



معاونت پژوهشی

کد سند: RO-S-F-27-04

تاریخ صدور: ۱۳۹۹/۴/۲۲

فرم خلاصه فارسی طرح / پروژه

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۵

عنوان طرح / پروژه: مطالعه و بررسی ایجاد روش توسعه یافته برای آنالیز سوخت گاز نیروگاهها

واحد مجری:	گروه پژوهشی شیمی و فرایند	کارفرما:	معاونت پژوهشی
مدیر طرح / پروژه:	مجید قهرمان افشار	مجری:	مهدی صالحی راد
کد مالی پروژه:	۲۱۶۰۰۰	کد کیفی پروژه:	PPCPN11
نوع طرح / پروژه:	آزمون - ایده	معاونت:	پژوهشی

همکاران: فرزاد برهان آزاد

کلمات کلیدی: (۶ تا ۱۰ مورد)

کروماتوگرافی گازی، سوخت نیروگاه، گاز طبیعی، نیروگاه حرارتی، روش آنالیز توسعه یافته سوخت گاز، نقطه شبنم آبی، نقطه شبنم گازی

ضرورت انجام پروژه/طرح:

آنالیز گاز به روش کروماتوگرافی روشی است دقیق برای تعیین اجزای مختلف مواد موجود در یک مخلوط (اعم از گازی یا مایع) و اندازه گیری خواص فیزیکی مخلوط با استفاده از خواص اجزاء مختلف آن. در اینجا هدف آنالیز سوخت گاز ورودی به یک واحد صنعتی و به طور خاص سوخت گاز تحویل شده به نیروگاه ها می باشد. در روش کروماتوگرافی هر قدر تعداد و مقادیر ترکیب درصدی گازهای تشکیل دهنده ی مخلوط دقیق تر گزارش شوند، خواص فیزیکی و در نتیجه استفاده های از آن دقیق تر خواهد بود.

با استفاده از این روش آنالیز در نیروگاه ها پیش بینی دقیق رفتار سوخت گاز از طریق به دست آوردن خواص فیزیکی آن قابل تحقق می باشد. که یکی از مهمترین مواردی که در نیروگاه های کشور در حال حاضر اهمیت داشته و در آینده نیز اهمیت بیشتری پیدا خواهد کرد، بحث میزان ارزش حرارتی سوخت گاز تحویل شده به نیروگاه ها و تغییرات آن و تاثیر این تغییرات بر راندمان واحد نیروگاهی می باشد.

برای آنالیز سوخت گاز از روشی مطابق با استاندارد ASTM D1945 استفاده می شود. این روش روشی است دقیق که نیتروژن، دی اکسید کربن و هیدروکربن های خطی سیر شده را از متان تا پنتان جداسازی می کند و ترکیب درصد هر کدام را گزارش می دهد. اما در این روش هیدروکربن های سنگین تر از پنتان به صورت هگزان و سنگین تر (C_6^+) گزارش می شوند که در برخی موارد دقت کافی را ندارد، چرا که ماده C_6^+ به عنوان هگزان در نظر گرفته می شود و خواص گزارش شده برای هگزان برای آن محاسبه می گردد و در واقع درصد مولی تک تک اجزای سنگین تر از پنتان را به ما گزارش نمی کند.

همانگونه که بررسی ها نشان می دهد، تاثیر اجزاء سنگین تر موجود در گاز بر میزان ارزش حرارتی گاز بسیار بیشتر می باشد. به عنوان مثال افزوده شدن ۰/۰۱ درصد پنتان تاثیر به مراتب بیشتری بر افزایش ارزش حرارتی گاز خواهد داشت تا افزوده شدن همین میزان پروپان. بنابراین این مطلب بسیار مهم است که ترکیبی که به عنوان C_6^+ گزارش شده و خواص هگزان برای آن منظور شده است در واقع چه ترکیبی بوده و در صورتی که میزان ترکیبات سنگین آن بیشتر باشد استفاده از خواص هگزان به جای خواص واقعی باعث بروز خطا در نتایج بخصوص میزان ارزش حرارتی و نقطه شبنم هیدروکربنی گاز از طریق محاسباتی می گردد.

با توجه به این موارد، مطالعاتی در سطح بین المللی انجام پذیرفته و به اثبات رسیده است که درصد کوچکی از این هیدروکربن های سنگین که در روش قبلی به دقت تعیین نمی شدند می توانند بر روی خواص فیزیکی به مقدار بسیار زیادی تاثیرگذار باشد و بر این مبنا استاندارد نیز با عنوان استاندارد آنالیز توسعه یافته سوخت گاز با نام استاندارد GPA 2286 تدوین شده است.

در روش آزمون مبتنی بر استاندارد GPA 2286 علاوه بر جداسازی اکسیژن، دی اکسید کربن، هیدروژن سولفید و نیتروژن، هیدروکربن ها اعم از خطی و حلقوی نیز از متان تا تترا دکان (C14) جداسازی می شوند و ترکیب درصد مولی هر کدام به دقت تعیین می شود. که این اطلاعات مبنای انجام محاسبات دقیق تر نسبت به روش مبتنی بر استاندارد ASTM D1945 برای تعیین ارزش حرارتی و نقطه شبنم هیدروکربنی گاز می باشد.

بجز این موارد با توجه به خصوصی شدن اکثر نیروگاه های حرارتی، بحث تعیین دقیق تر ارزش حرارتی سوخت برای بخش خصوصی اهمیت بیشتری یافته است. بعلاوه با توجه به پایه گذاری تشکیلات بازار برق و اهمیت این نکته که در این بازار مکانیسمی برای جبران تغییر ارزش حرارتی به نسبت ارزش حرارتی اعلامی از سوی شرکت گاز برای نیروگاه ها وجود دارد، در صورت انجام دوپینگ و یا نامناسب بودن کیفیت سوخت گاز انجام این آزمون و مطالعات مرتبط با آن می تواند به نیروگاه ها جهت جبران بخشی از خسارات مالی ناشی از پایین بودن احتمالی کیفیت سوخت یاری برساند. مطلب مهم دیگری نیز که در این روند بر سر می گردد، تاثیر ترکیبات مختلف حلقوی سیر شده و سیر نشده در مسیر سوخت رسانی، بویلر یا محفظه احتراق و مسیر گازهای داغ خروجی می باشد.

اهداف پروژه/طرح:

آنالیز سریع تنها قابلیت استفاده برای ترکیبات خطی C1-C6 را دارد و در زمان ۶۵ دقیقه به انجام می رسد که در حدود ۱۱ ترکیب را از هم جدا می کند. این برنامه توانایی جداسازی هیدروکربن های مایع سنگین، ترکیبات حلقوی و ایزومرهای فراوان آنها را ندارد. در کنار آن برنامه ای بهینه گردیده است که مدت زمان ۱۹۰ دقیقه به طول می انجامد. نمونه استانداردگازی از لوپ گاز و نمونه استاندارد مایع با سرنگ تزریق، همزمان به دستگاه تزریق می گردد. و پس از کالیبراسیون کمی گاز طبیعی مجهول توسط کپسول به دستگاه تزریق می شود. این روش قادر به جداسازی ۱۱ ترکیب گازی و همچنین ۱۴۰ ترکیب ایزومری هیدروکربنی سنگین می باشد. که در نهایت برای آنالیز گاز نیروگاه ها حاوی ترکیبات سنگین (با توجه به منطقه بندی) این روش با استفاده از ژاکت حرارتی توصیه می گردد.

چکیده پروژه/طرح:

۱. بررسی دقیق ترکیبات موجود در گاز مصرفی در کشور و تغییرات آن در صورت استفاده از روش توسعه یافته
۲. بررسی تاثیر تغییر ترکیبات در روش توسعه یافته بر خواص فیزیکی مهم سوخت گاز بالاخص ارزش حرارتی آن
۳. بررسی نقطه شبنم هیدروکربنی واقعی گاز در خطوط پایین دست ایستگاه های تقلیل فشار و مقایسه آن با دمای گاز در این خطوط
۴. گسترش و توسعه دامنه خدمات آزمایشگاهی در آزمایشگاه گاز و فراهم نمودن امکانات جهت آنالیز سوخت های گازی مختلف (با نگاه به آینده و تنوع در سبد انرژی کشور) و نیز آنالیز سوخت های گازی مایع شده
۵. آینده نگری و آماده سازی زیرساخت های مطالعاتی و عملی مورد نیاز در صورت تغییر نیازهای صنعت برق
۶. مطالعه و بررسی ترکیبات حلقوی سیر شده و سیر نشده موجود در گاز و تاثیر آنها از جنبه های مختلف

مراحل و روش های انجام پروژه/طرح:

مطالعه و بررسی استاندارد ها و مقالات موجود

۱. شناسایی و گردآوری منابع علمی و فنی مرتبط با آنالیز سوخت گاز با روش معمول و توسعه یافته در سطح ایران و جهان
۲. تهیه مستندات علمی و آخرین ویرایش استانداردهای مورد نیاز جهت انجام آنالیز سوخت گاز و محاسبات مبتنی بر انجام آنالیز برای هر دو روش معمول و توسعه یافته، مقایسه آنها و انتخاب استانداردهای مناسب
۳. شناسایی مراکز و آزمایشگاه های داخلی و خارجی (با اولویت آزمایشگاه های منطقه خاورمیانه و روسیه) و بررسی استاندارد های آنالیز های انجام شده برای سوخت گاز و نحوه همکاری با آنها
۴. بررسی روش های فروش گاز در جهان (حجمی، وزنی، مبتنی بر ارزش حرارتی و ...) و شناسایی آزمایشگاه های معتمد بین المللی برای تعیین کیفیت سوخت گاز فروخته شده
۵. جمع آوری و بررسی اسناد، مدارک و دستورالعمل های تدوین شده بازار برق در زمینه سوخت و مکانیزهای مرتبط با آن

تهیه فهرست مواد و لوازم مورد نیاز برای آنالیز توسعه یافته، تامین آن و نصب و کالیبراسیون سیستم جدید، رفع اشکالات و انجام آنالیز با آن

۱. مطالعه و بررسی استاندارد موجود و توسعه یافته و تهیه لیست مواد و تجهیزات مورد نیاز برای انجام آزمون
۲. بررسی امکانات و سیستم موجود در آزمایشگاه و مشابه سازی مواد و تجهیزات مورد نیاز و تطابق آنها با موجودی و تهیه لیست نهایی تجهیزات و مواد مورد نیاز
۳. اولویت بندی لیست تجهیزات و مواد به دست آمده و سفارش خرید آنها به ترتیب اولویت
۴. نصب تجهیزات خریداری شده روی دستگاه GC موجود و آماده سازی اولیه آن
۵. انجام اصلاحات مورد نیاز روی دستگاه GC جهت بکارگیری هر دو روش معمول و توسعه یافته جهت آنالیز گاز

۶. پیاده سازی مجدد استاندارد معمول و اصلاح دستورالعمل انجام آزمون با این روش روی دستگاه GC
۷. پیاده سازی استاندارد توسعه یافته روی تجهیزات جدید نصب شده و تهیه دستورالعمل انجام آزمون با این روش
۸. کالیبراسیون هر دو خط معمول و جدید و انجام یک نمونه آنالیز با هر دو روش
۹. رفع معایب و بازمبانی نهایی

جمع آوری داده های میدانی، نمونه برداری و انجام آنالیز گاز طبیعی با هر دو سیستم جدید و قدیم

۱. مطالعه در ارتباط با وضعیت فعلی نیروگاه های حرارتی کشور و ظرفیت نصب شده آن و نیز بررسی ظرفیت نصب شده نیروگاهی در آینده
۲. جمع آوری اطلاعات مرتبط با آنالیز سوخت گاز انجام شده قبلی در نیروگاه های کشور، مبادی تامین گاز آنها اعم از داخلی و خارجی و میدانی مهم گازی کشور و خطوط لوله انتقال گاز
۳. منطقه بندی کشور به نواحی مناسب و تهیه برنامه برای نمونه برداری از سوخت گاز در هر منطقه (هر منطقه ۲ بار نمونه برداری)
۴. آنالیز گاز نمونه برداری شده در هر منطقه با هر دو روش معمول و توسعه یافته در آزمایشگاه و ارسال نمونه برای آنالیز با روش معمول برای آزمایشگاه داخلی
۵. انجام آنالیز با روش توسعه یافته در آزمایشگاه منتخب خارجی

مقایسه نتایج حاصل از هر دو روش با یکدیگر و بررسی تغییرات آن

۱. بررسی نتایج آنالیز های انجام شده با هر دو روش و مقایسه آن ها از نظر تغییر خواص
۲. مقایسه آنالیز های انجام شده آزمایشگاه پژوهشگاه و آزمایشگاه داخلی انتخاب شده
۳. مقایسه آنالیز های انجام شده آزمایشگاه خارجی با آنالیز های پژوهشگاه
۴. بررسی علل تغییرات و تفاوت ها بین آزمایشات مختلف و اصلاح روش آزمون در صورت لزوم
۵. تهیه لیست ترکیبات حلقوی و سنگین تر از هگزان در گاز هر منطقه و بررسی رفتار آنها در خطوط لوله گاز تا محل مصرف در نیروگاه

جمع بندی و ارائه گزارش نهایی

۱. بررسی و ارائه پیشنهاد جهت روش آنالیز سوخت گاز در هر منطقه با توجه به آنالیز های انجام شده
۲. ارائه پیشنهاد در زمینه چگونگی بهره برداری از خط لوله گاز از ورود به نیروگاه تا محل مصرف
۳. ارائه پیشنهاد در خصوص چگونگی برخورد با آنالیز توسعه یافته در بازار برق و راهکارهای مقابله با تاثیر مواد سنگین در ارزش حرارتی واقعی سوخت گاز

اهم نتایج به دست آمده از انجام پروژه/ طرح (خروجی های فنی، ثبت اختراع، مقالات، کتب، گزارش های فنی و ...):

در آنالیز توسعه یافته، ارزش حرارتی سوخت گاز ورودی به خط لوله به صورت واقعی تر و با توجه به داده های این آنالیز محاسبه می گردد. همانگونه که در گذشته نیز توضیح داده شد با توجه به معلوم بودن ترکیبات مختلف موجود در گاز به صورت واقعی تر که عمدتاً شامل ترکیبات سنگین تر هیدروکربنی با غلظت بسیار کم ولی ارزش حرارتی بسیار بالا می باشند، ارزش حرارتی واقعی سوخت گاز محاسبه می شود. اما به دو دلیل این ارزش حرارتی شاید به صورت مستقیم و واقعی در یک محفظه احتراق به دست نیاید:

الف: بخشی از ترکیبات موجود در گاز اصولاً در فرآیند های محفظه احتراق یا بویلر در محل مناسبی مشتعل نشده و یا اصولاً مشتعل نمی شوند
ب: در صورت دوفازی بودن سوخت در جریان گاز ورودی به سیستم احتراقی با توجه به تجمع مایعات در بخش های مختلف سیستم سوخت رسان، ممکن است ارزش حرارتی واقعی محاسبه شده به صورت یکنواخت به سیستم احتراق نرسد.

بنابراین با توجه به این موارد پیشنهاد می شود ضمن محاسبه ارزش حرارتی واقعی با توجه به آنالیز توسعه یافته، ارزش حرارتی ترکیبات صرفاً گازی در دمای خط لوله نیز محاسبه شده و مبنای عملکرد در نظام بازار برق قرار گیرد.

در این راستا پیشنهاد می گردد پروژه ای تحت عنوان بررسی ارزش حرارتی عملی سوخت گاز ورودی به سیستم های احتراقی نیروگاهی (با استفاده از دستگاه های اندازه گیری به صورت مستقیم نظیر کنتور ارزش حرارتی) و تفاوت آن با ارزش حرارتی واقعی سوخت گاز، تدوین و اجرا گردد.