Archive of SID

اولین کنفرانس احتراق ایران
بهمن ماه ۱۳۸۴ - تهران- دانشگاه تربیت مدرس

افزایش کیفیت گاز سوخت توربینهای گازی پالایشگاه گاز سرخون

ابوالفضل آتش‌جامه[۱]- صمد رحیمی[۲]- علی ذاکری[۳]غلامرضا بهمن نیا [۴]
بندرعباس-بلوار دانشگاه آزاد- شرکت پالایش گاز سرخون و قشم-واحد مهندسی و خدمات فنی
atashjameh@yahoo.com

چکیده

نقص‌های مکانیکی در توربین‌های گازی و کمپرسورهای گاز می‌تواند از طریق آلودگی گاز ورودی به محفظه احتراق که دارای آلاینده‌های مایع (Aerosol) و جامد می باشند، منتج شود . محافظت از توربین‌های گازی با نصب فیلتر کوالیسرهای گاز- مایع با بازده زیاد می تواند انجام پذیرد که باعث کاهش هزینه‌های تعمیراتی، افزودن مدت زمان بین بازرسی ها و تعمیرات اساسی و نداشتن شات دان(Shut down) اضطراری شود. جهت افزودن راندمان توربین‌های گازی پالایشگاه گاز سرخون سه دستگاه فیلتر کوالیسر طراحی و نصب گردید. با انجام اقدام اصلاحی فوق ضمن جلوگیری از بروز شات دانهای ناخواسته، باعث پایدار نمودن بهره برداری توربین گردید. با توجه به کاهش هزینه‌های تعمیراتی، مقدار۴۵۵۹۸۰۰۰۰ ریال در پنج سال صرف جویی اقتصادی به همراه داشته است. مضافاً ریسک از کار اندازی کلی پالایشگاه بمیزان ۵۰ درصد از میان دو توربین آماده بکار هنگام قطع برق پالایشگاه در زمان تعمیرات توربین کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: فیلتر کوالیسر- توربین‌های گازی- گاز سوخت.

۱- مقدمه

پالایشگاه گاز سرخون به منظور بهره‌برداری از مخزن گازی سرخون واقع در ۱۰ کیلومتری شمال شرقی شهرستان بندرعباس جهت تامین سوخت گازی مورد نیاز نیروگاه بندرعباس، مجتمع مس سرچشمه و سایر بخش‌های صنعتی، تجاری و خانگی استان کرمان و و پالایشگاه نفت بندرعباس و کارخانه آلومنیم المهدی می‌باشد. ظرفیت بهره‌برداری از مخازن گازی سرخون روزانه در حدود ۱۴/۴ میلیون متر مکعب نرمال تخمین زده شده است. پالایشگاه سرخون شامل دو فاز است، سرخون I شامل یک واحد جداسازی اولیه و یک واحد تثبیت مایعات گازی است. سرخون II شامل واحد جداسازی ورودی(واحد ۲۰۰)، واحد تنظیم نقطه شبنم(واحد ۴۰۰)، واحد تثبیت مایعات گازی و تولیدLPG(واحد ۷۰۰)، واحد شیرین‌سازی(واحد ۱۰۰۰) و واحدهای سیکل تبرید(واحد ۵۰۰)، واحد بازیابی گلایکول(واحد ۶۰۰)، واحد تولید برق(واحد ۹۰۰)، واحد آب مصرفی و آشامیدنی(واحد ۸۱۰)، واحد هوای فشرده(واحد ۸۲۰)، واحد سوخت(واحد ۸۳۰)، حوضچه سوزان(واحد ۸۴۰) و واحد آب آتش نشانی(واحد ۸۶۰)، واحد تولید گاز نیتروژن و واحد تولید آب صنعتی است.

۱- کارشناس ارشد مهندسی شیمی- مهندس ارشد پروسس پالایشگاه گاز سرخون
۲- کارشناس مهندسی شیمی- رئیس مهندسی و خدمات فنی پالایشگاه گاز سرخون
۳-- کارشناس ارشد مهندسی شیمی- مهندس احتراق سوخت و انرژی پالایشگاه گاز سرخون
۴-معاون عملیات- شرکت پالایش گاز سرخون و قشم

www.SID.ir

Archive of SID

بمنظور تآمین احتیاجات انرژی الکتریکی پالایشگاه گاز سرخون و همچنین تامین نیروی محرکه کمپرسورهای پروپان از ۶ دستگاه توربین گازی استفاده می‌گردد . از میان ۶ توربین گازی ۳ دستگاه از نوع SOLAR (جدول ۱) مربوط به ژنراتورهای تولید برق و مابقی رستون برای کمپرسورپروپان(جدول۲) در سیکل تبرید تنظیم نقطه شبنم آب و هیدروکربوری هستند.

جدول ۱: مشخصات توربین های گازی سولار T4500 ژنراتورها ی برق پالایشگاه گاز سرخون

کمپرسور	۱۱ مرحله ای و تراکم ۱:۹
توربین قدرت	۳ مرحله ای
سوخت	گاز طبیعی با فشار 170-225 Psig&26 Nm^3/min
سرعت محور	۱۴۹۵۰ دور در دقیقه
دمای احتراق	۹۴۴ درجه سانتیگراد
محفظه احتراق	Annular با ده عدد انژکتور
دمای گاز اگزوز	۴۹۵ درجه سانتیگراد

جدول ۲: مشخصات توربین های گازی رستون TB-4000 کمپرسورهای پروپان الیوت پالایشگاه گاز سرخون

کمپرسور توربین ا	۲ مرحله
کمپرسورهوا	۱۲ مرحله
توربین قدرت	۲ مرحله
سرعت محور کمپرسور توربین	۱۰۶۰۰ دور در دقیقه
سرعت محور توربین قدرت	۷۹۰۰ دور در دقیقه
محفظه احتراق	نوع جریان معکوس
دمای گاز اگزوز	۵۶۰ درجه سانتیگراد

۲- تئوری وشرح مسئله

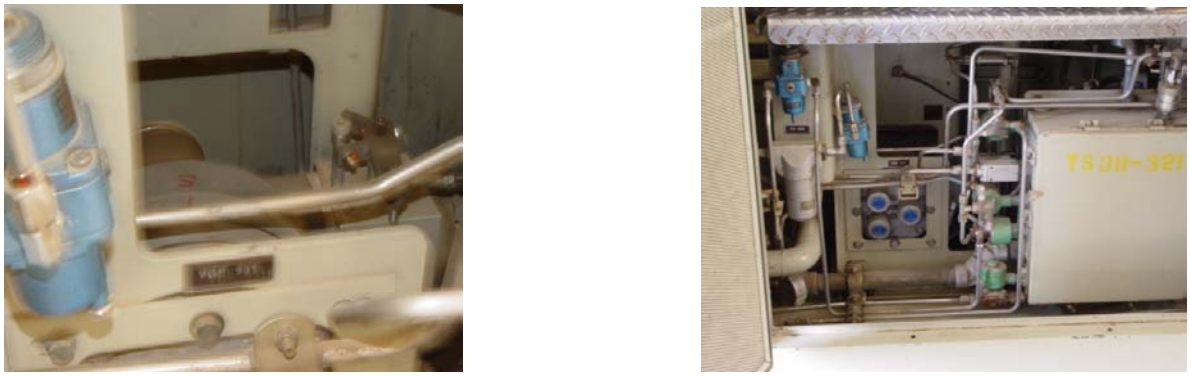
گاز سوخت مورد نیاز توربین از سیستم گاز سوخت، که از طریق استحصال گاز از مایعات گازی پالایشگاه می باشد تآمین می گردد . بدلیل نداشتن فیلتر مناسب در ورودی گاز توربین ها ، اکثر مواقع سیستم سوخت رسانی توربین اعم از دستگاه تنظیم گاز سوخت توربین سولار (VGF)، تغییر تنظیم سوخت توربین رستون THROTTLE VALVE دچار اشکال می گردید و هنگام افزودن دور توربین بدلیل عدم کنترل دقیق سوخت و یا کمبود سوخت باعث شات دان توربین می شد.

تعمیرات VGF در مدت زمان‌های دوماهه انجام می گردید . مضافاً براینکه وجود ناخالصی ها ضمن آسیب به تیغه های توربینها باعث ناپایدار نمودن بهره برداری توربین در دورهای بالانیز می‌شد . جهت تعمییر VGF در هر سیکل کاری حداقل زمان دو روز برای تعمیرات و تست مجدد آن نیاز است .(با عنایت حجم کار انجام شده طبق جدول ۱)

بر اساس مطالعات انجام شده عملکرد توربین های پالایشگاه و همچنین مطالعه سایر منابع مشخص گردید که حداقل 30% نقص های مکانیکی ایجاد شده در توربین و کمپرسورهای گاز ناشی از آلاینده های گاز ورودی است[۳]،[۲]. با نصب سیستم های پیشگیرانه نظیر نصب فیلتر کوالیسر گاز-مایع می‌توان ضمن افزایش پایداری عملیات راهبری توربین زمان تعمیرات اساسی سیتم سوخت رسانی را ۳۰۰ درصد افزایش داد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- نمای از سیستم VGF توربین گازی Solar

بمنظور کاهش هزینه های تعمیراتی و راهبری پایدار توربین ها پس از مطالعه منابع دستگاه فیلتر کوالیسر (شکل ۲) و یک دستگاه فیلتر کوالیسر برای توربو کمپرسورهای پروپان (شکل ۳) نصب گردید .

کوالیسرهای گاز- مایع با راندمان بالا از جنس فایبر گلاس با ساختمان متخلخل در حد چند میکرون ساخته شده اند. ساختمان متخلخل باعث جذب و جدایش ایرسولها می گردند.

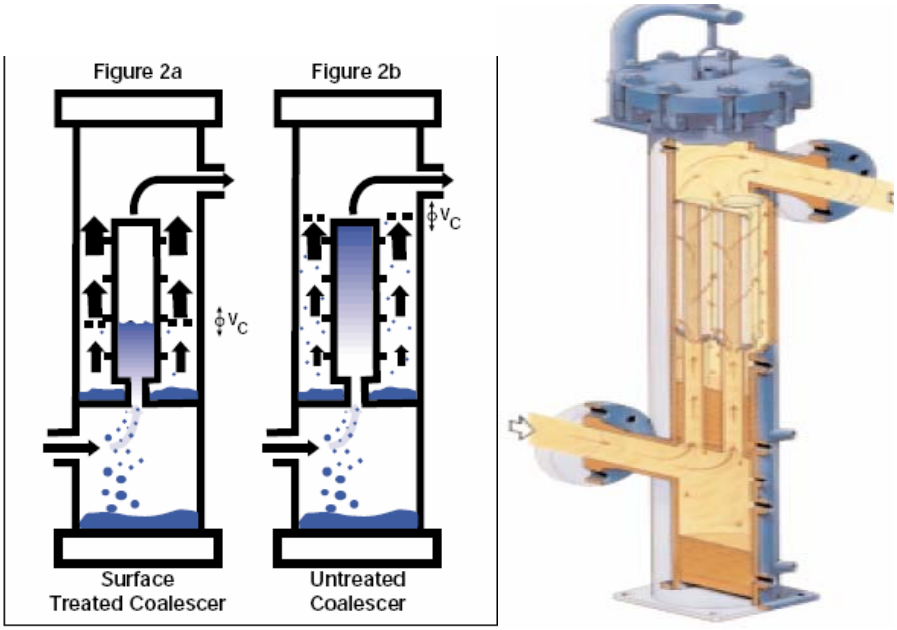
شکل۲- نمایی از فیلتر کوالیسر توربین‌های Solar

شکل ۳- نمایی از فیلترکوالیسر توربین‌های رستون

www.SID.ir

Archive of SID

اهمیت دیگر کوالیسر گاز-مایع در این است که فیلتر در نسبت های کم جریان گاز (Turn Down Ratio) نیز کارائی دارد . داشتن این مزیت بخاطر این است که فیلتر بر اساس نفوذ و جدایش مستقیم . نظیر صفحات مواج در جدا کننده های معمولی عمل می کند . لذا بخاطر همین موضوع فیلتر از انعطاف پذیری و قابلیت زیادی جهت جدایش ایرسولهای مایع از گاز در شدت جریان کم می باشد.



شکل ۴- نمایی از درون یک فیلتر کوالیسر

فیلتر کوالیسر واحد ۹۰۰ برای جدایش ذرات ایرسول بزرگتر از$0.1\ \mu m$ طراحی شده است و قادر است مقدار آلاینده‌ها را از 1000ppmv به 0.003ppmvکاهش دهد. از مزایای دیگر فیلتر کوالیسر مدیای اصلاح شده آن می باشد که در نتیجه آن از دستگاه می توان جریان زیادی را عبور داد و یا در مقایسه با سایر فیلتر های معمول از هوزینگ (Housing) کوچکتری استفاده نمود .

همانطور در شکل ۴ مشخص است گاز با آلاینده های ایروسول از قسمت ته فیلتر وارد قسمت قطره گیر دستگاه می شود در این قسمت هرنوع سیلابه و یا قطرات بزرگتر از ۳۰۰ میکرون گرفته می شود . گاز پس از عبور از تیوب شیت با جریان شعاعی از میان مدیای المنت عبور کرده و وارد آنالوس(Annulus) می شود . میزان توزیع ذرات ایرورسول در ورودی در حد$0.1\text{-}300\ \mu m$ می باشد و پس از عبور از فیلتر سایز قطرات به$0.5\text{-}2.2\mu m$ کاهش می یابد از مزایای جهت جریان درون به بیرون (In to Out) این است که سرعت گاز را در آنالوس بمنظور جلوگیری از فرار مایع با تغییر اندازه هوزینگ کنترل نمود همچنانکه گاز المنت را ترک می کند قطرات چسبیده که در حین عبور از مدیای فیلتر تشکیل شده اند بلا فاصله پس از رسیدن به سطح فیلتر به قسمت پایین فیلتر سقوط می کنند .

سطح اصلاح شده فیلتر شدت ریزش قطرات را زیاد می نماید . زمانیکه قطرات کوالیس شده (Coalesced) از سطح خارج می شوند و با نیروی جریان گاز که رو به بالا می باشد مواجه می گردند . خط سیر قطرات که از طریق تعادل وزن قطره و نیروی دراگ مدل می گردد در تجزیه و تحلیل و محاسبه سرعت بحرانی آنالوس بکار می رود .

چنانچه سطح فیلتر اصلاح نشده باشد بخاطر اینکه سرعت آنالوس در ان گونه فیلترها کمتر از حالتی است که فیلتر اصلاح شده است در نتیجه میزان فرار مایع بیشتر است وماکزیمم سرعت آنالوس در قسمت بالای کوالیسر سه برابر از سرعت آنالوس در المنت های معمولی بیشتر خواهد بود[۱].

www.SID.ir

Archive of SID

۳- نتیجه‌گیری

یکی از مشکلات اساسی در واحد ۹۰۰ (نیروگاه) قبل از در سرویس قراردادن کوالیسر بروز می کرد . تعمیرات VGF در مدت زمانهای یکماهه بود . مضافاً براینکه وجود ناخالصی ها ضمن آسیب به آن باعث نا پایدارکردن بهره برداری از توربین در دورهای بالا می گردید، با توجه به افزایش مدت زمان تعمیرات سیستم سوخت رسانی توربین‌های گازی سولار از دو ماهه به چهار ماهه و افزودن تعمیرات عمده توربین های گازی رستون از ۲۴۰۰۰ ساعت به ۴۸۰۰۰ ساعت مطابق جداول ۳ و ۴ معادل ۴۵۵۹۸۰۰۰۰ریال صرفه جویی اقتصادی داشته است. ذکر این نکته ضروری است که این هزینه‌های بدون احتساب هزینه‌های تعمییرات اساسی و هزینه‌های ریسک ناشی از توقف اضطراری کل پالایشگاه می‌باشد.

جدول۳:صرفه جویی اقتصادی در مدت زمان ۵ سال

موارد	کارکرد	هزینه	کل هزینه(ریال)
مهندس ابزار دقیق	۳۶۰ (نفر ساعت)	۸۰۰۰۰ (ریال به نفر ساعت)	۲۸۸۰۰۰۰۰
تکنسین	۱۴۴۰ (نفر ساعت)	۴۰۰۰۰ (ریال به نفر ساعت)	۵۷۶۰۰۰۰۰
کارگر	۱۴۴۰ (نفر ساعت)	۲۰۰۰۰ (ریال به نفر ساعت)	۲۸۸۰۰۰۰۰
هدر رفت گاز در زمان تست	۶۰۰۰۰	۵۰ ریال بر مترمکعب استاندارد	۳۰۰۰۰۰
قطعات یدکی	تعویض بدفعات ۳۰ بار	۱۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰۰
جمع کل	۱۴۵۵۰۰۰۰۰ ریال		

جدول۴ :صرفه جویی اقتصادی در مدت زمان ۵ سال

موارد	کارکرد	هزینه	کل هزینه(ریال)
مهندس مکانیک	۲۵۲ (نفر ساعت)	۸۰۰۰۰ (ریال به نفر ساعت)	۲۰۱۶۰۰۰۰
تکنسین	۵۰۴ (نفر ساعت)	۴۰۰۰۰ (ریال به نفر ساعت)	۲۰۱۶۰۰۰۰
کارگر	۱۰۰۸ (نفر ساعت)	۲۰۰۰۰ (ریال به نفر ساعت)	۲۰۱۶۰۰۰۰
قطعات یدکی	یکبار در ۵ سال	۲۵۰۰۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰۰۰
جمع کل	۳۱۰۴۸۰۰۰۰ ریال		

۴- تشکر و قدردانی

در اینجا بر خود لازم می دانم از همکاری آقایان پروین و جعفری و سایر همکاران در بخش تعمییرات مکانیک، ابزار دقیق و بهره برداری که در تهیه این مقاله اینجانب را یاری نمودند قدردانی نمایم.

مراجع:

1 PALL Corporation ,PALL Process filtration Department
2 Pauly,C.R.,Hashemi,R.,and Caothien,S.,"Analysis of foaming Mechanisms in Amine Plant,"Presented at The American Institute of Chemical Engineers Summer Meeting,Denver,Colorado,August 22-24.1988
3 Schlotthauer.,M.,and Hashemi,R.,"Gas Conditioning A Key to Success in Turbine Combustion Systems Using Landfill Gas Fuel,"Presented at the 14th Annual Landfill Gas Symposium GRCDA/SWANA,San Diego,California,March 27,1991

www.SID.ir