

* نویسنده: مهران سلیمانی، محسن ملکی، سیروس نصریان
شرکت سهامی پتروشیمی بندر امام

MESOLEIMANI@BIPC.ORG.IR

همراه: ۰۹۱۶۳۵۱۶۸۰۸

چکیده

استفاده از اکونومایزرها^۱ جهت پیشگرم نمودن آب تغذیه دیگ بخار^۲ با استفاده از حرارت گازهای حاصل از احتراق یکی از متداولترین و مهمترین روشها جهت صرفه جویی در مصرف انرژی و کاهش انتشار آلایندههای زیست محیطی است. با استفاده از حرارت گازهای دودکش و پیشگرم نمودن آب تغذیه می توان راندمان دیگهای بخار بین ۵ تا ۱۰ درصدرا افزایش داد. حجم گازهای حاصل از احتراق خروجی از دودکش ۵ دستگاه دیگ بخار پتروشیمی بندرامام بیش از ۳۰۰۰۰۰ مترمکعب در ساعت و دمای آنها در حدود ۳۵۰ درجه سانتیگراد و حامل مقدار زیادی انرژی حرارتی قابل بازیافت است. مطالعات انجام شده نشان می دهد که با نصب اکونومایزر راندمان دیگ های بخارپتروشیمی بندرامام ۸٪ افزایش خواهند یافت. در نتیجه مصرف سوخت ۸۹،۰۰۰،۰۰۰ متر مکعب، کاهش انتشارگازدی اکسیدکربن ۲۱۰،۰۰۰ تن و صرفه اقتصادی بالغ بر ۱۴ میلیارد ریال در سال است. سود حاصله از فروش گواهی کاهش انتشار CO₂ نیز بیش از ۲/۸ میلیارد ریال تخمین زده می شود.

کلمات کلیدی: اکونومایزر، دیگ بخار، گواهی کاهش انتشار، CO₂، آب تغذیه، گازهای احتراق.

¹ Economizer
² Boiler feed water

مقدمه

مشکلات تامین انرژی و افزایش روزافزون قیمت‌ها در سطح جهان همچنین ضرورت کاهش انتشار آلاینده های محیط زیست توجه کشورها را بیش از پیش به بهینه سازی مصرف سوخت و استفاده از تجهیزات بازیافت حرارتی جلب نموده است.

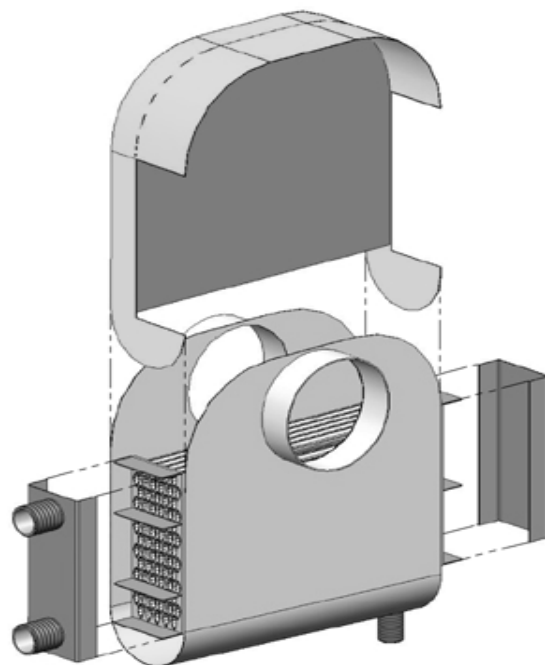
پتروشیمی بندرامام دارای ۵ دستگاه دیگ بخار هر یک به ظرفیت ۳۰۰ تن در ساعت بخار فوق داغ است. حجم گازهای حاصل از احتراق بیش از ۳۰۰۰۰۰ مترمکعب در ساعت و دمای آنها در حدود ۳۵۰ درجه سانتیگراد در نتیجه حامل مقدار زیادی انرژی حرارتی قابل بازیافت می‌باشند.

بازیافت حرارت از گازهای دودکش و پیشگرم نمودن آب تغذیه دیگ های بخار صرفه جویی قابل ملاحظه ای را در مصرف سوخت و کاهش انتشار آلاینده های زیست محیطی به همراه دارد.

اکونومایزرها

دمای گازهای خروجی از دودکش دیگ های بخار معمولاً بین ۴۵۰ تا ۶۵۰ درجه فارنهایت است در نتیجه مقدار زیادی انرژی حرارتی را هدر می‌دهند. اکونومایزرها قسمتی از این حرارت را جهت پیشگرم نموده آب تغذیه دیگ بخار استفاده نموده و ضمن افزایش راندمان دیگ بخار کاهش مصرف سوخت و انتشار دی‌اکسیدکربن را باعث می‌شوند. بطور تقریبی به ازای هر ۴۰ درجه فارنهایت کاهش دمای گازهای دودکش مصرف سوخت ۱٪ کاهش می‌یابد.

اکونومایزر را می‌توان یک مبدل حرارتی گاز-مایع دانست که در آن گازهای احتراق دمای خود را به مایع منتقل می‌نمایند. اکونومایزرها جهت کاربردهای مختلف در اندازه های مختلف ساخته و ارائه می‌شوند.



نمای اکونومایزر دیگ بخار

حرارت دریافتی از گازهای دودکش می تواند جهت گرم کردن آب تغذیه دیگ های بخار، گرم نمودن سایر سیالات فرآیندی، و یا گرم کردن محیط استفاده شود.

مقدار صرفه جویی حاصله از نصب اکونومایزر به دما و حجم گازهای دودکش، نرخ آب تغذیه دیگ بخار و ساعت کارکرد سیستم بستگی دارد.

در مواردی که مقدار آب تغذیه ورودی به دیگ بخار زیاد باشد (زمانی که بازگشت میعانات کم و یا اینکه تمام بخار در فرآیند مورد استفاده قرار گیرد)، یا زمانی که آبگرم مورد نیاز سایر فرآیندها بسیار زیاد باشد استفاده از اکونومایزر تاثیر بیشتری در افزایش راندمان دیگ بخار دارد.

در طراحی و ساخت اکونومایزرها موارد ذیل باید مورد توجه قرار گیرند:

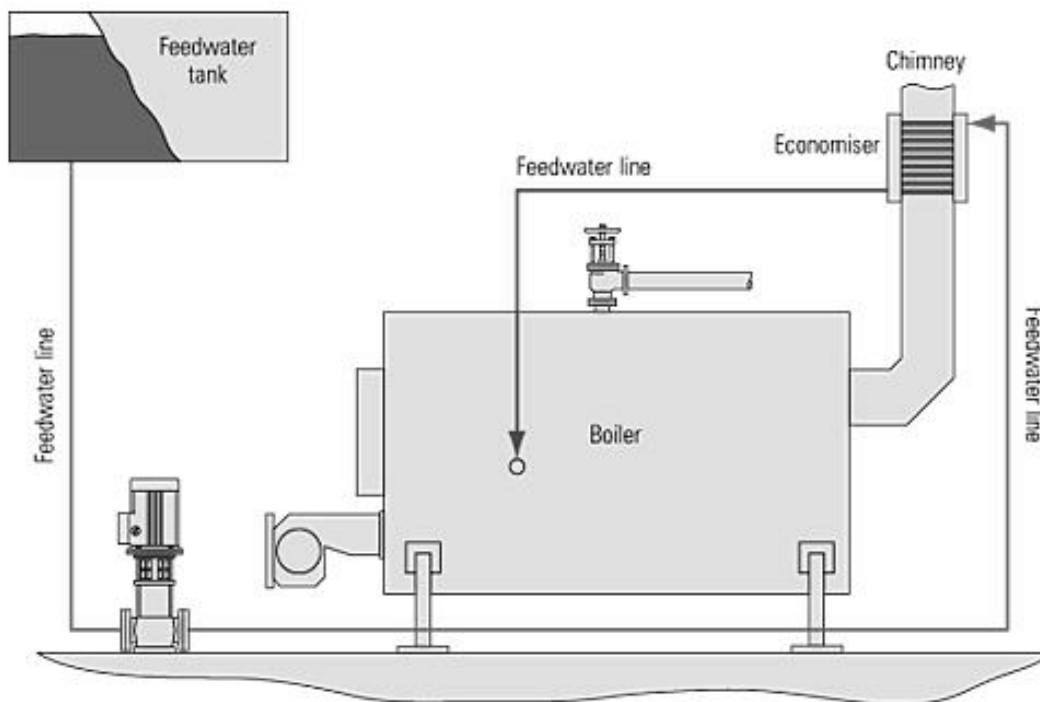
۱ - حداکثرافت فشارمجاز گازهای دودکش

۲ - حجم و دمای گازهای احتراق

۳ - نوع سوخت مصرفی

۴ - مقدار انرژی حرارتی که باید بازیافت شود

اکونومایزرهایی که برای دیگ های بخار با سوخت گازی طراحی می شوند در صورت استفاده برای دیگ های بخاری که با سوخت مایع کار می نمایند، احتمال خوردگی را افزایش می دهند. اکونومایزرها بگونه ای طراحی می شوند که دمای گازهای احتراق را بالاتر از دمای نقطه شبنم نگاه دارند. امادر بعضی از اکونومایزرها مقاومت در برابر خوردگی را افزایش می دهند تا بتوان دما را تا نقاط پایین تر از دمای شبنم نیز کاهش داد.



نحوه نصب اکونومایزر جهت پیشگرم نمودن آب تغذیه دیگ بخار

اکونومایزرها را می توان به دودسته تقسیم نمود:

- ۱ - اکونومایزرهای تماس غیر مستقیم: در این اکونومایزرها گازهای حاصل از احتراق در یک طرف و آب در طرف دیگر قرار می گیرد. این گروه شبیه مبدل های حرارتی لوله ای هستند.
- ۲ - اکونومایزرهای تماس مستقیم: در این اکونومایزرها آب بطور مستقیم بر روی گازهای دودکش پاشیده شده و پس از تبادل حرارتی جمع آوری می شود. در مرحله بعد آب برای از بین رفتن خاصیت اسیدی خنثی سازی می شود. اکونومایزرهای تماس مستقیم راندمان بسیار بالاتری نسبت به نوع غیر مستقیم دارند. در صورتیکه ترکیبات گوگردی موجود در سوخت بسیار کم باشد و بتوان دمای گازهای احتراق را تا پایین تر از دمای شبنم کاهش داد باز یافت حرارتی افزایش چشمگیری خواهد داشت. زیرا قسمت عمده حرارت که مربوط به گرمای نهان مولکول های آب موجود در گازهای احتراق است باز یافت می شود. به ازای هر یک درجه افزایش دمای آب، دمای گازهای دودکش ۴ درجه کاهش می یابد. مقدار صرفه جویی حاصله بستگی به مقدار حرارت باز یافتی دارد. اغلب با انتخاب اکونومایزر مناسب راندمان دیگ بخار تا ۵٪ افزایش یافته و هزینه های انجام طرح نیز در مدت دو سال برگشت داده می شود.

پروژه نصب اکونومایزر دیگ های بخار پتروشیمی بندرامام

مشخصات فنی طرح: با توجه به حداکثر افت فشار قابل قبول (50mmH₂O)، افت فشار مجاز (40mmH₂O) جهت طراحی حرارتی^۳ اکونومایزر در نظر گرفته شده است. ابعاد اکونومایزر با توجه به ابعاد کانال بین دیگ بخار و دودکش طراحی شده و دارای دو دسته لوله افقی است که آب و گاز با جریان مخالف^۴ با یکدیگر تبادل حرارتی انجام می دهند. به علت تزریق ۰/۱۳ تا ۰/۱۵ مقدار آب تغذیه در قسمت دی سوپر هیتر^۵ جهت کاهش دمای بخار نباید تمامی جریان آب تغذیه وارد اکونومایزر گردد. زیرا باعث افزایش مصرف آب اسپری در دی سوپر هیتر شده و کیفیت بخار را کاهش می دهد. دبی آب اکونومایزر در بار نامی دیگ بخار برابر ۲۸۳ تن در ساعت بوده و یک مسیر کنار گذر نیز برای از مدار خارج نمودن اکونومایزر در نظر گرفته شده است.

$$M_{\text{Economizer}} = 315 * 0.9 = 283.5 \text{ Ton/hr}$$

حرارت باز یافت شده توسط اکونومایزر 22.04 MMKcal/hr برای هر دیگ بخار است.

توجیه اقتصادی طرح:

محاسبات انجام شده برای مشخص شدن صرفه اقتصادی طرح به قرار زیر است:

$$\text{Fuel Gas Consumption} = 599,789,494 \text{ Nm}^3$$

$$\text{Steam Generation (HS)} = 7,414,974 \text{ Ton}$$

$$\text{Overall Efficiency} = (7,414,974 * (188.19 - (-470.81))) / (599,789,494 * 13300) = 0.61$$

از آنجاییکه راندمان دیگ بخار با نصب اکونومایزر ۸٪ افزایش می یابد کاهش مصرف سوخت به قرار زیر است:

$$V_{\text{Fuel gas new}} = (\eta_{\text{old}} / \eta_{\text{new}}) * V_{\text{Fuel gas old}}$$

$$V_{\text{Fuel gas new}} = (0.61 / 0.69) * 599,789,494 = 530,248,683 \text{ Nm}^3$$

Thermal design³
Counter current⁴
Desuperheater⁵

$$\Delta V = V_{\text{old}} - V_{\text{new}} = 599,789,494 - 530,248,683 = 69,540,811 \text{ Nm}^3$$

با توجه به ترکیب سوخت مصرفی دیگر های بخار، کاهش مصرف گاز طبیعی معادل برابر است با:

$$\Delta V_{\text{Natural gas}} = (LHV_{\text{process gas}} / LHV_{\text{Natural gas}}) * V_{\text{process gas}}$$

$$\Delta V_{\text{Natural gas}} = (13300 / 10400) * 69,540,811 = 88,931,999 \text{ Nm}^3$$

$$\text{Money saving} = 88,931,999 \text{ Nm}^3 * 158 \text{ Rial/ Nm}^3 = 14051255842 \text{ Rials/Year}$$

دستاوردهای حاصله از اجرای این پروژه عبارتند از :

- (۱) صرفه جوئی مالی بالغ بر ۱۴ میلیارد ریال در سال
- (۲) افزایش قابل ملاحظه راندمان بویلرها (۰.۸)
- (۳) کاهش انتشار CO₂ و سایر آلاینده های زیست محیطی (210,000 Ton/Year)
- (۴) حفظ منابع گاز طبیعی
- (۵) بازگشت سرمایه در زمان کوتاه

بحث و نتیجه گیری

با توجه به اهمیت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و حفظ منابع گاز طبیعی و افزایش روزافزون قیمت انرژی در بازارهای جهانی و با در نظر گرفتن صرفه اقتصادی حاصل از اجرای طرح و کاهش قابل ملاحظه مصرف سوخت، همچنین سود حاصل از فروش گواهی‌های کاهش انتشار CO₂ اجرای این پروژه‌ها در صنعت کاملاً مقرون به صرفه و ضروری به نظر می‌رسند. با توجه به درآمدهای قابل توجه حاصل از فروش گواهی‌های کاهش انتشار، می‌توان انتظار داشت که این نوع پروژه‌ها با سرعت بیشتری در کشور انجام شوند.

منابع و مراجع

- [۱] اسناد و مدارک واحد بخار پتروشیمی بندرامام
- [۲] سیستم های تولید و توزیع بخار و جمع آوری چگالیده، ساسان صفری، نسیم شکاری، امیدجلالی، رامین دانسفاله، شرکت بهینه سازی مصرف سوخت (بهار ۱۳۸۸)
- [۳] صرفه جویی و مدیریت انرژی در سیستم های حرارتی، سعید امانی، محمد باقری، احمد رضا توکلی، محمد تقی زیاری، مطلب میری. سازمان بهره وری انرژی ایران (سابا) (پاییز ۱۳۸۳)
- [۴] اینترنت ، www.energysolutionscenter.org