کاهش هزینه ها و صرفه جویی انرژی با تغییر سیستم فیلتراسیون توربینها در شرکت نفت و گاز گچساران

مهران اقسام[1]، داود مکرمیان[2]، سلمان شعبان[3]

شرکت بهره برداری نفت و گاز گچساران

mehrcob@yahoo.com

چکیده

نظر به حساسیت موضوع هوای فیلتر شده جهت کمپرسور هوای توربینها در جهت جلوگیری از آثار ضربات و خسارات ناشی از ورود ذرات به پره های کمپرسور و افزایش عمر تجهیز و بالا بردن بازده توربین، مبحث فیلتراسیون همواره مورد بحث بوده بطوری که عدم توجه به آن، باعث خسارت به مجموعه کمپرسور هوا و توربین می شود. بر همین اساس با پیشرفت تکنولوژی فیلتراسیون و با توجه به مشکلات موجود در فیلتراسیون هوای ورودی توربینهای موجود در شرکت نفت و گاز گچساران، که طراحی سالها پیش بوده، نظیر عدم آب بندی مناسب و ورود هوای تصفیه نشده به توربین، زمان کوتاه تعویض فیلترها، وجود الیاف پشم شیشه و مضر در ساخت فیلتر، هزینه بالای تعویض و... ، تغییر سیستم فیلتراسیون یکی از زمینه های کاری این شرکت قرار گرفت و دو سیستم فیلتراسیون جدید، بر روی دو ردیف توربین نصب گردید که آثار و نتایج فراوانی در زمینه انرژی، زیست محیطی، اقتصادی و بهره وری نیروی انسانی عاید شرکت گردید بطوری که پس از تجزیه و تحلیل سیستم فیلتراسیون جدید و اثبات مزایای مختلف این روشها، انجام روش برتر بعنوان موفق ترین گزینه، جهت اجرا بر روی مابقی ردیفهای توربین، در سرلوحه کار قرار گرفت که به عنوان پروژه در حال اجراست.

واژه های کلیدی: توربین گازی، فیلتراسیون، depth load، خودپالایش

۱- کارشناس مکانیک

۲- تکنسین تعمیرات- نفت و گاز گچساران

۳- کارشناس محیط زیست – نفت و گاز گچساران

۱- مقدمه

توربینهای گازی یکی از وسایل حساس و گران قیمت در اکثر صنایع بوده و سلامت و کارکرد مطمئن این تجهیز، همواره یکی از دغدغه های اصلی مدیریت شرکتها می باشد. حساسیت فوق در صنایع نفت و گاز دو چندان شده بطوری که وارد شدن خسارت یا توقف توربینها، عوارض متعددی همچون، عدم توانایی در ارسال نفت، خسارت اقتصادی ناشی از گازسوزی و به تبع آن، آلودگی محیط زیست، وقفه در تزریق گاز و تاثیر آن بر استحصال نفت از مخازن و ... را در پی دارد. از آنجا که کمپرسورها یکی از اساسی ترین اجزا در توربینها می باشد، لذا همواره یکی از مهمترین مباحث طراحان توربین، شرایط مناسب هوای ورودی به توربین می باشد. در همین راستا با قراردادن فیلترهای متعددی در مسیر هوای ورودی، هوا را تا حد ممکن عاری از ذرات گرد و غبار کرده تا بدین ترتین علاوه براطمینان از عدم اشکال در کمپرسور هوا، بازدهی کمپرسور و در نتیجه بازدهی توربین در خلال کارکرد و ورود هوا، کاهش نیابد.

۲- مقاله

توربین ها یکی از محرکهای اصلی در صنعت نفت محسوب شده که با تبدیل انرژی سوخت به شکلهای دیگری از انرژی اعم از الکتریکی (مورد استفاده در نیروگاهها)، مکانیکی (جهت چرخاندن پمپها، کمپرسورها) نقش کلیدی در فرآیند دارند.

در یک توربین گازی، هوای محیط پس از عملیات فیلتراسیون، وارد کمپرسور می گردد. کمپرسور هوا در ابتدا و قبل از توانایی توربین در چرخش کمپرسور هوا، بوسیله استارتر راه اندازی می گردد. کمپرسور، هوای ورودی را تا مقدار خاصی متراکم کرده و پس از ورود سوخت به سیستم، در محفظه احتراق، ترکیب سوخت و هوا محترق شده و باعث افزایش انرژی سیال می گردد(۱). انرژی فوق در توربین گرفته شده و مقداری از آن جهت چرخاندن کمپرسور هوا و مابقی نیز در توربین نیرو به انرژی مکانیکی تبدیل شده که جهت چرخاندن متحرکها (پمپ، کمپرسور و....) مورد استفاده قرار می گیرد.شکل (۲)، نمایی از اجزای توربین و وضعیت دما و فشار در نقاط مختلف آن، می باشد[۱].

کمپرسور یکی از اجزای مهم و اساسی در توربینهای گازی است که بواسطه قطعات خاص بکار رفته در آن و وجود فواصل بسیار کم در بین قطعات ثابت و متحرک، فوق العاده حساس بوده و در صورت آسیب به قطعات فوق، باعث کاهش راندمان توربین، خراب شدن تجهیزات، افزایش هزینه های تعمیر و به تبع آن گازسوزی و آلودگی محیط و... زیست می گردد.

همچنین به علت قطوربودن محورهای توربین گاز و کارکرد آنها در دورهای بالا، اصابت مداوم ذرات موجود در هوا به پره های کمپرسور و توربین در این حالت باعث وارد آمدن صدمات زیادی به پره ها میشود.

از نقطه نظر مصرف انرژی نیز، علیرغم ریز بودن گردوغبار و سایر ذرات موجود در هوا، با توجه به اینکه در پره های کمپرسور هوای توربین، در اثر عبور جریان هوا، یک جریان هوای آیرودینامیکی بسیار دقیق بر روی انها تشکیل می شود، لذا هر عاملی که بر روی این جریان هوا تاثیر گذارد، می تواند باعث افزایش مصرف انرژی به ازای مقدار مشخصی کار خروجی کمپرسور گردد.

سه مشکل اساسی و مهم که هوای کثیف میتواند برای توربینهای گاز به وجود آورد عبارتند از: ساییدگی (Erosion) پره های کمپرسور، کثیف شدن (Fouling) کمپرسور هوا و گرفتگی شیارهای خنک کاری پره ها. اصولا در مبحث فیلتراسیون، دو پارامتر راندمان فیلتراسیون و کمترین مقدار افت فشار از پارامترهای اصلی بوده که اثر هر در آنها باید بگونه ای باشد که توربین را از لحاظ راندمان، در حالت بهینه نگه دارد. بدیهی است در حالتی که سدی در جلو هوای ورودی به توربین ایجاد کرده و مانع از رسیدن هوا به توربین گردیم، اگرچه از لحاظ راندمان بالاترین حد ممکن می باشد ولی بعلت ایجاد افت فشار بسیار بالا، مطلوب نمی باشد. توربینهای گاز باید طوری طراحی شوند که میزان مصرف انرژی جهت مکش هوا در کمترین حد ممکن باشد که نتیجه آن، افزایش انرژی تولیدی توسط توربین می باشد.

کثیف شدن کمپرسور بر اثر جمع شدن اجسام ریز بر روی پره در مراحل انتهایی کمپرسور، باعث کاهش شدید راندمان سیستم توربین و افزایش نرخ حرارتی (Heat Rate) توربین گاز و در نتیجه افزایش مصرف سوخت میشود.

بسته شدن راهگاههای خنک کننده، باعث گرم شدن بیش از حد پره ها شده که خسارتهای بسیار سنگینی به پره ها وارد خواهد شد.

برخی از انواع ناخالصیهایی که وارد توربین می گردد عبارتند از: ناخالصیهای غیر قابل دید توسط چشم غیرمسلح، نظیر اجسام معلق در دود حاصل از احتراق هیدروکربنها، سوختهای فسیلی که یکی ازکوچکترین اجسام آلوده کننده محیط می باشد و بعلت خاصیت چسبنده بودن این دسته، آنها راجزء ذرات بسیار آسیب دهنده قرار داده است. دسته دیگراجسام آلوده کننده شامل غبار، رطوبت، مه، ذرات ریز یخ (Frost) و دود می باشد .

افت فشار هوای ورودی که به صورت میلیمتریا اینچ آب اندازه گیری میشود نشانگر گرفتگی فیلتر و عملکرد نامناسب فیلتر است. با افزایش افت فشار در فیلترهای هوای ورودی، قدرت زیادتری توسط توربین باید صرف مکش هوا شود. به طور کلی بر اساس اصول علمی، برای هر ۲۵ میلیمتر آب افت فشار در طرفین فیلتر، نیم درصد افت در قدرت تولیدی را به همراه دارد[۲].

مقاومت فیلتر در برابر پارگی، تست مدیای فیلتر جهت جذب ذرات و تست بازدهی فیلتر از مواردی است که در انتخاب یک فیلتر مورد آزمایش قرار می گیرد [۳]. از میان آنها، پارامتر مهمی که در فیلترها جهت نشان دادن میزان جذب ذرات هوا استفاده می شود، بازده بر اساس جذب غبار اتمسفری، "dust spot efficiency" می باشد که بر اساس BS 6540 تعریف می شود. انواع مختلف فیلترها که توسط سازندگان گوناگون تولید می شود دارای بازده جذب ذرات گوناگون می باشد.

انواع فیلترهای بکار رفته در سیستم هوای ورودی توربینهای گازی:

فیلتر رول ماتیک: ROLL-O-MATIC

این فیلترها به عنوان پیش فیلتر یا فیلتر اولیه بکار رفته که از جنس پشم شیشه/AMMERGLASS ساخته شده و میزان فشردگی آنها از سمت ورود هوا به سمت خروج آن کاهش می یابد (۴). بدین ترتیب میزان جذب گرد وغبار در این فیلترها در جهت طول آنها افزایش می یابد. بازده فیلترهای فوق بر اساس غبار اتمسفری، برابر ۸۰-۸۵ درصد بوده و دوره تعویض یک رول ۲۰ متری انها بر حسب شرایط آب و هوایی از ۱ تا ۲ ماه متغیر می باشد. دوره تعویض طولانی، افت فشار کم از مزایا و همچنین، لزوم تهیه مواد اولیه فیلتر فوق از خارج، آلودگی بسیار زیاد جهت محیط زیست و نفرات، از معایب این فیلترها می باشد.

فیلتر مویی:

این فیلترها یکی از سیستمهای قدیمی فیلتراسیون بوده که درصد جذب ذرات در آنها پایین می باشد و به همین علت از آنها در ردیفهای چند تایی استفاده می شود. امکان شستشو و استفاده مجدد یکی از مزایای این روش می باشد.

فیلترهای لانه زنبوری: DURACEL

به عنوان فیلترهای ثانویه در سیستم تصفیه هوای توربین مورد استفاده قرار می گیرد و بازده جذب ذرات در نمونه های مختلف از ۶۰-۹۵ درصد متغیر لست . مدیای بکار رفته در آنها از جنس میکروفایبرگلاس و یا مخلوطی از فایبرگلاس و پلی استر بوده که بصورت تاخورده بوده و بین آنها صفحات آلومینیومی قرار دارد که مجموعه آنها درون یک قاب نگهداشته می شود (۵). دوره تعویض طولانی وکیفیت بالا، نصب آسان از مزایا و قیمت بالای این فیلترها از معایب این فیلترها می باشد.

فیلترهای روغنی:

این فلترها از دو طرف به زنجیر محرک متصل یوده که بوسیله آن حول دو استوانه در بالا و پایین اتاقک هوا حرکت می کنند. هوا از سطحی از فیلتر که در برابر آن است عبور می کند و عمل فیلتراسیون و جذب ذرات در این سیستمها توسط لایه روغن روی فیلتر فوق انجام می شود که این لایه هنگام عبور هوا، گرد و غبار هوا راجذب کرده و در خود نگه می دارد و پس از مدت زمان خاصی، این فیلترها چرخیده و در هنگام عبور از مخزن روغن زیر آنها، گرد و خاک جذب شده از روی فیلتر جدا می شود و در مخزن جمع آوری می گردد. روغن قابل استفاده در این سیستم روغن با ویسکوزیته بالا بوده که توانایی بالایی در جذب و نگهداری ذرات دارد. بازده فیلترهای فوق درحدود ۷۵ درصد می باشد. سادگی سیستم و عدم نیاز به توقف توربین و

راه اندازی مجدد از مزایای این روش، احتمال ورود روغن به توربین و مشکلات تهیه روغن یکی از معایب این سیستم می باشد.

فیلترهای کیسه ای HP-100:

بستر این فیلترها از جنس پارچه های پلی استری یا فایبرگلاس بوده که به اشکال مختلفی تا خورده و معمولا برروی محفظه های فلزی نصب شده و جریان هوا از روی آنها عبور می کند از آنجایی که تعداد لایه های زیادی از آنها درون یک محفظه قرار می گیرند، لذا سطح قرارگیری آنها در برابر هوا زیاد بوده و این یکی از ویژگیهای اصلی فیلترهای کیسه ای است (۶). ابعاد، نوع و تعداد کیسه ها متناسب با دبی هوای مورد نیاز، کلاس فیلتر، میزان غبار و راندمان تغییر می کند. راندمان این فیلترها در حالت کلی ۸۰-۸۵ درصد خواهد بود. از آنجایی که با جذب ذرات توسط الیاف، فضای بین تار و پود پارچه بتدریج توسط ذرات غبار پر می شوند، ذرات بعدی، جهت عبور بایستی ابتدا از این لایه عبور کنند لذا افزایش بازده جذب غبار و به تبع ان، جذب بهتر ذرات را سبب می شود و همین عامل باعث افزایش افت فشار در طرفین فلترها می باشد. قیمت کم این فیلترها در مقایسه با سایر فیلترها از مزایا و عمر کم و وقت گیر بودن نصب این فیلترها، از معایب این فیلترها محسوب می شود.

سیستم پالس جت یا خود پالایش:

این نوع فیلترها، از صفحات کاغذی که درون توری های فلزی محصور شده اند، بصورت استوانه ای یا مخروطی،ساخته شده که بصورت افقی یا عمودی نصب می گردند (۷). هوا قبل از ورود،بدلیل جذب ذرات درشت، از توریهای درشتی عبور کرده و سپس وارد فیلترهای اصلی می گردد. هوای فیلتر شده در خروج از فیلترها، وارد توربین شده و ذرات گرد و خاک چسبیده شده بر روی فیلترها، به کمک وسایل نشان دهنده اختلاف فشار در طرفین فیلترها، به سیستم فرمان داده و هوا را با فشار از طرف پشت فیلترها، وارد شده که باعث ایجاد شوک به فیلترها شده و در نهایت، باعث جدا کردن گرد و غبار از سطح بیرونی فیلترها، می گردد که گرد و غبار فوق توسط فن های مکنده به محیط هدایت می شوند.از آنجایی که این عملیات در خلال عملیات کارکرد توربین رخ می دهد لذا، عدم توقف توربین و گازسوزی ناشی از آن، عدم قرارگیری نفرات در معرض گردو غبار و ذرات کنده شده از فیلترهای پشم شیشه ای، حذف هزینه های تعویض مداوم فیلتر، از مزایای این روش و رها شدن گرد وغبار تمیز شده از فیلتر به محیط از معایب روش فوق بوده که در اجرای روش فوق جهت مابقی دستگاهها، بایستی عیب فوق نیز در نظر گرفته شده واصلاح گردد.

فیلترهای depth load:

این نوع فیلتر ها از نوع فیلتر های استاتیکی می باشد که دارای دو مرحله فیلتر می باشد.فیلتر مرحله اول دارای مش درشت می باشد تا ذرات بزرگ گرد وغبار و اجسام بزرگ را فیلتر کرده و سپس هوا وارد فیلتر مرحله دوم شده و تمیز می گردد، از مزایای این فیلتر آببندی مناسب، تعویض سریع و آسان، زمان کارکرد طولانی مدت بدلیل ظرفیت بالای نگهداری ذرات گرد و خاک در خود می باشد. از معایب این فیلتر جنس آن می باشد،که پس از تعویض جهت معدوم سازی آن دچار مشکل می باشد.

جهت بررسی اقتصادی روشهای مختلف فیلتراسیون، عوامل زیر مورد بررسی قرار می گیرند.

۱) هزینه های ناشی از تعمیرات سیستم فیلتراسیون
۲) هزینه ناشی ازتعویض فیلترها
۳) تلفات انرژی ناشی از افت فشار ایجاد شده درسیستم بدلیل وجود فیلتر
۴) مقدار گازسوزی ناشی از زمان تعویض و یا تعمیر فیلترها
۵) هزینه های معدوم سازی فیلترها

بر طبق نظر موسسه جلوگیری از آلودگی هوا، هدف از کاهش آلاینده ها، کاهش مقدار مواد خطرناک آزاد شده به محیط اطراف و کاهش مواد مضر جهت سلامت عمومی افراد تعریف می شود [۴]، که در این راستا، بایستی اقداماتی صورت پذیرد تا ضمن رسیدن به اهداف فوق، شرایط حداقل تماس افراد درگیر با این مواد ایجاد گردد. به همین جهت، پارامترهای سلامتی نفرات

www.Energyconf.ir

درگیر جهت تعویض فیلترها و آلودگی محیط زیست دو عامل بسیار مهم کیفی هستند که جهت این بررسی باید درنظر گرفته شوند. از آنجا که نیروهای انسانی مهمترین سرمایه های هر شرکت می باشد، لذا فیلترهایی که از این لحاظ، برتری داشته باشند، در اولویت اول انتخاب بایستی قرار گیرند.

تعمیرات سیستم فیلتراسیون معمولاً شامل اشکالات فن غبار روب، تعمیرقاب فیلترها ، تعویض موردی فیلترها بدلیل پارگی، شستشوی اتاقها و ... می باشد که این موارد بیشتر در زمان تعمیرات دوره ای توربینها وگاهی همزمان با وقوع خرابیها، تعمیر می شوند. با توجه به اینکه توربینها برحسب تعداد تجهیزات کارخانه و مقدار گاز استحصالی از نفت ، غالباً با آرایش ۱+۱، ۱+۲،۳+۱ مورد استفاده قرارمی گیرند، لذا باتوجه به تعداد توربینهای سالم و آماده بکار، بطور میانگین آرایش ۱+۲ جهت توربینها فرض معقولی است. بر این اساس یک توربین دریک سال درحدود ۵۵۰۰ ساعت کارکرد دارد. با لحاظ کردن تعمیرات ۵۰۰ ساعت جهت هرتوربین، سالیانه ۱۱ بررسی دوره ای بر روی هر توربین صورت می گیرد. همچنین بر اساس اطلاعات بدست آمده، ۳ بار توقف بدلیل تعمیر سیستم فیلتراسیون نیز اجتناب ناپذیر است.

در این بررسی همچنین بر حسب شرایط آب وهوایی، میزان تعویض فیلترها نیز متغیربوده و معمولاً از ۱ تا۶ هفته متغیر است. باتوجه به وجود ذرات گرد و غبار بالاخص در سالهای اخیر و در فصل تابستان، میانگین زمان تعویض فیلترها ۳ هفته درنظرگرفته می شود. که باتوجه به این مباحث ، درخلال کارکرد سالیانه توربین، حداقل ۱۰ بار توقف جهت تعویض فیلتر موردنیاز است. باتوجه به اینکه هرچه افت فشار ایجاد شده درطرفین فیلتر بیشتر باشد میزان جذب انرژی و توان مصرفی کمپرسور جهت تراکم گاز بیشتر می شود، لذا جهت بدست آوردن مقدار اتلاف انرژی ناشی از میانگین افت فشار فیلتر، با توجه به افت فشار اولیه و ثانویه فیلترها در دبی هوای عبوری، بازده، ساعت کارکرد توربین، مقدار انرژی اضافی جهت چرخش کمپرسور و به تبع آن مقدار هرز رفت انرژی بدست آمده که آنرا جهت محاسبات درنظرمی گیریم.

درخصوص گازسوزی ناشی از تعویض و یا تعمیر فیلترها، با توجه به اینکه درخلال توقف توربین جهت انجام کار، مقدارگازی که توسط کمپرسور فشرده، مایع گیری و سپس تزریق می گردد، سوزانده شده و از این بابت خسارات اقتصادی همچون گازسوزی، عدم مایع گیری و تزریق گاز و در نتیجه تأثیر بر روی استحصال نفت، آلودگی محیط زیست و... را درپی دارد که دراین مبحث تنها برخی ازعوامل فوق‌که کمی‌هستند در محاسبات منظورشده و خسارات و عوامل کیفی درانتها آورده می شود. با توجه به اینکه فیلترهای جدید بر روی توربینهای رولز رویس نصب شده اند، لذا در بحث مقایسه فنی، تنها مقایسه بین فیلترهایی صورت می گیرد که در این نوع توربینها، مورد استفاده قرار گرفته اند[۵]. ضمنا با توجه به اینکه، فیلترهای رول ماتیک، بعنوان پیش فیلتر مورد استفاده قرار می گیرند، در محاسبات هزینه، این نوع فیلتر، با فیلتر مرحله آخر در نظر گرفته می شود.

با توجه به مباحث مطرح شده و در پی اشکالات عمده فیلترهای رول ماتیک و HP-100 نصب شده بر روی توربینهای رولز رویس شرکت نفت و گاز گچساران، تصمیم بر تعویض سیستم فیلتراسیون و تبدیل آن به انواع دیگر فیلترها با قابلیت بالاتر از لحاظ مدت زمان تعویض فیلترها و یا تمیز کردن آنها در خلال کارکرد، گرفت. در این راستا دو نوع سیستم بر روی دو ردیف از ردیفهای موجود نصب گردید که نوع اول فیلترهای DEPTH LOAD با قابلیت جذب زیاد گرد و غبار و مدت زمان زیاد تعویض بین فیلترها می باشد. از زمان نصب این فیلترها، زمان تقریبی تعویض فیلترها از میانگین ۳ هفته قبلی به حدود ۱۸ ماه تغییر کرد. همزمان با زمان زیاد بین تعویض فیلترها، کاهش گازسوزی، کاهش زمان مواجهه پرسنل با گرد وغبار ناشی از تعویض فیلتر، کاهش هزینه های تعمیرات، بهره وری از نیروی انسانی، کاهش آلودگی محیط زیست ناشی از کاهش گازسوزی و پراکنده شدن ذرات گرد وغبار و پشم شیشه، گردیده است.

سیستم نصب شده دیگر، سیستم خود پالایش می باشد که این سیستم نیز از زمان کارکرد (حدود ۸ ماه تاکنون)، کارایی رضایت بخشی داشته است و بر طبق گفته طراحان سیستم، زمان تعویض فیلتر فوق، به حدود دو سال می رسد. این سیستم نیز مزایای سیستم DEPTH LOAD را دارد.

خطرات زیست محیطی و روشهای معدوم سازی فیلترهای مورد استفاده:

جنس فیلتر های رول ماتیک از پشم شیشه می باشد، که شامل فیبرهای انعطاف پذیر شیشه است و از ذوب مواد اولیه شیشه بدست می آید که در حالت استاندارد ضخامت الیاف آن ۲,۳ تا ۴,۶ میکرون می باشد. پشم شیشه، در هوای گرم و در هنگامی که ترد و شکننده می شوند، خطرناک تر است. در این حالت به راحتی می توانند در فضا، آزاد گردد. الیاف ریزتر می توانند برای مدت طولانی، در هوا باقی بمانند، و سپس از راه دهان و بینی به کیسه های هوایی بسیار کوچک ششها رفته و باعث بیماری شوند. معمولی ترین روش دفع فیلتر های رول ماتیک، دفن در زمین است هدف از این کار،کاهش خطرات زیست محیطی یا بهداشتی با استفاده از قرار دادن این مواد در یک محیط ایزوله است. شایان ذکر است در حال حاضر، دفن مواد زائد صنعتی در زمین، در موادی که قابل تصفیه و بازیابی نیستند، بعنوان آخرین راه حل دفع مواد زائد مطرح می باشد و فیلترهای رول ماتیک مورد استفاده در شرکت نفت و گاز گچساران، طبق مجوز سازمان حفاظت از محیط زیست در در land fill مجتمع فناوری پسماند در اراک دفن بهداشتی می گردد.

فیلترهای HP100، در زباله سوز منطقه ویژه بندر امام خمینی بر طبق اصول بهداشتی سوزانده می شود.

۳- جداول

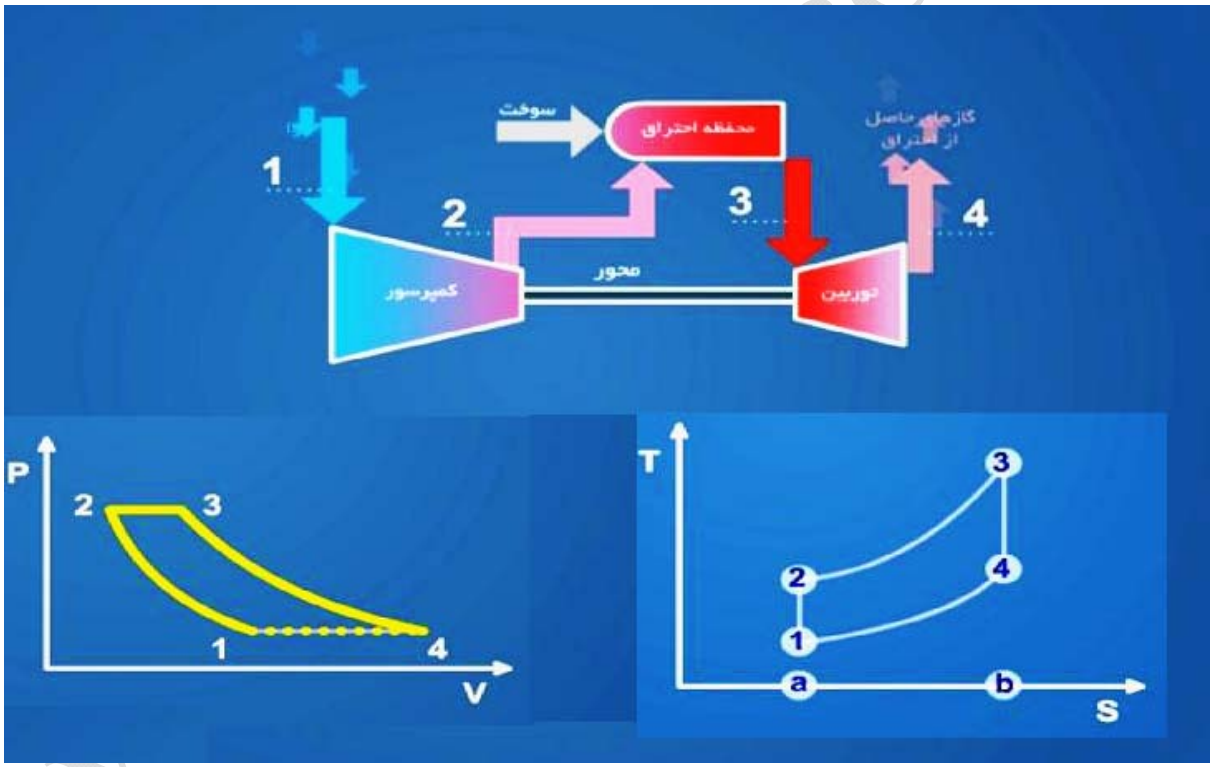
۱- جدول بررسی اقتصادی انواع فیلترهای بکار رفته در توربینهای رولز رویس

نوع فیلتر	هزینه اولیه خرید و نصب (ریال)	هزینه سالیانه فیلتر مصرفی (ریال)	هزینه سالیانه تعمیر و نگهداری	هزینه ناشی از افزایش انرژی جذب شده بدلیل افت فشار فیلتر (ریال)	هزینه ناشی از گازسوزی در زمان تعویض (ریال)	هزینه معدوم سازی فیلترها (ریال)	هزینه کل	هزینه کل تعویض مجموع فیلترهر ردیف
HP100	-	۳۶۰/۰۰۰/۰۰۰/-	۱۶/۰۰۰/۰۰۰/-	۲۱۸/۱۰۹/۳۷۵/-	۵/۹۵۲/۳۰۰/۱۴۰/-	۲۱/۰۰۰/۰۰۰/-	۶/۷۱۱/۴۰۹/۵۱۵/-	۷/۴۶۴/۸۷۲/۳۴۱/-
فیلتر رول ماتیک	-	۷۸/۰۰۰/۰۰۰/-	۱۲/۰۰۰/۰۰۰/-	۶۵/۴۳۲/۸۱۲/-	۵۹۲/۵۳۰/۰۱۴/-	۵/۵۰۰/۰۰۰/-	۷۵۳/۴۶۲/۸۲۶/-	
فیلترهای لانه زنبوری	-	۴۰۰/۰۰۰/۰۰۰/-	۱۲/۰۰۰/۰۰۰/-	۲۱۸/۱۰۹/۳۷۵/-	۴/۷۴۰/۲۴۰/۱۱۰/-	۱۵/۰۰۰/۰۰۰/-	۵/۳۸۵/۳۴۹/۴۸۵/-	۶/۱۳۸/۸۱۲/۳۱۱/-

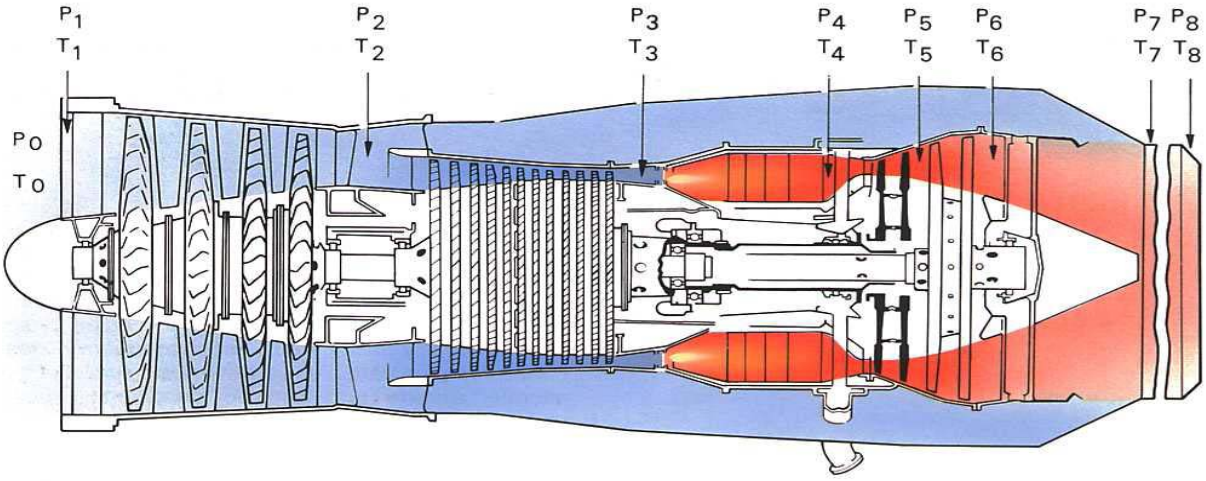
www.Energyconf.ir

Depth load	۲/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰/-	۱۸۰/۰۰۰/۰۰۰/-	-	۲۳۹/۰۴۷/۸۷۵/-	۵۹۲/۵۳۰/۰۱۴/-	۵/۰۰۰/۰۰۰/-	۳/۰۱۶/۵۷۷/۸۸۹/-	۳/۰۱۶/۵۷۷/۸۸۹/-
خودپالایش	۶/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰/-	۲۰۰/۰۰۰/۰۰۰/-	۲۰/۰۰۰/۰۰۰/-	۲۳۹/۰۴۷/۸۷۵/-	۷۱۱/۰۳۶/۰۱۷/-	-	۷/۱۷۰/۰۸۳/۸۹۲/-	۷/۱۷۰/۰۸۳/۸۹۲/-

۴- شکل ها و نمودارها

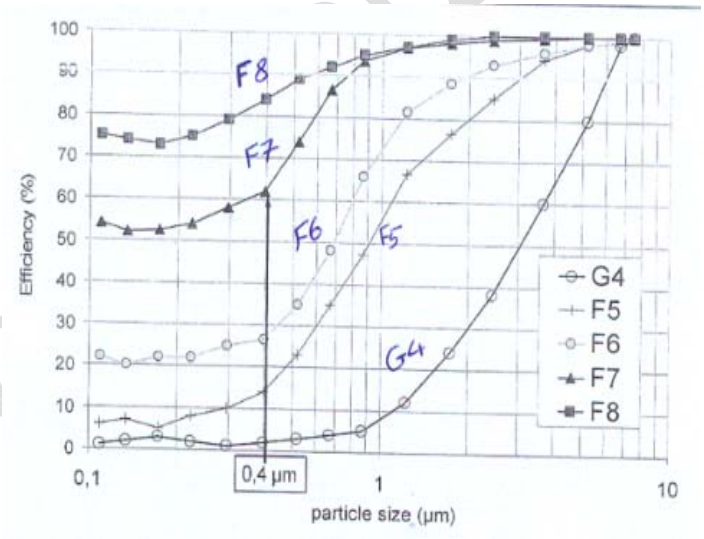


۱- سیکل توربین گاز و نمودارهای مربوط به آن



P_0 T_0	Ambient	P_4 T_4	Turbine entry
P_1 T_1	Inlet	P_5 T_5	High pressure turbine exit
P_2 T_2	Low pressure compressor delivery	P_6 T_6	Low pressure turbine exit
P_3 T_3	High pressure compressor delivery	P_7 T_7	Exhaust
		P_8 T_8	Propelling nozzle

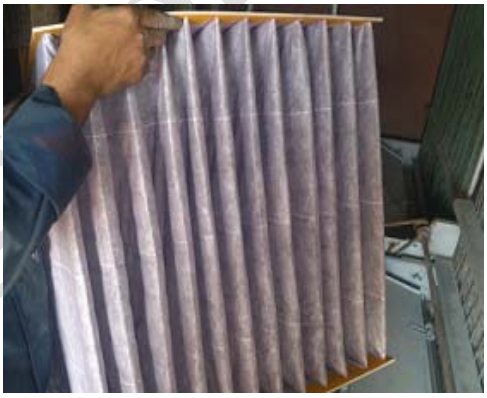
۲- وضعیت فشار و دما در نقاط مختلف توربین



۳- نمودار بازدهی فیلترها بر اساس اندازه ذرات ورودی

۴- فیلتر رول— ماتیک

۵- فیلتر لانه زنبوری (DURACELL)



۶- فیلتر HP-100

۷- فیلتر پالس جت یا خودپالایش

۸- فیلتر DEPTH LOAD

www.Energyconf.ir

۵- نتیجه گیری

با توجه به نصب سیستم فیلتراسیون جدید بعنوان نمونه بر روی دو ردیف توربین گازی در شرکت نفت و گاز گچساران، و اثبات مزایای مختلف جهت آنها، بالاخص در مبحث محاسبات اقتصادی، فیلترهای DEPTH LOAD علیرغم هزینه نصب، مناسب ترین گزینه می باشد و پیشنهاد می گردد که تعویض سیستم قدیمی فیلتراسیون با نمونه های جدید از این نوع فیلتراسیون، بایستی در سرلوحه کارهای مدیریت صنایع مختلف و بالاخص صنعت نفت گردد تا بدین طریق از آسیب رسیدن به توربین بعنوان محرک اصلی در صنایع، جلوگیری گردد. ضمنا فیلترهای خودپالایش (با هزینه نصب اولیه) در رده سوم قرار دارد که همانگونه که گفته شد، این نوع سیستم نیز بخاطر عدم آلودگی می تواند در مقایسه با سیستمهای قدیمی فیلتراسیون بعنوان گزینه مناسب، در نظر گرفته شود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از مدیریت، پرسنل و ادارات مختلف شرکت بهره برداری نفت و گاز گچساران که در جهت ارایه اطلاعات لازم و در تهیه مقاله همکاری تام داشته اند، تشکرو قدردانی می گردد.

مراجع و منابع

۱-The Jet Engine Rolls Royce Co.
۲- Gas Turbine Engineering Handbook, Vol 1, third edition, mehrewan p. & boyce
۳-Handbook Filter Media By: sutherland
۴- Handbook of Air Pollution Prevention and Control , By: Nicholas P, Cheremisinoff , Phd.
۵ - بررسی فنی ارزیابی عملکرد جهت بهسازی سیستم فیلتراسیون هوای ورودی توربینهای گازی مرتبط با سیستم پمپاژ نفت خام

www.Energyconf.ir