Archive of SID

استفاده از انرژی گرمایی پساب در واحد بخار سازی کارخانه الفین مجتمع پتروشیمی امیرکبیر به کمک آنالیز پینچ

میثم فرنام: کارشناس ارشد مهندسی فرایند، رییس پژوهش شرکت گاز استان هرمزگان
ناهید رضایی: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی، مهندسی ترموسنتیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر، دانشکده مهندسی شیمی ، ماهشهر ، ایران
behnam.farnam@yahoo.com

چکیده:

دراین مقاله شبکه مبدلهای حرارتی واحد بخارسازی (Process Steam Systam) پتروشیمی امیر کبیر برای چهارجریان فرایندی واحد، به کمک آنالیز پینچ در مبدلهای حرارتی با محاسبات دستی و نرم افزاری، با استفاده ازنرم افزار Aspen HX Net 7.2 بهینه سازی شده است. در این فرایند با افزودن دو مبدل حرارتی مقدار kj/hr 5662702 انرژی که در حال حاضرهدر می رود، به سیستم باز میگردد. مزایای استفاده از فن آوری پینچ در این واحد سبب می شود سطح انتقال حرارت مبدل E-2416 به علت استفاده از مبدل حراتی قبل از آن بمیزان m^2 ۷۱ کاهش می یابد و به میزان kj/hr ۱۲۶۴۵۷۵ انرژی در این مبدل حرارتی به سیستم باز گردد که این خود سبب کاهش بار حرارتی کولر بعد از مبدل حرارتی طراحی شده بکمک آنالیز پینچ در ورودی جریان ۲۰-۲۴ می گردد و در نتیجه دبی جرمی آب خنک کننده کولرE-2413 کاهش چشمگیری می یابد و نیز با استفاده از مبدل حرارتی روی جریان ۱-۲۴ جهت گرم کردن Wash Water به میزان kj/hr 1566776 انرژی به سیستم باز می گردد که این خود سبب کاهش بار حرارتی هیتر E-2415 شده و در نتیجه دبی جرمی استیم مصرفی جهت گرمایش کاهش می یابد. با تبادل حرارت در دو مبدل حرارتی طراحی شده و کاهش دمای آب پروسسِ دور ریز سیستم بخار سازی از C ۱۷۰° به C ۸۳° و نیز کاهش چشمگیر آب C.W مصرفی در کولر E-2413 ، از مشکلات همرینگ در کولر مزبور بعلت گرادیان دمای بالا و فلوی زیاد آب جلوگیری به عمل می آید . با طراحی این دو مبدل بکمک آنالیز پینچ و استفاده آن در واحد عملیاتی سیستم استیم سازی؛ با خروج دبی آب مورد نیاز از این سیستم در کولر E-2413 ، دیگر نیاز به باز کردن درین پمپهای P-2372 A,B و تخلیه آب دور ریز با دمای بالا و آسیب جدی به لوله های P.V.C زیرزمینی نمی باشد و نیز دیگر نیاز به باز کردن درین برج T-2401 جهت دور ریز آب پروسس سیستم و خطرات نا ایمن آن خروج بخار آب در فشار بالا و سر و صدای بسیار آن نمی باشد و این مشکلات فرایندی بکمک تکنولوژی پینچ و بدون تغییر در اصل فرایند حل خواهند شد.

واژه های کلیدی: بخار، آنالیز پینچ، پساب، مبدل حرارتی، آب پروسس دور ریز

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه:

پساب یا فاضلاب به بازمانده ها و دور ریز های عمدتا مایع محلی ، شهری یا صنعتی گفته می شود. شیوه گرد آوری و دور ریزی آن در هر منطقه ، بسته به آگاهی محلی نسبت به محیط زیست فرق می کند و دانشمندان معتقدند آینده از آن کسانی خواهد بود که بهترین استفاده را از آب بنمایند بطوری که در سالهای آینده دیگر شاهد جنگ نفت نخواهیم بود و شاید در آینده ای نه چندان دور شاهد جنگ آب در جهان باشیم. یکی از محورهای اصلی توسعه پایدار در صنایع پتروشیمی استفاده بهینه از منابع می باشد و استفاده مجدد از فاضلاب به لحاظ اهمیت روز افزون ماده حیاتی آب از اهداف کلان مدیریت شرکت ملی صنایع پتروشیمی بوده است بطوریکه حتی الامکان سعی می شود که پساب واحدهای تولیدی پس از انجام تصفیه، مجددا در بخش آبیاری فضای سبز و یا بخش صنعت در خنک کننده ها مورد استفاده قرار گیرد.شرکت ملی صنایع پتروشیمی بعنوان سکاندار صنعت استراتژیک پتروشیمی در ایران با شعار تلاش مستمر ، آفرینش سبز، بالندگی پایدار، با بهره گیری از حداکثر توان خود در صدد توسعه هر چه بیشتر صنعت از طریق مجتمع های جدید و توسعه مجتمع های موجود می باشد. توسعه ای که پتروشیمی در پی دستیابی به آن است توسعه پایدار و همه جانبه بوده و عمیقا به این باور معتقد است که بدون حفظ محیط زیست و استفاده بهینه از منابع، توسعه هر صنعتی تک بعدی و ناپایدار است. لذا استفاده مجدد از پساب از گزینه های مورد توجه در صنعت پتروشیمی می باشد[1]. تنها نگرانی استفاده از پسابها، بروز آلودگیهای زیست محیطی در دراز مدت است. بنابراین به منظور رفع چالش های زیست محیطی موجود و ارائه راهکارهای مناسب برای استفاده پایدار از پسابها، تعیین نوع آلودگی های ناشی از آبیاری با فاضلاب، و تاثیرات زیست محیطی ناشی از آن بایستی بطور کامل بررسی گردد. مدیریت پسماند عبارت است از برنامه ریزی، ساماندهی، مراقبت و عملیات اجرایی مربوط به تولید، جمع آوری، ذخیره سازی، حمل و نقل، بازیافت، پردازش و دفع پسماندها و همچنین آموزش و در زمینه پسماندها اطلاع رسانی شود.

فن آوری پینچ یک روش برای حداقل کردن مصرف انرژی بر اساس محاسبات ترمودینامیکی می باشد. این هدف بهینه کردن سیستمهای بازیابی حرارتی، روشهای تامین انرژی فرایند و شرایط عملکرد آن حاصل می شود. این فن آوری به نام های انتگراسیون حرارتی (Heat integration) ، انتگراسیون انرژی یا انتگراسیون تکنولوژی پینچ نیز معروف است [۲].

یکی از معضلات پالایش نفت خام همواره وجود مولکولهای سنگین حاصل از تقطیر می باشد این مواد سنگین با ساختار چند کربنی علاوه بر ارزان بودن آن، همواره مشکلاتی از قبیل حمل و نقل و گرفتگی مسیر به علت ویسکوزیته بالا را در پی داشته و دارند.انسان امروز همواره در این فکر بوده که تا جای ممکن برشهای سوداور و پر کاربرد نفت خام که همان برشهای سبک آن می باشد را تا جای ممکن افزایش دهد لذا طراحی دستگاه آیزوماکس در پالایشگاه و نیز طراحی فرایند های کراکینگ و رفرمینگ و ... خود گواه این مهم می باشد.عملیات کراکینگ انواع مختلفی دارد که یکی از روشهای معمول آن کراکینگ حرارتی در حضور بخار آب می باشد.عملیات کراکینگ حرارتی در حضور بخار آب یکی از راههای شکست مولکولی، جهت هدایت فرایند بمنظور دستیابی به مولکولهای سبک تر می باشد و معمولا این فرایند در کوره های پیرولیز واحد الفین انجام می گیرد. بمنظور جلوگیری از تشکیل کک و یا واکنشهای پلیمری حین کراکینگ لذا به خوراک کراک شده ؛ بخار آب جهت رقیق سازی و جلوگیری از واکنشهای پلیمریزاسیون تزریق می گردد.

۲- شرح فرایند :

بخار رقیق ساز (Dilouent Steam) یا همان Process Steam بخار خشکی با دمای C ۱۸۰° و فشار 7 Bar می باشد، که به گاز کراک تزریق می گردد. این بخار به رادیکالهای آزاد بوجود آمده در اثر کراکینگ خوراک

www.SID.ir

Archive of SID

جهت رقیق کنندگی آن بمنظور جلوگیری از بوجود آمدن کک و یا تشکیل زنجیره های پلیمری تزریق می گردد. بخار رقیق ساز در واحد استیم سازی پتروشیمی امیر کبیر به سه صورت ذیل تهیه می گردد:

۱- در مبدلهای استیم ساز E2412 A-H با تبادل حرارت با سیال PFO(Process Fuel Oil) .

۲- با انبساط بخار MPS و در نتیجه کاهش دما و فشار آن در شرهای فشار شکن و تبدیل آن به بخار رقیق ساز.

۳- بکمک کندانسهای MPS در مبدلهای E-2411 A,B و تولید بخار مزبور.

کندانسهای مربوط به بخار رقیق ساز در برج T-2301 از گاز کراک جدا شده و در درام D-2331 تثبیت می شود و توسط پمپ های P-2372 A,B به عنوان Wash Water جهت استیم سازی دوباره به سمت مبدلهای حرارتی E-2416 و E-2415 هدایت می شود. جریان ۱۹-۲۳ در مبدل حرارتی E-2416 با سیال PGO تبادل حرارت انجام داده و دمای آن از ۷۳ C به ۱۱۲^{0} C می رسد و خروجی آن که با شماره ۱-۲۴ در نقشه PFD نمایش داده شده نیز با تبادل حرارت در هیتر E-2415 با MPS دمای آن تا ۱۴۵^{0} C افزایش می یابد و جریان ۲-۲۴ به قسمت فوقانی برج T-2401 هدایت می شود. جریان تحتانی برج T-2401 نیز با فشار افزایی در پمپ های P-2471 A,B با فشار ۹Bar به سمت مبدلهای حرارتی استیم ساز E-2412 A-H و E-2411 A,B هدایت می شوند. اضافی جریان آب نیز پس از خنک شدن در کولر E-2413 با دمای ۵۰ C از سیستم خارج می شود.

تعدادی از مشکلات فرایندی موجود که با استفاده از آنالیز پینچ در بهینه سازی فرایند این واحد بر طرف می شوند شامل :

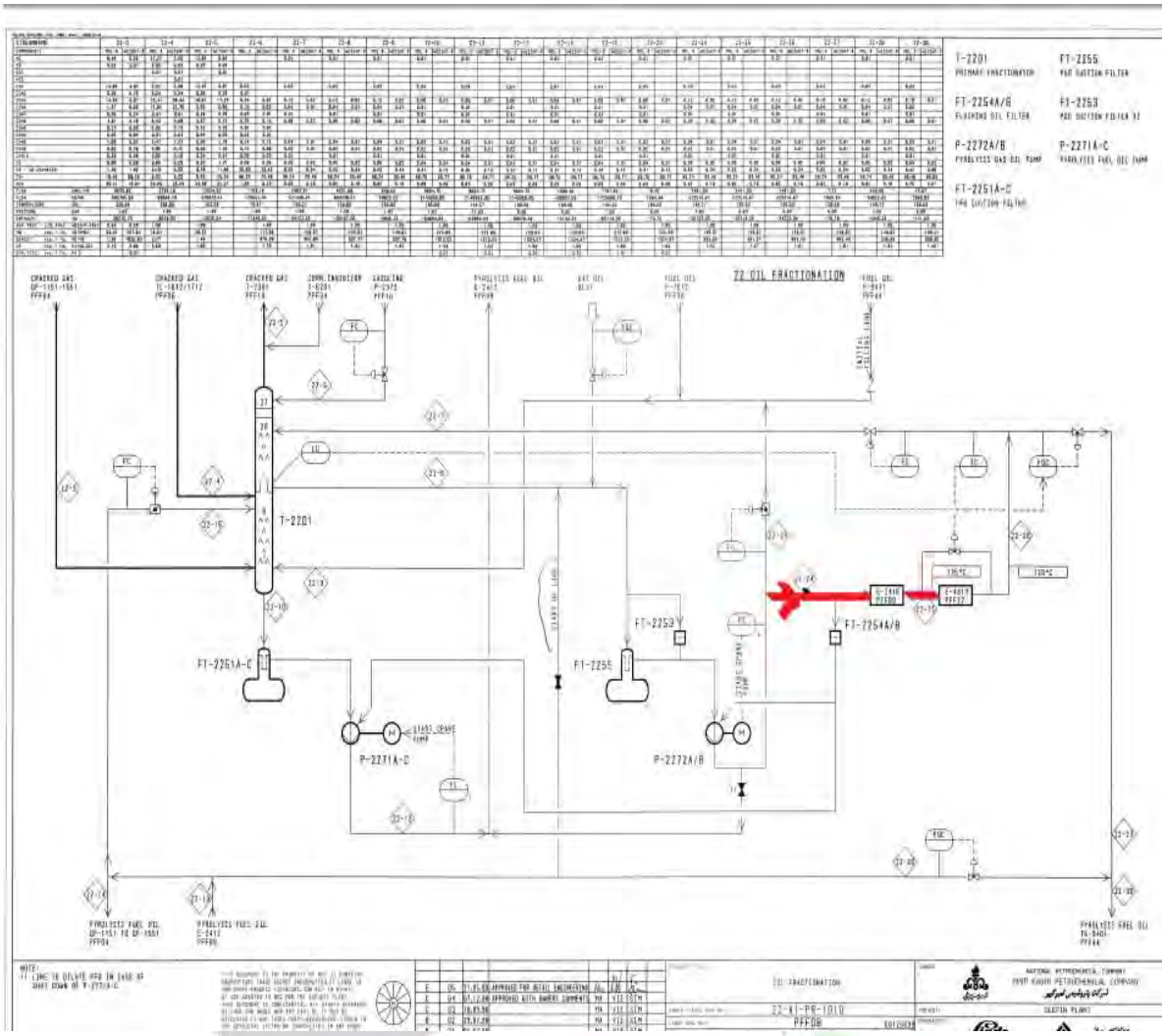
۱- در کولر E-2413 بعلت گرادیان دمایی بالا و فلوی زیاد آبِ دور ریزِ پروسس؛ همرینگ شدیدی بوجود می آید.

۲- با توجه به مشکلات فرایندی ذکر شده در کولر E-2413 بنابراین آبِ پروسس اضافی از طریق درین برج T-2401 خارج می شود که خود خطرات خروج بخار فشار بالا و سر و صدای بسیار آن را بهمره دارد.

۳- با توجه به مشکلات فرایندی ذکر شده در کولر E-2413 خروج دور ریزِ آبِ پروسس با دمای ۷۳ C از طریق درین پمپ های P-2372 A,B مشکلاتی را برای لوله ای P.V.C زیر زمینی از جمله تورم و شکاف خوردگی در اثر حرارت را بهمراه دارد.

www.SID.ir

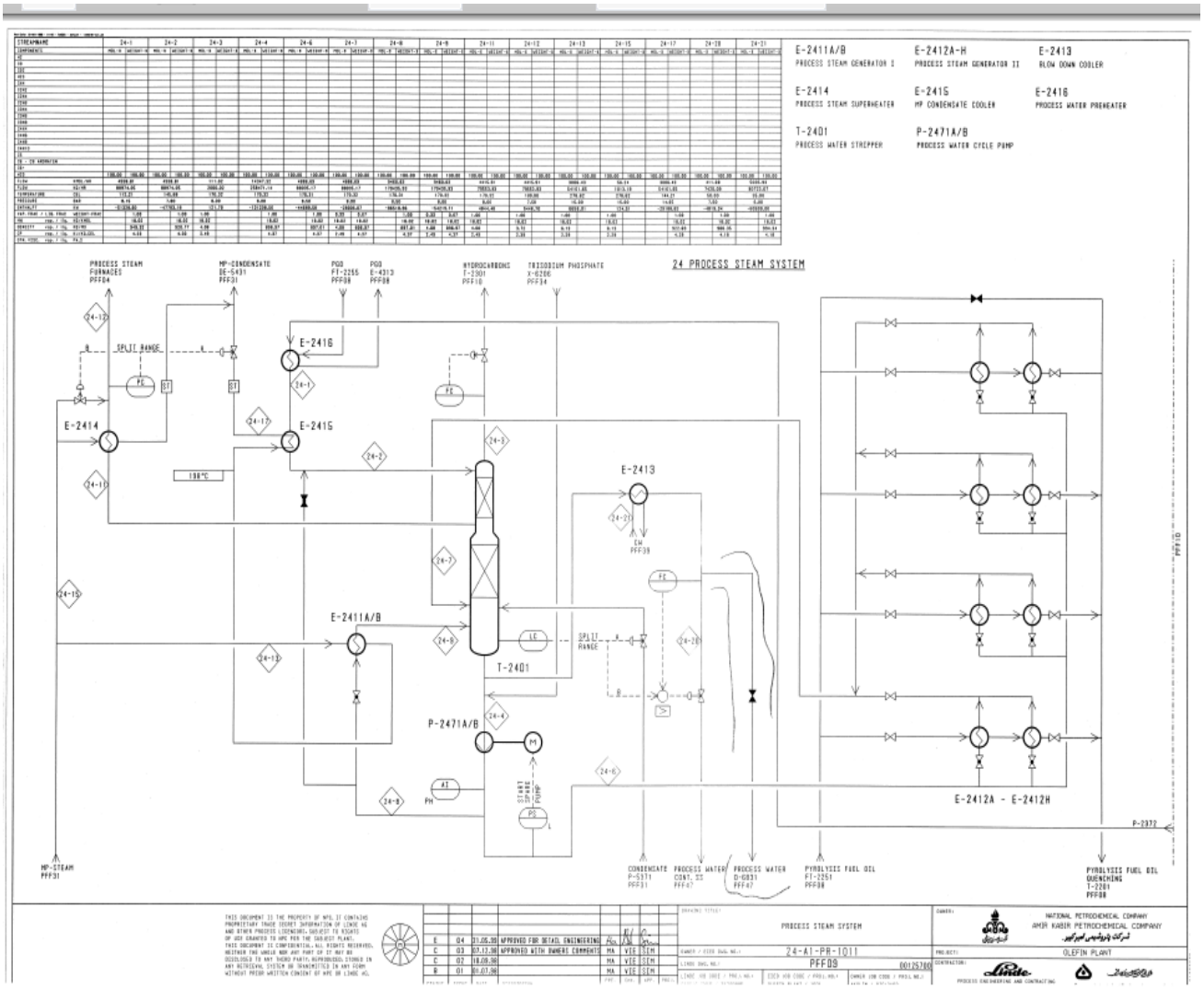
Archive of SID



شکل ۱- PFD جریان PGO مربوط به ۲۴-۲۲ و ۲۵-۲۲

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲- PFD واحد استیم سازی پتروشیمی امیر کبیر

۳-بهینه سازی صورت گرفته :

در اینجا با یک بررسی علمی تجربی و بدون تغییر در اصل فرایند و با افزودن دو مبدل حرارتی علاوه بر صرفه جویی مصرف انرژی به میزان 5662702 kj/hr ؛ کاهش چشمگیر سطح مبدل E-2416 بمیزان ۷۱ m^2 را شامل میشود که خود منجر به راحتی در فرایند تعمیرات واحد می گردد.

با توجه به در نظر گرفتن چهار جریان فرایندی به شرح جدول ذیل عملیات محاسبات پینچ را انجام می دهیم.

www.SID.ir

Archive of SID

	T (in)	T (out)	F (kg/hr)	Cp (kj/kg.c)	F.Cp (kj/hr.c)
Hot 1 (Process Water)(24-20)	170.32	50	7420	4.37	32425
Hot 2 (PGO)(22-24 , 22-25)	149.77	135	522516	1.9	992780
Cold 1 (Wash Water)(23-19 , 24-1)	73	112	88974	4.25	378139
Cold 2 (Wash Water)(24-1 , 24-2)	112	145.88	88974	4.25	378139

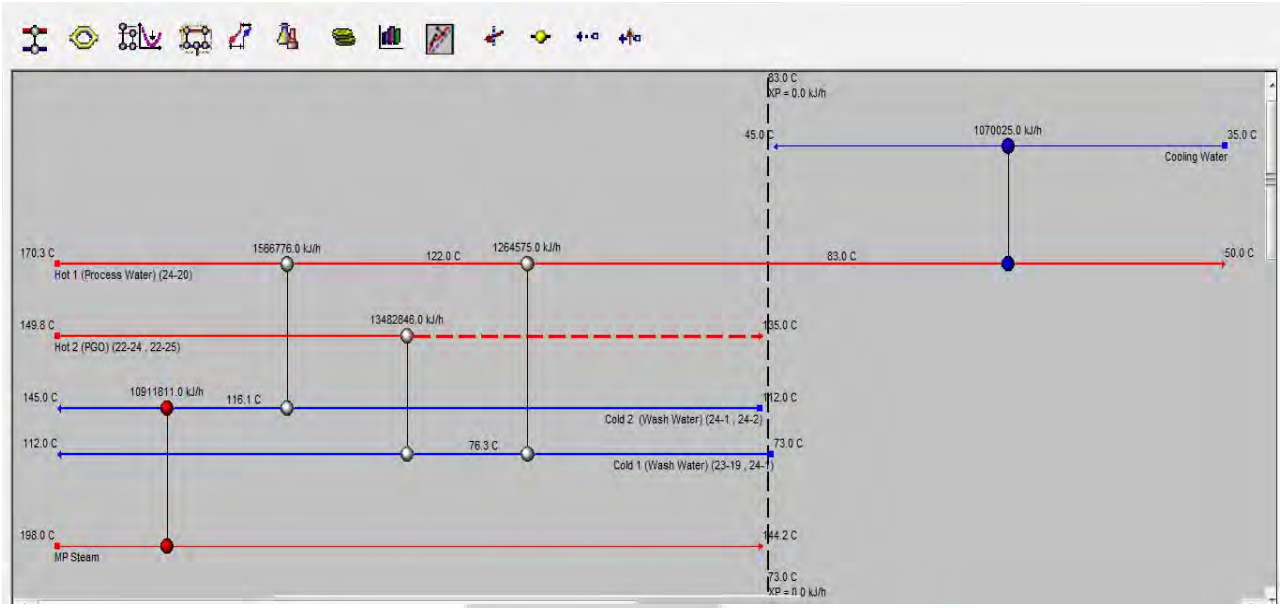
جدول ۱- جریانهای فرآیندی و مشخصات آنها جهت بهینه سازی

داده های جدول فوق را در نرم افزار Aspen HX Net 7.2 به شرح شکل ۱ وارد کرده و سپس با توجه به محاسبات دستی اقدام به انتگراسیون فرآیندی می نماییم و با تعیین نقطه پینچ مبدلهای حرارتی را جایگزاری نموده و بهینه سازی فرآیند را انجام میدهیم. در شکل ۲ ملاحظه می شود که با انجام عملیات پینچ و با افزودن دو عدد مبدل حرارتی و بدون تغییرات در اصل فرآیند از اتلاف مقدار 5662702 kj/hr انرژی جلوگیری می شود. مبدل اول ابتدا بین دو جریان فرایندی Wash Water با شماره ۱۹-۲۳ و جریان کندانسهای آب پروسس با شماره ۲۰-۲۴ قرار می گیرد که در نهایت ۱۲۶۴۵۷۵ kj/hr انرژی به نفع سیستم می گردد که در این مبدل حرارتی جریان ۱۹-۲۳ از دمای ۷۳° C تا دمای ۷۶,۳° C افزایش می یابد و این خود باعث شده که سطح مبدل حرارتی E-2416 ، ۷۱ m^2 کاهش می یابد و یا در صورت عدم تغییر سطح مبدل مذکور می توان فلوی سیال فرایندی PGO افزایش یابد تا انتقال حرارت به نحو مقتضی صورت پذیرد که این امر باعث جلوگیری از ته نشینی و کاهش چشمگیر رسوب در مبدل E-2416 خواهد شد. مبدل حرارتی دوم در خروجی مبدل E-2416 روی جریان فرایندی ۱-۲۴ واقع می شود و تبادل حرارت را بین دو جریان فرآیندی Wash Water و جریان کندانسهای آب پروسس انجام می دهد که در نهایت از هدر رفت مقدار 3133552 kj/hr انرژی جلوگیری به عمل می آورد و دمای آب Wash Water مربوط به جریان ۱-۲۴ را تا دمای ۱۱۶,۱° C افزایش می دهد که این خود باعث کاهش بار حرارتی هیتر E-2415 بمیزان 1566776 kj/hr خواهد شد. در نتیجه با تبادل حرارت در دو مبدل طراحی شده و کاهش دمای آب پروسسِ دور ریز سیستم بخار سازی از ۱۷۰° C به ۸۳° C و نیز کاهش چشمگیر آب C.W مصرفی در کولر بعد از آن از مشکلات همرینگ در کولر E-2413 بعلت گرادیان دمای بالا و فلوی زیاد آب جلوگیری به عمل می آید و نیز با کارکرد مناسب کولر E-2413 دیگر نیاز به خروج آب اضافی در سیستم از طرق نامطلوب نمی باشد.

شکل۳- جدول داده های فرآیندی جریانها بهمراه مشخصات جریان در نرم افزار Aspen HX Net 7.2

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۴- بهینه سازی فرآیند بکمک آنالیز پینچ در مبدل های حرارتی به کمک نرم افزار Aspen HX Net 7.2

4- نتایج و بحث:

۱- مقدار 5662702 kj/hr انرژی که در حال حاضر در سیستم استیم سازی واحد الفین پتروشیمی امیرکبیر هدر می رود، با استفاده از تکنولوژی پینچ به سیستم باز میگردد.

۲- سطح انتقال حرارت مبدل E-2416 به علت استفاده از مبدل حراتی قبل از آن در بهینه سازی فرایند بکمک آنالیز پینچ، بمیزان m^2 ۷۱ کاهش می یابد.

۳- با استفاده از مبدل حرارتی روی جریان ۱۹-۲۳ جهت خنک کردن Process Water به میزان kj/hr ۱۲۶۴۵۷۵ انرژی به سیستم باز می گردد که این خود سبب کاهش بار حرارتی کولر E-2413 شده و در نتیجه دبی جرمی آب خنک کننده کولر کاهش می یابد.

۴- با استفاده از مبدل حرارتی روی جریان ۱-۲۴ جهت گرم کردن Wash Water به میزان 1566776 kj/hr انرژی به سیستم باز می گردد که این خود سبب کاهش بار حرارتی هیتر E-2415 شده و در نتیجه دبی جرمی استیم مصرفی جهت گرمایش کاهش می یابد.

۵- با تبادل حرارت در دو مبدل طراحی شده و کاهش دمای آب پروسسِ دور ریز سیستم بخار سازی از ۱۷۰ C به ۸۳ C و نیز کاهش چشمگیر آب C.W مصرفی در کولر بعد از آن از مشکلات همرینگ در کولر E-2413 بعلت گرادیان دمای بالا و فلوی زیاد آب جلوگیری به عمل می آید.

۶- با تبادل حرارت در دو مبدل طراحی شده و کاهش دمای آب پروسسِ دور ریز سیستم بخار سازی از C ۱۷۰ به C ۸۳ و نیز کاهش چشمگیر آب C.W مصرفی در کولر بعد از آن از مشکلات باز کردن درین برج T-2401 جهت خروج آبهای دورریز و سرو صدا وخطر خروج بخار آب ۷ Bar از درین برج جلوگیری به عمل می آید.

www.SID.ir

Archive of SID

۷- با تبادل حرارت در دو مبدل طراحی شده و کاهش دمای آب پروسسِ دور ریز سیستم بخار سازی از C ۱۷۰ ° به C ۸۳ ° و نیز کاهش چشمگیر آب C.W مصرفی در کولر بعد از آن از مشکلات تخلیه آب دور ریز با دمای C ۷۳ ° از درین P-2372 A,B و ورود آب گرم به محوطه سایت و آسیب جدی آب گرم به لوله های P.V.C زیرزمینی جلوگیری به عمل می آید.

۵-نتیجه گیری:

با توجه به دیدگاه انتگراسیون فرآیند و مطالعات علمی- تجربی بدون تغییر در اصل فرآیند و با استفاده از آنالیز پینچ در مبدلهای حرارتی می توان جهت بهبود فرآیند و کاهش هزینه ها و مشکلات بهره برداری گام برداشت.

۶-مراجع:

[1] Byron,W,2002 , Reverse Osmosis a practical guide for industrial users

[۲]. Linnhof B.,& Witherell W.D " Pinch Technology And Guide Retrofit ", Institute Of Chemical Engineers, England, 3rd Ed., 1984

[۳]. Documents & PFD of Amirkabir Petrocemical Company.

www.SID.ir