)استفاده از سيستمهاي كنترل الكترونيكي هوشمند در كنترل فرايند احتراق مشعل ها و كوره هاي بخار(

چكيده:

اين مقاله تخصصي نگاهي دارد به آخرين پيشرفتهاي تكنولوژيكي در زمينه استفاده از تجهيزات يكپارچه جهت كنترل الكترونيكي مشعل هاي صنعتي. كنترلرهايي از اين نوع به گونه اي طراحي شده اند كه در حالت خطا شرايط ايمن سيستم را حفظ نمايند و در آزمايشگاه هاي مجهز تحت شرايط مختلف آزموده شده اند. در فرايند طراحي يك سيستم كنترل احتراق تيم طراحي بايد استانداردهاي مربوط از جمله استانداردهاي احتراق و ايمني را مورد توجه قرار دهند. كنترل الكترونيكي مشعل ها، علاوه بر بهبود قابليتهاي قبلي، قابليتهاي جديدي را درسيستم ايجاد مينمايد. براي مثال با استفاده از راهكارهاي الكترونيكي پيشرفته، قابليتهاي ويژه اي نظير سوئيچينگ انعطاف پذير بين سوختها در حين بهره برداري بدون اختلال در شرايط بهره برداري تحقق مي يابد. كنترل الكترونيكي با تركيب با تكنولوژي سنسورهاي گازهاي احتراق پيشرفته، براي استفاده كنندگان مشعل هاي صنعتي صرفه جويي قابل ملاحظه اي را ايجاد مي نمايد. در اين مقاله همچنين به نوع جديدي از كنترل احتراق با در نظر گرفتن ميزان مونواكسيد كربن در گازهاي حاصل از احتراق براي ديگ هاي بخاريا كوره ها اشاره مي شود.

آخرين پيشرفتهاي تكنولوژيكي در كنترلرهاي الكترونيكي فعلي با كنترل تركيبي نسبت سوخت و هوا

امروزه در مشعل هاي صنعتي و كوره ها راندمان از اهميت زيادي برخوردار است. اين موضوع، در ديگهاي بخار صنعتي ازاهميت بالاتري برخوردار است، همچنين علاوه بر توجه به افزايش راندمان موارد بسياري وجود دارد كه طي چند سال گذشته استفاده كنندگان از سيستمهاي مكانيكي كنترل احتراق را مجبور به تغيير اين سيستم كه براي دهه ها مورد استفاده قرار مي گرفت با سيستمهاي كنترل الكترونيكي نموده است. چنين سيستمهايي امكان تنظيم دقيق نسبت هوا و سوخت با استفاده منحني هاي الكترونيكي وامكان ايجاد روشهاي عملياتي براي افزايش راندمان احتراق را كه با استفاده از راهكارهاي مكانيكي غير ممكن بود فراهم مي سازد.

اولين سيستمهايي كه در اين زمينه به كار گرفته شد به سادگي اتصال مكانيكي را با سيستمهاي الكترونيكي جايگزين مي كرد اما همانند قبل يك كنترل كننده ترتيبي مشعل به صورت جداگانه مورد نياز بود. يك تصميم ساده براي تركيب u1575 اين دو كاركرد درقالب يك دستگاه واحد به ساخت سيستمهايي كه امروزه موجود هستند منجر شد. علاوه بر كاركردهاي ابتدايي مانند "كنترل ترتيبي مشعل وديگ بخار" و "تنظيم الكترونيكي نسبت سوخت به هوا " ، كاربردهاي بيشتري مثل مديريت تشخيص خرابي هاي عمومي يا كنترل دقيق ديگ هاي بخارتوسط سنسورهاي مختلف نيز ارائه ميشود.

شكل 1. نمونه اي از يك سيستم پيشرفته مديريت احتراق يكپارچه

يك سيستم مديريت مشعل يكپارچه مدرن، كاركردهاي بسياري را كه قبلا توسط دستگاه هاي جداگانه انجام مي شد تحقق مي بخشند. اين كاركرد ها به شرح زير است:

- كنترل ترتيبي مشعل

- كنترل نسبت سوخت به هواي به صورت الكترونيكي

- مانيتورينگ يا نظارت بر شعله

- تست نشتي خط سوخت

- تنظيم يا رگوله كننده خروجي مشعل

- شمارنده ساعت هاي كاركرد

- شمارنده دفعات شروع به كار

- مديريت تشخيص خطا

- اينترفيس يا واسط سيستم كنترلي

- اينترفيس يا واسط كامپيوتر

- تنظيم O2
و CO- كنترل دوربراي دمنده هواي احتراق

چنين سيستم هاي يكپارچه اي قادرند وظيفه همه ي كنترل ها، تنظيمات و نظارت هاي لازم مربوط به يك مشعل را برعهده بگيرند. نمودار بلوكي از اين نوع سيستم ها در شكل 2 نشان داده شده است:

شكل 2. نمودار شماتيك سيستم احتراق كنترل ونظارت شده به صورت الكترونيكي

مشخصات و استانداردهاي معتبر

طراحي سيستمهاي كنترل احتراق بايد به صورت معتبر و قابل اتكا انجام شود، به عنوان مثال درسيستم كنترل احتراق يك خطا در دستگاه يا سنسورهاي متصل شده يا محركها بايد سرانجام به حالت بي خطر تبديل شود و قبل از اينكه يك خرابي منجر به يك وضعيت خطرناك شود، مشعل به حالت كنترل شده باز گردد. هنگام طراحي اين نوع دستگاه ها يك سري مشخصات بايد مد نظر قرار گيرد. الزامات مربوط به چنين دستگاه هايي در استانداردهاي اروپايي مندرج شده است.

در ابتدا استاندارد مربوط به سيستم هاي كنترلي مشعل هاي گازي (EN298) و سيستم هاي كنترلي مشعل هاي با سوخت مايع (EN298) . در گذشته كنترلرهاي الكترونيكي تعيين نسبت سوخت و هوا نيز طراحي شده و بر مبناي اين استانداردها مورد آزمايش قرار گرفته بودند. به تازگي يك استاندارد اروپايي EN12067-2 براي اين منظور تدوين گرديده است.

تست نمونه اوليه سيستمهاي كنترل احتراق اغلب بر مبناي اين استانداردها انجام مي شود. با اينحال تنها استفاده از اين استانداردها به عنوان اساس كار كافي نيست. از آنجايي كه اين دستگاهها براي كنترل مشعل ها به كار مي روند،استانداردهاي مربوط به مشعل ها نيز بايد رعايت شوند، استانداردهاي EN676 براي مشعل هاي فن دار اتوماتيك براي سوخت هاي گازي و EN267 براي مشعل هاي با سوخت مايع و فن دار اتوماتيك مثال هايي از اين دست هستند. برمبناي زمينه كاربردي كه در آن عمليات احتراق قرار است صورت پذيرد، استانداردها شامل موارد زير است:

- EN50156 تجهيزات الكترونيكي براي كوره ها و تجهيزات كمكي

- EN12952 ديگ هاي بخار لوله آبي

- EN12953 ديگ هاي بخار پوسته اي

- EN746-2 دستگاه هاي پردازش حرارت صنعتي

يك سيستم احتراق جامع ناچار خواهد بود ضمن حفظ كاربردها خود با استانداردهاي مربوط سازگار كند.

مدل خطا در سيستمي كه بر اساس استانداردهاي فوق بنا شده است ضروري است. يعني پاسخ دستگاه به هر خطايي كه ممكن است اتفاق بيفتد بايد كاملا مشخص باشد و بايد اثبات شود كه مشعل در وضعيت خطرناك قرار نخواهد گرفت.سيستم هاي كنترل احتراق شركت لمتك آلمان طي سالهاي متمادي و در شرايط گوناگون تست شده است و سطح بالايي از ايمني را دارا ميباشد.از سوي ديگر، اخيرا مدل خطاي احتمالي يكي از موضوعات مورد توجه بوده است)به عنوان مثال خطاهاي خطرناك بر مبناي احتمال وقوعشان ارزيابي شده اند و سپس دستگاه بر مبناي سطح SIL (Safety Integrity Level) يا سطح ايمني اش رده بندي مي شود(.اين روش اغلب براي PLC (Programmable Logic Controller) ها به كار مي رود. اگر كنترلرهاي قابل برنامه ريزي براي كنترل يك مشعل به كار روند سطح SIL مربوطه به خودي خود كافي نيست. مدل خطاي قطعي مطابق با EN298 و EN230 به انضمام استانداردهاي ديگري كه به تكنولوژياحتراق مربوط است نيز بايد

برآورده و اثبات شود.

روشهاي كاركرد انعطاف پذير

درحال حاضر اين كنترلرهاي الكترونيكي امكان ايجاد عملكردهاي ويژه را هم ارائه مي دهند كه مورد توجه مصرف كنندگان خاص ميباشد.

روشن شدن بدون پاكسازي اوليه

EN676
پيشنهاد امكان روشن شدن مجدد مشعل بدون پاكسازي اوليه را مي دهد. اين امر تنها به كمك تجهيزات الكترونيكي هوشمند و قابل اطمينان به دست مي آيد و هنگام كار مشعل هاي گاز سوز سبب صرفه جويي در مصرف انرژي مي شود. همچنين زمان استارت تا شروع به كار مشعل نيز كاهش مي يابد.

تغيير نوع سوخت

احتمالات متعددي براي تغيير نوع سوخت)به عنوان مثال از سوخت مايع به گاز(پيشنهاد مي شود. از يك سوبه كمك مشعل هاي خاص امكان سوئيچ كردن مستقيم بدون اينكه نيازي u1576 به تصفيه يا پاكسازي اوليه باشد فراهم است در اين روش عملكرد مشعل دچار وقفه نمي شود و تنها براي لحظه اي كوتاه خروجي مشعل افت پيدا مي كند.روشي كه اصطلاحا "تغيير نوع سوخت به صورت تدريجي " ناميده مي شود ابدا تاثيري روي خروجي ديگ بخار يا كوره ندارد. در اجرا، در مرحله گذار گاز و سوخت مايع به طور همزمان براي ايجاد شعله مورد استفاده قرار مي گيرند. هميشه مجموع انرژي اين دو سوخت برابر با خروجي مورد نياز مشعل است. طي مرحله گذار، ممكن است فرايند احتراق به هرگونه تغيير بار واكنش نشان دهد. شكل 3 مثالي از اين نوع گذار را نشان مي دهد.

شكل 3. مراحل فرايند تغيير اتوماتيك سوخت)از سوخت گاز به سوخت مايع(در يك سيستم پيشرفته كنترل الكترونيك

كارخانجات مي توانند از اين انتخاب براي مطالبه شرايط خريد مطلوب تر سوخت استفاده كنند بدون اينكه تاثيري روي خروجي ديگ بخار يا كوره داشه باشد.

استفاده همزمان از چند سوخت

اگر طي مرحله توليد پس ماندها و ضايعات قابل احتراق توليد شود، چه چيزي روشن تر از آن است كه اين مواد را دركوره يا ديگ بخار سوزاند؟ اين روش ضمن صرفه جويي انرژي، مناسب با محيط زيست است. با اينحال از آنجايي كه معمولا اين ضايعات در مقادير متغير و كيفيتهاي ناپيوسته توليد مي شود، الزامات مربوط به سيستم مديريت مشعل هاي الكترونيكي عملكرد امن و قابل اعتماد را در چنين شرايطي تضمين مي كنند. سيستم مديريت احتراق FMS از LAMTEC سيستمي است كه احتراق با سوخت چندگانه را بدون سنجش هاي كميتي دشوار و پرهزينه و با حداكثر شرايط ايمني و منطبق با استانداردهاي جهاني تحقق مي بخشد.

سوئيچينگ قابل انعطاف بين منحني ها با داشتن يك مشعل مختلط، اغلب ضروري است تا حين كار به منحني ديگر سوئيچ كرد. براي مشعل هاي بزرگتر، سيستم تنظيم مركب سوخت به هوا احتمال ذخيره سازي دسته منحني هاي متفاوتي را براي انواع مختلفي از كاركرد مهيا مي كند.

سوئيچ كردن بين دسته منحني ها حين كار بايد تحت شرايط كاركرد ايمن باشد و نبايد تاثير منفي روي نسبت سوخت به هوا داشته باشد.

عملكرد آماده به كار

گاهي اقتضا مي كند كه مشعل كاملا خاموش نشود اما بايد سيستم پيلوت مشعل حين وقفه فعال باشد ، به خصوص براي مشعل هايي كه در فواصل مكرر شروع به كار كرده و متوقف ميشوند. اين حالت كه اصطلاحا كاركرد آماده به كار يا Standby ناميده مي شود، شروع به كار مجدد بدون وقفه را فراهم مي كند.

متوقف كردن پاكسازي اوليه اگر مشعل هاي u1605 متعددي در يك ديگ بخار يا كوره وجود داشته باشد، بايد امكان انتخاب اينكه مشعل با يا بدون پاكسازي اوليه شروع به كار كند بر مبناي اينكه آيا مشعل قبلا در حال كار بوده يا نه، وجود داشته باشد.

آشكارسازي خطا

مديريت آشكارسازي خطا در سيستمهاي احتراق پيشرفته هر روز بيش از پيش مهمتر مي شود. در اكثر مواقع الزامات بهره برداري نياز به آن دارد كه علت خرابي در سيستم به سرعت آشكار شده و اصلاح شود. از آنجايي كه اين نوع سيستم مديريت احتراق همه ي فرايندهاي مرتبط با مشعل را كنترل مي كند، قادر به ارائه اطلاعات دقيق در مورد علت خطا نيز ميباشد. اتصال ماژولهاي آشكارسازي خطا ، امكان ثبت داده هايي كه مستقيما از طريق سيستم مديريتي قابل دسترسي هستند را امكان پذير مي سازد. به عنوان مثال اين سيستم زنجيره ايمني فراهم مي كند. يك مثال از سيستم فوق در شكل 4نشان داده شده است:

تنظيم ميزان هواي اضافي دراحتراق، براي چندين سال يكي از جديدترين پيشرفت ها در رابطه با مشعل هاي صنعتي به شمار مي رفت. تنظيم اوليه نسبت سوخت به هوا براي انجام اين كار ضروريست. تنظيم الكترونيكي تركيبي سوخت و هوا اولين راهكار براي ارائه امكانات مناسب و مقرون به صرفه جهت اجراي اين سيستم بود. امروزه با امكان سنجش ميزان O2در گازهاي حاصل از احتراق مي توان به صورت الكترونيكي منحني هوا يا سوخت را تنظيم كرد همچنين اين سيستم ميتواند با تاثيرمتغيرهاي مختلف، شرايط احتراق را به صورت Online تنظيم كرده و شرايط احتراق با راندمان بالا را فراهم سازد. اين متغيرهاعبارتند از:

هوا:

- دما

- فشار

- رطوبت

سوخت:

- ارزش حرارتي

- دما

- چسبندگي در سوخت مايع

- چگالي در سوخت مايع

- نوسانات فشار در سوخت گاز

آلايندگي:

- مشعل

- ديگ بخار

سيستم مكانيكي:

- دامنه خطاي مكانيكي دمپرهاو شيرها

بنا به دلايل ايمني و وجود تمامي متغيير هاي ذكر شده مشعلها وسيستمهاي احتراق نياز به هواي احتراق بيشتر از آنچه درشرايط احتراق ايده آل نياز است دارند. اين مقدار هواي اضافي به صورت غير ضروري حرارت را جذب و به صورت تلفات حرارتي از دودكش خارج ميگردد. مقدار هواي اضافي مستقيما جهت تشخيص ميزان راندمان عمليات احتراق به كارمي رود.

بنابراين استفاده از تجهيزات الكترونيكي به منظور به حداقل رساندن هواي اضافي در سيستم هايي كه ظرفيت مشعل هايش در حد متوسط است، تا حد قابل ملاحظه اي باعث صرفه جويي مي شود.

همچنين استفاده ازسيستمهاي كنترل دور در دمنده هواي مشعل ها، علاوه بر امكان صرفه جويي انرژي الكتريكي، كاهش سرو صداي خروجي را نيز به دنبال خواهد داشت.

اما حتي يك مشعل با تنظيم هواي اضافي به بالاترين سطح ذخيره انرژي نخواهد رسيد چرا كه هنوز معلوم شدن سطح ايمني براي احتراق بهينه مورد نياز است. در سالهاي گذشته يك مفهموم كلي براي تنظيم احتراق وجود داشت كه به مشعلهاي گاز سوز اجازه مي داد مستقيما

در حالت كاركرد بهينه كار كنند)كاهش ميزان هواي اضافي تا حدي كه مونواكسيد كربن در گازهاي حاصل از احتراق از حد مجاز بيشتر نشود(

مفهوم كلي تنظيم و كنترل احتراق اندازي گيري مقدار اكسيژن در گازهاي حاصل از احتراق به تنهايي نمي تواند نشان دهنده احتراق كامل باشد. اطلاعاتي ازنسبت هيدروژن نسوخته و مونواكسيد كربن در گاز دودكش نيز براي اين منظور مورد نياز است. در صورتيكه احتراق كامل رخ دهد، انتشار هيدروژن و مونواكسيد كربن با هم در گاز دودكش اتفاق مي افتد.

راهكاري كه توسط LAMTEC طراحي شده است اين موضوع را مد نظر قرار داده است. از مزاياي اين سيستم ميتوان به تنظيم بهتر، به طرز قابل توجهي زمان پاسخ كوتاه تر، جبران هواي نفوذي از جداره ها ، قابليت اطمينان، قدرت، بي نيازي از نگهداري، صرفه جويي انرژي بيشترو ، برتري نسبت به سيستم هاي تنظيم O2 و افزايش راندمان بيشتر اشاره كرد.

با اين راهكار، نيازي به كاليبره كردن يا تنظيم مشعل نيست چراكه سيستم خودش نقطه كاركرد بهينه براي احتراق را تشخيص مي دهد. شكل 5 نشان مي دهد كه چگونه مقدار عددي اكسيژن در گاز دودكش به كمك تنظيم مونواكسيد كربن ميتواند كاهش يابد.

شكل 5. نمودار منحني مقدار عددي دلخواه O2 و مقدار واقعي O2 در محدوده CO هنگام استفاده از تنظيم CO

در سال 2004 شركت LAMTEC به واسطه استفاده ازاين مفاهيم درسيستمهاي توليدي خود برنده جايزه نوع آوري از صنعت گاز آلمان شد. كنترل يك ديگ بخار يا كوره با سنسورهاي گازهاي حاصل از احتراق، سطح ايمني را بهبود ميبخشند به صورتيكه تغيير در نسبت سوخت به هوا حتي در مواردي كه سيستم هاي كنترلي قابل اطيمنان هم نمي توانند آنراتشخيص دهند، شناسايي مي شود و بر فرآيند احتراق به صورت دائمي نظارت ميگردد.

به صورت طبيعي اين عملكرد هاي كنترلي و نظارتي تا حد زيادي به سنسورهايي كه مورد استفاده قرار مي گيرند بستگي دارند. در اين مورد سنسور هاي گازهاي احتراقي بر پايه دي اكسيد زيركونيوم ارزش خود را به اثبات رسانده اند. اين سنسورها قدرت زياد و زمان پاسخ پايين دارند.

پيوند با تكنولوژي كنترل و ابزار دقيق

اغلب اوقات يك ديگ بخار يا كوره صنعتي در يك كارخانه با بيش از يك مفهوم كنترلي جامع سروكار دارد. از آنجايي كه اين كارخانه ها اغلب بوسيله ي تكنولوژي هاي مبتني بر ابزار دقيق و سيستمهاي كنترلي اداره مي شوند، ايجاد ارتباط بين اين سيستم ها و فراهم ساختن داده هاي سيستم كنترل مشعل براي تكنولوژي ابزار دقيق و كنترلي ضروري است. ساده ترين راه براي تحقق بخشيدن به اين ملزومات، استفاده از ارتباطات بوسيله bus)مسيرهاي عمومي اطلاعاتي(است.

متاسفانه تعداد زيادي bus استاندارد وجود دارد. بنابراين اول از همه ضروريست روشن شود كه آيا كنترلر مشعل داراي اينترفيس bus براي اتصال به تكنولوژي ابزار دقيق و كنترل است يا خير. تعداد كمي از سيستمهادر بازار همه انواع متداول field bus ها به شرح زير را ارائه مي كنند:

- Profibus

- CANopen - Modbus - Interbus
- Ethernet سيستم هاي كنترل LAMTEC از معدود سيستمهايي است كه تمامي سيستمهاي فوق را پشتيباني ميكند

چشم اندازها

نسبت استفاده از ادوات الكترونيكي در مشعل ها به صورت پيوسته در حال افزايش است. درست مانند گرايشي كه درصنعت خودرو در سالهاي پيش وجود داشت، گرايشات در تكنولوژي احتراق به سمت حل كردن مشكلات با استفاده ازادوات الكترونيكي پيش مي رود. در حاليكه در گذشته بيشتر سيستم هاي تنظيم سوخت به هواي الكترونيكي در ديگ هاي بخار بزرگ در بخش هاي مركزي اروپا يافت مي شد، در حال حاضر استفاده از سيستمهاي كنترل احتراق از اولويت هاي بخشهاي صنعتي در تمام نقاط دنيا ميباشد . اين مساله نشان دهنده آن قابليت اطمينان بالاي اين سيستمها است. به علاوه به طور روز افزون مشعل هاي بيشتري با ظرفيت متوسط) 1 تا 7 مگاوات(به سيستمهاي كنترل الكترونيكي مجتمع مجهزشده اند. انتظار مي رود آمارهاي فروش اين دستگاهها براي سالهاي آتي رشد داشته باشد. پيش نيازها براي تحقق اين امرآن است كه راهكارهاي الكترونيكي از هزينه هاي راهكارهاي مكانيكي گسترده در اين عرصه تجاوز نكند.
جهت اطلاعات بيشتر اينجا كليك كنيد