



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

توسعه فرایند مورد پایه برای بهبود کارایی مصرف انرژی، برای استفاده در کارخانه

تولید خمیر کرافت. بخش 2: تجزیه تحلیل معیار

چکیده :

یک روش جدید برای تجزیه تحلیل معیار به منظور ارزیابی کارایی مصرف انرژی یک فرایند شیمیایی ارائه شده است. معیار بندی برای شناسایی ناکارآمدی های فرایند قبل از توسعه ی روش های بهبود مصرف انرژی انجام می شود. یک روش جدید ترکیبی از روش های معمولی نظیر مقایسه با عملیات فعلی، استفاده از شاخص های عملکردی جدید بر اساس محتوی انرژی و اکسرژی و هدف یابی توسط تجزیه تحلیل پینچ و واتر پینچ می باشد. همه ی بخش های فرایند و سیستم های بخار و اب ارزیابی می شود. این روش متشکل از 5 مرحله است. در مرحله ی اول داده های مورد نیاز گرد اوری می شود در مرحله ی دوم مقایسه ی کارایی انرژی و اب مورد پایه با عملیات فعلی صنعت صورت می گیرد. در مرحله ی سوم شاخص های جدید محتوی انرژی و اکسرژی برای تجزیه تحلیل کارایی سیستم ها و کمی سازی حرارت دفع شده توسط فرایند استفاده می شود. در مرحله ی چهارم حداقل های نیاز های انرژی و اب تعیین می شوند. آخرین مرحله مرحله ی سنتز است که توسط ان ناکارآمدی ها شناسایی شده و یک سری رهنمود هایی برای بهبود فرایند ارائه می شوند. اثرات متقابل بین سیستم ها و فرایند نیز ایجاد می شود. این روش در کارخانه ی خمیر سازی کرافت در شرق کانادا به کار گرفته می شود.

لغات کلیدی: تجزیه تحلیل معیار ، کارایی مصرف انرژی، تحلیل پینچ، واتر پینچ ، اکسرژی ، فرایند کرافت

1. مقدمه

یک روش تعریف و بررسی مدل مورد پایه ی فرایند عملیاتی در بخش 1 این مقاله ارائه شد این روش در یک کارخانه ی خمیر سازی استفاده شده است. این مدل به طور خاص جهت پشتیبانی از تجزیه تحلیل انرژی کارخانه طراحی شده و به نوان یک شبیه سازی حالت پایدار بر روی نرم افزار CADSIM PLUS اجرا شد. این روش همچنین مبتنی بر سیستم های بخار و اب است هر دو سیستم از مرحله ی تولید (برای بخار) و تصفیه ی اولیه

(برای اب) تا توزیع، استفاده و در نهایت پس از استفاده: ریکاوری، استفاده ی مجدد و دفع نهایی به محیط پایش می شوند. شبیه سازی تولید بیلان توده ای یا تجمعی (اب، فیبر و کل مواد جامد محلول) و نیز بیلان و تعادل در همه ی عملیات واحد و فرایند جهانی و بخش های اصلی ان می شود.

بخش 2 این مقاله تجزیه تحلیلی را ارائه می دهد که این تجزیه تحلیل بایستی قبل از توسعه و ارزیابی روش های بهبود کارایی مصرف انرژی انجام گیرد. این تجزیه تحلیل همان تجزیه تحلیل معیار فرایند است. هدف این کار ارزیابی عملکرد و کارایی انرژی فعلی فرایند در سطح جهان و در سطح بخش به منظور شناسایی یک سری نواقص و ناکارآمدی ها و ایجاد روش هایی برای بهبود کارایی مصرف انرژی می باشد. معیار بندی را می توان برای شناسایی این که در کدام نقاط می توان حداکثر مقدار انرژی را به دست آورد و یا راهنمایی مهندسان به کار گرفت.

2. بررسی منابع

صنعت خمیر و کاغذ از بزرگ ترین مصرف کننده های انرژی و اب در سطح جهان محسوب می شود. افزایش هزینه های انرژی و تصویب قوانین سخت گیرانه ی زیست محیطی موجب شده است تا این صنعت به شناسایی روش های دیگری برای بهبود صرف جویی اب و انرژی بپردازد. فرایند کرافت معمولی هر چه مقدار اب مصرف شده و فاضلاب تولید شده بیشتر باشد، مقدار انرژی مورد نیاز برای گرمادهی، خنک کردن و پمپاژ افزایش می یابد. ارزیابی فرایند قبل از اجرای روش های بهبود کارایی مصرف انرژی بر اساس مقایسه ی کارایی ان با کارایی دیگر فرایند ها با استفاده از شاخص های عملکرد و کارایی است (فرانسیس و همکاران 2004).

حروف اختصاری

η_i	ضریب کارنوت
$C_{p,i}$	صرفیت حرارتی (kJ/kg°C)
DSC	غلظت مواد محلول جامد
E_{SP}	انرژی عرضه شده به فرایند توسط سوخت برای تولید بخار مگاوات
EC_E	شاخص انرژی فاضلاب مگاژول / مگاژول
EC_{FG}	شاخص انرژی گاز های خروجی از دیگ (MJ/MJ)

شاخص محتوی انرژی کل فاضلاب و گاز های دیگ (MJ/MJ)	EC_T
شاخص انرژی مورد نیاز برای گرم کردن آب (MJ/MJ)	EC_{WTot}
اکسرژی مورد نیاز توسط فرایند (MW)	EX_{Proc}
انرژی عرضه شده به فرایند توسط سوخت برای تولید بخار	EX_{SP}
انرژی تخریب شده مربوط به تفاضل دمایی بین سینک های بخار و فرایند حرارتی	$EX_{dest, \Delta THX}$
اکسرژی تخریب شده مربوط به انساباد ادیاباتیک بخار HP برای تولید LP	$EX_{dest, PRVs}$
اکسرژی تخریب شده مربوط به تفاوت دمایی بین گاز های اشتعالی و دمای بخار HP	$EX_{dest, HPprod}$
اکسرژی تلف شده ی مربوط به فاضلاب و گاز های دیگ بخار	$EX_{lost, eff+FG}$
مقدار اکسرژی شاخص بخار	EX_{CE}
محتوی اکسرژی شاخص گاز بخار	EX_{CFG}
شاخص مقدار اکسرژی کل فاضلاب و گاز دیگ بخار	EX_{CT}
پتانسیل تولید دوگانه ی شاخص	EX_{CEC}
بخار پر فشار	HP
بخار فشار پایین	LP
جریان توده ای بخار	M
حداقل نیاز انرژی	MCR
حداقل تولید فاضلاب	MER
بخار فشار متوسط	MEP
حداقل نیاز حرارت دهی	MP
حداقل مصرف آب	MHR
ترکیب غیر ایزوترمال	MWC
زمان بازپرداخت	PP
دریچه ی آزاد سازی فشار	PRV
دمای ورودی	T_{in}

دمای هدف	T_{target}
دمای منابع یا مخازن حرارتی	T
دمای تصعید اسید سولفوریک	T_{SAC}
دمای محیط	T_o

استفاده از شاخص های عملکرد به عنوان ابزار معیار بندی یک عملی رایج برای اندازه گیری تغییر پذیری و تصحیح عملکرد یک فرایند است (Klatt and Marquardt, 2009). فرانسویس و همکاران 2006 شاخص هایی را پیشنهاد کردند که این شاخص ها مطابق با نرخ تولید می باشند. این شاخص ها شامل مصرف سوخت کارایی دیگ ها و مصرف انرژی حرارتی کل فرایند و مصرف انرژی تم تک عملیات می باشد. لانگ و گری 2005 از شاخص هایی برای پایش سیستم های کنترل با شناسایی دوره هایی که در آن حلقه های کنترل خارج از حالت نرمال هستند و یا در حال نوسان می باشند استفاده کردند. باکی 2007 شاخص هایی نظیر نسبت بین نقاط تنظیم و اهداف واقعی را تعریف کرد. وانکورک 2005 روشی را پیشنهاد کرد که در آن نسبت مصرف بخار یک واحد و تناژ محصول نهایی با اهداف تنظیم شده برای پروژه های کاهش انرژی مقایسه شدند. رابطه ریاضی برای هدف گذاری و تنظیم مصرف انرژی بالقوه باعث می شود که با مصرف انرژی واقعی مقایسه می گردد. رستینا 2006 یک روش مشابه را با انواع شاخص های یکسان استفاده کرد طوری که در آن یک تجزیه تحلیل زمان واقعی را برای شناسایی فواصل بین مقادیر هدف و مقدار واقعی جهت حفظ کارایی مصرف انرژی مورد استفاده قرار داد. سویل و همکاران 2009 از شاخص هایی برای برقراری ارتباط بین پایش کارایی مصرف انرژی با روش های تلفیق فرایند و راهبرد کسب و کار ارائه کردند. آن ها تغییرات حداقل نیاز انرژی را با نوسان فرایند عملیات پایش کرد. سیویل و اهیتا 2009 تولید ماشین کاغذ را با کارایی مصرف انرژی و پارامتر های پولی بررسی کردند. رستینا 2005 همچنین از یک نرم افزار برای پایش شاخص های فرایند های مختلف استفاده کرد با این حال هیچ گونه شاخصی وجود ندارد که منعکس کننده ی عوامل ناکارآمدی های محتمل نظیر حفظ تجهیزات، ریکاوری حرارت داخلی و مصرف مجدد آب باشد.

شاخص های عملکرد فعلی که کارایی مصرف انرژی را پایش می کنند، مصرف انرژی را بدون در نظر گرفتن کیفیت انرژی مورد استفاده و کیفیت انرژی تولید شده و مصرف شده توسط فرایند کمی سازی می کند. اکیرژی اغلب در

تحلیل مهندسی علی رغم اهمیت آن در ارزیابی کارایی عملیات تبدیل و انتقال انرژی استفاده نمی شود. این روش یک تابع کیفیت (دما) و کیفیت (انتالپی) را از محتوی حرارتی جریان های مواد ترکیب می کند بنابراین اگر چه انرژی در فرایند های تبدیل بر اساس قانون اول ترمودینامیک حفظ می شود اما اکسرژی بر اساس قانون دوم ترمودینامیک منعدم و از بین می رود. از آن جا که با افزایش کارایی ترمودینامیکی عملیات فرایند، اکسرژی کمتری تخریب می شود با این حال کارایی و عملکرد نهایی تنها در حالت تعادل حاصل می شود یعنی برای فرایند های بسیار کند که از نظر مهندسی عملی نمی باشد. مطالعات بیشتری به استفاده از اکسرژی در طراحی فرایند اختصاص داده شده اند (Sorinand Paris, 1997; Kotas, 1985; Szargut et al., 1988; Brodyansky et al., 1994; Sorin et al., 1998). همچنین اکسرژی در صنعت خمیر و کاغذ (Wall, 1988; Asselman et al., 1996; Gong, 2005; Mateos-Espejel et al., 2007; Brown et al., 2005) به کار گرفته شده است. تخریب اکسرژی ارتباط تنگاتنگی با تبدیل برگشت ناپذیر دارد که در فرایند اتفاق می افتد. اکسرژی در مبدل های حرارتی به دلیل تفاضل دمای بین جریان های داغ یا سرد و یا انبساط ادیاباتیک بخار در یک دریچه از بین می رود. اکسرژی که دیگر برای فرایند مفید نیست و یا قابل دسترس نیست به صورت تلف شده یا از بین رفته در نظر گرفته می شود. این اکسرژی دارای جریان فاضلاب یا تهویه شده می باشد و گاز های دیگ به محیط وارد می شود. کاهش اکسرژی از بین رفته و تلف شده با ریکاوری حرارت داخلی، استفاده ی مجدد از فاضلاب، تولید دوگانه و ارتقا انرژی صورت می گیرد. بنابراین اکسرژی می توان به عنوان شاخص ارزیابی ناکارآمدی فرایند مورد استفاده قرار داد. کارایی انرژی و اب معمولا به طور جداگانه به ترتیب با استفاده از تحلیل پینچ و تحلیل واتر پینچ از بی بی می شود (Noel, 1995; Noel and Boisvert, 1998; Koufos and Retsina, 1999, 2001; Jacob et al., 2002; Wising, 2003; Axelsson and Berntsson, 2005; Axelsson et al., 2006; Lutz, 2008).

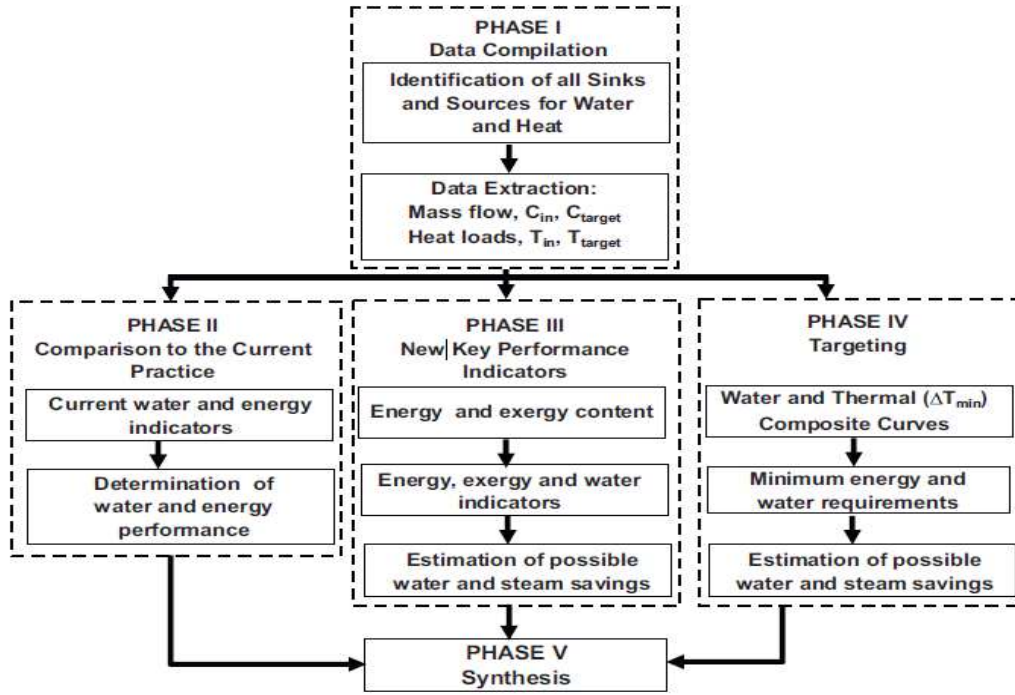
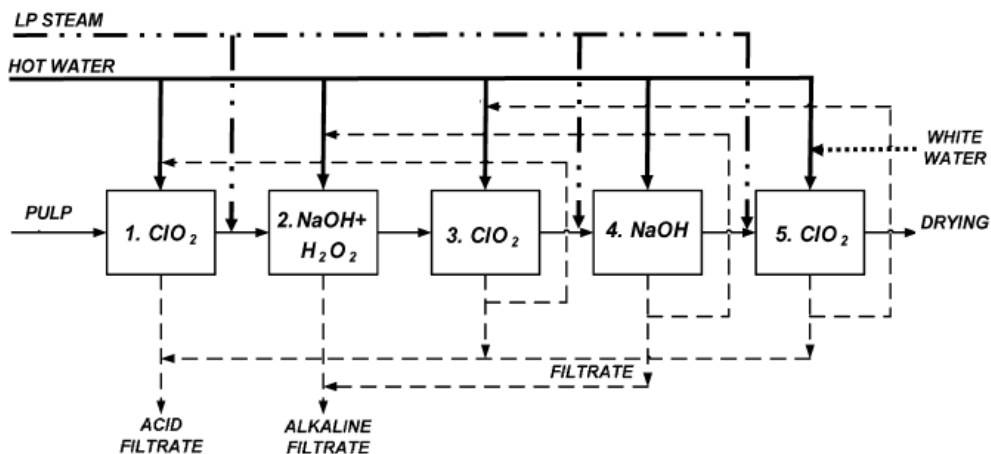


Fig. 1 - Methodology.

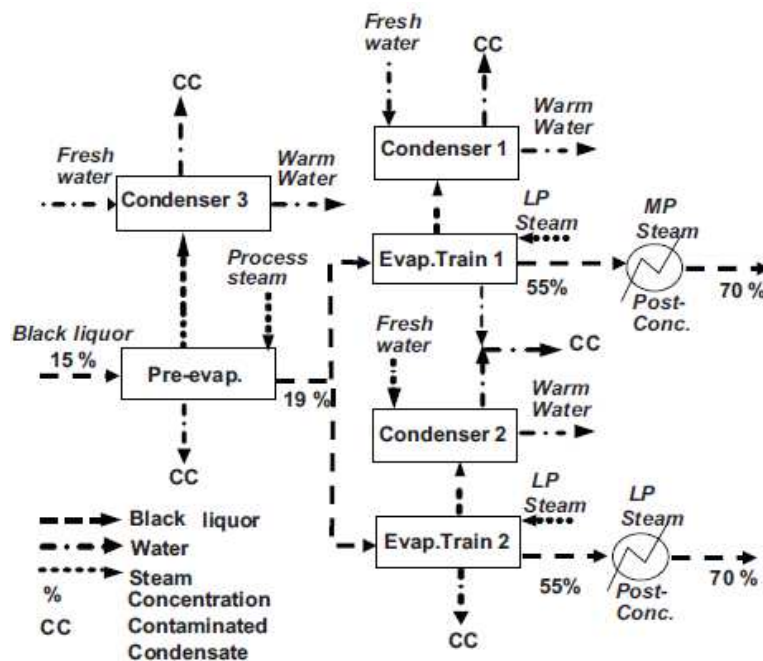
شکل 1: روش

جدول 1: KPI جدید

Name	Symbol	Equation
<i>Energy indicators</i>		
Energy rejected in effluents	EC_E	$mC_p(T - T_{ET})/E_{SP}$ (1)
Energy rejected in flue gases	EC_{FG}	$mC_p(T - T_{SAC})/E_{SP}$ (2)
Total energy rejected	EC_T	$EC_E + EC_{FG}$ (3)
Energy for heating water	EC_{Wtot}	$mC_p(T - T_1)/E_{SP}$ (4)
<i>Exergy indicators</i>		
Energy conversion	EX_{EC}	$(EX_{dest,HPprod} + EX_{dest,PRV's} + EX_{dest,\Delta THX})/EX_{SP}$ (5)
Exergy rejected in effluents	EX_{CE}	$mC_p(T - T_{ET})\eta_E/EX_{PROC}$ (6)
Exergy rejected in flue gases	EX_{CFG}	$mC_p(T - T_{SAC})\eta_{FG}/EX_{PROC}$ (7)
Total exergy rejected	EX_{CT}	$EX_{CE} + EX_{CFG}$ (8)
Exergy for heating water	EX_{CWtot}	EX_{Water}/EX_{PROC} (9)



شکل 2: بخش رنگ بری



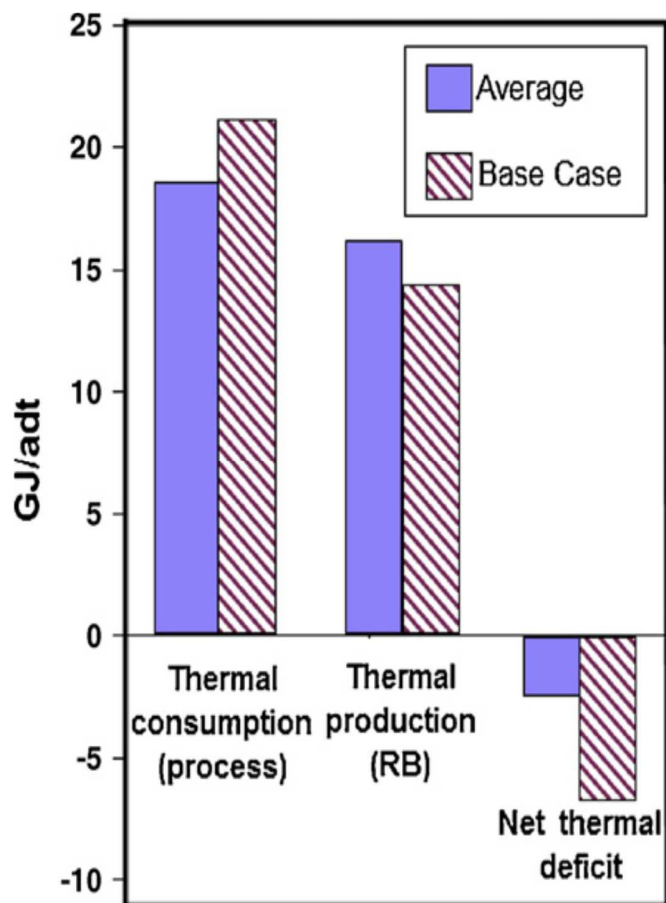
شکل 3: بخش تغلیظ لیکور یا مایع سیاه

تحلیل پینچ برای تعیین حداقل نیاز گرم کنندگی و خنک کنندگی توسط سیستم های اب و بخار استفاده می شود (لینهوف و همکاران 1994، اسمیت 1995). پایه و اساس تحلیل پینچ نشان دادن نمودار دما و انتالپی همه ی انتقال حرارت ها درون یک سیستم است. این شامل منحنی های ترکیبی داغ و سرد است که بیانگر قابلیت دسترسی و تقاضای حرارت در فرایند است. واتر پینچ برای تعیین حداقل نیاز اب و حداقل تولید فاضلاب استفاده می شود. الهالویگ و مانوسایوتیکس 1989 روشی را پیشنهاد کردند که یک نسخه ی مستقیم از تحلیل پینچ حرارتی بر

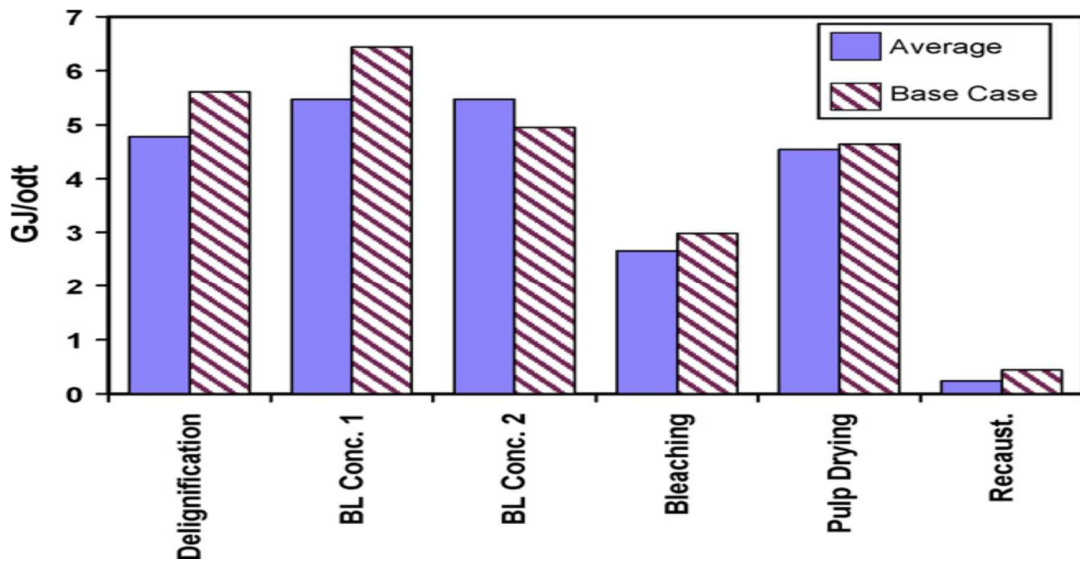
اساس مقایسه ی بین تبادل حرارت و وزن است. شفيعی و همکاران 2003 از این روش برای انواع مختلفی از عملیاتی که از آب استفاده می کنند بهره برد. وانگ و اسمیت روشی را برای شبکه های عملیات شست و شوی جریانات فرایند الی با آب پیشنهاد کرد. دول 1998 روش دیگری را برای فرایند های تک فازی (نظیر فرایند کرافت) که دارای بنیان آبی می باشند پیشنهاد کرد که در آن محتوی جریان اصلی محصول مطلوب با کاهش سطح الودگی از طریق یک سری عملیات نظیر رقیق شدگی جایگزینی و ضخیم شدگی غنی سازی می شود. نمودار سرعت جریان خالص در برابر وزنی از همه ی انتقال های وزنی بین جریان های آب نشان داده شده است. این نمودار دارای دو منحنی کامپوزیت یکی برای منابع آب و دیگری برای مخازن آب است که به ترتیب نشان دهنده ی فاضلاب تولید شده و فرایند آب در فرایند است با این حال این آنالیز ها اثرات متقابل بین سیستم های آب و بخار را نادیده گرفته و این می تواند موجب شود تا کارایی روش ها پایین بیاید و هزینه ی انرژی بالا رود (ماتئوس و اسپیجل و همکاران 2008). توسعه ی سناریو های بهبود کارایی مصرف انرژی با توجه به مسائل آب و انرژی می تواند منجر به ایجاد پروژه های جذاب تر شود زیرا استفاده ی مجدد از آب موجب کاهش سطح مقطع مورد نیاز برای افزایش ریکاوری حرارت داخلی می شود (Savulescu et al., 2005).

روش معیار برای ارزیابی یک فرایند ایجاد می شود. یک پیشنیاز برای پروژه های بازیابی و احیای انرژی است. این روش مسائلی را برجسته می کند که این مسائل بایستی در مرحله ی استخراج داده های آب و انرژی در نظر گرفته شود همچنین یک مقایسه با عملیات فعلی صورت می گیرد همچنین خصوصیات آب انرژی و اکسرژی فرایند را از بی آبی می کند. شاخص های عملکرد جدید کارایی حرارت داخلی نیز توسعه یافته اند. این شاخص ها اقدام به کمی سازی مصرف مازاد بخار می پردازند که در انرژی رد شده در فرایند در فاضلاب و گاز های داغ حاصل از دیگ منعکس شده اند. هر چه انرژی بیشتر در این منابع حرارتی دفع شود سیستم های آب و بخار داغ بیشتری به فرایند عرضه می شود. بعلاوه مصرف آب مازاد نیز در تولید فاضلاب منعکس می شود. شاخص های اکسرژی برای برای در نظر گرفتن کیفیت انرژی تولید شده، انرژی عرضه شده و استفاده شده توسط فرایند و انرژی دفع شده به درون محیط زیست تعریف گردیده است. یک مرحله ی هدف گزینی یا هدف یابی شامل استفاده از منحنی های ترکیبی

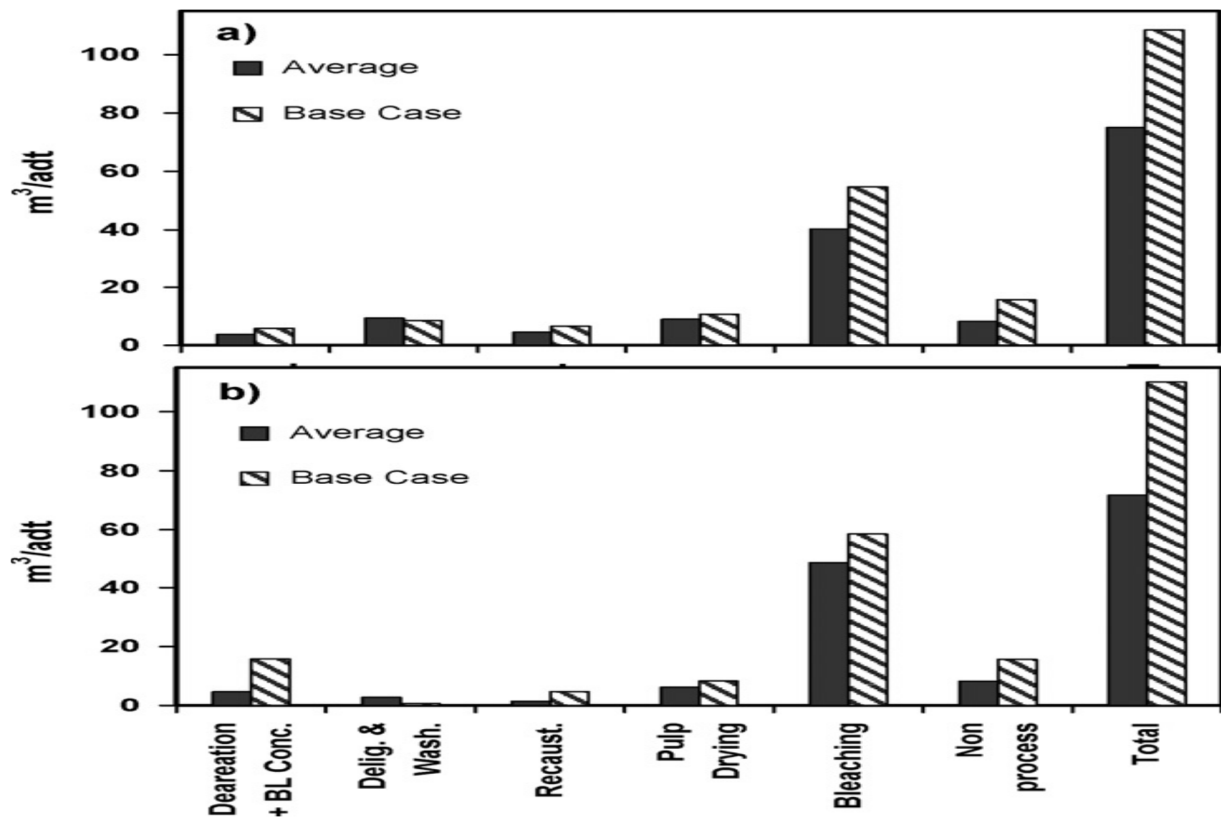
اب و دما برای تعیین ماکسیمم ریکاوری حرارت و استفاده ی مجدد از اب تا حد ممکن می باشد. مرحله ی نهایی این روش شامل ترکیب همه ی نتایج قبلی است. این یک وظیفه ی بیار مهم است زیرا مسائل کارایی مصرف اب و انرژی یک فرایند شناسایی شده و اهداف توسعه ی روش های بهبود کارایی انرژی تثبیت می شود.



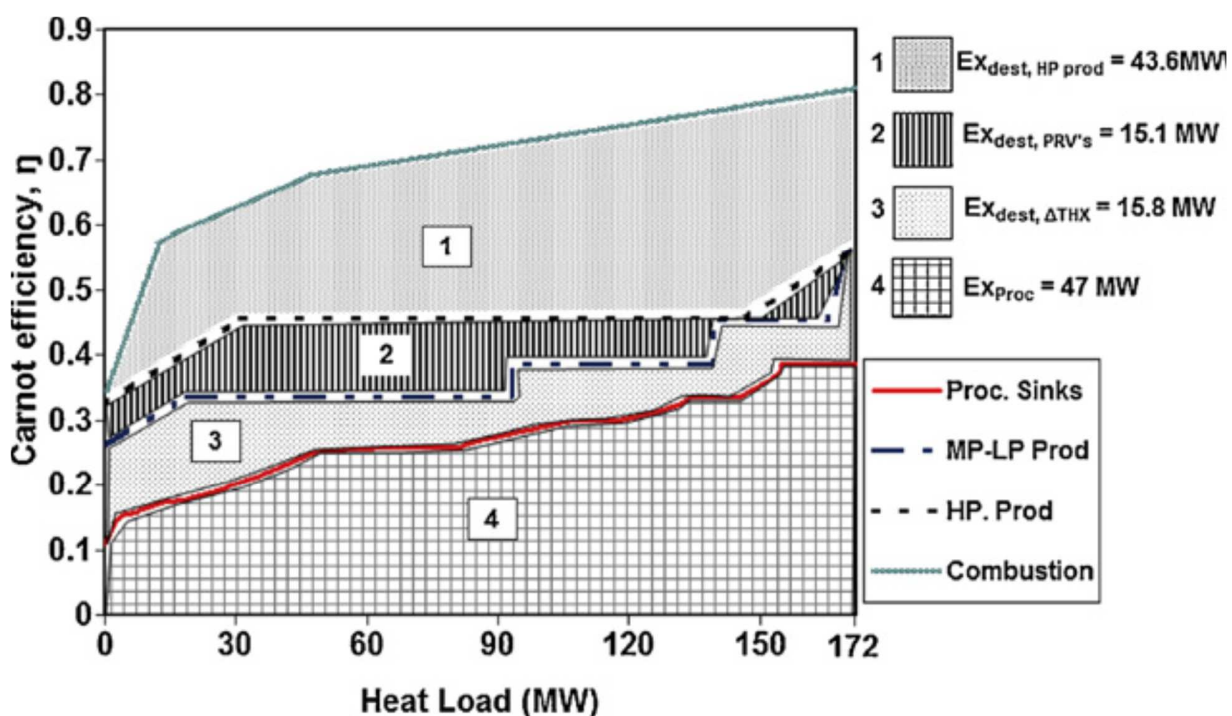
شکل 4: مصرف حرارت کل و تولید انرژی حرارتی



شکل 5: مصرف حرارت یا دما توسط بخش فراوری



شکل 6. الف) مصرف آب ب) تولید فاضلاب



شکل 7: منحنی ترکیبی اکسرژی فرایند فعلی

3. روش

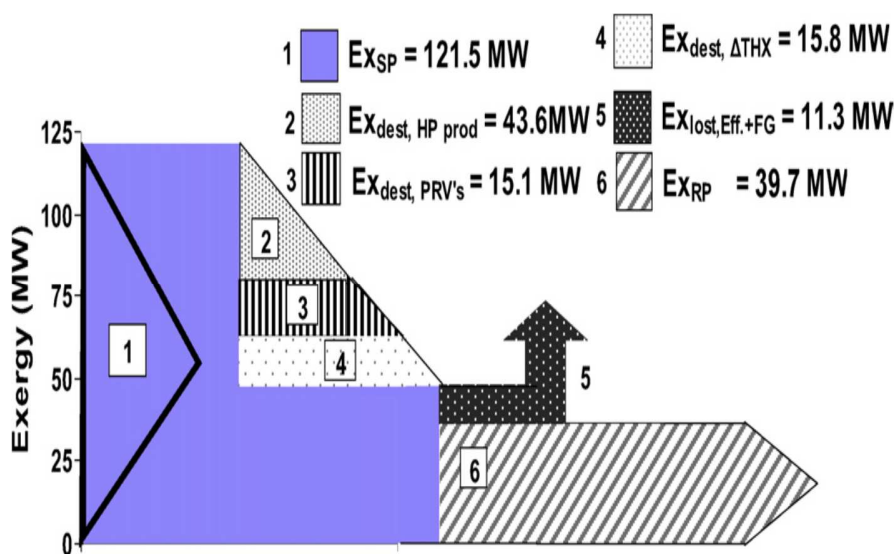
روش معیار مورد استفاده در این کار در شکل 1 دیده می شود. به طور کلی ارزیابی یک فرایند تنها کمی سازی فاکتور های انرژی را در نظر می گیرند. با این حال از آن جا که انرژی با میزان مصرف نهایی در یک فرایند اندازه گیری می شود، نتایج تحلیل پینچ بر اساس مقایسه ی بین مصرف انرژی فرایند و نتایج حاصله بعد از بیشینه سازی ریکاوری حرارت داخلی است. کیفیت انرژی تولید شده تنها به طور غیر مستقیم زمانی که انرژی پتانسیل برق تجزیه تحلیل شود ارزیابی می گردد. اکسرژی در روش پیشنهادی برای کمی سازی ناکارآمدی در تولید مصرف و توزیع سیستم های آب و بخار و حرارت دفع شده در عملیات فراوری فعلی استفاده می شود. بنابراین اطلاعات به دست آمده از تجزیه تحلیل اکسرژی با مکمل با مقایسات انجام شده با عملیات فعلی و هدفیابی از طریق پینچ و واتر پینچ است.

روش معیار ترکیبی از روش های مختلف را برای ارزیابی کارایی اب و انرژی در اختیار می گذارد. ناکارآمدی روش ها شناسایی شده و اهداف برای توسعه ی روش های بهبود کارایی مصرف انرژی تنظیم می شوند. این روش به شناسایی موارد زیر می پردازد:

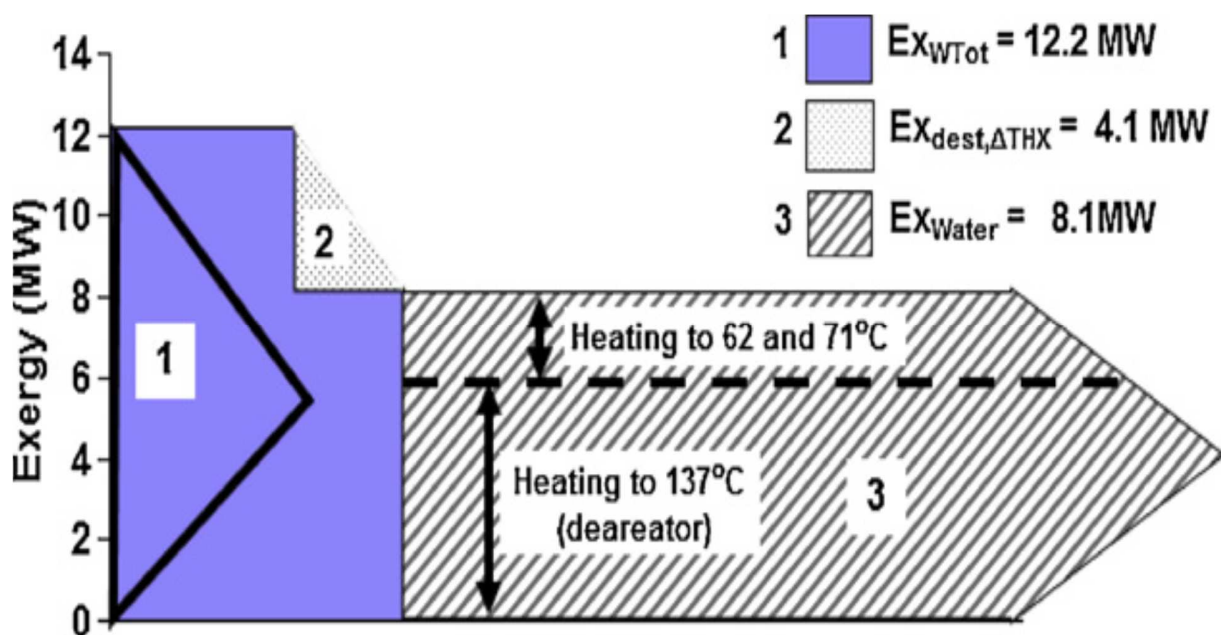
- عملیات واحد با عملکرد مصرف انرژی پایین
- کارایی و عملکردی که از طریق ان انرژی حرارتی تولید شده و در فرایند مصرف می شود.
- مقدار و کیفیت انرژی اتلاف شده
- حداکثر استفاده ی مجدد از اب و حداکثر ریکاوری انرژی

3.1 فاز 2: گرد اوری داده ها

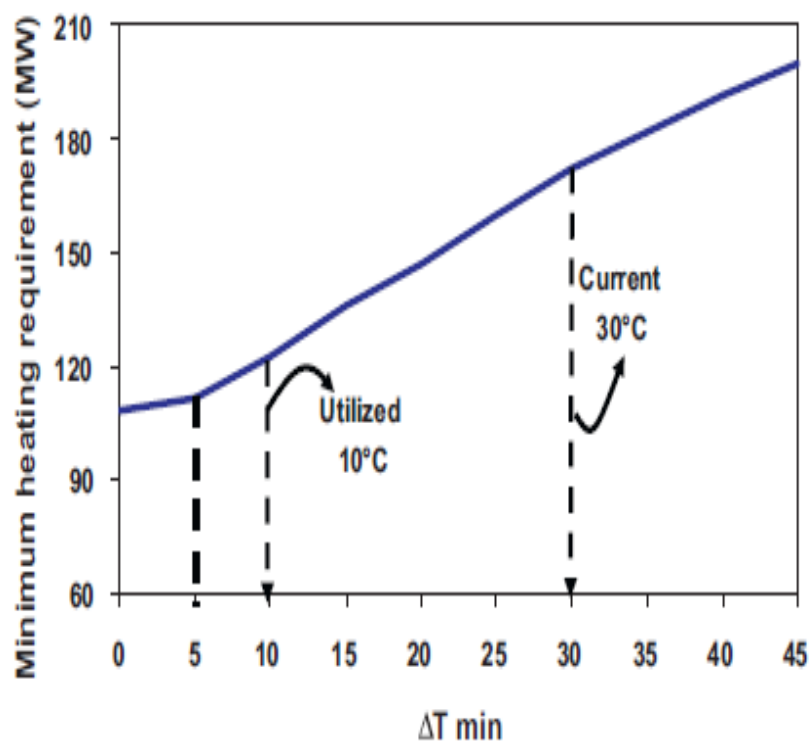
این فاز متشکل از همه ی داده های مورد نیاز برای جمع اوری داده های معیار است. این اطلاعات برای تحلیل انرژی و اب و نیز بهینه سازی استفاده می شود. فاز 1 در دو مرحله انجام می شود. ابتدا همه ی منابع و مخازن برای اب و حرارت شناسایی می شوند. مخازن حرارت و یا جریان های اب سرد، جریان هایی هستند که بایستی گرم شوند. منابع حرارت یا جریان های اب داغ جریان هایی هستند که بایستی سرد شوند. منابع ابی جریان هایی هستند که می توانند مجددا استفاده شوند و این که فاضلاب یک فرایند هستند. مخازن اب عملیاتی هستند که در ان اب نیاز است.



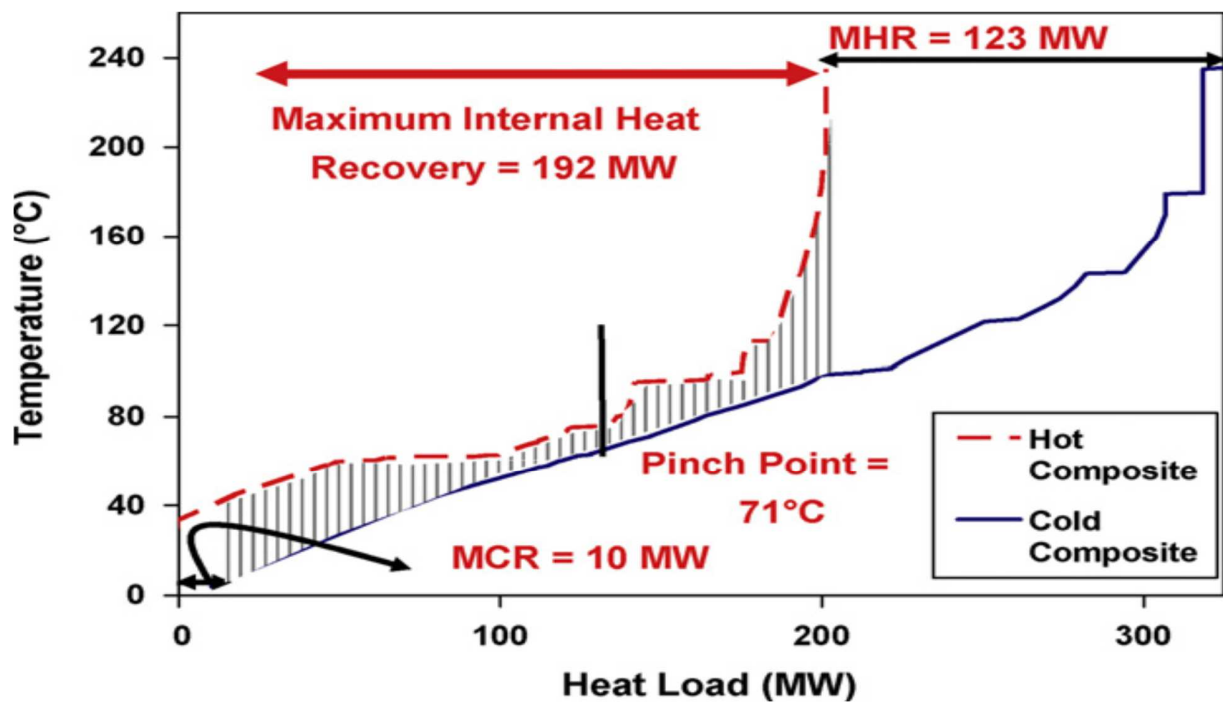
شکل 8: دیاگرام سانکی جریان حرارت اکسرژی عرضه شده به فرایند



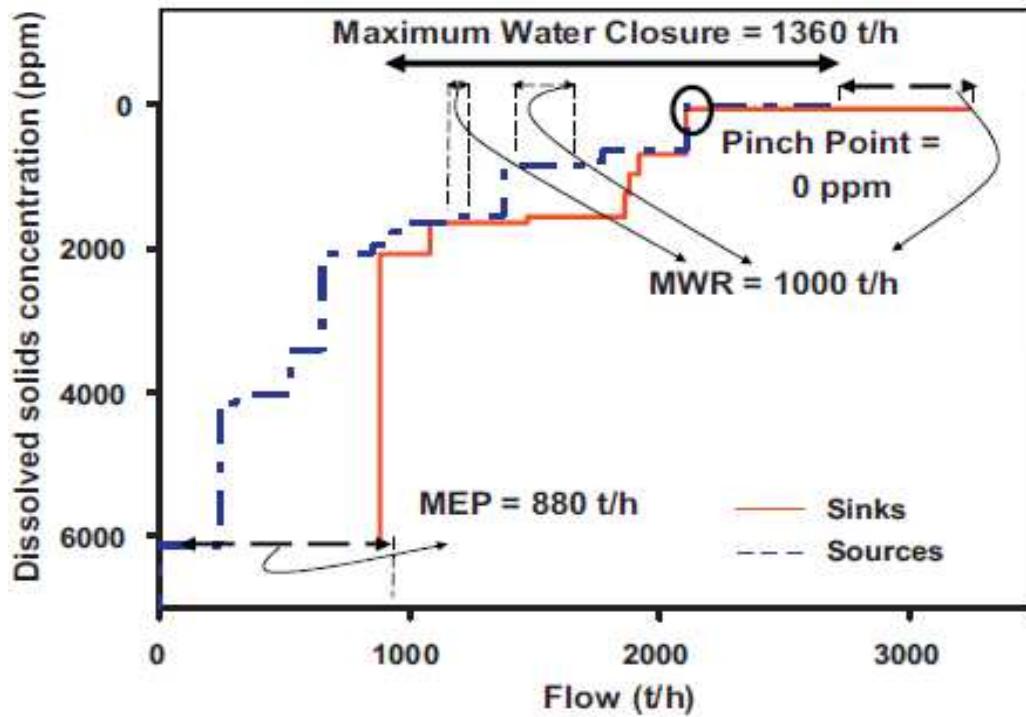
شکل 9: دیاگرام سانکی اکسرژی عرضه شده برای تولید اب داغ



شکل 10: هدف یابی ΔT_{min}



شکل 11: منحنی ترکیب حرارتی فرایند



شکل 12: منحنی ترکیب اب فرایند

برای تجزیه تحلیل حرارت همه ی مصرف کننده های بخار و جریان های دخیل در ریکاوری جریان های داخلی شناسایی می شود. جریان هایی که بخشی از عملیات ترکیب غیر ایزوترمال یا هم دما هستند از جمله تزریق مستقیم بخار، در نظر گرفته می شوند.

برای تجزیه تحلیل اب، همه ی مصرف کننده های اب شیرین و جریانات دخیل در روش های استفاده ی مجدد از اب شناسایی می شوند.

دومین مرحله شامل تعیین بار درجه حرارت و بار حرارتی برای همه ی جریان های داغ و سرد است. در رابطه با جریان های سرد که بایستی توسط بخار داغ شوند، دمای هدف، دمای بخار تصعید است. برای جریان های ابی تعیین الاینده هایی که در عملکرد فرایند و یا کیفیت محصول تاثیر می گذارند مهم است. حداکثر غلظت الاینده که می تواند وارد مخازن ابی شود از مطالعه ی عملیات واحد و عوامل محدود کننده به دست می آید(فو و همکاران 2006).

این روش برای استخراج داده این اطمینان را به ما می دهد که همه ی جریان هایی که بر عملکرد ابی و حرارتی فرایند تاثیر گذار هستند در نظر گرفته می شود.

3.2 مرحله 2: مقایسه با عملیات فعلی

مقایسه ی خصوصیات ویژه ی یک فرایند با عملیات فعلی معمولا برای شناسایی بخش های ناکارآمد استفاده می شود. شاخص های عملکردی کلیدی زیر که مطابق با نرخ تولید خمیر هستند نیز برای مقایسه استفاده شدند همچنین ان ها این شاخص ها را برای کل فرایند و تک تک بخش ها استفاده کردند:

- مصرف بخار
- مصرف اب
- تولید فاضلاب
- تولید حرارتی دیگ های ریکاوری
- تلفات خالص حرارتی یعنی تفاضل بین مصرف و تولید کل بخار توسط دیگ های ریکاوری

جدول 2: داده های انرژی و اکسرژی فرایند ظاهری

	Energy content (MW)	Exergy content (MW)
Fuels combustion to steam (Ex_{SP})	172	121.5
HP steam production	172	78
Steam utilization	172	62.8
Process consumption (Ex_{Proc})	172	47
Flue gases	11.8	4
Hot effluents	44.9	7.3
Water heating (Ex_{WTot})	37.1	12.2

جدول 3: شاخص های انرژی و اکسرژی برای فرایند ظاهری

Name	Value (GJ/GJ)
Energy indicators	
EC_E	0.26
EC_{FG}	0.07
EC_T	0.33
EC_{WTot}	0.22
Exergy indicators	
ExC_{EG}	0.61
ExC_E	0.16
ExC_{FG}	0.09
ExC_T	0.25
ExC_{WTot}	0.26

مرحله 1: ریکاوری حرارت داخلی: نقطه شروع روش، فراوری در پیکر بندی اصلی است. دیاگرام پینچ برای این پیکر بندی ساخته شده و شبکه مبدل حرارتی طراحی می شود. با این حال، احتمال می رود که برخی از روش های ریکاوری حرارت و شبکه های مبدل حرارتی استفاده شوند. این نمی تواند بر اساس تحلیل پینچ و یا هر گونه انحراف و نقضیات از آن باشد: خطاها را باید شناسایی و تصحیح کرد. دیگر روش های ریکاوری ممکن است از شبکه بهینه بدون نقض قوانین پینچ تبعیت نکنند. این روش ها به عنوان محدودیت های فنی در طراحی شبکه مبدل حرارتی بوده و ایجاد یک سری طرح های شبکه HEN-1: HEN-1 می کنند.

مرحله 2: استفاده مجدد از آب: امکان استفاده مجدد از آب با استفاده از آنالیز واتر پینچ شناسایی می شود. این موجب کاهش مصرف بخار و تولید پسماند می شود. و می تواند نقاط NIM را حذف کند. جریانات آبی که در

فرایند استفاده مجدد می شوند برای تغییر دیاگرام پینچ به کار برده می شوند. نقطه پینچ و حداقل نیاز انرژی تغییر خواهد کرد. خطاها و نقضیات قوانین پینچ به دلیل تغییر نقطه پینچ، حذف یا ایجاد می شوند. یک شبکه مبدل حرارتی جدید و نسخه های دیگر آن باید بر اساس نمودار پینچ جدید HEN-2, HEN-2 طراحی می شود.

مرحله ی 3. حذف ترکیب غیر ایزوترمال (هم دما) برخی از NIM ها بعد از مرحله ی 2 باقی می ماند. این ها خود موجب افزایش ناکارآمدی و کاهش عملکرد می شود. این NIM ها در مرحله ی 3 با کمی سازی اکسرژی تخریب شده در هر نقطه شناسایی می شود و روش های تصحیح ایجاد می شود. برخی از این روش ها شامل استفاده از ریکواری حرارت داخلی همراه با ترکیب جریانات بوده و ازین رو دیاگرام پینچ را اصلاح می کند بنابراین یک شبکه ی جدید (HEN-3, HEN-3") ایجاد خواهد شد.

مرحله ی 4. ارتقا یا به روز سازی انرژی: در صورت امکان استفاده از یک پمپ حرارتی در یک فرایند می تواند شیوه ای مناسب برای کاهش تقاضای آب سرد و گرم شود یعنی MHR و MCR شود با این حال چون هزینه ی سرمایه گذاری اغلب بسیار بالاست می توان بعد از بیشینه سازی ریکواری یا حرارت داخلی انجام داد. یک فاکتور محدود کننده افزایش دما برای رفع نیاز داخلی حرارت پمپ در بارهای حرارتی و مبدا و مخزن حرارت موجود به خصوص در AHP است که به جریان های فرایند در 3 سطح مربوط می شود. افزایش دما را می توان با استفاده از HEN برای به کار بردن جریانات نزدیک به نقطه ی پینچ جبران کرد که تولید یک پیکر بندی جدید موسوم به (HEN-4, HEN-4") می شود.

مرحله 5. ریکواری میعان. بعد از بیشینه سازی ذخیره ی بخار با روش های دیگر ریکواری میعان و نیز جایگزینی تزریقات بخار توسط مبدل های حرارتی (HEN-5, HEN-5") شناسایی می شود.

مرحله 6. تبدیل انرژی. پروفیل دمایی فرایند برای تعدیل سطوح بخار فشار تجزیه تحلیلی می شوند سپس اندازه و نوع توربین ها طوری محاسبه می شود که تولید برق از مقدار بخار موجود به حداکثر برسد.

6. کاربرد به مطالعه ی موردی

تحلیل معیار کارخانه ی همیر کرافت مرجع در مطالعه ی قبلی (36) انجام شده و در بخش 4.2 نشان داده شده است. نشان داده شد که در این فرایند سطح پایینی از مصرف کجدد اب ریکاوری حرارت ضعیف و حضور نقاط ترکیب غیر ایزوترمال ناکارآمد وجود دارد این وضعیت همیشه خاص کارخانه های خمیر سازی کرافت قدیمی در کانادا و دیگر کشور ها بوده است. نتایج این وضعیت با اثرات منفی ناشی از استفاده ی روش های صرفه جویی انرژی با مصرف بخار و اب بالا و مقدار زیاد گرمای تلف شده در گاز های دیگ بخار و پسماند های مایع تشدید و وخیم تر می شود. بعلاوه مدیریت ضعیف تولید بخار و مدیریت ضعیف سیستم های توزیع می تواند میزان سود اوری را کاهش دهد.

شبه سازی کامپیوتری برای تعیین تغییرات در تعادل حرارتی و ابی ناشی از کاربرد فنون بهبود دهنده ی مصرف انرژی استفاده شده است. طرح های HEN با استفاده از تحلیل پینچ و نرم افزار **ASPEN-HXNET** انجام شده اند. طرح HEN چهار مرحله ای ارائه شده است که تغییرات مورد نیاز برای اجرای AHP را نشان می دهد.

صرفه جویی در بخار، مقدار انرژی پسماند ها و گاز های دیگ بخار سطح همه ی HEN های تولید شده توسط روش گام به گام در جداول 3 و 4 دیده می شود. این مقادیر برای دوره ی زمستانه هستند. لازم به ذکر است که انرژی کل مورد نیاز به صورت بخار در تابستان نسبت به زمستان 10 درصد پایین تر بوده و این که بخشی از این توان یا برق مورد استفاده برای گرمادهی اب 35 درصد پایین تر است. روش های صرفه جویی انرژی قابل کاربرد به هر دو شرایط زمستانه و تابستانه است.

مرحله 1: ریکاوری حرارت داخلی (IHR)

سیستم های ریکاوری حرارت نصب شده ی **HEN-0** که ب عملکرد فرایند تاثیر می گذارند و این که محدودیت فنی در طراحی **HEN-1** در زیر مشاهده می شود.

محدودیت 1. گرم کردن اب شیرین توسط میعان بخار در واحد تغلیظ BL. خلا مورد نیاز برای تغلیظ BL توسط یک اژکتور متصل به کندانسور تولید می شود. محدودیت 1 موجب محدود شدن مقدار بخاری می شود که در

پایین تر از نقطه ی پینچ صرفه جویی می شود. یک شبکه ی مبدل حرارتی دیگر که این وضعیت را تصحیح می کند استفاده شده است (HEN-1").

محدودیت 2: گرم کردن اب الوده با تزریق مستقیم بخار فراوری. یک نقض قانون پینچ در مخزن تجمع مورد استفاده برای قابلیت کنترل فرایند اتفاق می افتد. مخزن به یک سیستم اب و سیستم تغلیظ BL متصل است.

محدودیت 3: چوب زدایی. بخار فشار متوسط برای افزایش دمای تراشه های چوب از 60 تا 170 درجه استفاده شده و از این رو نقض قانون پینچ را در پی دارد با این حال تغییر پیکر بندی با استفاده از مبدل حرارتی فرایند در کنترل پذیری هضم کننده یا دیگ های هضم تاثیر می گذارد.

جدول 5 مقدار انرژی مربوط به نقض قوانین پینچ را نشان می دهد. 3 نوع نقض قوانین وجود دارد:

1. استفاده از بخار داغ بالاتر از نقطه ی پینچ برای گرم کردن یک جریان سرد پایین تر از 12.5 مگاوات.

2. استفاده از یک جریان داغ برای گرم کردن یک جریان سرد پایین تر از نقطه ی پینچ.

3. استفاده از یک جریان سرد برای گرم کردن جریان داغ بالا تر از نقطه ی پینچ. در فرایند فعلی این می تواند مربوط به منابع گرمایی استفاده نشده باشد و گرما را به محیط آزاد کند.

جدول 5: نقض قوانین پینچ در فرایند فعلی

جدول 6: نقض قوانین پینچ بعد از استفاده مجدد از اب.

حذف همه ی نقضیات پینچ موجب بیشینه شدن صرفه جویی می شود که این کار با بهبود ریکاوری حرارت داخلی حاصل می شود

شبکه ی HEN-1 تنها مستلزم استفاده از حرارت تلف شده در رنگبری پسماند ها و گاز ها برای کاهش مقدار

فشار مورد استفاده برای گرم کردن و هواگیری اب است. از سوی دیگر استفاده ی بهتر از گرما در پایین تر از نقطه

ی پینچ در HEN-1" نشان دهنده ی افزایش صرفه جویی در بخار است. این صرفه جویی های بیشتر می توانند

جبران کننده ی افزایش سطح یا مسائل فنی به وجود آمده با حذف عامل محدود کننده ی 1 باشد. سطح مقطع و

پیچیدگی HEN با نزدیک شدن نیاز های انرژی به MER افزایش می یابد.

روش های صرفه جویی در بخار در بالا تر از نقطه ی پینچ موجب می شود تا همه ی گرمای موجود از گاز های دیگ ریکاوری شود و بنابراین \bar{EC}_{FG} به صفر کاهش می یابد. افزایش مصرف گرما از پسماند ها از پایین تر از نقطه ی پینچ در "HEN-1" موجب کاهش بیشتر محتوی مقدار انرژی پسماند ها می شود.

4.2 فاز 2: مقایسه با عملیات فعلی

داده های مربوط به دو دوره یعنی زمستان که دوره ی حداکثر مصرف بخار و تابستان که دوره ی حداکثر مصرف اب است در نظر گرفته شده است. مصرف بخار و اب به شدت تحت تاثیر دمای اب رودخانه قرار داد. این دما متغیر از 4 درجه در زمستان تا 20 درجه در زمستان است. تولید خمیر کارخانه در طول کل سال ثابت است.

4.2.1 مصرف انرژی حرارتی

یک مطالعه ی انرژی انجام شده در 49 کارخانه ی خمیر و کاغذ(فرانسیس و همکاران 2006) 47 کارخانه ی کانادایی که 24 مورد از ان ها دارای فراند های کرافت بوده و 2 کارخانه در ایالات متحده به عنوان منبع داده ها در این مطالعه استفاده شده است. نتایج در شکل 4 و 5 نشان داده شده است. شاخص های مورد استفاده برای تجزیه تحلیل داده های کل توسط هر بخش با واحد تولید که به صورت تن اون خشک که واحد معمولی در صنعت است محاسبه شد. دیگر مواد مورد استفاده از حیث تن هوای خشک به دست آمدند یعنی ماده ی خشک شده در محیط. تفاضل در مقدار بیان شده در هر دو واحد حدود 5 درصد است طی تابستان مصرف بخار تا حدود تا حدود 10 درصد کاهش می یابد.

مصرف کل و تلفات حرارتی خالص بالاتر از مقدار میانگین می باشند(شکل 4). تلفات حرارتی خالص ناشی از کارایی و عملکرد ضعیف دیگ های ریکاوری و بخار مازاد مورد نیاز توسط فرایند است. این تلفات با تولید بخار زیاد توسط سوخت های فسیلی و بیوماس جبران می شود. در اصل ریکاوری مقدار حرارت مایع سیاه غلیظ بایستی نیاز های فرایند را با تولید بخار پوشش دهد(مک لوری و ویل سینزکی 1999). شکل 5 نشان می دهد که تاکید تحلیل بایستی بر 3 بخش باشد: چوب زدایی، (دلیگنیفیکاسیون)، تغلیظ مایع سیاه 1 و رنگبری خمیر که مصرف بالاتر از

مقدار میانگین کانادا است این بخش هاتا حدودی نشان دهنده ی فرصت های صرفه جویی در انرژی با هزینه ی پایین می باشد.

4.2.2 مصرف اب

داده های مورد استفاده برای مقایسه شامل عملیات میانگین برای کارخانه ی کرافت کانادا در دهه ی 1990 بوده است (ترنز 1994، گولیکسن و فولگهولم 1999). این عملیات شامل داده های مصرف کل اب بدون در نظر گرفتن تیمار های پیش از مصرف می باشد. شاخص های مصرف اب و فاضلاب تولید شده هر دو با نرخ تولید خمیر بر حسب adt استاندارد سازی شده اند. طی تابستان مصرف کل اب تا 18 درصد به دلیل نیاز اب سرد برای تولید ClO2 مورد استفاده به عنوان معرف رنگ بری و سفید کنندگی افزایش می یابد.

شکل 6 نشان می دهد که مصرف اب بالاتر از میانگین کانادایی برای همه ی بخش ها می باشد. این بیانگر عدم استفاده ی مجدد از اب درون فرایند در تغلیظ مایع سیاه و بخش های سفید کنندگی است. بخش تغلیظ BL مصرف انرژی بالایی داشته و تولید فاضلاب بیش از 3 برابر میانگین کانادا می کند مصرف بخار توسط بخش رنگبری نیز بسیار زیاد است که در شکل 5 دیده می شود. توجه ویژه ای بایستی به مصرف اب برای خنک کنندگی در واحد تولید ClO2 شود که در بخش مصرفی رنگ بری گنجانده می شود. نیاز اب خنک کننده معمولا با افزایش ریکاوری حرارت داخلی کاهش می یابد.

4.2.3 ملاحظات

شناسایی بخش های ناکارآمد فرایند گامی مهم در تجزیه تحلیل است با این حال عامل این ناکارامدی ها را نمی توان در این مسئله تعیین کرد کیفیت انرژی حرارتی تولید شده مصرف شده و در نهایت دفع شده اطلاعات بیشتری را در این زمینه فراهم می کند. این کار به وسیله ی دیگر KPI صورت می گیرد که در بخش بعد بحث می شود.

4.3 فاز 3: شاخص های کلیدی و جدید

منحنی ترکیبی اکسرژی برای نشان دادن اکسرژی منعدم شده و تخریب شده در مسیر انرژی از تولید ان با اشتعال سوخت تا مصرف ان توسط تجهیزات فرایند در شکل 7 نشان داده شده است. انرژی اولیه که توسط اشتعال سوخت تولید می شود برای تولید سطوح انرژی متوسط در شکل HP و سپس بخار MP و LP استفاده می شود.

- منطقه ی 1: اکسرژی تخریب شده توسط تولید بخار HP
 - منطقه 2: اکسرژی تخریب شده توسط انبساط ادیاباتیک و فراگرمزادایی بخار HP برای تولید بخار LP و MP
 - منطقه ی 3: اکسرژی تخریب شده توسط تبادل حرارتی بین بخار زنده و مخازن فرایند.
 - منطقه 4: اکسرژی مورد نیاز توسط فرایند.
- مجموع مناطق 1 تا 4 نشان دهنده ی اکسرژی تامین شده توسط اشتعال سوخت برای تولید جریان در دیگ ها ($EX_{CD} = 121.5 MW$) می باشد. اکسرژی مورد نیاز توسط فرایند EX_{PROC} تنها بخش کوچکی از میزان عرضه 39 درصد است. تعدیل سطوح فشار بخار موجب کاهش مقدار اکسرژی تخریب شده می شود.

شکل 8 دیاگرام سانکی جریان اکسرژی را از طریق یک مسیر فرایند نشان می دهد.

- جریان 1: اکسرژی تامین شده توسط اشتعال سوخت برای تولید بخار
- جریان 2: اکسرژی تخریب شده در تولید بخار HP شکل
- جریان 3: اکسرژی تخریب شده توسط انبساط ادیاباتیک در PRV برای تولید بخار LP و MP
- جریان 4: اکسرژی تخریب شده توسط تبادل حرارتی بین بخار و مخازن حرارت فرایند.
- جریان 5: اکسرژی اتلاف شده با فاضلاب و گاز داغ
- جریان 6: اکسرژی مفید عرضه شده به فرایند.

اکسرژی مورد استفاده توسط فرایند تفاضل بین اکسرژی مورد استفاده برای تولید بخار جریان 1 و اکسرژی تخریب شده جریان 2 تا 4 می باشد. ریکاوری انرژی تلف شده با استفاده از ریکاوری حرارت داخلی یا استفاده ی مجدد از اب نیز موجب کاهش نیاز به بخار و نیز انرژی اولیه می شود. اکسرژی کل عرضه شده توسط اشتعال سوخت شامل اکسرژی مورد استفاده برای تولید جریان 1 و اکسرژی تلف شده با گاز های دیگ است.

شکل 9 نمودار سانکی اکسرژی مربوط به تولید اب داغ را نشان می دهد.

- جریان 1: اکیرژی عرضه شده توسط بخار
 - جریان 2: اکسرژی تخریب شده توسط تبادل حرارت بین بخار و اب
 - جریان 3: اکسرژی مورد نیاز برای تولید اب داغ
- حدود 34 درصد امکسرژی تامین شده برای گرم کردن اب تخریب می شود اثر استفاده ی مجدد از اب نه تنها موجب کاهش انرژی تخریب شده بلکه موجب کاهش بخار مورد نیاز در این عملیات می شود.
- جدول 2 محتوی انرژی و اکسرژی مورد نیاز برای KPI جدید در جدول 3 ارائه شده است در اختیار می گذارد.

4.3.1 تجزیه تحلیل شاخص ها

اکسرژی از بین رفته در فرایند 61 درصد اکسرژی کل را شامل می شود. این مقدار نشان دهنده ی پتانسیل از دست رفته برای تبدیل انرژی است. اکسرژی تخریب شده در مبدل های حرارتی را نمی توان به طور کامل حذف کرد بلکه ان را می توان با تعدیل سطوح فشار بخار و بهبود کارایی دیگ ها کاهش داد.

امکن بهبود با استفاده از ریکاوری حرارت داخلی یا انرژی 25 درصد (EX_{GT}) از اکسرژی مورد نیاز در فرایند (EX_{Proc}) را مل می شود. شاخص اکسرژی گاز های دیگ (EC_{FG}) مقدار بالاتری نسبت به شاخص انرژی معادل (EX_{GE}) داشت. زیرا دمای بالای گاز های دیگ موجب افزایش کیفیت انرژی ان ها می شود. برعکس شاخص اکسرژی فاضلاب کمتر از شاخص انرژی متناظر می باشد زیرا فاضلاب دارای دمای محیط بالاتری می باشد. انرژی مورد استفاده برای گرم کردن اب 22 درصد (EC_{wTot}) از انرژی مورد نیاز برای فرایند را شامل می شود. اکسرژی برای گرمادهی اب که در حال حاضر 34 درصد ان تخریب شده است (شکل 9) می تواند توسط دیگر منابع حرارتی با دمای پایین تر از بخار تامین شود.

4.3.2 ملاحظات

در KPI جدید مقایسه ی فرایند ها با عملیات فعلی را شامل می شود. زیرا KPI ابعاد مختلف انرژی فرایند را کمی سازی می کند.

- اکسرژی تلف شده
- تولید و استفاده از بخار
- پتانسیل تولید دوگانه
- مسائل انرژی و اب(اکسرژی و انرژی مورد نیاز برای گرم کردن اب).

با این وجود تجزیه تحلیل همه ی منابع و مخازن اب و حرارت برای تثبیت استانه هایی جهت افزایش ریکاوری و استفاده ی مجدد از اب نیاز است .

4.4 فاز 4:هدف یابی

4.4.1 تجزیه تحلیل پینچ

ΔT_{min} در مطالعات قبلی خمیر و کاغذ استفاده شده است (ساولوسکا و الو اراگوز 2008) که توسط لینهو و مارچ 1998 توصیه شده اند. تغییرات نیاز گرمادهی با توجه به ΔT_{min} برای تایید این استفاده شد که این مقدار برای مطالعه ی فعلی کافی است. مصرف فعلی حرارت توسط فرایند 172 مگاوات متناسب با دیگرام پینچ بر اساس ΔT_{min} 30 درجه است (شکل 10) تغییرات MHR بین 5 و 40 درجه بیشترین حساسیت را دارد و پایین تر از 5 درجه بسیار کمتر است با این حال هزینه ی سرمایه به طور ناگهانی در ΔT_{min} پایین تر افزایش می یابد (کمپ 2007). بنابراین ΔT_{min} 10 درجه برای ایجاد منحنی های ترکیبی کامپوزیت استفاده شد (شکل 11). حداقل نیاز حرارتی 123 مگاوات است و حداقل نیاز خنک کنندگی 10 مگاوات و نقطه ی پینچ 71 درجه است ماکسیمم ریکاوری حرارت داخلی 192 مگاوات می باشد.

نفاضل بین مصرف بخار فعلی 172 مگاوات و 123 MHR مگاوات ، ماکسیمم مقدار بخاری است که می تواند به طور فرضی صرفه جویی و ذخیره شود (49 مگاوات با 29 درصد جریان) و این کار با بیشینه سازی حرارت ریکاوری داخلی صورت می گیرد صرفه جویی بیشتر با ارتقا انرژی حرارت دفع شده زمانی که ریکاوری حرار داخلی بیشینه شود صورت می گیرد. روش های ریکاوری حرارت توسط کارخانه به اجرا گذاشته شده اند و همان طور که در بخش 1 گفته شد تجزیه تحلیل انحراف از قوانین پینچ بایستی برای ارزیابی کارایی این روش ها انجام شود.

افزایش دمای اب طی تابستان موجب کاهش مصرف بخار تا 10 درصد می شود. از آن جا که نیاز به گرم کردن اب کاهش می یابد بخشی از بار حرارتی برای تصعید بخار در بخش تغلظت لیکور سیاه تبدیل به یک نیاز خنک کنندگی اضافی در تابستان می شود. این مسئله بایستی هنگام فرمولاسیون و روش های بهبود دهنده ی کارایی مصرف انرژی در نظر گرفته شود.

4.4.2 استفاده ی مجدد از اب

منحنی های ترکیبی اب در شکل 12 نشان داده شده اند. نقطه ی پینچ در $DSC = 0 \text{ ppm}$ واقع شده است یعنی برای اب شیرین. حداقل مصرف اب 1000 متر مکعب بر ثانیه و حداقل تولید فاضلاب 880 متر مکعب بر ساعت است حداکثر مصرف مجدد اب در 1360 متر مکعب بر ساعت به دست می آید بنابراین مصرف کل اب فرایند تا 31 درصد کاهش می یابد. استفاده از ابزار های الودگی زدایی اب برای کاهش DSC منابع اب می تواند موجب افزایش صرفه جویی و ذخیره ی اب با استفاده از مصرف مجدد شود.

4.4.3 ملاحظات

منحنی های ترکیبی اب و درجه حرارت در برگیرنده ی جریان های مشترکی نظیر مصرف اب شیرین و مقدار فاضلاب رد شده است. تغییر هر یک از این جریان ها برای بهبود فرایند و نتایج هر دو تجزیه تحلیل تاثیر می گذارد. بنابراین توسعه ی روش های استفاده ی مجدد از اب و ریکاوری حرارت داخلی بایستی مسائل اب و انرژی را به طور همزمان در نظر بگیرد.

4.5 فاز 5: سنتز

مصرف اب و بخار بالاتر از مقدار متوسط کانادا می باشد. بخش های سفید سازی خمیز و تغلظت لیکور سیاه ناکارآمد ترین بخش ها می باشند. مقدار انرژی از بین رفته با فاضلاب و گاز های دیگ بخار (25 درصد اکسرژی کل) ناشی از سطح پایین ریکاوری حرارتی و استفاده ی مجدد کمتر از اب است. اثرات این ناکارآمدی ها در مقدار کل اکسرژی تخریب شده (61 درصد اکسرژی عرضه شده) و مقدار از دست رفت حرارت بالاتر از میانگین (8.1 GJ/adt) مشاهده شده است. هدف یابی موجب یک تثبیت یک ماکسیمم ذخیره ی بخار 29 درصد و اب 31

درصد است که از طریق ریکاوری حرارت داخلی و استفاده ی مجدد از اب حاصل می شود. با این حال از ان جا که بخار ها بخشی از سیستم های اب و انرژی هستند اثرات متقابل بین این دو روش بایستی قبل از فرموله سازی روش های ذخیره ی انرژی در نظر گرفته شوند. پروژه ها ی مصرف مجدد اب موجب کاهش مصرف بخار می شوند زیرا گرما دهی اب 22 درصد کل مصرف را شامل می شود. همه ی این مسائل ارتباط تنگاتنگ با هم دارند و نمی توان ان ها را به صورت جداگانه در نظر گرفت. تجزیه تحلیل اثرات متقابل که همه ی ناکارآمدی ها را طی تعریف مورد پایه در نظر می گیرد بایستی انجام شود.

نتایج به دست آمده با روش تعیین معیار نشان دهنده ی برخی از ابعادی است که بایستی در توسعه ی روش های بهبود کارایی مصرف انرژی در این مطالعه در نظر گرفته شود:

- تجزیه تحلیل اثرات متقابل بین سیستم های فراوری بایستی قبل از توسعه ی روش های بهبود صورت گیرد. اثرات روش های استفاده ی مجدد از اب بر روی MER و نقطه ی پینچ بایستی تامین شود. KIP های جدید را می توان برای ارزیابی استفاده ی مجدد از اب و ریکاوری حرارت داخلی در کارایی کل انرژی می توان استفاده کرد.
- تجزیه تحلیل شرایط عملیاتی بخش های تغلیظ مایع لیکور و رنگبری خمیر قبل از استفاده ی مجدد از روش های بازیابی حرارت داخلی نیاز است.
- ارزیابی کارایی نقاط ترکیب غیر ایزوترمال در فرایند با تجزیه تحلیل اکسرژی تخریب شده صورت می گیرد.
- ارتقای انرژی و ریکاوری میعان بایستی برای کاهش بیشتر بخار صورت گیرد.
- استفاده از تولید دو گانه برای تولید برق می تواند موجب کاهش اکسرژی تخریب شده در PRV شود.

5. نتیجه گیری

یک روش جدید برای تجزیه تحلیل معیار به منظور ارزیابی کارایی مصرف انرژی یک فرایند شیمیایی ارائه شد. معیار بندی برای شناسایی ناکارآمدی های فرایند قبل از توسعه ی روش های بهبود مصرف انرژی انجام شد. یک روش جدید ترکیبی از روش های معمولی نظیر مقایسه با عملیات فعلی، استفاده از شاخص های عملکردی جدید بر

اساس محتوی انرژی و اکسرژی و هدف یابی توسط تجزیه تحلیل پینچ و واتر پینچ بود. همه ی بخش های فرایند و سیستم های بخار و اب ارزیابی شدند. این روش متشکل از 5 مرحله بود. در مرحله ی اول داده های مورد نیاز گرد اوری شدو در مرحله ی دوم مقایسه ی کارایی انرژی و اب مورد پایه با عملیات فعلی صنعت صورت گرفت. در مرحله ی سوم شاخص های جدید محتوی انرژی و اکسرژی برای تجزیه تحلیل کارایی سیستم ها و کمی سازی حرارت دفع شده توسط فرایند استفاده شد. در مرحله ی چهارم حداقل های نیاز های انرژی و اب تعیین شد. آخرین مرحله مرحله ی سنتز است که توسط ان ناکارآمدی ها شناسایی شده و یک سری رهنمود هایی برای بهبود فرایند ارائه شد. اثرات متقابل بین سیستم ها و فرایند نیز ایجاد شدند. این روش در کارخانه ی خمیر سازی کرافت در شرق کانادا به کار گرفته می شد.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی