکتور را گرم می کند. در سومین مرحله، محصول گازی در مبدل E-2005-20 تا 56 درجه سانتیگراد خنک شده و FAT ABSORBENT خروجی از برج EOABSORBER (T-2002-20) را گرم می کند.

گاز خروجی از OMN دمای حدود 50 درجه سانتیگراد دارد نتیجتاً در حین خنک شدن در مبدلها امکان بوجود آمدن ذرات مایع وجود دارد که تخلیه این ذرات برای جلوگیری از تجمع و پلیمریزاسیون ضروری است. محصول گازی خروجی از مبدل حرارتی که خوراک را گرم می کند بالای DEW POINT قرار دارد.

شیرهای BLOCK VALVE موتوری و ولو BY PASS روی مسیر گاز ورودی به راکتور قرار دارند که برای حفاظت از کاتالیست سریعاً مسیر را بسته و از ورود گاز به راکتور جلوگیری کند. ولو BY PASS زمانی که راکتور از سرویس خارج می شود چرخش جریان گاز برگشتی را برقرار می کند .

EO در برج EO ABSORBER جذب می شود. گاز خروجی از بالای برج که همان گاز برگشتی است وارد کمپرسور می شود و نیروی لازم جهت چرخش را بدست می آورد و وارد KNUCK OUT DRUM می شود.

در KNOCK OUT DRUM مایعات از گاز جدا شده و در واقع از ورود آنها به کمپرسور جلوگیری می شود.

تصفیه خوراک اتیلن و متان (ETHYLENE AND METHANE FEED TREATMENT)

غلظت سولفور (گوگرد) در جریان اتیلن برای جلوگیری از مسمومیت کاتالیست باید کاهش یابد.

GUARDBED SULPHUR حاوی کربن فعال برای جذب گوگرد از خوراک مورد استفاده قرار می گیرد که غلظت سولفور را تا ۱۰ PPM (MG/KG) کاهش می دهد. یک آنالیزر نیز همواره غلظت سولفور در خوراک را اندازه گیری می کند.

همچنین متان که از نظر مقداری در برابر اتیلن ناچیز است و به عنوان MAKE UP تزریق می شود، یک SULPHUR GUARD BED برای آن در نظر گرفته شده است. جریان متان به CARBONAT FLASHER جهت زدایش هیدرو کربن ها از FAT CARBONAT تزریق می شود. COMRESSOR GAS RESIDUAL متان را به همراه گاز FLASH شده به حلقه گاز برگشتی برمی گردند.

آنالیزر سولفور متناوباً جریان های متان و اتیلن را آنالیز می کند. فیلترها برای عاری سازی جریان از ذرات نا خالصی جامد بعد از SULPHUR GUARD BED قرار دارد. در زمان قطع جریان اکسیژن، خوراک های اتیلن و متان بطور اتوماتیک قطع می شوند.

۲-۱-۲-۲ اختلاط اکسیژن (OXYGEN MIXING)

اکسیژن قبل از مخلوط شدن با هیدرو کربن های گاز برگشتی فیلتر می شود. اکسیژن باید عاری از هرگونه جسم خارجی و ذرات بسیار ریز باشد. فیلترها به عنوان صافی محافظ برای حفاظت از OMN به کار می روند. فیلتر اکسیژن هر چهار سال یکبار تمیز می شود و در این زمان اکسیژن باید در مبدأ تهیه فیلتر شود.

غلظت اکسیژن در واحد همواره باید زیر محدوده اشتعال باشد. این کار در OMN که غلظت از ۱۰۰ درصد تا ۸.۴ درصد تغییر می کند، برآورده نمی شود. بنابراین طراحی OMN باید بر این اساس باشد که مدت زمان قرارگیری اکسیژن در محدوده اشتعال مینیمم شود. وبا توجه به این که اکسیژن در OMN در محدوده اشتعال قرار دارد سیستم های ایمنی زیادی در نظر گرفته شده است.

سیستم کنترل جریان خوراک اکسیژن و SHUT- DOWN دارای شیرهای اتوماتیک BLOCK و BLEED است که از مخلوط شدن اکسیژن با جریان برگشتی در شرایط نا ایمن و SHUT- DOWN جلوگیری می کند و عملیات PURGE توسط نیتروژن انجام می شود.

سیستم SHUT- DOWN اکسیژن سریع دو شیر BLOCK را می بندد و علاوه بر آن شیر کنترل جریان (FV) اکسیژن نیز بسته می شود به محض بسته شدن سریع شیرهای فوق، دو شیر BLEED باز شده و اکسیژن در LINE بین شیرهای کنترل و BLOCK را تخلیه می کند سپس نیتروژن سریعاً جهت تخلیه LINE به سمت نازل مخلوط کننده برای جلوگیری از ایجاد مخلوط قابل اشتعال به سیستم تزریق می شود.

قبل از تزریق خوراک اکسیژن به نازل، نازل باید توسط نیترون PURGE شود در زمان راه اندازی نیتروژن تا زمان رسیدن به حالت پایدار همراه اکسیژن تزریق می شود تا از برگشت گاز برگشتی به سیستم اکسیژن جلوگیری کند. TRIP INITIATOR ها در شرایط نا ایمن باعث SHUT DOWN خوراک اکسیژن می شوند.

۲-۱-۲-۲ نازل مخلوط کننده اکسیژن (OXYGEN MIXING NOZZLE)

طراحی OMN براساس رقیق شدن سریع اکسیژن در یک فاصله بسیار کوتاه زمانی است تا از اشتعال جلوگیری شود و شرایط عملیاتی ایمن باشد. اختلاط سریع انجام می شود و با تنظیم سرعت دو گاز اکسیژن و هیدروکربن های گازی از برگشت هیدروکربنها به سیستم و خط لوله اکسیژن جلوگیری می شود.

توزیع اکسیژن به جریان هیدروکربن های گازی توسط سه SPARGER هم مرکز با قطرهای متفاوت در فواصل مختلف که درون لوله قرار دارند، انجام می شود. برای دستیابی به پروفیل یکنواخت سرعت و فشار ، طول محدوده اختلاط حداقل ۱۰ برابر قطر لوله جریان بالا دست و ۳.۵ متر به سمت جریان پایین دست می باشد.

OMN در گوشه واحد و دور از بقیه تجهیزات و خطوط اصلی قرار گرفته است. OMN بصورت افقی نصب شده و دور آن با دیوار سیمانی احاطه شده است .

۲-۱-۲-۲ سیستم تخلیه توسط نیتروژن (NITROGEN PURGE SYSTEM)

نیتروژن برای انجام عمل PURGE (تخلیه) سیستم اکسیژن (شامل OMN و خطوط لوله متصل به آن) در کمپرسور C-۱۰۰۱-۲۰ (SAFEGUARDING NITROGEN COMPRESSOR) تا حدود ۶۲BARG فشرده می شود. نیتروژن ورودی به کمپرسور در برابر نفوذ جریانات دیگر محافظت می شود تا از آلودگی نیتروژن جلوگیری شود .

NITROGEN PURGE برای انجام عمل SHUT – DOWN , و START – UP شامل دو ظرف (VESSEL) با کاربرد متفاوت است. در زمان SHUT DOWN ظرف جبران کننده (NITROGEN BUFFER VESSEL) C-۱۰۰۱-۲۰ D در مدت ۵ ثانیه می تواند دو برابر حجم اکسیژن در سیستم، نیتروژن وارد سیستم کند.

ظرف ذخیره نیتروژن (NITROGEN STORAGE VESSEL) ۲۰-۱۰۰۲-D مقدار نیتروژن لازم در زمان راه اندازی و نیتروژن ۲۰-۱۰۰۱-D را تأمین می کند این ظرف می تواند نیتروژن لازم برای مدت SHUT DOWN و START – UP را برای ۸ مرتبه تأمین کند بدون اینکه کمپرسور ۱۰۰۱-C-۲۰ در سرویس قرار گیرد. زمانیکه نیتروژن ۲۰-۱۰۰۱-D (NITROGEN BUFFER) تخلیه شده باشد، مدت زمان قابل ملاحظه ای لازم است تا پر شود و در زمان START – UP تأخیر زمانی بوجود می آورد. زمانیکه فشار درام ۲۰-۱۰۰۲-D از فشار گاز برگشتی کمتر شده باشد باید از نیتروژن DRUM نمونه گرفت و نسبت وجود هیدرو کربن در آن را سنجید که این هیدروکربن در اثر BACK FLOW (برگشت گاز برگشتی) ممکن است وارد NITROGEN STORGE DRUM شده باشد که اگر این اتفاق بیافتد و ظرف با هیدرو کربن آلوده شده باشد باید آنرا تخلیه (PURGE) کرد و دوباره شارژ کرد.

۵-۱-۲-۲ تزریق کلرید اتیل (THYL CHLORIDE INJECTION)

جهت دستیابی به ماکزیمم مقدار تولید اکسید اتیلن، باید واکنش جانبی را که تولید آب و دی اکسید کربن است، متوقف کرد. که برای این منظور اتیل کلراید تزریق می شود. مقدار اتیل کلراید (EC) بستگی به غلظت اتان و اتیلن در جریان گاز در حال گردش دارد. که مقدار تزریق تقریباً بین ۰ – ۴ کیلو گرم بر ساعت است. مقدار ماکزیمم تزریق زمان تر کردن (مرطوب کردن) کاتالیست در هنگام راه اندازی و یاز مانی که مقدار الکانها و اتان در جریان گاز برگشتی زیاد باشد ، هست که این مقدار ماکزیمم ۱۲ کیلو گرم بر ساعت است و از سه محل این مقدار ماکزیمم تزریق می شود. مقدار EC برای دو کاتالیست HS و HA متفاوت است. مقدار EC مورد نیاز بوسیله پارامتر I-FACTOR محاسبه می شود که I- FACTOR عبارتست از:

$$I \text{ FACTOR} = \frac{\text{TOTAL CL (PPM MOT)}}{\text{C}_2\text{H}_4 \text{ (\%MOL)} + \text{C}_2\text{H}_6 \text{ ۸۵ MOL}}$$

که این مقدار برای دو کاتالیست متفاوت است. برای کاتالیست HA در تمام طول عمر مقدار I-FACTOR تقریباً ثابت است اما برای کاتالیست HS میزان این پارامتر نسبت به عمر کاتالیست تغییر می کند و باید مرتباً RE – OPTIMISED (دوبار اپتیمایز کردن) صورت گیرد.

EC برای کاتالیست HA افزایش دمای COOLANT را تعدیل می کند و شرایط را نرمال می کند، و برای کاتالیست HS نقش پیش برنده واکنش را دارد.

EC به خط لوله LOOP گاز برگشتی قبل از ورود به OMN تزریق می شود، همچنین قبل از ورود خوراک به راکتور، به خوراک تزریق می شود. EC توسط پمپ از کانتینر به ظرف خوراک EC_{20-D} منتقل می شود. دقت کنترل جریان (EC) ۲۵ GR/HR است که برای عملکرد اپتیمم لازم است. در حالت SHUT – DOWN تزریق EC قطع می شود.

EC مورد نیاز از پتروشیمی بندر امام توسط کانتینر برای مدت ۶-۸ هفته تأمین می شود و این عمل مستلزم کنترل خرید و برنامه ریزی دقیق می باشد زیرا واحد بدون EC نمی تواند عمل کند.

نحوه انتقال (EC) و تزریق آن به ظرف نگهداری به صورتی است که باید از تمیز بودن سیستم (EC) اطمینان حاصل کرد. زیرا ایجاد FOULING در اثر ذرات زنگ و ذرات کوچک می تواند شرایط عملیاتی را سخت کند. کانتینر قبل از بارگیری EC باید کاملاً تمیز شود.

به علت کم بودن میزان تزریق EC، سیستم های کنترل و اندازه گیری آن نسبت به ارتعاش بسیار حساسند و می تواند کنترل و اندازه گیری را با مشکل مواجه کند. اتصالات محکم و نصب آن روی کف سیمانی می تواند از ارتعاش جلوگیری کند.

۶-۱-۲-۲ واکنش EO (EO REACTION)

SELECTIVITY (انتخاب پذیری) کاتالیست بستگی به نوع و سن کاتالیست دارد، گرچه عوامل دیگر جهت بهینه کردن SELECTIVITY کاتالیست باید تحت کنترل باشد. اتیلن در واکنش های جانبی تولید آب، دی اکسید کربن و مقداری آلدئید و اسید می کند.

مقدار استالددئید تولید شده ۰.۰۰۰۵ MOLACH /MOL EO و مقدار فرمالددئید تولید شده ۰.۰۰۰۱۲ MOL FAH/MOL EO می باشد.

موازنه جرم، SELECTIVITY کاتالیست را برای هر دو کاتالیست HS,HA در دو حالت SOC و EOC مشخص می کند.

در موازنه جرم تحت شرایط انتخاب شده، متان و اتان مانند نیتروژن و آرگون خنثی در نظر گرفته می شوند، از طریق عمل PURGE از بالای ۲۰-۲۰۰۴-D اتان، آرگون، نیتروژن از حلقه گاز برگشتی خارج می شوند که این عمل بصورت پیوسته انجام می شود.

میزان بار (LOADING) کاتالیست با استفاده از پارامتر WORK RATE (WR) بیان می شود که WORK RATE عبارتست از :

$$\text{WORK RATE} = \frac{\text{KG EO PRODUCED/HR}}{\text{M}^3 \text{ CATALYST}}$$

که میزان EO تولیدی به ازای واحد حجم کاتالیست در واحد زمان است. در شرایط عملیاتی نرمال، آب در طول قسمتی از راکتور که شامل کاتالیست در تیوب ها است در SHELL راکتور تبخیر می شود و جریان خنک سازی چرخشی راکتور؛ تحت پدیده ترموسیفون برقرار است. بخار آب تولید شده در SHELL راکتور به سمت بالا حرکت کرده و در قسمت بالای راکتور، خوراک ورودی به راکتور را گرم کرده، مقداری کندانس شده و بخار بصورت جریان دو فاز از راکتور خارج می شود. جریان دو فاز از HP STEAM DRUM ۱۰۰۷A/B-D-۲۰، می شود و در آنجا

بخار از کندانس جدا می‌شود. جریان بخار تولیدی از HP STEAM DRUM تحت فشار کنترل شده خارج می‌شود که فشار بخار خروجی در واقع تنظیم کننده دمای راکتور است.

BOILER FEED WATER (BFW) به صورت MAKE UP به HP STEAM DRUM تزریق می‌شود و آب جمع آوری شده در این DRUM جهت خنک سازی به SHELL راکتور برمی‌گردد. آب ورودی به SHELL راکتور به دلیل اختلاط با آب BFW جبرانی در HP STEAM DRUM وافت هد حدود ۱۵ متر به صورت جزئی SUB-COOLED است. انتقال حرارت در ته راکتور EO نسبت به بقیه قسمت‌های راکتور کمتر است.

خوراک گازی ورودی به بالای راکتور دمایی حدود ۱۶۰ درجه سانتیگراد دارد که در قسمت PREHEATING راکتور گرم می‌شود و دمای COOLANT را تا ۲ درجه سانتیگراد کاهش می‌دهد. به محض ورود گاز به بستر کاتالیست، واکنش گرمازا انجام شده و دما بالا می‌رود.

ماکزیمم اختلاف دما بین کاتالیست و COOLANT، (PTD) PEAK TEMPERATURE DIFFERENCE نامیده می‌شود که بین ۱۰-۱۵ درجه سانتیگراد است. با بالا رفتن عمر کاتالیست، نقطه‌ای که در آن PTD به وجود می‌آید به سمت پایین و انتهای تیوب‌ها میل می‌کند. با حرکت PTD به سمت پایین مقدار آن افزایش می‌یابد. بالا رفتن درصد تبدیل اکسیژن نیز مقدار PTD را افزایش می‌دهد.

دمای واکنش توسط ۶ تیوب که روی هر کدام ۵ ترموکوپل قرار دارد، اندازه گیری می‌شود. دمای COOLANT توسط ۲ تیوب با ۵ ترموکوپل که روی تیوب‌ها نصب شده اند اندازه گیری می‌شوند. اختلاف دمای بین COOLANT و گاز در حال واکنش در یک نقطه از راکتور بستگی به میزان انجام واکنش و نرخ انتقال حرارت بین گاز واکنش دهنده و COOLANT در آن نقطه دارد. فشار HP STEAM DRUM تنظیم کننده دمای COOLANT و میزان پیشرفت واکنش و یا درصد تبدیل

(CONVERSION) است. دمای COOLANT برای رسیدن به درصد تبدیل مورد نظر بستگی به ترکیب

درصد خوراک، دبی خوراک گازی، مقدار EC تزریقی نوع و سن کاتالیست دارد.

دمای گاز به مراتب بالاتر از دمای COOLANT در طول راکتور است. اما دمای دیواره تیوبها

نزدیک به دمای COOLANT است. که این به دلیل وجود ضریب انتقال حرارت بالا بین COOLANT

در حال جوش و دیواره تیوبها در مقایسه با گاز درون تیوبها است. در قسمت PREHEAT، دمای

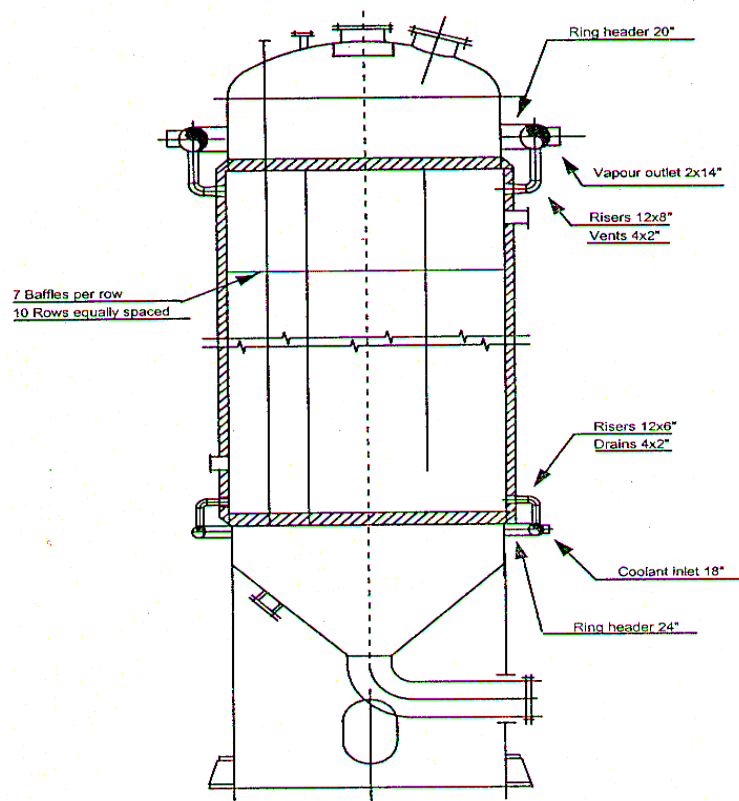
دیواره تیوبها به طور متوسط چند درجه از دمای COOLANT سردتر است.

راکتور EO دارای ۸۹۲۰ تیوب که در TUBE SHEET ثابت شده اند می باشد. داخل تیوبها با

کاتالیست پر شده است و روی کاتالیست گلوله های خنثی قرار دارند. تیوبها دارای طول ۱۲.۲ متر و قطر

۳۸.۹ ID * ۴۴.۹۰ میلی متر هستند کار COOLANT گرفتن گرمای واکنش در قسمت واکنش راکتور

و دادن گرما در قسمت PREHEAT (گرم کننده خوراک ورودی به راکتور) است.



گرمای تولید شده توسط واکنش در راکتور باعث افزایش دمای گاز می‌شود، این امر باعث بالا رفتن دمای راکتور می‌شود و مقدار گرمای باقیمانده به COOLANT منتقل می‌شود. در داخل SHELL راکتور (BAFFLE) بافل‌هایی برای نگهداشتن تیوب‌ها قرار دارد، اما این بافل‌ها حرکت محوری جریان دو فاز را موجود در SHELL را کاهش می‌دهند.

EO reaction conditions

		HA SOC	HA EOC	HS SOC	HS EOC
Ethylene conversion	%	13	13	12	12
Oxygen conversion	%	35	43	28	39
Selectivity	%	82.0	76.7	88.1	80.9
Oxygen inlet	% mol	8.47	8.41	8.40	8.17
Flammable limit inlet	% mol	9.27	9.21	9.41	9.34
Margin at inlet	% mol	0.80	0.80	1.01	1.17
Oxygen outlet	% mol	5.55	4.82	6.10	5.05
Flammable limit outlet	% mol	7.39	6.53	6.90	5.85
Margin at outlet	% mol	1.84	1.71	0.80	0.80
GHSV	Nm ³ /m ³ /hr	3540	3540	3540	3540
Work rate	kg/m ³ /hr	180	180	180	180
Pressure inlet	barg	16.5	16.5	16.5	16.5
Temperature outlet	°C	224	249	244	275

For a discussion of the concept of flammable limits refer to section 7.4.

۷-۱-۲-۲ کنترل واکنش (REACTION CONTROL)

مهمترین پارامترها برای کنترل واکنش (EO) درصد تبدیل و SELECTIVITY کاتالیست است در حالی که FLAMMABLE LIMIT (محدوده اشتغال) و ترکیب درصد خوراک گاز ورودی تقریباً ثابت باشد.

سیستم کنترل راکتور بستگی به کنترل دمای COOLANT دارد. دمای COOLANT با استفاده از منحنی فشار بخار اشباع با فشار HP STEAM DRUM تنظیم می‌شود. تنظیم فشار در STEAM DRUM راکتور دمای جوش COOLANT را کنترل می‌کند. دمای COOLANT درصد تبدیل را

کنترل می کند، که با توجه به جریان گاز و SELECTIVITY مقدار حرارت انتقال یافته به COOLANT محاسبه می شود.

دمای COOLANT باید پایین تر از دمای واکنش RUNAWAY باشد در واکنش RUNAWAY همه اکسیژن سوخته و CO₂ تولید می کند. که واکنش ناخواسته است و این واکنش گرمای زیادی تولید می کند که باعث پیشرفت خود به خود آن می شود.

پروپیل دمایی راکتور (EO) مشابه پروپیل دمای واکنش های گرمازا است. در راکتور، دمای گاز ورودی در قسمت PREHEAT (بیش گرمکن) سریعاً افزایش می یابد. در این قسمت بخار آب موجود در SHELL راکتور مقداری کندانس شده و باعث بالا رفتن دمای گاز در تیوب راکتور می شود.

در قسمتی از راکتور که واکنش شروع می شود و ابتدای بستر کاتالیست است. (منطقه فعال) افزایش دمای لوله گاز بستگی به فعالیت کاتالیست دارد. پروپیل دمایی با کاهش غلظت اکسیژن (که سرعت واکنش رامی کاهد) و سرعت گرفتن دما بوسیله COOLANT (که باعث جوش آمدن آن می شود) معین می شود.

PEAK TEMPERATURE DIFFERENCE (PTD)، حد اکثر اختلاف دما بین کاتالیست و COOLANT است که در یک سطح از تیوب اندازه گیری می شود و با افزایش دمای COOLANT مقدار (PTD) افزایش می یابد. با افزایش سن کاتالیست، با ثابت ماندن میزان درصد تبدیل، دمای COOLANT افزایش می یابد و این امر باعث میل (PTD) به سمت انتهای تیوب ها می شود.

MARGIN FROM RUNAWAY (MFR) تفاوت دمای COOLANT در شرایط RUNAWAY و شرایط نرمال است.

افزایش مقدار درصد تبدیل که باعث افزایش دمای کاتالیست می شود منجر به کاهش اثر MFR می شود. در شرایط طراحی با افزایش سن کاتالیست، MFR تقریباً تغییر نمی کند و ثابت است.

زمانی که هر کدام از ترموکوپل های روی کاتالیست دما را حدود ۲۰ درجه سانتیگراد بالاتر از دمای نرمال نشان دهند. مبین این است که واکنش RUNAWAY در حال انجام و یا انجام گرفته است. در حالت RUNAWAY درصد تبدیل صد درصد است و پروفیل دمایی راکتور به هم می خورد. زمانی که RUNAWAY اتفاق می افتد، خوراک اکسیژن بصورت خودکار توسط سیستم SHUT DOWN اکسیژن قطع می شود. RUNAWAY ممکن است ایجاد شرایط نا ایمن کرده و بازده را صفر کند و در نتیجه بقیه فعالیت ها بیهوده است.

امکان غیر فعال شدن رگه ای از کاتالیست در اثر RUNAWAY در یک بازه زمانی هست. ماندن در شرایط RUNAWAY باعث خراب شدن کاتالیست می شود بنابراین نگه داشتن سیستم در شرایط RUNAWAY پیشنهاد نمی شود اگر چه ممکن است مداوم تعداد کمی از تیوب ها در این شرایط باشند.

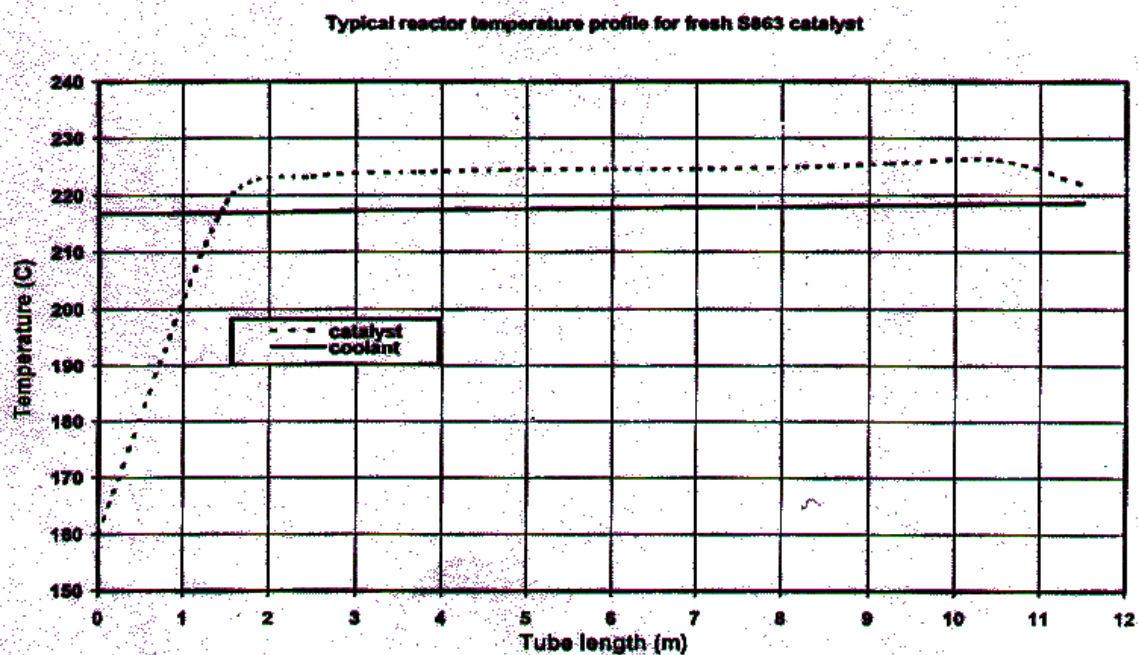


Figure 2.1.7-1: Typical temperature profile for S863

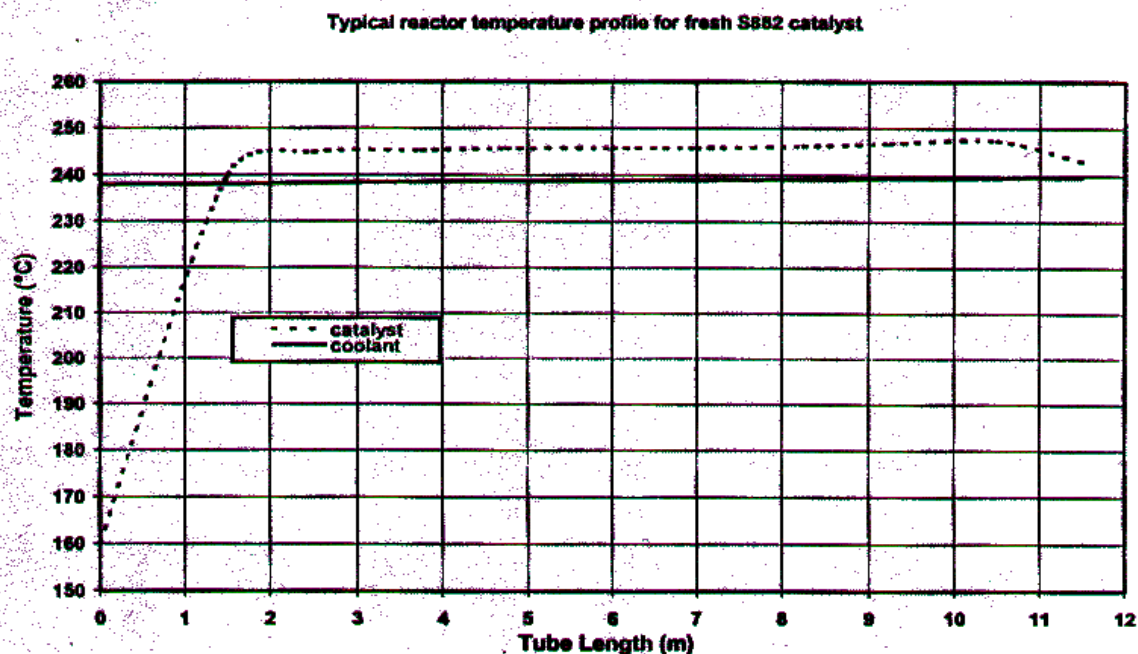


Figure 2.1.7-2: Typical temperature profile for S882

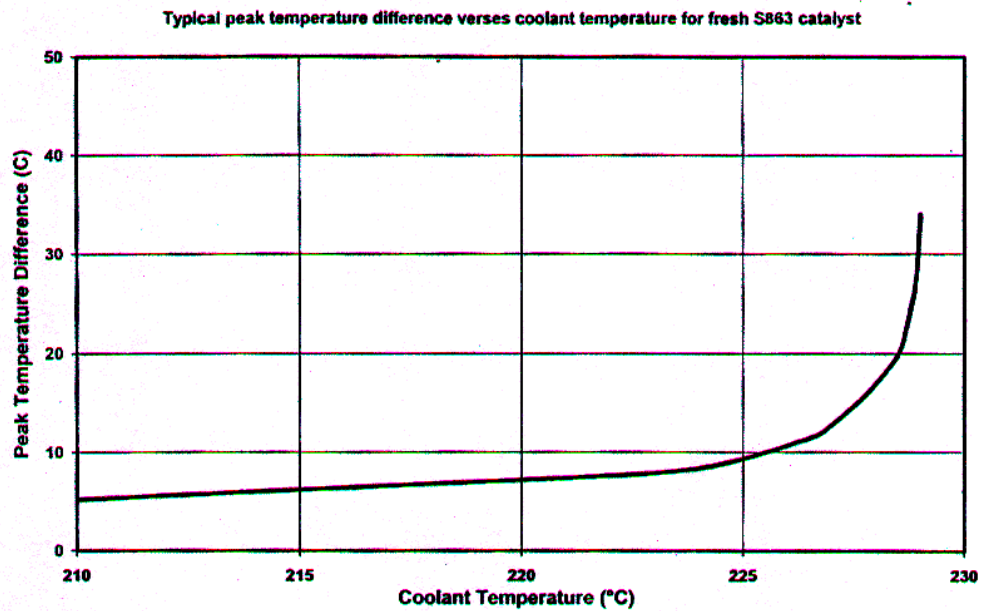


Figure 2.1.7-3: Typical peak temperature difference for S863

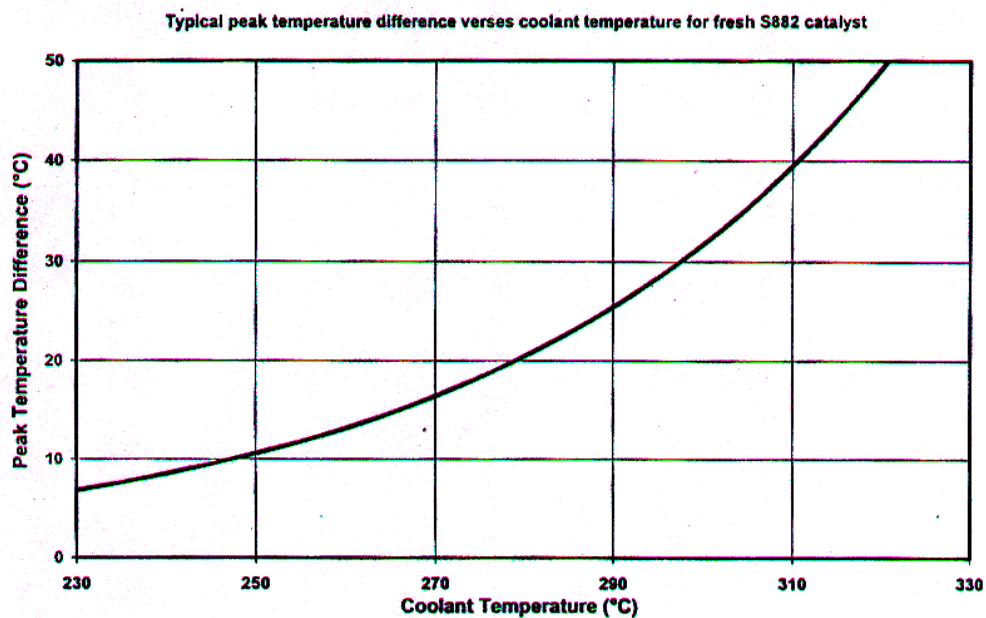
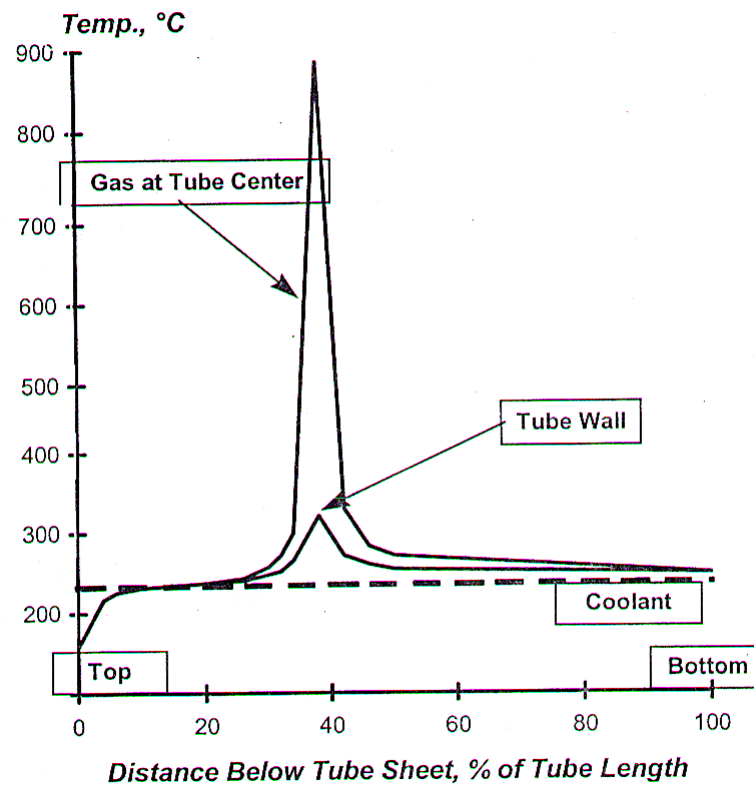


Figure 2.1.7-4: Typical peak temperature difference for S882



۲-۱-۸ کاهش کار آیی کاتالیست (CATALYST PERFORMANCE DECLINE)

فعالیت هر دونوع کاتالیست ۵۸۶۳ و ۵۸۸۲ با گذشت زمان کاهش می یابد و این کاهش به دلیل چسبیدن ناخالصی ها روی کاتالیست است. کاهش فعالیت کاتالیست می تواند ناشی از ناخالصی ها و کلوخه شدن نقره روی کاتالیست نیز باشد. نرخ کاهش فعالیت کاتالیست به دلیل وجود ناخالصی ها در خوراک، نحوه کارکرد واحد و فاکتورهای دیگر در شرکت های مختلف، فرق دارد. اگر فعالیت کاهش یابد راندمان نیز کاهش می یابد و بنابراین برای ثابت ماندن راندمان دما و فشار Coolant باید افزایش پیدا کند.

۲-۲-۲ تولید بخار آب (steam generation)

۱-۲-۲-۲ تولید بخار آب فشار بالا (cs ۲۰k) generated hp steam

گرمای تولید شده توسط واکنش در راکتور بوسیله آب موجود در shell راکتور جذب می شود و باعث تبخیر آب می شود، آب به عنوان coolant (خنک کننده) راکتور بر اساس پدیده ترموسیفون داخل یک مسیر سیر کوله می شود. Coolant از ۲۰-HP STEAM DRUM-۱۰۰۷A/B خارج شده و از قسمت انتهایی راکتور، وارد یک RING HEADER (حلقه) شده و از آنجا به شاخه هایی تقسیم و وارد SHELL راکتور می شود. بخار آب و COOLANT از بالای راکتور از طریق شاخه هایی از SHELL خارج شده و وارد یک حلقه (RING) شده و از آنجا به HP STEAM DRUM می رود. در HP STEAM DRUM بخار از COOLANT جدا شده سپس بخار CS۲۰K از بالای آن خارج شده و COOLANT با BFW)BOILER FEED WATER(جبرانی مخلوط می شود.

برای انجام عمل سیر کوله COOLANT بر اساس پدیده ترموسیفون، HP STEAM DRUM در محلی قرار داده شده که مینیم سطح مایع در DRUM، ۱۵ متر بالاتر از TUBE SHEET ته راکتور باشد. فشار COOLANT کنترل کننده دما، درصد تبدیل و SELECTIVITY در واکنش تولید (EO) است. سرعت تولید HP STEAM بستگی به دو نوع کاتالیست و ابتدا و انتهای عملیات (حالت EOS, SOC) دارد. حجم مایع در ۲۰-HP STEAM DRUM - ۱۰۰۷A/B - D، بر اساس ماندن BFW جبرانی حدود ۲۰ دقیقه در DRUM طراحی شده است. اگر LEVEL در DRUM کاهش یابد سیستم SHUT-DOWN اکسیژن فعال می شود. در حالتی که BFW قطع باشد برای گرفتن گرمای واکنش تبدیل کامل اکسیژن در LOOP مقدار کمی آب کافی است. برای ثابت نگهداشتن کیفیت COOLANT و جلوگیری از رسوب و تجمع ناخالص در COOLANT و DRUM، جریان پیوسته ای از COOLANT از ۲۰-۱۰۰۷A/B - D به سمت (۲۰-MP STEAM DRUM) D-۱۰۰۶ تخلیه می شود. یک DUMP

VALVE (شیر تخلیه) همچنین روی DRUM قرار داده شده که در هنگام بالا رفتن LEVEL سریعاً باز می کند و COOLANT را تخلیه می کند.

BOILER FEED WATER جبرانی برای تولید HP STEAM قبل از ورود به D-۱۰۰۷A/B-۲۰ در (PREHEATER) ، E-۱۰۰۴-۲۰ بوسیله کندانسهای بخار (CS۱۴K) از MP STEAM DRUM پیش گرم می شود و بخار (CS۱۴K) کندانس می شود. جهت اطمینان از وجود دائم جریان آب BFW، پمپ یذکی موجود است که در زمان کاهش مقدار BFW به طور اتوماتیک وارد سرویس می شود. باید آب BFW دارای مشخصات معینی باشد. زیرا سختی های آب نهایتاً باعث ایجاد رسوب های بسیار سخت می شود که جدا کردن آنها مشکل است و انتقال حرارت را با مشکل مواجه می کند. کیفیت BFW در این کارایی و روند فرآیند تأثیر گذار است زیرا همین BFW بصورت بخار وارد فرآیند می شود.

۲-۲-۲-۲ تولید بخار فشار متوسط (CS ۱۴K) GENERATED MP STEAM

محصول راکتور با دمای ۲۲۴(۲۴۹)/(۲۴۴) (۲۷۵) درجه سانتیگراد در (PRIMARY PRODUCT COOLER) E-۱۰۰۲-۲۰ تادمای ۲۰۲(۲۰۶) درجه سانتیگراد خنک شده و بخار فشار متوسط ۱۹۳ C° ۱۳.۹ BARG تولید می کند. جریان کندانس از D-۱۰۰۶-۲۰ وارد SHELL مبدل E-۱۰۰۲-۲۰ شده و بخار تولید می شود. بخار و کندانس حاصل از E-۱۰۰۲-۲۰ به D-۱۰۰۶-۲۰ برمی گردد و به این صورت آب در داخل مبدل و درام به صورت ترموسیفون سیرکوله می شود.

آب جبرانی D-۱۰۰۶-۲۰ بوسیله کندانس های CS۲۲۰K که از E-۴۰۰۳-۲۰ و E-۴۰۰۴-۲۰ می آید، تأمین می شود این مقدار کندانس نیز تا حدی FLASH می شود. بخار آب K۱۴ از D-۱۰۰۶-۲۰ تهیه می شود. و به خط لوله اصلی بخار فشار متوسط جریان می یابد. کندانس ها از MP STEAM DRUM با کندانس های CS ۱۴K از ریبویلرهای واحدهای ۴۰۰ و ۵۰۰ ترکیب شده و برای پیش گرم کردن (۲۰-

CANDENSATE PREHEATER BOILER FEED WATER (E-۱۰۰۴) سپس به می شود.

FLASH DRUM (D-۴۰۰۱-۲۰) ریخته می شود.

سرعت تولید MP STEAM بستگی به نوع کاتالیست دارد و مقدارش بین دو حالت SOC و EOC

نیز متفاوت خواهد بود. حجم مایع در MP STEAM DRUM بر اساس ماندن کندانس های جبرانی

جهت تولید بخار به مدت ۲۰ دقیقه در درام طراحی شده است. اگر سطح مایع در DRUM کم شود

سیستم SHUT DOWN اکسیژن فعال می شود.

در حالتی که BFW قطع شود مقدار کم آب موجود در HP ST.DRUM جهت گرفتن گرمای

واکنش تبدیل کامل اکسیژن، کافی و لازم است.

۳-۲-۲ آنالایزرها (ANALYSERS)

آنالیز پیوسته و سریع خوراک محصول گازی راکتور برای ایمنی و بهینه کردن عملیات لازم و

ضروری است.

سیستم آنالایزر شامل یک FAST LOOP است که یک نمونه گاز را با فشار پایین به اتاق آنالایزر

می فرستد.

که در آنجا نمونه به LOOP دوم که شامل وسایل و تجهیزات آنالیزکننده است فرستاده می شود.

گاز از طریق FAST LOOP اولیه به برج T-۳۰۰۲-RA-۲۰ بر می گردد. جریان پایین در FAST LOOP

اولیه باعث قطع خوراک اکسیژن ورودی می شود. FAST LOOP اولیه، نمونه را در عرض چند ثانیه به

اتاق آنالایزر می فرستد. ماکزیمم زمان پاسخ گویی آنالایزر برای نمونه خوراک اکسیژن کمتر از ۲۰ ثانیه

است.

حول راکتور آنالایزرهای زیر موجود هستند:

آنالایزهای اکسیژن روی گاز ورودی به راکتورها، محصول خروجی از هر راکتور ویدکی مشترک برای ورودی و خروجی راکتورها، قرار دارند. آنالایزهای اکسیژن به سیستم SHUT – DOWN اکسیژن مرتبط می‌شوند.

- اسپکترومتر جرمی برای آنالیز CH_4 ، C_2H_4 ، C_2H_6 ، CO_2 ، N_2 ، O_2 ، AR ، EO ، CO (زمانی که غلظت آن زیاد باشد) در جریان ورودی و خروجی راکتور به صورت متناوب استفاده می‌شود. نتایج برای محاسبات محدوده اشتعال و SELECTIVITY واکنش، کنترل بازدهی قسمت CO_2 REMOVAL واپتیمم کردن غلظت‌ها در جریان گاز برگشتی استفاده می‌شود.

به جای اسپکترومتر جرمی می‌توان از کروماتوگراف گاز برای آنالیز CH_4 ، C_2H_4 ، C_2H_6 ، CO_2 ، N_2 و O_2 ، AR در خوراک و محصول استفاده کرد، آنالیز CO در محصول خروجی توسط کروماتوگرافی می‌تواند احتراق ثانویه (POST IGNITION) را نشان دهد، آنالیز EO در محصول برای محاسبه SELECTIVITY راکتور استفاده می‌شود و آنالیز C_2H_4 در خوراک ورودی به راکتور برای کنترل اتیلن در خوراک استفاده می‌شود.

- آنالایزر سولفور که به صورت متناوب میزان سولفور در خوراک اتیلن و متان را اندازه گیری می‌کند.

- آنالایزر کلر در راکتور میزان کلر را به منظور بهینه کردن عملکرد کاتالیست اندازه گیری می‌کند.

- آنالایزر CO در خروجی راکتور برای بررسی و نشان دادن حالت RUNAWAY در تیوب‌ها

استفاده می‌شود.

۴-۲-۲ باز یافت CO_2 و EO (CO_2 REMOVAL AND EO RECOVERY)

۱-۴-۲-۲ جذب CO_2 (CO_2 ABSORPTION)

گاز برگشتی در FEED PREHEATER ، ۲۰-۲۰۰۱-E بوسیله محلول کربنات پتاسیم رقیق ورودی به CO_2 ABSORBER پیش گرم شده و به دمای ۹۶ درجه سانتیگراد می رسد.

محلول کربنات رقیق بعد از تبادل حرارت در مبدل ۲۰-۲۰۰۱-E از بالای برج CO_2 ABSORBER وارد برج می شود، جریان گاز به سمت بالا در داخل برج حرکت می کند و در تماس متقابل (COUNTER CURRENT) با کربنات رقیق (LEAN CARBONAT) قرار می گیرد.

گاز عاری از CO_2 از OVER HEAD برج با دمای ۹۶ درجه سانتیگراد و اشباع شده با آب خارج می شود. آب همراه گاز در کولر ۲۰-۲۰۰۲-E ABSORBER OVER HEAD GAS COOLER کندانس می شود که در این کولر گاز تا دمای ۴۵ درجه سانتیگراد سرد می شود. آب باید از گاز جدا شود زیرا تأثیر نامطلوب روی عملکرد کاتالیست دارد. بعد از اینکه کندانس ها از گاز در ۲۰-۲۰۰۱-WATE KNOCK جدا شدند، گاز از بالای درام بصورت BY PASS به گاز برگشتی ملحق می شود.

کندانس های جمع آوری شده از ۲۰-۲۰۰۱-D به حفظ LEVEL درام در حد مشخصی به بالای CARBONAT FLASHER D-۲۰۰۲-۲۰ برای شستشوی گاز FLASH شده تزریق می شود. در صورتی که افزایش LEVEL در ۲۰-۲۰۰۱-D زیاد باشد می توان کندانس ها را مستقیماً به CO_2 STRIPPE ۲۰-T-۲۰۰۲ فرستاد و در صورتی که کاهش LEVEL در ۲۰-۲۰۰۱-D وجود داشته باشد شیر خروج کندانس بسته شده تا از نفوذ و برگشت جریان گاز برگشتی جلوگیری شود. میزان CONDUCTIVITY کندانس ها نشانه ای از حضور کربنات در ۲۰-۲۰۰۱-D است.

جهت باز یافت EO ، همراه کربنات غنی شده (FAT CARBONAT) خروجی از CO_2 ABSORBER، یک CONVERTER بعد از CO_2 ABSORBER تعبیه شده که EO ، را به MEG (مونو اتیلن گلیکول) تبدیل کرده و در قسمت های بعد، MEG باز یافت می شود.

جذب CO_2 توسط محلول کربنات یک جذب شیمیایی است در دماهای پایین، جذب تعادلی صورت می‌گیرد، اما سرعت واکنش پایین است. اگر دما افزایش یابد تعادل به سمت جذب CO_2 شیفت پیدا می‌کند و سرعت واکنش افزایش می‌یابد.

غلظت CO_2 در جریان گاز برگشتی برای کاتالیست HA ، ۴.۵ (۵.۵) درصد و برای کاتالیست HS، ۱ (۲) درصد باید باشد. برای کاتالیست (HS) (HIGH SELECTIVITY)، برای اینکه بتوان به غلظت (۲) درصد رسید، فعال کننده‌هایی جهت بهبود تعادل واکنش جذب CO_2 ، و افزایش واکنش اضافه می‌شود. برج CO_2 ABSORBER دارای قطر داخلی ۴۵۰۰ میلی متر با سه بستر PACKED که هر کدام ۷۶۲۰ میلی متر ارتفاع دارد و از جنس SS IMTP۵۰ است، می‌باشد. یک DEMISTER در بالای برج قرار دارد تا CARRY-OVER مینیمم شود.

وجود آلودگی‌های مختلف در سیستم می‌تواند ایجاد کف کند. ایجاد کف در سیستم باعث پدیده FLOODING (طغیان) می‌شود که نتیجه آن CARRY-OVER و کاهش راندمان برج است. برای جلوگیری از این پدیده باید مرتباً آزمایش وجود کف انجام شود. افزایش افت فشار در برج نشانه‌ای از وجود کف است. مشکلات و عواقب پدیده کف ممکن است به آهستگی صورت گیرد. اما پایدار باشد و می‌تواند در طول ۲۴ ساعت تولید شود که در این حالت تشخیص آن بسیار مشکل است. ایجاد کف ممکن است در اثر افزایش بار، ناگهانی و خیلی سریع تشکیل شود.

زمانی که کف ایجاد می‌شود، باید جریان گاز را کاهش داد و اگر لازم باشد آنرا قطع کرد. و اگر خوراک گازی به برج CO_2 ABSORBER قطع شود غلظت CO_2 در جریان گاز برگشتی افزایش یافته و برای چند دقیقه، برای ثابت نگهداشتن درصد تبدیل، لازم است که دمای COOLANT کنترل و تنظیم شود. اگر جریان گاز را نتوان ظرف مدت چند دقیقه در برج CO_2 ABSORBER برقرار کرد، سیستم SHUT DOWN اکسیژن فعال می‌شود. تزریق آنتی فوم به جریان FAT CARBONAT برای جلوگیری از کف لازم است.

کار (۲۰-D-۲۰۰۱) KNOCK OUT DRUM این است که از ورود آب از طریق CARRY - OVER برج CO₂ ABSORBER به تیوب های راکتور که شامل کاتالیست است جلوگیری شود. زیرا که رسیدن کربنات به کاتالیست باعث غیر فعال شدن آن شده و در نتیجه لازم می شود که کاتالیست تعویض شود.

برای جلوگیری از پدیده CARRY - OVER در برج CO₂ ABSORBER یک سیستم CO₂ SHUT DOWN در قسمت بازیافت CO₂ قرارداد شده است.

۲-۴-۲-۲ کربنات FLASHING و عاری سازی (CARBONAT FLASHING AND STRIPPING)

در ۲۰-D-۲۰۰۲ CARBONAT FLASHER فشار کربنات غنی شده (FAT CARBONAT) تا ۱.۵ BARG کاهش یافته و FLASH می شود. درام شامل یک قسمت شستشو با آب و یک قسمت عاری سازی با متان MAKE-UP تزریقی است. سرعت تزریق متان به درام بر اساس میزان متان موجود در جریان گاز چرخشی است و بر اساس مقدار مورد نیاز متان برای عاری سازی FAT CARBONAT تعیین نمی شود.

آب مورد نیاز برای قسمت شستشو توسط WATER KNOCK OUT DRUM تأمین می شود. سرمایش مستقیم آب در درام باعث مینییم شدن CARRY OVER کربنات و کاهش دمای گاز FLASH شده می شود که کاهش دما شرایط خوبی را در residual gas compressor فراهم می سازد.

Fat carbonat از پایین CARBONAT FLASHER خارج شده و به بالای CO₂ STRIPPER می رود. FAT CARBONAT در ورودی CO₂ STRIPPER، FLASH می شود و مقدار ی جداسازی صورت می گیرد. CO₂ از FAT CARBONAT توسط تماس متقابل (COUNTER CURRENT) با بخار در CO₂ STRIPPER جداسازی می شود.

CO₂ و بخار و گاز FLASH شده از بالای برج CO₂ STRIPPER خارج می شوند. این جریان در کندانسور ۲۰-۲۰۰۳-E سرد می شود. و به CO₂ VENT KNOCK OUT DRUM (۲۰-۲۰۰۵-D)

فرستاده می شود. مقداری از آب کندانس شده جهت بالانس آب به CO_2 stripper بر می گردد و باقیمانده آب به سیستم Wast Water می رود. EO باقیمانده در گاز برگشتی که توسط Fat carbonat جذب شده در EO Converter به گلیکول تبدیل می شود. این گلیکول ها جمع شده و غالباً با waste water از بالای برج CO_2 stripper خارج می شوند. کربنات رقیق (lean carbonat) از ته برج CO_2 stripper به ۲۰-۲۰۰۶ VACCUM FLASHER فرستاده می شود. بخار آب و FLASH.CO_2 شده و توسط اجکتورهای بخاری از درام خارج می شوند. FLASHED LEAN CARBONAT از درام فوق خارج شده و به CO_2 ABSORBER پمپ می شود. مقدار کوچکی از جریان به طور پیوسته در فیلتر ۲۰-۲۰۰۱ FT فیلتر شده و ذرات معلق موجود در LEAN CARBONAT را جدا می کند. CO_2 STRIPPER (۲۰-۲۰۰ T دارای قطر داخلی ۳۷۰۰ میلی متر و شامل سه بسته PACKED از جنس IMTP۴۰ است.

۲-۴-۲-۳ کنترل سیستم باز یافت CO_2 (CONTROL OF CO_2 REMOVED SYSTEM)

غلظت CO_2 در خوراک راکتور باید کنترل شود تا غلظت CO_2 در گاز چرخشی در مقدار ۴.۵ (۵.۵) ، ۱ (۲) درصد ثابت باشد. جریان خوراک راکتور جهت تعیین مقدار CO_2 موجود در آن توسط آنالیزهایی، به صورت پیوسته آنالیز می شود. غلظت CO_2 را می توان از طریق روشهای ذیل در جریان گاز برگشتی کاهش داد:

۱- افزایش جریان گاز برگشتی به CO_2 ABSORBER

۲- افزایش سرعت گردش کربنات در CO_2 ABSORBER

۳- افزایش گرما در CO_2 STRIPPER

در حالت کلی میزان جریان گاز برگشتی به CO_2 ABSORBER و سرعت گردش کربنات ثابت نگه داشته می شود و مقدار گرمای ورودی به CO_2 STRIPPER جهت تنظیم CO_2 در خوراک راکتور تغییر می کند. مقدار کربنات چرخشی بصورت مرحله به مرحله و تدریجی بین ۵-۱۰ T/H تغییر می کند. باید بین تغییرات اعمال شده یک ساعت فاصله باشد تا سیستم در این فاصله (steady) پایدار شود.

غلظت کربنات بوسیله آب make-up که توسط باز کردن بخار به سیستم اضافه می شود، کنترل می شود. آب برگشتی از ۲۰-۲۰۵ d- همچنین برای کنترل غلظت کربنات استفاده می شود. اگر گلیکول جمع شده زیاد باشد، باید میزان آب برگشتی کاهش یابد، مقدار بخار آبی که مستقیم به محلول تزریق می شود افزایش و مقدار بخار ریویولر کاهش یابد. در حالت افزایش بخار آب فرآیندی k۵ آنرا باید به برج CO₂ absorber تزریق کرد.

خلأ در Vacuum Flasher بوسیله میزان بخار تزریقی ویا شیر پروانه ای (Butterfly Valve) در خروجی Vacuum Flasher تنظیم می شود.

میزان تزریق بخار به CO₂ stripper تابعی از غلظت محلول کربنات است. خلأ نیز بر روی دمای Absorber مؤثر است. جهت تنظیم دمای جذب یک by pass valve بر روی جریان Lean Carbonat حول پیش گرم کن خوراک CO₂ Absorber استفاده شده است.

دمای جذب ، روی جذب EO و همچنین درصد تبدیل EO در EO CONVERTOR مؤثر است. برای مینیمم کردن مقدار EO در CO₂ VENT (D-۲۰۰۵) لازم است که دمای جذب افزایش یابد. دمای بهینه بر اساس سرعت حذف CO₂ تعیین می شود. آنتی فوم بطور پیوسته بوسیله پمپ تزریق می شود. میزان آنتی فوم تزریقی بستگی به آزمایش فوم (کف) بر روی محلول کربنات دارد .

افزایش میزان دفع CO₂ تابعی از پارامترهای زیر می باشد.

۱- خوراک گازی (GAS FEED)

۲- سرعت چرخش (CIRCULATION RATE)

۳- قلیا یت (TOTAL ALKALINITY)

۴- درصد تبدیل محلول (SOLUTION CONVERSION)

۵- دمای محلول (SOLUTION TEMPERATURE)

۱- خوراک گازی (GAS FEED):

مقدار خوراک گازی را می توان ماکزیمم کرد تا CO_2 بیشتر جذب شود. اما بهتر است که مقدار گاز نزدیک طراحی انتخاب شود تا نیروی محرکه (DRIVING FORCE) (بهتری برای زدایش کامل جریان گاز از CO_2 ایجاد شود).

۲- سرعت چرخش (CIRCULATION):

OVER-CIRCULATION باعث دفع ضعیف CO_2 در CO_2 STRIPPER می شود. که نتیجه آن درصد تبدیل بالای LEAN CARBONAT افزایش و فراریت CO_2 (CO_2 SLIP) به علت وجود نقطه ABSORPTION PINCH در بالای برج CO_2 ABSORBER خواهد بود. در UNDER-CIRCULATION ظرفیت بازیافت CO_2 و نیروی محرکه FAT CARBONAT برای رسیدن به تعادل کاهش خواهد یافت.

افزایش فراریت CO_2 که در نقطه ABSORPTION PINCH رخ می دهد در ته برج ABSORBER CO_2 اتفاق می افتد.

۳- قلیائیت (ALKALINITY):

قلیائیت بیانگر قدرت و توانایی محلول است و می تواند معادل مقدار درصد وزنی $(\text{K}_2\text{CO}_3/\text{WT})$ در محلول باشد. تحت یک چرخش ثابت، بالا بودن قلیائیت، ظرفیت محلول برای جذب را افزایش خواهد داد. بنابراین، قلیائیت بالا می تواند فشار تعادلی CO_2 در محلول را افزایش و در نتیجه پاک سازی بهتر صورت گیرد. قلیائیت بالا، کریستاله شدن را نیز افزایش می دهد. اگر FAT CARBONAT سرد شود. غلظت های زیاد، تمایل محلول را برای خوردگی و سایش افزایش می دهد. (BUILD UP) افزایش گلیکول در محلول، حلالیت بی کربنات را کاهش می دهد. (SPECIFIC GRAVITY) (دانسیته LEAN CARBONAT یک پارامتر اولیه برای محاسبه قدرت محلول است. تأثیر قلیائیت بر ظرفیت باز یافت

CO₂ مانند تأثیر سیر کوله (چرخش) کربنات است. قلیائیت پایین می تواند بوسیله چرخش کربنات ساخته شده باشد.

به طور کلی نمک های (HEAT STABLE) بر بازیافت CO₂ تأثیر ندارند. اما افزایش نمک های HEAT STABLE دمای ریزش محلول (PERCIPITATION TEMPERATURE) را افزایش و بنابراین ظرفیت محلول برای بازیافت CO₂ محدود می شود. به طور کلی، تجمع نمک ها (HEAT STABLE) در محلول دانسیته محلول را افزایش می دهد.

۴- درصد تبدیل محلول (SOLUTION CONVERSION) :

درصد تبدیل محلول بیانگر مقدار CO₂ LOAD توسط محلول است، که بوسیله درصد تبدیل K₂CO₃ تعیین می شود. بنابراین محلول بدون KHCO₃ دارای درصد تبدیل ۰٪ و محلول بدون K₂CO₃ دارای درصد تبدیل ۱۰۰٪ است. درصد تبدیل محلول میزان جداسازی CO₂ در برج جداسازی را نشان می دهد. درصد تبدیل بالا به سمت حالت تعادلی در برج پیش می رود و درصد تبدیل پایین بیانگر این است که بخار اضافی در CO₂ STRIPPER استفاده شده است.

۵- دمای محلول (SOLUTION TEMP) :

اگر دما افزایش یابد، سرعت جذب CO₂ در محلول شتاب می گیرد. در این زمان، فشار بخار تعادلی CO₂ روی محلول کربنات افزایش می یابد، که نیروی محرکه برای جذب را کاهش می دهد.

اگر عمل جذب بوسیله حالت تعادل کنترل شود در آن صورت افزایش دمای کربنات در CO₂ ABSORBER غلظت CO₂ باقیمانده در گاز تصفیه شده را افزایش خواهد داد و همچنین اگر عمل جذب بوسیله واکنش کنترل شود غلظت CO₂ کاهش خواهد یافت.

دمای محلول بوسیله پارامترهای زیر کنترل می شود:

۱- فشار عملیاتی (CO_2 STRIPPER OPERATING PRESSURE) :

۲- خلأ در VACUUM FLASHER

۳- BY PASS جریان LEAN CARBONAT حول پیش گرمکن خوراک CO_2 ABSORBER

۵-۲-۲ جذب (EO) EO ABSORPTION

محصول گازی راکتور در مبدل حرارتی اولیه محصول، خنک شده و در (۲۰- FEED (E-۱۰۰۱) PRODUCT EXNCHANGER تا دمای ۹۷ (۱۰۲) درجه سانتیگراد سرد می شود. گاز باقیمانده (RESIDUAL GAS) از کمپرسور ۲۰-۳۰۰۱-C به آن اضافه شده و سپس تا حدود دمای ۵۶ درجه سانتیگراد در کولر ثانویه محصول (۲۰-۲۰۰۵-E) بوسیله FAT ABSORBER خروجی از برج (۲۰- T--۲۰۰۳ EO ABSORBER سرد می شود.

FAT ABSORBER از دمای ۴۰ درجه سانتیگراد تا دمای ۵۳ درجه سانتیگراد گرم می شود. محصول گازی سرد شده راکتور به قسمت quench Section برج (۲۰- EO (T-۲۰۰۳ ABSORBER می رود. چرخش جریان (quench) در این قسمت فرمالدئید، اسیدهای آلی سبک و محصولات حاصل از تجزیه EC را جذب می کند. PH. مایع quench بوسیله تزریق کاستیک (NAOH) کنترل می شود.

مایع quench از ته برج با دمای ۴۹ درجه سانتیگراد خارج می شود. جریان کوچکی از آن به برج quench bleed stripper (۲۰-۲۰۰۲-t) می رود تا کندانس های آب که حاصل سرد شدن محصول گازی راکتور است بازیافت و جدا می شود.

مایع quench در داخل کولر، (۲۰-۲۰۰۶-E quench cooler) تا دمای ۴۰ درجه سانتیگراد سرد می شود. و سپس دوباره به قسمت quench section برج، EO ABSORBER برمی گردد. سرعت چرخش مایع quench، ۷۰۰ t/hr است.

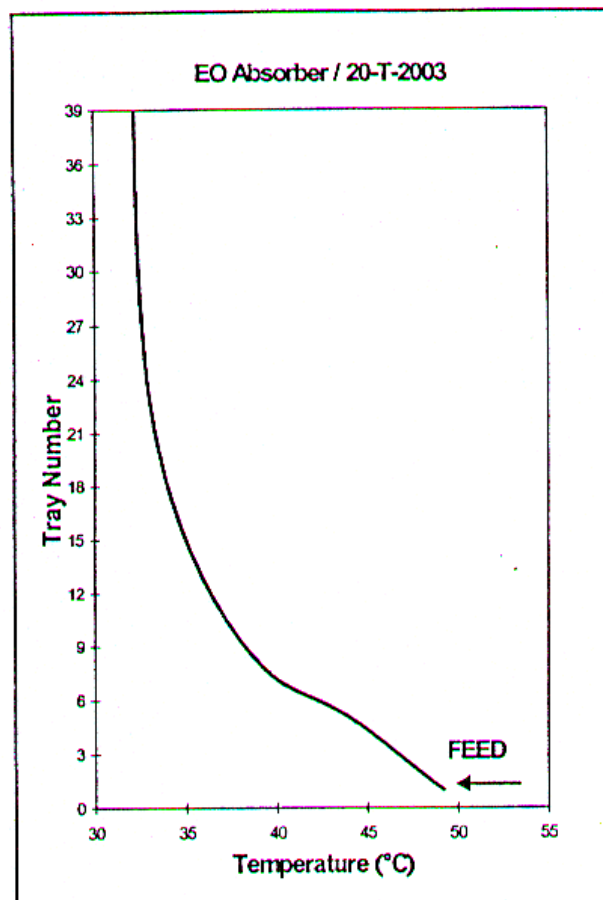
گازهای خروجی از قسمت quench وارد قسمت EO absorption برج شده و Lean absorbent

که دمایش ۳۲ درجه سانتیگراد است EO را از گاز جدا می کند. کاستیک بطور پیوسته به LEAN

ABSORBET تزریق می شود تا PH حدود ۷.۳-۷.۵ تنظیم شود.

سرعت ۱۲۸۰ t/h , Absorbent است. که براساس 100 mg/kg EO in the absorber overhead

gas تعیین شده است. امکان ایجاد کف در سیستم وجود دارد و بنابراین آنتی فوم (ضد کف) بوسیله

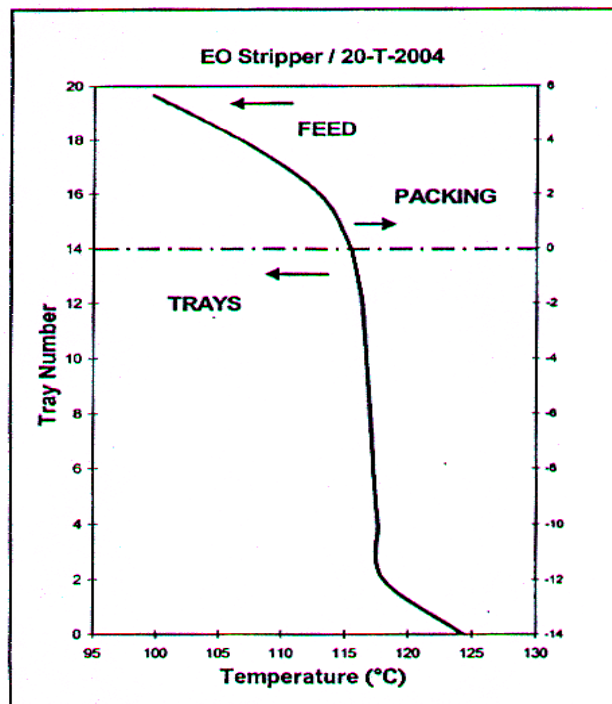


سیستم Metering Pump به Lean Absorbent تزریق می شود. و همچنین آنتی فوم قسمت بازیافت CO_2 را نیز تأمین می کند.

جریان Fat Absorbent از سینی Total Draw Off Tray با دمای حدود ۴۰ درجه سانتیگراد خارج می شود اگر روی سینی Level پایین باشد، جریان خروجی Fat Absorbent قطع می شود تا از نفوذ Loop Gas به EO Stripper جلوگیری شود. همچنین برای جلوگیری از نفوذ LOOP GAS به EO STRIPPER ، LEAN ABSORBENT ورودی دارای یک سیگنال LOW DIFFERENT PRESSUER است که در هنگام برگشت جریان (BACK-FLOW) تریپ می دهد و LEAN ABSORBENT ورودی قطع می شود.

همچنین این سیگنال با یک تأخیر زمانی حدود ۳۰ ثانیه، سیستم SAFEGUARDING اکسیژن و واحد بازیافت CO_2 را فعال می کند .

فشار RECYCLE GAS LOOP با توجه به PURG قسمت کمی از LOOP GAS برای بازیافت مواد خنثی از سیستم کنترل می شود. این PURGE ، از طریق درام (۲۰- RECYCLE) D-۲۰۰۴ COMPRESSOR SUCTION KNOCK OUT DRUM صورت می گیرد که مقداری از LOOP GAS را VENT می کند، براساس خلوص اکسیژن و اتیلن، مقدار جریان VENT تقریباً ۱ t/hr است. اگر خلوص خوراک بیشتر باشد مقدار VENT کاهش می یابد. در مجموع در جریان VENT ، یک مقدار از LOOP GAS از طریق آب بندی کمپرسور (RECYCLE COMP SEELS) نمونه گیری مداوم و جریانات نمونه برای آنالیزر PURGE می شود و بنابراین مقدار نرمال PURGE مورد نیاز می تواند کاهش یابد.



EO STRIPPING (EO) دفع ۶-۲-۲

EO جذب شده در EO ABSORBER از FAT ABSORBENT در برج (۲۰) EO (T-۲۰۰۴) جدا می شود. FAT ABSORBENT خارج شده از EO ABSORBENT قبل از ورود به برج EO STRIPPER ، تا ۱۰۱ درجه سانتیگراد گرم می شود. گاز خروجی از بالای EO STRIPPER به برج (۲۰) LE (T-۳۰۰۱) ارسال می شود. LEAN ABSORBENT از ته برج EO STRIPPER در دمای ۱۱۸ درجه سانتیگراد خارج شده و به برج EO ABSORBER بر می گردد. از گرمای LEAN ABSORBENT برای گرم کردن FAT ABSORBENT استفاده می شود.

هیدرولیز EO در FAT ABSORBENT و برج EO STRIPPER صورت می گیرد. برای اینکه هیدرولیز EO و تولید گلیکول حد اقل شود از مبدل حرارتی از نوع صفحه ای (PLATE) استفاده می شود تا زمان ماند در این قسمت (دما نسبتاً بالا می رود) کاهش یابد. برای همین منظور در قسمت بالای برج EO STRIPPER از PACKING استفاده شده است. هیدرولیز EO و تولید گلیکول به علل زیر افزایش می یابد. ۱- سرعت گرمایش پایین باشد ۲- غلظت EO در پایین برج زیاد باشد ۳- فشار و پروفیل دمای برج افزایش یابد. بخار بالای برج شامل تقریباً ۶۰ wt% EO است. مقدار کمی گازهای هیدرو کربنی و CO₂ بوسیله ABSORBER در EO ABSORBER جذب می شود، و از طریق گازهای خروجی از بالای برج EO STRIPPER به برج LE می رود. برج دارای مشخصات زیر است:

۵۶۴۰ HIFI CALMING SECTION SIEVE TRAYS - ۱۰ - ۵۰ IMIP ۴۶۰۰ MM

-DIAMETER

کنترلر فشار SUCTION KNOCKOUT DRUM که مربوط به کمپرسور Residual Gas است، فشار در EO Stripper را کنترل می کند. اگر کنترلر فشار به طور مناسب عمل نکند، ممکن است Vacuum در بالای سیستم EO Stripper بوسیله کمپرسور ایجاد شود. بنابراین نیتروژن بوسیله یک کنترل ولو (self-actuated pressure) که بر روی درام Drum Stripper top surge (۲۰-۳۰۰ D) قرار دارد به سیستم تزریق می شود تا از ایجاد خلأ و مکش هوا به سیستم جلوگیری شود. جریان STEAM برای جدا کردن EO که از KNOCK BACK SECTION می آید لازم است و این از طریق جریان بخار تزریقی وارد می شود.

گرمایش (BOIL-UP) تقریباً ثابت است، که مقدار جریان بخار ورودی به برج بوسیله دمای بالای برج که برای جدا کردن EO لازم است، کنترل و تنظیم می شود.

۷-۲-۲ جریان گلیکول

به منظور جدا سازی نمکهای سدیم و گلیکول از ABSORBENT چرخشی ، یک جریان کوچک از سینی پنجم به ته برج EO STRIPPER که KNOCK BACK SECTION نامیده می شود ، فرستاده می شود. KNOCK BACK SECTION در SHELL برج EO STRIPPER قرار داده شده است. GLYCOL BLEED تغلیظ شده از ته KNOCK BACK SECTION خارج و به GLYCOL BLEED FLASHER (T-۴۰۰۵-۲۰) فرستاده می شود. ته برج EO STRIPPER که KNOCK BACK SECTION است دارای چهار سینی غریبال (SIVE) است. بخار از بالای این قسمت به EO STRIPPER برمی گردد و از زیر سینی پنجم به برج وارد می شود. یک ریپویلر که بصورت ترمو سیفون عمل می کند بوسیله بخار PS ۵K عمل گرم کردن این قسمت را انجام می دهد.

مقدار جریان GLYCOL BLEED که از ته برج KNOCK BACK SECTION خارج می شود، برای ثابت ماندن غلظت گلیکول در LEAN ABSORBENT تقریباً ثابت نگه داشته می شود.

غلظت گلیکول در جریان چرخشی ABSORBENT بوسیله افزایش سرعت جریان GLYCOL BLEED کاهش می یابد که موجب ورود جریان کندانس از (۲۰-۴۰۰۲) WATER SUTGE D-۴۰۰۲ DRUM به LEAN ABSORBENT می شود. سرعت افزایش جریان، GLYCOL BLEED همچنین باعث کاهش غلظت گلیکول در جریان BLEED می شود.

۸-۲-۲ فرآیند دفع جریان

در قسمت QUENCH برج EO ABSORBER ، محصول گازی راکتور سرد می شود و ترکیبات اسیدی و فرمالدئید در مایع QUENCH جذب می شوند. یک قسمت کوچک از جریان QUNENCH برای بازیافت ناخالصی ها و آب های کندانس شده حاصل از محصول گازی راکتور استفاده می شود. EO از جریان

QUENCH BLEED در QUENCH BLEED STRIPPER (۲۰-۲۰۰۵-T) با استفاده از تزریق بخار CS₂K جدا می شود.

QUENCH BLEED STRIPPER یک برج PACKED است که قطر داخلی آن ۶۰۰ MM و ارتفاع PUCKED آن ۸۰۰۰ MM است و از جنس STAINLESS STEEL IMTP۲۵ است. خروجی از بالای برج به EO STRIPPER بر می گردد و از زیر قسمت PACKED وارد می شود. مایع باقی مانده ته برج که از آن خارج می شود شامل آب، گلیکول، نمکهای آلی سدیم، فرمالدئید و NaHCO₃ است این QUNECH BLEED باقی مانده به (۲۰-۲۰۰۶-QUNECH BLEED FLASHER) T-۲۰۰۶ فرستاده می شود، مایع این برج از پایین به DISPOSAL WHILST (دور ریز) می رود و جریان بالای آن به WASTE WATER فرستاده می شود.

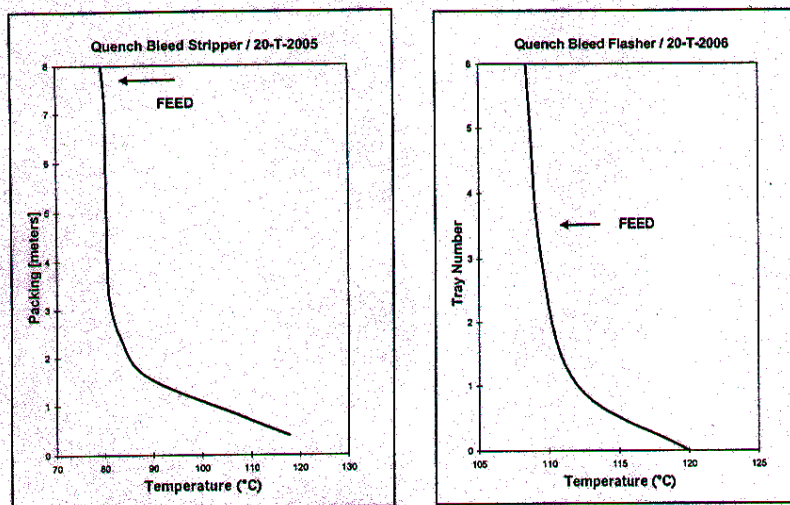


Figure 2.2.7-1: Temperature profile of quench bleed stripper 20-T-2005

Figure 2.2.7-2: Temperature profile of quench bleed flasher 20-T-2006

۹-۲-۲ حلقه جاذب رقیق

در سیکل FAT ABSORBENT، LEAN ABSORBENT از برج EO ABSORBER خارج شده در مبدل (۲۰-۲۰۰۲-E) از دمای ۴۰ درجه سانتیگراد تا دمای ۵۳ درجه سانتیگراد گرم

می شود. سپس در مبدل (E-2007-20) EO STRIPPER FEED BOTTOMS ENCH) گرم می شود و بعد به (EO STRIPPER-20) (T-2004 می رود. برای مینیمم کردن هیدرولیز EO و جلوگیری از تولید گلیکول زمان ماند در مبدل های گرم کننده FAT ABSORBENT باید کم باشد بنابراین از مبدل صفحه ای (PLATE HEAT EXNCHANGER) استفاده شده است. LEAN ABSORBENT از ته EO STRIPPER خارج شده و در مبدل E-2004-20 خنک شده و دما از 118 درجه سانتیگراد به 67 درجه سانتیگراد کاهش پیدا میکند. سپس این جریان به دو قسمت تقسیم می شود یک قسمت گرمای ریویلر برج EO LIGHTEND-20 (E-3009) را تأمین می کند. دیگری گرمای ریویلر برج EO PURIFICATION را تأمین می کند (E-9001-20). سپس دو جریان LEAN ABSORBENT به واحد 200 بر می گردند و در کولر E-2010-20 و چیلر E-2011-20 خنک می شود و دمای آن به 32 درجه سانتیگراد کاهش می یابد. LEAN ABSORBENT سرد شده سپس به EO ABSORBER، EO ABSORBER RESIDUAL، VENT ABSORBER می رود. سرد کردن LEAN ABSORBENT تا دمای پایین بوسیله CHILLED WATER صورت می گیرد.

۱۰-۲-۲ حلقه جریان گاز برگشتی

RECYCL GAS از بالای EO ABSORBER خارج شده و در کمپرسور C-1001-20 فشارش افزایش می یابد. SUCTION DRUM کمپرسور (D-2004) SUCTION KNOCK OUT DRUM-20 می باشد. درحالتی که LEVEL مایع در DRUM افزایش یابد خوراک اکسیژن قطع می شود و بعد از تأخیر زمانی 5 ثانیه ای کمپرسور نیز متوقف می شود. یک جریان کوچک برای VENT مواد خنثی از مخزن D-2004-20 خارج شده و Purge می شود. از این جریان Vent می توان به عنوان سوخت گازی استفاده کرد. یک Emergency Valve برای کاهش فشار مخزن D-2004-20 قرار داده شده است که در هنگام افزایش فشار مخزن سریعاً گاز به سمت Flare ارسال می شود. یک جزء از Recycl Gas از Discharge کمپرسور به قسمت CO₂ Removal فرستاده می شود تا CO₂ آن جدا شود. Recycle Gas

تصفیه شده از CO₂ Removal خارج شده با Recycle Gas مخلوط شده و به قسمت EO REACTION می رود .

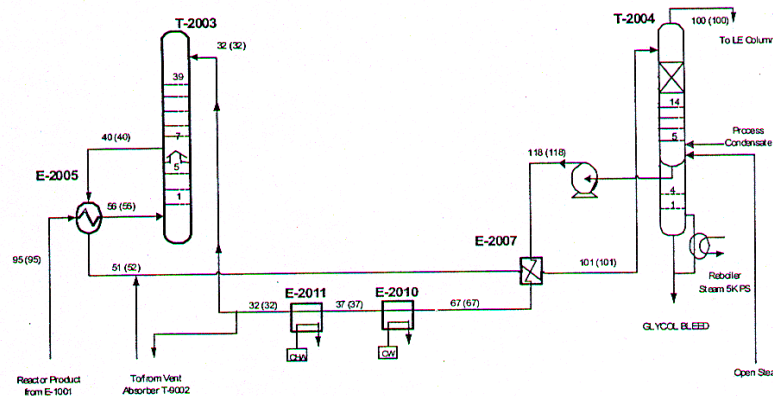


Figure 2.2.8-1: Lean absorbent loop

فشار بالای ورودی کمپرسور و همچنین اختلاف فشار پایین دو سو کمپرسور سیستم قطع اکسیژن را فعال خواهد کرد و کمپرسور بعد از ۵ ثانیه متوقف می شود . VENDOR کمپرسور اولین TRIP لازم برای کمپرسور را مشخص خواهد کرد. موتور الکتریکی برای به حرکت درآوردن کمپرسور به کار می رود در کمپرسور سانتریفوژ ، اگر سرعت جریان کاهش یابد ، کمپرسور دچار SURGE می شود .

برای جلوگیری از این امر یک کنترلر MIN FLOW روی RECYCLE GAS ورودی به OMN قرار دارد که BYPASS VALVE حول راکتور (EO) را می تواند باز کند . همچنین به ما از مقدار جریان RECYCLE GAS عبوری از OMN در شرایط اختلاط ایمن اطمینان می دهد . همچنین مقدار گاز ورودی به راکتور را کنترل می کند . یک جریان پایین ، جریان گاز ورودی به OMN و در نتیجه اکسیژن را قطع می کند . اگر جابجایی محوری کمپرسور بالا باشد و یا آب بندی کاهش یابد انتظار می رود که کمپرسور متوقف شود ، که ابتدا اکسیژن قطع می شود سپس بعد از تأخیر زمانی ۵ ثانیه ای کمپرسور متوقف می شود .

۱۱-۲-۲ حذف LE

۱۲-۲-۲ حذف خروجی های سبک

سیستم باز یافت LE، CO₂ و ترکیبات سبک که همراه EO در EO ABSORBER جذب و در EO STRIPPER همراه EO جداسازی شوند را از EO جدا می کنند. ترکیبات سبک باید از EO به دلایل زیر جدا شوند:

۱- عملیات نرمال واکنش تولید گلیکول.

۲- مینیمم کردن خوردگی به واسطه وجود CO₂.

۳- بدست آوردن HPEO با خلوص مخصوص.

جریان بالای برج EO STRIPPER که شامل ۶۰٪ وزنی EO است در کولرهای ۲۰-۳۰۰۱-E و ۲۰-۳۰۰۲-E مقداری کندانس می شود.

جزء بخار شامل CO₂، اتیلن و EO است. با استفاده از چیلر که دما را تا ۱۵ درجه سانتیگراد کاهش می دهد جزء بخار همراه با گازهای خروجی از بالای برج LE سرد شده (۲۰-۳۰۰۵-E) و بخارات EO به صورت EO مایع به ظرف ذخیره بالای برج جدا کننده ۲۰-۳۰۰۱-D بر می گردد. EO مایع باید بالای نقطه انجماد نگه داشته شود تا از تشکیل کریستال EO جلوگیری شود.

بخار باقیمانده که در چیلر کندانس نشده است شامل ۸۰٪ وزنی EO است که به (۲۰-۳۰۰۲-T RESIDUAL EO ABSORBER) می رود و EO آن به وسیله ABSORBER در این برج جذب می شود. کندانس ها از کندانسور بالای STRIPPER به مخزن ذخیره بالای STRIPPER با دمای ۴۰ درجه سانتیگراد از طریق یک DIP PIPE وارد می شوند. خوراک برج LE از این مخزن ذخیره تأمین می شود.

دمای پایین برج ۲۵ درجه سانتیگراد و فشار آن ۰.۵ BARG است. از LEAN ABSORBENT گرم که دارای گرمای متوسطی است برای گرم کردن ریپویلر برج ۲۰-LE ۳۰۰۹-E استفاده می شود

که این ریویلر به صورت ترموسیفون عمل می کند. در زمان راه اندازی، ریویلر ترموسیفون نمی تواند به خوبی عمل کند بنابراین بخار فشار پایین به برج تزریق می شود و ریویلر وارد سرویس نمی شود. دمای خیلی پایین باعث می شود که CO_2 به خوبی جدا نشود که نتیجه آن مسئله خوردگی در قسمت های بعدی سیستم است. یک مینیمم جریان برگشتی (MINIMUM FLOW RECYCLE) از پمپ خوراک برج LE به مخزن ذخیره بر می گردد که برای جلوگیری از ایجاد لایه در مخزن و داشتن جریان یکنواخت در آن از یک MIXER عبور می کند.

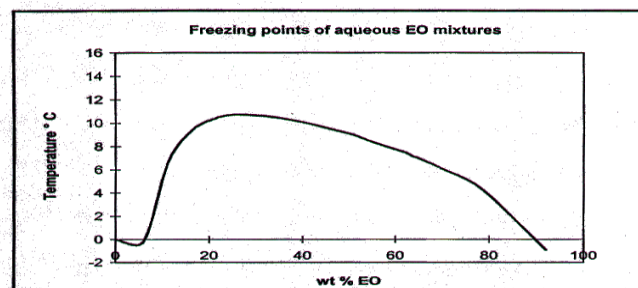
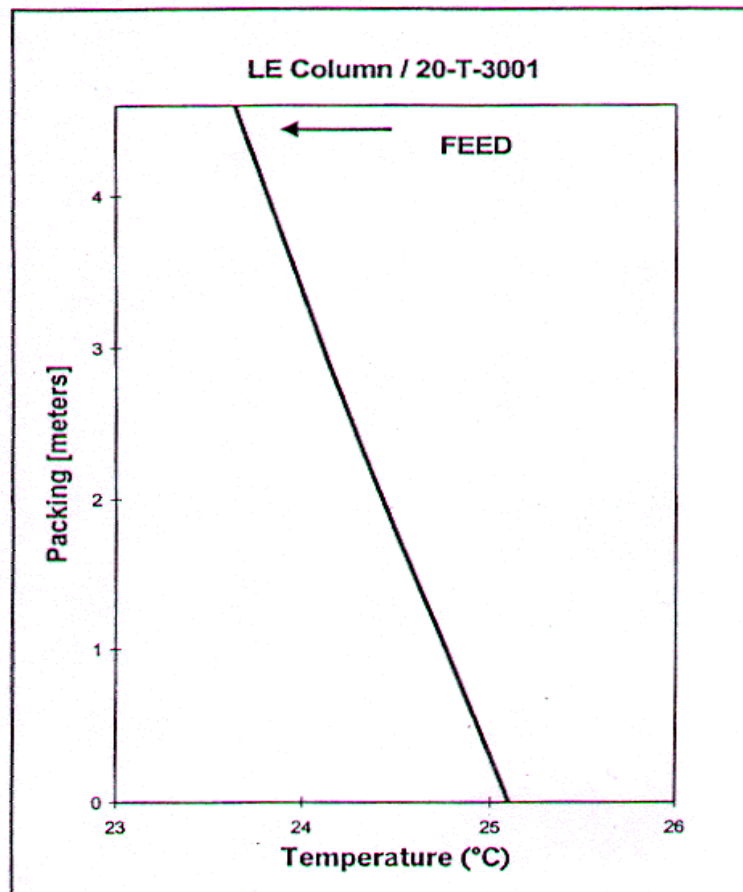


Figure 2.3.1-1: Freezing points of aqueous EO mixtures

مینیمم جریان برگشتی که از کولر (۲۰-E-۳۰۰۴) Aqueous Cooler عبور می کند بوسیله Cooling Water در این کولر گرم می شود و دمایش به ۳۵ درجه سانتیگراد می رسد. برای جلوگیری از افزایش دما ممکن است یک مینیمم جریان با Line مستقیم به ته برج LE برگردد. ممکن است برای مدت کوتاهی گرما بوسیله کار پمپ افزایش یابد.

EO مایع، حاوی حدود ۵۵٪ وزنی EO است، که مستقیم از پایین برج LE به قسمت واکنش گلیکول می رود. یک جزء از این جریان می تواند به قسمت خالص سازی EO برود و HPEO تولید کند. در حالت SHUT-DOWN قسمت گلیکول، EO مایع در برج LE می ماند و سیرکوله می شود، برای جلوگیری از انجام پدیده RUNAWAY در آن باید از کولر ۲۰-E-۳۰۰۴ عبور کند تا خنک شود. در این موقع EO مایع به گلیکول تبدیل خواهد شد. برج LE بعنوان ذخیره کننده و نگهدارنده

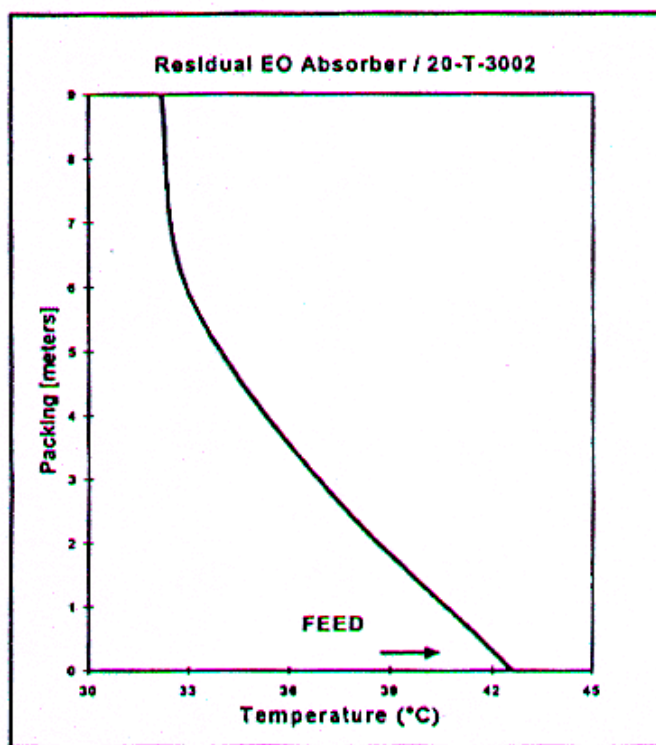
EO آبی استفاده نمی شود فقط در زمان SHUT-DOWN پیش بینی نشده قسمت گلیکول ، این عمل انجام می شود.



۱۳-۲-۲ جاذب EO ی باقی مانده

دمای پایین برج RESIDUAL ABSORBER T-۳۰۰۲ ، ۴۳ درجه سانتیگراد و فشارش ۰.۴ BARG است. جریان ته برج T-۳۰۰۲ با جریان برج T-۹۰۰۲ مخلوط شده سپس با FAT ABSORBENT برج ، EO ABSORBER مخلوط می شود. گاز خروجی از بالای برج T-۳۰۰۲ بر RESIDUAL ABSORBER (RA) به کمپرسور رفته ، کمپرس شده و به EO ABSORBER بر می گردد. بخارات کندانس نشده از چیلر E-۳۰۰۵-۲۰ به برج RA می رود و با LEAN ABSORBENT

EO موجود در آن بازیافت می شود. EO جذب شده با ABSORBENT از پایین برج خارج شده و به برج EO STRIPPER پمپ می شود. گاز از بالای برج RA کمپرس شده و به EO ABSORBER می رود. برج RA T-3002 برای بازیافت بیش از ۹۸٪ EO همراه RESIDUAL طراحی شده است. قطر برج RA ، ۱۴۵۰ MM است دارای دو بستر PACKED است که هر کدام دارای مشخصه IMTP ۵۰۴۵۲۰MM هستند.



۱۴-۲-۲ کمپرسور گاز باقی مانده

گاز بالای برج RA T-3002 ، CARBONAT FLASHER D-2002 و FAST LOOPS بوسیله کمپرسور سه مرحله ای C-3001-20 کمپرس شده و به RECYCLE LOOP برمی گردد تا اتیلن و متان

کاهش یافته آن جبران گردد. گاز بالای CARBONAT FLASHER در کولر E-۳۰۰۶-۲۰ سرد شده و سپس به گاز بالای برج T-۳۰۰۲RA افزوده می شود. مایعات کندانس شده در مخزن D-۳۰۰۲-۲۰ (SUCTION KNOCK OUT DRUM) جدا می شوند و مایعات کندانس شده در کولرهای EC-۲۰-۳۰۰۱.۱ و EC-۳۰۰۱.۲-۲۰ در درام های DC-۳۰۰۱.۱-۲۰ و DC-۳۰۰۱.۲ (INTERSTING) جدا می شوند و به فاضلاب EO ABSORBER فرستاده می شوند.

کمپرسور C-۳۰۰۱ RESIGUAL GAS تحت موارد زیر SHUT-DOWN می دهد :

۱- کاهش جریان ABSORBENT به برج T-۳۰۰۲

۲- دمای بالا در خروجی چیلر

۳- فشار پایین SUCTION ، (افت فشار ساکشن کمپرسور)

۴- LEVEL بالا در SUCTION KNOCK-OUT DRUM D-۳۰۰۲

۵- LEVEL بالا در INTERSTAGE KNOCK OUT DRUM

۶- شرایط غیر نرمال مخصوص که بوسیله VENDOR کمپرسور مشخص می شود.

۱۵-۲-۲ واکنش و بازیابی گلیکول

۱-۱۵-۲-۲ واکنش گلیکول

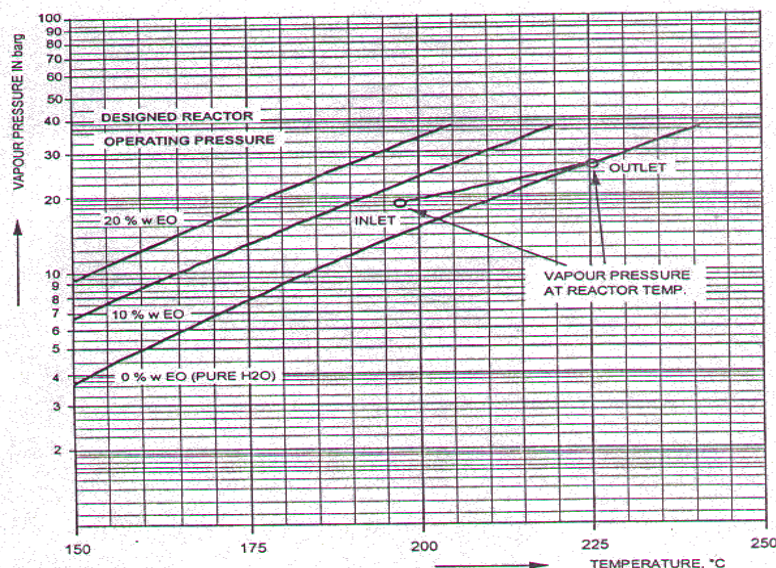
واکنش تشکیل گلیکول در فاز مایع صورت می گیرد. راکتوری از نوع PLUG جهت تأمین زمان ماند و تکمیل واکنش هیدرولیز EO در نظر گرفته شده است. واکنش از سمت مبدل های پیش گرمکن شروع می شود اما تا رسیدن به این مرحله کند است.

در راکتور گلیکول R-۴۰۰۱-۲۰ واکنش بصورت آدیا باتیک پیش می رود تا ورودی راکتور ما به

۱۹۰ درجه سانتیگراد می رسد ،

زمان ماند ۳ دقیقه و بیش از ۹۹.۹۹۹ درصد EO ها هیدرولیز می شوند. دمای ۱۹۰ درجه سانتیگراد در ورود راکتور توسط سه پیش گرمکن E-۴۰۰۱-۲۰ و E-۴۰۰۲-۲۰ و E-۴۰۰۳-۲۰ حاصل می شود. واکنش تشکیل گلیکول گرما زا است .

همچنین خروجی راکتور حاوی مقداری آب اضافی است و دمای خروجی راکتور ۲۲۶ درجه سانتیگراد است.



فشار ، جهت نگهداشتن شرایط راکتور در فاز مایع ، بصورت تابعی از دما و غلظت EO در نمودار نشان داده شده است .تشکیل فاز بخار در راکتور نا مطلوب است زیرا در فاز بخار واکنش تولید گلیکول انجام نمی شود و EO از راکتور خارج می شود. یک سیستم SHUT DOWN اتوماتیک از سیستم راکتور گلیکول محافظت می کند.

راکتور ،لوله ای به قطر ۱۸ اینچ و طول ۱۴۳ متر می باشد. واکنش تشکیل گلیکول از قسمت پیش گرمکن شروع می شود جریان متلاطم توسعه یافته یکنواخت در طول راکتور مانع برگشت مایع و در نتیجه

انجام واکنش های ناخواسته و تشکیل گلیکول های سنگین تر می شود. (جریان پیوسته و به سمت جلو است).

توزیع محصول گلیکول در راکتور تابعی از غلظت EO ، MEG و گلیکول های سنگین تر در خوراک راکتور است. اگر غلظت EO در خوراک کاهش یابد ، درصد تشکیل MEG در محصول افزایش می یابد. اما غلظت آبی که باید از سیستم حذف شود افزایش پیدا می کند ، چرخش گلیکول ها ، تولید گلیکول های سنگین را افزایش می دهد و مقدار MEG تولیدی کاهش می یابد .

بعد از مخلوط شدن ، نسبت غلظت آب به EO ، ۹ ، می باشد. برای تولید HPEO این نسبت به ۹.۸ افزایش می یابد که باعث ماکزیمم شدن بخار KPS ۵ تولیدی و مینیمم شدن تولید گلیکول سنگین تر می شود. افزایش تولید TEG بوسیله برگشت DEG به ورودی راکتور انجام می شود که نسبت آب به EO ماکزیمم حدود ۷.۶ است که با توجه به میزان مورد نظر TEG می باشد.

۲-۱۵-۲-۲ تغلیظ گلیکول

جریان محصول که از راکتور گلیکول خارج می شود شامل ۹۰ درصد وزنی آب است. آب در تغلیظ کننده های گلیکول (GLYCOL CONCENTRATOR) اول (T-۴۰۰۱-۲۰) ، دوم (T-۴۰۰۲-۲۰) و سوم (T-۴۰۰۳-۲۰) و دهیدراتور T-۴۰۰۴-۲۰ (GLYCOL DEHYDRATOR) بازیافت و جدا می شود.

این برجها مانند یک واحد تبخیر کننده مرکب (MULTIPLE ERAPORATOR) عمل می کنند، بخار آب CS₂ K ریپویلر تغلیظ کننده اول را گرم می کند و بخار خروجی از بالای این برج وارد ریپویلر تغلیظ کننده دوم می شود. بخار خروجی از بالای تغلیظ کننده دوم وارد ریپویلر تغلیظ کننده سوم می شود. جریان بخار خروجی از تغلیظ کننده سوم در ریپویلرهای مختلف دیگر واحد استفاده می شود.

هر کدام از این تغلیظ کننده شامل ۱۶ سینی از نوع VALVE TRAY است و با یک جریان نسبتاً کوچک رفلاکس به منظور کاهش غلظت گلیکول در خروجی بالای تغلیظ کننده ها کار می کنند. رفلاکس از کندانس ها بخار تمیز مخزن (۲۰-FLASH DRUM-۴۰۰۱) تهیه می شود، و ممکن است بوسیله کندانس های برج دهیدراتور جهت کاهش WASTE WATER (آب اتلافی) تأمین می شود اگر چه این عمل بر کیفیت محصول اثر منفی دارد.

فشار تغلیظ کننده ها بصورت مستقل و توسط کنترل کننده های اختلاف فشار بین آنها کنترل می شود. اختلاف فشار بین ۲۰-۴۰۰۳-D و ۲۰-۴۰۰۲-T نیروی محرک لازم جهت تخلیه آب های کندانس شده در ریپویلرها را تضمین می کند.

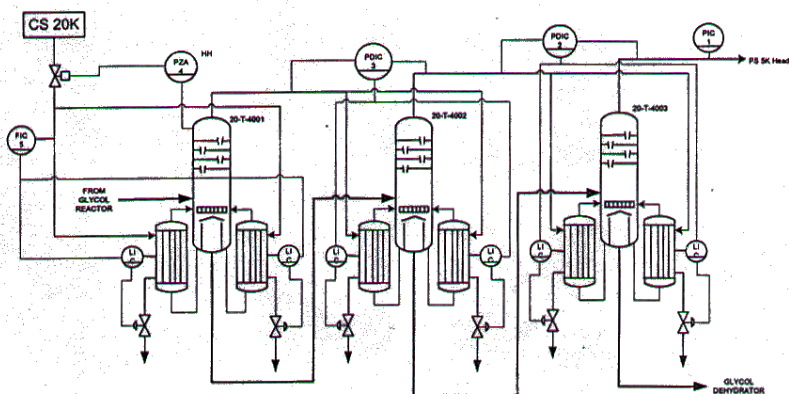


Figure 2.4.2-1: Pressure control of glycol concentrators

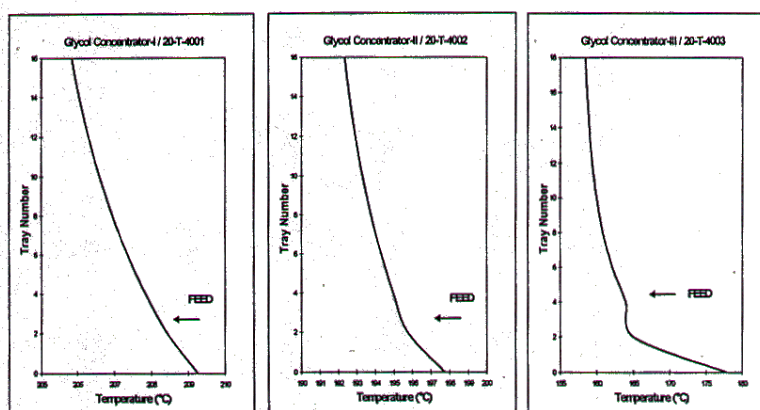


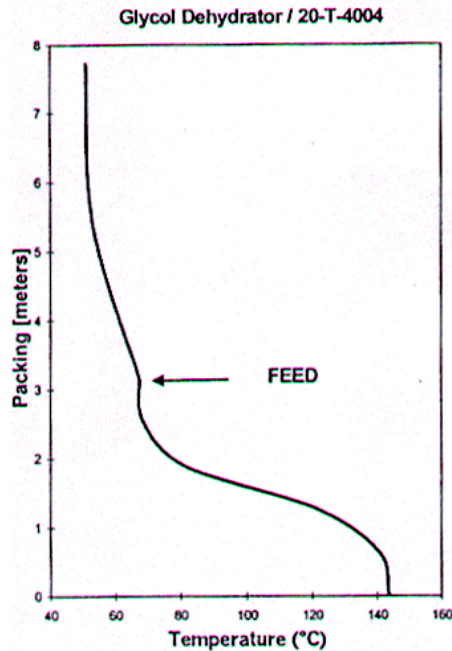
Figure 2.4.2-2: Temperature profile of concentrators-I/II/III

۲-۲-۱۵-۳ هیدروژن زدایی گلیکول

خروجی پایین تغلیظ کننده سوم (T-۴۰۰۳-۲۰) حاوی ۳۳ درصد وزنی آب است که این مقدار در T-۴۰۰۴-۲۰ حذف می شود. جهت حذف آب تحت خلأ کار می کند. گلیکول خام خروجی از پایین این برج به سمت قسمت (GLYCOL PURIFICATION) خالص سازی گلیکول می رود. برج دی هیدراتور (آب زدا) دارای قطر ۳۵۵۰ میلی متر در بالا و ۴۳۵۰ میلی متر در پایین است و شامل دو بستر PACKED (پر شده) به ارتفاع ۴۵۷۸ میلی متر در بالا و یک بستر PACKED به ارتفاع ۳۱۵ O میلی متر در پایین است. به غیر از جریان پایین برج تغلیظ کننده سوم، MEG برگشتی از برجهای ۲۰- T-۵۰۰۱ و T-۵۰۰۲-۲۰ و مایع خروجی از بالای (T-۴۰۰۵) GLYCOL BLEED FLASHER جهت حذف ترکیبات سبک به دهیدراتور وارد می شوند. این خوراکها قبل از ورود به برج باهم مخلوط می شوند. در DEHYDRATOR بازیافت گلیکول کامل می شود و غلظت آب در گلیکول خام به کمتر از (۲۵۰ mg/KG) ۲۵۰ PPM کاهش می یابد. فشار بالای برج DEHYDRATOR ، ۱۳ KPa ، و دمایی

حدود ۵۱ درجه سانتیگراد که با استفاده از COOLING WATER

عمل کندانس انجام می شود. جریان بالای برج به سمت (WASTE WATER) آب اتلافی می رود. قسمتی از جریان بالای برج به سمت WATER SURGE DRUM پمپ می شود که به عنوان آب جبران کننده (MAKE UP) است و قسمت دیگر از آن به شرط اینکه کیفیت محصول را تحت تأثیر قرار ندهد به عنوان جریان رفلکس به تغلیظ کننده ها می رود تا از هدر رفتن آب به WASTE WATER جلوگیری شود.



۲-۱۵-۴ جریان بازیابی گلیکول

جریان GLYCOL BLEED خروجی از پایین برج EO STRIPPER که شامل آب، گلیکول ها و نمک می باشد. در (۲۰-GLYCOL BLEED FLASHER) T-۴۰۰۵ تحت شرایط خلأ تقطیر شده و آب و گلیکول بازیافت می شود. GLYCOL BLEED FLASHER شامل ۶ سینی غربالی (CALMING SECTION SIEVE TRAYS) در بالا و ۳ سینی غربالی در پایین است. مایع پایین برج شامل نمکها است. فشار عملیاتی بالای برج ۹.۵ KPA و دمای ۴۸ درجه سانتیگراد است. نمکها و گلیکول های بازیافت نشده در GLYCOL BLEED FLASHER تشکیل (GLYCOL RESIDUE) گلیکول باقیمانده می دهد. گردش اجباری جریان در ریویلر برج از ایجاد و تشکیل رسوب جلوگیری می کند. یک کندانسور داخلی جهت مینیمم کردن افت فشار تعبیه شده است. GLYCOL RESIDUE به دور ریز فرستاده می شود. GLYCOL BLEED FLASHER برای ۴۰٪ ظرفیت اضافه برای SLOP طراحی شده است.

۲-۲-۱۵-۵ خالص سازی گلیکول

جهت جلوگیری از تخریب محصول باید دما تا حد امکان پایین باشد بنابراین برای دستیابی به این منظور تمامی برجهای این قسمت تحت شرایط خلأ کار می کنند. از انجائیکه نفوذ اکسیژن در اثر خلأ ممکن است ایجاد زنگ و موجب تشکیل آلدئیدها شود تمامی برجها ولوازمات جانبی آنها کاملاً در برابر هوا محکم و غیر قابل نفوذ می باشد. باید نشتی در قسمت فلنچها (اتصالات) مورد بررسی قرار گیرد. بخاطر محدودیت افت فشار در برجها، بسترهای خاصی با ایجاد کمترین افت فشار به کار گرفته شده اند مانند بسترهای SULZER BX و MELLAPAK ۲۵۰Y، حجم مایعی که این بسترها نگهداری می شود بسیار کم است. تغییرات در جریان گاز باعث تغییرات ونوسانات ترکیب درصد محصول در یک زمان کوتاه می شود.

به منظور جلوگیری از ایجاد FOULING در بسترهای برج، فیلترهایی در پمپهای تخلیه پایین برج تعبیه شده است. ریبویلرها از نوع FALLING FILM هستند که برای جلوگیری از تخریب حرارتی محصول در نظر گرفته شده اند و این ریبویلرها دارای مشخصات زیر هستند:

۱- افت فشار کم

۲- دمای دیواره کم

۳- زمان ماند کوتاه

۲-۲-۱۵-۶ خالص سازی MEG

خالص سازی MEG در دو مرحله صورت می گیرد که عبارتند از: برج MEG، ۲۰-۵۰۰۱-T و برج

MEG RECYCLE، ۲۰-۵۰۰۲-T.

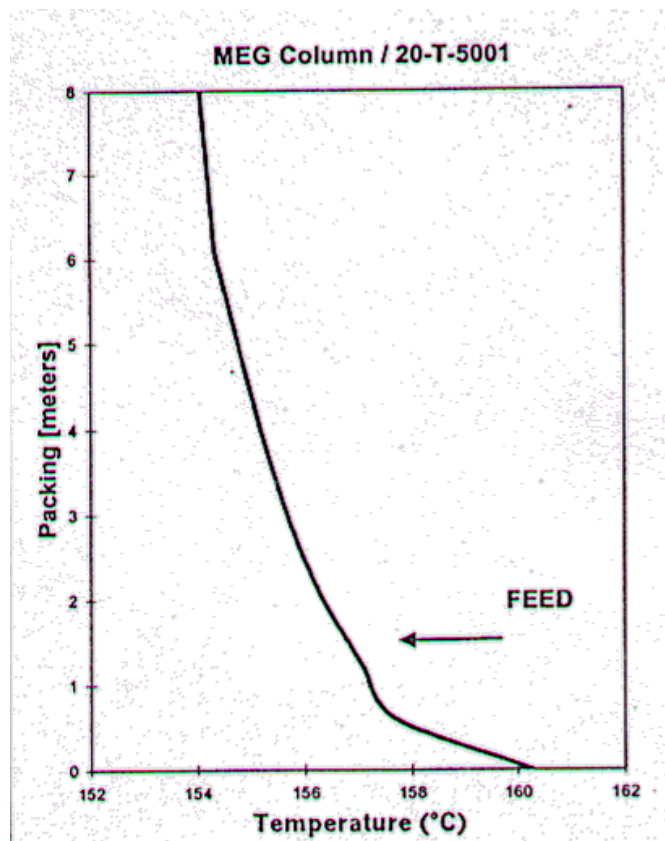
۷-۱۵-۲-۲ برج MEG

گلیکول های خام پس از خروج از DEHYDRATOR وارد برج MEG می شود. محصول MEG بصورت (SIDE STREAM) جریان جانبی از میانه برج گرفته می شود قطر برج ۴۲۰۰ میلی متر و شامل سه بستر ۲۵۰Y SULZER MELLAPAK است. کل ارتفاع بستر PACKED ، ۷۹۸۰ میلی متر است.

بخار بالای برج در دمای ۱۵۴ درجه سانتیگراد و فشار ۲۸ Kpa خارج شده و در STEAM GENERATOR ، E-۵۰۰۱-۲۰ کندانس می شود. این مبدل تحت شرایط ترموسیفون عمل می کند. بخار UTILITY ، ۲K CS از بخارات تمیز کندانس شده در D-۴۰۰۱-۲۰ ، CONDENSATE FLASH DRUM تولید می شود. جهت مینیمم کردن اتلاف MEG در سیستم خلأ ، کندانسور E-۵۰۰۲-۲۰ که با آب خنک کننده (COOLING WATER) کار می کند در مسیر خط بخار D-۵۰۰۲-۲۰ نصب شده است. مقادیر کم آب و ناخالصی های سبک از سیستم خلأ حذف می شوند.

MEG خالص شده از قسمت انتهای بخش پاستوریزاسیون خارج شده و توسط کولرهای E-۲۰

۵۰۱۳ و E-۵۰۰۴-۲۰ سرد می شود.



برای جلوگیری از جذب رطوبت توسط محصول MEG ، در حین نگهداری MEG ، آنرا تحت فشار نیتروژن قرار می دهند. یک بستر MEG POLISHING مقادیر کم آهن را جذب می کند و سپس محصول MEG به ۲۰-TK-۵۰۰۲A/B(MEG RUNDOWN TANK) فرستاده می شود .

پایین برج دارای دمای ۱۶۰ درجه سانتیگراد و فشار ۲۵.۴ Kpa است.

۲-۲-۱۵-۸ برج چرخه مجدد MEG

پایین برج MEG دارای ۷۵ درصد وزنی MEG است. که این MEG در برج MEG RECYCLE بازیافت می شود. این برج دارای قطر ۳۲۰۰ میلی مترو شامل دو قسمت SULZER BX و MELLAPAK ۲۵۰Y است که ارتفاع کل آن ۵۲۷۰ میلی متر است. بخار بالای برج با دمای ۱۱۳ درجه سانتیگراد و فشار ۴.۱ Kpa خارج شده و در کندانسور داخلی ۲۰-۵۰۰۵-E کندانس می شود

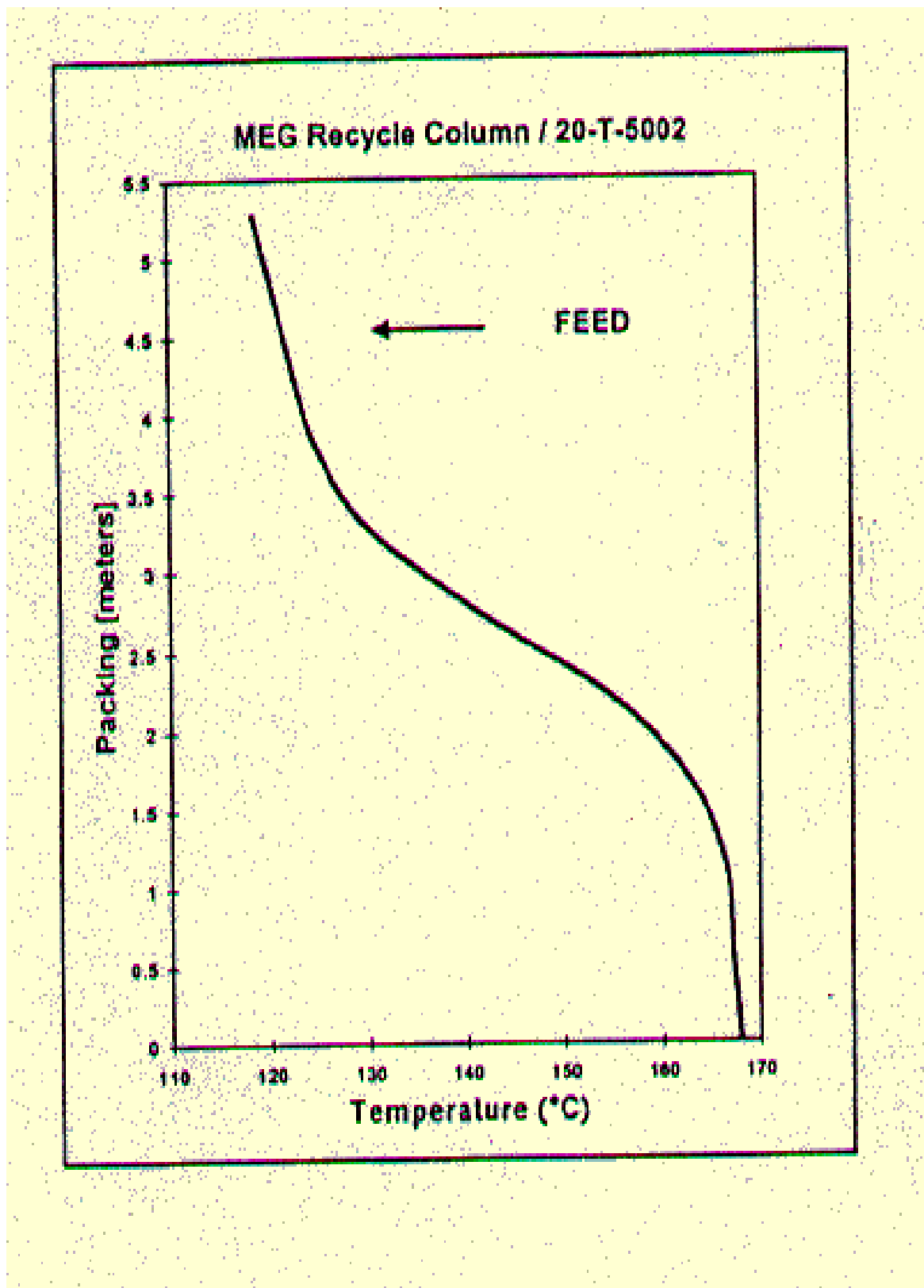
محصول بالای برج به برج DEHYDRATOR برگشت داده می شود تا ترکیبات سبک آن بازیافت شود. محصول پایین برج حاوی ۰.۰۲٪ درصد وزنی MEG و در دمای ۱۵۸ درجه سانتیگراد و فشار ۷.۷ Kpa خارج می شود.

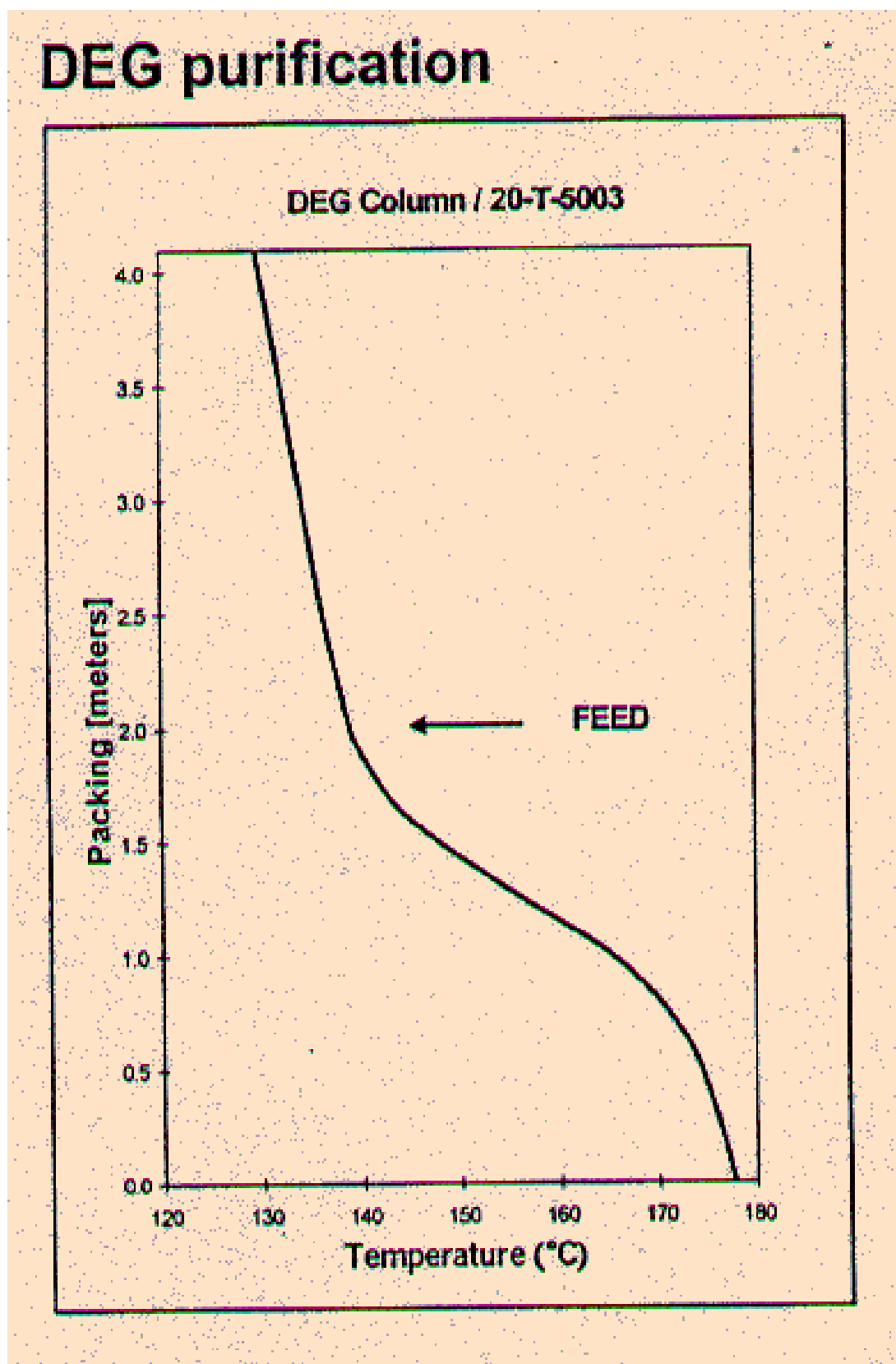
۲-۱۵-۹ خالص سازی DEG

محصول پایین برج MEG RECYCLE به برج DEG می رود. این برج دارای قطر ۲۷۰۰ mm است و شامل بستر SULZER BX با ارتفاع کلی ۳۲۶۸ mm است.

در بالای بسترهای BX، بستر MELLAPAK ۲۵0Y به ارتفاع ۴۲۰ mm قرار داده شده است تا توزیع کامل سیال در برج انجام شود.

بخار OVERHEAD در دمای ۱۲۵ درجه سانتیگراد و فشار ۱.۲ Kpa وارد یک کندانسور داخلی E-۵۰۰۷-۲۰ که با آب خنک کننده کار می کند، می شود. محصول DEG تا دمای ۴۵ درجه سانتیگراد در مبدل E-۵۰۱۰-۲۰ خنک می شود و برای ذخیره سازی فرستاده می شود. محصول پایین برج DEG دارای دمای ۱۷۵ درجه سانتیگراد و فشار ۲.۹ Kpa است.





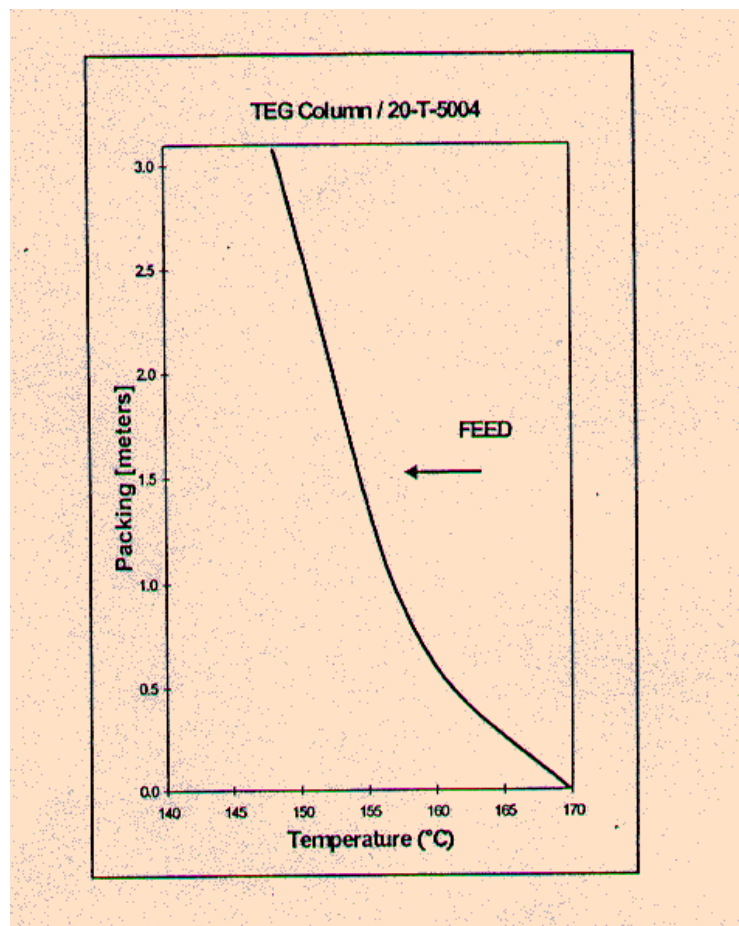
۲-۲-۱۵-۱۰ خالص سازی TEG

برج TEG برای تولید TEG با خلوص بالا طراحی شده است.

برج دارای قطر ۱۱۰۰ میلی متر است و دارای دو بستر PACKED با ارتفاع کلی ۲۲۳۶ میلی متر است که از نوع SULZER BX است. در بالای بستر BX بستر ۲۵۰Y MELLAPAK برای توزیع خوب مایع با ارتفاع ۴۲۰ میلی متر قرار دارد.

کندانسور داخلی (INTERNAL) E-۵۰۱۲-۲۰ که با آب خنک کننده کار می کند، بخار بالای برج را که دارای دمای ۱۳۹ درجه سانتیگراد و فشار ۰.۴۹ Kpa است، خنک می کند.

محصول TEG تا دمای ۴۵ درجه سانتیگراد در مبدل E-۵۰۱۱-۲۰ سرد می شود و برای ذخیره سازی فرستاده می شود. محصول پایین برج دارای دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد و فشار ۱.۲۷ Kpa است و شامل ترکیبات سنگین تر گلیکول است.



۲-۲-۱۵-۱۱ سیستم آب خنک شده و زدااینده هوا

به خاطر اینکه دمای آب خنک کننده (COOLING WATER) برای استفاده در نقاط مختلف پروسس بالا است از آب CHILLED استفاده می شود. سیستم CHILLED WATER شامل تانک جبران کننده TK-۷۰۵۰-۲۰ و پمپ P-۷۰۵۰ A/B-۲۰ و واحد CHILLING (PK-۷۰۵۰-۲۰) می باشد. خنک کردن آب CHILED بوسیله یک جاذب سرما ساز (ABSORPTION REFRIG) (ERATION) وبا استفاده از بخارهای CS ۳K و CS ۲K که به عنوان نیروی محرکه هستند، انجام می شود. که دمای آب را از ۲۰ سانتیگراد به ۱۵ درجه سانتیگراد کاهش می دهد. یک سیستم راه اندازی اتوماتیک برای پمپ P-۷۰۵۰ A/B-۲۰ قرار داده شده است تا هیچ گونه خللی در ارسال آب CHILLED صورت نگیرد. BUFFER TANK نوسانات دمایی CHILLED WATER را می گیرد که این عمل مانع از ایجاد پدیده های کریستاله شدن در سیستم خنک سازی جذبی می شود.

یک هوازا (DEAERATOR) جهت حذف اکسیژن و رساندن اکسیژن در آب BFW به مقدار مشخص تعبیه شده است. دمای آب BFW ورودی باید ۱۵ درجه سانتیگراد کمتر از BFW خروجی باشد تا از جداسازی بخاری که برای حذف اکسیژن به DEAERATOR زده می شود، اطمینان حاصل شود.

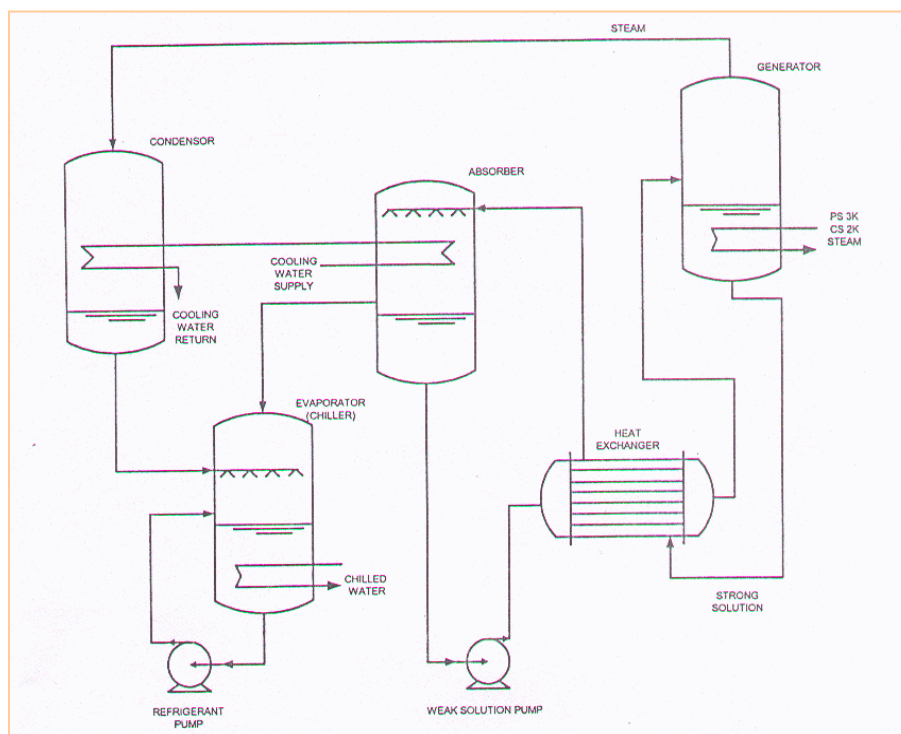
۲-۲-۱۵-۱۲ واحد سرد سازی و جذب

جاذب سرما را بر اساس تبخیر آب در فشار پایین و جذب در محلول لیتیم برمید، که یک جاذب قوی آب و رطوبت است کار می کند. این سیستم شامل دو پوسته (SHELL) است، که ارتفاع نصب آنها متفاوت است. SHELL که در ارتفاع پایین تری قرار دارد شامل قسمت جذب کننده (ABSORBER) قسمت تبخیر کننده (EVAPORATOR) است، و SHELL بالاتر شامل GENERATOR و کندانسور است. تبخیر کننده شامل آب سرد ساز (REFRIGERANT) است. دمای REFRIGERAT پایین تر از

دمای تبخیر شدن است. گرمای تبخیر کننده از آبی که باید سرد (CHILLED) شود تأمین می شود که در داخل یک SUBMERGED COIL در داخل تبخیر کننده جریان دارد. چرخش سرد ساز واسپری شدن آن در بالای مایع تبخیر شدن را افزایش می دهد.

فشار بخار پایین در تبخیر کننده و گرادیان فشارش با ABSORBER بوسیله جاذب که لیتیم برمید است و آب را جذب می کند، به وجود می آید. محلول رقیق لیتیم برمید که آب را جذب کرده به سمت مبدل حرارتی پمپ می شود که در آن بوسیله لیتیم برمیدی که از GENERATOR می آید، گرم می شود و سپس به GENERATOR می رود. دوباره لیتیم برمید در GENERATOR توسط بخار آب CS ۲K و CS ۳K تغلیظ می شود و آب آن بخار می شود.

آب بخار شده از GENERATOR به کندانسور می رود و توسط آب خنک کننده کندانس می شود. کندانس های حاصل دوباره به تبخیر کننده برمی گردند. ولیتیم برمید غلیظ از GENERATOR به ABSORBER بر می گردد و توسط لیتیم برمید رقیق شده و به ABSORBER وارد می شود.



منابع و مآخذ

۱- F.Thiessen ۲۰۰۲ by ،Services & Automative Principles

۲- McGraw-Hill. ۱۹۹۴ ،by I.Lrozenfeld ،Inhibitors-Corrosion

۳ - <http://www.petronet.ir>

۴- روزنامه دنیای اقتصاد

۵- ماهنامه نفت پارس www.naftepars.ir

۶- مدیریت صنایع شیمیایی ، شهناز عباسپور کارشناس مسئول آزمایشگاه مواد آلی

۷ - میشل ریاکاوا. طراحی سیستم های دفاع هواپیماها، هلی کوپترها در مقابل یخ زدگی و حریق، مترجم

کامبیز میربها، ۱۹۷۷

۸ - نادر فرهمند. فرآیند سیستم سرمایه‌ش، ۱۳۸۸

۹ - کتابچه عملیاتی پترشیمی بندر امام خمینی (ره)