

بهینه سازی انرژی برج تثبیت میعانات گازی با استفاده از تکنولوژی پینچ

حسن زارع علی آبادی^۱، غلامحسین حلیمی فرد^{۲*}

1-عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود

2-دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود

غلامحسین حلیمی فرد

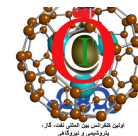
چکیده

در واحد تثبیت میعانات گازی گچساران از یک برج جذب ریبولیتری جهت تثبیت مایعات استفاده می شود که در حال حاضر جهت تامین گرمای ریبولر از مقدار زیادی بخار آب استفاده می کنند ، در بالای برج نیز به منظور خنک سازی بخار خروجی از یک کولر هوایی در ابعاد بزرگ استفاده می شود . در این مقاله با استفاده از شبیه سازی و بهره گیری از تکنولوژی پینچ(استفاده از انرژی جریان های موجود در فرآیند)روشی ارائه شده که هدف آن بهینه سازی انرژی در واحد تثبیت میعانات گازی می باشد . نتایج حاصل از شبیه سازی نشان می دهند که در صورت استفاده از روش پیشنهادی ، از مصرف سالانه 308159 کیلوگرم بخار صرفه جویی شده که این مقدار بخار معادل بازگشت سرمایه به میزان 378727411 ریال در سال خواهد بود . علاوه بر این 165730650 ریال سرمایه از طریق کاهش هزینه های عملیاتی و تجهیزات مربوط به کولر هوایی بازگردانده می شود

واژه های کلیدی: شبیه سازی - تثبیت مایعات گازی - تکنولوژی پینچ

1- دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، دانشکده علوم پایه، گروه مهندسی شیمی H_a_zare@yahoo.com

2- دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، دانشکده علوم پایه، گروه مهندسی شیمی Hossien.che.eng@gmail.com



1- مقدمه

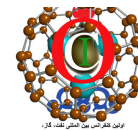
نام تکنولوژی پینچ برای پژوهشگران و دانشمندان فعال در عرصه بهینه سازی مصرف انرژی شناخته شده و آشناست. این تکنولوژی اولین بار توسط linnhoff و Turner [1] برای تحلیل و بررسی شبکه مبدل های حرارتی به منظور کاهش مصرف انرژی استفاده گردید. آن ها به منحنی ترکیبی بعنوان ابزاری مهم در بازیافت انرژی پرداختند. تاکید آن ها بر نقطه پینچ بعنوان نقطه کلیدی در بازیافت انرژی بود و به همین علت نام تکنولوژی پینچ را برای آن انتخاب نمودند [2]. به دنبال آن ها پژوهش هایی برای کمینه نمودن تعداد مبدل های مورد نیاز شبکه توسط flower و linnhoff [3] و کمینه نمودن سطح مورد نیاز شبکه مبدل های حرارتی توسط Townsend و linnhoff [4] ، ahmad و linnhoff [5] انجام گردید. اولین گزارش ها از کاربرد تکنولوژی پینچ مربوط به ICI بوده که 30 درصد کاهش مصرف انرژی در فرآیند های شیمیایی و پتروشیمیایی ایجاد شده بود. سپس Union Carbide گزارش داد که بطور میانگین 50 درصد کاهش مصرف انرژی داشته است [6]. تا به امروز تکنولوژی پینچ پیشرفت های زیادی نموده است و علاوه بر شبکه مبدل های حرارتی برای بهینه سازی برج های تقطیر و کوره ها استفاده می شود. در راستای گسترش تکنولوژی پینچ، مشکلاتی همچون در نظر گرفتن افت فشار در طراحی و همچنین محدودیت های افت فشار در اصلاح سیستم های موجود مورد مطالعه قرار گرفت. برای حل این مشکل Polley و Panjesh shahi [6-8] در اوایل دهه نود میلادی راهکار های مناسبی را ارائه نمودند. همچنین Panjesh shahi [9] الگوریتمی را برای بهینه سازی افت فشار در شبکه مبدل های حرارتی ارائه نمود. به منظور بهینه سازی انرژی در انتگراسیون فرآیند ها با افزایش ضریب انتقال حرارت، تکنیک افزودن وسایل افزایش دهنده انتقال حرارت در مبدل ها توسط Polley et al [10] و Jafari Nasr [11 و 12] مورد بررسی قرار گرفت. به موازات پژوهش های انجام شده در زمینه بهینه سازی شبکه مبدل های حرارتی، پژوهشی نیز در مورد استفاده از این روش جهت پیشینه کردن استفاده مجدد از منابع آب توسط Smith و Wang [13 و 14] انجام شد. در سال 1999 میلادی Alves [15] و Towler [16] روش پینچ هیدروژن را به منظور کاهش هیدروژن درخواستی به ویژه در پالایشگاه ها مورد توجه قرار دادند.

2- عملکرد برج تثبیت میعانات گازی در فرآیند فعلی

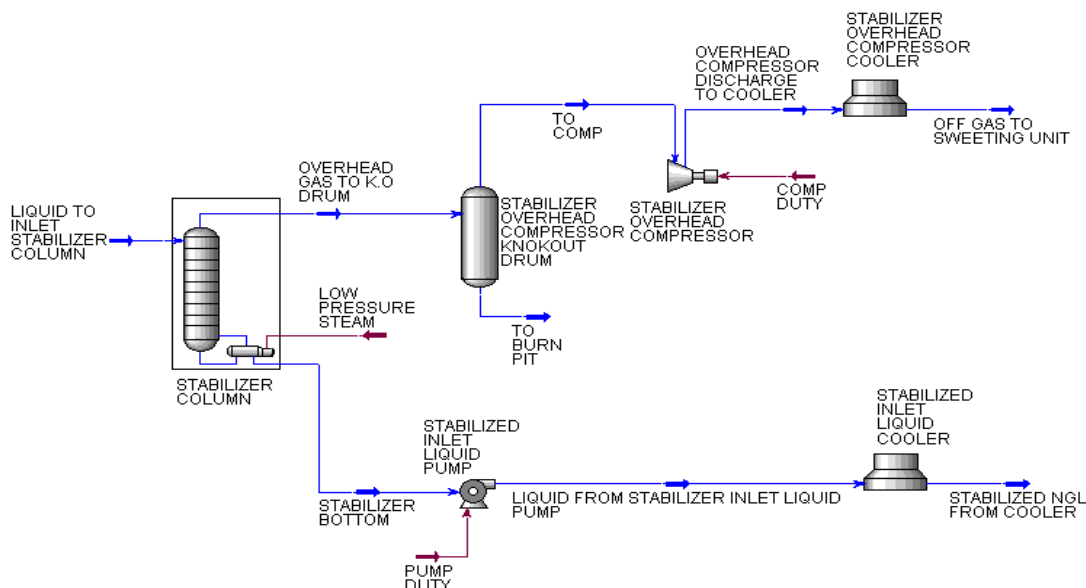
میعانات گرفته شده پس از عبور از یک فیلتر با فشار 1091 کیلو پاسکال و دمای 18 درجه سانتیگراد از روی سینی 20 ام (شماره گذاری از پایین به بالا) وارد برج تثبیت مایعات می شوند (شکل 1). در پایین برج از یک ریویولر جهت تولید بخار استفاده می شود که انرژی گرمایشی آن از بخار آب فشار پایین تامین می شود. خروجی از پایین برج مایعات تثبیت شده می باشند که با دمای 97 درجه سانتیگراد پس از عبور از پمپ با فشار 4090 کیلو پاسکال وارد کولر هوایی جهت کاهش دما تا 67 درجه سانتیگراد می شوند (شکل 1-1). بخار خروجی از بالای برج با دمای 27 درجه سانتیگراد پس از عبور از جدا کننده دو فازی وارد کمپرسور شده و با فشار 3980 کیلو پاسکال وارد کولر هوایی گردیده و تا دمای 67 درجه خنک شده و به واحد شیرین سازی ارسال می شوند [17].

3- بیان مسئله

یکی از معایب طراحی فعلی فرآیند تثبیت میعانات گچساران عدم استفاده بهینه از انرژی جریان های فرآیندی می باشد که منجر به صرف انرژی الکتریکی بسیار زیادی در کولر هوایی بالای برج (شکل 1) و بخار آب فشار پایین در ریویولر می شود و این در حالیست که می توان با استفاده از انرژی جریان های موجود در فرآیند، سرمایه‌ش مورد نیاز در بالای برج را میسر نمود که در نتیجه باعث کاهش مصرف بخار در ریویولر نیز خواهد شد. در این مقاله روشی با هدف کاهش مصرف انرژی با استفاده از



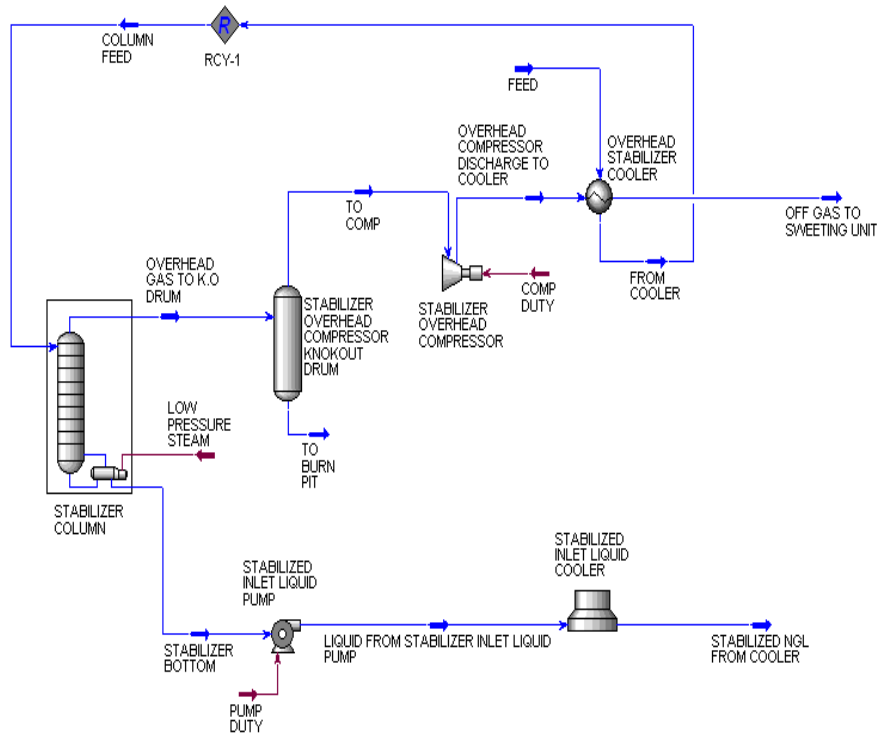
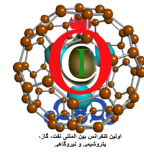
تکنولوژی پینچ برای واحد تثبیت میعانات گازی گچساران ارائه شد و در ادامه به منظور توجیه پذیری اقتصادی روش پیشنهادی برآورد اقتصادی برای آن صورت گرفت.



شکل 1: شماتیک شبیه سازی فرآیند تثبیت میعانات گازی گچساران

4- شرح روش ارائه شده با هدف بهینه سازی انرژی

همانطور که گفته شد در واحد تثبیت میعانات گچساران از یک برج جذب ریبولری که شامل 20 سینی می باشد جهت انجام عملیات تثبیت استفاده می نمایند [17]. در بالا و پایین برج تثبیت بترتیب از یک کولر هوایی و یک ریبولر استفاده می شود [17] که هر کدام از این تجهیزات با صرف انرژی زیادی کار می کنند. روش پیشنهادی با هدف کاهش مصرف انرژی در این تجهیزات ارائه گردیده که در نهایت می تواند منجر به سود آوری برای این واحد صنعتی گردد. جهت اتخاذ یک روش مناسب ابتدا فرآیند فعلی را شبیه سازی نموده (شکل 1) و در مرحله بعد با بررسی انرژی جریان های موجود در فرآیند روشی که بیشترین بازدهی و در عین حال کمترین هزینه سرمایه گذاری را در پی داشته باشد اتخاذ گردید (استفاده از مبدل حرارتی بجای کولر هوایی که در شکل 2 نشان داده شده). نتایج حاصل از شبیه سازی نشان داد که با استفاده از روش پیشنهادی به میزان قابل ملاحظه ای بخار مصرفی در ریبولر کاسته شده و در عین حال از مصرف انرژی الکتریکی در کولر هوایی بالای برج نیز جلوگیری بعمل می آید، هر دو مورد مذکور بصورت بسزایی در کاهش مصرف انرژی در این واحد صنعتی موثر می باشند. همانطور که در بخش 2 نیز اشاره شد دمای خوراک ورودی به برج تثبیت به منظور عملیات خنک سازی بخار خروجی از بالای برج مناسب بوده و با تبادل گرمایی دو جریان مذکور در یک مبدل پوسته-لوله (در جدول 1 سایزینگ این مبدل آورده شده) علاوه بر پیش گرمایش خوراک و کاهش بخار مصرفی ریبولر، کولر هوایی نیز از سرویس خارج شده و کلیه هزینه های عملیاتی و هزینه های مربوط به تجهیزات برگردانده می شود.



شکل 2: شماتیک شبیه سازی روش ارائه شده

جدول 1: سایزینگ مبدل حرارتی استفاده شده در روش ارائه شده

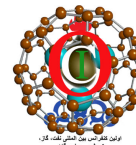
تعداد پوسته	1
قطر پوسته (متر)	0/17
تعداد لوله ها	20
فضای بین بافل ها (متر)	0/06
ضخامت لوله (متر)	0/002
طول لوله (متر)	1/5
قطر لوله (متر)	0/016

5- برآورد اقتصادی روش ارائه شده

به منظور بررسی توجیه پذیری اقتصادی روش ارائه شده در این مقاله (شکل 2) کلیه هزینه های مربوط به مبدل استفاده شده در روش پیشنهادی محاسبه گردید (جدول 2). در ادامه بازگشت سرمایه ناشی از صرفه جویی در مصرف بخار تعیی و مقایسه صورت گرفت. با در نظر گرفتن قیمت هر دلار برابر با 12290 ریال (نرخ دولتی سال جاری) و میزان بخار صرفه جویی شده در ریویلر که برابر با 308159 کیلوگرم در سال می باشد، میزان بازگشت سرمایه از این طریق 378727411 ریال در سال خواهد بود. علاوه بر آن در صورت استفاده از مبدل حرارتی بجای کولر هوایی، هزینه تجهیزات و عملیات کولر هوایی نیز از واحد تثبیت میعانات گازی کسر می شود که مقدار آن برابر خواهد بود با 13485 دلار

اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



(165730650 ریال). در نتیجه با مقایسه قیمت خرید مبدل حرارتی و بازگشت سرمایه ناشی از صرفه جویی در مصرف بخار و کسر شدن هزینه های کولر هوایی واضح است که روش ارائه شده در کمتر از 3 ماه کاری هزینه خرید مبدل را برگردانده و پس از این مدت شروع به سود دهی می نماید.

جدول 2: هزینه ها و قیمت فروش مبدل حرارتی استفاده شده در روش ارائه شده

موضوع	قیمت
هزینه لوله کشی	100 دلار
هزینه کارگر	3039 دلار
هزینه مواد	1020 دلار
قیمت خرید مبدل	7020 دلار

6- نتیجه گیری

از نظر اقتصادی انجام این پروژه مستلزم هزینه سرمایه گذاری خواهد بود که البته درآمدهای قابل حصول از انجام پروژه (بازگشت سرمایه ناشی از کاهش میزبان بخار مصرفی در ریجویلر و حذف کولر هوایی) بی انگر این است که نرخ بازگشت سرمایه و سود پروژه برای واحد تثبیت می عانات گازی گچساران کاملا توجیه اقتصادی خواهد داشت .

مراجع

[1] Linnhoff B., Turner J.A., Pinch Technology, Chem.E., p.742 (1980)

[2] عمیدپور، مجید، گوگل، مهدی؛ "تکنولوژی پینچ (بهینه سازی انرژی)", (1380)

[3] Linnhoff B., Flower J.R., "A Thermodynamic Approach To Practical Process Network Design", Aiche 72nd Annual Meeting, November 25-29, San Francisco, Paper No 28x, (19x9).

[4] Towns and D.W., Linnhoff, B., "Surface Area Targets Heat Exchanger Networks", I Chem. E 11th Annual Res. Meeting, April, Bath, U. K, (1984).

[5] Linnhoff B., Ahmad S., Cost Optimization Heat Exchanger Networks 1. Minimum Energy and Capital Using Simple Models Capital Cost, Comp & Chem. Eng., 14(x), p.729 (1990).

[6] Panjeh Shahi M.H., "Pressure Drop Consideration In Process Integration", Ph.D Thesis. University of Manchester, Institute of Science and Technology, (1992).

[7] Polley G.T., Panjeh Shahi M.H., Jagade F.O., Pressure Drop Consideration in the Retrofit of the HEx, Trans. I. Chem. E., 68A, p. 11 (1990).

[8] Polley G.T., Panjeh Shahi M.H., Process Integration Retrofit Subject to Pressure Drop Constraint, Process Technology Proceedings, 9, p. 31 (1990).

[9] پنجه شاهی، محمد حسن؛ فلاحی، حمید رضا؛ بهینه سازی افت فشار در طراحی جدید شبکه مبدل های حرارتی، چهاردهمین کنگره مهندسی شیمی ایران، دانشگاه صنعتی شریف، اسفند (1377).

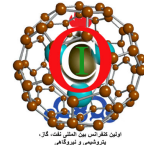
[10] Polley G.T., Athie R., Gough M., Use of Heat Transfer Enhancement in Process Integration, Heat Recovery System, Chp., 1x(3), p. 191 (1992).

[11] Polley G.T., Jafari Nasr M. R., Terranova x., Determination And Application of Benefits of Heat Transfer Enhancement, Trans. Icheme., 72, Part A, p. 616 (1994).

[12] Jafari Nasr M.x., Polley G.x., Should You Use Enhanced Tubes?, Chem. Eng. Prog.(CEP), p. 44 (2002).

اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



- [13] Wang Y.x, Smitx R., Wastewater ximization, Chem. Eng. Sci., 49 (7), x8x1006 (1x94).
- [14] Alves J.J., Toxxer x.P., xanalysis of Refinery Hydrogen Distribution Systems, Ind. Eng. Chex.Res., 41(23), p. 575x (200x).
- [15] xhelev T.K., Bhaw N., Combined Water Oxygen Pinch Analysis for Better Wastewater,Treaxmenx Management, Wastewater Manag., 20(8), p. 66x (2000).
- [16] Fxo DCY., Manan ZA., Tan YL., Synthesis of Maximum Watex Recovery Network for Batch,Process systems., J Cleaner prod, 1x, 1381 (2005).
- [17] Documents of NGL 1300 Gachsaran