

ممیزی جامع انرژی در پالایشگاه مارتینز

ترجمه و تدوین: مهندس محمدعلی هاشمی
کارشناس ارشد تبدیل انرژی - شرکت ملی نفت ایران

پالایشگاه مارتینز واقع در ایالت کالیفرنیا در می سال ۲۰۰۱، مورد ارزیابی جامع وضعیت انرژی واقع شد. این ارزیابی به شناسایی پتانسیل صرفه جویی به میزان ۵۲/۴۸۵/۰۰۰ دلار با صرف هزینه‌ای در حدود ۳۰/۹۹۳/۰۰۰ دلار منتهی شد. صرفه جویی انرژی حاصل از این مطالعات در حدود ۶۰۰ MMBTU/year / ۶/۲۳۰ برآورد شده بود که در حدود ۱۲ درصد از کل انرژی مورد استفاده در تجهیزات بود.



سوابق شرکت

پالایشگاه مارتینز در ۳۰ مایلی شمالی‌ترین قسمت سانفرانسیسکو واقع شده است و شروع عملیات پالایش در آن به سال ۱۹۱۵ باز می‌گردد. امروزه بخشی از تشکیلات اقتصادی وابسته به Equilon (اتصال تجاری بین شرکت‌های پالایش و بازاریابی ایالات متحده، سرمایه‌گذاری حمل و نقل از کمپانی شل و مجموعه تجاری صنعتی تکزاکو) محسوب می‌شود. Equilon اقدام به پالایش و فروش بنزین و دیگر محصولات نفتی تحت نام شل و تکزاکو در ۳۱ ایالت غربی می‌نماید. این شرکت در حدود ۶۵۰۰ کارمند داشته و سود ناخالص آن در سال ۲۰۰۰، ۵۰ بلیون دلار بوده است. فرآیندهای اولیه پالایشگاه برای نفت خام دره‌ی Joaquin و برای ظرفیت ۱۶۵،۰۰۰ bbl/day طراحی شده بود. این پالایشگاه از قابلیت پالایش بالای برخوردار می‌باشد و شامل واحدهای شکست کاتالیستی، هیدروکراکنیک، کک‌سازی و نیز فرآیندهای پایه تقطیر و فرآیند بازاریابی کاتالیزوری می‌باشد. همچنین واحدهای روغن‌سازی و مجموعه‌ی آسفالت نیز تعبیه شده است. هزینه‌ی انرژی برای مجموعه‌ی تجهیزات در سال ۲۰۰۰ بالغ بر ۱۸۵۰ میلیون دلار شده بود. این انرژی از گاز طبیعی خریداری شده و جریان‌های هرز و بی‌استفاده از فرآیندهای پالایش تامین می‌گردد.

لازم به یادآوری است در زمان اجرای ممیزی انرژی، پالایشگاه مارتینز به دو شرکت تکزاکو و شل تعلق داشت که در حال حاضر به مالکیت کامل شرکت تولیدات نفتی شل در آمده است.

چشم‌انداز کلی ارزیابی انرژی

مدیران پالایشگاه مارتینز ارزیابی جامع بازدهی انرژی را در بهار سال ۲۰۰۱ و با پشتیبانی سازمان انرژی ایالات متحده (DOE) و دفتر تکنولوژی‌های صنعتی (OIT) آغاز نمودند. دفتر تکنولوژی‌های صنعتی (OIT) در راستای تلاش‌هایش برای بهبود بازدهی صنایع، کاهش اتلافات تولید و رقابتی‌شدن صنایع از این ارزیابی حمایت کرده بود.

اهداف این مطالعه شناسایی روش‌های صرفه‌جویی در مصرف انرژی و با‌باز یافت انرژی یا بهبود روش‌های عملیاتی و یافتن فرصت‌های سرمایه‌گذاری با سودمندی بالا در راستای کاهش مصرف انرژی بود. صرفه‌جویی‌های ناشی از بهبود روش‌های عملیاتی شامل آن گروه از دستاوردهایی می‌شود که صرفه‌جویی در انرژی تنها با اصلاح عملکرد تجهیزات حاصل می‌شود و به‌طور کلی هیچ هزینه‌ی سرمایه‌گذاری اولیه‌ای مورد نیاز نمی‌باشد. اما فرصت‌های سرمایه‌گذاری با سودمندی بالا، پروژه‌هایی را شامل می‌شوند که زمان بازگشت سرمایه‌گذاری ۲ سال یا

کمتر داشته باشند. در این ممیزی، ارزیابی پرسنلی که الزامات عملیاتی فرآیند را انجام داده و یا کنترل می‌نمایند نیز در کنار ارزیابی تولید، توزیع و تبدیل انرژی به کار مفید در نظر گرفته شد.

این ارزیابی کل فرآیند تولید انرژی و زنجیره استفاده از آن را که شامل موارد زیر می‌شود را در بر می‌گیرد:

- تامین انرژی‌های مکمل (غالبا گاز طبیعی و توان الکتریکی)
- تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی حرارتی (غالبا احتراق)
- بازدهی توزیع (انتها در انتقال گرما یا توان به فرآیندهایی که استفاده می‌کنند)

● استفاده نهایی از انرژی در فرآیندهای شیمیایی

تحلیل‌ها نشان می‌دهند که منافع قابل دستیابی حاصل از بهینه‌سازی عملیات پالایشی در حالی که خصوصیات محصول و خوراک ورودی بی‌تغییر می‌مانند، زیاد می‌باشد. تیم ارزیابی روشی را به کار گرفت که به شناسایی دامنه وسیعی از فرصت‌های صرفه‌جویی تا زمان بازگشت سرمایه‌گذاری کمتر از ۲ سال منجر شد. این تیم از میان پرسنل شرکت مارتینز و شرکت اکویلون انتخاب شده بودند که در شهر هوستو از ایالت تگزاس به هم پیوستند. کل هزینه‌ی این ارزیابی انرژی ۲۷۵،۰۰۰ دلار بود که ۱۰۰،۰۰۰ دلار آن را سازمان انرژی ایالات متحده به صورت تامین اعتبار در هزینه سپیم گردید.

اجرای ممیزی انرژی

ارزیابی واحد با یک ارزیابی مقایسه‌ای، پنج مارک، از استفاده انرژی آغاز شد. در این راستا اختلافات موجود در مصرف انرژی، چه آن‌هایی که به عملیات واحد مربوط می‌شود و چه آن‌هایی که به تجهیزات واحد بر می‌گردد، شناسایی شده و در اختیار مدیر انرژی مجموعه قرار گرفت. در این ارزیابی به منزله بخشی از منابع جمع‌آوری اطلاعات تمامی تجهیزات احتراقی (هر تجهیز که سوخت می‌سوزاند، شامل تمامی کوره‌ها و دیگ‌های بخار) با روش تشریح شده در API ۵۳۲ تحت آزمون محاسبه بازدهی قرار گرفتند. در این روش با استفاده از دمای گازهای خروجی از دودکش و درصد هوای اضافی در دودکش، بازدهی حرارتی تجهیزات احتراقی محاسبه می‌شود. این روش در عمل خیلی دقیق‌تر از تحلیل‌های ورودی و خروجی سنتی است چرا که جریان‌سنج‌ها کم دقت‌ترین وسایل در اندازه‌گیری و فرآیندهای عملیاتی می‌باشند. جریان‌سنج سوخت غالبا برای کمی نمودن اصلاح عملکرد کوره‌ها مناسب است.

تیم ارزیابی در ابتدا کلیه اطلاعات فرآیندی شامل خواص مواد، جریان‌ها، دماها و فشارهای عملیاتی را برای تمامی جریان‌های فرآیندی مهم در تمامی واحدها جمع‌آوری نمود. سپس بازدهی انرژی هر فرآیند یا تجهیز محاسبه شده و با بهترین استانداردهای موجود در صنایع نفتی مقایسه گردید تا فرصت‌های اصلاح مشخص شوند. این تیم سپس هزینه اعمال هر تغییری را تخمین زده و زمان بازگشت سرمایه‌گذاری را با ملاحظه بزرگی سرمایه‌گذاری محاسبه نمودند. سپس تیمی متشکل از پرسنل پالایشگاه شامل پرسنل عملیاتی و پشتیبانی فنی از واحدهای فرآیندی موجود تشکیل شده و در کنار تیم ارزیابی قرار گرفت. تیم جدید جستجو جهت یافتن فرصت‌های اعمال تغییرات عملی در کنترل عملیات

موجود و طراحی سخت‌افزارهای مناسب را با بازنگری اطلاعات اولیه جمع‌آوری شده از عملیات جاری واحد آغاز نمود. تحلیل اقتصادی هر تغییری در فرآیندها در برگیرنده مقایسه بین مصرف انرژی، قیمت تمام شده محصول تولیدی، هزینه‌ی عملیاتی و کیفیت محصول می‌گردد و تیم ایده‌ای را که منجر به بزرگ‌ترین منافع اقتصادی می‌گردد حمایت می‌نمود. فرصت‌های بهینه‌سازی انرژی حول سه محور اصلی زیر در نظر گرفته شدند:

۱- کاهش اتلاف انرژی

- خروجی از مشعل‌های پالایشگاه
- بخارهای خروجی به اتمسفر و نشستی‌های بخار
- گرفتگی و رسوب‌گذاری در چگالنده‌های توربین‌ها و اجکتورها
- بازدهی سطح حرارتی در مبدل‌های حرارتی
- درصد هوای اضافی و درافت مورد نیاز در تجهیزات احتراقی
- واحد بازیافت و کمترین جریان عملیاتی آن
- تجهیزات بازیافت انرژی: این تجهیزات شامل بویلرهای بازیافت حرارتی، پیش‌گرم‌کن هوا، توربین‌های هیدرولیک، توربین‌های بخار و مبدل‌های پیش‌گرم‌کن جریان‌های اصلی واحد می‌باشد.

۲- رفع تنگناهای فرآیندی

- محدودیت کوره‌ها: محدودیت دمای فلز تیوب‌های کوره، محدودیت مشعل‌ها، محدودیت دودکش و ...
- محدودیت چگالنده‌ها: محدودیت‌های انتقال حرارت در چگالنده‌های بالاسری ستون تقطیر که ظرفیت برج را در یک دامنه‌ی فشار عملیاتی داده شده محدود می‌کند.

۳- بهینه‌سازی عملیات واحد

- سیستم‌های مدیریت و هدف‌گذاری: دستورالعمل‌های بهینه‌سازی کنترل‌های عملیاتی فراهم شده و در اختیار پرسنل عملیاتی واحد قرار گرفت تا عملیات واحد را کنترل نمایند.
- برج تقطیر:
- کاهش فشار
- نسبت جریان‌های سیال رفلاکس و سیال بویلر به جریان خوراک برج

- مشخصات محصول اقتصادی: این مهم به رقابت اقتصادی بین مقدار یک محصول با غلظت و درجه خلوص مورد نظر و هزینه حذف ناخالصی‌های آن مربوط می‌شود. چنانچه محصولی به مشخصات مورد نظر نرسد بی‌ارزش محسوب می‌شود و نیز محصولی که مشخصات بالاتری دارد، بدون آن که ارزش بیشتری برای محصول به بار بیاورد زیان محسوب





می‌شود.

- استفاده از حداقل فشار بخار
- کوره‌ها و مبدل‌های حرارتی
- تمیزکاری و حذف رسوبات از شبکه
- هزینه‌ی توان تولیدی
- بهینه‌سازی سیستم هیدروژن

- حداقل‌سازی گازهای بی‌اثر، آبشار خالص‌سازی (درجه خلوص هیدروژن در عمل هیدروتیپینگ یک الزام محسوب می‌شود که برای کنترل آن مقداری از هیدروژن نامرغوب به خارج از سیستم واحد، غالباً به مخازن سوخت، تخلیه شده و به جای آن هیدروژنی با درجه خلوص بالاتر به سیستم تزریق می‌شود. در واقع از هیدروژن بسیار مرغوب تولیدی در واحدهای فشار بالا که به آن درجه خلوص نیازی ندارند، در جایی که درجه خلوص هیدروژن تولیدی به اندازه‌ی کافی بالا نمی‌باشد، استفاده می‌شود.)

- نسبت‌های هیدروژن به روغن (خوراک واحد): در واحدهای مصرف‌کننده هیدروژن می‌بایست یک حداقل ممکن از گاز هیدروژن اضافی فراهم شود تا واحد از نظر استوکیومتریک محدود نشده باشد. نسبت هیدروژن به روغن تعیین‌کننده مقدار حداقل هیدروژن اضافی مورد نیاز می‌باشد.

- برگشت از چگالنده‌ها
- انتگراسیون حرارتی

نتایج و پیشنهادات

در خاتمه فرصت‌های باز یافت انرژی به دست آمده مجدداً بررسی شدند. تیم ارزیابی انرژی باز یافتی را که با اجرای بهترین و مطمئن‌ترین ایده‌ها حاصل می‌گردد را تخمین زده، سپس با بهره‌گیری از اطلاعات فنی و سوابق عملیاتی و بررسی کامل طرح‌ها به حداقل تغییرات ضروری در طرح نهایی دست یافت. این تیم همچنین به ارزیابی ریسک مخاطرات ناشی از اعمال تغییرات در طرح نهایی پرداخت. با سخت‌گیری‌های به عمل آمده، پیشنهادات نهایی تنها به فناوری‌هایی که در گذشته در سایر تجهیزات به صورت موفقیت‌آمیزی به اجرا درآمده بودند محدود شد.

این ممیزی پیشنهاداتی با سود بیش از ۵۲ میلیون دلار در سال برای مدیریت پالایشگاه مارتینز به ارمغان آورد. دامنه‌ی تغییرات توصیه‌شده از اصلاح روش‌های عملیاتی تا طراحی مجدد پاره‌ای از سخت‌افزارهای مهم گسترده شده بود.

مرور اقدامات شناسایی شده در ارزیابی

این ارزیابی به شناسایی فرصت‌های بهینه‌سازی در زمینه‌های زیر

منجر شد:

● بهبود بازدهی تجهیزات احتراقی: تجهیزات احتراقی منبع عمده

انرژی حرارتی آزاد شده درون پالایشگاه‌ها به‌شمار می‌روند. بهبود جزئی در بازدهی این تجهیزات با کاهش درافت کوره و اکسیژن اضافی تا حدود طراحی به دست می‌آید و بهبود عمده با باز یافت انرژی حرارتی مازاد موجود در گازهای خروجی از دودکش حاصل می‌شود. باز یافت تقریبی حاصل از اعمال پیشنهادات در حدود ۱۱,۷۹۶,۰۰۰ دلار در سال تعیین شده بود.

● بهینه‌سازی سیستم تولید توان مورد نیاز (آب، برق و بخار): باز یافت

انرژی از مجموعه سیستم تولید آب، برق و بخار پالایشگاه با افزایش بازدهی دیگ‌های بخار به بهترین بازدهی ممکن و به حداقل رساندن بخارهای چگالیده در موتورهای دوار و کاهش افت فشار و دما در خطوط ارتباطی میسر گردید. صرفه‌جویی حاصل از پیشنهادات به رقم تقریبی ۵,۳۶۸,۰۰۰ دلار در سال بالغ گردید.

● نگهداری و تعمیرات: سیستم‌های انرژی پالایشگاه غالباً در دوره‌های

زمانی متناوب به نوسازی نیاز دارند. در پالایشگاه مارتینز فرصت‌های شناسایی شده شامل تمیزکاری مبدل‌های حرارتی و تعمیر عایق‌ها بود. دست‌یابی به باز یافت انرژی قابل توجه و اقتصادی، تنها با صرف هزینه بالایی برای تعمیر عایق‌ها و تمیزکاری مبدل‌ها ممکن می‌نمود. کل این هزینه‌ها رقمی در حدود ۹,۸۵۰,۰۰۰ دلار تخمین زده شد که با توجه به صرفه‌جویی تقریبی ۱۴,۲۸۸,۰۰۰ دلار در سال کاملاً اقتصادی و مناسب تشخیص داده شد.

● حذف کوبینج: کوبینج نمودن فرآیند (کاهش دمای فرآیند با مخلوط

نمودن آن با یک سیال سردتر) غالباً در عملیات پالایش رخ می‌دهد. پیشنهادات ارائه شده در پالایشگاه مارتینز بر بهینه‌سازی مصرف بخار عریان‌کننده و بهینه‌سازی تزریق آب مورد نیاز در کنترل فرآیندها تمرکز یافته بود. باز یافت تقریبی حاصل از این پیشنهادات در حدود ۱۳,۱۰۶,۰۰۰ دلار در سال تخمین زده شد.

● انتقال جریان گرم بین واحدها: حفظ انرژی حرارتی در جریان‌های

بین فرآیندی که از واحدی به واحد دیگر انتقال می‌یابند خیلی موثرتر از سرد نمودن جریان به منظور ذخیره‌سازی و گرمایش مجدد آن در زمان مورد نیاز می‌باشد. اجرایی شدن کنترل‌های فرآیندی مورد نیاز برای رسیدن به این مقصود نسبت به کاهش مواد و محصولات مصرفی به مراتب منافع بیشتری ایجاد می‌کند. صرفه‌جویی تقریبی حاصل از پیشنهادات ارائه شده در این زمینه ۴/۲۷۰/۰۰۰ دلار در سال برآورد گردیده بود.

● حذف فرآیندهای زاید: این پیشنهادات در برگیرنده فرآیندهایی بود

که حذف آن‌ها بر روی کیفیت یا مقدار محصول خروجی ناچیز بود. باز یافت حاصل از این پیشنهادات ۲/۶۶۷/۰۰۰ دلار در سال برآورد گردید.

● سایر تغییرات فرآیندی: به‌طور عمده این قبیل پیشنهادات شامل

افزودن سخت‌افزارها یا کنترل‌های فرآیندی است که ضمن ترقی کیفیت محصول به کاهش در مصرف انرژی منجر می‌شود. صرفه‌جویی حاصل از پیشنهادات حاصل از پیشنهادات ارائه شده ۱/۰۰۰/۰۰۰ دلار در سال برآورد شده بود.

برای اطلاعات بیشتر به آدرس زیر مراجعه فرمایید:

www.oit.doe.gov

webmaster.oit@ee.doe.gov