

بازیافت انرژی در سیستم های بخار (7)

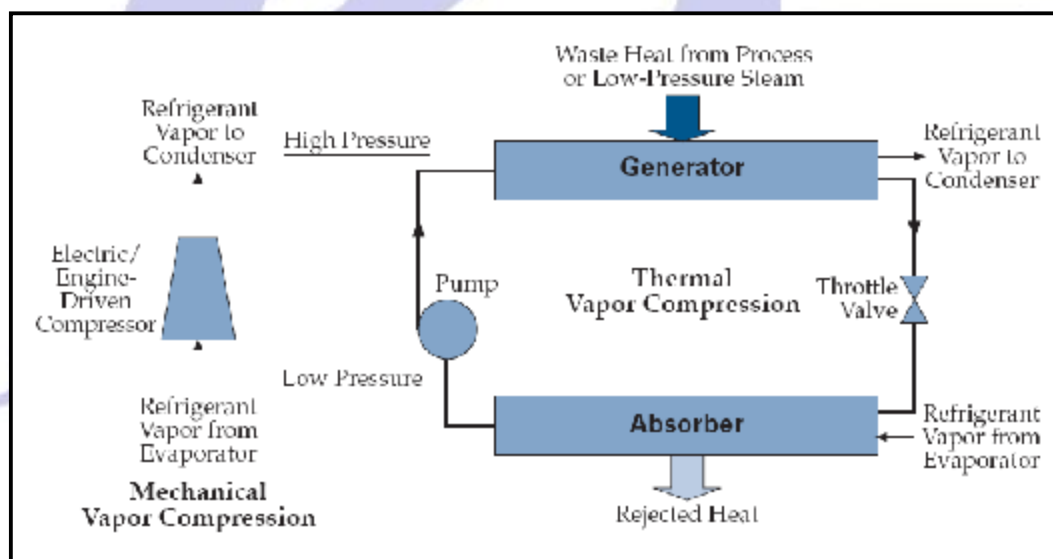
شرکت پارس جم کنترل
نویسنده مقاله: مهندس سامان لاله پرور

× استفاده از چیلر های جذبی و بخار کم فشار اتلافی

چیلرهای جذبی جهت ایجاد سرمایش، از انرژی حرارتی بجای انرژی مکانیکی بهره می گیرند. در این نوع چیلرها کمپرسور مکانیکی مطابق شکل با کمپرسور حرارتی متشکل از جاذب، ژنراتور، پمپ و شیر خفکان، جایگزین شده است. بخار سردکننده (مبرد) خروجی از اواپراتور¹ در جاذب² بوسیله حلال موجود در آن، جذب می شود. سپس این حلال به سمت ژنراتور³ پمپ شده و در آنجا با استفاده منبع حرارتی بخار اتلافی، مجدداً تبخیر می گردد. در نهایت، حلال عاری از سرد کننده، از طریق شیر خفکان به قسمت جاذب بازگردانده می شود.

ترکیب های "سرد کننده / حلال جاذب" معمول که در چیلرهای جذبی به کار برده می شوند عبارتند از :
"آب / لیتیوم بروماید" و "آمونیاک / آب".

مقایسه سیستم های تراکم مکانیکی و حرارتی *



* اواپراتور و کندانسور برای هر دو سیستم در شکل نمایش داده نشده است.

¹ - Evaporator
² - Absorber
³ - Generator

چیلرهای جذبی در مقایسه با چیلرهای مکانیکی، از ضریب عملکرد (حرارت ورودی/ ظرفیت چیلر = COP) پایین تری برخوردارند. با این حال، چیلرهای جذبی با استفاده از بخار کم فشار اتلافی، در قیاس با چیلرهای تراکمی که نیازمند محرک مکانیکی از قبیل موتورهای برق یا دیزل می باشند، اساساً می توانند هزینه ها را کاهش دهند.

چیلرهای بخار فشار پایین با دامنه تولید برودت 100 الی 1500 تن (Ton) تولید شده و در دو مدل تک اثره⁴ و دو اثره⁵ به بازار ارائه می گردند.

چیلرهای تک اثره با داشتن ضریب عملکرد حرارتی 0.7، میزان تقریبی 18 پوند در ساعت بخار با فشار 15 psi را جهت تولید هر تن تبرید مصرف می کنند. اگرچه چیلرهای دو اثره در حدود 40 درصد کارایی بالاتری دارند، به انرژی حرارتی با فشار و دمای بالاتری نیازمند هستند. این ماشین ها به ازای تولید هر تن تبرید، میزان 10 پوند در ساعت بخار با فشار 100psi الی 150 psi را مصرف می کنند.

مثال: یک مجموعه که در حال حاضر، بخار فشار پایین را به اتمسفر تخلیه می کند، به منظور تولید متوسط 300 تن سرمایش، از یک چیلر مکانیکی با COP برابر 0.4، و زمان کاری 4000 ساعت در سال استفاده می کند. هزینه الکتریسیته در این مجموعه به ازاء هر کیلو وات - ساعت، 0.05 دلار است. در صورت استفاده از یک چیلر جذبی با مصرف بخار 5400 lb/hr در فشار 15 psi، مقدار بازیافت سالیانه هزینه الکتریسیته برابر است با:

$$\text{Annual Savings} = 300 \text{ tons} \times (12,000 \text{ Btu/ton} / 4.0) \times 4,000 \text{ hrs/year} \times \$0.05/\text{kWh} \times \text{kWh}/3,413 \text{ Btu} = \$52,740$$

چیلرهای جذبی می توانند با جابجایی نوع انرژی مورد نیاز از حالت الکتریکی به انرژی حرارتی، شکل پروفیل بارهای الکتریکی و حرارتی در مجموعه های صنعتی را تغییر دهند. اگر شما با هزینه بالای الکتریسیته مقابل هستید، به احتمال فراوان میتوانید با استفاده از چیلرهای جذبی و بخار کم فشار اتلافی (و در نتیجه کاهش پیک مصرف الکتریسیته در تابستان)، هزینه های مصرف را کاهش دهید.

⁴ - Single Effect

⁵ - Double Effect

اقدامات پیشنهادی

با انجام گامهای زیر، می توان میزان تاثیر گذاری مالی حاصل از جابجایی تولید بخشی از بار سرمایه‌ی با چیلر جذبی و بخار فشار پایین را محاسبه نمود:

- مجموعه مربوطه را برای یافتن امکان دسترسی به منابع بخار فشار پایین بازدید کنید.
- میزان سرمایه‌ی درخواستی و هزینه حصول آن را در شرایط استفاده از چیلر های مکانیکی موجود، محاسبه نمایید.
- هزینه های نصب چیلر جذبی استفاده کننده از بخار فشار پایین اتلافی را بدست آورید.
- به منظور اطمینان از تاثیر گذار بودن استفاده از چیلر جذبی، آنالیز کاملی که مشتمل بر هزینه ها و عمر کاری دستگاه نیز باشد را انجام دهید.

× محاسبه هزینه سوخت در تولید بخار

برآورد هزینه سوخت فرآیند تولید بخار (برای مثال به شکل \$/1000lbs of steam محاسبه می گردد) ، راه حل اثر گذاری جهت تعیین راندمان سیستم بخار شماسست. این هزینه به نوع سوخت، هزینه واحد سوخت، راندمان بویلر، دمای آب تغذیه و فشار بخار، وابسته است. اینگونه محاسبات، تخمین اولیه مناسبی برای تعیین هزینه تولید بخار بوده و ابزاری برای ردگیری و مونیتور عملکرد بویلر، فراهم می آورد. جدول (1) میزان حرارت مورد نیاز جهت تولید یک پوند بخار اشباع در فشارهای مختلف و دماهای مختلف آب تغذیه را نمایش می دهد. جدول (2) میزان انرژی موجود و راندمان احتراق بویلر را برای چندین نوع سوخت متداول نشان می دهد.

جدول (1): انرژی لازم جهت تولید یک پوند بخار اشباع (Btu) *

Operating Pressure, psig	Feedwater Temperature, °F				
	50	100	150	200	250
150	1,178	1,128	1,078	1,028	977
450	1,187	1,137	1,087	1,037	986
600	1,184	1,134	1,084	1,034	984

* محاسبات از جدول های بخار بر اساس تفاوت بین آنتالپی های بخار اشباع و آب تغذیه انجام پذیرفته است.

جدول (2) : محتوای انرژی و راندمان احتراق انواع سوخت

Fuel Type (sales unit)	Energy Content (Btu/sales unit)	Combustion Efficiency (%)
Natural Gas (therm)	100,000	81.7
Natural Gas (cubic foot)	1,030	81.7
Distillate/No. 2 Oil (gallon)	138,700	84.6
Residual/No. 6 Oil (gallon)	149,700	86.1
Coal (ton)	27,000,000	87.6

نکته: راندمان احتراق بر اساس بویلر مجهز به بازتاب حرارتی (اکونومایزر) و پیش گرمکن هوا و وجود 3% اکسیژن در گازهای احتراق خروجی محاسبه شده است.

اطلاعات بیان شده در جداول فوق جهت محاسبه هزینه حرارت مفید تولید شده در بویلر یا هر واحد احتراق دیگر قابل استفاده است. این محاسبات می توانند با انضمام محاسبات و تعیین هزینه های راهبری و بهره برداری از تجهیزات جانبی از قبیل پمپهای تغذیه، گرمکن های سوخت، بخار مصرفی برای اتمایزر⁶ سوخت و سوت بلور⁷، مواد شیمیایی لازم جهت آماده سازی آب و هزینه های تعمیر و نگهداری بویلر، تکمیل تر و کاربردی تر می گردند.

مثال: یک بویلر با احتراق گاز طبیعی با هزینه \$0.30/therm و دمای آب تغذیه 230°F، بخار اشباع را با فشار 450 psi تولید می کند. با استفاده از مقادیر ارائه شده در جداول بالا، هزینه تولید بخار را محاسبه نمایید:

$$\text{Steam Cost} = \frac{0.3 (\$/\text{therm})}{100,000 (\text{Btu}/\text{therm})} \times 1000 \times 1006 (\text{Btu}/\text{lb}) \times \frac{100}{81.7} = \$3.69/1000 \text{ lbs}$$

هزینه واقعی بخار: هزینه واقعی بخار به پروفیل و چگونگی طی مسیر آن از بویلر به سمت نقاط مصرف بستگی دارد. بررسی کاملی بر روی کل سیستم بخار انجام داده و قسمت یوتیلیتی⁸ (واحد تولید بخار)، خصوصاً سیستم بلودان، دی اریتور و مصارف اتلافی بخار را مد نظر قرار دهید. در ادامه با بررسی واحد های فرایند، مصارف مختلف بخار و فشارهای کاری گوناگون، سیستم بازیافت حرارت و نیز تعداد بویلر ها، اطلاعات کامل تری را جمع آوری و آنالیز کنید.

⁶ - Atomizer

⁷ - Soot Blower

⁸ - Utility

در نهایت به منظور تعیین دقیق هزینه بخار از یک مدل ترکیبی حرارت و الکتریسیته که شامل تمام نقاط کلیدی و تاثیر گذار است، استفاده کنید.

امکان چندگانه بودن سوخت: برای بویلرهای چندگانه سوز، با انجام دوره ای برآورد هزینه تولید بخار، می توان از جایگزینی نوع سوخت جهت کسب پایین ترین هزینه تولید بخار، استفاده نمود.

اقدامات پیشنهادی

- با استفاده از قبوض پرداختی در واحد یوتیلیتی، هزینه سالیانه سوخت را محاسبه کنید.
- با نصب یک جریان سنج در مسیر تولید بخار، هزینه تولید بخار را محاسبه نمایید. این میزان را با هزینه برآورد شده مقایسه کنید.
- با بررسی کامل سیستم، آنالیز حرارتی - مالی را جهت تعیین هزینه واقعی بخار، انجام دهید.

علاقمندان جهت دریافت اطلاعات بیشتر می توانند با شرکت پارس جم (شماره تلفن های 4-88708223 [E-mail:info@pars-jam.com](mailto:info@pars-jam.com)) تماس حاصل فرمایند.

به ادامه مباحث باز یافت انرژی سیستم های بخار در شماره بعد توجه فرمائید.

کنترل