

بررسی تجربی آلاینده های گرم کن جدید در ایستگاه تقلیل فشار گاز و مقایسه نتایج آن با گرم کن سنتی

محسن توکلی^{۱*}، بهروز میرزایی ضیاپور^۲

^{۱*} - دانشجوی دکتری، گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

^۲ - استاد، گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

ایمیل نویسنده مسئول: Mohsen.tavakkoli2000@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۲۶. تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۰۹

چکیده

گرم کن گاز ایستگاه های تقلیل فشار در شرکت گاز بعنوان یکی از منابع مهم آلاینده های هوا می باشند که روزانه مقادیر زیادی گازهای آلاینده از طریق دودکش این گرم کن ها انتشار می یابد باتوجه به وجود بیش از ۲۰۰۰ دستگاه گرم کن در ایستگاههای CGS، امروزه در سطح شرکت های گازاستانی پروژه هایی متعددی جهت بهینه سازی و کاهش آلاینده های زیست محیطی اجرایی شده است. در راستای بهینه سازی، طرحی در خصوص اصلاح ساختار گرم کن ها در شرکت گاز استان زنجان انجام پذیرفت که این طرح پژوهشی منجر به کاهش مصرف و در نتیجه کاهش انتشار گازهای آلاینده و گلخانه ای گردید. این مطالعه با هدف بررسی تجربی آلاینده های خروجی از گرم کن جدید نصب شده در ایستگاه تقلیل فشار شهر خرم دره و مقایسه نتایج با مقادیر اندازه گیری شده گرم کن های سنتی موجود در ایستگاه و مطابقت آنها با استانداردهای موجود صورت گرفته است بررسی های تجربی نشان از کاهش مقدار CO_2 به میزان ۳۲ درصد و کاهش CO ۲۲/۳ درصدی انتشار CO و همچنین کاهش ۲۸/۹ درصدی مقادیر تولیدی گاز NO_2 و کاهش مقدار NO به میزان ۱۶/۷ درصد و متعاقباً کاهش NO_x به مقدار ۲۰/۳ درصد دارد.

کلمات کلیدی

"گاز آلاینده"، "گرم کن"، "ایستگاه تقلیل فشار"، "ظرفیت گرمایی ویژه گرم کن"، "مبدل پوسته لوله"

۱- مقدمه

آن بستگی دارد. ایستگاههای تقلیل فشار دروازه ای شهری (CGS) در ورودی شهرها قرار دارند تا فشار بالای گازی که از پالایشگاه به سمت نقاط مصرف جاری می شوند را کاهش دهند. در این ایستگاهها، فشار گاز توسط شیرهای فشار شکن به مقدار مورد نظر کاهش می یابد. با کاهش فشار گاز طبیعی در ایستگاههای تقلیل فشار، دمای آن کاهش می یابد که می تواند منجر به یخ زدگی و تشکیل هیدرات و انسداد گاز در شیرهای فشار شکن شود لذا برای جلوگیری از پدیده دی هیدرات قبل از کاهش فشار، دمای گاز باید افزایش یابد که این افزایش دما در ایستگاهها تقلیل فشار توسط گرم کن ها صورت می پذیرد. گرم کن ایستگاههای گاز انواع مختلفی دارند که مرسوم ترین نوع گرم کن های مورد استفاده در صنعت گاز، گرم کن های خطی می باشند شکل ۱ باتوجه به مصرف بالای سوخت و بازده کم این گرم کن ها و همچنین افزایش روز افزون بهای انرژی و عدم رعایت استانداردهای معیار مصرف انرژی و استانداردهای محیط زیستی امروزه بهینه سازی این گرم کن ها مورد توجه شرکت ملی گاز ایران قرار گرفته است و اقداماتی در جهت بهینه سازی و کاهش مصرف توسط شرکت های گاز استانی صورت گرفته است.

آلودگی محیط زیست امروزه یکی از مشکلات بزرگ جوامع، علی الخصوص جوامع صنعتی می باشد ترکیبات دی اکسید کربن مونو اکسید کربن و ترکیبات نیتروژن از جمله آلاینده های اصلی محیط زیست می باشند. این آلاینده ها علاوه بر تاثیر بر روی اکوسیستم محیط اطراف، بر روی سلامت بدنی و روانی افراد نیز تاثیر بسیاری دارند. از سویی دیگر اهمیت احتراق سوخته های فسیلی برای تولید انرژی در صنعت، و مسائل نقلیه و مصارف خانگی بر کسی پوشیده نیست بیش از نود درصد انرژی مصرفی در دنیا و نزدیک به صد در صد انرژی مصرفی در ایران از احتراق سوخت های فسیلی تهیه می شود. افزایش روز افزون مصرف انرژی، محدود بودن و کاهش سریع منابع سوخته های فسیلی و مشکلات زیست محیطی این سوخت ها موجب شده است که طراحی وسائل احتراق "تمیز" با بازده بالا مورد توجه بسیاری از پژوهشگران و طراحان قرار گیرد نود درصد سوخت فسیلی مصرفی کشور امروزه در بخش های خانگی تجاری و صنعتی گاز طبیعی می باشد گاز طبیعی غالباً از متان و مقادیر کمی از هیدروکربن های سنگین تر مانند اتان، پروپان، بوتان، پنتان و تشکیل شده است. در برخی حالات گاز طبیعی شامل مقادیر کمی از هیدروژن، دی اکسید کربن، نیتروژن، اکسیژن، ترکیبات گوگردی و آب نیز می باشند ارزش حرارتی گاز طبیعی به درصد هیدروکربن ها و گازهای بی اثر موجود در

راندمان سیستم توسط ریاحی و همکارانشان اشاره نمود هدف اصلی از انجام این مطالعه، یافتن راهکاری مؤثر جهت تنظیم احتراق مشعل و افزایش راندمان کل سیستم در تمام گرمکن های ایستگاه های تقلیل فشار گاز بود. با توجه به نتایج بدست آمده در این مطالعه، با تنظیم طول شعله، تنظیم نسبت هوا به سوخت و نصب دمپر بارومتریک، شاهد ۱۰٪ افزایش راندمان احتراق و ۳۰٪ افزایش راندمان کل سیستم خواهیم بود. در مطالعه ای دیگر محمود کشاورز و همکاران به بررسی تجربی آلودگی های ناشی از احتراق و مدلسازی تشکیل NO_x در هیتر ایستگاه تقلیل فشار گاز شهری پرداختند و با تغییر میزان ورودی هوا در دبی های مختلف و معلوم بودن آنالیز ترکیبات گاز خط لوله، پارامترهای احتراقی در طول محفظه احتراق هیتر و گازهای خروجی دودکش را اندازه گیری نمودند. در مطالعه ی توسط نورپور و همکاران که تحت عنوان اندازه گیری انتشار آلودگی هوا خروجی از دودکش واحدهای تولیدعایق رطوبتی (ایزوکام) دلجان انجام شده است. بررسی تحقیقات آنها نشان داد مقادیر خروجی برخی از گازها بالاتر از استاندارد آلاینده های خروجی از دودکش صنایع ایزوکام می باشد و مطابق نتایج ارائه شده بیشترین میزان تولید گاز آلاینده مربوط به مونوکسید کربن در فصل زمستان می باشد. در تحقیقی دیگر امیدی و همکاران به اندازه گیری و بررسی مقادیر نشر جرمی گازهای آلاینده خروجی از دودکش کارخانه سیمان دورود پرداختند نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که مقادیر حجمی گازها بالاتر از استاندارد آلاینده های خروجی از دودکش صنایع سیمان می باشد. میزان تولید گازهای آلاینده SO_2 و CO در فصل زمستان افزایش یافته است که عمده دلیل آن استفاده از مازوت به عنوان سوخت کوره در این فصل می باشد. در راستای بهینه سازی، طرحی در خصوص اصلاح ساختار گرم کن ها در شرکت گاز استان زنجان انجام پذیرفت که این طرح پژوهشی منجر به کاهش مصرف و در نتیجه کاهش انتشار گازهای آلاینده و گلخانه ای گردید. شکل ۲. در این پژوهش صورت گرفته از مبدل پوسته لوله استفاده گردید که شامل پوسته ی استوانه ای شکل، لوله های ماریپیچ عبور دهنده آب به داخل مبدل، می باشد. قطر مبدل مورد نظر ۱۴ اینچ و بطول ۱.۲ متر در نظر گرفته شد. جدول ۱.

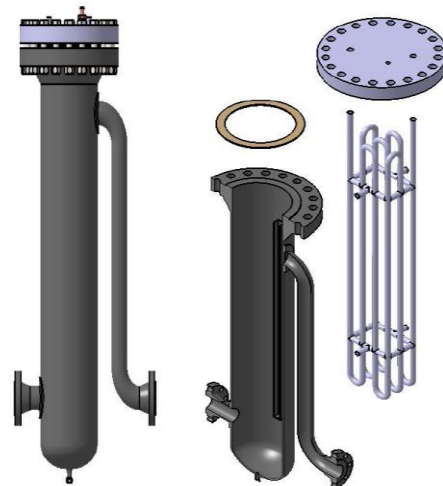


شکل ۱- نمای گرم کن های مرسوم در ایستگاه های تقلیل فشار

این بهینه سازی ها در جهت کاهش مصرف و کاهش گازهای گلخانه ای می باشد یکی از مهم ترین مسائل زیست محیطی که امروزه بشر با آن مواجه است. گرم شدن زمین و تغییرات آب و هوایی است. دلیل اصلی این موضوع انتشار گازهای گلخانه ای است که از احتراق سوخت های فسیلی حاصل می شود. شکل گیری کنوانسیون های مختلف زیست محیطی نیز اهمیت موضوع را نشان می دهد. پروتکل کیوتو از مهم ترین توافقات جهانی تغییرات اقلیمی است که به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه ای که عامل اصلی گرم شدن زمین در دهه های اخیر محسوب می شود تشکیل شده است. این پروتکل، تنها کشورهای توسعه یافته را ملزم به کاهش انتشار گازهای گلخانه ای نموده و کشورهای در حال توسعه را در مقطع زمانی خود معاف نموده است و همچنین براساس توافق پاریس که به امضای سران ۱۹۵ کشور جهان رسید، مقرر گردید انتشار گازهای گلخانه ای و آلاینده به دلیل تهدید جدی کره زمین بیش از پیش محدود شود. ایران متعهد شد تا سال ۲۰۳۰ چهار درصد تولید گازهای گلخانه ای خود را به صورت غیرمشکوک و هشت درصد در صورت رفع کامل تحریم ها علیه ایران کاهش دهد. ایران با استفاده از تجارب بین المللی و به کارگیری تکنولوژی های روز جهانی می تواند تا سال ۲۰۳۰ مجموعاً ۱۲ درصد تولید گازهای گلخانه ای خود را کاهش دهد. اگرچه برخی کشورهای جهان نیز در این راستا متعهد شده اند که ۳۰ تا ۴۰ درصد با جامعه جهانی همکاری کنند. سوختن گاز طبیعی در گرم کن ها به طور قابل توجهی باعث انتشار دی اکسید کربن و نیتروژن اکسید، متان و مونوکسید کربن، اکسیدهای گوگرد می شود فرآیند احتراق گاز طبیعی در گرم کن ها در صورت ناقص بودن می تواند با تولید هیدرو کربن ها و مونوکسید کربن همراه باشد. انتشار مونوکسید کربن و هیدروکربن ها تحت تاثیر تنظیم مشعل گرم کن ها می باشد در صورت عدم تنظیم این تجهیز می تواند به حداکثر مقدار خود برسد مطالعات مختلفی در جهت بهینه سازی مشعل گرمکن ها صورت گرفته است از جمله این مطالعات می توان به بررسی تأثیر تنظیم مشعلهای گرمکنهای ایستگاههای تقلیل فشار گاز استان اردبیل بر افزایش

ایستگاه به مقدار ۵ و ۸ و ۱۰ هزار مترمکعب بر ساعت مورد سنجش قرار گرفت.

برای اندازه گیری گازهای خروجی دودکش ها از دستگاه MRU ۷ OPTIMA که مجهز به آنالایزر داخلی گازها بوده و با روش الکتروشیمیایی گازهای خروجی را قرائت می کند استفاده شده که قابلیت و سنسورهای جهت اندازه گیری پارامترهایی نظیر درصد اکسیژن، اکسیژن مرجع، دی اکسید کربن مقدار مونوکسید کربن، دی اکسید سولفور، هیدروکربن ها، سولفید هیدروژن، دمای محیطی راندمان احتراق خالص، راندمان احتراق ناخالص و ضریب لاندرا دارا می باشد. نمونه برداری از گازهای خروجی از دودکش گرم کن ها در سه دبی مختلف برای گرم کن جدید و سنتی انجام پذیرفت. زمان نمونه برداری به مدت یک ساعت در دبی ثابت عبوری در هنگام روشن شدن مشعل گرم کن ها انجام گرفته است. پراب دستگاه در محل نمونه برداری قرار داده شد و پس از تثبیت دما (کاهش نوسانات) میزان گاز خروجی قرائت شده توسط دستگاه ثبت گردید. شکل ۳. مقادیر تجربی بدست آمده با حدود مجاز انتشار گازهای آلاینده بر اساس ماده ۱۵ قانون نحوه جلوگیری از آلودگی مصوب سال ۹۷ هیأت دولت مقایسه گردید و با استفاده از داده های بدست آمده و مقایسه با استانداردها، می توان عملکرد دودکش و فرآیندهای مربوط به آن را ارزیابی کرد در استاندارد محیط زیست، کتاب قوانین، مقررات، ضوابط و استانداردهای زیست محیطی ملاک عمل می باشد. جدول ۲.



شکل ۲- نمایی از طراحی اولیه گرم کن ایستگاه تقلیل فشار گاز

جدول ۱- مشخصات هندسی و خواص مورد نیاز گرم کن طراحی شده

قطر پوسته	۱۴ اینچ
قطر کویل	۳/۴ اینچ
تعداد کویل	۱۲
چگالی گاز طبیعی	۰/۶ کیلوگرم بر مترمکعب
میانگین دمای محیط	۱۰ درجه سانتی گراد
میانگین دمای گاز ورودی	۱۳ درجه سانتی گراد
دبی ساعتی گاز عبوری از ایستگاه	۱۰۰۰۰ مترمکعب بر ساعت
ضریب هدایت حرارتی پوسته	۴۳ وات بر مترمربع کلونین
ضریب انتقال حرارت جابجایی هوا	۲۳ وات بر مترمربع کلونین
ضریب انتقال حرارت جابجایی گاز طبیعی	۶۰۰ وات بر مترمربع کلونین

گرم کن جدید ساخته شده پس از انجام مراحل تست، در ایستگاه شهرستان خرم دره نصب گردید. شکل ۳. بررسی تجربی نشان داد که استفاده از گرم کن جدید، منجر به کاهش انرژی ویژه گرم کن به مقدار ۲۰.۴۵ درصد گردید یعنی به ازای یک میلیون مترمکعب گاز گرم شده عبوری از ایستگاه، کاهش مصرف گرم کن در حدود ۲۴۵ مترمکعب می باشد. با کاهش صورت گرفته در مصرف، مقادیر گازهای آلاینده و گلخانه ای نیز کاهش می یابند.



شکل ۳- نمای اندازه گیری گازهای آلاینده دودکش گرم کن

جدول ۲- حدود مجاز انتشار آلاینده های هوا در صنایع

منبع آلاینده	آلاینده	واحد اندازه گیری	حد مجاز انتشار		توضیحات
			درجه ۱	درجه ۲	
فرآیندهای آلاینده	ذرات	mg/Nm ³	۱۰۰	۲۰۰	
	SO ₂	mg/Nm ³	۱۲۰	۱۷۰	
	NO _x	mg/Nm ³	۸۰	۱۴۰	
	CO	mg/Nm ³	۷۰	۱۰۰	



شکل ۳- نمای گرم کن جدید نصب شده در ایستگاه تقلیل فشار

۲- روش انجام تحقیق

در این مطالعه، مقادیر مختلف غلظت حجمی گازهای خروجی از دودکش گرم کن جدید و سنتی شامل

• آلاینده CO

مجموع میزان تولید این گاز آلاینده در گرم کن سنتی ۱۱۹۹۹۲/۳ میلی گرم بر نرمال مترمکعب و در گرم کن جدید ۹۸۰۷۰/۳۴ میلی گرم بر نرمال مترمکعب اندازه گیری شده است که نشان از کاهش ۲۲/۳ درصدی انتشار گاز مونوکسید کربن دارد که در صورت استفاده از گرم کن جدید به جای گرم کن سنتی در تمامی ایستگاههای تقلیل فشار، میزان کاهش انتشار گاز مونوکسید کربن در سال قابل ملاحظه می باشد.



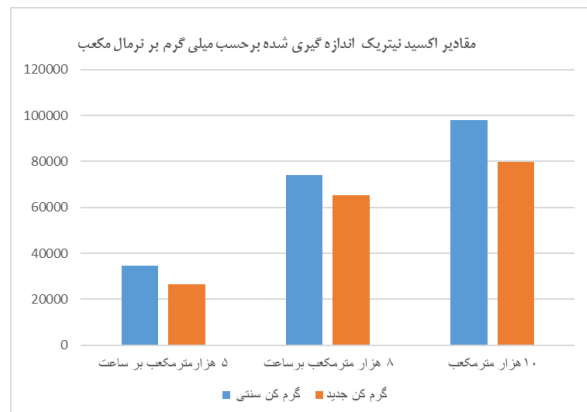
شکل ۴- مقادیر مونوکسید کربن در گرم کن سنتی و جدید در دبی های مختلف (Mg/Nm³)

• گاز گلخانه ای CO₂

میزان تولید این گاز گلخانه ای هنگام روشن شدن مشعل در دبی های مختلف در گرم کن سنتی ۳۶۶۳۸ میلی گرم بر نرمال مترمکعب و در گرم کن جدید ۲۷۷۵۶ میلی گرم بر نرمال مترمکعب اندازه گیری شده است که نشان از کاهش ۲۲ درصدی مقادیر تولیدی گاز دی اکسید کربن دارد که در صورت جایگزینی گرم کن جدید در تمامی ایستگاههای تقلیل فشار سالانه شاهد کاهش تولید گاز گلخانه ای CO₂ خواهیم بود

• گاز NO

بررسی نتایج اندازه گیری شده نشان از کاهش مقدار NO به میزان ۱۶/۷ درصد دارد



شکل ۵- مقادیر اکسید نیتریک در گرم کن سنتی و جدید در دبی های مختلف (Mg/Nm³)

• گاز NO₂

با استاندارد کردن مقادیر دما و فشار، غلظت های حجمی گازهای مورد نظر از طریق رابطه زیر به غلظت های جرمی تبدیل می شوند:

$$C = ppm \times M_w / 22.4 \quad (1)$$

M_w وزن مولکولی گاز مورد نظر (g/mol) غلظت آلاینده (mg/l) از متان تشکیل شده که از جمله یکی از موثرترین گاز طبیعی عمدتاً از منابع احتراقی از رابطه ۲ استفاده می گردد:

$$E_{C,NG,j} = Q_{NG} \times LHV \times EF_{NG,j} \quad (2)$$

E_{C,NG,j} مقدار انتشار گازهای گلخانه ای احتراق گاز طبیعی بر حسب تن

Q_{NG} مقدار مصرف سالیانه گاز طبیعی بر حسب مترمکعب

LHV ارزش حرارتی گاز طبیعی برابر 34.2 × 10⁻³ GJ / m³

EF_{NG,j} ضریب انتشار گاز گلخانه ای j

جدول ۳- ضرایب انتشار گازهای گلخانه ای

CO ₂	CH ₄	N ₂ O
56.1 × 10 ⁻³	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷

۳- نتایج

در این بخش نتایج اندازه گیری گازهای خروجی از دودکش در گرم کن جدید و سنتی در دبی های مختلف بر حسب غلظت حجمی (PPM) در جداول ۴ و ۵ ارایه گردیده است. میانگین مقادیر اندازه گیری شده هریک از گازهای آلاینده و گلخانه ای تولید شده در گرم کن ایستگاههای تقلیل فشار نشان از تأثیر بکارگیری گرم کن جدید در کاهش انتشار این گازها دارد. برای تحلیل نتایج مقادیر حجمی را به مقادیر جرمی تبدیل می نمایم.

جدول ۴- نتایج سنجش گازهای خروجی از دودکش گرم کن سنتی در دبی های مختلف

فاکتورهای مورد سنجش	۵۰۰۰ m ³ /hr	۸۰۰۰ m ³ /hr	۱۰۰۰۰ m ³ /hr
O ₂ (%)	۱۵/۹	۱۶/۳	۱۶/۵
CO ₂ (%)	۲/۹	۳/۳	۳/۷۲
CO (PPM)	۵۳۶۰	۸۷۳۰	۱۰۷۳۰
NO (PPM)	۷۵۰۰	۱۴۱۹۱	۱۸۰۵۱
NO ₂ (PPM)	۳۴۲۶	۳۵۱۶	۳۸۰۲
NO _X (PPM)	۱۰۹۲۶	۱۷۷۰۷	۲۱۸۵۳

جدول ۵- نتایج سنجش گازهای خروجی از دودکش گرم کن جدید در دبی های مختلف

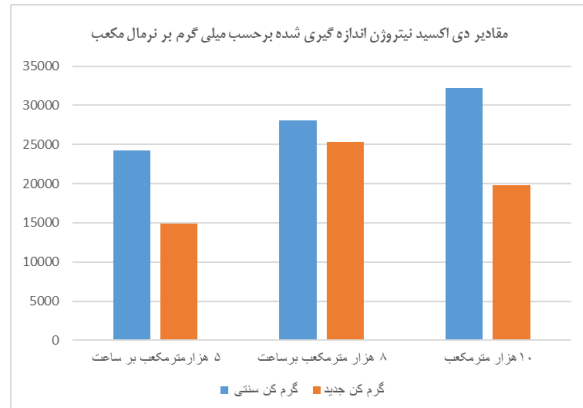
فاکتورهای مورد سنجش	۵۰۰۰ m ³ /hr	۸۰۰۰ m ³ /hr	۱۰۰۰۰ m ³ /hr
O ₂ (%)	۱۵/۵	۱۶/۱	۱۶/۳
CO ₂ (%)	۲/۱	۲/۴	۲/۵
CO (PPM)	۴۰۱۵	۸۰۸۰	۹۴۰۳
NO (PPM)	۶۰۰۳	۱۳۰۸۸	۱۶۰۰۴
NO ₂ (PPM)	۲۱۹۵	۳۳۰۲	۲۵۸۷
NO _X (PPM)	۸۱۹۸	۱۶۳۹۰	۱۸۵۹۱

تمامی مقادیر بدست آمده از حدود مجاز انتشار آلاینده های هوا در صنایع کمتر می باشند .

۴- نتیجه گیری

در پژوهش حاضر، به بررسی تجربی آلاینده های خروجی از گرم کن جدید نصب شده در ایستگاه تقلیل فشار گاز و مقایسه نتایج آن با گرم کن سنتی پرداخته شده است . برطبق نتایج بدست آمده با اجرای این طرح در سطح ایستگاههای تقلیل فشار کشور ، در روزهای پیک مصرف گاز در زمستان روزانه بصورت تقریبی ۱۷۱۵۰۰ مترمکعب در مصرف گرم کن ها صرفه جویی شده و متعاقباً انتشار گاز های آلاینده نیز کاهش می یابد که بررسی نتایج اندازه گیری شده نشان از کاهش مقدار CO_2 به میزان ۳۲ درصد و کاهش $۲۲/۳$ درصدی انتشار گاز CO و کاهش $۲۸/۹$ درصدی مقادیر تولیدی گاز NO_2 و همچنین کاهش مقدار NO به میزان $۱۶/۷$ درصد و متعاقباً کاهش NO_x به مقدار $۲۰/۳$ درصد دارد. باتوجه به پتانسیل موجود در این طرح علاوه بر صرفه جویی میلیون ها مترمکعب گاز طبیعی در سال در مصرف گرم کن ها، شاخص های زیست محیطی ناشی از کاهش انتشار آلاینده ها نیز بهبود می یابد.

میزان تولید این گاز آلاینده در گرم کن سنتی $۸۴۵۰۴/۲۲$ میلی گرم بر نرمال مترمکعب و در گرم کن جدید $۶۰۴۰/۴۱$ میلی گرم بر نرمال مترمکعب اندازه گیری شده است که نشان از کاهش $۲۸/۹$ درصدی مقادیر تولیدی گاز دی اکسید نیتروژن دارد که در صورت استفاده از گرم کن جدید به جای گرم کن سنتی در تمامی ایستگاههای تقلیل فشار ، میزان کاهش انتشار این آلاینده قابل توجه می باشد.



شکل ۶- مقادیر دی اکسید نیتروژن در گرم کن سنتی و جدید در دبی های مختلف (Mg/Nm^3)

• گاز NO_x

میزان تولید این گاز آلاینده در گرم کن سنتی $۲۹۱۲۹۲/۲$ میلی گرم بر نرمال مترمکعب و در گرم کن جدید $۲۳۱۹۸۸/۳$ میلی گرم بر نرمال مترمکعب اندازه گیری شده است که نشان از کاهش $۲۰/۳$ درصدی مقادیر تولیدی گاز دی اکسید نیتروژن دارد که در صورت بکارگیری گرم کن پیش بینی میگردد انتشار گاز NO_x به مقدار زیادی کاهش یابد.



شکل ۷- مقادیر نیتروژن اکسید در گرم کن سنتی و جدید در دبی های مختلف (Mg/Nm^3)

با بررسی های صورت گرفته در هر دو حالت استفاده از گرم کن سنتی و گرم کن جدید نصب شده در ایستگاه تقلیل فشار شهر خرم دره مشاهده می گردد در پایش لحظه ای در هنگام روشن شدن مشعل

منابع

- گیات الدین ، م. ۱۳۸۵. آلودگی منابع هوا، منابع، اثرات و کنترل ، انتشارات دانشگاه تهران.
- عباسپور، م. ۱۳۷۱. مهندسی محیط زیست، مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی.
- وزارت نفت، ۱۳۸۳. مشخصات سوخت های فسیلی، انتشارات وزارت نفت.
- منصوری، ن. ۱۳۹۰. آلودگی های محیط زیست، انتشارات آراد کتاب.
- غفوریان، ا. خانی، و. ۱۳۸۴. بررسی تشکیل آلاینده ها در احتراق گاز طبیعی

- تاجدانی، امشاک، ع. ۱۳۸۹. بررسی ارتباط آلاینده های گاز ناشی از احتراق بویلر با راندمان حرارتی آن به هنگام استفاده از سوخت گاز در نیروگاه امین. سومین کنفرانس سوخت احتراق ایران دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- ریاحی، م. خواجه وند، ف. برنجکار، ف. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر تنظیم مشعلهای گرمکن های ایستگاههای تقلیل فشار گاز استان اردبیل بر افزایش راندمان سیستم، شرکت بهینه سازان صنعت تأسیسات.
- کشاورز، م. بعنونی، س. ۱۳۹۰. بررسی تجربی آلودگی های ناشی از احتراق و مدلسازی تشکیل NOx در هیتر ایستگاه تقلیل فشار گاز شهری، ماهنامه نفت گاز و انرژی.
- نورپور، ع. برهانی، ف. ۱۳۹۶. اندازه گیری انتشار آلودگی هوا خروجی از دودکش واحدهای تولیدعایق رطوبتی (ایزوگام) دلیمان، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست یکم شماره دوازدهم.
- امیدوی خانی آبادی، ی. رشیدی، ر. گودرزی، غ. ۱۳۹۳. اندازه گیری و بررسی مقادیر نشر جرمی گازهای آلاینده خروجی از دودکش کارخانه سیمان درود، فصلنامه بهداشت در عرصه دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.
- توکلی، م. میرزایی ضیاپور، ب. ۱۳۹۸. طراحی و نصب گرم کن جدید در ایستگاه تقلیل فشار گاز شهرستان خرم دره با رویکرد کاهش مصرف انرژی. طرح پژوهشی شرکت گاز استان زنجان.
- حد مجاز انتشار آلاینده های هوا مصوب هیئت وزیران قانون هوای پاک ۱۳۹۶.
- راهنمای محاسبه و گزارش میزان انتشار گازهای گلخانه ای وزارت نفت.
- Colls J. Air pollution. ۲ Edition. London: Spon press: ۲۰۰۲.
- Krzysztof, N et al. ۲۰۱۷. Emission of Air Pollutants in the Hot Water Production. IOP Conf: Materials Science and Engineering ۲۴۵.
- Wang, W et al. ۲۰۲۲. Investigation and Evaluation of Flue Gas Pollutants Emission in Waste-to-Energy Plant with Flue Gas Recirculation, Atmosphere ۲۰۲۲, ۱۳, ۱۰۱۶.
- Esfandiari, K et al. ۲۰۲۰. Investigation of Operational Scenarios to Mitigate CO₂ Emission and Natural Gas Consumption in City Gate Stations. Process Integration and Optimization for Sustainability.
- Tavares, J et al. ۲۰۱۱. Evaluation of Pollutant Gases Emitted by Ethanol and Gasoline Powered Vehicles Procedia Environmental Sciences.
- Krtkova, E et al. ۲۰۱۴. Carbon dioxide emissions from natural gas combustion country-specific emission factors for the Czech Republic. Greenhouse Gas Measurement and Management, Volume ۴, ۲۰۱۴ - Issue ۱.
- Eldesouk, M. ۲۰۲۳. A comprehensive overview of carbon dioxide, including emission sources, capture technologies, and the conversion into value-added products, Clean Technologies and Environmental Policy (۲۰۲۳) ۲۵: ۳۱۳۱-۳۱۴۸.

Experimental investigation of new heater pollutants in the gas pressure reduction station and comparing its results with the traditional heater.

Mohsen Tavakoli^۱; Behrooz mirzaei ziapour^۲

^۱Ph.D. student, Faculty of Mechanical Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

^۲Associate Professor, Faculty of Mechanical Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Abstract

Gas heaters of pressure reduction stations in the gas company are one of the important sources of air pollutants, which emits large amounts of polluting gases daily through the chimney of these heaters, due to the existence of more than ۲۰۰۰ heaters in CGS stations, today at the level Gas companies have implemented many projects to optimize and reduce environmental pollutants. In the direction of optimization, a project was carried out regarding the modification of the structure of the heaters in Zanjan gas company, and this research project led to a reduction in consumption and as a result, a reduction in the emission of pollutants and greenhouse gases. The new heater installed in the pressure reduction station of shahr Khorram darre and comparing the results with the measured values of the traditional heaters in the station and their compliance with the existing standards has been done. Experimental studies show a decrease in the value CO_2 by ۳۲% and a decrease CO of ۲۲,۳%. The percentage of emission as well as a decrease of ۲۸,۹% in the amount of gas NO_2 produced and a decrease in the amount NO of ۱۶,۷% and subsequently a decrease NO_x of ۲۰,۳%.

Introduction

Today, environmental pollution is one of the major problems of societies, especially industrial societies. Carbon dioxide compounds, carbon monoxide and nitrogen compounds are among the main pollutants of the environment. In addition to affecting the surrounding ecosystem, these pollutants also have a great impact on the physical and mental health of people. On the other hand, the importance of fossil fuel combustion for energy production in industry, vehicles and household use is not hidden from anyone, more than ۹۰% of the energy consumed in the world and nearly ۱۰۰% of the energy consumed in Iran is obtained from the combustion of fossil fuels. The ever-increasing increase in energy consumption, the limited and rapid reduction of fossil fuel resources, and the environmental problems of these fuels have caused the design of "clean" combustion devices with high efficiency to be the focus of many researchers and designers. Ninety percent of fossil fuel consumed in the country today In domestic, commercial and industrial sectors, natural gas is natural gas. Natural gas is mostly composed of methane and small amounts of heavier hydrocarbons such as ethane, propane, butane, pentane, etc. In some cases, natural gas contains small amounts of hydrogen, carbon dioxide, nitrogen, oxygen, sulfur compounds, and water. The heating value of natural gas depends on the percentage of hydrocarbons and inert gases in it. City gate pressure reduction stations (CGS) are located at the entrance of cities to reduce the high pressure of gas flowing from the refinery to consumption points. In these stations, the gas pressure is reduced to the desired value by pressure relief valves. By reducing the pressure of natural gas in the pressure reduction stations, its temperature decreases, which can lead to freezing and formation of hydrates and blockage of gas in the pressure relief valves. Therefore, to prevent the phenomenon of dehydration, the temperature of the gas must be increased before reducing the pressure. The increase in temperature in the stations is done by reducing the pressure by heaters. There are different types of gas station heaters, the most common types of heaters used in the gas industry are linear heaters. Due to the high fuel consumption and low efficiency Heaters, as well as the ever-increasing price of energy and non-compliance with energy consumption standards and environmental standards, today the optimization of these heaters has been the focus of Iran's National Gas Company, and measures have been taken to optimize and reduce consumption by

gas companies. Province has taken place. These optimizations in order to reduce consumption and reduce greenhouse gases are one of the most important environmental issues that humanity is facing today. Global warming and climate change. The main reason for this issue is the emission of greenhouse gases that result from the combustion of fossil fuels. The formation of various environmental conventions also shows the importance of the issue. The Kyoto Protocol is one of the most important global agreements on climate change, which was formed in order to reduce the emission of greenhouse gases, which is considered the main cause of global warming in recent decades. This protocol obliges only developed countries to reduce greenhouse gas emissions and has exempted developing countries at its time. Also, based on the Paris Agreement, which was signed by the heads of ۱۹۵ countries of the world, it was determined that greenhouse gas and pollutant emissions due to The serious threat to the planet should be limited even more. Iran has pledged to reduce its greenhouse gas production by ۴٪ by ۲۰۳۰, and by ۸٪ if the sanctions against Iran are completely lifted.

Methodology

In this study, different volume concentration values of gases coming out of the new and traditional heating chimney, including in the heating chimney outlet, were measured in the flow rates of heated gas passing through the station in amounts of ۵, ۸, and ۱۰,۰۰۰ cubic meters per hour. MRU OPTIMA V device is used to measure the exhaust gases of chimneys, which is equipped with an internal gas analyzer and reads the exhaust gases with an electrochemical method, which has the ability and sensors to measure parameters such as oxygen percentage, reference oxygen, carbon dioxide amount. Carbon monoxide, nitrogen monoxide, nitrogen dioxide, nitrogen oxides, sulfur dioxide, hydrocarbons, hydrogen sulfide, ambient temperature has net combustion efficiency, gross combustion efficiency and Landa coefficient. It was done at three different flow rates for the new and traditional heaters. Sampling time was done for one hour at a constant flow rate when the burners were turned on. The probe of the device was placed in the sampling location and after stabilizing the temperature (decrease fluctuations), the amount of gas output read by the device was recorded.

Conclusion

In this research, the experimental investigation of the pollutants coming out of the new heater installed in the gas pressure reduction station and the comparison of its results with the traditional heater have been done. According to the results obtained by implementing this project at the level of the country's pressure reduction stations, approximately ۱۷۱,۵۰۰ cubic meters are saved in the use of heaters during the peak days of gas consumption in winter, and subsequently, the emission of polluting gases is also reduced. It has been shown that there is a decrease in the amount CO_2 of ۳۲٪ and a decrease CO of ۲۲,۳٪ in gas emissions and a decrease of ۲۸,۹٪ in the amount of gas NO_2 produced, as well as a decrease in the amount NO of ۱۶,۷٪ and subsequently a decrease in the amount NO_x of ۲۰,۳٪. According to the potential Included in this plan, in addition to saving millions of cubic meters of natural gas per year in the use of heaters, environmental indicators due to the reduction of pollutant emissions are also improved.

Keywords

Air pollution; Heater ; Pressure reduction station Specific heat capacity of the heater; Shell and tube heat exchanger