شناسایی پتانسیل های موجود برای صرفه جویی انرژی در کوره های روغن داغ یک مجتمع پتروشیمی

مرضیه مرادی زانیانی
m.moradizaniani@gmail.com

چکیده

در این تحقیق، وضعیت کوره های روغن داغ یک مجتمع پتروشیمی ، از نقطه نظر مصرف انرژی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و پتانسیل های صرفه جویی برای این کوره ها شناسایی شده است. برای این منظور، ضمن مقایسه و بررسی نتایج بدست آمده از شبیه سازی این کوره ها در شرایط عملیاتی با شرایط طراحی، پارامترهایی نظیر راندمان، درصد تلفات تشعشعی و درصد تلفات مربوط به گازهای احتراق نیز محاسبه می گردد، تا امکان تحلیل وضعیت مصرف انرژی در کوره فراهم شود. در نهایت راه های جلوگیری از اتلاف انرژی در این کوره ها به تفکیک آورده شده، که شامل تنظیم شرایط احتراق، بازیافت حرارت گازهای احتراق، تنظیم میزان مکش در کوره، کاهش اتلاف حرارت از نشتی‌ها، ارتقاء سیستم مانیتورینگ و بهبود وضعیت تعمیر و نگهداری می باشد. که با توجه به نتایج بدست آمده، عمده پتانسیل های صرفه جویی در این کوره ها از طریق گازهای احتراق می باشد.

واژه های کلیدی: کوره روغن داغ، پتانسیل صرفه جویی، کاهش مصرف انرژی، گازهای احتراق

energyenergy.ir

۱- مقدمه

کوره ها یکی از پرمصرف ترین تجهیزات موجود در یک واحد صنعتی می باشند. علاوه بر این، با توجه به اینکه دمای این تجهیزات معمولاً با دمای محیط اختلاف زیادی دارد، اتلاف انرژی و در عین حال انعطاف پذیری برای بهینه سازی مصرف انرژی در این تجهیزات قابل توجه است. بنابراین این تجهیزات معمولاً جزء جنبه های بارز انرژی محسوب می شوند و لذا ممیزی انرژی این تجهیزات باید مورد توجه قرار گیرد.

۲- معرفی کوره های روغن داغ مجتمع پتروشیمی ممیزی شده

مجتمع پتروشیمی مورد نظر دارای دو سیکل روغن داغ با دمای ^{o}C ۳۰۰ و ^{o}C ۳۴۰ و دو کوره گرمایش روغن داغ H-7701 و H-7702 می باشد. لازم به ذکر است که سوخت این کوره ها در شرایط عملیاتی و طراحی مورد بررسی، گاز طبیعی می باشد. اما در صورت کمبود گاز طبیعی، از مازوت نیز به عنوان سوخت استفاده می شود.

۳- نتایج شبیه سازی کوره های روغن داغ توسط نرم افزار AspenFIHR

برای بررسی وضعیت کوره های روغن داغ پتروشیمی ممیزی شده از نظر مصرف انرژی، ابتدا این کوره ها توسط نرم افزار Aspen FIHR 2006 شبیه سازی شده اند. شبیه سازی این کوره ها در شرایط طراحی، با استفاده از اطلاعات موجود در دیتاشیت ها و شبیه سازی در شرایط عملیاتی با استفاده از اطلاعات اندازه گیری شده و مانیتورینگ مجتمع، انجام شده است. مشخصات طراحی و داده های اندازه گیری و مانیتورینگ در شرایط عملیاتی، که به عنوان داده های ورودی به نرم افزار شبیه ساز وارد شد، در جدول۱ آورده شده اند. لازم به ذکر است که سیال فرآیندی ورودی به هر دو کوره روغن داغ می باشد.

جدول۱. داده های ورودی به نرم افزار برای کوره های H-7701 و H-7702 در شرایط طراحی و عملیاتی

کمیت مورد نظر	واحد	H-7701		H-7702	
		طراحی	عملیاتی	طراحی	عملیاتی
نوع سوخت	-	گاز طبیعی	گاز طبیعی	گاز طبیعی	گاز طبیعی
دبی سوخت	kg/h	۳۰۵۶/۳۰	۲۷۳۲/۹	۱۷۴۴/۵	۱۰۹۷/۹
دمای سوخت	oC	۱۵	۲۳/۵۵	۱۵	۲۳/۵۸
درصد هوای اضافی	٪	۲۰	۳۱/۳۶	۲۰	۶۱/۷۶
دمای هوا	oC	۲۵	۱۲/۷۲	۲۵	۱۲/۷۲
رطوبت مطلق	kgWater/kgDry air	۰/۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۱	۰/۰۰۳
دبی سیال فرآیندی ورودی به کوره	kg/h	۹۳۸۰۰۰	۷۲۹۳۲۹	۴۹۳۰۷۵	۴۲۷۰۳۰
دمای سیال فرآیندی ورودی به کوره	oC	۲۴۵	۲۴۳/۰۲	۲۸۶	۲۸۸/۱
فشار سیال فرآیندی ورودی به کوره	barg	۱۱/۴۷	۸/۰	۷/۶	۵/۶

مشخصات سوخت این کوره ها (گاز طبیعی) در شرایط طراحی و عملیاتی در جدول۲ آورده شده است.

جدول۲. مشخصات گاز طبیعی مورد استفاده در شرایط طراحی و عملیاتی

کمیت		طراحی	عملیاتی
آنالیز گاز طبیعی (% mole)	C1	۹۶/۴۲	۸۸/۲۹
	C2	۳/۰۹	۴/۲۴
	C3	۰/۴۹	۱/۰۳
	i-C4	–	۰/۲
	n-C4	–	۰/۲۸
	i-C5	–	۰/۰۵
	n-C5	–	۰/۰۳
	CO2	–	۰/۷۵
	N2	–	۵/۱۳
	TS	–	۲۸ ppm
وزن مولکولی (kg/kgmol)		۱۶/۶	۱۸
ارزش حرارتی(kcal/kg)		۱۱۹۱۱	۱۰۷۰۰

با استفاده از اطلاعات مذکور در جدول ۱، جدول۲ و اطلاعات ساختاری این کوره ها، شبیه سازی آن ها در شرایط عملیاتی و طراحی انجام شده است. نتایج این شبیه سازی ها در جدول۳ آورده شده است.

جدول۳. نتایج شبیه سازی کوره H-7701 در شرایط طراحی و عملیاتی

کمیت مورد نظر	واحد	H-7701		H-7702	
		طراحی	عملیاتی	طراحی	عملیاتی
دبی سوخت	kg/h	۳۰۵۶/۳۰	۲۷۳۲/۹	۱۷۴۴/۵	۱۰۹۷/۹
دبی سیال فرآیندی	kg/h	۹۳۸۰۰۰	۷۲۹۳۲۹	۴۹۳۰۷۵	۴۲۷۰۳۰
دمای ورودی سیال فرآیندی	oC	۲۴۵	۲۴۳/۰۲	۲۸۶	۲۸۸/۱۰
دمای خروجی سیال فرآیندی	oC	۳۰۰/۴۷	۲۹۹/۵۸	۳۴۳/۵۰	۳۲۴/۲۸
درصد هوای اضافی	٪	۲۰	۳۱/۳۶	۲۰	۶۱/۷۶
گرمای جذب شده در کوره	MW	۳۴/۸۹۲	۲۷/۶۲	۱۹/۸۴۹	۱۰/۷۴۶
گرمای آزاد شده ضمن احتراق	kW (LHV)	۴۲۲۹۷	۳۳۹۶۸	۲۴۱۴۲	۱۳۶۴۶
دمای گازهای احتراق خروجی از بخش تشعشعی	oC	۷۶۵	۶۹۸/۸	۶۴۷	۵۱۷/۴
دمای گازهای احتراق خروجی از بخش جابجایی	oC	۳۱۴/۰	۲۹۷/۴	۳۳۰/۵	۲۹۷/۸
دبی گازهای احتراق	kg/h	۶۶۴۴۶	۵۸۰۱۵	۳۷۹۲۶	۲۸۴۴۶
تلفات گازهای احتراق	kW	۶۰۱۵/۹	۵۰۹۰/۱	۳۶۳۶/۵	۲۴۶۳/۲

۴- راندمان

راندمان کوره که بیانگر نسبت انرژی جذب شده توسط سیال فرآیندی به انرژی آزاد شده در اثر احتراق است، یک تصور کلی در رابطه با عملکرد کوره از نقطه نظر مصرف انرژی ارائه می دهد. برای محاسبه راندمان رابطه (۱) مورد استفاده قرار می گیرد [۱]:

$$\text{راندمان کوره} = \frac{\text{گرمای مبادله شده در کوره}}{\text{گرمای آزاد شده ضمن فرآیند احتراق}} \quad (۱)$$

راندمان کوره های H-7701 و H-7702 در شرایط طراحی و عملیاتی از معادله (۱) محاسبه شده و در جدول۴ آورده شده است.

جدول۴. راندمان کوره H-7701

کمیت مورد نظر	واحد	H-7701		H-7702	
		طراحی	عملیاتی	طراحی	عملیاتی
گرمای جذب شده در کوره	kW	۳۴۸۹۲	۲۷۶۲۰	۱۹۸۴۹	۱۰۷۴۶
گرمای آزاد شده ضمن احتراق	kW (LHV)	۴۲۲۹۷	۳۳۹۶۸	۲۴۱۴۲	۱۳۶۴۶
راندمان محاسبه شده	٪	۸۲/۴۹	۸۱/۳۱	۸۲/۲۲	۷۸/۷۵

چنانچه در این جدول ملاحظه می شود، راندمان کوره H-7701 در شرایط عملیاتی با شرایط طراحی تفاوت چندانی ندارد، اما راندمان کوره H-7702 در شرایط عملیاتی نسبت به شرایط طراحی کاهش یافته است.

۵- تلفات گازهای احتراق

با استفاده از مقدار بدست آمده از شبیه سازی ها برای گرمای آزاد شده ضمن احتراق و تلفات گازهای احتراق، درصد تلفات گازهای احتراق کوره ها در شرایط طراحی و عملیاتی از رابطه (۲) محاسبه شده و در جدول۵ آورده شده است [۱].

$$\text{درصد تلفات گازهای احتراق} = \frac{\text{تلفات گازهای احتراق}}{\text{گرمای آزاد شده ضمن احتراق}} \times ۱۰۰ \quad (۲)$$

جدول۵. تلفات حرارتی گازهای حاصل از احتراق کوره H-7701

کمیت مورد نظر	واحد	H-7701		H-7702	
		طراحی	عملیاتی	طراحی	عملیاتی
درصد هوای اضافی	٪	۲۰	۳۱/۳۶	۲۰	۶۱/۷۶
تلفات گازهای احتراق	kW	۶۰۱۵/۹	۵۰۹۰/۱	۳۶۳۶/۵	۲۴۶۳/۲
گرمای آزاد شده ضمن احتراق	kW (LHV)	۴۲۲۹۷	۳۳۹۶۸	۲۴۱۴۲	۱۳۶۴۶
درصد تلفات گازهای احتراق	٪	۱۴/۲۲	۱۴/۹۸	۱۵/۰۶	۱۸/۰۵

چنانچه در این جدول ملاحظه می شود، میزان تلفات ناشی از گازهای احتراق در کوره H-7701 در دو حالت طراحی و عملیاتی تقریباً مشابه است و با توجه به این که راندمان این کوره نیز در شرایط عملیاتی مشابه با شرایط طراحی می باشد، می‌توان گفت عملکرد این کوره نسبت به شرایط طراحی افتی نداشته است. اما تلفات ناشی از گازهای احتراق در کوره H-7702 در حالت عملیاتی نسبت به حالت طراحی، افزایش یافته است و با توجه به این که راندمان این کوره در شرایط عملیاتی نسبت به شرایط طراحی کاهش یافته، می توان گفت که افزایش تلفات گازهای احتراق این کوره ناشی از افزایش چشم گیر درصد هوای اضافی نسبت به حالت طراحی می باشد. بنابراین باید کنترل بیشتری روی هوای ورودی به این کوره صورت گیرد تا با کاهش مقدار آن، تلفات گازهای احتراق کاهش و راندمان کوره افزایش یابد.

۶- تلفات تشعشعی و جابجایی

محاسبه تلفات تشعشعی مستلزم اطلاع داشتن از دمای سطوح خارجی کوره و دمای محیط است. تلفات تشعشعی و جابجایی کوره از رابطه (۳) و (۴) محاسبه می گردد.

$$Q(kcal/m^2h) = a\,(T_1-T_2)^{5/4} + 4.88\,\varepsilon\,[(T_1/100+2.73)^4-(T_2/100+2.73)^4] \quad (۳)$$

$$Q(w/m^2) = Q(kcal/m^2h)*4.1868/3.6 \quad (۴)$$

در این رابطه، a برای دیواره های جانبی ۲/۲است. T_1 دمای سطح خارجی کوره، T_2 دمای محیط (بر حسب درجه سانتیگراد) و ε ضریب نشر است. ضریب نشر برای سطح خارجی کوره که از جنس کربن استیل است، برابر با ۰/۸ در نظر گرفته می شود [۲].

دمای متوسط هر بخش به همراه میزان تلفات تشعشعی و جابجایی به ازای واحد سطح بخش مورد نظر، برای کوره H-7701 و H-7702 در جدول۶ و جدول ۷ ارائه شده است.

جدول۶. تلفات تشعشعی و جابجایی کوره H-7701

شرایط طراحی	شرایط طراحی			شرایط عملیاتی		
	دمای سطح	دمای محیط	$Q(w/m^2)$	دمای سطح	دمای محیط	$Q(w/m^2)$
بخش تشعشعی	۸۱	۲۵	۷۴۶/۹۲	۶۵	۱۲/۷۲	۶۴۹/۶۹
بخش جابجایی	۸۱	۲۵	۷۴۶/۹۲	۶۵	۱۲/۷۲	۶۴۹/۶۹

جدول۷. تلفات تشعشعی کوره H-7702

شرایط طراحی	شرایط طراحی			شرایط عملیاتی		
	دمای سطح	دمای محیط	$Q(w/m^2)$	دمای سطح	دمای محیط	$Q(w/m^2)$
بخش تشعشعی	۷۷	۲۵	۶۸۰/۵۶	۶۴	۱۲/۷۲	۶۳۴/۱۳
بخش جابجایی	۷۹	۲۵	۷۱۳/۵۲	۶۸	۱۲/۷۲	۶۹۶/۹۹

چنانچه ملاحظه می گردد، تلفات تشعشعی و جابجایی به ازای واحد سطح نسبت به شرایط طراحی برای هر دو کوره کاهش یافته است. دلیل این امر کاهش دمای داخلی کوره نسبت به شرایط طراحی است که باعث شده دمای سطح خارجی کوره کاهش و لذا تبادل حرارتی کوره با محیط کاهش یابد.

۷- شناسایی پتانسیل های صرفه جویی انرژی کوره های روغن داغ

پتانسیل صرفه جویی انرژی در یک کوره، بخشی از تلفات انرژی کوره را شامل می شود که امکان کاهش آن وجود دارد. لازم به ذکر است که عمده تلفات انرژی در کوره ها تلفات گازهای احتراق، تلفات تشعشعی و جابجایی از بدنه کوره می باشد. با توجه به این که گازهای احتراق از دودکش کوره ها با دمای نسبتاً بالایی نسبت به دمای محیط خارج می شوند، اتلاف انرژی توسط این گازها قابل ملاحظه است و به عنوان پتانسیل عمده صرفه جویی در کوره ها مطرح می شود. علاوه بر این در کوره ها معمولاً در صورت بالا بودن دمای دیواره نسبت به دمای محیط و لذا بالا بودن تلفات تشعشعی، کاهش تلفات تشعشعی نیز به عنوان یکی از پتانسیلهای صرفه جویی در مصرف انرژی محسوب می شود. در ادامه، پتانسیلهای صرفه جویی در مصرف انرژی

کوره های روغن داغ مورد بررسی قرار می گیرد.

۷-۱- پتانسیل های صرفه جویی انرژی از طریق گازهای احتراق

دمای گازهای احتراق خروجی دودکش کوره را ضمن بازیابی حرارت می توان تا دمای نقطه شبنم آن (حدود ۱۲۰ درجه سانتیگراد)، کاهش داد. پتانسیل صرفه جویی انرژی کوره ها از طریق گازهای احتراق در شرایط طراحی و عملیاتی طبق رابطه (۵) بدست آمده و در جدول۸ آورده شده است [۲]:

$$Q = m_{fluegas}\, C_P \Delta T \qquad (۵)$$

که در این رابطه $m_{fluegas}$ دبی جرمی گازهای احتراق، C_P ظرفیت گرمای ویژه گازهای احتراق و ΔT اختلاف دمای گازهای احتراق با دمای محیط است.

جدول۸. پتانسیل صرفه جویی کوره ها

پارامتر	واحد	H-7701		H-7702	
		طراحی	عملیاتی	طراحی	عملیاتی
دمای گازهای احتراق	oC	۳۱۴/۰	۲۹۷/۴	۳۳۰/۵	۲۹۷/۸
دبی گازهای احتراق	kg/h	۶۶۴۴۶	۵۸۰۱۵	۳۷۹۲۶	۲۸۴۴۶
ظرفیت حرارتی (Cp)	kJ/kg.K	۱/۱۳۶	۱/۱۲۱	۱/۱۳۶	۱/۱۰۴
پتانسیل صرفه جویی	kW	۴۰۶۷/۶۸	۳۲۰۴/۷۷	۲۵۱۹/۲۱	۱۵۵۱/۰۳

چنانچه در این جدول ملاحظه می گردد، با توجه به کاهش دما و دبی گازهای احتراق برای هر دو کوره در شرایط عملیاتی نسبت به شرایط طراحی، پتانسیل بازیافت حرارت از گازهای احتراق کاهش یافته است.

۷-۲- پتانسیل صرفه جویی انرژی از طریق کاهش تلفات تشعشعی و جابجایی

چنانچه قبلاً نیز ذکر گردید، دمای سطح خارجی کوره ها که معیاری از میزان تلفات تشعشعی و جابجایی در کوره است، بسیار پایین می باشد. بنابراین، این کوره ها عملاً پتانسیل چندانی برای کاهش تلفات جابجایی و تشعشعی دارا نمی باشند.

۸- راهکارهای کاهش مصرف انرژی در کوره های روغن داغ

راهکارهای ارائه شده برای کاهش مصرف انرژی در کوره های روغن داغ مجتمع پتروشیمی مورد نظر در ادامه آورده شده است.

۸-۱- کاهش تلفات حرارتی گازهای احتراق

همان طور که در بخش ۷ نشان داده شد، قسمت اعظم اتلاف انرژی از طریق دودکش (گازهای احتراق) صورت می پذیرد. میزان اتلاف حرارتی از دودکش وابسته به دما و حجم گازی است که از دودکش خارج می شود. برای کاهش تلفات گازهای احتراق، باید شرایط احتراق و درصد هوای اضافی ورودی به کوره کنترل شود و همچنین حرارت گازهای احتراق خروجی بازیافت شود. در ادامه به توضیح این دو راهکار پرداخته شده است.

الف) تنظیم شرایط احتراق کوره

یکی از راهکارهایی که برای بهینه سازی مصرف انرژی در کوره ها پیشنهاد می شود، تنظیم شرایط احتراق است. معمولاً

درصد هوای اضافی مناسب در یک کوره برای یک سوخت مشخص، توسط سازندگان پیشنهاد شده و لازم است که درصد هوای اضافی تا مقدار مشخص شده توسط سازنده کاهش یابد. تنظیم هوای اضافی مهمترین عامل مؤثر در کاهش انرژی مصرفی و بهبود بازده حرارتی کوره می باشد. افزایش درصد هوای اضافی موجب کاهش دمای شعله، دمای کوره و نرخ گرمایش می شود. به عبارت دیگر افزایش درصد هوای اضافی موجب افزایش تلفات دود و کاهش بیش از حد آن باعث احتراق ناقص و در نتیجه افزایش مصرف سوخت می شود. بنابراین رعایت نسبت بهینه هوا به سوخت، باعث کم شدن مصرف سوخت و صرفه جویی در مصرف انرژی خواهد شد. بدون وجود دستگاه آنالایزر دود، امکان تنظیم درصد هوای اضافی در مقدار بهینه وجود نخواهد داشت و لذا برای جلوگیری از بروز هرگونه اشکال احتمالی، اتوماسیون و مانیتورینگ کوره و یا حداقل نصب دستگاه آنالیز دود برای آنالیز گازهای احتراق، ضروری می باشد.

ب) بازیافت حرارت گازهای احتراق

به طور کلی دمای گازهای احتراق خروجی از دودکش کوره ها باید حدود ۲۰ درجه سانتیگراد بالاتر از دمای نقطه شبنم محصولات احتراق باشد. اما از آنجا که سوخت گاز طبیعی نسبت به دیگر سوختها محتوی کمترین مقدار سولفور می باشد، دمای گازهای خروجی کوره های با سوخت گاز طبیعی، می تواند پایین تر از دمای نقطه شبنم باشد، بدون آنکه سبب مشکلات خوردگی قابل ملاحظه ای گردد. به طور کلی درجه حرارت بالای ^{o}C ۲۰۰ برای گازهای احتراق خروجی از دودکش، نشان دهنده پتانسیل بازیافت حرارت می باشد.

گرمای محسوس گازهای احتراق می تواند با روش های زیر مورد استفاده قرار گیرد:

- پیشگرمایش سیال فرآیندی:

در صورتی که مواد فرآیندی توسط گازهای احتراق پیشگرم شده و سپس وارد کوره شوند، سوخت مورد نیاز کوره برای گرم کردن این سیال کاهش می یابد. لازم به ذکر است که هر دو کوره روغن داغ مجتمع پتروشیمی ممیزی شده مجهز به این سیستم می باشند و در واقع سیال فرآیندی (روغن داغ) ورودی به این کوره ها ابتدا در بخش جابجایی کوره توسط گازهای احتراق پیشگرم می شود.

- پیشگرمایش هوای احتراق:

این روش اخیراً در کوره های صنعتی به وفور مورد استفاده قرار می گیرد. با استفاده از هوای پیشگرم شده برای احتراق، می توان در مصرف سوخت صرفه جویی کرد.

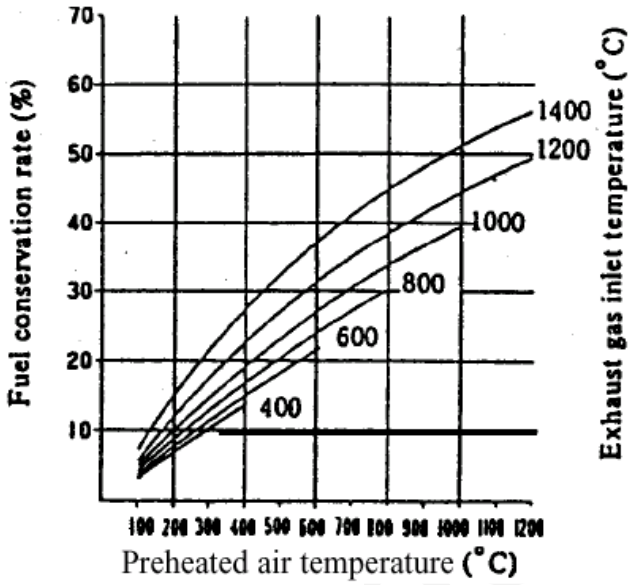
حداکثر دمای هوای پیشگرم شده در کوره های مورد بررسی، در صورتی که گازهای احتراق در تبادل حرارت با هوای ورودی به کوره تا دمای نقطه شبنم (حدود ^{o}C ۱۲۰) سرد شوند، در جدول۹ آورده شده است [۳].

جدول۹. حداکثر دمای هوای پیشگرم شده در کوره های HotOil

پارامتر مورد نظر	واحد	H-7701	H-7702
دبی گازهای احتراق	kg/h	۵۸۰۱۴/۹	۲۸۴۴۵/۹
دبی هوای ورودی	kg/h	۵۵۲۸۲	۲۷۳۴۸
ظرفیت حرارتی گازهای احتراق	kj/kg.K	۱/۱۲۱	۱/۱۰۴
ظرفیت حرارتی هوای ورودی	kj/kg.K	۰/۹۹۰۳	۰/۹۹۰۳
دمای خروجی گازهای احتراق	°C	۲۹۷/۴	۲۹۷/۸
حداکثر دمای هوای پیشگرم شده	°C	۲۲۳/۴۶	۲۱۸/۸۹

در شکل۱ میزان سوخت صرفه جوی شده با پیشگرمایش هوای احتراق نشان داده شده است. همان طور که در این شکل

مشاهده می گردد، در صورتی که هوای احتراق در دو کوره H-7701 و H-7702 تا حداکثر دمای ممکن گرم شود، تقریباً می‌توان ۶٪ در مصرف سوخت کوره ها صرفه جویی کرد. اما با توجه به تجربه های مشابه، این مقدار صرفه جویی سوخت با توجه به هزینه نصب پیشگرمکن مقرون به صرفه نمی باشد.



شکل۱. درصد گاز طبیعی صرفه جویی شده با پیشگرمایش هوای احتراق

- استفاده از حرارت این گازها در تجهیزات دیگر (برای تولید بخار و ...):

زمانی که در یک پروسه مقدار زیادی بخار و یا آب داغ مصرف شود و در عین حال دمای گازهای احتراق نیز بالا باشد، می توان از بویلرهای بازیافت حرارت استفاده کرد. نصب بویلرهای بازیافت حرارت در صورتی مقرون به صرفه است که یا دمای گازهای احتراق بسیار بالا باشد (بالاتر از ۴۰۰ ^{o}C) و یا مقدار گازهای احتراق بسیار زیاد باشد. در مورد کوره های روغن داغ با توجه به این که دبی گازهای احتراق و دمای آن ها نسبتاً کم می باشد، در نتیجه نصب این بویلرها با توجه به هزینه بالای نصب و راه اندازی آن ها مقرون به صرفه نمی باشد.

۸-۲- کنترل نحوه توزیع درجه حرارت

نحوه توزیع درجه حرارت در یک کوره (وضعیت مشعلها) باید به صورتی باشد که برای رساندن مواد ورودی به دمای مطلوب، حداقل سوخت ممکن مصرف گردد.

برای بهبود توزیع درجه حرارت در کوره باید موارد زیر مورد توجه قرار گیرد:

- از هرگونه تماس مستقیم شعله با مواد جامد جلوگیری گردد.
- شعله نباید با عایق کوره تماس پیدا کند، زیرا محصولات احتراق ناقص در دماهای بالای شعله، می تواند با عایق واکنش دهد.
- شعله مشعلهای مختلف نباید به هم برخورد کند زیرا در این صورت احتراق ناکارآمد خواهد بود.
- کوره های بزرگتر شعله بلندتری دارند. در این کوره ها، تعداد مشعل بیشتر با ظرفیت کمتر نسبت به حالتی که مشعل کمتری با ظرفیت بالاتر به کار رود، باعث توزیع بهتر درجه حرارت و افزایش عمر کوره می شود.
- شعله نباید در حدی بلند باشد که به دودکش و یا سقف کوره برخورد داشته باشد.

۸-۳- کاهش اتلاف حرارت از نشتی ها

وجود نشتی در کوره ها یک عامل مهم در اتلاف انرژی است. برای برطرف کردن نشتی ها نخستین گام، شناسایی موارد نشتی است. نشتی در قسمتهای مختلفی از کوره ها به وجود می آید که در زیر آورده شده اند:

- سوراخهای تعبیه شده برای نصب دستگاههای اندازه گیری
- دریچه های دسترسی
- درزبندی تجهیزات و یا شیشه های شفاف نصب شده بر روی کوره
- ترک و یا شکستگی در دیواره ها و یا آجرهای نسوز

برای کاهش اتلاف حرارت از نشتی ها، باید درزها تاحد امکان آب بندی شود.

۸-۴- تنظیم میزان مکش در کوره

فشار منفی در کوره باعث نفوذ هوا و در نتیجه به هم زدن نسبت سوخت به هوا، کاهش درجه حرارت و توزیع غیر یکنواخت درجه حرارت می شود. از طرفی فشار مثبت نیز باعث افزایش خروج دود، مایل شدن شعله به سمت دیواره ها، بیش از حد گرم شدن نسوزها و ... می شود. لازم به ذکر است که ضرر نفوذ هوا به داخل کوره بسیار بیشتر از نشت گازهای احتراق از کوره می باشد. بنابراین فشار کوره همواره باید کمی بیشتر از فشار هوای خارج آن نگهداشته شود.

۸-۶- ارتقاء سیستم مانیتورینگ

وجود سیستم مانیتورینگ مناسب، از طریق شناسایی مشکلات موجود، باعث صرفه جویی در مصرف انرژی از طریق کارکرد بهینه تجهیزات می شود. بر این اساس کالیبراسیون و درصورت نیاز تعمیر و حتی تعویض هر یک از تجهیزات اندازه گیری غیر قابل اعتماد، برای تحلیل وضعیت مصرف انرژی سیستم و به عبارت دیگر استمرار مدیریت انرژی ضروری است. بهبود راندمان انرژی، بدون کنترل کافی امکانپذیر نخواهد بود. روشهای بهبود راندمان کوره از طریق کنترل و مانیتورینگ عبارتند از:

- کنترل مشعلها وعملکرد آنها
- نصب فلومترهای کالیبره شده سوخت و هوا، کنترل فشار هوا
- کنترل دمپر گاز بر اساس سنسورهای اندازه گیری فشار
- کنترل مصرف انرژی و تنظیم میزان هوای اضافی
- مزایای کنترل و مانیتورینگ عبارتند از:
- کاهش ضایعات محصول
- بهبود کیفیت محصول
- بالا رفتن اطمینان عملکرد
- امکان بررسی روند مصرف انرژی و بهبود مداوم آن

۸-۷- بهبود وضعیت تعمیر و نگهداری

قسمت عمده ای از تلفات انرژی در کوره ها به دلیل اشکالاتی است که به مرور زمان در عملکرد این تجهیزات ایجاد شده است. بسیاری از مشکلات موجود با اعمال برنامه تعمیر و نگهداری منظم به سادگی قابل تقلیل می باشد، که از این جمله می‌توان به وضعیت نامطلوب مشعلها، ایجاد کک در سطوح تبادل حرارت (و لذا کاهش ضریب انتقال حرارت)، عدم کالیبراسیون فلومترها و عدم تنظیم میزان مکش و شرایط احتراق اشاره کرد.

در راستای مدیریت و ممیزی انرژی کوره ها در پتروشیمی مورد نظر، اعمال برنامه منظم تعمیرات و نگهداری برای

اطمینان از عملکرد ایمن و با راندمان بالا ضروری است. بهترین دستورالعمل تعمیر و نگهداری برای هر کوره، دستورالعملی است که توسط سازندگان آن کوره ارائه می شود. به عنوان نمونه بعضی از دستورالعملهای موجود در ارتباط با تعمیر و نگهداری کوره ها به شرح زیر می باشد:

- بازرسی روزانه وضعیت مشعلها از نظر پایداری و شکل شعله
- بازرسی هفتگی نازلهای گاز برای اطمینان از عملکرد صحیح آنها
- چک کردن ماهیانه وضعیت دمپر اصلی از لحاظ سهولت باز و بسته شدن

۹- نتیجه گیری

همان طور که گفته شد، درصد تلفات احتراق کوره H-7701 در شرایط عملیاتی نسبت به شرایط طراحی افزایش بسیار کمی داشته و راندمان این کوره در شرایط عملیاتی نسبت به شرایط طراحی کاهش بسیار کمی داشته است. برای کوره H-7702 درصد تلفات احتراق در شرایط عملیاتی نسبت به شرایط طراحی افزایش و راندمان آن نسبت به طراحی کاهش یافته است. بنابراین می توان نتیجه گرفت که کارایی کوره H-7701 نسبتاً مناسب می باشد. اما در مورد کوره H-7702 به دلیل افزایش چشم گیر درصد هوای اضافی نسبت به حالت طراحی کارایی کوره نسبت به طراحی کاهش یافته، بنابراین باید کنترل بیشتری روی هوای ورودی به این کوره صورت گیرد تا با کاهش مقدار آن، تلفات گازهای احتراق نیز کاهش یابد.

برای بهینه سازی مصرف انرژی کوره ها همواره باید درصد هوای ورودی و شرایط احتراق کنترل شود و همچنین در صورت امکان حرارت گازهای احتراق بازیافت شود. وضعیت مشعل ها و عایق های کوره نیز همواره باید بررسی و در صورت نیاز تعمیر شود. نشتی های کوره ها شناسایی و آب بندی گردد و همچنین فشار داخل کوره نیز همواره باید کمی بیشتر از فشار خارج آن نگه داشته شود تا هوا به داخل کوره نفوذ نکند. سیستم مانیتورینگ کوره ها نیز همواره باید کنترل شده و تجهیزات اندازه گیری در صورت نیاز کالیبره شوند. لازم به ذکر است که پتانسیل اصلی صرفه جویی انرژی در کوره های روغن داغ مجتمع پتروشیمی ممیزی شده، تنظیم شرایط احتراق و به خصوص کنترل درصد هوای اضافی ورودی به کوره می باشد.

مراجع

1. Bureau of Energy Efficiency; " Energy Efficiency in Thermal Utilities, Guide book for National Certification Examination for Energy Managers and Energy Auditors"; Vol. 2
2. Bureau of Energy Efficiency; " Energy Efficiency in Thermal Utilities, Guide book for National Certification Examination for Energy Managers and Energy Auditors"; Vol. 4
3. R. H. Perry, D. W. Green; " Perry's Chemical Engineer's Handbook"; McGraw-Hill Book Company; 1999