

استفاده از انرژی گرمایی پساب در مبدل E-2413 کارخانه الفین مجتمع پتروشیمی امیرکبیر

میثم فرنام: کارشناس ارشد مهندسی فرایند، رییس پژوهش شرکت گاز استان هرمزگان
 پرویز درویشی: دکتری مهندسی شیمی، استادیار، عضو هیئت علمی گروه مهندسی شیمی دانشگاه یاسوج
 ناهید رضایی: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی، مهندسی ترموستیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر،
 دانشکده مهندسی شیمی، ماهشهر، ایران

Behnam.Farnam@yahoo.com

چکیده:

در این مقاله از انرژی هدر رفت آب پسماند واحد بخارسازی (Process Steam System) کارخانه الفین پتروشیمی امیرکبیر برای دو جریان فرایندی واحد استفاده شده و به کمک آنالیز پینچ در مبدلهای حرارتی با محاسبات دستی و نرم افزاری، با استفاده از نرم افزار Aspen HX Net 7.2 بهینه سازی صورت گرفته است. در این فرایند با افزودن یک مبدل حرارتی مقدار 3133552 kJ/hr انرژی که در حال حاضر هدر می رود، به سیستم باز میگردد که این خود سبب کاهش بار حرارتی کولر E-2413 قرار گرفته در بعد از مبدل حرارتی طراحی شده، در ورودی جریان $20-24$ می گردد و در نتیجه دبی جرمی آب خنک کننده کولر E-2413 کاهش چشمگیری می یابد و نیز با استفاده از مبدل حرارتی روی جریان 1-24 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. مزایای استفاده از انرژی هدر رفت آب پسماند مبدل E-2413 در این واحد سبب می شود که با تبادل حرارت در مبدل حرارتی طراحی شده با کاهش دمای آب پروسس دور ریز سیستم بخار سازی از 170°C به 122°C 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 با استفاده از انرژی پساب و بدون تغییر در اصل فرایند حل خواهند شد.

واژه های کلیدی: پساب، مبدل حرارتی، بهینه سازی فرایند، آب فرایند دور ریز

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 سکندار 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].

فن آوری پینچ یک روش برای حداقل کردن مصرف انرژی بر اساس محاسبات ترمودینامیکی می باشد. این هدف بهینه کردن سیستمهای بازبازی 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 [2].

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 سودآور 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 (Diluent 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 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:

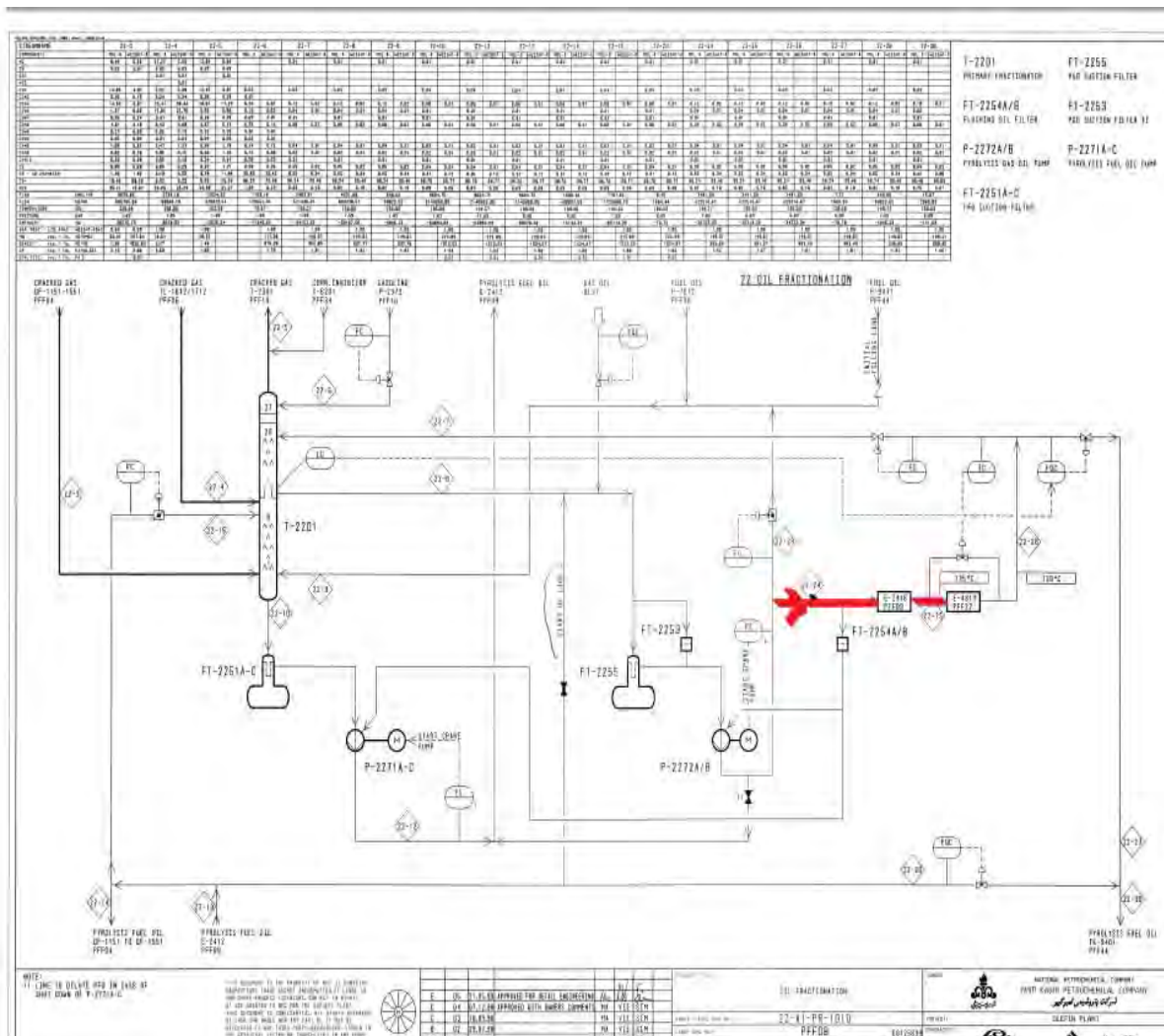
- ۱- در مبدل های استیم ساز E2412 A-H با تبادل حرارت با سیال PFO (Process Fuel Oil).
- ۲- با انبساط بخار MPS و در نتیجه کاهش دما و فشار آن در شرهای فشار شکن و تبدیل آن به بخار رقیق ساز.
- ۳- بکمک کندانسهای MPS در مبدل های E-2411 A,B و تولید بخار مزبور.

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 73°C به 112°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 145°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 افزایشی 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 50°C از سیستم خارج می شود.

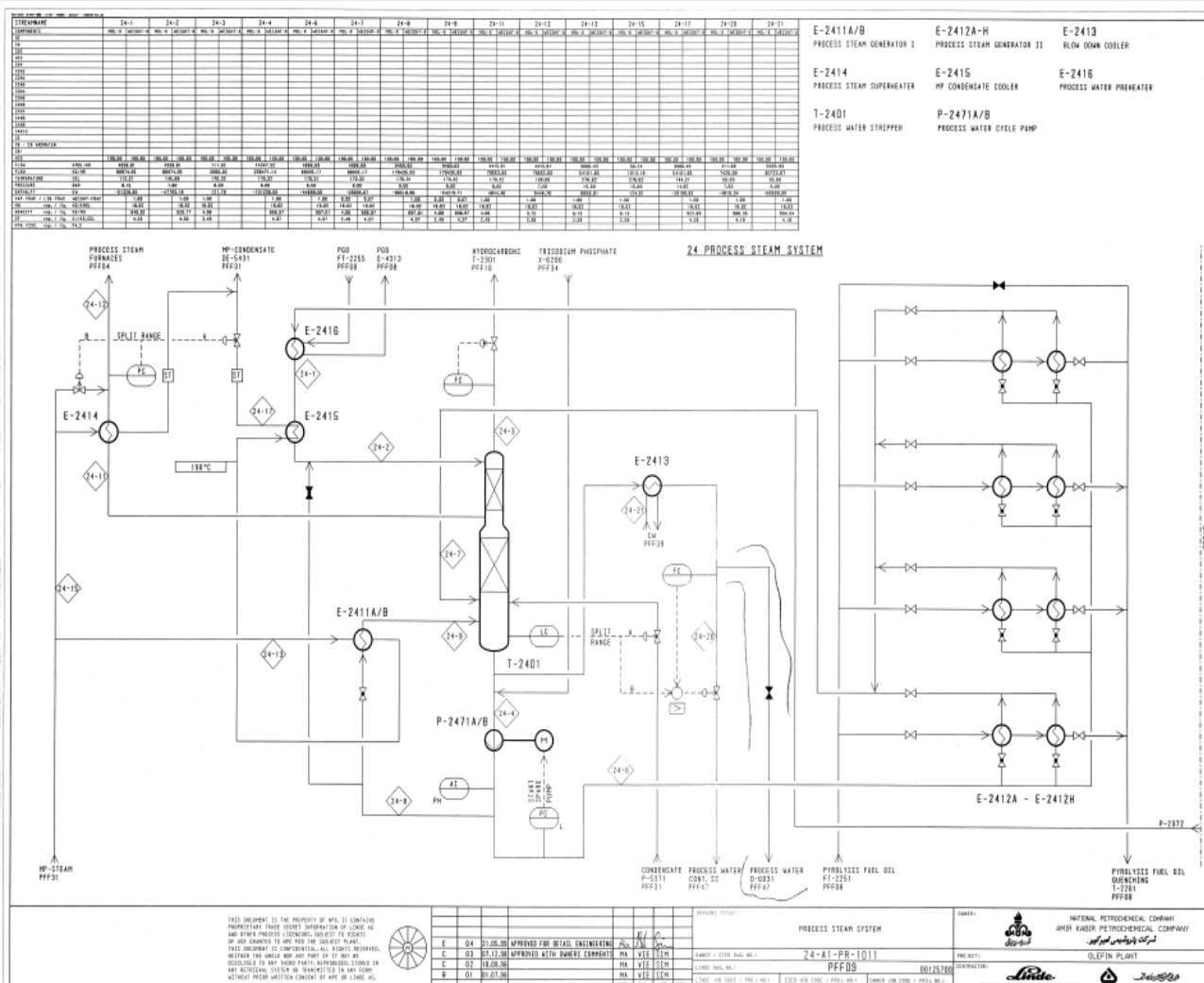
تعدادی از مشکلات فرایندی موجود که با استفاده از آنالیز پینچ در بهینه سازی فرایند این واحد بر طرف می

شوند شامل :

- ۱- در کولر E-2413 بعلت گرادیان دمایی بالا و فلوی زیاد آب 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 بهمراه دارد.
- ۳- با توجه به مشکلات فرایندی ذکر شده در کولر E-2413 خروج دور ریزِ آبِ پروسس با دمای 73°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.



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



شکل ۲- 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 یک مبدل حرارتی از اتلاف انرژی به میزان 3133552 kJ/hr از آب پسماند جلوگیری می گردد. با توجه به در نظر گرفتن دو جریان فرایندی به شرح جدول ذیل عملیات محاسبات پینچ را انجام می دهیم.

	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

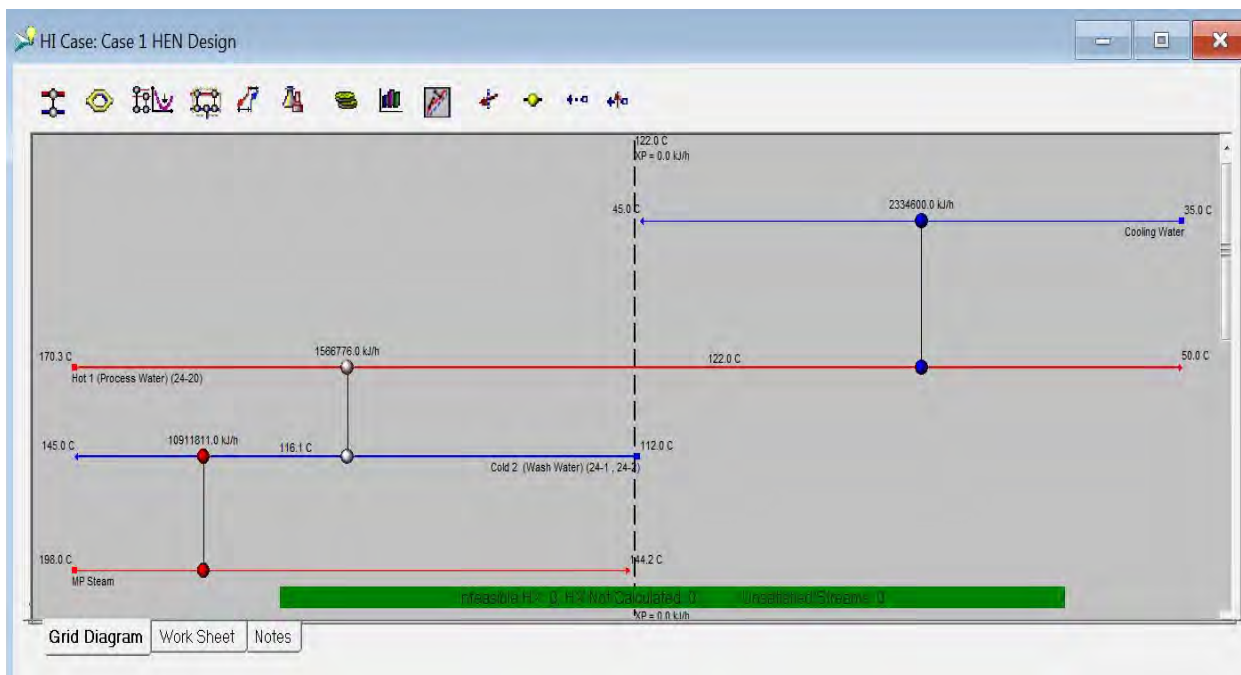
Cold 1 (Wash Water)(24-1 , 24-2)	112	145.88	88974	4.25	378139
----------------------------------	-----	--------	-------	------	--------

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 از انرژی آب پسماند به میزان ۳۱۳۳۵۵۲ کج/هر استفاده می شود. مبدل حرارتی طراحی شده در خروجی مبدل E-2416 روی جریان فرآیندی ۱-۲۴ واقع می شود و تبادل حرارت را بین دو جریان فرآیندی Wash Water و جریان کندانسهای آب پروسس انجام می دهد و دمای آب Wash Water مربوط به جریان ۱-۲۴ را تا دمای C ۱۱۶٫۱ افزایش می دهد که این خود باعث کاهش بار حرارتی هیتر E-2415 بمیزان ۳۱۳۳۵۵۲ کج/هر خواهد شد. در نتیجه با تبادل حرارت در مبدل طراحی شده و کاهش دمای آب پروسس دور ریز سیستم بخار سازی از C ۱۷۰ به C ۱۲۲ 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.

Name	Inlet T [C]	Outlet T [C]	MCp [kJ/C-h]	Enthalpy [kJ/h]	Segm	HTC [kJ/h-m2-C]	Flowrate [kg/h]	Effective Cp [kJ/kg-C]	DT Cont. [C]
Hot 1 (Process Water) (24-20)	170.8	50.0	3.249e+004	3.901e+006		720.0	—	—	Global
Cold 2 (Wash Water) (24-1 , 24-2)	112.0	145.0	3.781e+005	1.248e+007		720.0	—	—	Global
MP Steam	198.0	144.2				2.160e+004		1981	Global
Cooling Water	35.0	45.0				1.350e+004		4.183	Global

شکل ۳- جدول داده های فرآیندی جریانها به همراه مشخصات جریان در نرم افزار Aspen HX Net 7.2



شکل ۴- 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 انرژی 3133552 kJ/hr 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- با استفاده از مبدل حرارتی روی جریان ۱-۲۴ جهت گرم کردن Wash Water به میزان 1566776 kJ/h 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.

۳- با تبادل حرارت در دو مبدل طراحی شده و کاهش دمای آب پروسس دور ریز سیستم بخار سازی از 170°C به 122°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.

۴- با تبادل حرارت در دو مبدل طراحی شده و کاهش دمای آب پروسس دور ریز سیستم بخار سازی از 170°C به 122°C و نیز کاهش چشمگیر آب C.W مصرفی در کولر بعد از آن از مشکلات باز کردن درین برج T-2401 جهت خروج آبهای دور ریز و سرو صدا و خطر خروج بخار آب ۷ Bar از درین برج جلوگیری به عمل می آید.

۵- با تبادل حرارت در دو مبدل طراحی شده و کاهش دمای آب پروسس دور ریز سیستم بخار سازی از 170°C به 122°C و نیز کاهش چشمگیر آب C.W مصرفی در کولر بعد از آن از مشکلات تخلیه آب دور ریز با دمای 73°C 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، استفاده بهینه از انرژی پسابهای صنعتی، 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 Petrochemical Company.

