بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه سیستان و بلوچستان

تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در مهندسی شیمی- فرآیندهای جداسازی

عنوان:

شبیه‌سازی و انتگراسیون حرارتی شبکه مبدل‌های حرارتی واحد تقطیر شرکت پالایش شیراز

اساتید راهنما:

دکتر مرتضی زیودار

دکتر فرهاد شهرکی

مشاور صنعتی:

مهندس عبدالرضا زارع

تحقیق و نگارش:

حسین رضائی

این پایان‌نامه از حمایت مالی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره‌مند شده است

شهریور ۱۳۹۰

بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان **شبیه‌سازی و انتگراسیون حرارتی شبکه مبدل‌های حرارتی واحد تقطیر شرکت پالایش شیراز** قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی- فرآیندهای جداسازی توسط دانشجو **حسین رضائی** تحت راهنمایی اساتید پایان نامه دکتر مرتضی زیودار و دکتر فرهاد شهرکی تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می‌باشد.

حسین رضائی

این پایان نامه ۶ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ..... توسط هیئت داوران بررسی و درجه ..... به آن تعلق گرفت.

	نام و نام خانوادگی	**امضاء**	**تاریخ**
استاد راهنما:	دکتر مرتضی زیودار		
	دکتر فرهاد شهرکی		
استاد مشاور:			
داور ۱:	دکتر عبدالرضا صمیمی		
داور ۲:	دکتر محمد خرم		
نماینده تحصیلات تکمیلی:	دکتر محمود میری		

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب حسین رضائی تأیید می کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: حسین رضائی

امضاء

تقدیم به

پدر و مادر عزیزتر از جانم که شور عشق و بذر دانش را در اندیشه‌ام سپردند و مرا در تمام مراحل زندگی یاری نمودند.

تقدیم به همراهان لحظه‌های زندگی‌ام

برادران و خواهر مهربانم

و تقدیم به

همه آنهایی که دوستشان دارم.

تقدیر و تشکر

بارالها اکنون که مرحله‌ای ناچیز از مراحل صعود در پله‌های علم و دانش را طی نموده‌ام، خود را کوچکتر از آن می‌بینم که حرکتی به خود نسبت دهم، چرا که اگر تو نمی‌خواستی من هیچ نبودم، اما اکنون که تو خواستی سپاس تو را می‌دارم و امید آن دارم که در راه تو قویتر از همیشه گام بردارم و جز حقیقت و راستی نپویم.

هم‌اکنون که به یاری خداوند سبحان پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود را به پایان می‌رسانم بر خود لازم می‌دانم که از زحمات و راهنمایی‌های اساتید ارجمندم دکتر مرتضی زیودار و دکتر فرهاد شهرکی تشکر و قدردانی نمایم.

همچنین از مهندس شمس‌الدینی مدیر عامل محترم پالایشگاه شیراز و مهندس عبدالرضا زارع بخش مهندسی پالایش که از هیچگونه کمکی در راستای این پایان‌نامه دریغ نفرمودند نیز کمال تشکر و امتنان را دارم.

و در آخر از کلیه اساتید محترم، کارمندان و دانشجویان عزیز دانشکده مهندسی شیمی و دوستان عزیزم آقایان مهندس حامد علوی‌نژاد، حاج مهدی زارعی، مجید سرکاری، محمد سردشتی، محسن غفاریان، میثم حسینی و خانم ها مهندس نعیمه ستاره شناس و فرزانه علی بخشیان و تمام دوستان ورودی ۸۸ که یاد آنها همواره بر صفحه دلم خواهد ماند صمیمانه تشکر می کنم.

حسین رضائی

چکیده

طراحی شبکه مبدل‌های حرارتی یکی از بخش‌های مهم طراحی فرآیند می باشد. با طراحی اصولی این شبکه‌ها می‌توان هزینه کلی واحد را تا حد قابل ملاحظه‌ای کاهش داد. . با این وجود برخی از تغییراتی که پس از طراحی در شرایط عملیاتی فرآیند رخ می‌دهد، لزوم اصلاح شبکه موجود را مشخص می‌کند. هدف از اصلاح شبکه، طراحی شبکه‌ای اقتصادی با در نظرگرفتن محدودیت‌های عملیاتی و متناسب با شرایط عملیاتی جدید می‌باشد. دو روش رایج در اصلاح و بازبینی شبکه، روش طراحی پینچ و روش برنامه‌نویسی ریاضی می‌باشند. روش پینچ زمان‌بر بوده و براساس تجربه و قضاوت طراح و با رویکردی دستی به حل مسأله می‌پردازد. در حالی که روش برنامه‌نویسی ریاضی سریع‌تر بوده و اعمال سلیقه طراح در آن کمتر می‌باشد این روش با رویکردی دقیق به‌دنبال بهینه‌ترین جواب برای اصلاح شبکه می‌باشد. در این پروژه از ترکیب دو روش بهینه سازی ریاضی و روش پینچ که بر اساس تحلیل ترمودینامیکی و طراحی کاربردی می باشند، جهت اصلاح واحد تقطیر پالایشگاه شیراز مورد بررسی قرار گرفته است. اصلاح شبکه مبدل‌های حرارتی قبل از کوره برج اتمسفریک، باعث بهره‌وری بهتر از انرژی‌های گرمایی موجود در سیستم شده، دمای خوراک (نفت خام) ورودی به کوره‌ها را افزایش می‌دهد و در نهایت موجب کاهش بار حرارتی کوره می‌گردد. اصلاحات صورت گرفته در شبکه مبدل های حرارتی شامل، اضافه کردن دو مبدل حرارتی فرآیند-فرآیند و یک کولر آبی و تقسیم چند جریان می‌باشد. بررسی نتایج اصلاح شبکه نشان می‌دهد که با سرمایه‌گذاری ۱۱۸۸۴۳۲دلار و زمان بازگشت سرمایه ۱۰ ماه می توان میزان بار حرارتی کوره‌ها و منبع سرد خارجی به ترتیب ٪۲۵ و ٪ ۳۹ کاهش داده و شرایط عملیاتی واحد را به حالت نرمال رساند. در نهایت برای اطمینان از صحت نتایج، طرح پیشنهادی در نرم افزار Aspen Plus شبیه سازی و نتایج آن بررسی شده است.

کلمات کلیدی: انتگراسیون حرارتی- شبکه مبدل‌های حرارتی- اصلاح و بازبینی شبکه- شبیه‌سازی- واحد تقطیر

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول ۱

مقدمه..... ۱

۱-۱- انتگراسیون گرمایی شبکه ی مبدل های گرمایی..... ۲

۱-۲- مفاهیم طراحی جدید و بازنگری..... ۲

۱-۳- هدف پژوهشی پروژه..... ۳

۱-۴- روند کلی پایان نامه..... ۳

فصل دوم..... ۴

مروری بر مطالعات انجام شده..... ۴

۲- ۱- مروری بر سیر پیشرفت در طراحی شبکه مبدل‌های حرارتی و آنالیز پینچ..... ۵

۲-۲- چگونگی گسترش تکنولوژی پینچ در صنعت..... ۹

فصل سوم..... ۱۲

مفاهیم و اصول طراحی و اصلاح شبکه مبدل‌های حرارتی..... ۱۲

۳-۱- مقدمه..... ۱۳

۳-۲- روش‌های متداول اصلاح شبکه..... ۱۵

۳-۲-۱- اصلاح شبکه به وسیله بازبینی مستقیم ساختمان آن..... ۱۵

۳-۲-۲- اصلاح شبکه به صورت یک طرح جدید..... ۱۵

۳-۲-۳- اصلاح شبکه با استفاده از تکنولوژی پینچ..... ۱۶

۳-۲-۴- اصلاح شبکه با استفاده از مدل برنامه نویسی ریاضی..... ۱۶

۳-۳-آشنایی با تکنولوژی پینچ به منظور اصلاح شبکه مبدل‌های حرارتی..... ۱۶

۳-۴- استفاده موثر از مبدل‌ها..... ۱۹

۳-۵- هدف‌گذاری ۲۰
۳-۵-۱- روش هدف‌گذاری به روش α ثابت ۲۱
۳-۵-۲- روش هدف‌گذاری به روش α افزایشی ۲۲
۳-۵-۳- تخمین هزینه سرمایه‌گذاری و میزان ذخیره‌سازی انرژی در اصلاح شبکه ۲۳
۳-۶- طراحی ۲۴
۳-۶-۱- تحلیل مبدل‌های موجود ۲۵
۳-۶-۲- تصحیح مبدل‌های نامناسب ۲۶
۳-۶-۳- جای‌گذاری مبدل‌های جدید ۲۶
۳-۶-۴- اعمال تغییرات ممکن در طرح ۲۸
۳-۷- اعمال محدودیت‌های فرآیند در روش طراحی ۲۸
۳-۸- روش مورد استفاده در نرم افزار Aspen HX-Net ۲۸
۳-۹-نتیجه گیری و بحث ۲۹
فصل چهارم ۳۰
مبانی و اصول اولیه طراحی مبدل‌های پوسته و لوله ۳۰
۴-۱- مقدمه ۳۱
۴-۲- مبدل‌های حرارتی پوسته- لوله ۳۱
۴-۲-۱- انواع پوسته ۳۲
۴-۳- طراحی مبدل‌های پوسته- لوله ۳۳
۴-۳-۱-مفاهیم اولیه طراحی ۳۳
۴-۳-۲- روش‌های طراحی مبدل‌های پوسته-لوله ۳۸
۴-۴- جمع بندی ۳۹
فصل پنجم ۴۰
معرفی پالایشگاه شیراز و شرح واحد تقطیر ۴۰
۵-۱- مقدمه ۴۱
۵-۲- معرفی واحدهای پالایشی ۴۱

۵-۲-۱- واحد تقطیر..... ۴۱
۵-۲-۲- واحد کاهش گرانروی..... ۴۲
۵-۲-۳- واحد آیزوماکس (هیدروکراکر)..... ۴۳
۵-۲-۴- واحد هیدروژن سازی..... ۴۳
۵-۲-۵- واحد تصفیه هیدروژنی..... ۴۳
۵-۲-۶- واحد تصفیه گاز مایع..... ۴۴
۵-۲-۷- واحدتبدیل کاتالیستی..... ۴۴
۵-۲-۸- واحد تصفیه نفت سفید با مراکس..... ۴۴
۵-۲-۹- واحد تصفیه نفتای سبک با مراکس..... ۴۴
۵-۲-۱۰- واحد تصفیه گاز با آمین..... ۴۵
۵-۲-۱۱- واحد بازیافت گوگرد..... ۴۵
۵-۲-۱۲- واحد تصفیه آب ترش..... ۴۶
۵-۳-شرح واحد تقطیر..... ۴۶
۵-۴- مبدل های واحد تقطیر..... ۵۰
۵-۵- جمع بندی..... ۵۰
فصل ششم..... ۵۲
شبیه سازی واحد تقطیر پالایشگاه شیراز..... ۵۲
۶-۱- مقدمه..... ۵۳
۶-۲- شبیه‌سازی واحد تقطیر..... ۵۴
۶-۲-۱- انتخاب معادله ترمودینامیکی..... ۵۴
۶-۲-۲- مشخصات خوراک ورودی به واحد تقطیر..... ۵۵
۶-۲-۳- شرح واحد تقطیر..... ۵۷
۶-۲-۴- شبیه‌سازی برج‌های واحد تقطیر..... ۵۷
۶-۳- نتایج شبیه‌سازی و مقایسه با اطلاعات گزارش شده..... ۶۷
۶-۳-۱- نتایج حاصل از تعریف مواد..... ۶۷

۶-۳-۲- نتایج دبی، درجه حرارت و دیگر خواص جریان‌های خروجی واحد تقطیر ۶۸
۶-۴- جمع بندی ۷۳
فصل هفتم ۷۴
اصلاح شبکه مبدل‌های حرارتی واحد تقطیر ۷۴
۷-۱- مقدمه ۷۵
۷-۲- تشخیص گلوگاه‌ها در شبکه مبدل‌های حرارتی ۷۶
۷-۳- حذف گلوگاه‌ها از شبکه مبدل‌های حرارتی ۷۶
۷-۴- بررسی اهداف و دیدگاه های طرح ۷۷
۷-۵- بررسی شبکه موجود ۷۷
۷-۵-۱- شبیه سازی منابع سرد و گرم خارجی در محیط Aspen HX-Net ۷۸
۷- ۵-۲- ترسیم شبکه مبدل های حرارتی ۸۰
۷-۶- هدف گذاری ۸۳
۷-۶-۱- تعیین ΔT_{min} بهینه ۸۳
۷-۶-۲-برآورد هزینه سرمایه گذاری ۸۳
۷-۶-۳- برآورد هزینه عملیاتی ۸۴
۷-۶-۴- برآورد هزینه کلی سالانه ۸۵
۷-۶-۵- فرضیات هدف گذاری در مورد مطالعاتی ۸۵
۷-۷- بررسی نتایج شبکه هدف گذاری‌شده ۸۷
۷-۸- اصلاح و بازبینی شبکه ۸۹
۷-۹- محاسبات اقتصادی ۹۳
۷-۹-۱- محاسبه هزینه سرمایه گذاری مبدل‌های جدید ۹۳
۷-۹-۲- محاسبه دوره زمانی بازگشت سرمایه ۹۵
۷-۱۰- بررسی صحت نتایج ۹۶
۷-۱۱- جمع بندی ۹۹

فصل هشتم..... ۱۰۰

نتیجه گیری و پیشنهادات..... ۱۰۰

۸-۱- جمع بندی و نتیجه گیری..... ۱۰۱

۸-۲- پیشنهادات..... ۱۰۲

مراجع..... ۱۰۴

پیوست الف: معرفی مجموعه نرم‌افزاری Aspen..... ۱۰۸

پیوست ب: معرفی مدلهای ترمودینامیکی قابل استفاده در فرآیند تقطیر نفت خام..... ۱۱۰

پیوست ج: شبیه سازی برج تقطیر در خلا..... ۱۱۲

پیوست د : نحوه شبیه سازی مبدل ها در Aspen HTFS ۱۱۷

پیوست ه: جدول شاخص های قیمت براساس سه ماه اول سال 2011 ..... ۱۲۰

پیوست و: نتایج شبیه سازی مبدل ها در Aspen HTFS ۱۲۱

پیوست ز: نتایج منحنی های مورد استفاده در هدف گذاری در نرم افزار Aspen HX-Net ۱۳۰

فهرست جداول

عنوان جدول **صفحه**

جدول (۶-۱). انتخاب معادله ترمودینامیکی..... ۵۴

جدول (۶-۲). اطلاعات درصد وزنی ترکیبات سبک نفت خام..... ۵۶

جدول (۶-۳). اطلاعات منحنی TBP نفت خام بر حسب درصد تقطیر..... ۵۶

جدول (۶-۴). مقادیر فشار در قسمت های مختلف برج های واحد تقطیر..... ۵۸

جدول (۶-۵). مشخصات بخارهای مورد استفاده در برج اتمسفریک..... ۶۱

جدول (۶-۶). مقایسه خواص فیزیکی خوراک در دو حالت گزارش‌شده و محاسبه‌شده..... ۶۸

جدول (۶-۷). مقادیر دبی در جریان های خروجی از برج تقطیر اتمسفریک..... ۶۹

جدول (۶-۸). مقادیر دبی در جریان های خروجی در برج تقطیر خلا..... ۶۹

جدول (۶-۹). مقادیر دما و دبی در جریان های جانبی برگشتی در دو برج اتمسفریک و خلا..... ۷۰

جدول (۶-۱۰). بالانس انرژی در جریان های سرد واحد تقطیر..... ۷۱

جدول (۶-۱۱). بالانس انرژی در جریان های گرم واحد تقطیر..... ۷۲

جدول (۷-۱). داده های جریان های فرآیندی، استخراج شده از نرم افزار..... ۷۹

جدول (۷-۲). منابع خارجی انرژی موجود در شبکه..... ۸۰

جدول(۷-۳). پارامترهای ثابت سرمایه گذاری در مبدل ها..... ۸۴

جدول(۷-۴). مقایسه بین شبکه اصلاح شده با شبکه اولیه و هدف گذاری..... ۹۲

جدول (۷-۵). نتایج طرح اصلاحی در نرم افزارهای مختلف و مقایسه با شرایط موجود..... ۹۷

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل **صفحه**

شکل (۳-۱). منحنی ترکیبی یک فرآیند ۱۷

شکل (۳-۲). منحنی ترکیبی جامع یک فرآیند ۱۷

شکل (۳-۳). قوانین طلایی پینچ ۱۹

شکل (۳-۴). چهار منطقه مشخص شده در منحنی سطح براساس انرژی ۲۲

شکل (۳-۵). مراحل طراحی پروژه‌های بازبینی و اصلاح ۲۵

شکل (۳-۶). خلاصه روش‌های تحلیل مبدل‌های موجود ۲۶

شکل (۳-۷). خلاصه روش های تصحیح مبدل های غیر صحیح ۲۷

شکل(۳-۸). خلاصه روش‌های جای‌گذاری مبدل‌های جدید ۲۷

شکل (۴-۱). نمایی از مبدل پوسته و لوله ۳۲

شکل (۴-۲). انواع مبدل پوسته و لوله بر اساس نوع پوسته ۳۲

شکل (۴-۳). مبدل ۱-۱ همراه با نمودار تغییرات دما بر حسب طول ۳۴

شکل (۴-۴). مبدل ۲-۱ همراه با نمودار تغییرات دما بر حسب طول ۳۵

شکل (۴-۵). تعیین F_T بر حسب مقادیر R و P ۳۶

شکل (۴-۶). محدوده طراحی قابل اطمینان در مبدل‌های ۲-۱ ۳۷

شکل (۴-۷). روش نردبانی در طراحی مبدل‌ها ۳۷

شکل(۵-۱). نمایی از پالایشگاه شیراز به صورت دیاگرام جعبه‌ای ۴۲

شکل(۵-۲). نمایی از سیستم پیش‌گرمایش واحد تقطیر ۴۷

شکل (۵-۳). نمای بخش بالاسری واحد تقطیر ۴۸

شکل (۵-۴). برج خلا واحد تقطیر ۴۹

شکل (۶-۱). نمای کلی واحد تقطیر پالایشگاه شیراز ۵۹

شکل(۶-۲). مشخصات برج اتمسفریک ۶۰

شکل (۶-۳). نحوه وارد کردن مقادیر فشار با توجه به جدول (۶-۵) ۶۰

شکل (۶-۴). نمای برج تقطیر اتمسفریک..... ۶۱
شکل (۶-۵). برج تقطیر به همراه شبکه مبدل‌های حرارتی شبیه سازی شده در محیط نرم‌افزار..... ۶۳
شکل (۶-۶). نحوه وارد کردن فشار در پمپ‌ها..... ۶۵
شکل (۶-۷). نحوه وارد کردن فشار در کمپرسورها..... ۶۵
شکل (۶-۸). شبیه سازی واحد تقطیر در محیط Aspen Plus..... ۶۶
شکل (۶-۹). نتایج حاصل تعریف خوراک توسط نرم‌افزار..... ۶۷
شکل (۶-۱۰). مقایسه منحنی TBP در دو حالت گزارش شده و محاسبه شده توسط نرم افزا..... ۶۷
شکل(۷-۱). نمودار پنجره‌ای شبکه مبدل های حرارتی واحد تقطیر..... ۸۱
شکل (۷-۲). نمودار ترکیبی شبکه مبدل های حرارتی..... ۸۲
شکل (۷-۳). نمودار ترکیبی جامع..... ۸۲
شکل (۷-۴). نمودار هزینه کلی بر حسب ΔT_{min}..... ۸۷
شکل (۷-۵). نمایش پنجره ای شبکه مبدل های حرارتی در حالت هدف گذاری..... ۸۹
شکل (۷-۶). نمودار پنجره ای شبکه مبدل های حرارتی در حالت اصلاح شده..... ۹۱
شکل (۷-۷). شبیه سازی واحد تقطیر با توجه به شرایط اصلاحی..... ۹۸

فهرست علائم

علامت	نشانه
A_{tx} (m^2)	حداقل سطح حرارتی مورد نیاز در میزان مصرف انرژی موجود در شبکه
A_x (m^2)	سطح حرارتی واقعی شبکه در میزان مصرف انرژی موجود
a	پارامتر معادله قیمت مبدل‌ها
b	پارامتر معادله قیمت مبدل‌ها
c	پارامتر معادله قیمت مبدل‌ها
C_p (kJ/kg ˚C)	ظرفیت گرمایی ویژه
C_p.M (J/hr ˚C)	حاصل‌ضرب دبی جرمی در ظرفیت حرارتی
Cut point	نمونه برش نفتی
D_s (m)	قطر پوسته
D_t (m)	قطر خارجی لوله
F_{ti}	ضریب تصحیح برای مبدل پوسته و لوله
G_s (kg/m^2s)	شار جرمی
H (MW)	انتالپی
k (W/m ˚C)	ضریب انتقال حرارت هدایتی
k_{ij}	پارامتر تعامل دوتایی برای اجزای i و j
L_{bc} (m)	فاصله بین بافل‌ها
L_{tp} (m)	گام لوله
M_s (kg/hr)	دبی جرمی جریان سمت پوسته

علامت	نشانه
N_t	تعداد لوله‌ها
N_{tpass}	تعداد گذر لوله
$P\ (kg/cm^2)$	فشار
$P_c\ (kg/cm^2)$	فشار بحرانی
$Q\ (MW)$	بار گرمایی
$R\ (J/mol\ ^\circ C)$	ثابت جهانی گازها
$T\ (^\circ C)$	دما
$T_c\ (^\circ C)$	دمای بحرانی
$U\ (kJ/hr\ m^2\ ^\circ C)$	ضریب انتقال حرارت کلی
$V\ (m^3)$	حجم ویژه
Z	فاکتور تراکم
CC	نمودار ترکیبی
Cc	هزینه سرمایه‌گذاری
GCC	نمودار ترکیبی جامع
MINLP	مدل غیرخطی آمیخته چند متغیره
MILP	مدل خطی آمیخته چند متغیره
NLP	مدل غیرخطی

علامت	نشانه
Re	عدد رینولدز
TAC	هزینه سالیانه کلی
ΔT_{min} (˚C)	کمترین اختلاف دمای نزدیکی
$\Delta T_{min, r}$ (˚C)	حداقل نیروی محرکه دمایی مبدل‌ها در مسأله باقیمانده
ΔT_{LM} (˚C)	اختلاف دمای متوسط لگاریتمی
α	بازده شبکه
ρ (kg/m^3)	دانسیته
ν (m/s)	سرعت جریان
μ (cP)	ویسکوزیته
ω_i	ضریب بی‌مرکزی جزء

فصل اول

مقدمه

۱-۱- انتگراسیون گرمایی شبکه ی مبدل های گرمایی

انتگراسیون گرمایی[1] مطالعه‌ای هدفمند است که درک بنیادین از به کارگیری انرژی را در فرآیند فراهم می‌آورد و آن‌را در تعیین اهداف مورد نظر انرژی، بهینه کردن بازیابی گرما و سیستم‌های گرم و سرد خارجی[2] به کار می‌گیرد[۱]. تحقیقات در این حوزه‌ی مطالعاتی، در اواخر دهه‌ی ۱۹۷۰ میلادی با ارائه فناوری پینچ، برای طراحی اصولی شبکه‌ی مبدل‌های حرارتی آغاز گردید. این روش با تکیه بر علم ترمودینامیک و با به کارگیری استراتژی کلیدی هدف‌گذاری[3] قبل از طراحی، مسیر کوتاهی را برای یافتن شبکه‌ای از مبدل‌های حرارتی با حداقل مصرف منابع گرم و سرد خارجی پیشنهاد می‌نمود که غالبا از نظر اقتصادی نزدیکی زیادی به یک طرح بهینه داشت.

به موازات توسعه‌ی دیدگاه ترمودینامیکی برای طراحی شبکه مبدل‌های گرمایی، دیدگاه دیگری نیز پیشنهاد گردید که بر اساس آن در ابتدا، یک ابرساختار (ساختاری که در آن تمام گزینه‌های ممکن که نامزد یک طرح بهینه هستند جای داده شده است) از شبکه‌ی مبدل‌های حرارتی ایجاد می‌شود و سپس با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی برای رسیدن به یک طرح مطلوب، بهینه‌سازی می‌گردد. معمولا در بهینه‌سازی‌های شبکه، هدف کمینه‌کردن هزینه کلی (مجموع هزینه‌های جاری و سرمایه‌گذاری) خواهد بود. در این پروژه از دیدگاه ترمودینامیکی با کمینه کردن مصرف انرژی برای طراحی شبکه‌ی مبدل‌های حرارتی بهره خواهیم برد.

۱-۲- مفاهیم طراحی جدید و بازنگری

طراحی شبکه‌ی مبدل‌های حرارتی همواره در دو حالت طراحی جدید[4] و بازنگری[5] تعریف می‌شود. در طراحی جدید همان‌گونه که از نام آن پیداست شبکه جدیدی طراحی می‌گردد که به آن طراحی ابتدایی نیز گفته می‌شود اما در بازنگری، شبکه‌ی موجود بازبینی می‌شود تا اصلاحاتی هدفمند در آن انجام پذیرد. هدف یا اهداف گوناگونی برای بازنگری یک شبکه قابل تصور است. اهدافی که ممکن است برای رسیدن به هر یک از آن‌ها، نیازمند تغییر بارهای گرمایی مبدل‌های گرمایی در شبکه موجود باشیم. این اهداف می‌تواند کاهش مصرف انرژی در شبکه‌ی موجود، افزایش توان عملیاتی، اصلاح در خوراک ورودی به فرآیند و ... باشد[۲].

---

[1] Heat Integration
[2] Utility
[3] Targeting
[4] New Design
[5] Retrofit