Archive of SID

چهارمین کنفرانس مشعل و کوره های صنعتی
تهران، ۲۹ خرداد ۱۳۹۳ مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا
تلفن تهران: ۸۸۶۷۱۶۷۶ www.Koureh.ir

بازیافت توان الکتریکی به میزان ۳/۸ مگا وات برای واحد ۱۰۳ میدان گازی پارس جنوبی با استفاده از انتگراسیون انرژی

نادر میرزاد[۱]، علی اصغر روحانی[۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی،دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود
NaderMirzad1367@Yahoo.Com

چکیده

در واحد ۱۰۳ فازهای ۲و۳ میدان گازی پارس جنوبی (Condensate Stabilization Unit) میعانات ورودی را در برج تقطیری که مشتمل بر ۱۹ سینی و کندانسور کاملا برگشتی می باشد (103-C-101)، تا رسیدن به RVP ۸ الی ۱۲ psia تثبیت می نمایند. در این واحد عملیاتی دو کولر هوائی بنام های 103-A-104 (کندانسور برج تثبیت) و 103-A-101 (کولر هوائی میعانات تثبیت شده) موجود است که میزان توان الکتریکی مصرفی در این دو تجهیز با توجه به ΔT و دبی جریان های ورودی، قابل توجه می باشد. البته لازم به ذکر است که میزان مصرف برق در کولر هوائی 103-A-104 به مراتب کمتر از کولر هوائی 103-A-101 می باشد. در این پروژه بهینه سازی واحد ۱۰۳ فازهای ۲و۳ با هدف حذف هر دو کولر هوائی (103-A-101 و 103-A-104) و ذخیره سازی توان الکتریکی به میزان ۳/۸ مگا وات صورت گرفته است. ابتدا با استفاده از اطلاعات PFD واحد ۱۰۳، این واحد عملیاتی در محیط نرم افزار تجاری HYSYS با در نظر گرفتن تمامی جزئیات با دقتی بالغ بر ۹۹/۹ درصد شبیه سازی گردید. سپس نیاز سرمایشی فرآیند در بخش کندانس بخار بالاسری برج 103-C-101 و خنکسازی میعانات تثبیت شده با استفاده از تکنیک انتگراسیون فرآیند مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. در ادامه براساس آنالیز انرژی، سناریوئی جهت تامین نیاز سرمایشی واحد ۱۰۳ در هر دو بخش مذکور ارائه گردید و نتایج این سناریو مجددا با استفاده از نرم افزار در واحد ۱۰۳ نهادینه شد. نتایج شبیه سازی نشان داد که در صورت بکارگیری سناریو پیشنهادی، شاهد حذف کولر های هوائی 103-A-101 و 103-A-104، کاهش قابل ملاحظه هزینه های عملیاتی و تعمیر و نگهداری و ذخیره سازی ۳/۸ مگا وات توان الکتریکی در واحد ۱۰۳ فازهای ۲و۳ پارس جنوبی خواهیم بود.

واژه‌های کلیدی: نرم افزار Hysys، انتگراسیون انرژی، میعانات گازی، بهینه سازی

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود
۲- استادیار گروه مهندسی شیمی و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

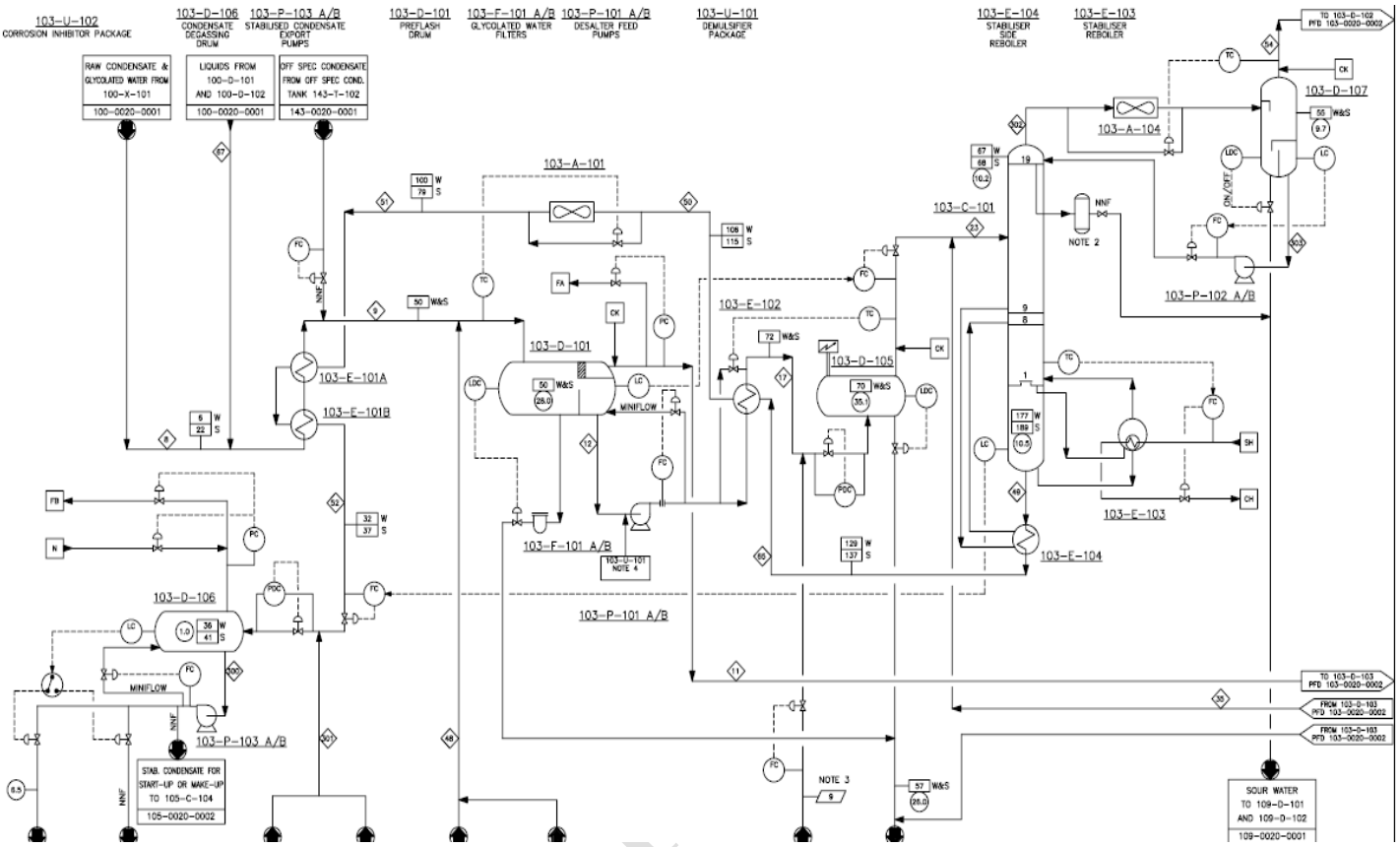
نقطه آغازین انتگراسیون فرآیند به سال ۱۹۸۰ در جهت کاهش مصرف انرژی بر می‌گردد. از سال ۱۹۹۰ به بعد روش هایی برای کاربردهای صنعتی آن از قبیل کل هزینه‌های سالانه ، کاربرد در واحد و انعطاف‌پذیری واحد،توسعه داده شود. امروزه برآورده‌های اجتماعی از قبیل محیط زیست و تغذیه در انتگراسیون فرآیند به صورت پخش جدایی ناپذیری تبدیل گشته است.دلیل اصلی برای دستیابی به مزایای استفاده از انتگراسیون فرآیندها در حقیقت موضوعاتی هستند که به نیازمندی های سیستم ما را نزدیک می‌کنند.بیشتر واحدها در صنایع دارای اتصالات داخلی بسیار پیچیده‌ای از قبیل قطعات پیشرفته،با توجه به این مسائل است که به نیازهای اساسی واحد نزدیک خواهیم شد.تحقیقات محلی بدون شک در نتیجه‌گیری برای بهینه‌سازی بسیار موثرند.در سطح انتگراسیون حرارتی، انتگراسیون فرآیند می‌تواند سطح بهینه بازیافت حرارتی را که با طراحی شبکه مبدل ها از نظر کمترین هزینه تجهیزات همخوانی داشته باشد را مشخص کند.در سطح حرارت و توان،انتگراسیون فرآیند می‌تواند مقدار بهینه بارگذاری و یا سطح مصرف و یا تولید بخار را و همچنین موقعیت های ترکیب سیستم های حرارتی و توانی را مشخص کند .در بهینه سازی درست اقتصادی و ترمودینامیکی می‌توان با به کاربردن نمودارهای گرافیکی و روش های سیستماتیک در انتگراسیون فرآیند پمپ حرارتی مناسب را انتخاب کرد.در زمینه افزایش تولید واحد،انتگراسیون فرآیند می‌تواند در از بین بردن گلوگاه ها برای افزایش ظرفیت تولید مورد استفاده قرار گیرد.به عنوان یک مثال واضح یک سیستم انرژی را در نظر بگیرید که دارای محدودیت دبی جریان جرمی در طول فرایند است.این موضوع در بسیاری از واحدهای پالایش نفت موقعی که کوره در حداکثر ظرفیت خود کار می‌کند دیده می‌شود.انتگراسیون فرآیند همچنین در اجتناب از سرمایه‌گذاری در بخش واحدهای پشتیبان با استفاده از بازیافت بهینه حرارت در فرایند بسیار موثر است[۱-۳].

۲- واحد تثبیت میعانات فازهای ۲و۳ میدان گازی پارس جنوبی

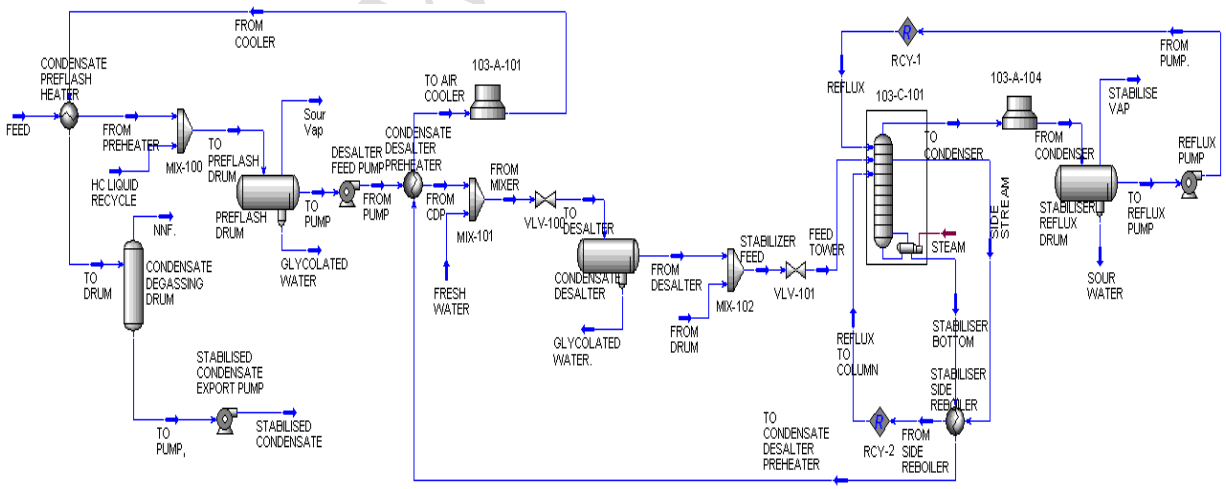
خوراک ورودی(میعانات گازی تثبیت نشده) با فشار ۱۰۰۰ کیلو پاسکال و دمای ۶۷ درجه سانتیگراد از سینی سوم وارد برج تثبیت کننده می شود،جریان میعانات تثبیت شده با دمای ۱۸۷ درجه سانتیگراد از ریبویلر خارج شده و به سمت مبدل های حراتی و کولر هوایی جهت کاهش دما ارسال می شود،یک ریبویلر جانبی نیز در پایین برج وجود دارد که به جهت کمک به ریبویلر اصلی برج مورد استفاده قرار می گیرد.بخار خروجی از بالای برج با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد وارد کولر هوایی(شکل۱و۲) شده و تا دمای ۵۵ درجه سانتیگراد خنک شده و جهت تفکیک فاز گاز و مایع به جدا کننده ارسال می شود.مایع گرفته شده از جدا کننده تحت عنوان مایع برگشتی پس از عبور از پمپ مجددا به سینی ۱۹(شماره گذاری از پایین به بالا است) ارسال می شود و گاز خروجی از جدا کننده به همراه گاز گرفته شده از جدا کننده دو فازی ابتدای فرایند به مرحله بعد ارسال می شود.نتایج حاصل از شبیه سازی حاکی از این است که در دمای فعلی کندانسور(۵۵ درجه سانتیگراد) جدا کننده سه فازی نمی تواند به خوبی هر سه فاز(گاز- میعانات سبک گازی- آب ترش) موجود در جریان خروجی از چگالنده را از یکدیگر تفکیک نماید و این مسئله باعث می شود که میزان زیادی از هیدروکربن های قابل بازیافت که دارای ارزش زیادی می باشند همراه با جریان گاز خروجی از جدا کننده به مراحل دیگر ارسال شوند.روش ارائه شده که در ادامه شرح آن نیز گفته خواهد شد تا حد زیادی مشکلات فوق الذکر را رفع می نماید[۴].

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱ : شماتیک واحد تثبیت میعانات گازی فازهای۲و۳ میدان گازی پارس جنوبی[۴]



شکل۲: شماتیک شبیه سازی برج تثبیت میعانات گازی

www.SID.ir

Archive of SID

۳- مسئله تحقیق

خوراک ورودی(میعانات گازی تثبیت نشده) با فشار ۱۰۰۰ کیلو پاسکال و دمای ۶۷ درجه سانتیگراد از سینی سوم وارد برج تثبیت کننده می شود،جریان میعانات تثبیت شده با دمای ۱۸۷ درجه سانتیگراد از ریبویلر خارج شده و به سمت مبدل های حراتی و کولر هوایی جهت کاهش دما ارسال می شود،یک ریبویلر جانبی نیز در پایین برج وجود دارد که به جهت کمک به ریبویلر اصلی برج مورد استفاده قرار می گیرد.بخار خروجی از بالای برج با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد وارد کولر هوایی شده و تا دمای ۵۵ درجه سانتیگراد خنک شده و جهت تفکیک فاز گاز و مایع به جدا کننده ارسال می شود.مایع گرفته شده از جدا کننده تحت عنوان مایع برگشتی پس از عبور از پمپ مجددا به سینی ۱۹(شماره گذاری از پایین به بالا است) ارسال می شود و گاز خروجی از جدا کننده به همراه گاز گرفته شده از جدا کننده دو فازی ابتدای فرایند به مرحله بعد ارسال می شود.نتایج حاصل از شبیه سازی حاکی از این است که در دمای فعلی کندانسور(۵۵ درجه سانتیگراد) جدا کننده سه فازی نمی تواند به خوبی هر سه فاز(گاز- میعانات سبک گازی- آب ترش) موجود در جریان خروجی از چگالنده را از یکدیگر تفکیک نماید و این مسئله باعث می شود که میزان زیادی از هیدروکربن های قابل بازیافت که دارای ارزش زیادی می باشند همراه با جریان گاز خروجی از جدا کننده به مراحل دیگر ارسال شوند.

در حال حاضر سه تجهیز بیشترین مصرف انرژی را در واحد ۱۰۳ داشته که عبارتند از:

۱- کولر هوایی 103-A-101 : در این کولر هوایی میعانات گازی خروجی از مبدل گرمایی قبل از برج تثبیت،از دمای ۱۱۵ درجه تا ۷۹ درجه سانتیگراد خنک می شوند که میزان مصرف برق برای این تجهیز برابر با ۱۵۵ kw-hr می باشد(شکل۱).

۲- کولر هوایی 103-A-104 : این کولر هوایی در اصل کندانسور برج پایدارسازی بوده و وظیفه آن چگالش بخار بالاسری برج می باشد.چگالش در این تجهیز از دمای ۶۸ درجه تا ۵۵درجه سانتیگراد می باشد. میزان مصرف برق برای این تجهیز برابر با ۶/۸۵۴ kw-hr می باشد.

۳- مبدل حرارتی 103-E-103 : این مبدل گرمایی،ریبویلر برج تثبیت می باشد که گرمای مورد نیاز در آن توسط بخار فشار بالا (HPS) به شدت ۱۸۰۲۰ kg/hr تامین می گردد.

با توجه به مطالب فوق می توان مسئله را اینگونه بیان نمود،میزان مصرف انرژی در واحد تثبیت و بخصوص در سه تجهیز بررسی شده بالا بوده و می بایست با استفاده از تکنیک های مرتبط با بهینه سازی انرژی،میزان مصرف انرژی را کاهش داد.برای این منظور در زیر هزینه تامین انرژی را در کولرهای هوایی و ریبویلر محاسبه نمودیم :

(دوره کارکرد) ۸۰۰۰ × قیمت برق × کیلووات ساعت برق مصرفی = هزینه برق در کولرهای هوایی

دلار در سال ۷۴۴۰۰ = ۸۰۰۰ (قیمت هر کیلووات ساعت) [۵] ۰/۰۶ × ۱۵۵ = هزینه برق در کولر هوایی103-A-101

دلار در سال ۳۲۹۰ = ۸۰۰۰ (قیمت هر کیلووات ساعت) ۰/۰۶ × ۶/۸۵۴ = هزینه برق در کولر هوایی103-A-104

۸۰۰۰ × قیمت هر ۱۰۰۰ کیلوگرم بخار[۵] × میزان بخار مصرفی در ریبویلر (کیلوگرم در ساعت) = هزینه بخار در ریبویلر

دلار در سال ۹۵۴۳۴۰ = ۸۰۰۰ × $ ۶/۶۲ × ۱۸۰۲۰ = هزینه بخار

۱۴۸۰۱ (دلار در سال) = From Aspen HTFS Software = هزینه های عملیاتی 103-A-101

۲۶۱۳ (دلار در سال) = From Aspen HTFS Software = هزینه های عملیاتی 103-A-104

۴- انتگراسیون انرژی واحد ۱۰۳ فازهای ۲و۳ میدان گازی پارس جنوبی

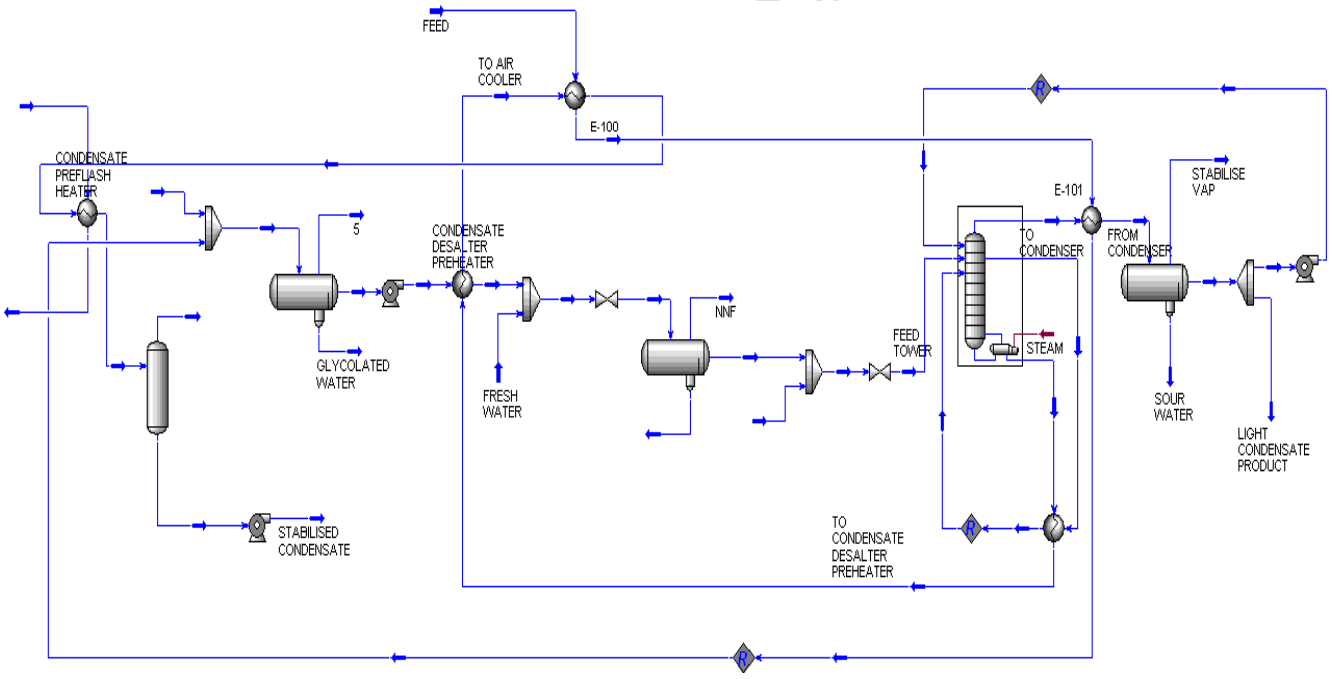
خواسته ما از انتگراسیون فرآیند جلوگیری از مصرف برق در کولر های هوائی 103-A-101 و 103-A-104 و حذف آن ها از فرآیند و کاهش مبدل های گرمائی می باشد.بدین ترتیب ما می خواهیم جریان میعانات گازی بدون استفاده از سرمایش مستقیم و استفاده از Utility به دمای مورد نظر برسد (شکل شماره ۳).بعبارت دیگر ما می بایست جریانی را در فرآیند مد نظر

www.SID.ir

Archive of SID

داشته باشیم که بتواند نیاز سرمایشی ما را در این بخش از فرآیند تامین نموده و منجر به کاهش مصرف انرژی،کاهش مبدل های گرمائی و بازگشت سرمایه گردد.

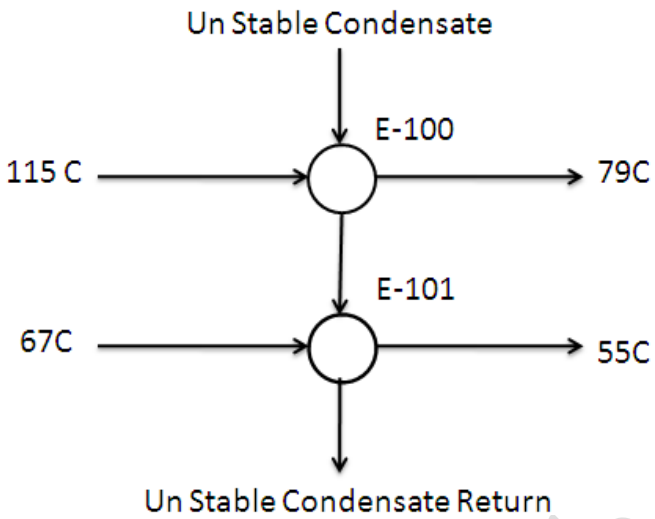
با توجه به شبیه سازی و نتایج آن، می توان گفت که خوراک دارای دمای بسیار مناسبی جهت کاهش دمای میعانات می باشد که می تواند سناریو خوبی باشد. شکل شماره ۴ نشان دهنده کلیت سناریو بوده و جهت تعیین مقادیر دما در هر مرحله از نرم افزار کمک گرفته شده است.به عبارت دیگر سناریو پیشنهادی با استفاده از نرم افزار در فرآیند اعمال و نتایج از ان استخراج گردیدند. با توجه به شکل شماره ۳ به منظور استفاده از دمای جریان خوراک باید از دو مبدل گرمائی بنام های E-100 و E-101 که بترتیب جایگزین کولر های هوائی 103-A-101 و 103-A-104 شده اند،استفاده نمائیم. ابتدا خوراک (مخلوط جریان های ۸ و ۶۷) با دمای ۲۲ درجه سانتیگراد در مبدل گرمائی E-100 با جریان مایعات گازی (جریان شماره ۵۰ در PFD) خروجی از مبدل گرمائی 103-E-102 تبادل حرارت داده و در طی این تبادل گرما، دمای خوراک از ۲۲ درجه سانتیگراد به ۴۵/۶۳ درجه سانتیگراد افزایش می یابد و دمای مایعات گازی نیز بدون استفاده از کولر هوائی تا ۷۹ درجه کاهش پیدا می کند (شکل شماره ۴). در ادامه جریان خوراک جهت دومین مرحله از تبادل به بالای برج جائیکه کولر هوائی -103-A 104 عملیات چگالش بخار بالاسری را انجام می دهد ارسال می شود،در این مرحله مجددا خوراک در مبدل گرمائی پوسته – لوله E-101 با بخار بالاسری که با دمای ۶۷ درجه سانتیگراد خارج می شود،تبادل گرما می نماید(شکل شماره ۴).در اثر تبادل گرما در مبدل مذکور دمای خوراک به ۴۷/۵ درجه سانتیگراد و دمای بخار بالاسری تا ۵۵ درجه سانتیگراد کاهش خواهد یافت. بدین ترتیب هر دو کولر هوائی از فرآیند حذف می گردند.



شکل۳:شماتیک شبیه سازی برج تثبیت در حالت بهینه شده

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۴:.شماتیک سناریو تعریف شده

۵- نتیجه‌گیری

در این پروژه با استفاده از نقشه عملیاتی (PFD) واحد تثبیت میعانات گازی فاز۲و۳ با استفاده از نرم افزار تجاری ASPEN HYSYS طراحی و میزان مصرف انرژی در تجهیزات گرمائی آن محاسبه شد. سپس اطلاعات حرارتی جریان ها با هدف تعریف یک روش برای کاهش مصرف انرژی ، کاهش تجهیزات و اصلاح شبکه مبدل های حرارتی، آنالیز شد. در ادامه پروژه، با استفاده از نتایج حاصل از آنالیز انرژی جریان های فرآیندی و مقایسه این انرژی با انرژی مصرفی در تجهیزات سرمائی (کولر های هوائی) یک روش جهت استفاده از امکانات سرمایشی فرآیند (جریان خوراک) به منظور تامین نیاز فرآیند در این مورد ارائه شد. با توجه به نتایج آنالیز انرژی نیازهای فرآیندی که مرتبط با موضوع این پروژه می باشند عبارتند از:

۱- خنک سازی در کولر هوائی 103-A-101

۲- خنک سازی در کولر هوائی 103-A-104

براساس آنالیز انرژی جریان خوراک دارای انرژی ۸۰۴۶۰۰۰۰۰ کیلوژول بر ساعت می باشد و از طرفی میزان انرژی مورد نیاز برای تامین نیاز سرمایشی در کولر های هوائی مذکور در مجموع برابر با ۱۳۷۰۰۵۹۰ کیلو ژول در ساعت است که بسادگی می توان گفت که جریان خوراک قادر است براحتی این نیاز فرآیندی را برطرف نماید. این نتیجه که حاصل از آنالیز انرژی می باشد در فرآیند با استفاده از نرم افزار اعمال شد. نتایج شبیه سازی نشان داد (شکل شماره ۳) که جریان خوراک می تواند در دو مبدل حرارتی E-101 و E-100 دمای جریان های گرم را تا میزان مقرر شده در طراحی کاهش دهد که این امر منجر به حذف هر دو کولر هوائی و بازگشت سرمایه به میزان ۹۷۵۰۴ دلار در سال با نرخ ۶/۵ ماه خواهد شد. در پی حذف کولر های هوائی A-101 و A-104 به میزان ۳/۸ مگاوات توان الکتریکی ذخیره می گردد.

مراجع

[1] Linnhoff B.,Turner J.A. , Pinch Technology, Chem.E.,p.742 (2011)

[2] Rivero R, Anaya A. Exergy Analysis of Industrial Processes, Energy-Economy-Ecology., Latin American Applied Researc 2011; 27(4): 191-205

[3] Zemp R.J, de Faria S.H.B, de L. Oliveria Maia M., Driving Force Distribution and Exergy Loss in the Thermodynamic Analysis of Distillation Columns. Computers Chemical Engineering 21 (2011).

www.SID.ir

Archive of SID

[4] Documents of south pars field development-phases 2&3,condensate stabilization unit 103
[5]www.DOE.com

www.Koureh.ir

www.SID.ir