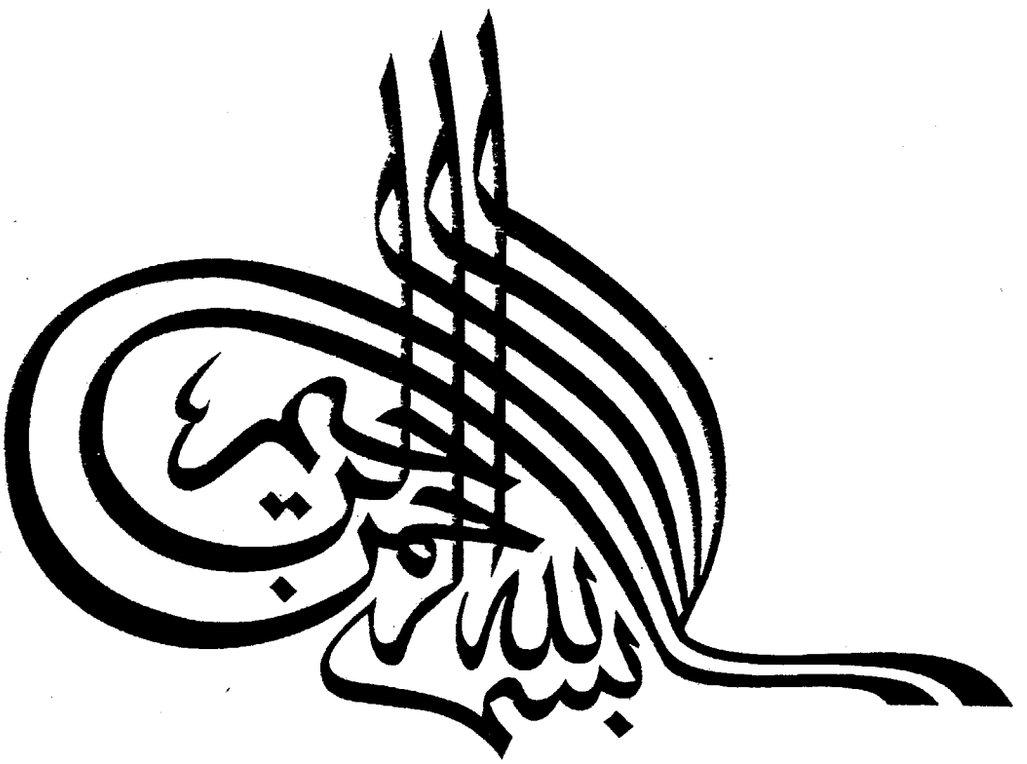


٣٩٣٤٧

بسمه تعالی

دانشگاه تهران　　دانشکده فنی

017274

کاهش مصرف انرژی حرارتی واحد آیزوماکس پالایشگاه تهران

با استفاده از تکنولوژی پینچ

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
۱۳۸۱ /۳/ ۱۰
۲۹۳۶۷

توسط : محمد علیخانی

استاد راهنما : محمدحسن پنجه شاهی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

در

مهندسی شیمی

بهمن ۱۳۸۰

۲۹۳۶۷

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

که با تلاش و جدیت خویش نهال امید و پویایی را در وجود من زنده نگاه داشتند .

و تقدیم به

پویندگان راه علم و بالندگی

چکیده

در این پایان نامه روش اصلاح مبدلهای واحد آیزوماکس پالایشگاه تهران با استفاده از تکنولوژی پینچ بیان شده است.یکی از نقاط قوت تکنولوژی پینچ، هدفگذاری قبل از طراحی است. در مرحله طراحی شبکه، با استفاده از ابزارهای این تکنولوژی از قبیل "مبدلهای در عرض پینچ"، "منحنی نیرو محرکه "و "آنالیز مساله باقیمانده "میتوان مبدلهای ضعیف را شناسایی و اصلاح نمود. مبدلهای جدید جهت پرکردن چاله-های حرارتی ایجاد شده به واسطه جابجایی مبدلهای ضعیف و نیز ثابت ماندن افت فشار جریانها اضافه می شوند. با استفاده از رابطه افت فشار ایده آل و الگوریتم جدید طراحی مبدل، سطح مبدلهای جدید محاسبه می شود .

در واحد مورد بحث با نصب دوازده مبدل جدید با سطح کل $8\,00M^2$ ،هزینه اولیه 718312$ و دوره برگشت 1.98 yr ؛ مصرف سرویس جانبی گرم ۳۳٪ و سرویس جانبی سرد ۱۹٪ کاهش می یابد .

با کمال سپاس و تشکر از استاد گرانقدر

جناب آقای دکتر محمد حسن پنجه شاهی

که در تمام مراحل انجام پروژه راهنمای من بودند.

از خداوند منان می خواهم که ایشان را در تمام امور موفق و موید بدارد.

فهرست مطالب

عنوان — صفحه

بخش اول – تئوری مساله

فصل اول –مقدمه ای برتکنولوژی پینچ ٤

فصل دوم – هدفگذاری ١١

پیشگفتار ١٢

٢-١- تعیین حداقل تعداد مبدلهای مورد نیاز ١٢

٢-٢-هدفگذاری سطح ١٥

٢-٢-١- بهبود هدفگذاری سطح ١٩

٢-٣- هدفگذاری انرژی ٢٤

٢-٣-١- الگوریتم جدول مساله ٢٤

٢-٣-٢- طراحی سیستم سرویس‌های جانبی ٢٩

٢-٤- بررسی‌های اقتصادی ٣٣

٢-٥-اصلاح پارامترهای کوره با استفاده از تکنولوژی پینچ ٣٨

فصل سوم – طراحی ٤٩

پیشگفتار ٥٠

٣-١- بررسی وضعیت مبدلهای موجود شبکه ٥٠

٣-١-١- مبدلهای در عرض پینچ ٥١

٣-١-٢- منحنی نیرو محرکه ٥٢

٣-١-٣- آنالیز مساله باقیمانده ٥٣

٣-٢-بهبود راندمان مبدلهای موجود ٥٥

فصل چهارم – تکمیل و اصلاح شبکه ۵۸

بخش دوم – حل مساله

فصل پنجم – واحدآیزوماکس ٦۵

فصل ششم – شبیه سازی و R ating مبدلها ۷۰

فصل هفتم – هدفگذاری ۷۸

فصل هشتم – طراحی ۸۵

پیشگفتار ۸٦

۸-۱- بررسی وضعیت مبدلهای موجود ۸٦

۸-۱-۱- مبدلهای در عرض پینچ ۸٦

۸-۱-۲- منحنی نیرو محرکه ۸۸

۸-۱-۳- آنالیز مساله باقیمانده ۹۷

۸-۲- روش کار ۹۸

۸-۳- طراحی شبکه ۱۰۱

مراجـــع ۱۰٦

بخش اول

تئوری مساله

فصل اول

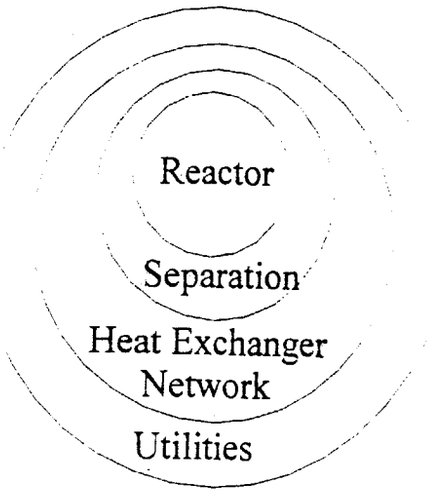
مقدمه ای بر تکنولوژی پینچ

(Pinch Technology Overview)

پیشگفتار

طراحی فرآیندها عموماً شامل چهار بخش اصلی می باشد: طراحی راکتورها، طراحی سیستم جداسازی، طراحی شبکه مبدل‌ها (HEN) و طراحی سیستم سرویس‌های جانبی (Utilities).

شکل ذیل ارتباط چهار بخش فوق را با یکدیگر مطابق مدل مشهور به مدل پیاز نشان میدهد.



مطابق این مدل، طراحی فرآیند از مرکز (رآکتور) شروع شده و به طراحی سیستم سرویسهای جانبی ختم می‌شود؛ بطوریکه بعنوان مثال جهت طراحی شبکه مبدل‌های حرارتی، قبلاً سیستم جداسازی باید طراحی شده باشد.(۱)

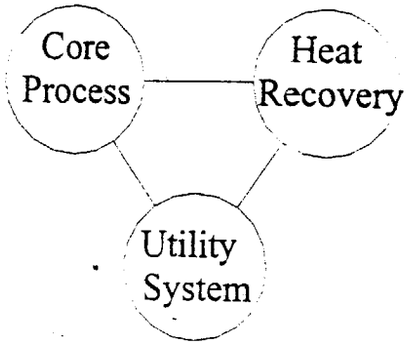
تا قبل از سال ۱۹۷۸ طراحی فرآیندها بر اساس این مدل بطور سری و پشت سرهم صورت می‌پذیرفت.

ابتدا هسته مرکزی شامل سیستم واکنش و جداسازی طراحی می‌شدند که منجر به مشخص شدن دماها و دبی‌ها می‌شد بطوریکه موازنه جرم و انرژی حاصل گردد. با دانستن شدت جریان حرارتی فرآیند، امکان طراحی سیستم بازیافت حرارت فراهم می‌گردید. با مشخص شدن مقدار

حرارت بازیافت شده، باقیمانده نیاز حرارتی فرآیند توسط سیستم سرویسهای جانبی تأمین می‌گردید.

تمام موارد فوق بطور مجزا و بدون درنظر گرفتن تأثیرات مرحله بعد یا قبل انجام می‌شد.

در سال ۱۹۷۸ روش فوق توسط Umeda و همکارانش تغییر یافت بگونه‌ای که هر بخش با در نظر گرفتن ارتباط آن با سایر اجزاء طراحی شوند.



از سرویسهای جانبی که به منظور گرمایش جریانها استفاده میشوند می‌توان به بخار (HP/MP/LP)، آب داغ، روغن داغ و گازهای داغ خروجی اشاره کرد؛ آب‌خنک کن، هوا ،تولیدبخار(Steam Raising)و سیستم تبرید(Refrigeration) از جمله سرویسهای جانبی هستند که برای خنک کردن جریانهای فرآیندی اغلب استفاده می‌شوند.

در طراحی فرآیند، سعی بر آن است تا نیازهای فرآیندی با حداقل فضا و دستگاههای لازم صورت پذیرد؛ این عمل که "انتگراسیون فرآیند" نامیده میشود منجر به کاهش هزینه کل میگردد. یک مثال از این دست شامل استفاده ا زتقطیر همراه با واکنش میباشد بطوریکه دوهسته مرکزی از مدل پیاز در یک دستگاه (ستون سینی‌دار یا پرشده) انجام می‌شود. مثال دیگر سیستم شبکه مبدل‌های حرارتی(HEN) جهت بازیافت حرارت میباشد؛ بگونه‌ای که نیاز گرمایشی یک جریان بهمراه نیازسرمایشی جریان دیگر، هر دو در یک مبدل حرارت صورت می‌پذیرد. این سیستم که

"انتگراسیون حرارتی فرآیند" نامیده میشود منجر به کاهش مصرف انرژی و در مجموع بهینه شدن سیستم از نظر اقتصادی میگردد.

در طراحی مبدل‌های حرارتی (HEN) عوامل متعددی تأثیرگذار هستند: از این عوامل میتوان به موارد ذیل اشاره نمود:

- هزینه‌های عملیاتی
- هزینه‌های اولیه
- ایمنی
- عمل پذیر بودن (Operability)
- نیازهای آتی
- مسایل کنترل

هزینه‌های عملیاتی شبکه شامل مصرف سرویس‌های جانبی گرم و سرد(Hot&Cold Utility) وهزینه انتقال سیال از طریق پمپ و کمپرسور میباشد.

هزینه‌های اولیه شبکه، متأثر از تعداد مبدل‌ها و سطح هر یک، جنس مبدل‌های بکار رفته و هزینه‌های لوله‌کشی، حفاظ‌ها و سایر سازه‌ها می‌باشد.

تا قبل از سال ۱۹۷۸ که تکنولوژی پینچ توسط Umeda و همکارانش جهت طراحی و سنتز شبکه مبدل‌های حرارتی (HEN) ابداع شد از روشی موسوم به MINLP (Mixed Integer Non Linear Programming) جهت این امر استفاده می‌شد. در روش MINLP از روشهای ریاضی پیچیده جهت طراحی و بهینه‌سازی شبکه مبدل‌ها استفاده می‌شود. در این روش بعد از استخراج روابط ریاضی، ارتباط طراح با شبکه و تأثیر وی به حداقل می‌رسد (این ضعف در تکنولوژی پینچ به حداقل رسیده است). امروزه برای طراحی شبکه مبدل‌های حرارتی از ترکیب دو روش فوق (پینچ و MINLP) استفاده می‌شود.

اصطلاح "پینچ" ابتدا توسط Umeda و Itoh در سال ۱۹۷۸ تعریف شد.

برای دو جریان گرم و سرد حداقل اختلاف دما در یکی از دوسر جریانها رخ میدهد. در حالتیکه چندین جریان گرم و سرد وجود داشته باشد(منحنی مرکب) حداقل دمای مزبور در یک نقطه میانی اتفاق می‌افتد (نقطه پینچ).

در تکنولوژی پینچ سه قانون طلایی وجود دارد که رعایت آنها منجر به مصرف انرژی حداقل می‌شود، مطابق این قوانین:

- حرارت نباید در عرض پینچ عبور کند.
- سرویسهای جانبی گرم فقط باید درناحیه بالای پینچ مورد استفاده قرارگیرند.
- سرویسهای جانبی سرد فقط باید درناحیه پایین پینچ مورد استفاده قرارگیرند.

استفاده از تکنولوژی پینچ محدود به شبکه مبدل‌های حرارتی (HEN) نمی‌شود و در طراحی رآکتور، برج تقطیر و بهینه‌سازی کلی فرآیند در کارخانه هایی که مصرف انرژی قابل توجه است مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بوسیله تغییر پارامترهای ذیل میتوان سطح تأمین انرژی را بین نواحی بالا و پایین پینچ تغییر داد:

- دما وفشار رآکتور
- توزیع دما در ستون تقطیر، نسبت برگشتی(Reflux Ratio) ، شرایط خوراک ورودی، شرایط Pump-around ، کندانسورهای میانی
- فشار تبخیرکننده(Evaporator)
- دمای مخزن ذخیره سازی و موارد دیگر

دیاگرام GCC (Grand Composite Curve) در این زمینه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اساس تکنولوژی پینچ ترمودینامیک حرارتی است و کاربردهای وسیع و متنوعی در صنایع مختلف ازجمله فولاد، صنایع غذایی ، لبنی، نساجی، کاغذ، سیمان، صنایع شیمیایی و پتروشیمی و بویژه پالایشگاهها دارد.

از دیگر کاربردهای جالب این تکنولوژی می‌توان به کاهش تولید جریانهای آلوده به ذرات معلق (Water Pinch) و بهینه سازی تولید و مصرف و توزیع هیدروژن (Hydrogen Pinch) اشاره کرد.

از تکنولوژی پینچ در دو زمینه استفاده می‌شود:

۱- طراحی مبنا (Grass-Root Design)

۲- طراحی اصلاحی(Retrofit Design)

طراحی اصلاحی خود به دو دسته : (الف) طراحی اصلاحی برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی و (ب) طراحی اصلاحی برای رفع گلوگاه و افزایش تولید (D ebottlenecking) تقسیم بندی می‌شود .

در طراحی اصلاحی فرآیندها به ۳ دسته تقسیم بندی می‌شوند:

۱. شبکه‌ها (Networks) : شامل فرآیندهایی که در آنها جریانهای با دبی جرمی و جریان حرارتی مساوی با یکدیگر تبادل حرارت انجام میدهند. اکثر فرآیندهای شیمیایی و پتروشیمیایی در این دسته قرار می‌گیرند.

۲. مبدل‌های مسلسل(Trains) : شامل فرآیندهایی که یک جریان اصلی (خوراک یا محصول) باز یافت حرارت را انجام میدهد. فرآیند پیش گرم کن نفت خام و فرآیندهای مربوط به شیر در این گروه قرار دارند.

۳. سیستم‌های باز(Open Systems) : شامل فرآیندهایی که بازیافت حرارت بطور سیستماتیک در آنها وجود ندارد. صنایع نساجی، غذایی وفولاد از این دسته‌اند.

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

جهت مطالعه اصلاحی برای هر یک از این سه دسته فرآیند، روش ویژه‌ای وجود دارد . (۲)

در طراحی اصلاحی برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی، هدف اصلی کاهش مصرف سرویسهای جانبی گرم و سرد میباشد.

برای نیل به این هدف از روش های ذیل استفاده می‌شود:

۱. کاهش نیرو محرکه دمایی بین جریانهای گرم و سرد

۲. بهبود توزیع دما در هر جریان

۳. بهبود توزیع فشار در هر جریان

جهت انجام فعالیت‌های فوق می‌توان:

- مبدل‌های موجود را در طول جریانهای گرم و سرد موجود تغییر مکان داد (Exchanger Shifting)
- یکی از جریانهای گرم یا سرد مبدل را با جریان گرم یا سرد دیگر جابجا نمود.
- مسیر حرکت (Route) جریانها را جابجا نمود (Shell or Tube)
- جریانی را به جریانهای دیگر شاخه‌بندی کرد(Stream Splitting).
- مبدل‌های جدید اضافه نمود.

چنانچه در مباحث بعدی بیان خواهد شد ناگزیر به استفاده از مورد آخر (اضافه نمودن مبدل‌های جدید) هستیم.

پس برای حصول به مصرف انرژی کمتر (کاهش هزینه‌های جاری شبکه) ملزم به خرید مبدل‌های جدید هستیم (افزایش هزینه‌های ثابت شبکه).

در نهایت با استفاده از محاسبات اقتصادی (Economic Trade-off) میزان صرفه‌جویی انرژی و سطح اضافه شده تعیین می‌گردند.