ده توصیه برای کارکرد و انتخاب مناسب مشعل‌ها

نوشته‌ی: Jeff Rafter
برگردان: مهندس حسن محمدی

سامانه‌های احتراقی کم بازده، باعث اتلاف هزینه و نیروی انسانی می‌شوند. با رعایت ده توصیه‌ی ذکر شده در این مقاله، می‌توانید کارکرد مشعل‌های خود را بهبود ببخشید.

از سال ۱۹۹۷، بهای میانگین گاز طبیعی برای مصارف صنعتی در ایالات متحده به میزان ۶۱ درصد افزایش یافته است. بخش قابل توجهی از این افزایش، به دلیل افزایش تقاضا توسط نیروگاه‌ها و در عین حال، زیرساخت‌های نسبتا ثابت برای توزیع گاز بوده است. به عبارت دیگر، پیش‌بینی می‌شود که این افزایش بها همچنان ادامه داشته باشد. برای کم کردن پیامدهای ناشی از افزایش بهای سوخت، باید مشعل‌ها و سامانه‌های گرمایشی احتراقی خود را برای یافتن فرصت‌هایی در جهت بهبود بازده این سامانه‌ها، به دقت بررسی نماییم. توصیه‌های مفیدی که در پی می‌آیند، شما را در جهت کاهش هزینه‌های سوخت راهنمایی خواهند کرد.

تنظیمات سامانه را بررسی کنید

نسل جدید مشعل‌های امروزی «اختلاط در نازل»، پایداری و اطمینان‌پذیری بالایی را، حتا در زمان عدم تنظیم مناسب سامانه، ارایه می‌دهند. کارکرد تجهیزات احتراقی در شرایط خارج از تنظیم، به هیچ وجه غیرمعمول نیست و این مساله باعث کاهش بازده و انتشار آلاینده‌ها می‌گردد. بسته به کاربرد خاص مشعل، تنظیم آن در نسبت هوا به سوخت طراحی شده، در بیشتر موارد می‌تواند با حذف سوخت محترق نشده یا هوای اضافی (که باعث خروج ناخواسته‌ی گرما از سامانه می‌شود)، مصرف سوخت را کاهش دهد. برای کسب دستورالعمل‌های کارکرد یا پشتیبانی فنی جهت تنظیم مشعل، با تولید کننده‌ی مشعل تماس بگیرید.

نگهداری مناسب را فراموش نکنید

مشعل‌ها، علاوه بر فرسودگی که در دیگر تجهیزات مکانیکی رخ می‌دهد، مجبورند دماهای احتراق تا ۳۴۰۰ °F (۱۸۷۱ °C) را تحمل نمایند. این شرایط حاد می‌تواند دستگاه را به سرعت فرسوده نماید. بخش‌های داخلی مشعل را به صورت دوره‌ای از نظر وجود فرسودگی، اکسیداسیون بیش از حد یا تاب برداشتن بخش‌های مختلف بررسی کنید. توجه ویژه‌ای به نازل‌های گاز و صفحات اختلاط مبذول دارید. به علاوه، تمیزکاری یا تعویض فیلترهای هوا را فراموش نکنید. هر دستگاهی که با کنترل نسبت هوا و سوخت مشعل ارتباط دارد، بایستی مورد توجه بیشتری قرار گیرد. این بخش‌ها شامل شیرها، اتصالات، رگولاتورها و غیره می‌گردند. تمام این بخش‌ها را از نظر تنظیمات و کارکرد صحیح آن‌ها مورد بازرسی قرار دهید. زمانی که ابزارهای کنترلی دچار خرابی می‌شوند، از این فرصت برای ارتقای قطعات و جایگزینی آن‌ها با کنترل‌هایی با عملکرد بهتر، استفاده نمایید.

به روش احتراق توجه داشته باشید

یکی از روش‌های ساده برای کسب بازده بالاتر، تبدیل فرآیندهای «شعله مستقیم به فرآیندهای «شعله مستقیم» می‌باشد. مبدل‌های حرارتی غیرتقطیری، حداکثر بازده انتقال حرارت محصولات احتراق را تا حدود ۸۰ درصد محدود می‌نمایند. با جایگزین کردن سامانه های غیر شعله مستقیم با مشعل‌های شعله مستقیم (در صورتی که فرآیند مورد نظر اجازه دهد)، می‌توان ۵ تا ۲۰ درصد گرمای مفید اضافی به‌دست آورد. یک مثال خوب در این مورد، جایگزین کردن کویل‌های گرمایش بخار در یک گرم‌کن هوا با یک مشعل شعله مستقیم است.

این تغییر می‌تواند اتلاف حرارت در دودکش و اتلاف گرمایی مربوط به لوله‌های دیگ و لوله‌های بخار را حذف نماید. اگر فرآیندها به منظور جلوگیری از واکنش محصول تولیدی با محصولات احتراق به صورت غیر شعله مستقیم می‌باشند، سعی کنید از جدیدترین مشعل‌ها با میزان انتشار آلاینده‌ی بسیار پایین استفاده نمایید.

کنترل را در دست بگیرید!

ثابت شده است که دقت در کنترل دما، با حذف گرمای هدر رفته از طریق دمای بیش از حد سامانه، می‌تواند بازده موجود در بیشتر سامانه‌ها را بهبود بخشد. جایگزین کردن مشعل‌های دارای کنترل «روشن/خاموش» یا «کم/زیاد» با مشعل‌های تنظیم تدریجی، می‌تواند مصرف سوخت را کاهش دهد. بعضی مشعل‌ها از «نسبت ظرفیت شبیه‌سازی شده[1]» استفاده می‌کنند.

در بعضی از مشعل‌های تنظیم تدریجی همچنین با استفاده از خطوط کنار گذر، مشعل تنها در بخشی از محدوده‌ی کارکرد خود به صورت تنظیم تدریجی کار می‌کند. برای دست‌یابی به نسبت ظرفیت بالاتر، مشعل ممکن است به یک حالت «ورودی آماده به کار پایین‌تر[2]» جهش کند که یک مقدار ثابت است. زمانی که چنین اتفاقی رخ می‌دهد، دقت کنترل دما از بین می‌رود. باید توجه داشت که مشعل‌های جدید و جایگزین به دقت بررسی شده و مشعل‌هایی انتخاب شوند که دارای نسبت ظرفیت واقعی و پیوسته هستند، نه مشعل‌هایی که از کنترل بای پس استفاده می‌کنند.

دینامیک کنترل را به خوبی بشناسید

همانند روش کنترلی، اگر سامانه شما در وضعیت فعلی دارای امکان تعدیل دما است، مطمئن شوید که چرخه‌ی کنترلی به درستی تنظیم شده است تا میزان انحرافات دما را به حداقل برساند. این انحرافات باعث هدررفتن انرژی و ایجاد فرسودگی غیرضروری در راه‌اندازها (actuator) و شیرهای تنظیم تدریجی می‌گردند. با یک شرکت متخصص و شناخته شده و یا تامین کننده‌ی مشعل برای تنظیم چرخه‌های PID مشورت نمایید.

بازیافت و احیا

با بالارفتن دمای فرآیند، امکان بازیافت گرما از گازهای خروجی نیز بیشتر می‌شود. بسیاری از مشعل‌ها می‌توانند هوای احتراق پیش گرم شده تا دمای ۸۰۰ °F (۴۲۷ °C) یا بالاتر را بپذیرند. با این روش، بازیافت کننده‌ها می‌توانند با انتقال انرژی گرمایی موجود در دودکش به هوای احتراق، مصرف سوخت را به میزان قابل توجهی کاهش دهند. اما متاسفانه یک محدودیت مهم در مورد هوای پیش گرم شده وجود دارد.

انرژی موجود در هوای احتراق پیش گرم شده به غلبه بر انرژی فعال‌سازی لازم برای شروع تشکیل گرمایی اکسیدهای نیتروژن کمک می‌کند. بنابراین، بیشتر مشعل‌های بازیافتی دارای مقادیر بالای NO و NO۲ می‌باشند. در سامانه‌های احیا شونده، یک روش احتراق گردشی برای ذخیره‌سازی و احیای انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد. گرمایش یک «بستر» توسط گازهای خروجی، این کار را انجام می‌دهد. در نیمه‌ی دوم این سیکل، انرژی گرفته شده از گازهای خروجی، دوباره به هوای احتراق (قبل از ورود به مشعل) برگردانده می‌شود. سامانه‌های احیا شونده نیز مانند سامانه‌های بازیافت، تنها زمانی از نظر اقتصادی عملی هستند که دمای فرآیند حدود ۱۰۰۰ °F (۵۳۸ °C) یا بالاتر باشد. در ضمن در مورد این سامانه‌ها نیز خطر انتشار بالاتر آلاینده‌ها وجود دارد.

در هر دو سامانه بازیافت و احیا، باید هزینه‌های اولیه مربوط به تجهیزات اضافی به دقت در نظر گرفته شوند. هرچند افزایش بازده همیشه یک امر منطقی است، اما یک زمان طولانی برای برگشت سرمایه (مثلا پنج یا هفت سال) ممکن است با برنامه‌های مالی شرکت شما هماهنگ نباشد. فراموش نکنیم که با تمام پروژه‌های افزایش بازده باید مانند یک سرمایه‌گذاری اولیه برخورد شده و موارد مربوط به آن مورد توجه قرار گیرد.

جریان هوا را بررسی کنید

علاوه بر بازده احتراق و بازده انتقال حرارت، باید توجه داشت که بیشتر مشعل‌ها از نوع «فعال» هستند که «دمش اجباری» نیز نامیده می‌شوند. این مشعل‌ها از یک دمنده یا بادزن برای ایجاد تغذیه هوای احتراق تحت فشار استفاده می‌کنند. این مشعل‌ها برای ایجاد جریان هوای دارای فشار، برق مصرف می‌نمایند. دمنده‌های مختلف، بسته به اندازه و شکل پروانه‌ی به کار رفته در آن‌ها، دارای بازده‌های مختلفی هستند. حداکثر بازده برای بیشتر دمنده‌ها در نزدیکی حداکثر جریان اسمی آن‌ها است و با تنظیم خفقانی جریان، بازده آن‌ها نیز کاهش می‌یابد. به همین دلیل، مشعل‌هایی که هوای احتراق را توسط شیر یا دمپر کنترل می‌کنند، بازده برقی را پایین می‌آورند. برای مقابله با این وضعیت، باید از راه‌اندازهای فرکانس متغیر (VFD) برای تنظیم هوای احتراق استفاده شود تا در مصرف برق صرفه‌جویی گردد. در صورت استفاده از VFDها باید توجه داشت که اگر کنترل سوخت با جریان هوا به صورت همزمان صورت نگیرد، خطاهای کنترلی قابل توجهی رخ خواهند داد.

هوشمندانه انتخاب کنید

بسیاری از تولیدکنندگان مشعل‌های صنعتی دارای کاتالوگ‌های فنی مفصلی هستند. دلیل این امر چیست؟ چندین دهه کاربرد سامانه‌های گازی گرمایش فرآیند ثابت کرده است که طراحی‌های خاص مشعل می‌توانند تاثیر بسزایی بر روی بازده گرمایشی تجهیزات مختلف داشته باشند. تولیدکنندگان مشعل با تغییر دادن خصوصیاتی مانند سرعت تخلیه، شکل شعله، درخشندگی شعله، روش‌های کنترلی و همچنین استوکیومتری (آمیزه‌شناسی) شعله، می‌توانند ویژگی‌های انتقال حرارت محصولات خود به انواع مختلف تجهیزات گرمایش فرآیند را تنظیم نمایند. مشعل‌هایی انتخاب نمایید که برای فرآیند یا دستگاه گرم شونده‌ی مورد نظر طراحی شده باشد. انتخاب مشعل مناسب می‌تواند تاثیر بسزایی بر روی هزینه‌های سوخت مصرفی داشته باشد.

تعیین اندازه را درست انجام دهید

در بسیاری از موارد، مشعل‌ها با «حاشیه امنیتی» قابل توجهی تعیین اندازه می‌شوند. یافتن مشعل‌هایی که برای فرآیند مورد نظر بیش از حد بزرگ انتخاب

شده‌اند، چندان غیرمعمول نیست. زمانی که انتخاب ظرفیت بیش از حد صورت می‌گیرد، دمنده‌ی هوای احتراق با بازده کمتری کار خواهد کرد. به علاوه، بیشتر مشعل‌های تمام فلزی که برای گرمایش فرآیند به کار می‌روند از مقدار زیادی هوای اضافی برای خنک‌شدن در نرخ‌های احتراق پایین استفاده می‌کنند. بنابراین، علاوه بر بازده پایین دمنده، اگر هوای احتراق اضافی از جریان جرمی کل فرآیند کسر نشود، عدم بازده مناسب احتراق نیز در هنگامی که مشعل‌ها دارای اندازه‌ی بیش از حد نیاز باشند اضافه خواهد شد.

خودکارسازی سامانه‌ها

فن‌آوری کنترل نسبت هوا به سوخت در بیشتر مشعل‌های جدید، شبیه به روش عملکرد کاربراتور خودرو است. نسبت هوا به سوخت توسط ابزارهای مکانیکی یا فشاری کنترل می‌شود که با مشکلاتی از قبیل هیسترزیس (پسماند) و تغییر پیوسته‌ی شاخص‌هایی مانند دمای هوا، فشار جو، انسداد فیلترهای هوا و فشارهای کاربردی روبه‌رو هستند. به‌طور خلاصه عواملی مانند فرسودگی، خطاهای انسانی و عوامل طبیعی، همگی باعث کاهش بازده در بیشتر مشعل‌ها می‌گردند. تولیدکنندگان مشعل‌های امروزی درست مانند روندی که صنایع خودروسازی در دهه‌ی ۱۹۸۰ میلادی در پیش گرفتند، در حال یکپارچه‌سازی کنترل‌های هوشمند با مشعل‌ها هستند تا امکان پایش نسبت هوا به سوخت و تنظیمات خودکار آن‌ها فراهم شود. این سامانه‌های کنترلی می‌توانند با کنترل موقعیت و یا کنترل جریان جرمی کار کنند، اما هر یک از این روش‌ها که به کار گرفته شوند، با اعمال «هوشمندی» در تاسیسات باعث تلاش برای حذف خطاهای مربوط به ابزارهای مکانیکی، خطاهای انسانی و عوامل طبیعی می‌گردند.

از اواسط دهه‌ی ۱۹۹۰، سامانه‌های مختلفی طراحی و نصب شده‌اند که توانسته‌اند با خودکار کردن کنترل نسبت هوا به سوخت، بازده بهینه‌ای در تاسیسات ایجاد نموده و انتشار آلاینده‌ها را به حداقل برسانند. به علاوه، بیش از یک دهه سرویس این تجهیزات نشان داده است که این سامانه‌ها دارای قابلیت اطمینان بالاتری نسبت به سامانه‌های قدیمی‌تر هستند، درست مانند خودروهای جدید که تقریبا هر ۱۰۰۰۰۰ مایل یک‌بار نیاز به تنظیم موتور دارند.

نصب کنترل‌های هوشمند برای کنترل نسبت هوا به سوخت، می‌تواند با توجه به صرفه‌جویی‌های انجام شده در مصرف سوخت، توجیه اقتصادی کافی داشته باشد. اگر داده‌های دقیق در مورد کارکرد سامانه احتراقی در دست نباشد، تجربیات عملی نشان می‌دهند که بیشتر سامانه‌ها به دلیل خطاهای انسانی یا خطاهای کنترلی، حداقل ۲ تا ۴ درصد خارج از تنظیمات بهینه‌ی خود کار می‌کنند. می‌توانید صرفه‌جویی سالانه برای جلوگیری از این درصد انحراف را محاسبه کنید و آن را به هزینه‌ی سامانه کنترل هوشمند تقسیم نمایید تا زمان تقریبی برگشت سرمایه به‌دست آید. هیچ کس به‌طور یقین نمی‌تواند آینده‌ی بهای سوخت را به دقت پیش‌بینی کند. اما شواهد فعلی نشان می‌دهند که احتمالا بهای سوخت از میزان فعلی خود بالاتر خواهد رفت. بنابراین هرچه زودتر نسبت به بررسی سامانه احتراقی خود اقدام نمایید تا تنظیمات و بهبودهای لازم روی آن انجام گرفته و افزایش بهای سوخت تا حدودی جبران گردد.

پی‌نوشت

1- simulated turndown
2- Lower idle input