Archive of SID

مجموعه مقالات هشتمین همایش ملی مبدل گرمایی
دوم دی ماه ۱۳۹۵، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶
مجریان: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران و هم اندیشان انرژی کیمیا
ثبت شده در پایگاه استنادی جهان اسلام ISC
www.Mobadel.ir

بررسی و تحلیل محاسبات حرارتی گرمکن‌های ایستگاه تقلیل فشار گاز با استفاده از آنالیز پینچ

بهنام رنجبر: کارشناس شرکت گاز سنندج، مدرس دانشگاه پیام نور سنندج
احسان جعفربیگی: دانشجوی دکتری مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه
نیوشا نوری: دانشجوی کارشناسی مهندسی شیمی، دانشگاه پیام نور سنندج
behnamranjbar@ymail.com
ehsanjafarbigi@yahoo.com
Niusha.nouri1993@gmail.com

چکیده

در ایستگاههای تقلیل فشار گاز شهری (CGS) یک قسمت گرم کننده گاز (heater) وجود دارد. هیترهای رایج که از گاز طبیعی به عنوان سوخت استفاده می‌کنند، عموماً مصرف سوخت بسیار زیادی دارند. در این مقاله به اصلاح شبکه مبدل حرارتی به منظور صرفه‌جویی انرژی با استفاده از تکنولوژی Pinch در ایستگاه تقلیل فشار CGS شرکت گاز کامیاران پرداخته شده است. بهینه‌سازی با استفاده از محاسبات دستی و نرم‌افزار Aspen energy analyzer انجام شده است.در ابتدا دمای بهینه از روش Pinch محاسبه شده و در ادامه نتیجه قسمت اول با نتیجه بدست آمده از نرم‌افزار مقایسه گردید.

واژگان کلیدی: آنالیز پینچ، گرمکن (مبدل حرارتی)، دما، ایستگاه تقلیل فشار

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات هشتمین همایش ملی مبدل گرمایی
دوم دی ماه ۱۳۹۵، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶
مجریان: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران و هم اندیشان انرژی کیمیا
ثبت شده در پایگاه استنادی جهان اسلام ISC
www.Mobadel.ir

۱- مقدمه

یکی از مهم‌ترین مباحثی که در حال حاضر مطرح می‌باشد بازیافت توان و انرژی در صنعت و استفاده بهینه انرژی‌های موجود در واحدهای مختلف نفت،گاز وپتروشیمی یا به عبارت دیگر انتگراسیون فرآیندهاست. یکی از روش‌های انتگراسیون حرارتی فرآیند، آنالیز پینچ می‌باشد. بعد از انقلاب صنعتی (۱۹۷۰) مصرف انرژی به طور سریعی افزایش یافت و این افزایش مصرف انرژی، سبب افزایش قیمت حامل های انرژی و افزایش آلودگی های زیست محیطی ناشی از مصرف سوخت های فسیلی گردیده است. بنابراین وجود چنین مشکلاتی سبب گردیده است که بهینه سازی در مصرف انرژی به یک استراتژی مهم در تمامی صنایع تبدیل گردد. در اواخر دهه هفتاد میلادی Linnhoff و Vredeveld روش ترمودینامیکی را برای کاهش مصرف انرژی در شبکه تبادلگرهای حرارتی مورد بررسی قرار دادند و مفاهیمی همانند منحنی ترکیبی را بعنوان ابزاری مهم در بازیافت انرژی حرارتی معرفی نمودند[۲]. در فرآیند های پتروشیمی و پالایشگاه که مصرف کنندگان عمده انرژی، بازیابی حرارت از شبکه مبدل حرارتی، یک موضوع مهم است[۴و۳]. در سال ۲۰۰۷ واگنر انجلو[1] ، مارسیا مانتلی[2] و اف. اچ . میلانز[3] دست به طراحی یک گرمکن بوسیله چرخه ترمو سیفون دو فازی زدند که در نتیجه آن توانستند به گرمکن های پر بازده تر و همچنین کوچکتر دست پیدا کنند.[۵]. در سال ۲۰۰۹ ابراهیم خلیلی و اسماعیل هیبتیان میزان تلفات حرارتی را در گرمکن های غیر مستقیم مورد بررسی قرار دادند[۶]. مبدل های حرارتی یکی از پر تعداد ترین دستگاه ها در فرآیندهای شیمیایی می باشد. در طراحی مفهومی شبکه مبدل های حرارتی، هدف کاهش مصرف انرژی(یوتیلیتی های گرم و سرد) از طریق افزایش انتقال حرارت بین فرآیندی می باشد. با گذشت زمان راه کارهای گوناگونی جهت بهینه سازی در مصرف انرژی مطرح شدند که استفاده مجدد از انرژی تلف شده در خود واحد ها یکی از این راهکارها می باشد. در این خصوص روش های مختلفی برای استفاده مجدد از انرژی های تلف شده ارائه گردیده است که به مبحث بازیافت انرژی حرارتی معروف شده اند. از ابزارهای مفیدی که در یکپارچه سازی حرارتی ابداع گردیده است، تکنولوژی پینچ می باشد. هدف تکنولوژی پینچ رسیدن به حداکثر انرژی بازیافت شده در فرآیند و به حداقل رساندن مقدار سرویس های جانبی گرمایشی و سرمایشی مورد نیاز فرآیند و به تبع آن کاهش هزینه های مصرف انرژی است. از محاسن این روش، تعیین حداکثر بازیافت انرژی در کل فرآیند می باشد. پس از ارائه تکنولوژی پینچ، در چند دهه اخیر این تکنولوژی در طرح های صنعتی گوناگون از جمله صنعت نفت، پتروشیمی، تولید مواد شیمیایی، صنایع غذایی و صنایع داروسازی و... استفاده گردیده است که در زیر خلاصه ای از کارهای انجام شده جهت بهینه سازی مصرف انرژی با استفاده از تکنولوژی پینچ در تعدادی از این صنایع ارائه گردیده است.جان ام جو و همکاران به اصلاح سیستم بازیافت حرارتی یک پالایشگاه نفت در آفریقای جنوبی با استفاده از تحلیل پینچ پرداخته اند و در نهایت بدین نتیجه رسیدند که با اصلاح شبکه مبدل های حرارتی می توان تعداد شش عدد مبدل حرارتی را در واحد مربوطه کاهش داد و شبکه ای جدید از مبدل های حرارتی را طراحی نمودند و در نهایت ۳۴ درصد در مقدار یوتیلیتی صرفه جویی کرد[۷]. هدف اصلی در بررسی گرمکن مورد نظر، مدلسازی تغییرات دمائی در نقاط مختلف آن است. از آنجایی که در سیستم تغییرات دمائی وجود دارد، استفاده از مدل هایی که مبنای حل در آنها موازنه انرژی است، کاربردی تر و مفید تر می باشد[۹و۸]. گاز خارج شده از پالایشگاه پیش از ورود به شهر وارد ایستگاه تقلیل فشار (CGS) واقع در دروازه شهر می‌شود تا فشار بالای آن کاهش

[1] Wagner Angelo
[2] Marcia Mantelli
[3] F.H.Milanez

www.SID.ir

Archive of SID

یابد. سیستم پیش‌گرمایش یکی از بخش‌های مهم این واحدها به شمار می‌رود که در آن از یک مبدل حرارتی (گرمکن) که انرژی مورد نیازش از گاز پالایش شده با کیفیت مطلوب تامین می‌شود استفاده می‌گردد. ایستگاه تقلیل فشار جهت، تقلیل فشار خط انتقال psi ۱۰۵۰ به ۲۵۰ است. در این مقاله هدف موازنه انرژی و تخمین و انتخاب دمای مناسب در گرمکن‌ها با استفاده از آنالیز پینچ می‌باشد.

۲- تئوری پینچ

برای اجرای آنالیز پینچ در یک سیستم مراحل زیر صورت می گیرد:

۱) لیست نمودن تمامی جریان های سرد و گرم فرآیندی مورد علاقه، برای انجام آنالیز و مشخص نمودن دبی جرمی،ظرفیت گرمایی ویژه، دمای ورودی و دمای خروجی همه ی جریان های لیست شده .

۲) محاسبه ی مینیمم انرژی مورد نیاز سیستم

۳) طراحی شبکه ی مبدل های حرارتی

۳- قسمتهای مختلف ایستگاه تقلیل فشار[۱۰]

بخشهای مختلف یک ایستگاه شامل موارد زیر می باشد:

الف: سیستم فیلتراسیون

ب: سیستم اندازه گیری گاز

ج: قسمت کاهش فشار، رگلاتورهاو شیرهای قطع کن

د: سیستم گرم کننده

و: بودارکننده

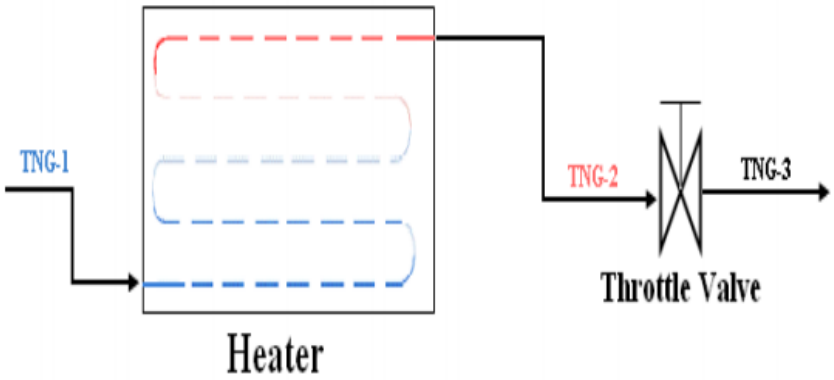
ه: سیستمهای جانبی

۴- ایستگاه تقلیل فشار گاز(CGS)

گاز طبیعی که از پالایشگاه به سمت نقاط مصرف جاری می گردد، به منظور غلبه بر افت فشارهای ناشی از طولانی بودن مسیر با فشار بسیار بالا به خطوط انتقال وارد می شود. در نزدیکی نقاط شهرها این فشار باید تا فشار مصرف کاهش یابد. ایستگاه کاهش فشار دروازه شهری (CGS) یکی از مکان هایی است که عمل کاهش فشار در آن اتفاق می افتد. شماتیکی از یک ایستگاه (CGS) در شکل (۱) نمایش داده شده است.

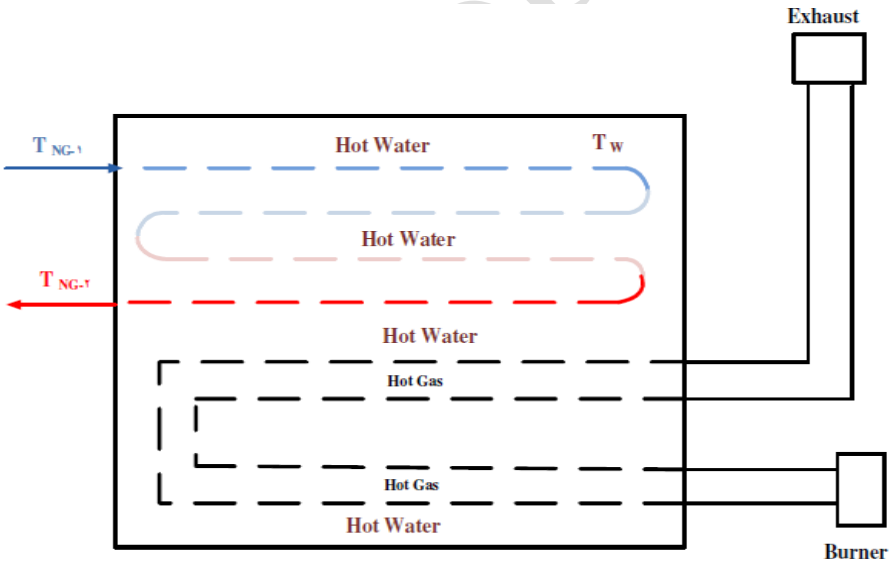
www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۱): شماتیک یک ایستگاه کاهش فشار دروازه شهری (CGS)

عمل پیش گرمایش گاز توسط هیترهای گازی که موسوم به هیترهای خطی می باشند ، صورت می گیرد. نحوه کار به این ترتیب است که کویل های هیتر با سوزاندن گاز تولید انرژی حرارتی کرده و این انرژی توسط آب موجود در هیتر دریافت گردیده و به لوله های حامل گاز شهری که در این آب غوطه ورند منتقل می گردد. بدین سبب انرژی مورد نیاز گاز برای افزایش دمای مزبور تأمین می شود. شماتیک یک هیتر خطی در شکل (۲) نمایش داده شده است.



شکل (۲): نحوه کارکرد یک گرمکن رایج ایستگاه‌های CGS

۵- اهمیت موضوع گرمکن

کاربرد و نصب ایستگاه های تقلیل فشار گاز، به منظور کاهش فشار گاز طبیعی و آماده شدن آن برای مصارف صنعتی و خانگی است. در این فرایند، طبق رابطه: $P_2T_1 = P_1T_2$ در حجم ثابت ، با کاهش فشار از P_1 به P_2 دمای گاز از T_1 به T_2 کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

می یابد لذا در سیستم های تقلیل فشار گاز همواره با کاهش دمای گاز مواجه خواهیم شد و در نتیجه هنگامی که دمای گاز به نقطه شبنم گاز نزدیک شود بخار مایعات همراه گاز اعم از آب و هیدروکربورهای سنگین تر به صورت مایع درآمده و در دمای پایین محیط در تاسیسات ایجاد یخ زدگی می نماید. نظر به این که دمای گاز ورودی به ایستگاه ۱۵ درجه سانتیگراد می باشد این کاهش فشار موجب میعان و تشکیل بلور هایی در مسیر و تجهیزات ایستگاه شده و در نهایت سبب کاهش عمر تجهیزات و آسیب به ایستگاه می شود . در نتیجه اضافه کردن واحد گرمکن در ایستگاه امری ضروری و اجتناب ناپذیر می باشد[۱۱].

۶- تحلیل پینچ

تجزیه و تحلیل پینچ یک فرآیند صنعتی، برای مشخص کردن هزینه انرژی و هزینه اصلی شبکه تبادلگر های حرارتی قبل از طراحی و همچنین برای تعیین نقطه پینچ بکار می رود. روش کار بدین صورت است که قبل از طراحی، کمترین میزان مصرف سرویس های جانبی، کمترین سطح شبکه مورد نیاز و کمترین تعداد واحد حرارتی مورد نیازدر نقطه پینچ برای فرآیند داده شده، هدفگذاری می شود. در مرحله بعد به طراحی شبکه تبادلگر های حرارتی پرداخته خواهد شد تا هدفگذاری های انجام بین آنها به کمینه کردن هزینه کلی[1] شده را ارضا نماید. سرانجام با مقایسه بین هزینه انرژی و هزینه اصلی شبکه و موازنه حرارتی فرایند و افزایش بازیافت سالیانه پرداخته خواهد شد. بنابراین هدف اصلی تجزیه و تحلیل پینچ، بهبود یکپارچه سازی[2] حرارتی فرایند - فرایند و کاهش میزان سرویس جانبی مصرفی می باشد[۲].

پس از تعیین کردن حداقل مقدار لازم منابع تاسیساتی سرد و گرم ، مطلوب، یافتن شبکه ای از مبدل ها است که بتواند این هدف را برآورده کند.

طراحی به روش پینچ، مراحل روش به طور خلاصه عبارتند از:

۱) تعیین Q_h^{min} و Q_c^{min} و T_{pinch}

۲) تقسیم مساله به دو قسمت جداگانه، در بالای دمای پینچ و پایین آن؛

۳) در قسمت گرم یا بالای دمای پینچ، طراحی از نقطه پینچ آغاز می شود و رفته رفته از نقطه پینچ دورتر می رود تا کل قسمت گرم را پوشش دهد؛

۴) در قسمت سرد نیز طراحی از نقطه پینچ آغاز می شود و در نهایت کل انرژی مورد نیاز این قسمت تامین می شود.

گاز طبیعی خطوط لوله بین شهری دارای فشار بالایی بین ۸۰۰ psi تا ۱۰۰۰psi می باشد، هرچند این میزان در ماههای سرد سال و همچنین در انتهای خطوط انتقال ممکن است تا میزان ۴۰۰ psi نیز کاهش یابد. این فشار در مراحل مختلفی کاهش می یابد تا به فشار مناسب مصرف کننده برسد. اولین مرحله کاهش فشار در ایستگاهی در ورودی شهرها می باشد که با نام ایستگاه دروازه شهری یا همان ایستگاه CGS شناخته می شود. این کاهش فشار با توجه به ضریب ژول – تامپسون با کاهش دمای گاز همراه می باشد که این مساله به نوبه خود مشکلات عدیده ای همچون یخ زدگی آب همراه و انسداد خط انتقال را در بر دارد. برای جلوگیری از وقوع چنین اتفاقی دمای گاز قبل ازکاهش فشار در ایستگاه باید افزایش یابد. هم اکنون

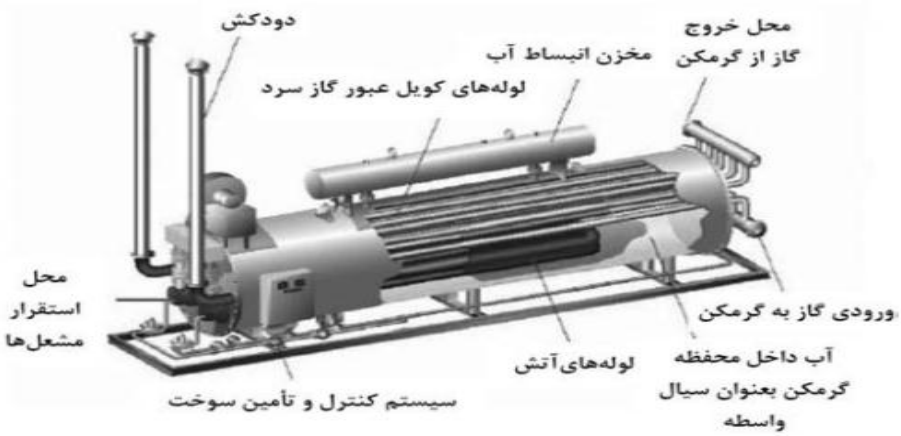
[1] Trade of
[2] Integration

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات هشتمین همایش ملی مبدل گرمایی
دوم دی ماه ۱۳۹۵، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶
مجریان: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران و هم اندیشان انرژی کیمیا
ثبت شده در پایگاه استنادی جهان اسلام ISC
www.Mobadel.ir

این افزایش دما توسط گرمکنهای حرارتی که از سوخت گاز طبیعی استفاده می نمایند صورت می پذیرد. نوع گرمکن های مورد استفاده در ایستگاه های گاز از نوع گرمکن هایی است که گاز در داخل یک سری Tube و آب داغ در اطراف این لوله ها به صورت یک بستر یکنواخت با درجه حرارت متعادل قرار می گیرد. درحقیقت حرارت به صورت غیر مستقیم ابتدا به آب داده می شود و آب این حرارت را به گاز در حال جریان انتقال می دهد. از این رو این هیترها را گرمکن های غیر مستقیم نیز می گویند. یکی از اصلی ترین معضلات استفاده از این نوع گرمکنها میزان مصرف بالای سوخت، که در اکثر مواقع گاز طبیعی است، در آنها می باشد. با توجه به اینکه راندمان کاری این نوع گرمکن ها پایین می باشد یافتن راهکارهایی با هدف افزایش راندمان آنها همواره مورد توجه بوده است لذا قبل از کاهش فشار، گاز را گرم می کنند عمل پیش گرمایش گاز در هیترهای گازی که مملو از آب هستند صورت می گیرد. نحوه کار به این ترتیب است که هیتر دارای کوئل هاییست که با سوزاندن گاز حرارت را به آب درون هیتر و آن نیز حرارت را به لوله های حامل گاز شهری منتقل می کند. یک نمونه از این نوع هیترها در شکل (۳) نمایش داده شده است. هدف استفاده از گرمکن ایستگاه CGS مورد مطالعه افزایش دمای گاز از ۱۸ درجه سانتی گراد به ۳۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. با توجه به اینکه گاز انرژی دریافت می‌کند گاز سیال سرد و آب به عنوان سیال گرم در نظر گرفته می‌شود. گرمکن‌ها می‌توان یک آرایش جریان متقاطع در نظر گرفت که سیال گاز درون لوله توسط آبی که تا دمای استاندارد تا ۷۵ درجه سانتی‌گراد گرم شده، وگرم گردد.



شکل(۳): نمایی از یک گرمکن ایستگاه تقلیل فشار به همراه اجزاء آن [۱]

۷- طراحی سیستم

ایستگاه مورد مطالعه دارای یک هیتر با دبی گاز عبوری $m^3/hour$ ۲۰۰۰۰ می باشد هدف استفاده از گرمکن ایستگاه CGS مورد مطالعه، رساندن دمای گاز آن از ۱۸ درجه سانتی گراد به ۳۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. با توجه به اینکه گاز انرژی دریافت می‌کند، گاز سیال سرد و آب به عنوان سیال گرم در نظر گرفته می‌شود. و با گرمکن‌های ایستگاه می‌توان یک آرایش

www.SID.ir

Archive of SID

جریان متقاطع در نظر گرفت که سیال گاز درون لوله توسط آبی که تا دمای استاندارد تا ۷۵ درجه سانتی‌گراد گرم شده، گرم می‌گردد. خصوصیات آن به صورت زیر می باشد.

$T_{h2} \longrightarrow T_{h1}$

$T_{C1} \longrightarrow T_{C2}$

۷۵ ⟶ ۱۵

۱۸°C ⟶ ۳۸ °C

برای طراحی حرارتی یا پیش بینی عملکرد یک مبدل حرارتی ، بایستی روابطی بین نرخ انتقال حرارت کلی و کمیت هایی مانند دماهای ورودی و خروجی سیال ، ضریب انتقال حرارت کلی و مساحت سطح انتقال حرارت به دست آورد که می توان با اعمال موازنه انرژی کلی برای دو سیال ، از طریق روابط (۲و۱) محاسبه گردد. با توجه به اینکه q نرخ کلی انتقال حرارت بین سیال گرم و سرد می باشد و انتقال حرارت بین مبدل حرارتی و محیط و تغییرات انرژی جنبشی و پتانسیل ناچیز می باشد، با اعمال موازنه انرژی، میزان گرمایی که گاز در ایستگاه می گیرد تا به دمای مورد نظر برسد، از روابط زیر محاسبه می گردد.

$$m=\rho * Q \qquad (۱)$$

که در آن h آنتالپی سیال است، اندیسهای c و h اشاره به سیال سرد و گرم دارند در حالی که o و i شرایط خروجی و ورودی را مشخص می کنند. حال با نوشتن موازنه انرژی سیال سرد (گاز) داریم:

$$q_c = m_c \, c_{p,c} \, (T_{C,i} - T_{C,o}) \qquad (۲)$$

از طرف دیگر ارتباط مقدار گرمای تبادل شده با سطح تماس دو سیال به صورت رابطه (۳) می باشد. در این رابطه چند نکته حائز اهمیت است:

۱- مقدار گرمای مبادله شده، ارتباط مستقیم با میزان سطح تبادل حرارت دو سیال A دارد.پ س با بالا بردن سطح تماس دو سیال می توان بازدهی مبدل را بالابرد. اما برای این منظور عمدتا با موانع طراحی و عملیاتی مواجه هستیم.

۲- U ضریب انتقال حرارت جابجایی است که برای مبدل ها با توجه به تغییر مداوم دما در طول مبدل و همچنین جریان های متلاطم، به سادگی قابل محاسبه نیست. برای محاسبه این پارامتر، معمولا از روابط تجربی و یا اعداد بدون بعدی چون عدد ناسلت استفاده می شود.

۳- در این رابطه از نماد ΔTm به جای ΔT استفاده شده، چرا که تغییرات دما در طول مبدل از یک نرخ خطی برخوردار نیست واز پیچیدگی بالایی برخوردار است. ΔT_m اختلاف دمای متوسط در طول مبدل است). در شرایطی که عدد دقیق دمای ورودی

www.SID.ir

Archive of SID

و خروجی هر دو سیال از مبدل معلوم باشد می توان از اختلاف دمای متوسط لگاریتمی که به صورت رابطه (۴) می باشد، استفاده کرد.

$$q=UA\,F\,\Delta Tm \qquad (۳)$$

$$\Delta T_m=\frac{(T_{h,i}-T_{c,i})-(T_{h,o}-T_{c,o})}{ln\frac{(T_{h,i}-T_{c,i})}{(T_{h,o}-T_{c,o})}} \qquad (۴)$$

در رابطه (۴) ΔT_i نشان دهنده اختلاف دماهای ورودی به مبدل و ΔT_o نشان دهنده اختلاف دماهای خروجی از مبدل است.

$$P=\frac{T_{Co}-T_{Ci}}{T_{hi}-T_{Ci}} \qquad (۵)$$

$$S=\frac{T_{h1}-T_{h2}}{T_{C2}-T_{C1}} \qquad (۶)$$

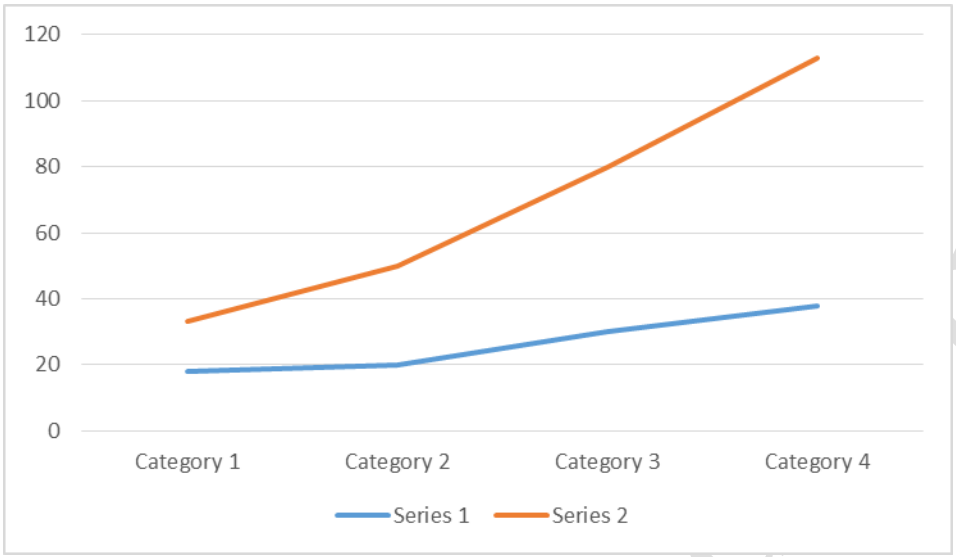
حال می‌خواهیم نقطه خروجی آب گرمکن را با آنالیز پینچ مقایسه نماییم. در ادامه پس از محاسبه دمای خروجی آب، نقطه پینچ محاسبه گردید. حال به مقایسه نقطه خروجی آب گرمکن با آنالیز پینچ می پردازیم. لازمه انتقال حرارت بین جریان‌های گرم و سرد، اختلاف دما بین آنها در تمام قسمت‌های مبدل می‌باشد، که این مقدار ΔT_{min} = ۱۰ °C در نظر گرفته شده است. محاسبات طبق روابط ونرم افزار برای تشخیص نقطه پینچ برای جریان سرد وگرم در جدول(۱)و نمودار آنتالپی شکل(۴) صورت گرفت.

جدول (۱): مقایسه نتایج دمای خروجی گاز در مبدل و نتایج تحلیل تئوری در دمای مورد نظر

شماره جریان	نوع جریان	T_1	T_2	C_P	$\dot{m}$	F	q
۱	Cold	۱۸	۳۸	۲/۷	۱۲۴۰۰	۳۳۲۳۰	-۶۶۹۶۰۰
۲	Hot	۷۵	۱۵	۴/۱۲	۱	۴/۱۲	۲۴۷.۲

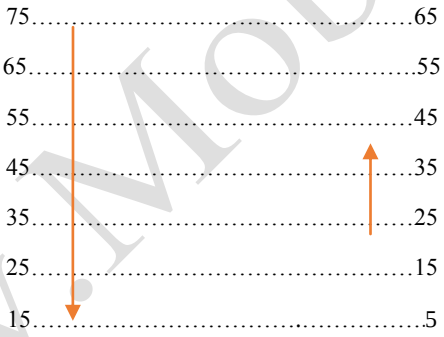
www.SID.ir

Archive of SID

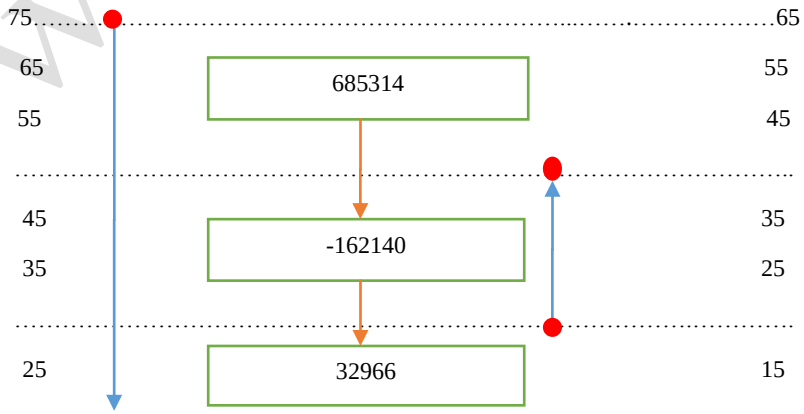


شکل(۴):نمودار آنتالپی

و در ادامه نمودار آبشاری مبدل حرارتی را برای بدست آوردن نقطه پینچ رسم می کنیم شکل (۱)و شکل(۲).



شکل(۵): نمودار آبشاری مبدل حرارتی بر اساس تکنولوژی پینچ



www.SID.ir

Archive of SID

15 .....●.....5

شکل(۶): نمودار آبشاری مبدل حرارتی بر اساس تکنولوژی پینچ

نمودار آبشاری دارای سه ناحیه است که از روابط ۹،۱۰و۷ مقدار انرژی هر ناحیه محاسبه می گردد.

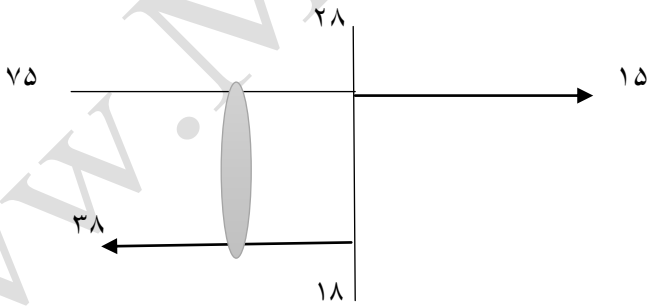
$$Q=m\ Cp\ \Delta T \quad (۷)$$

$$Q_1= 25382(75-48)=68531Kj \quad (۸)$$

$$Q_2= 25382(48-28)+ 33230(38-18)= -162140Kj \quad (۹)$$

$$Q_3= 25332(28-15)= 32966\ Kj \quad (۱۰)$$

در ناحیه دوم دمای ۱۸ و ۲۸درجه سانتی‌گراد به عنوان نقطه پینچ محاسبه گردید. و اگر ما در نقطه خروجی ۱۸ و ۲۸درجه سانتی‌گراد کار کنیم بهینه می‌باشد. نمودار پنجره‌ای برای طراحی شبکه مبدل‌های حرارتی بکار می‌رود. نمودار پنجره‌ای با توجه به شکل (۷) برای ایستگاه داریم.



شکل (۷): نمودار پنجره‌ای برای طراحی شبکه مبدل‌های حرارتی

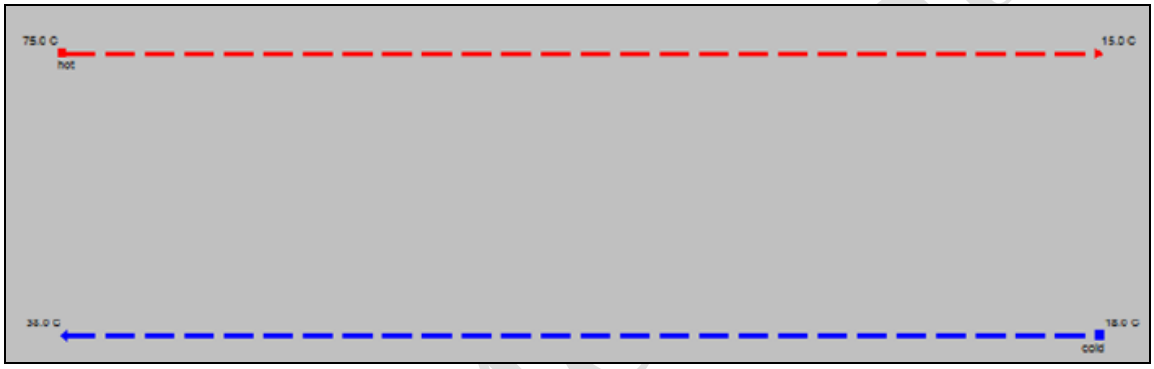
در بالای پینچ دو جریان وجود دارد که یکی باید از دمای ۷۵ به ۲۸درجه سانتی‌گراد برسد، و دیگری باید از ۱۸ به ۳۸ درجه سانتی‌گراد، حال با قرار دادن یک مبدل (گرمکن) در بین مسیر این دو جریان می توان فرآیند را انتگراسیون حرارتی کرد البته در پایین پینچ چون یک جریان وجود دارد امکان تبادل انرژی وجود ندارد.

۸- محاسبه نقطه پینچ با استفاده از نرم‌افزار Aspen energy analyzer

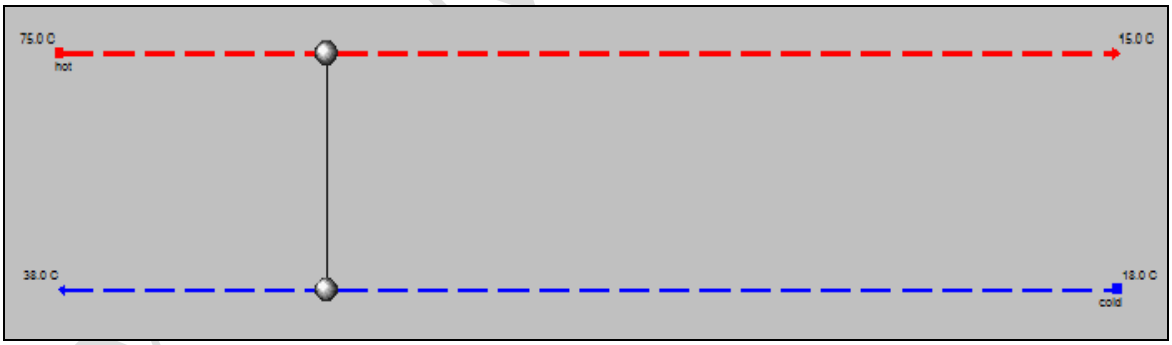
www.SID.ir

Archive of SID

اطلاعات مربوط به ایستگاه مورد نظر را وارد کرده و نمودار میله‌ای را برای این دو جریان گرم و سرد در شکل (۸) و شماتیک مبدل در نمودار میله ای در شکل(۹) و نحوه تشکیل پیچ در شکل (۱۰) و نمودار دما بر حسب آنتالپی برای مبدل در شکل (۱۱) مورد محاسبه قرار گرفت.ل ازم به ذکر است دمای خروجی آب ۱۵ درجه سانتی‌گراد فرض شده است.



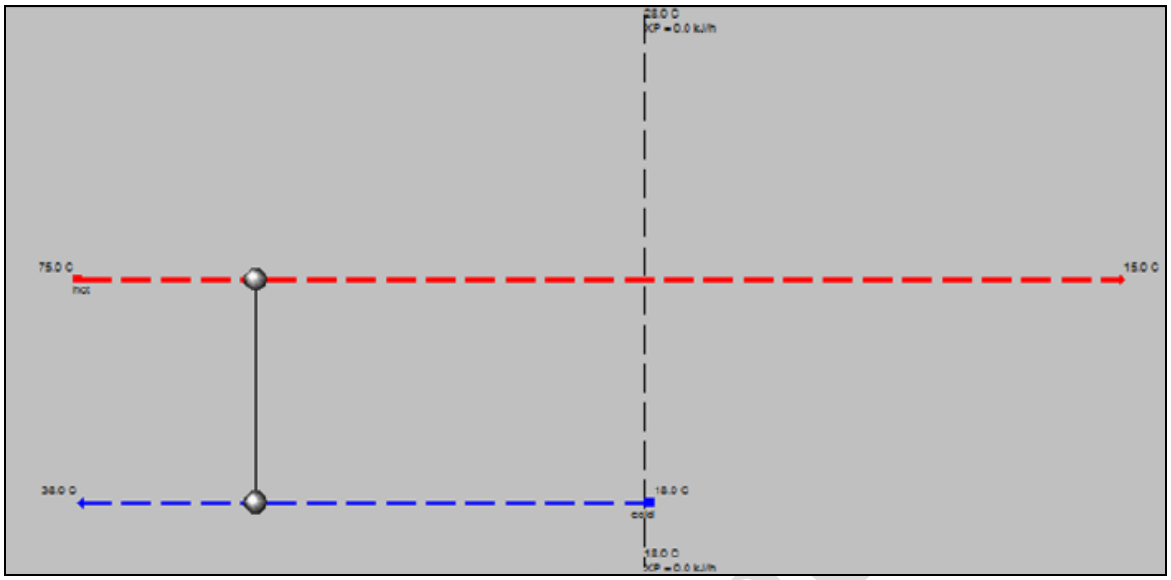
شکل (۸): نمودار میله ای



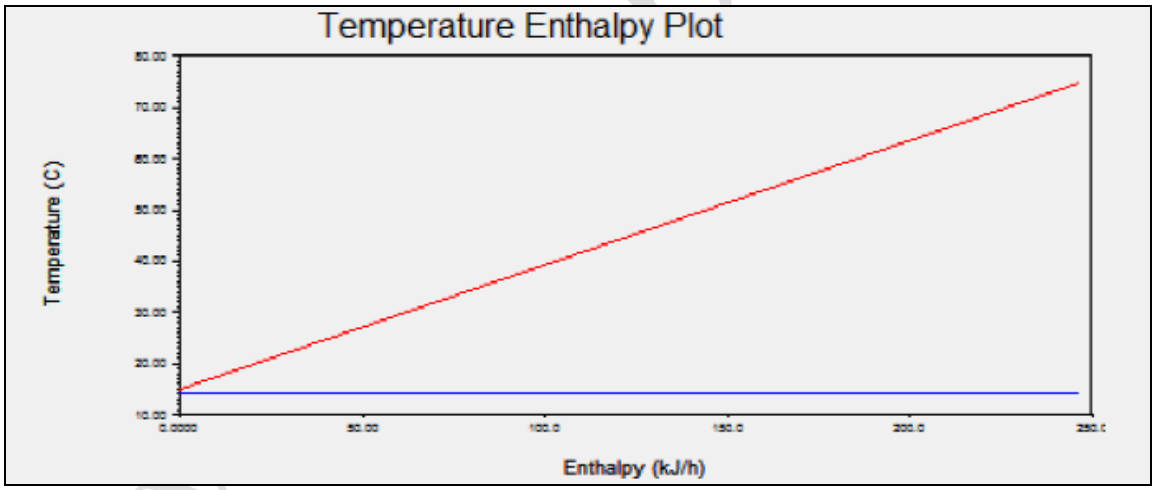
شکل (۹): شماتیک مبدل در نمودار میله‌ای

www.SID.ir

Archive of SID



شکل(۱۰): خط پینچ در نمودار میله‌ای



شکل(۱۱): نمودار دما بر حسب آنتالپی برای مبدل موردنظر

۹- نتیجه‌گیری

در این مقاله سعی شده است در ابتدا با فرض کردن دمای خروجی آب گرمکن واحد تقلیل فشار و تشخیص نقطه مناسب از هدر رفتن انرژی جلوگیری شود. در ادامه با استفاده از نرم‌افزار Aspen energy analyzer از درست بودن نقطه مناسب جهت جلوگیری از هدر انرژی اطمینان حاصل گردید. که از نتایج حاصل از دماهای مورد بررسی قرار گرفته شده می‌توان در مصرف انرژی و نهایتا هزینه صرفه‌جویی نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع

۱- بررسی جایگزینی مبدلهای گازسوز با مبدلهای خطی و برقی در ایستگاههای تقلیل فشار گاز طبیعی. کارفرما: شرکت ملی گاز. واحد پژوهشی: دانشکده فنی دانشگاه تهران

[2] Gundersen, T., A Process Integration Primer, SINTEF Energy Research, IEA Report, 2002.

[3] Vengateson, U., "Design of multiple shell and tube heat exchangers in series: E shell and F shell", Chem. Eng. Res. Des. 2010, 88, 725–736.

[4] Sun, Lin., Luo, Xionglin., Zhao. Y., "Synthesis of multipass heat exchanger network with the optimal number of shells and tubes based on pinch technology", Chemical Engineering Research and Design, Volume 93, January 2015, Pages 185-193.

[5] Angelo, W., Mantelli, M. H., Milanez, F. H. "Design Of A Heater For Natural Gas Stations Assisred By Two-PHase Loop THermosyphon", 14th International Heat Pipe Conference. 2007.

[6] Khalili, E., Heybatian, El., "Efficiency and heat losses of indirect water bath heater installed in natural gas pressure reduction station evaluating a case study in Iran" , the 8th international energy conference. 2009.

[7] John, M.J., Ademola, M. R., " Retrofit of the Heat Recovery System of a Petroleum Refinery Using Pinch Analysis" , Power and Energy Engineering, 2013.

[8] Maddaloni, J. D., " Waste heat recovery", Technology and opportunities in U. S. industry, Prepared by BCS, 2008.

[9] Maddaloni, J. D., Rowe, A. M., "Natural gas energy recovery powering distributed hydrogen production", 2012.

[10] Wu, D.W., and Wang, R.Z., "Combined cooling, heating and power: A review", J. of. Progress in Energy and Combustion Science,2006, Vol. 32, pp.459-495.

[11] Katz, D.L., Kobayashi, D., Vary, J.A., Elenbaas, J.R., Poettmann, F.H., Weinaug, C.F., "Handbook of Natural Gas Engineering", 1956, Chapter 16, pp. 597-654, McGraw-Hill Co., New York.

www.SID.ir