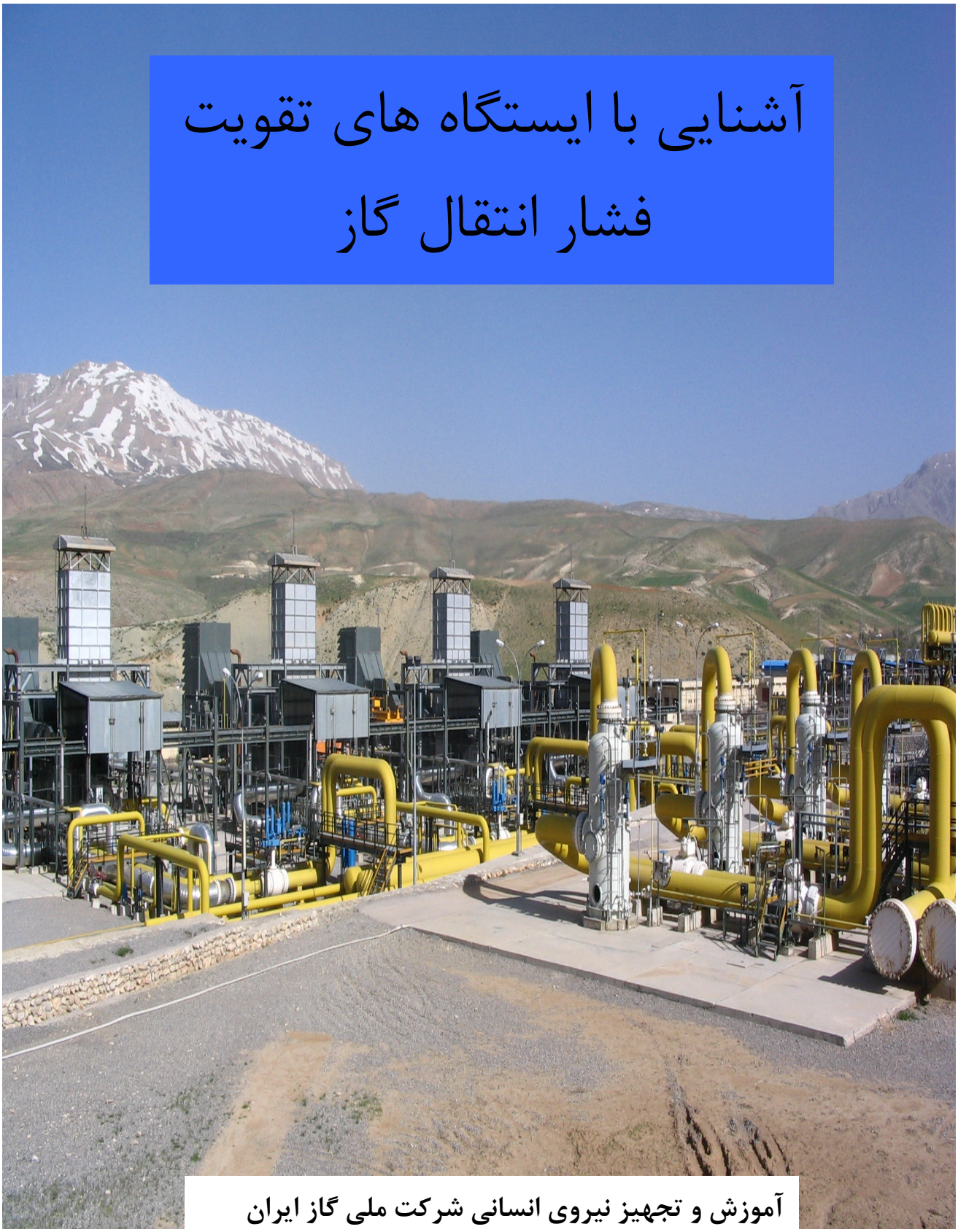
آشنایی با ایستگاه های تقویت فشار انتقال گاز



آموزش و تجهیز نیروی انسانی شرکت ملی گاز ایران

آشنایی با ایستگاه های تقویت فشار انتقال گاز

تهیه و تنظیم : مهندس حسین کاردری
صفحه آرایی و ویرایش : مهندس فرید بن سعید

عنوان کتاب : آشنایی با ایستگاه های تقویت فشار انتقال گاز

تهیه و تنظیم : مهندس حسین کاردری

ویرایش و صفحه آرایی : مهندس فرید بن سعید

چاپ : اول بهار ۱۳۸۷

تعداد : ۵۰۰ نسخه

ناشر : انتشارات شرکت ملی گاز ایران آموزش وتجهیز نیروی انسانی

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ می باشد .

تهران میدان هفت تیر – خ مفتح جنوبی – خ شیرودی - پلاک۸ آموزش و تجهیز نیروی انسانی – آموزش فنی و تخصصی

تلفن تماس : ۴ – ۸۱۳۴۵۷۲۰ - ۰۲۱ --- - نمابر : ۸۱۳۱۵۷۴۴ – ۰۲۱

فهرست مطالب

پیشگفتار

مقدمه **۲**

فصل اول: آشنایی با ایستگاه **۹**

اتصال ایستگاه با خط سراسری ۱۰
ساختمان های ایستگاه ۱۱
اتاق کنترل ۱۱
اتاق برق فشار قوی و ضعیف ۱۳
مرکز تقلیل فشار ۱۴
محوطه Pig luncher & receiver ۱۴
قسمت تخلیه گاز ۱۴
ستون های برقگیر ۱۴

فصل دوم: فرایند **۱۷**

ارتباط خطوط سراسری انتقال گاز با ایستگاههای تقویت فشار ۱۸
تعویض خطوط ۱۸
فرایند ۱۹
تخلیه هوا و گاز دار کردن لوله ها ۲۲

فصل سوم: تجهیزات جانبی ایستگاه **۲۴**

ایستگاه تقویت فشار ۲۵
اجزای اصلی ایستگاه ۲۶
توربو کمپرسورها ۲۸
خنک کننده های گاز ۳۰
اجزای کمکی ایستگاه ۳۲
سیستم هوای ابزار دقیق ۲۵

مرکز تقلیل فشار ۳۴
سیستم گرم کننده گاز ۳۷
برق ایستگاه ۳۹
شبکه تخلیه هیدروکربن های مایع ۳۸

فصل چهارم: توربین ۴۸

توربین ۴۹
مبانی اولیه توربین گاز ۵۲
اصول عملکرد توربین گاز ۵۴
ساختار توربین گاز ۵۷
توربین های گازی در ایستگاههای تقویت فشار ۶۰
کمپرسور هوای توربین گاز ۶۲
سیستم گاز سوخت توربین ۶۴
سیستم احتراق با خاصیت نشر امواج در سطح پایین تر ۶۸
توربین گاز ۶۹
سیستم روانکاری و روغنکاری ۷۵
سیستم تهویه ۷۹
سیستم هوای آب بندی و خنک کاری ۸۱
هوای اگزوز ۸۱

فصل پنجم: کمپرسور ها ۸۴

انواع کمپرسورها ۸۵
مکانیزم های ایجاد فشار در انواع کمپرسور ۸۶
کمپرسور سانتریفوژ ۸۸
کمپرسورهای گاز ایستگاه و اجزای آن ۱۰۱
سیستم روغنکاری ۱۰۹
پدیده سرج ۱۱۰
فصل ششم: سیستم های حفاظتی ۱۱۵
سیستم های گازیاب و آتش یاب ۱۱۶
عملکرد سیستم ۱۱۷
سیستم اطفاء حریق ۱۱۹
اجزای سیستم ۱۲۰
تشخیص دهنده های حرارت ۱۲۱

سیستم فشار زدایی و تخلیه گاز **۱۲۲**

فصل هفتم: کنترل و بهره برداری **۱۲۵**

گنترل و بهره برداري ۱۲۶

کنترل توربوکمپرسورها **۱۲۷**

راه اندازی و توقف توربین **۱۲۸**

تدابیر عمومی ایمنی در ایستگاهها **۱۳۲**

نکات ایمنی در کار با توربوکمپرسورها **۱۳۳**

پیشگفتار

آموزش نیروی انسانی ، همواره از ارکان توسعه در فن آوری نوین بوده و عدم توجه صحیح و لازم در این زمینه ،خسارت و زیان های بسیاری را بوجود آورده است . هزینه این آموزش نیز در مقابل هزینه های هنگفت خسارات ناشی از عدم آگاهی و تسلط نیروها به کار ، ناچیز و قابل اغماض است.کتابی که در پیش و روست ، ایستگاههای تقویت فشار گاز را مورد بررسی قرار می دهد . تهیه و جمع آوری این متن بگونه ای صورت گرفته که طی آن افرادی که هنوز از نزدیک با ایستگاهها و بطور کلی فرایند انتقال گاز آشنایی ندارند، با این مقوله آشنا شده و اطلاعات اولیه جهت بهره برداری از ایستگاهها را کسب نمایند . هرچند سعی شده تا اطلاعات مختص یک ایستگاه و تجهیزات مربوطه نبوده و برای هر نوع ایستگاه و توربین گاز مربوط به آن منطبق باشد ولی به دلیل تنوع توربوکمپرسورهای موجود در ایستگاههای تقویت فشار گاز کشور ، مطالب این کتاب ، با محوریت توربوکمرسورهای NUOVOPIGNONE و ALSTOM ارائه گردیده است . بدیهی است ایستگاههای مختلف کشور و بهره برداری از آن ها با اندکی اغماض ، همگی با هم مشابهند. این کتاب در ۷ فصل ومقدمه تهیه و تنظیم گردیده است که به ترتیب به شرح موارد ذیل می پردازد.

در مقدمه ، به تاریخچه و نحوه شکل گیری گاز ، دلایل انتقال گاز و موقعیت و تعدد ایستگاهها و پالایشگاههای کشور پرداخته است.فصل اول این مجموعه به آشنایی دادن خواننده محترم ، نسبت به ایستگاه تقویت فشار گاز از نقطه نظر کمی پرداخته و کسانی را که آشنایی اندکی با ایستگاهها دارند را با کم و کیف آن آشنا خواهد نمود . این بخش به معرفی محوطه ایستگاه ، ساختمانها و اتاقهای مختلف آن خواهد پرداخت و خواننده با مراکزی چون اتاق کنترل ، اتاق برق فشار قوی ، مرکز کنترل موتورها ، اتاق باتریها و ... آشنا می گردد.در فصل دوم ، مسیر ورود گاز ، از ورودی آن به ایستگاه تا نقطه خروج آن بررسی خواهد شد. در این فصل تمامی دستگاههایی که نقشی در فرایند پروسه افزایش فشار و انتقال آن دارند و با گاز در ارتباطند ، معرفی می گردند.

فصل سوم این گزارش به بحث و بررسی تمامی تجهیزات جانبی ایستگاه که مربوط به پروسه بوده و در فصل قبل معرفی شده بودند اعم از تجهیزات اصلی و یا کمکی ، می پردازد و خوانندگان محترم در این بخش با نحوه کارکرد دستگاههای مرتبط با فرایند انتقال گاز ، آشنا می شوند.آشنایی با توربین گاز و اجزا و تجهیزات آن به همراه وظایف بهره بردار در قبال آن ، در فصل چهارم آمده است . در این فصل تمامی تجهیزات توربین گاز به همراه نحوه عملکرد آنها توضیح داده شده است.فصل پنجم نیز به بحث و بررسی انواع کمپرسورها و نحوه عملکرد آنها و نوع مخصوصی از آنها در امر متراکم نمودن گاز در ایستگاههای تقویت فشار، همراه با نحوه عملکرد هر یک از تجهیزات جانبی آن از نظرتان خواهد گذشت.

سیستم های حفاظتی ایستگاه در مواجهه با انواع خطرات احتمالی نظیر آتش سوزی و انفجار در فصل ششم آمده است. و بالاخره در فصل هفتم نحوه کنترل و بهره برداری از توربوکمپرسور و ایستگاه و نحوه تحلیل خط سراسری و شیوه تصمیم گیری مناسب در برخورد با انواع حالات ممکن در بهره برداری شرح داده خواهد شد.بدیهی است این مجموعه فصل ، همانند هر نوشته ای خالی از عیب و ایراد و اشتباه نیست لذا خواهشمند است ،خواننده محترم مراتب پوزش نگارنده را در مورد ایرادات احتمالی پذیرفته و در جهت رفع نقایص آن ، اینجانب را یاری دهد. لازم به ذکر است که قسمت عمده متن حاضر ، صرفا جمع آوری مطالب و دسته بندی و ویرایش آنها از مجموعه گزارشات دوستان و همکاران محترم می باشد ، لذا بر خود واجب می دانم از همکاری صمیمانه دوستان عزیزم آقایان مهندس محمد حسن منصوری ،کامران ایزدبخش و محسن جعفری ایوب که در جمع آوری این محتوی نقش بسزایی داشتند و گزارش پایان کارآموزی مشترک آقایان مهندس علی چیت ساز، ابراهیم سلطان محمدی ،احسان مقدس شیروانی ،

حسین کریمی ، سعید صفر پور عسگری که از آن نیز استفاده نمودم تشکر و قدردانی نمایم.در پایان ضمن تشکر ویژه از کلیه کارکنان زحمتکش منطقه ۲ عملیات انتقال گاز و بخصوص مجتمع ایستگاههای تقویت فشار گاز دوراهان که در این مدت از یاری آنان ، بهره های فراوان برده ام ، و جناب آقای سید محمود حسینی پژوه رئیس محترم آموزش و تجهیز نیروی انسانی. مهندس خلیل قنادي رئیس محترم آموزش فني و تخصصي و همچنین مهندس جواد دانشیارکه در تهیه و تدوین کتاب اینجانب را یاري نمودند کمال تشکر را دارم ، امیدوارم مجموعه فوق ، برای خوانندگان محترم مفید واقع گردد.
با تشکر حسین کاردری ۱۳۸۷/۰۳/۱

خط لوله دوم
خط لوله سوم
خط لوله آذربایجان
خط لوله سرخون / کرمان
MARGANLAR
MARAND
آذربایجان
HASHTROOD
ZANJAN
KHORAMDAREH
QAZVIN
تهران
NEZAR
DEHAGH
اصفهان
POLKALEH
DORAHAN
PATAVEH
SIRJAN
NOORABAD
فارس
کرمان
HAJIABAD
FARASHBAND
ABSHIRIN
KANGAN
هرمزگان

تاریخچه نفت و گاز

همچنانکه می دانیم رشد تقاضا جهت مصرف انرژی در هر کشور تابعی از سطح زندگی و رفاه عمومی مردم و تجهیزات و امکانات موجود جهت تولید و رفع نیازهای آنان می باشد . امروزه ۷۵ درصد انرژی مورد نیاز جهان از نفت و گاز تامین می شود. در نتیجه ، مصرف روز افزون انرژی و در نتیجه رشد تقاضای آن از یک سو و رو به پایان بودن منابع نفتی در آینده ای نزدیک از سمتی دیگر و با عنایت به جایگاه ایران در بین کشورهای دارای منابع غنی گاز طبیعی ، اهمیت این صنعت رو به رشد، بیشتر نمایان می گردد. ایران با داشتن ۲۸ تریلیون متر مکعب ، تقریبا معادل ۱۸ درصد ذخایر ثابت شده گاز جهان را در اختیار دارد و به عنوان دومین کشور بزرگ دارنده گاز طبیعی مطرح است. در این میان روسیه با داشتن ۳۰ درصد ، اولین کشور و پس از ایران نیز کشورهای قطر با ۹ درصد ، امارات ۴ درصد و عربستان سعودی با ۳/۷ در صد و ... قرار دارند.

تشکیل نفت و گاز

در برخی کتب قدیمی ، نشت گاز طبیعی از زمین ، البته بدون دانستن ماهیت آن آمده است. گواه این مشاهدات ، شعله ور شدن گاز بیرون آمده از زمین ، توسط رعد و برق می باشد که سبب ترس و البته تعجب فراوان مشاهده کنندگان بوده و طبیعتا با خرافات همراه می شده است.آتش جاویدان باکو در سواحل دریای مازندران و شعله های آتش درون زمین در کوه پاراناسوس ، سالها قبل از میلاد مسیح از مصادیق بارز این مشاهدات است.اگر چه در تاریخ ، استفاده از این سوخت، جهت تقطیر آب دریا در چین نیز آمده است ولی گاز طبیعی در مقیاس صنعتی اولین بار در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم میلادی در امریکا مورد استفاده قرار گرفت.نفت ، گاز و ذغال سنگ ،قسمت عمده ای از نیازهای انرژی بشر را از زمانهای گذشته تا کنون تامین نموده اند. از آنجاییکه این مواد از باقی مانده فسیل جانوران و گیاهان بوجود آمده اند به آنها سوختهای فسیلی گویند.این مساله طی میلیونها سال پس از اینکه بقایای جانوران و گیاهان به اعماق اقیانوسها رانده شد ، بتدریج تجزیه شده و بصورت عناصر آلی در آمده و بر اثر فشار و گرمای درونی زمین به نفت و گاز تبدیل شده و در مخازن زیر زمینی ، در عمق سه تا چهار هزار متری و با فشار چند صد متری ذخیره می گردند.برای اکتشاف گاز از دریا ، از انفجار هوای فشرده استفاده می شود. امواج این انفجار به بستر دریا رسیده و متخصصان از طریق دریافت انعکاس این امواج ، پی به وجود مخازن نفت و گاز می برند. البته بهترین روشهای اکتشاف نیز ،صرفا احتمال وجود نفت و گاز را به ما نشان می دهد ، بنابراین مطمئن ترین راه برای اطمینان از وجود نفت و گاز حفاری است.

نفت و گاز در لایه های زیرین زمین تشکیل شده و مقداری از آن در نتیجه حرکت در لایه های سنگی از بین می رود و صرفا قسمتی از آن که در میان برخی لایه های مخصوص ، محبوس شده اند قابل استفاده اند. به این لایه های حاوی نفت و گاز میدان گاز و نفت گویند.امروزه نفت و گاز نقش مهم و انکار ناپذیری در تامین انرژی جهان دارند. با توجه به محدود بودن منابع نفتی ومزایای متعدد سوخت گازی، نقش گاز پر رنگ تر گردیده به طوری که منابع گازی جای خود را در جهان، به عنوان یکی از منابع اصلی تامین انرژی ، بیش ازپیش باز نموده است.شرکت ملی گاز ایران نیز در سال ۱۳۴۴ تاسیس و اولین خط لوله سراسری به قطرهای "۴۲ و"۴۰ درسال ۱۳۴۹ شمسی جهت انتقال گاز ایران به کشور شوروی سابق از پالایشگاه بیدبلند تا آستارا

کشیده شد و هزینه این لوله کشی و ایستگاههای تقویت فشار روی آن به همراه هزینه احداث کارخانه های ذوب آهن اصفهان و ماشین سازی اراک توسط صادرات گاز به این کشور پرداخت گردید.

انتقال گاز

سولفید هیدروژن و دی اکسید کربن به علت دارا بودن خواص خورندگی ، شن و ماسه ، آب شور و نیتروژن از ارزش حرارتی گاز می کاهند. بنابراین جهت افزایش ارزش حرارتی گاز، پالایشگاهها وظیفه تصفیه این ناخالصیها را بعهده دارند. گاز پس از پالایش و تصفیه ، از طریق خطوط انتقال ، به محل مصرف هدایت می شود. می دانیم که گاز برای حرکت از نقطه ای به نقطه دیگر به اختلاف فشار نیاز دارد. یعنی گاز از نقطه با فشار بیشتر به نقطه با فشار کمتر خواهد رفت. البته گاز پس از استخراج دارای فشار بالایی ، گاه تا 1300 psi می باشد ولی در طی مسیر خود ، باید از مناطق کوهستانی و پستی و بلندیهای زیادی عبور کند و البته عبور از این مناطق نیازمند غلبه بر عواملی همچون افزایش ارتفاع ، اصطکاک گاز درون لوله و اتصالات مربوطه می باشد . طبق قانون برنولی و با در نظر گرفتن گاز طبیعی بعنوان گاز کامل ، خواهیم داشت: کاهش فشار بین دو نقطه متناسب است با مجموع تغییرات سرعت ، ارتفاع و افت فشار ناشی از اصطکاک گاز با خط لوله و اتصالات مربوطه. علاوه براین انشعابات و مصارفی که در طول مسیر از خطوط لوله سراسری گرفته می شود باعث افت فشار می شود. ایستگاههای تقویت فشار گاز همچنانکه از نامشان پیداست ، این افت فشارها را در طول مسیر جبران خواهند نمود. در ضمن گاز ماده ای تراکم پذیر بوده و می توان با افزایش فشار حجم آن را کاهش داد و در نتیجه حجم بیشتری از گاز را در شرایط استاندارد انتقال داد.فشار خطوط سراسری بسیار بالا بوده(حدود 1000 psi) و نیاز است تا جهت مصرف کننده های خانگی این فشار شکسته شود بنابراین در مبادی ورودی شهرها ، مراکز تقلیل فشاری وجود دارند که این فشار را کاهش دهند این کاهش فشار تا ورودی منازل ادامه دارد و در نهایت به حدود1/4psi می رسد. محل احداث ایستگاهها بر اساس پارامترهای مختلفی تعیین می گردد ولی بطور متوسط در هر ۱۰۰ کیلومتر یک ایستگاه روی هر خط ساخته می شود.

جدول ۱ :مشخصات پالایشگاه‌هاي گاز کشور

پالایشگاه	ظرفیت تولید گازطبیعي (MMSCM/D)*	مکان	توضیحات
بیدبلند ۱	۲۲,۵	واقع در استان خوزستان در ۲۴ کیلومتری غرب بهبهان	جهت پالایش گاز میدان گازي آغاجاري وتغذیه خط اول سراسري
بیدبلند ۲(در حال ساخت)	۵۷	واقع در استان خوزستان در ۱۵ کیلومتری جنوب غرب بهبهان	به منظور پالایش گازهاي حوزه پازنان، گچساران و بي بي حکیمه
مسجد سلیمان	۱	مسجد سلیمان	به منظور پالایش گاز همراه میدان نفت سفید

فجر	۱۱۰	در۳۱۰ کيلومتري جنوب شرقي بندر بوشهر	به منظور پالايش گازهاي ميدان‌هاي گازي نار وكنگان وتغذيه خط دوم سراسري
پارسيان ۱	۵۵	جنوب استان فارس- شهرستان مهر	به منظور پالايش حوزه گازی تابناک که بزرگترين حوزه گازی شيرين كشور است.
پارسيان ۲	٤۱	جنوب استان فارس- شهرستان مهر	حوزه‌های دريافت گاز آن شانول، هما و وراوی مي‌باشد.
خانگيران(شهيدهاشمي نژاد)	٤٤,۵	استان خراسان در ۳۵ كيلومترى جنوب غربى سرخس	به منظور پالايش گاز ترش مخزن گازي مزدوران
واحد نم زدايى شوريجه (جمالي نيا)	۲,۳	استان خراسان در ۳۵ كيلومترى جنوب غربى سرخس	به منظور تفكيک و نم زدايي گاز طبيعي مخزن شوريجه
واحد نم زدايى گنبدلى	۸,۵	استان خراسان در ۳۵ كيلومترى جنوب غربى سرخس	به منظور تفكيک و نم زدايي گاز طبيعي مخزن گنبدلي
سرخون	۱۵	استان هرمزگان- ۲۵ كيلومتري شمال شرقي بندرعباس	به منظور پالايش گاز ترش حوزه گازي سرخون
واحد نم زدايى قشم (گورزين)	۲,۵	استان هرمزگان-قشم	به منظور تفكيک و نم زدايي گاز طبيعي حوزه گورزين
عسلويه**	۱۲۵	استان بوشهر- عسلويه	اين پالايشگاه‌ها درسه بخش وبه منظور پالايش گازهاي فاز ۱ تا ۵ تاسيس شده است. ودر حال حاضر خطوط سوم وچهارم سراسري را تغذيه مي نمايد.
ايلام	٦,۸	استان ايلام	جهت بهره‌برداري از منابع گازي تنگ بيجار

*ميليون متر مكعب در روز با شرايط استاندارد (دماي ۱۵ºCو فشار ۱۴,۷ Psia)
Million Standard Cubic Meter Per Day

**به دليل وسعت ميدان گازي پارس جنوبي طراحي فازهاي منطقه عسلويه تا ۲۱ فاز انجام گرفته و تا فازهاي ۹و۱۰ در مرحله ساخت است.

جدول ۲ :محل ايستگاه‌هاي تقويت فشار گاز موجود بر روي خطوط سراسري

ايستگاه-هاي خط لوله اول	ايستگاه‌ها-ي خط لوله دوم	ايستگاه-هاي خط لوله سوم	ايستگاه‌هاي خط لوله چهارم (در دست ساخت)	ايستگاه‌هاي خط لوله آذربايجان	ايستگاه‌هاي ادامه خط لوله اول براي مناطق شمال غربي كشور	ايستگاه-هاي خط لوله قشم-كرمان	ايستگاه-هاي منطقه ۴ انتقال گاز	ايستگاه‌هاي خط لوله صادراتي
آغاجاري	كنگان	كنگان	پارسيان- لامرد	قزوين	چلوند	سرخون	رضوي	مرند
تنگه پيرزال	فراشبند	فراشبند	خيرگو- بوشهر	خرمدره	اردبيل	آب شيرين	فاروج	مرگنلر
پتاوه	نورآباد	نورآباد	خنج- بوشهر	زنجان	سراب	حاجي آباد	قلعه جيق- گلستان	
دوراهان	پتاوه	پتاوه	جهرم-فارس	هشترود	تبريز	سيرجان	نكا	
پل كله	دوراهان	دوراهان	خاوران- فارس				نور	
دهق	پل كله	پل كله	ارسنجان				رامسر	
نيزار	دهق	دهق	صفا شهر					
ساوه	نيزار	نيزار	آباده					
قزوين	ساوه	اراك	شهررضا					
رشت			تيران					

تركيبات گاز طبيعي[1]

گاز طبيعي عمدتاً از هيدروكربورها، همراه با گازهايي مانند دي‌اكسيد كربن (CO2)، نيتروژن(N2) و در بعضي از مواقع سولفيد هيدروژن (H2S) تشكيل شده است. بخش عمده هيدروكربورها را گاز متان(CH4) تشكيل مي‌دهد و هيدروكربورهاي ديگر به ترتيب عبارتند از اتان(C2H6)، پروپان(C3H8)، بوتان(C4H10)، پنتان(C5H12) و هيدروكربورهاي سنگين‌تر، ناخالصي‌هاي غيرهيدروكربوري نيز مانند آب، دي اكسيد كربن ، سولفيد هيدروژن و نيتروژن در گاز طبيعي وجود دارد. ارزش حرارتي هر متر مكعب گاز طبيعي تقريبا معادل ارزش حرارتي يك ليتر نفت سفيد مي‌باشد.

گاز شيرين[2]**:**گازشيرين گازي است كه سولفيد هيدروژن و دي اكسيد كربن آن گرفته شده است.

مراكز استحصال گاز:

۱: گاز غير همراه[3]

گاز غير همراه از ميادیني كه تنها توليد گاز از آنها به صورت اقتصادي امكان دارد استخراج مي‌شود. به گاز استخراج شده از ميادين نفت ميعاني كه درصد گاز حاصله از هر بشكه هيدروكربورهاي مايع سبكه خيلي زياد است نيز گاز غير همراه مي‌گويند.

۲: كلاهك گاز[4]

حجمي از لايه مخزن در اعماق زمين را كلاهك گاز و يا گنبد گاز [5]ناميده‌اند كه در آن گاز در بالاي نفت جمع شود. معمولاً مرتفع‌ترين، يا يكي از مرتفع‌ترين مناطق لايه مخزن محسوب مي‌گردد. گاز كلاهك گاز به گازي گفته مي‌شود كه در كلاهك گاز محبوس شده باشد.

۳: گاز همراه [6]

گاز همراه يا به صورت محلول در نفت خام است كه در مراحل بهره‌برداري از نفت خام جدا مي‌شود و يا به صورت جداگانه از نفت خام اشباع شده حاصل مي‌شود.

خطوط لوله سراسري گاز كشور

با توجه به اينكه درصد بالايي از مصرف گاز دركشور ما مربوط به مصارف خانگي و صنعتي از قبيل نيروگاه‌ها وصنايع فولاد مي‌باشد و در سال‌هاي اخير قسمتي از گاز كشور به همسايگان ايران از جمله تركيه صادر مي‌شود لازم است گاز توليدي به مناطق مصرف ارسال گردد. گاز توليدي از طريق خطوط سراسري و انشعابات فرعي به قطب-هاي صنعتي و شهرهاي پر جمعيت از جمله تهران و نقاط مرزي جهت صادرات ارسال مي‌گردد.

بر اساس توافقنامه‌هاي كه در سال ۱۳۴۴ شمسي بين ايران و اتحاد جماهير شوروي به امضاء رسيد، ايران در مقابل ساخت كارخانه ذوب آهن اصفهان و ماشين سازي اراك توسط شوروي، تعهد كرد كه به آن كشور گاز صادر كند. اجرايي شدن اين پروتكل به ايجاد شركت ملي گاز ايران در همان سال منجر شد و قرارداد فروش سالانه ده ميليارد متر مكعب گاز به شوروي در سال ۱۳۴۹ به امضاي طرفين رسيد و صدور گاز آغاز شد.پس از پيروزي انقلاب اسلامي، در سال ۱۳۵۸ به دليل عدم توافق ايران و شوروي بر سر قيمت، صادرات گاز قطع شد. بر اساس گزارش، در مدت اجراي قرارداد ۷۱

---

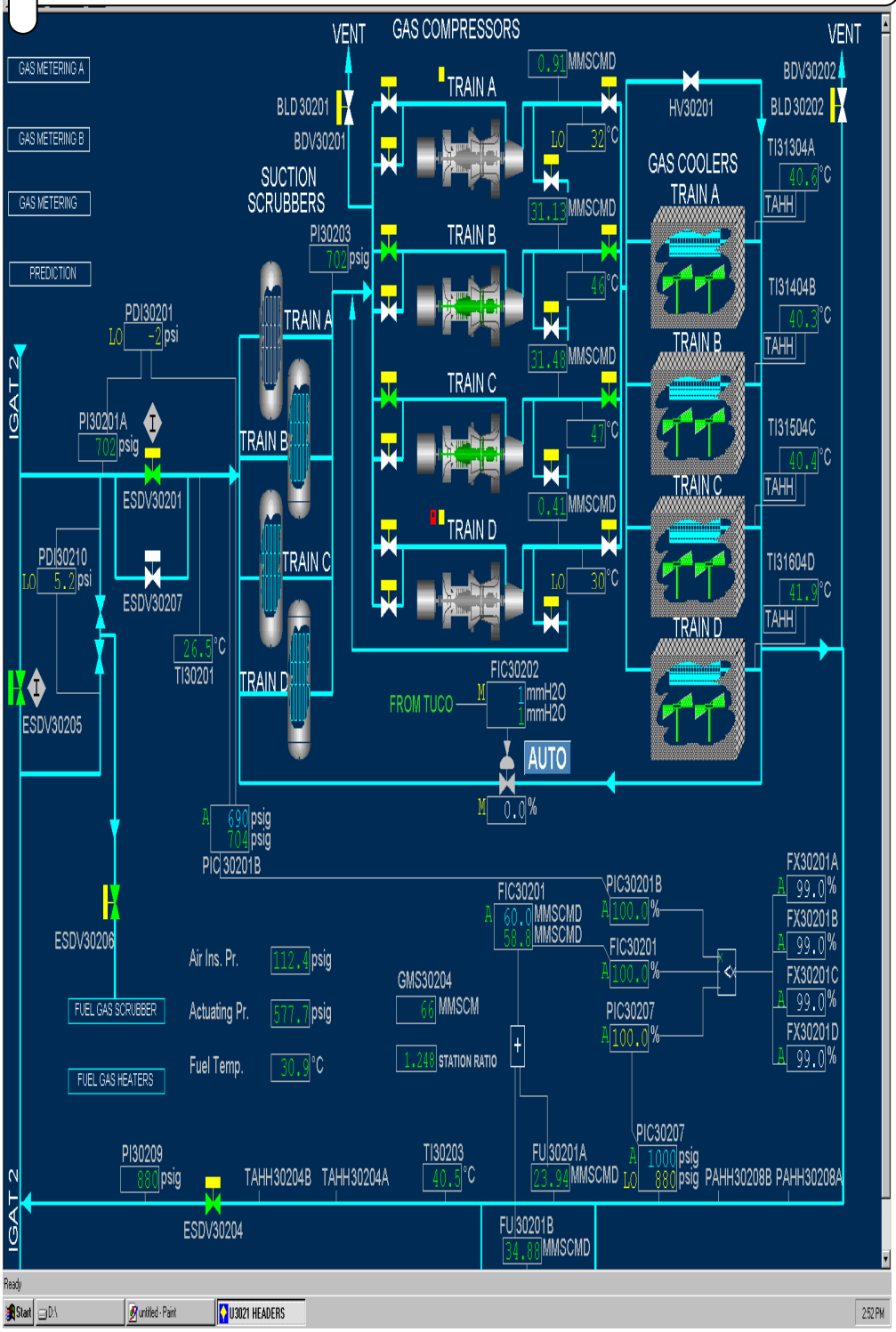
[1]Natural gas
[2]Sweet gas
[3]Non-Associated Gas
[4]Gas cap
[5]Gas Dome
[6]Associated Gas

ميليارد متر مكعب گاز طبيعي به شوروي صادر شده بود. پس از يك وقفه طولاني و توافق بر سر قيمت، دو كشور در سال ۱۳۶۹ قرارداد پانزده ساله‌اي براي صادرات گاز امضاء كردند و صادرات گاز به آن كشور دوباره از سر گرفته شد و تا زمان فروپاشي اتحاد جماهير شوروي در سال ۱۹۹۱ (۱۳۷۰شمسي) ادامه يافت، اما از آن زمان اين خط لوله براي انتقال گاز به مناطق غربي و مصارف داخلي به‌كارگرفته شده است.
نخستين خط لوله سراسري گاز (IGAT I[7]) به طول۱۱۰۰km، قطر"۴۲ و ظرفيت ۴۶ ميليون متر مكعب در روز به همين منظور احداث شد تا گاز پالايشگاه بيدبلند را به آستارا در مرز شوروي سابق برساند.
خط لوله دوم سراسری گاز (IGAT II) به طول۱۸۰۰km، قطر"۵۶ و ظرفيت ۱۱۰ ميليون مترمكعب در روز از پالايشگاه كنگان به خطوط قزوين جهت مصرف منتقل می-گردد.
خط لوله سوم سراسری گاز (IGAT III) به طول۸۷۰km، قطر"۵۶ و ظرفيت ۱۱۰ ميليون مترمكعب در روز جهت انتقال گاز از فازهای ۱ تا ۵ پارس‌جنوبي از عسلويه و پالايشگاه كنگان به استان‌های مركزی و غرب كشور برای تأمين گاز مصرفی مورد نياز كشور ايجاد شده است.
خط لوله چهارم سراسری گاز(IGAT IV) به طول۱۲۵۰km،قطر"۵۶ و ظرفيت ۱۱۰ ميليون مترمكعب در روز از فازهاي ۱تا ۵ پارس جنوبي وپالايشگاه گاز پارسيان تغذيه نموده و پس از عبور از استان‌هاي فارس و اصفهان به شهرهاي ساوه و قزوين مي رسد ودر آينده به خطوط صادراتي آستارا متصل مي‌شود.
در حال حاضر طول كل خطوط سراسري انتقال گاز به ۲۶۰۰۰km رسيده است وبرنامه ريزي براي توسعه تا ۱۰ خط سراسري در دستور كار شركت ملي گاز ايران قرار دارد.
در جدول ، به مشخصات خطوط سراسري پنجم تا دهم اشاره شده است .

جدول ۳:مشخصات خطوط لوله سراسري گاز ايران

خط لوله	قطر	طول خط Km	مسير و مقصد	ظرفيت اسمي (MMSCM/D)
پنجم	"۵۶	۵۰۵	از فازهاي۶و۷و۸ پارس جنوبي به پالايشگاه گاز فجر وسپس به مقصد خوزستان و همچنين جهت تزريق گازهای ترش درچاه‌های نفت مناطق نفت خيزجنوب	۹۵
ششم(سراسري وفرامرزي)	"۵۶	۶۰۷	از فازهاي ۹و۱۰پارس جنوبي براي صادرات به كويت و شاخه ای جهت مصارف داخلی در استان‌های غربی كشور	۱۱۰
هفتم	"۵۶	۲۲۰۰	از عسلويه تا ابرانشهر با عبور از شهر بندرعباس جهت صدور به هند و پاكستان و مصارف داخلی استان سيستان و بلوچستان. ضمناً شاخه ای از اين خط لوله جهت مصارف داخلی به استان كرمان وارد ميگردد.	۱۱۰
هشتم	"۵۶	۱۲۶۰	از عسلويه آغاز مي‌شود و با گذر از كنار پالايشگاه پارسيان، گاز آنجا را نيز برداشت كرده و از سمت شرق استان فارس به اصفهان و مناطق مركزي خواهد رفت.	۱۱۰
نهم	"۵۶	۱۸۶۳	در ادامه خط ششم سراسري براي انتقال گاز عسلويه به مرز بازرگان احداث خواهد شد اين خط مسووليت تامين گاز استان‌هاي لرستان، كرمانشاه و كردستان و در نهايت تزريق گاز به مبادي صادراتي رابرعهده دارد.	۱۱۰
دهم	"۵۶	۵۰۰۰	اين خط از پالايشگاه فجر آغاز مي‌شود و به پتاوه، استان كهكيلويه و بويراحمد و در نهايت به سمت شمال ادامه مي يابد	۹۰

[7]Iranian gas Turk line


VENT
GAS COMPRESSORS
VENT
GAS METERING A
GAS METERING B
GAS METERING
PREDICTION
BLD30201
BDV30201
SUCTION SCRUBBERS
TRAIN A
TRAIN B
TRAIN C
TRAIN D
0.91 MMSCMD
31.13 MMSCMD
31.48 MMSCMD
0.41 MMSCMD
LO 32 °C
46 °C
47 °C
LO 30 °C
HV30201
GAS COOLERS
TRAIN A
TRAIN B
TRAIN C
TRAIN D
BDV30202
BLD30202
TI31304A
40.6 °C
TAHH
TI31404B
40.3 °C
TAHH
TI31504C
40.4 °C
TAHH
TI31604D
41.9 °C
TAHH
PI30203
702 psig
PDI30201
LO -2 psi
PI30201A
702 psig
ESDV30201
PDI30210
LO 5.2 psi
ESDV30207
ESDV30205
26.5 °C
TI30201
IGAT 2
FIC30202
FROM TUCO
M 1 mmH2O
1 mmH2O
AUTO
M 0.0 %
A 690 psig
704 psig
PIC30201B
ESDV30206
FIC30201
A 60.0 MMSCMD
58.8 MMSCMD
PIC30201B
A 100.0 %
FIC30201
A 100.0 %
PIC30207
A 100.0 %
FX30201A
A 99.0 %
FX30201B
A 99.0 %
FX30201C
A 99.0 %
FX30201D
A 99.0 %
Air Ins. Pr. 112.4 psig
Actuating Pr. 577.7 psig
Fuel Temp. 30.9 °C
FUEL GAS SCRUBBER
FUEL GAS HEATERS
GMS30204
66 MMSCM
1.248 STATION RATIO
PI30209
880 psig
TAHH30204B
TAHH30204A
TI30203
40.5 °C
FU30201A
23.94 MMSCMD
PIC30207
A 1000 psig
LO 880 psig
PAHH30208B
PAHH30208A
ESDV30204
FU30201B
34.88 MMSCMD
IGAT 2
Ready
Start
D:\
untitled - Paint
U3021 HEADERS
2:52 PM

فصل ۱

آشنایی با ایستگاه
اتصال ایستگاه با خط سراسری
شماره گذاری قسمتهای مختلف ایستگاه
ساختمانهای ایستگاه
مرکزتقلیل فشار
محوطه pig launcher &receiver
قسمت تخلیه گاز
ستون های برقگیر

فصل ۱

آشنایی با ایستگاه

این فصل جهت آشنایی خواننده محترم با شمایل کلی ایستگاه ، اعم از نحوه اتصال آن به خط و یا نحوه قرار گیری ساختمانها و تجهیزات مختلف آن در کنار هم و کاربری آنها گرد آوری گردیده است.

اتصال ایستگاه با خط سراسری

خطوط سراسری بوسیله دو شیر اصلی به ورودی و خروجی ایستگاه متصلند . معمولا این دو شیر، ارتباط بین خط و ایستگاه را برقرار می نمایند ولی در صورتیکه یک ایستگاه به دو خط سراسری متصل باشد علاوه بر دو شیر فوق در ورودی و خروجی خط ، دو شیر دیگر نیز در ورودی و خروجی ایستگاه نصب می شوند و ما بین شیرهای ایستگاه و خط ، اتصالات مربوط به ارتباط ایستگاه با دیگر خطوط تعبیه می گردند.ضمن اینکه خطوط سراسری علاوه بر دو شیر جهت ارتباط با ایستگاه ، مجهز به شیر دیگری با عنوان شیر بای پاس[8] هستند و در صورتیکه بنا به هر دلیلی نیازی به استفاده از ایستگاه نباشد و یا ایستگاه با ESD1 [9] متوقف گردد ، این شیر باز بوده و در غیر این صورت و در زمان کارکرد ایستگاه بایستی بسته باشد. همچنین خطوط سراسری بوسیله لوله ها و اتصالاتی می توانند به یکدیگر متصل شوند .

شماره گذاری قسمتهای مختلف ایستگاه

جهت شناسایی بهتر و نامگذاری تجهیزات و ابزار آلات مربوطه در ایستگاههای جدید ، معمولا قسمتهای مختلف ایستگاه را با یک عدد ۶ رقمی نشان می دهند.در این نامگذاری به ترتیب از سمت چپ ، رقم اول نشانگر ایستگاه ، رقم دوم و سوم نشانگر نام واحد می باشد . رقم چهارم نمایانگر نام تجهیز و ارقام پنجم و ششم ، شماره تجهیز را نشان می دهند.

ساختمانهای ایستگاه

اتاق کنترل

اتاق کنترل که محل استقرار بهره برداران نیز می باشد اتاقی است که توان کنترل تجهیزات ایستگاه و توربوکمپرسورها را بوسیله دریافت تمامی اطلاعات فرستاده شده

[8]By pass valve
[9]Emergency shut down

توسط حسگرها ، به بهره برداران خواهد داد. اغلب تجهیزات فنی جهت کنترل و جمع آوری اطلاعات در اتاق کنترل جمع آوری می گردند. تجهیزاتی که در اتاق کنترل وجود دارند عبارتند از:

- سیستم(SCS)[10] و نمایشگر مربوطه که کنترل کل ایستگاه بوسیله این سیستم انجام می گردد.
- سیستم(ESD)[11] که کنترل shut down و شیرهای آن[12] (ESDV) را بعهده دارد.
- پنل MIMIC که در آن شماتیک عملکرد کلی ایستگاه با دیودهای رنگی مشخص است در ضمن دکمه کلیه توقف های اضطراری نیز روی آن نصب شده است. از روی این پنل می توان پارامترهای مختلف ایستگاه را غیر فعال نمود.
- سیستم(UCP)[13] و نمایشگر مربوطه که کنترل هر واحد توربوکمپرسور را بعهده دارد. تمامی پارامترهای متعلق به توربین گاز از طریق مانیتور این سیستم قابل کنترل و نظارت می باشد.
- سیستم(F&G)[14] که وظیفه تشخیص آتش و گاز را بعهده دارد. حسگرها پس از تشخیص وجود گاز ، دود و یا شعله ، سیگنال مربوطه را به سیستم فوق ارسال نموده و بصورت آلارم در اتاق کنترل ظاهر می شوند .معمولا هر حسگر ناحیه خاصی از ایستگاه را نشان می دهد. که هم روی تابلوی مخصوص سیستم و هم در مانیتور SCS قابل مشاهده است.
- سیستم (PMS)[15] و نمایشگر مربوطه که سیستم برق ایستگاه را کنترل و اداره می کند. تمامی بریکرها در قسمت ولتاژ قوی و ولتاژ ضعیف ، از طریق مانیتور این سیستم قابل کنترلند.
- سیستم (RTU)[16] که داده های مهم ایستگاه را به دیسپچر انتقال می دهد و در صورتیکه کنترل توربوکمپرسورها از روی پنل UCP و سیستمSCS روی حالت کنترلی REMOTE باشد ، دیسپچر می تواند Set point پارامترهای زیر را تغییر دهد.
  - فلوی ایستگاه
  - حداقل فشار ورودی ایستگاه
  - حداکثر فشار خروجی ایستگاه

بنابراین بهره بردار با سیستم های فوق می تواند اطلاعات ایستگاه و واحد ها را ، هر لحظه مشاهده نموده و از طریق مانیتورهای مربوطه اقدام به اعمال کنترل ایستگاه نماید.

اتاق UPS

که تجهیزات مخصوص به آن و کلیه تجهیزاتی که نیاز به برق با فرکانس کنترل شده دارند در این اتاق نصب شده اند. طرز عمل سیستم فوق در گفتار تجهیزات جانبی و در قسمت برق ایستگاه توضیح داده شده است.

اتاق باتریها

---

[10]Station control system
[11]Emergency shut down
[12]ESD Valve
[13]Unit control system
[14]Fire&Gas detector
[15]Power management system
[16]Remote terminal unit

باتریها در صورت قطع برق سراسری ، تا مدت زمان مشخصی (بسته به نوع طراحی آن)برق ایستگاه را تامین می نمایند .این باتریها می توانند در انواع 48V.DC ، 110V.DC و 440VDC باشند که در هر ولتاژ، باتریها بصورت سری می باشند. باتریهای ۴۴۰ ولت پس از تبدیل به برق AC جهت مصارف واحد و باتریهای ۱۱۰ ولت برای تابلوهای فرمان و روشنایی اضطراری و نوع ۴۸ ولت آن در ورودی مدار کنترل واحد استفاده می شوند. طراحی این باتریها باید بگونه ای باشد که در صورت ادامه قطعی برق شبکه، نیاز واحدها را تا پایان مدت زمان cool down تامین نماید.

اتاق برق فشار قوی[۱۷]
برق با ولتاژ ۲۰ کیلو ولت وارد این اتاق شده و پس از ورود بوسیله بریکرهای مربوطه و گذر از ترانسها جهت کاهش ولتاژ تا ۳۸۰ ولت به اتاق ولتاژ پایین فرستاده می گردد. این بریکرها می توانند بصورت محلی و یا از طریق مانیتور PMS کنترل شوند.

اتاق برق فشار ضعیف[۱۸]
این اتاق با نامهای MCC [۱۹] (مرکز کنترل متورها) و یا سویچ گیر نیز شناخته می شود. برق پس از اتاق ولتاژ بالا با ۳۸۰ ولت از طریق ترانسها وارد شمش هایی با نام باس(BUS) شده و مصرف کننده ها نیز از طریق بریکرهای مربوطه ، برق مصرفی خود را تامین می نمایند. برخی استارترهای واحد نیز در این اتاق نصب شده اند.

اتاق MCC خنک کننده های گاز:
برق ۲۰ کیلو ولت از طریق دو عدد بریکر مستقیما به سمت این اتاق رفته و در ورودی آن ، توسط ترانسهای مربوطه، ولتاژ ۳۸۰ آن تامین می شود . در این اتاق بریکرها و استارترهای هر کدام از فن ها نصب شده اند.

اتاق مولد برق اضطراری
که مولد برق اضطراری و کلیه تجهیزات مربوطه اعم از نرم افزاری و سخت افزاری در آن نصب گردیده است.البته معمولا خنک کننده های این مجموعه بیرون از اتاق نصبند. این مولد وظیفه تامین برق ایستگاه را در زمان قطع برق شبکه بعهده دارد.

اتاق کمپرسور هوای ابزار دقیق
که معمولا شامل دو عدد کمپرسور هوا از نوع رفت و برگشتی و یا پیچشی ، فیلترهای هوا و روغن ، واحد خشک کننده جهت جدا نمودن رطوبت از هوا و کلیه شیرها و ابزار آلات مخصوص به خود می باشد و مخزن ذخیره آن نیز در کنار این اتاق قرار دارد.

مرکز تقلیل فشار[۲۰]
که وظیفه تامین گاز مصرفی سوخت توربین گاز ، مولد برق اضطراری ، بویلرها و گاز مصرفی ساختمانهای ایستگاه را بعهده دارد. در صورتیکه از بویلر برای گرم کردن گاز استفاده شود اتاق بویلرها که معمولا شامل دو عدد بویلر و پمپ های مربوطه ، مخزن انبساطی و شیر آلات و تجهیزات مخصوص اندازه گیری می باشد ، نیز در نزدیکی این مرکز وجود دارد.

---

[17] High Voltage
[18] low voltage
[19] Motor control center
[20] Gas reducer center

محوطه توپک رانی pig launcher &receiver

پیگ (pig) وسیله ای است دوار که روی لبه های آن برس های تمیز کننده نصب شده است و با فشار گاز پشت آن حرکت می کند. سرعت پیگ معمولا حدود ۷ کیلومتر در ساعت است. حرکت پیگ درون لوله مارپیچ بوده و وظیفه آن تمیز کردن داخل لوله می باشد. برخی از انواع پیگ ها ، هوشمند بوده که هم مکان خود را گزارش داده و هم با ضبط تصاویر ، مشکلات بوجود آمده درون لوله مانند کاهش ضخامت ، پوسیدگی ، نشتی و.. را مشخص می کند.

پیگ ها از قسمت launcher ایستگاه پرتاب شده و در قسمت receiver ایستگاه بعد دریافت می گردند. این کار بعهده کارکنان خط لوله بوده و بهره بردار صرفا اجازه کار را صادر می کند.

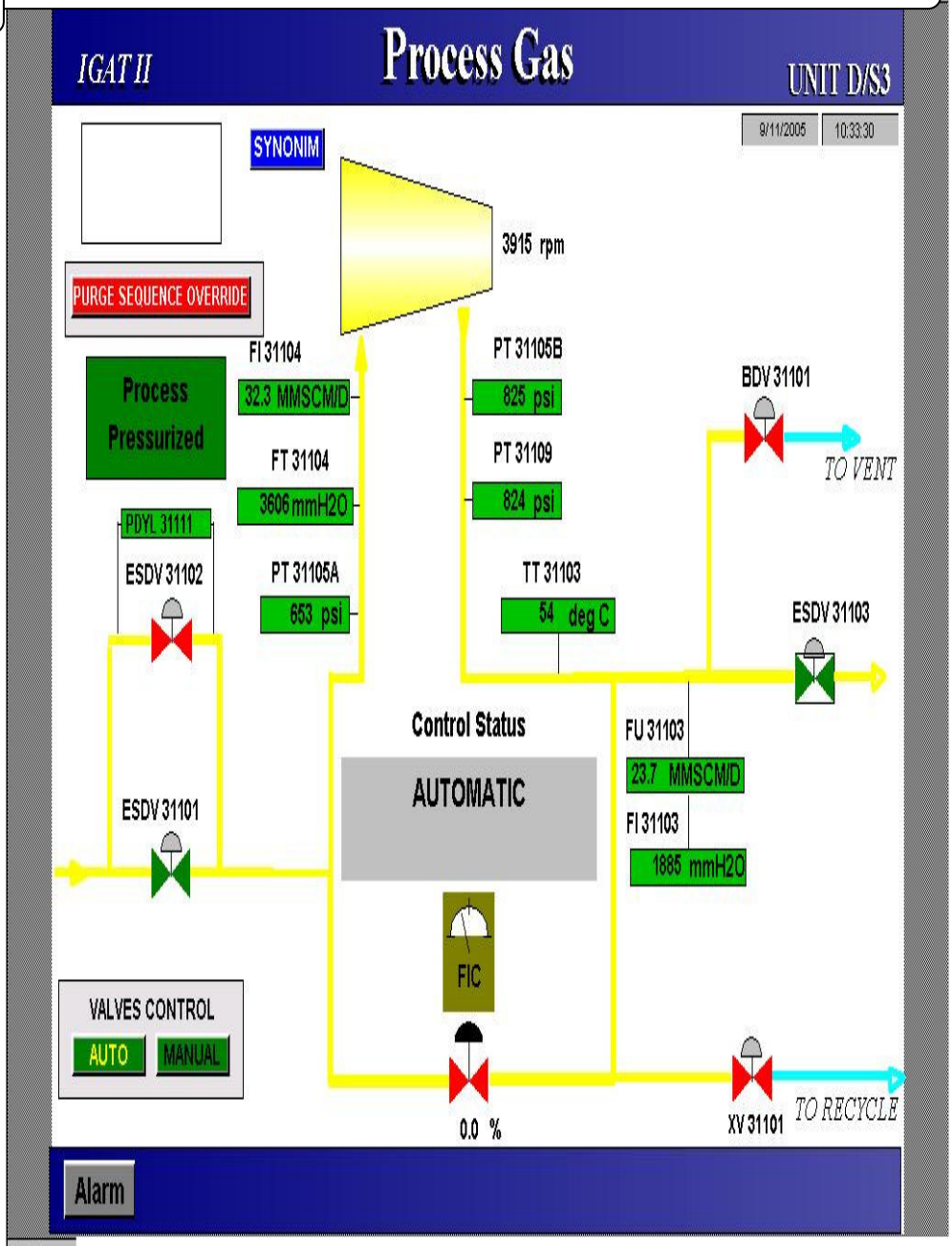
قسمت تخلیه گاز[۲۱]

به منظور کاهش وقوع آتش سوزی و انفجار و یا هر وضعیت خطرناک دیگر طراحی می گردد. گازها بوسیله فرمان شیرهای تخلیه و توسط لوله های آن به محل تخلیه گاز هدایت می شوند.این محل باید در یک محوطه ایمن صورت گیرد که برای قسمتهای مهم ایستگاه مشکل ساز نباشد . برای انتخاب این قسمت باید جهت وزش باد نیز در نظر گرفته می شود.

ستون های برقگیر:

برای جلوگیری از صدمات صاعقه ، این ستون ها در قسمتهای مختلف محوطه نصب می گردد.

[21] Vent stack


IGAT II
Process Gas
UNIT D/S3
9/11/2005
10:33:30
SYNONIM
3915 rpm
PURGE SEQUENCE OVERRIDE
Process Pressurized
FI 31104
32.3 MMSCM/D
FT 31104
3606 mmH2O
PT 31105A
653 psi
PT 31105B
825 psi
PT 31109
824 psi
TT 31103
54 deg C
BDV 31101
TO VENT
PDYL 31111
ESDV 31102
ESDV 31103
Control Status
AUTOMATIC
FU 31103
23.7 MMSCM/D
FI 31103
1885 mmH2O
ESDV 31101
FIC
VALVES CONTROL
AUTO
MANUAL
0.0 %
XV 31101
TO RECYCLE
Alarm
For Help, press
Start

فصل ۲
فرایند

ارتباط خطوط سراسری انتقال گاز با ایستگاههای تقویت فشار
ارتباط خطوط مختلف در مجاورت ایستگاهها
تعویض خطوط:
فرایند :
تخلیه هوا و گازدارکردن لوله ها
هوازدایی خطوط لوله بوسیله گاز

فصل ۲
فرایند

رعایت شرایط زیر در طراحی لوله ها ی ایستگاه ، جلوگیری از خوردگی زودرس ، آلودگی صوتی زیاد و محدودیت افت فشار را به همراه خواهد داشت.

۱. حداکثر سرعت مجاز گاز باید کمتر از 18.3 m/s باشد.
۲. میزان صدا دریک متری افقی و یک و نیم متری عمودی از منبع صدا برابر یا کمتر از 85db باید در نظر گرفته شود.
۳. حد اکثر مقدار ρv^2 (توان دوم سرعت × چگالی) نباید بیش از 14000 kg/ms^2 باشد.
٤. حد اکثر افت فشار براي لوله هاي مستقيم بيش از 11/6 psi/km نباشد . افت فشار بیش از این ، نشان دهنده وجود اصطکاک زیاد درون لوله بر اثر خوردگی ، زبری یا رسوب گرفتگی است.فشار طراحی سایر تجهیزات با توجه به قوانین زیر تعیین و تنظیم می گردد:

- اگر ماکزیمم فشار کاری بیشتر از 145psigباشد فشار طراحی 1/1 برابر آن خواهد بود.
- اگر ماکزیمم فشار کاری کمتر از145psigباشد آنگاه فشار طراحی معادل حاصل جمع ماکزیمم فشار کارکرد و 14.5psig خواهد بود.

دمای تجهیزات با توجه به اصول زیر تنظیم گردیده است:

- ماکزیمم دمای طراحی برابر است با ماکزیمم دمای کاری به اضافه 30 درجه سانتیگراد، به شرط اینکه کمتر از 85 درجه سانتیگراد نشود.
- از دو مقدار زیر هر یک که کمتر باشد برابر مینیمم دمای طراحی است:
-

الف: 10- (مینیمم دمای کاری)
ب: مینیمم دمای محیط

ارتباط خطوط سراسری انتقال گاز با ایستگاههای تقویت فشار

هر خط انتقال گاز در مبادی ورودی ایستگاهها دارای یک شیر ورودی ، یک شیر خروجی و یک شیر بای پاس ایستگاه می باشد که بهره بردار می بایستی نحوه عملکرد شیرهای مذکور را بداند.در صورتیکه ایستگاه بخواهد روی این خط کار کند ، باید

شیرهای ورودی و خروجی باز و شیر بای پاس بسته باشد و در غیر این صورت شیرهای ورودی و خروجی بسته و شیر بای پاس را باز می گذارند تا جریان گاز بصورت آزاد و بدون فشاردار شدن در ایستگاه ، به مسیر خود ادامه دهد.توجه به این نکته ضروری است که ایستگاههایی که در مجاورت ۲ و یا چند خط سراسری قرار دارند برای خود شیرهای ورودی و خروجی مجزا دارند.خطوط سراسری ، علاوه بر شیرهای فوق ، شیرهایی جهت دریافت و پرتاب پیگ دارند .

ارتباط خطوط مختلف در مجاورت ایستگاهها

هر ایستگاه تقویت فشار روی یک خط سراسری ساخته می شود ولی جهت بالا بردن انعطاف کاری ایستگاههایی که در مجاور هم ، روی خطوط موازی احداث شده اند ضمن برقراری ارتباط بین خطوط سراسری مجاور ، ایستگاهها را نیز توسط شیرها و لوله هایی، به یکدیگر مرتبط می نمایند تا در شرایط مختلف ، هر ایستگاهی بتواند بطور مجزا روی خطوط کار کند و یا اینکه دو ایستگاه با هم، از یک و یا دو خط بصورت همزمان تغذیه شده و بنا به صلاحدید خروجی مجزا و یا مشترک داشته باشند.

تعویض خطوط:

یک اصل اساسی در رابطه با گاز ها این است که گاز همواره از نقطه با فشار بالاتر به سمت نقطه با فشار پایین تر خواهد رفت . عدم اشراف کامل به مصادیق عملی این اصل ، باعث بروز مشکلات عدیده ای ، بخصوص در زمان تعویض خطوط خواهد شد.انواع حالاتی را که یک ایستگاه می تواند با دو خط سراسری کار کند بصورت زیر است:

- ورودی از خط۱ و خروجی به خط ۱
- ورودی از خط۲ و خروجی به خط ۲
- ورودی از خط۱ و خروجی به خط ۱و۲
- ورودی از خط۲ و خروجی به خط ۱و۲
- ورودی از خط۱و۲ و خروجی به خط ۱
- ورودی از خط۱و۲ و خروجی به خط ۲
- ورودی از خط۱و۲ و خروجی به خط ۱و۲
- ورودی از خط۱ و خروجی به خط ۲
- ورودی از خط۲ و خروجی به خط ۱

جهت تعویض خطوط فرمول واحدی نمی توان نوشت و این عمل در ایستگاههای مختلف ، اندکی متفاوت است ولی توجه به نکات زیر ضروری است:

۱. اول اینکه بهره بردار می بایست محدوده مجاز پارامترهای مهمی چون فلو ، فشار، دما ، دور و زمان باز شدن شیر ضد سرج[۲۲] واحد را بداند تا در زمان لازم تصمیم مناسبی بگیرد.
۲. از قبل مراحل کاری خود را چندین بار در ذهن مرور نماید و حالات احتمالی آینده را پیش بینی کند تا در زمان مقتضی بداند ابتدا از کدام شیر شروع نماید و با باز و یا بسته نمودن شیرهای مذکور چه تغییراتی در رابطه با فلو ، فشار و دمای گاز عبوری از واحدها در انتظار ایستگاه است.

فرایند :

گاز پس از ورود از شیر ورودی خط سراسری و شیر ورودی ایستگاه ، به سمت هدر[۲۳] ورودی اسکرابر[۲۴]ها خواهد رفت. هدر دو خاصیت بارز دارد:

- اول اینکه واحدهای مختلف همزمان و بطور مساوی گاز را دریافت می کنند.

---

[22] Anti surge valve
[23] Header
[24] Scrubber

- دوم آنکه هدر، تلاطم وآشفتگی جریان گاز را می گیرد .

سپس گاز ، توسط شیرهای ورودی اسکرابرها به داخل آنها رفته و پس از تصفیه و پالایش توسط شیرهای خروجی اسکرابرها به هدر خروجی هدایت شده و از آنجا به سمت هدر ورودی واحدها می رود. معمولا ایستگاهها علاوه بر شیرهای تخلیه گاز[۲۵] در مراکز تقلیل فشار و خروجی هر واحد که در ادامه خواهد آمد ، دو شیر تخلیه دیگر در محوطه ایستگاه دارند تا در شرایط اضطراری در کمترین زمان ممکن بتوانند کاملا گاز درون ایستگاه را تخلیه نمایند. یکی از این شیرها روی مسیری است که از هدر ورودی واحدها جدا شده و به محل تخلیه گاز می رسد.گاز از هدر ورودی واحدها توسط شیرهای ورودی هرکدام از واحدها جهت فشاردار شدن به کمپرسور گاز می رسد. این شیرهای ورودی هرکدام مجهز به یک شیر بای پس نیز می باشند. در خروجی کمپرسور، ۳ مسیر در پیش و رو ست :

- اول که حالت معمول و نرمال آن است ؛ گاز پس از عبور از شیر یکطرفه خروجی واحد از شیر خروجی واحد نیزگذشته ، وارد هدر خروجی واحدها می شود.
- دوم آنکه ؛ در شرایط ضروری که واحد به سرج نزدیک می شود و قبل از شیر خروجی واحد ، از طریق مسیر دیگری به سمت شیر ضد سرج رفته و پس از عبور از این شیر ، وارد هدر ورودی واحد می گردد. طول این مسیر در ایستگاههای مختلف، متفاوت است ولی در همه آنها خروجی کمپرسور گاز ، به ورودی آن وصل می شود.البته در طراحی این مسیر توجه به دو نکته ضروری است:

۱. از آنجاییکه این مسیر در مواقع اضطراری و جهت تقویت فشار ورودی کمپرسور گاز بکار می رود ، لازم است هر چه سریع تر مقداری از گاز خروجی را به گاز ورودی رسانده تا فلو و فشار گاز ورودی بالا رفته و از سرج جلوگیری گردد.

۲. اگر این مسیر خیلی کوتاه باشد از آنجاییکه دمای گاز خروجی واحد بالاست، دمای گاز ورودی را نیز تحت تاثیر قرار داده و بدلیل چرخش مکرر گاز از ورودی به خروجی، دمای گاز خروجی بصورت تصاعدی بالا می رود و در نهایت موجب توقف اضطراری واحد می گردد. بنابراین در حین در نظر گرفتن نکته اول ، می بایست به نکته دوم نیز توجه نمود و مسیری بینابین را برگزید. بهترین حالت ، استفاده از یک هدر مجزاست تا گاز پس از عبور از شیر ضد سرج وارد هدری که بین همه واحدها مشترک است ، شده و سپس به هدر ورودی واحدها برود تا در طی این مسیر ، فرصت تعدیل دما نیز وجود داشته باشدتا عملا امکان استفاده از این مسیر وجود داشته باشد.

- مسیر سوم ؛ مسیر تخلیه اضطراری واحد می باشد که گاز پس از خروج از کمپرسور گاز ، توسط یک شیر تخلیه اضطراری وارد هدر تخلیه گاز واحدها شده و از نقطه ای به نام vent stack در اتمسفر رها می شود.این مسیر جهت حفظ امنیت و ایمنی در شرایط نزدیک به آتش سوزی و انفجار طراحی شده است.

در نهایت گاز پس از عبور از شیر خروجی واحد وارد هدر خروجی واحدها شده ، جهت تعدیل دما به سمت واحد خنک کننده[۲۶] می رود.در این مرحله نیز دو مسیر وجود دارد:

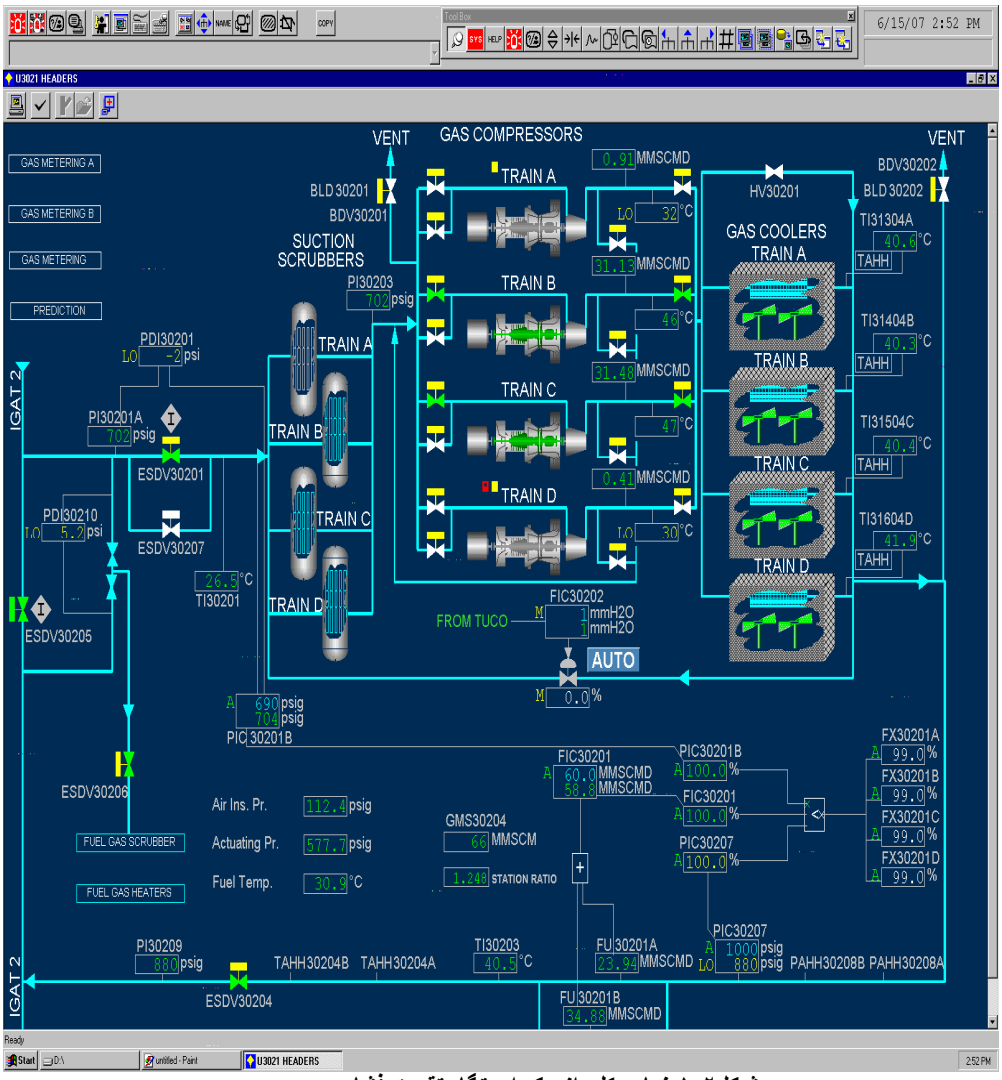
- گاز وارد هدر ورودی خنک کننده شده و از طریق شیرهای ورودی که معمولا به تعداد واحدهای آن می باشد ، توسط فنهای تعبیه شده، خنک می گردند وپس از عبور از شیرهای خروجی واحد خنک کننده به هدر خروجی آن می رود.
- در صورتیکه بنابه هر دلیلی نخواهیم گاز، وارد خنک کننده شود ، توسط شیر بای پاس واحد خنک کننده ، از هدر ورودی به هدر خروجی می رود. پس از آن و قبل از خروج گاز از ایستگاه مسیری طراحی شده که طی آن خروجی

[25] Blow down valve
[26] Gas cooler

واحد خنک کننده را توسط شیر کنترلی ریسایکل[۲۷] ایستگاه به هدر ورودی اسکرابر متصل می نماید . این مسیر قدرت انعطاف ایستگاه را در شرایط مختلف بالا می برد . در صورتیکه این شیر کاملا باز باشد ، قسمتی از فلوی خروجی ایستگاه به سمت ورودی کمپرسور گاز برمی گردد.

معمولا یکی از شیرهای تخلیه ایستگاه در خروجی واحد خنک کننده تعبیه می شود تا بتواند در شرایط مقتضی ، گاز قسمتهای خروجی را هر چه سریعتر تخلیه نماید.

سپس معمولا جهت اندازه گیری دقیق فلو ، گاز ، پس از گذر از اندازه گیرهای دما ، فشار و فلو و عبور از شیر یکطرفه خروجی ایستگاه از طریق شیر خروجی ایستگاه به سمت شیر خروجی خط سراسری رفته و وارد خط شده و با توجه به فشار کمتر در ورودی ایستگاه بعد به همان سمت می رود.



شکل۲-۱ :نمایی کلی از یک ایستگاه تقویت فشار

تخلیه هوا و گازدارکردن لوله ها

یکی از مهمترین کارهای یک بهره بردار ،گازدار کردن ایستگاه است که مستلزم دقت و حساسیت بالایی است زیرا در کنار هم قرار گرفتن گاز و هوا بسیار خطرناک است .

روشهای مختلفی برای گاز دار نمودن خطوط پیشنهاد می شود که از آن جمله اند:

[27]Recycle valve

- تزریق خود گاز بدون واسطه
- استفاده از یک سیال واسطه برای تخلیه هوا مانند CO_2 و N_2 .

مزایای و معایب استفاده از CO_2 : نسبت به N_2 سنگین تر است ، درنتیجه پراکندگی و پخش آن کمتر است به همین دلیل با مقدار کمتری نسبت به N_2 می توان به نتیجه رسید توجه به این ضروری است که CO_2 نسبت به N_2 قابلیت حل شدن بیشتری در آب داشته و بنابراین ، خطوطی که دارای رطوبت زیادی باشد ، استفاده از N2 بهتر است.

- در لوله های با طول کم ، و در دمایی که مطمئنا تقطیر صورت نمی گیرد می توان از بخار آب بعنوان سیال واسطه جهت جلوگیری از ترکیب گاز و هوا استفاده می شود.
- در جاهایی که خط لوله قبل از استفاده ، بوسیله آزمایش هیدروستاتیک و برای یافتن نشتی کنترل می گردد استفاده از آب جهت تخلیه هوا بسیار مناسب می باشد . در ضمن بعد از این آزمایش خط لوله باید کاملا از آب تخلیه و درون لوله خشک گردد .
-

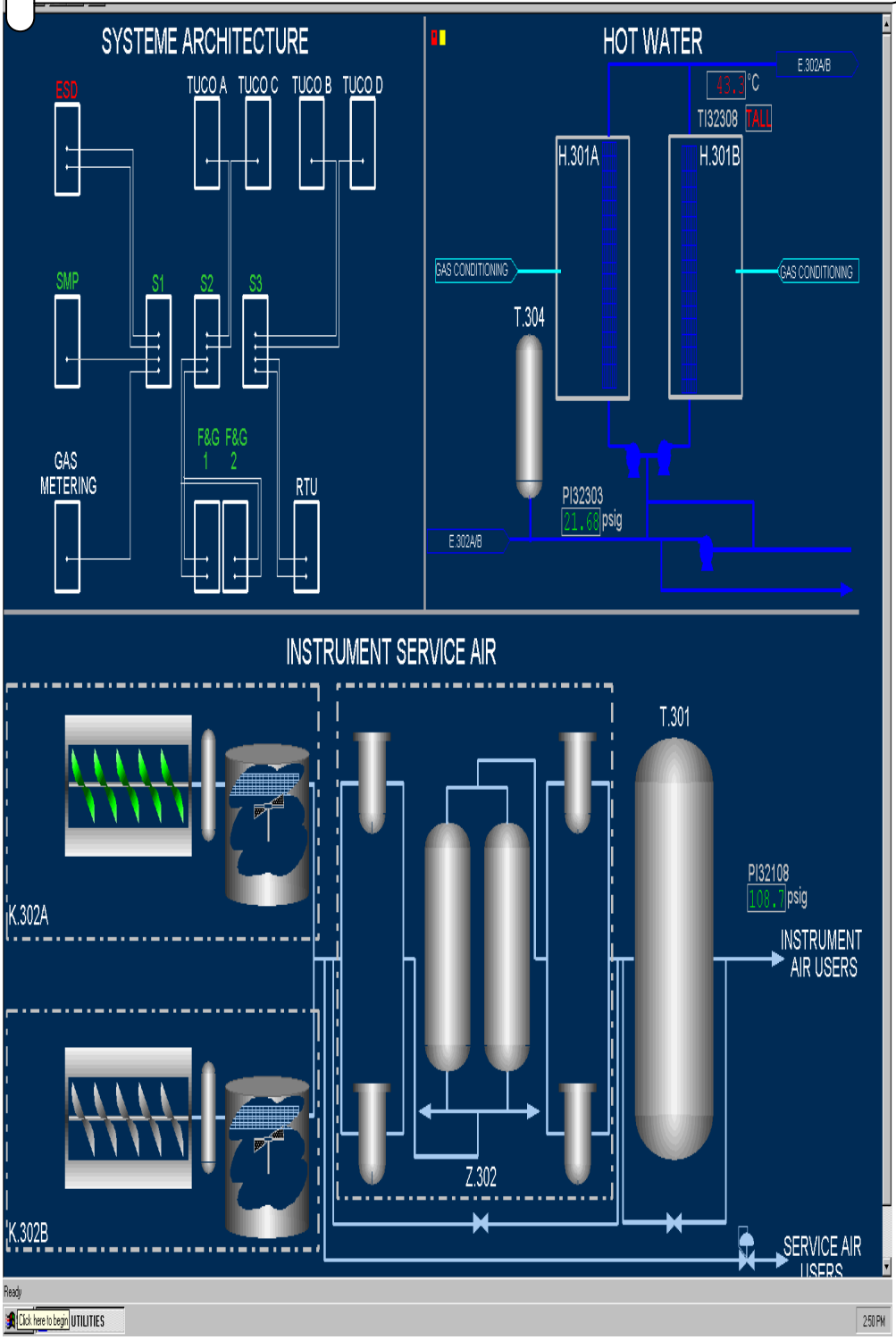
هوازدایی خطوط لوله بوسیله گاز

در این روش گاز با یک سرعت مجاز ، هوا را از یک نقطه ایمن به بیرون لوله ها تخلیه می کند رعایت سرعت حد مجاز بسیار مهم بوده و عملا همین عامل است که از ترکیب هوا و گاز در محدوده انفجار جلوگیری می نماید .حداکثر سرعت مجاز برای انجام این کار 18.3 m/s و حداقل آن 2m/s می باشد و باید از بکار بردن سرعتهایی کمتر یا بیشتر از حد مجاز به شدت جلوگیری نمود.

جهت تخلیه هوای داخل لوله و گازدار نمودن آن مراحل زیر باید طی شود:

۱. باز نمودن شیر تخلیه انتهای لوله
۲. باز کردن شیر ورودی گاز
۳. حفظ فشار خط به مدت کافی (۹۰ ثانیه به ازای هر کیلومتر خط لوله)
٤. بستن شیر ورودی گاز پس از طی زمان مناسب
٥. باز نگه داشتن شیرتخلیه انتهای لوله برای یک مدت زمان اضافی (٤٥ ثانیه به ازای هر کیلومتر خط لوله)

حال با خیال راحت می توان شیر تخلیه را بست و گاز را به خط لوله تزریق نمود.


SYSTEME ARCHITECTURE
ESD
TUCO A
TUCO C
TUCO B
TUCO D
SMP
S1
S2
S3
F&G 1
F&G 2
GAS METERING
RTU
HOT WATER
E.302A/B
43.3 °C
TI32308
TALL
H.301A
H.301B
GAS CONDITIONING
GAS CONDITIONING
T.304
PI32303
21.68 psig
E.302A/B
INSTRUMENT SERVICE AIR
T.301
PI32108
108.7 psig
INSTRUMENT AIR USERS
K.302A
K.302B
Z.302
SERVICE AIR USERS
Ready
Click here to begin
UTILITIES
2:50 PM

فصل سوم

ایستگاه تقویت فشار
اجزای اصلی ایستگاه
توربوکمپرسورها
خنک کننده گاز
اجزاي كمكي ايستگاه
سیستم تامین هوای ابزار دقیق ایستگاه
مرکز تقلیل فشار
سیستم گرم کننده گاز
برق ایستگاه
شبکه تخلیة هیدروکربن‌هاي مایع

فصل سوم

ایستگاه تقویت فشار

ایستگاههاي تقويت فشار در جهت تامين فشار مورد نياز برای انتقال گاز از نقطه ای به نقطه ديگر طراحی شده اند و برای انجام هدف نهايی خود از يک پروسه از پيش طراحی شده تبعيت می کنند اين پروسه به تجهيزات و تاسيساتي نياز دارد که اين فصل به بررسی عملکرد آنها می پردازد.
توربوکمپرسورها ، فشار گاز را افزايش داده و در نهايت باعث حرکت گاز در خطوط سراسری می شوند. درنتيجه برای حفظ ونگهداری بهتر والبته بالا بردن راندمان آنها ، يک سری تجيزات جانبی مانند اسکرابرها , فن های خنک کننده و... .جود دارند که شرح آن در زير آمده است. تجهيزات فوق‌الذکر، تجهيزات اصلي هستند که مستقيماً با فرآيند فشرده‌سازي گاز در ارتباط مي‌باشند. تجهيزات ديگري در ايستگاه وجود دارد که با نام تجهيزات کمکي شناخته مي‌شوند. اين تجهيزات از تجهيزات اصلي پشتيباني کرده و زمينة کار را براي آنها فراهم مي‌آورند. همچنين برخي ديگر از نيازها نيز توسط اين تجهيزات مرتفع مي‌شود. در ادامه به توضيح بيشتري در خصوص تاسيسات اصلي و کمکي پرداخته مي‌شود.

شیرهای ورودی، خروجی و بای پاس (By-Pass) :

خط لولة سراسري به يك شير باي پاس مجهز شده است كه از طريق آن مي‌توان گاز را بدون وارد كردن در ايستگاه از خط لوله عبور داد. اين شير در زمان كار ايستگاه ، بسته، و در زمان توقف ايستگاه و يا بوجود آمدن اختلاف فشار كمتر از *Psi* 50 دو طرف آن ، باز مي گردد.زيرا ممكن است در خط سراسری مشكلی مانند شكستگی لوله بوجود آمده باشد. براي باز كردن شيرهاي ورودي بايد اختلاف فشار بين دو طرف شير به كمتر از ۳۰Psi برسد (به منظور جلوگيري از آسيب به قطعات شير و عكس العمل سريع آن). همه شيرهای ورودی دارای يک شير بای پاس هستند كه از آنها برای گاز زدن به تجهيزات استفاده مي‌شود.شير های ورودي و خروجي و شير باي پاس ايستگاه ، قادرند ايستگاه را از خط لوله جدا كنند.

اسکرابرها :

به منظور جلوگیری از ورود ذرات و قطرات کوچک مایع به کمپرسورهای گاز ، اسکرابرها در نظر گرفته شده اند. گاز ورودي به ايستگاه از طريق هدر ورودي اسكرابر ها توزيع شده و به تميز كننده‌هاي گاز وارد مي‌شود. اسکرابر ها که معمولا تعدادشان به تعداد واحدهای ایستگاه است بصورت موازي نصب می شوند.
اسکرابرها انواع مختلفی دارند برخی انواع قدیمی تر ، از صفحات فلزی مشبک جهت فیلتر کردن گاز استفاده می نمایند . بدین ترتیب که گاز از وسط اسکرابر وارد شده و در اثر برخورد با این صفحات ، ذرات جامد و مایع گاز به سمت پایین جریان یافته و از طریق شیر تخلیه به بیرون هدایت می شوند.
نوع دیگر این اسکرابر ها از نوع سیکلو تیوپی[۲۸] بوده و دارای مزایای زیر می باشند:

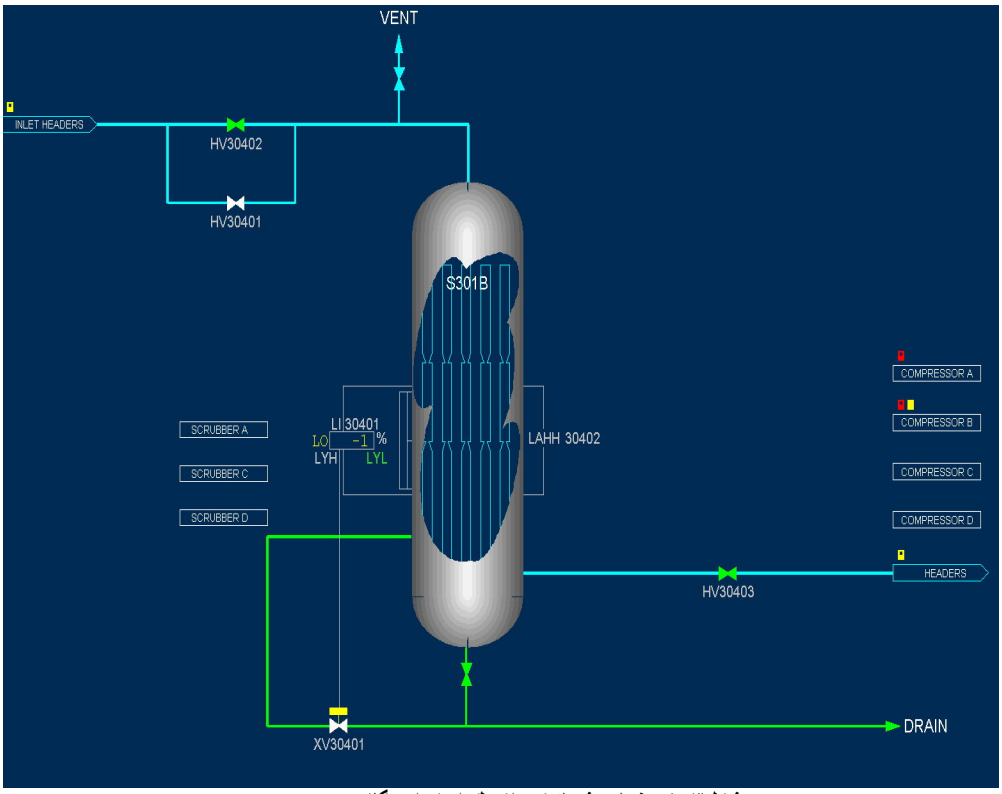
- کارآیی بالا در جذب و جدا سازی ذرات خارجی، بازدهی ۹۹% در جذب ذراتی که بزرگتر از ۱۰ میکرون هستند.
- دارای هزینه تعمیراتی پایین بوده به طوری که خود تمیز کننده بوده و مصرفی نمی باشند.
- بدليل آنكه ذرات جامد توسط مايعات جذب مي‌شوند، گاز در اين فيلترها دائمي و بدون مانع جريان دارد.

گاز وارد شده به اسکرابر ، به وسیله سیکلو تیوبها دارای جریانی چرخشی می شود. این چرخش باعث ایجاد نیروی گریز از مرکز شده که در نتیجه آن ذرات و مایعات به طرف دیواره سیکلو تیوب پرتاب می شوند. این ذرات سپس در طول دیوارة تیوب‌ها حرکت کرده و از دو خروجي (خروجي مرحلة اول و دوم) كه به منظور خارج شدن اين ذرات در ديوارة تيوب‌ها تعبيه شده است ، خارج مي‌شوند. ذرات جامد و مايعي كه از تيوب‌ها خارج شده‌اند، در ته اسكرابر جمع شده و سپس توسط شير تخليه‌اي كه در آنجا تعبيه شده است، تخليه مي‌شوند. لازم به ذكر است كه تخلية اين ذرات بر حسب سطح مايع جمع شده در ته اسكرابر صورت مي‌گيرد. اين سطح توسط سنسورهايي كه سطح حداقل و حداكثر را تشخيص مي‌دهند ، شناسايي شده و بر اين اساس ، فرمان باز يا بستن به شيرهاي تخليه داده خواهد شد. مايعات جمع آوری شده از طريق شبكه تخليه هيدرو كربنها به سمت چاه تخليه هدايت می گردند.

[28] Cycle tube

در برخی اسکرابرها در جهت بالا بردن بازده و نتیجه بهتر ، علاوه بر عمل چرخش گاز داخل مخزن ، جداسازی ذرات ، بوسیله فیلترهای عمودی که بصورت لوله نصب شده اند انجام می گیرد تا عمل تصفیه بهتر انجام گیرد . ضمن اینکه برای اطمینان از جذب ذرات جامد و مایع باقی مانده ، در قسمت خروجی لایه ای توری مانند نصب می شود تا این مقدار ذرات باقی مانده را نیز به دام اندازد.
علاوه بر سیستم فیلترینگ اسکرابرها معمولا در ورودی کمپرسور گاز از یک نوع فیلتر با نام strainer استفاده می شود تا مانع از ورود ذرات ریزی که از اسکرابر عبور کرده اند به داخل کمپرسور گاز شود.

- ✓ در نظر گرفتن اختلاف فشار دو طرف strainer از وظایف روزانه بهره بردار می باشد.



شکل۳-۱ : نماي شماتيكي از يك اسكرابر گاز

شیرهای ورودی وخروجی اسکرابرها در زمان مورد نیاز ، آنها را از خط لوله سراسري و ارتباط با کمپرسورهاي گاز جدا می کند . علاوه بر این ، شیر تخلیه گاز نیز در انتهای هدر ورودی در نظر گرفته شده است تا در زمانهای مورد نظر و اضطراری بتوان در سریعترین زمان ممکن ، گاز را تخلیه نمود. ضمن اینکه هر اسکرابر نیز مجهز به یک شیر تخلیه گاز دستی می باشد ، که به شبکه تخلیه گاز متصل می باشد. به منظور محافظت از اسکرابر در فشار های بالا ، یک شیر اطمینان فشار[۲۹] در بالای اسکرابر در نظر گرفته شده است. البته این شیر در صورتیکه فشار گاز اسکرابر بیش از حد بالا رود ، نیز عمل کرده و مقداری از گاز اضافی را تخلیه می نماید. نحوه نصب این اسکرابرها بگونه ای است که بدون توقف ایستگاه بتوان آنها را تعمیر و نگهداري کرد.
وظایف بهره بردار در مورد اسکرابرها :

[29] Pressure Safety Valve

- ✓ بازدید روزانه
- ✓ در نظر داشتن اختلاف فشار دو طرف اسکرابر
- ✓ مسلط بودن به نحوه باز و بسته کردن شیرهای ورودی و خروجی و شیر تخلیه گاز و مایعات هیدروکربنی

توربوکمپرسورها

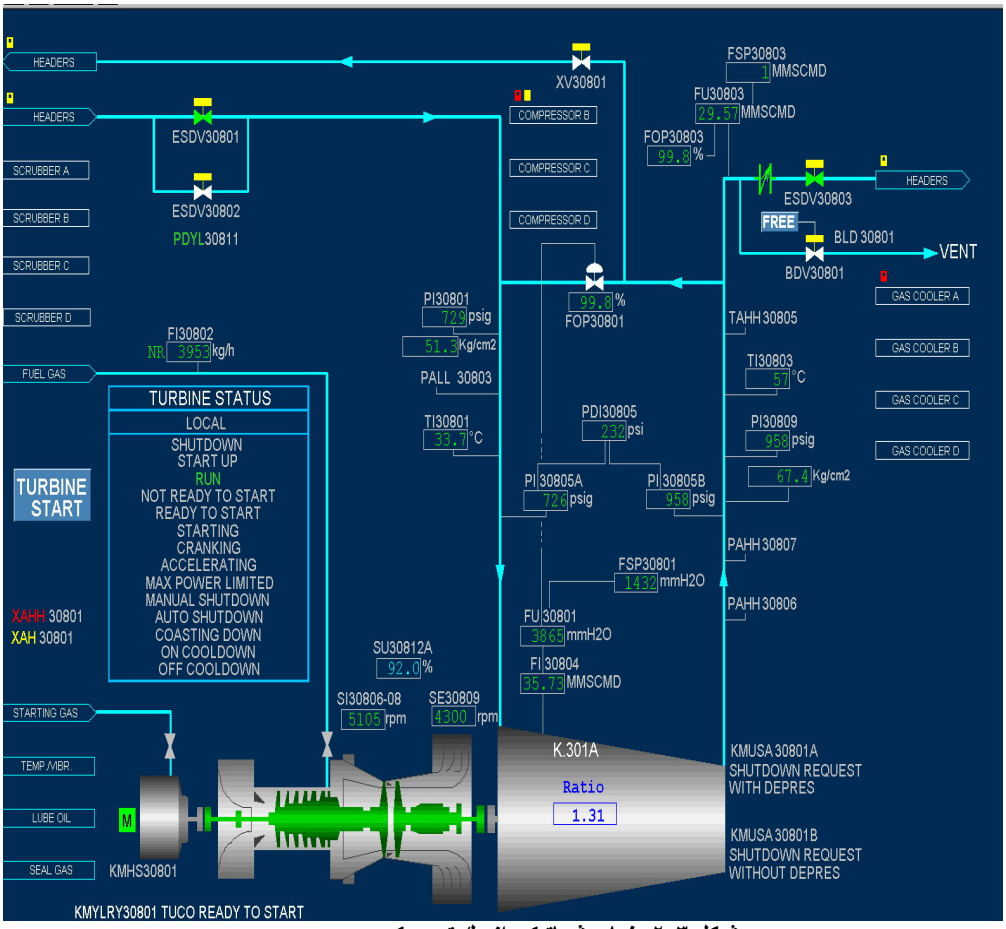
گاز تصفیه شده در اسکرابرها ، وارد هدر ورودی واحدها شده ، جهت افزایش فشار از طریق شیر ورودی واحد به سمت کمپرسورهای گاز که بطور موازي نصب شده‌اند ، می رود. هر واحد توربوکمپرسور را میتوان به دو بخش توربین گاز و کمپرسور گریز از مرکز گاز تقسیم نمود که در زیر به طور مختصر از آنها و تجهیزات مربوطه می پردازیم.

هر واحد در این بخش از قسمت‌هاي زیر تشکیل شده است:

۱. يك توربين گازي (توربوكمپرسور) به عنوان محرك، همراه با سيستم‌هاي كمكي آن شامل؛ روغن روغنكاري، خنك كنندة روغن، فيلتر هواي ورودي، سيستم اگزوز، سيستم كنترل و ....
۲. يك كمپرسور گاز از نوع گريزازمركز
۳. يك خط برگشت گاز به منظور جلوگيري از سرج كمپرسور گاز

هر توربین گاز از دو مجموعه پره مستقل تشکیل شده است . به توربین مرحلة اول توربين فشار قوي (HPT)[30] گفته مي‌شود ، که به روتور کمپرسور هوا متصل بوده و آن را می چرخاند و در ضمن باعث چرخش شفت تجهیزات فرعي نيز مي‌شود. توربین مرحلة دوم یا توربین فشار ضعیف(LPT) [31] نیز کمپرسور گاز را مي‌چرخاند. طراحی دو مرحله ای توربین‌ها، موجب عملکرد دو توربین در دورهاي مختلف و دلخواه شده ، در نتیجه می توان بارگذاري دلخواهي را بر روي کمپرسور گاز نمود.

[30] High Pressure Turbine
[31] Low Pressure Turbine



شكل ۳-۲: نماي شماتيكي از يك توربوكمپرسور

هر توربوكمپرسور داراي يك سيستم روغنكاري يكپارچه شامل؛ پمپ‌هاي روغن، فيلترها، سيستم حفاظت در برابر دماي بيش از حد، تانك ذخيرة روغن و يك خنك‌كنندة روغن كه در خارج از توربوكمپرسور قرار دارد، مي‌باشد.

علاوه بر موارد فوق، هر توربوكمپرسور داراي فيلتر هواي ورودي خود تميزكن، شير آنتي‌سرج مجزا، عايق‌هاي صوتي[۳۲] در خروجي به منظور به حداقل رساندن سر و صدا، و راهروها و نردبان‌هايي براي بازديد و چك كردن واحد، مي‌باشد.

هر مجموعة توربوكمپرسور داراي يك پردازشگر مي‌باشد، كه اساس سيستم كنترل را تشكيل داده و به نام پانل كنترل واحد (UCP) شناخته مي‌شود. اين پانل به منظور حفاظت، نمايش و كنترل پارامترهاي وابسته به واحدها، به طور كامل تجهيز شده‌است.بر روي هر واحد يك شير كنترلی ضد سرج به منظور حفاظت از كمپرسور در مقابل پديده خطرناک سرج ، نصب شده است. خط ضد سرج ، خروجي و ورودي كمپرسور را از طريق يک خط لوله ارتباط می دهد كه در آن فلوی خروجي كمپرسور به ورودي متصل می شود. ابتدای استارت هر واحد ، شيرهای ورودی و خروجی واحد بسته اند ، پس از صادر شدن فرمان استارت ، شير ورودی باز می شود ولی شير خروجی تا رسيدن به دور خاصی بسته می ماند و گاز از طريق شير آنتی سرج از خروجی به ورودی می رود .سرج پديده خطرناكی است كه در صورت كمبود فلو با توجه به دور توربين ، بوجود آمده و درصورت وقوع ، موجب لرزشهای شديد كمپرسور و در نتيجه توربين خواهد شد سيستمهای حفاظت توربين درصورت نزديكی به شرايط سرج به صورت

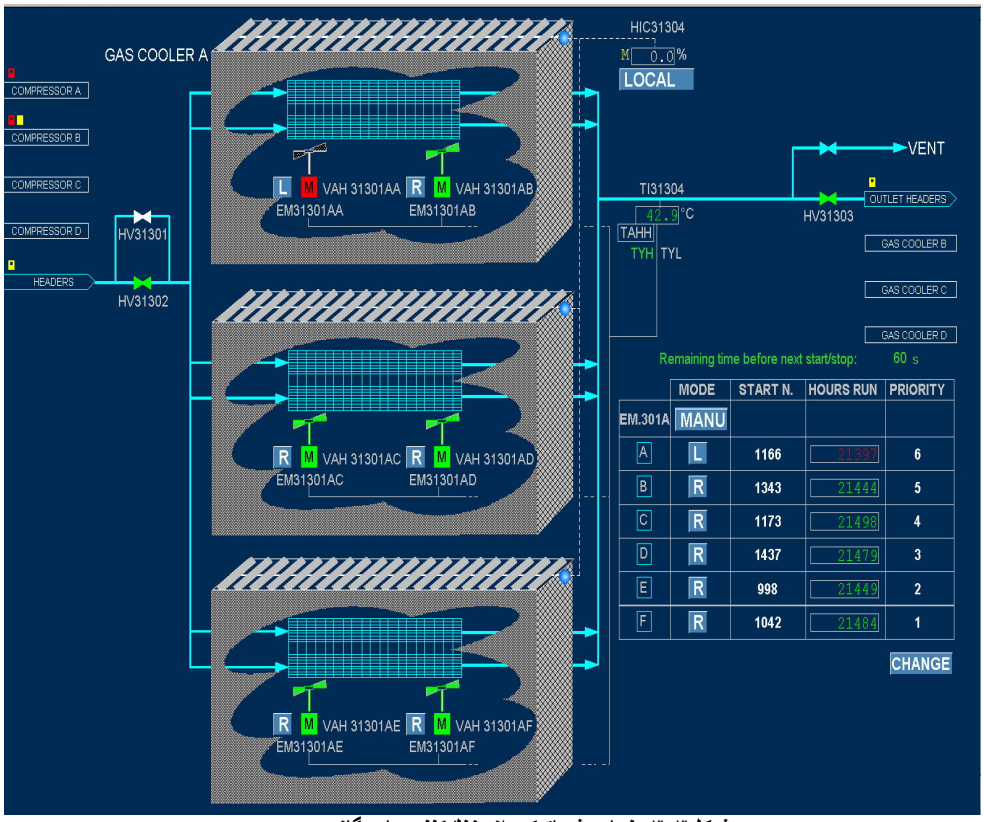
[32] Silencer

اتوماتیک به شیر آنتی سرج فرمان باز شدن خواهد داد تا فشار و در نتیجه فلوی ورودی را تقویت نموده و از بروز این پدیده خطرناک جلوگری نماید. در صورتیکه به هر دلیلی این شیر نتواند از سرج جلوگیری کند و یا در سرویس نباید سیستمهای حفاظت از واحد ، فرمان توقف اضطراری را خواهند داد. در تمام طول کار کمپرسور، دماي گاز ورودي و خروجي كمپرسور به منظور جلوگيري از بيش از حد گرم شدن كمپرسور، اندازه گيري و كنترل مي‌شود. در كمپرسورهاي گاز از سيستم آب‌بند گازي به منظور آب‌بندي كمپرسور، و در توربين گازي از سيستم هوا براي آب‌بندي و خنك‌كاري استفاده مي‌شود. در حالت استارت و توقف واحدها (توقف بصورت اضطراري و عادي)، مراحل تخلية گاز ، از طريق UCP صورت مي‌پذيرد. در حين استارت واحدها ، به منظور گازدار كردن كمپرسورها از شير باى پاس شير ورودي استفاده مي‌شود.
به دنبال توقف هر واحد از توربوكمپرسورها ، شيرهاي ورودي و خروجي واحدها بسته ، شير ضد سرج باز و شير سوخت توربين نيز بسته مي‌شود. در صورتي كه يك توقف اضطراري به همراه فشارزدايي اتفاق افتد ، علاوه بر موارد فوق، گاززدايي واحدها از طريق يك شير تخليه كه در بالا دست شير خروجي كمپرسور قرار دارد، بطور اتوماتيك انجام مي‌گيرد. به دلیل محدودیتهای خط لوله سراسری والبته مقاومت اتصالات توربو کمپرسور در خروجي هر كمپرسور چند اندازه‌گير فشار مستقل، به منظور جلوگيري از افزايش فشار بيش از حد كمپرسور نصب شده است.

خنک کننده گاز

گاز پس از فشار دار شدن و گذر از شیر خروجی واحد ، وارد هدر خروجی واحدها شده ، سپس به سمت هدر ورودی خنک کننده هدایت می شود تا به دمای مطلوب برسد. به دلیل محدودیتهای موجود در متریال خط لوله سراسری والبته بالا بردن راندمان ، گاز فشرده خروجی واحدها را خنک می کنند .

این سیستم به چند قسمت مختلف ، جهت خنک کردن گاز خروجی از کمپرسور ها مجهز شده است. هرقسمت آن شامل چند فن خنک کننده است. تعداد قسمتها و در نهایت فن ها به تعداد توربو کمپرسورها و البته شرایط محیطی منطقه ای که ایستگاه در آن قرار دارد بستگی دارد.



شكل۳-۳: نماي شماتيكي از خنك‌كننده‌هاي گاز

كولرهاي گاز از نوع جريان اجباري مي‌باشند. حداكثر دماى خروجى مجاز در حدود 50ºc (بسته به شرايط منطقه) می باشد ، كه بوسيله يک عدد ترانسميتر دما كه در خروجى هر قسمت واحد خنک كننده نصب شده كنترل و بر همين اساس هم ، فن ها بصورت اتوماتيک ، روشن و خاموش می شوند. اين كولرها در دو حالت اتوماتيك و دستي قابل استفاده هستند. در حالت اتوماتيك دماي پايين دست كولرهاي گاز از طريق يك اندازه‌گير دما اندازه‌گيري و كنترل شده، و بر اساس اين مقدار فرمان استارت يا توقف موتورهاي الكتريكي فن‌ها، به سوئيچ‌هاي آنها فرستاده مي‌شود. به منظور كاركرد يكسان فن‌هاي هر واحد، يك ترتيب در استارت و توقف فن‌ها از طريق سيستم كنترل و نظارت (SCS)، صورت مي‌گيرد. اما در حالت دستي از اتاق كنترل و با فرمان بهره‌بردار مي توان آنها را روشن يا خاموش نمود. كولرها را مي‌توان از طريق دكمه[۳۳]هايي كه در محل قرار دارد نيز روشن و خاموش كرد. ضمناً هر يک از اين فن‌ها داراى يک حفاظت در برابرارتعاشات مي‌باشند هرچند در طراحي اين واحدها مود اتوماتيك[۳۴] نيز درنظر گرفته شده است، اما با وجود كارآمدي سيستم كنترلي، واحدهاي خنك كننده گازي با تصور به حداقل رساندن تعداد استارت‌ها و جلوگيري از روشن و خاموش شدن پي در پي واحدهاي خنك‌كننده، به صورت دستي كنترل مي‌شوند. در صورت افزايش بيش از حد دما ، ترانسميتر های دمايی كه در خروجی بنک ها قرار داده شده اند واحدها را متوقف می كنند. هر كدام از موتور فن ها بوسيله يک ارتعاش سنج در برابر لرزش بيش از حد محافظت شده اند. خنک كننده هاي گاز به دريچه هايی كه ميزان باز و بسته بودن آنها توسط بهره بردار بصورت اتوماتيک يا بصورت محلی تعيين مي گردد ، مجهز شده اند. چنانچه جهت تعميرات يا كارهای متفرقه نياز به از سرويس خارج كردن آنها باشد ، می

[33] Push Button
[34] Automatic mode

توان توسط یک شیر بای پاس ، گاز را بدون وارد کردن به سیستم خنک کننده به خط خروجی ایستگاه منتقل کرد. در این حالت گاز بدون عبور از کولرهاي گاز توسط خط بايپاس آن ، به خط لوله سراسري هدايت مي‌شود. به دنبال توقف ایستگاه ، بخش کولرهاي گاز از طريق بسته شدن شيرهاي ورودي و خروجي هر واحد ، از ایستگاه و همچنين خط لوله سراسري جدا مي‌شود.فشارزدايي اضطراري و اتوماتيك ایستگاه از طريق شيرهاي تخليه‌اي كه در هدر خروجي كولرها قرار دارد، صورت مي‌گيرد. همچنين فشارزدايي هر واحد از كولرها را مي‌توان به صورت دستي و از طريق شيري كه در خط ورودي گاز قرار دارد ، انجام داد. در این حالت گاز به شبکة تخلیه هدایت مي‌شود.

وظایف بهره بردار در مورد سیستم خنک کننده به شرح زیر است:

- ✓ نظارت بر حسن عملکرد سیستم طی بازدید روزانه
- ✓ کنترل کردن مداوم دمای گاز خروجی از واحد خنک کننده
- ✓ داشتن تسلط کامل به نحوه باز و بسته شدن شیرهای ورودی و خروجی وشیر بای پاس
- ✓ دانستن موقعیت شیرهای تخلیه اضطراری
- ✓ بازدید روزانه از فن ها تا در صورت داشتن لرزش های غیر عادی متوقف شوند.

اجزاي كمكي ایستگاه

سیستم تامین هوای ابزار دقیق ایستگاه

دو عدد کمپرسور هوا (یکی در سرویس و دیگری آماده بکار) ، یک مجموعه خشک کننده و یک مخزن ذخیره هوا ، وظیفه تامین هوای فشرده ایستگاه را به عهده دارند . هوای ورودی به کمپرسور فشرده شده ، سپس از خشک کننده های هوا عبورکرده و وارد مخزن ذخیره هوا می شود.

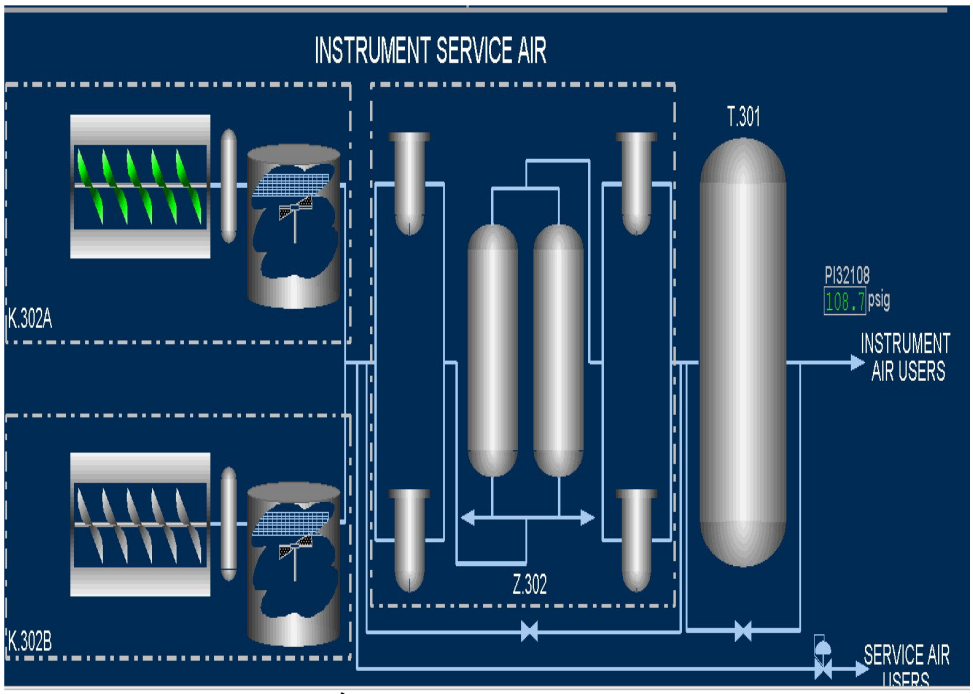
مصارف هوا در ایستگاه عبارتند از:

۱. به عنوان عملگر شير آنتي سرج توربوكمپرسورها و شير ريسايكل ایستگاه
۲. به عنوان عملگر دمپرخنك كننده روغن[35] توربوكمپرسورها
۳. سيستم آب بندي خشك[۳۶] كمپرسور گاز
٤. خنك‌كاري سنسورهاي ارتعاشات
٥. تميز كاري فيلترهاي هواي ورودي توربوكمپرسور(سيستم پالس جت[۳۷])

هر كمپرسور هوا شامل يك كمپرسور كه می تواند از نوع رفت و برگشتی و يا پيچشي باشد و موتور الكتريكي محرك آن، جداكنندة روغن [۳۸]، خنک کننده ها و كنترل كننده‌هاي وابسته، به همراه پانل كنترل محلي، باشد. كمپرسور هوا را مي‌توان بصورت دستي و از طريق شستي‌هاي روشن/خاموش كه بر روي پانل محلي قرار دارد و يا بصورت كنترل از راه دور و از طريق SCS ، استارت و متوقف كرد. وظايف منطقي كمپرسورها بصورت اتوماتيك و از طريق سيستم مديريت كمپرسور، كنترل مي‌شود. ولی اطلاعات دقيق تر راجع به روغن ، فيلترها، ساعت كاركرد و آلارم[۳۹]های آنها، در محل قابل مشاهده است .این كمپرسور ها (بوسيله فشار خروجی كنترل شده آنها) را می توان توسط سيستم كنترل ایستگاه از اتاق كنترل يا بصورت دستی در محل، استارت و استاپ نمود چنانچه در حالت كنترل اتوماتيک بر اساس احساس نياز، فرمان استارت صادر شود ،

[35] Oil cooler damper
[36] Dry seal gas
[37] Puls jet
[38] Oil Separator
[39] Alarm

ولی به هر دلیلی روشن نشود و یا اینکه فشار خروجی از حد مجاز تعیین شده کمتر گردد ، کمپرسور هوای کمکی روشن می شود. کمپرسور هوا در محل نیز ، بوسیله پانل کنترل محلی تحت کنترل هستند . شرح وضعیت کمپرسور، آلارم ها و توقف ها ، روی این پانل قابل مشاهده اند . رطوبت هوای خروجی از کمپرسور بوسیله سیستم خشک کننده هوا[40] گرفته می شود. نرخ جریان هوایی که این سیستم بصورت خشک تولید می کند بسته به نوع طراحی ایستگاه و توربوکمپرسور دارد. زیرا در برخی طراحی ها هوای مورد نیاز آب بندی کمپرسور گاز از کمپرسور هوا استفاده شده که در این صورت مقدار هوادهی آن باید بیشتر باشد و در برخی دیگر، این هوا از هوای یکی از مراحل کمپرسور محوری توربین گاز تامین می شود که در این صورت کمپرسور محوری توربین گاز مربوطه بزرگتر خواهد بود. ضمن اینکه طبیعتا مقداری از توان توربین گاز ، صرف تامین این هوا خواهد شد. مخزن هوا نیز طوری طراحی می گردد تا در صورت قطعی برق ایستگاه ،برای مدت زمان قابل قبولی، توان تغذیه هوای کل سیستم را داشته باشد.چند عدد شیر اطمینان[41] در خروجی کمپرسورها نصب شده تا در مقابل فشار بیش از حد از سیستم، حفاظت نماید. این شیر ها در خروجی خشک کننده و روی مخزن ذخیره هوا تعبیه شده است. در خروجي اين مخزن نيز يك فشار سنج به منظور مشاهدة فشار شبكة هواي ابزار دقيق ، تعبيه شده است. در صورتیکه این واحد از کار بیفتد و پس از مصرف ذخیره هوای مخزن ، ایستگاه با توقف اضطراری از نوع اول روبرو خواهد شد.



شكل ٣-٤ :نماي شماتيكي از واحد توليد هواي فشرده

وظایف بهره بردار در قبال واحد تولید هوای ابزار دقیق ایستگاه:

- ✓ بازدید روزانه و نظارت بر حسن عملکرد واحد

[40] Air dryer
[41] Safty valve

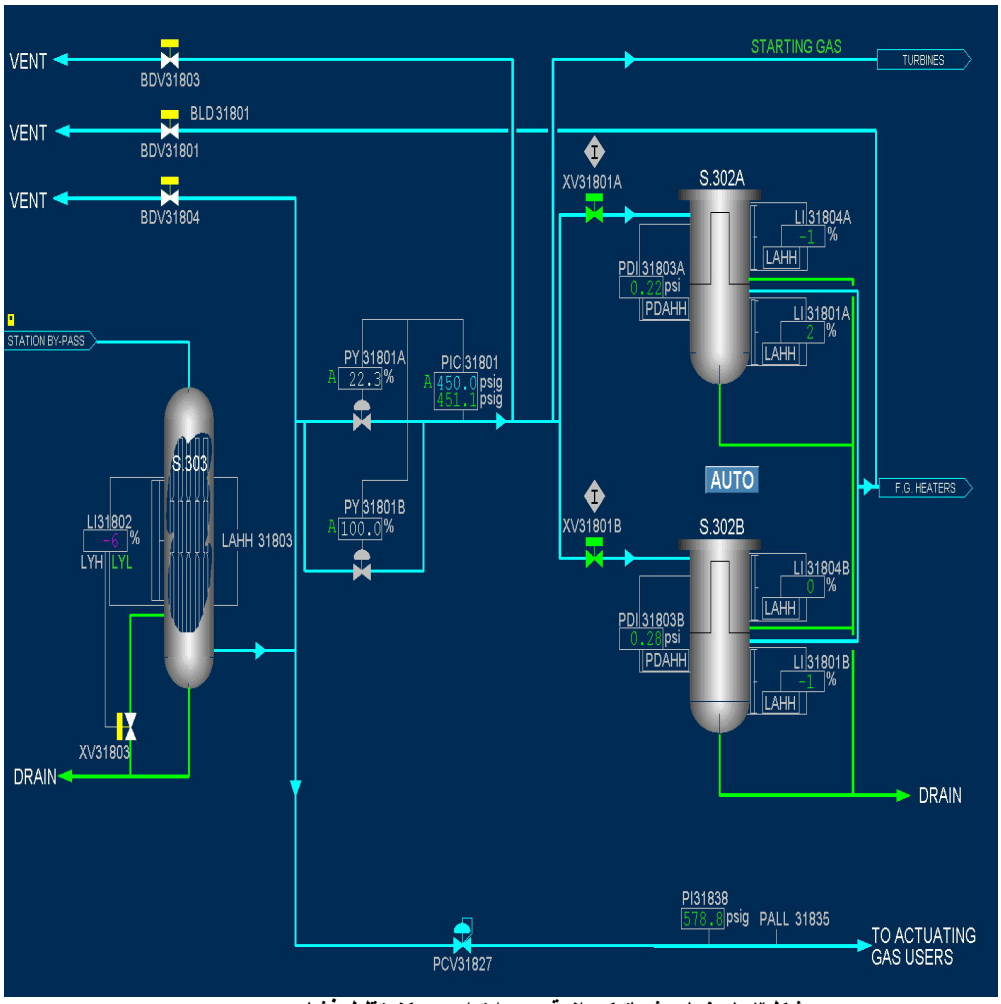
- ✓ تحت کنترل داشتن مداوم فشار هوای خروجی واحد
- ✓ کنترل دما و فشار روغن کمپرسور ایستگاه

مرکز تقلیل فشار

این واحد جهت تامین گاز مصرفی ساختمان اتاق کنترل , سوخت توربین , سوخت مولد اضطراری , سوخت بویلر[۴۲] ها , گاز راه انداز توربین انبساطی(در صورت وجود توربین انبساطی) و گاز عمل کننده شیرها[۴۳] (در صورتیکه ایستگاه دارای سیستم جداگانه ای جهت بهره برداری از شیرها باشد) طراحی می شود و به فراخور آن می تواند شامل قسمتهای زیر باشد: اسکرابر گاز، فیلتر گاز ، سیستم گرم کننده گاز (بویلر و مبدل حرارتی یا هیتر های الکتریکی)، هیتر الکتریکي گاز(جهت گرم کردن گاز مصرفی مولد) ، فشارشکن و ابزارآلات اندازه‌گیري.

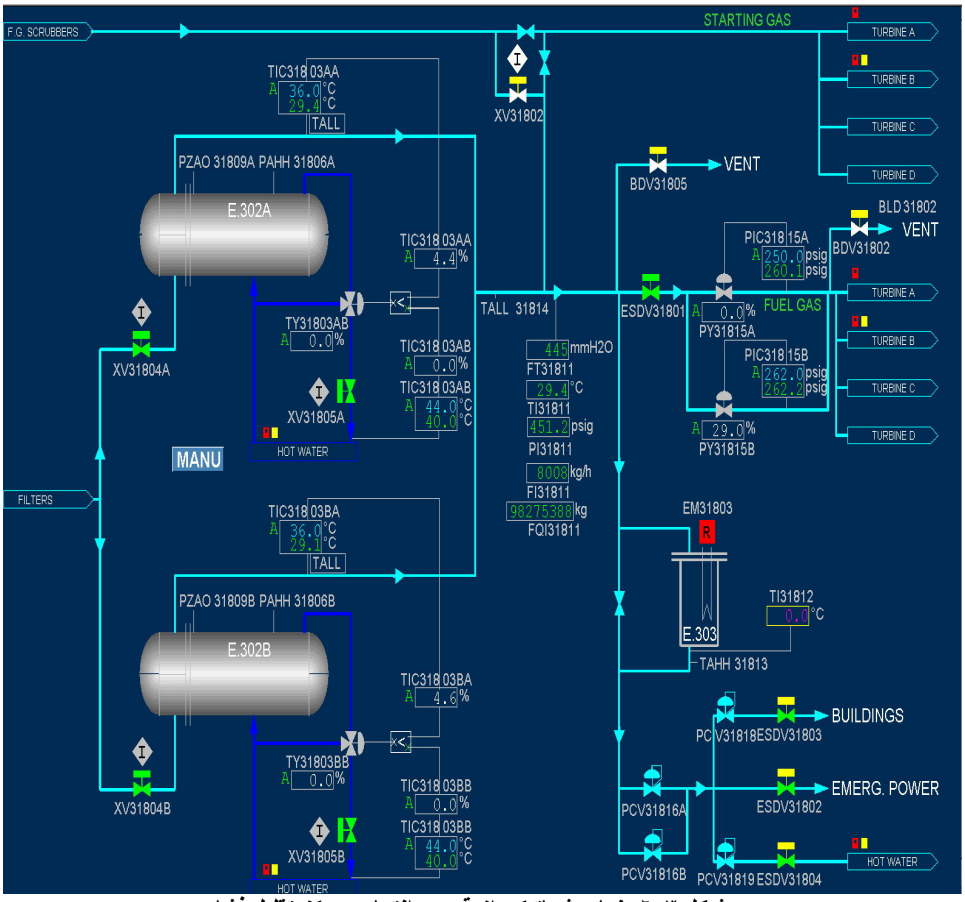
طراحی مرکز تقلیل فشار در ایستگاههای مختلف ، بدلیل تفاوت ساختار توربین های گاز و طراحی پروسه ورود و خروج گاز ایستگاه ، متفاوت است ولی اصول کلی آن در تمامی ایستگاهها بر مبنای تجهیزات مختلفی که گازسوز هستند و تامین فشار و فلوی مورد نیاز این تجهیزات می باشد. بنابراین ابتدا این تجهیزات و فشار و فلوی مورد نیاز آن ها تعیین شده سپس طی مراحل مختلف و پس از تصفیه گاز ورودی به مرکز تقلیل(زیرا گاز مورد استفاده این قسمت، از ایستگاه و در نتیجه اسکرابر ورودی آن نمی گذرد) توسط شیرهای کنترلی و طی مراحل متعدد فشار گاز به اندازه مورد نیاز آن شکسته شده و برای مصارف تعیین شده فرستاده می گردد.

[42] Boiler
[43] Actuating gas



شكل۳ـ۵: نماي شماتيكي از قسمت ابتدايي مركز تقليل فشار

گاز مورد نياز واحد تقليل فشار را مي‌توان از ورودي يا خروجي ايستگاه تامين كرد. اين كار از طريق خطوط گرفته شده از طرفين شير باي‌پاس ايستگاه صورت مي‌گيرد. معمولا بهتر است اين گاز را از ورودی ايستگاه كه فشار كمتری دارد ، تامين كرد زيرا فشار كمتری به اتصالات و تجهيزات وارد می كند ولی در مناطق سردسير به دليل افت مضاعف دمای گاز در مراحل افت فشار كه گاه با يخ زدگی شيرهای كنترلی فشارشكن ، همراه خواهد بود ، گاه از خروجی ايستگاه كه طبيعتا دارای دمای بيشتری است استفاده می شود تا در نتيجه آن از يخ زدگی های احتمالی تجهيزات و خود گاز جلوگيری گردد.
چند شير ، تخليه گاز در زمان اضطراري را به عهده دارند. ضمن اينكه اسكرابر، فيلترها و هيترها را مي‌توان بصورت دستي نيز فشارزدايي كرد.در ضمن اسكرابر، فيلترها، هيترها و خطوط لولة بعد از فشار شكن‌ها، به منظور جلوگيري از افزايش فشار و همچنين آتش سوزي، به شير اطمينان فشار تجهيز شده‌اند.



شكل ٣-٦: نماي شماتيكي از قسمت انتهايي مركز تقليل فشار

نکاتی که بهره بردار باید بداند:

همانطور که گفته شد پروسه مرکز تقلیل فشار در ایستگاههای مختلف ، متفاوت بوده و این تفاوت در تعداد و البته فشار مورد نیازمصرف کننده ها می باشد. ولی نکات زیر تقریبا در تمامی آنها یکسان میباشد.

بهره بردار باید:

- ✓ تمام موارد منتهی به توقف اضطراری در مرکز تقلیل را بداند.
- ✓ بر اختلاف فشار اسکرابر و فیلترها مرتبا نظارت نماید تا در زمان لازم اقدام به تخلیه مایعات و ذرات جمع شده آن بپردازد. بر روي هر فيلتر يك سنسور سطح سنج و يك نشانگر اختلاف فشار نصب شده است كه مقادير آن در اتاق كنترل و همچنين بصورت محلي قابل مشاهده است. مايعات اضافي جمع شده در فيلترها توسط ولوهاي تخليه به شبكه تخليه هدايت مي‌شود.
- ✓ بر عملکرد صحیح سیستم گرم کننده و دمای گاز نظارت نماید.
- ✓ در صورت وجود بویلر و مبدل بر حسن عملکرد و تنظیمات مربوطه نظارت نماید. مقدار جریان آبی که می بایست از مبدل عبور کند توسط یک کنترل کننده دما روی یک ولو سه راهه در خروجی مبدل تنظیم می شود.
- ✓ شیرهای مختلف را شناخته و به نحوه عملکرد آنها چه بصورت اتوماتیک و چه بصورت دستی تسلط کامل داشته باشد.

- ✓ در شرايط اضطراری و جهت تامين گاز مورد نياز مولد اضطراري ، شيري تعبيه شده است كه گاز را بدون عبور از فيلتر گاز و مبدلها به مولد مي‌رساند. با باز شدن اين شير، گاز بلافاصله و قبل از آنكه فيلترها و مبدل ها در سرويس قرار گيرند، وارد مولد اضطراري مي‌شود.

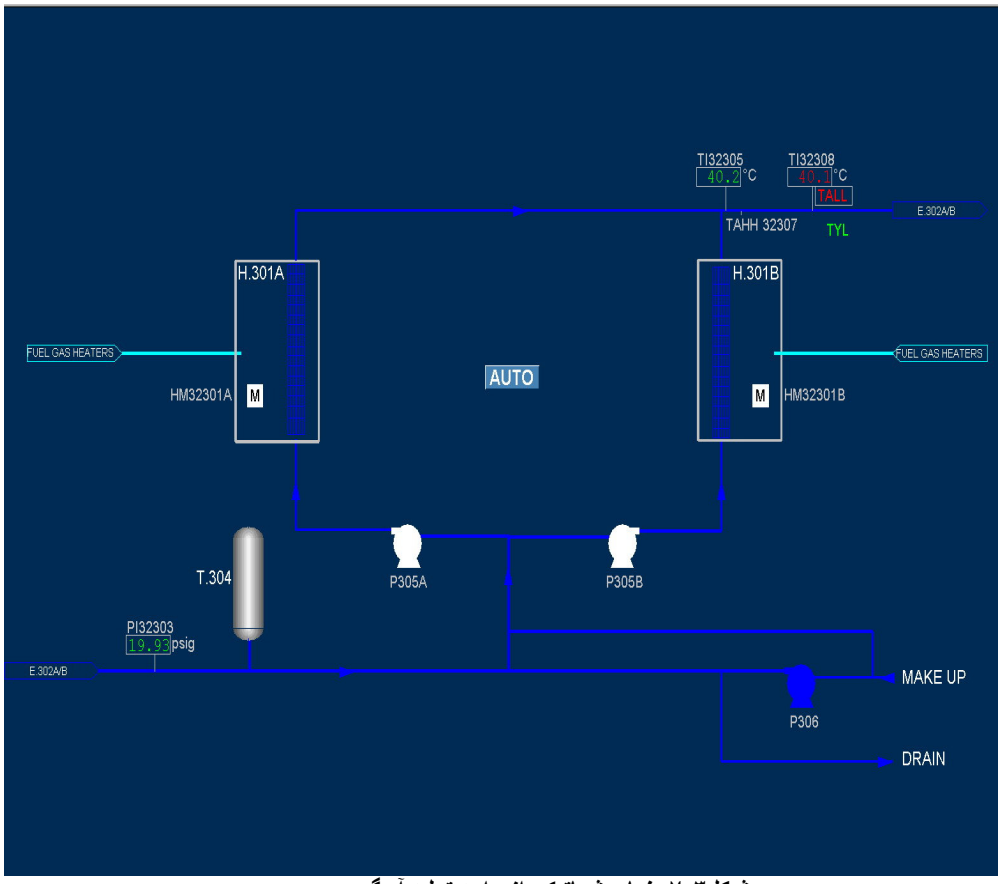
سیستم گرم کننده گاز

از آنجاییکه سوخت مورد نیاز توربین گاز از مرکز تقلیل فشار و پس از آنکه فشار آن به اندازه مورد نیاز رسید ، تامین می گردد و چون دمای این گاز در اثر کاهش فشار در چند مرحله ، پایین خواهد آمد لذا در فصول سرد سال می بایست این گاز را گرم نمود تا از یخ زدگی احتمالی آن جلو گیری نمود.
دو روش متداول جهت بالا نگه داشتن دمای گاز سوخت توربین و همچنین مولد برق وجود دارد که به شرح زیرند:

- ➢ استفاده از سیستم هیتر الکتریکی: در این روش از یک سری المنتهایی که به دور لوله های مربوطه می پیچند استفاده می شود.
- ➢ گرم کردن آب و استفاده از یک مبدل حرارتی در جهت تبادل دمایی با گاز: در این روش برای گرم نمودن آب از بویلر استفاده شده و سپس آب گرم توسط پمپی به مبدل حرارتی می رسد و در آنجا با گازی که وارد مبدل شده تبادل گرمایی می نماید.

معمولا واحد گرم كننده آب از دو بويلر ، دو پمپ گريز از مركز سيركولة آب ، يك مخزن انبساطي[44] و يك پمپ روتاری جهت هواگيري و تامين آب تشكيل شده است.

[44]Expansion drum



شكل۳-۷: نماي شماتيكي از واحد توليد آب‌گرم

از آنجاييكه دو پمپ سيركوله آب با يكديگر كوپل شده‌اند، استارت و توقف آنها همراه با يكديگر(بصورت محلي و از طريق دكمه هاي مربوطه و يا از طريق SCS) صورت مي گيرد. فشار سوخت بويلر، نرخ جريان آب ، دماي آب ورودي و خروجي بويلر توسط سنسورهای مربوطه قابل مشاهده و كنترل می باشند. جهت مقابله سيستم در برابر خطر انبساط حرارتي ناشي از تغييرات دما ، مخزن انبساطي و شير اطمينان‌هاي دما در خروجي بويلر طراحی و نصب گرديده است.

وظايف بهره بردار در قبال سيتم گرم كننده گاز:

- ✓ نظارت بر حسن عملكرد سيستم طی بازديد روزانه
- ✓ كنترل مداوم دمای خروجی بويلر
- ✓ كنترل فشار سيكل آب
- ✓ تسلط داشتن به روشن و خاموش نمودن بويلر و شيرهای مربوطه از طريق دستی
- ✓ تسلط داشتن به نحوه آب زدن سيكل بويلر

برق ايستگاه

جهت درک بهتر خواننده محترم سيستم برق ايستگاهها بوسيله شكلهای شماتيک زير توضيح داده می شود . برق توسط دو خط20KV وارد قسمت فشار قوی ايستگاه شده، دوعدد ترانسفورماتور 20KV در ورودی اين بخش قرار دارد كه دارای دو بريكر ورودی دو خط Dj_2 و Dj_1 ويک عدد Bus tie (Dj_3) برای قطع ارتباط ميان دو خط و يک عدد سكسيونر می باشد .شكل زير چگونگی قرارگرفتن اين بريكرها را در كنار هم نشان می دهد.حال اين برق از طريق سه شاخه و سه عدد بريكر (Dj_4 , Dj_5 , Dj_6) به

قسمت فشار ضعیف رسیده و پس از گذشتن از سه بریکر فوق وارد یک شمش سراسری شده و بوسیله سه عدد ترانسفورماتور کاهنده از 20KV به 380V برای مصارف اجزای توربوکمپرسورتبدیل می شود. سه عدد بریکر های Dj_{11} , Dj_9 , Dj_8 برق را پس از ترانسفورماتورها وارد شمش دیگری کرده ، توسط دو عدد بریکر Dj_{13} , Dj_{12} به سه بخش مختلف به نام های Bus A, Bus B, Bus C تقسیم می شوند که آنها با یکدیگر توسط بریکرهای Dj_{12} (Bus tie A/C) و Dj_{13} (Bus tie B/C) در ارتباطند.این بریکرها در صورت عمل نمودن رله های Under voltage و یا قطعی یکی از خط ها، مسیر عبور جریان را عوض می کنند.اگر چه هم Bus A و هم Bus B هرکدام به تنهایی قادرند برق تمام ایستگاه را تامین کنند ولی بهتراست همواره از یکی از آنها استفاده شود و مصرف کننده های ایستگاه بین آن دو تقسیم شوند.مصرف کننده های زیر هرکدام بوسیله یک استارتر در قسمت فشار ضعیف برقدار می شوند : کمپرسورهای هوا ، باتری شارژرها ،خنک کننده های گاز ، برق اتاق کنترل، روشنایی محوطه و ساختمان ها ، ساختمان اداری ، واحد UPS ، مرکزکنترل موتورها ، بانک خازنی و...

سیستم مدیریت توان و مولد اضطراري

قابليت نظارت وكنترل بر كليه بريكرهاي موجود در اتاق فشار قوی، مرکز کنترل موتور (MCC)و همچنين مولد اضطراری[45] از طريق سيستم مديريت توان(PMS) امكان‌پذير مي‌باشد. از اين سيستم مي‌توان براي باز يا بسته نمودن بريكرها و يا مشاهده اطلاعات جريان عبوري از بريكرهاي اصلي استفاده كرد.

سيستم "PMS" هر ده دقيقه خود را چک نموده و اطلاعات را ثبت مي‌كند. به طور كلي اين برنامه، قسمت‌هاي اصلي تأمين‌كننده برق ايستگاه را به يكديگر مرتبط مي‌نمايد، تا در صورت بروز مشكلات در سيستم و يا قطع ناگهاني برق به صورت خودكار آرايش بريكرها را به گونه‌اي تغيير دهد كه در جريان برق ايستگاه وقفه‌اي پيش نيايد. به عنوان مثال در صورت قطع برق يكي از خطوط سراسري اين سيستم رابط بين دو خط (Dj3)را متصل نموده و هر دو شاخه فرعي را برقدار مي‌نمايد. در صورتي كه هر دو خط شبكه سراسري دچار قطعي برق شود، اين سيستم ورودي هر سه ترانسفورماتور 20Kv/380v را قطع كرده و توسط يك آلارم اپراتور را مطلع مي‌سازد. در همين لحظه سيستم اقدام به استارت مولد اضطراري مي‌نمايد.

مولد برق اضطراری

جهت تغذیه برق ایستگاه در زمان قطعی از یک مولد برق اضطراری استفاده شده است. در صورتیکه مولد در سرویس قراربگیرد بریکر Dj_{14} بسته شده ، برق وارد باس Cشده و آماده تغذیه دو باس دیگر می گردد و سیستم مدیریت برق ایستگاه (PMS) به بریکر Dj_{12} فرمان بسته شدن داده، هر سه باس یکی می شوند در این زمان هر سه بریکر خروجی ترانسفورماتور ها بازمی باشند.

برق 380/220 تغذية قسمت‌هاي زير را از طريق دو خط بر عهده دارد:

- توربوكمپرسورها
- MCC كولرهاي گاز
- مركز تقليل فشار
- تاسيسات مربوط به ساختمان‌هاي مختلف تغذيه ابزارآلات

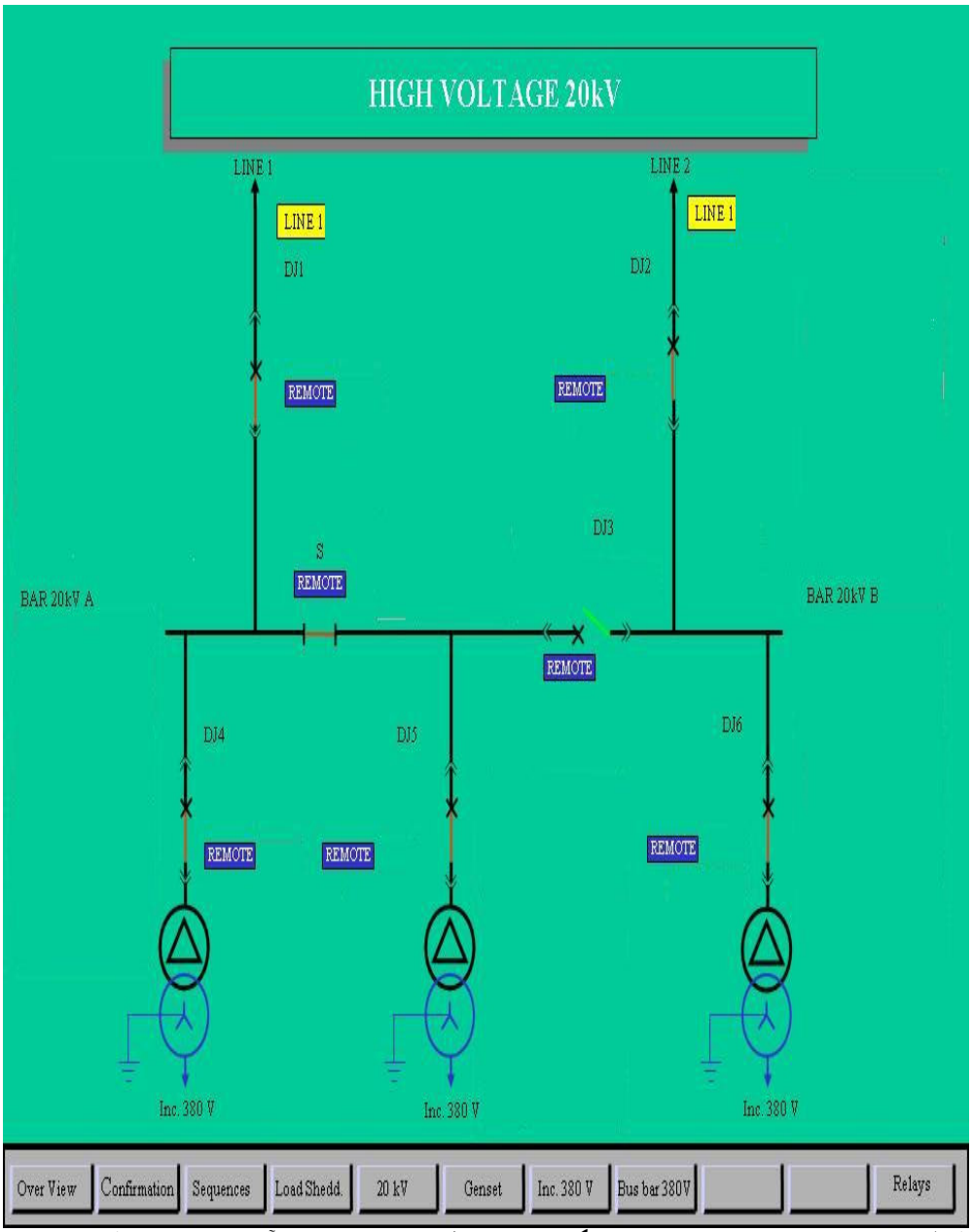
كنترلي از طريق UPS، و بصورت 220 Vac و 110 Vdc مي‌باشد.

در موقع قطع و یا اشکال در سیستم برق، سیستم مدیریت توان (PMS) مدار سه ترانسفورماتور را باز کرده و توسط يك آلارم بهره بردار را از این موضوع آگاه مي‌سازد.

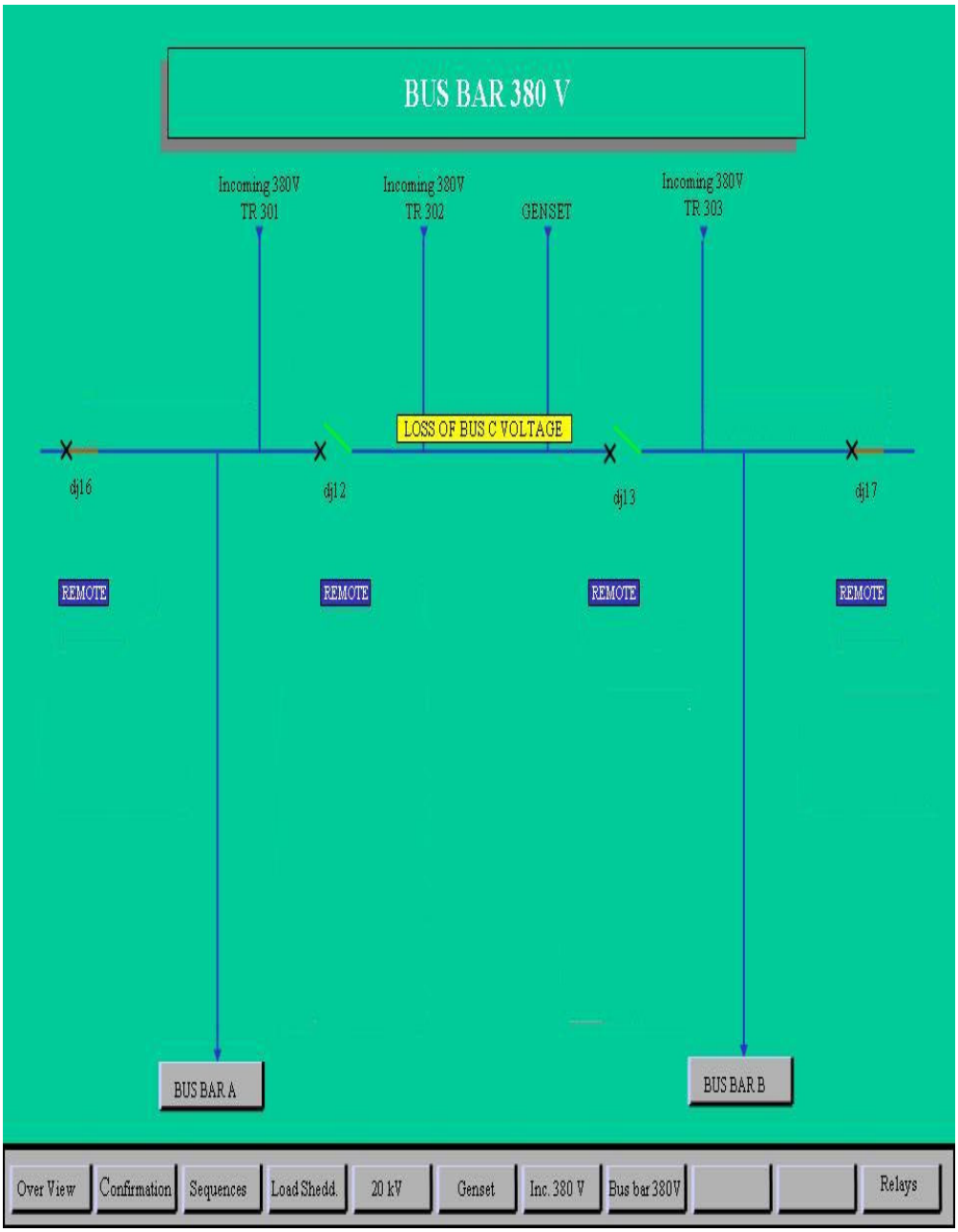
---

[45]Emergence Gas Engine

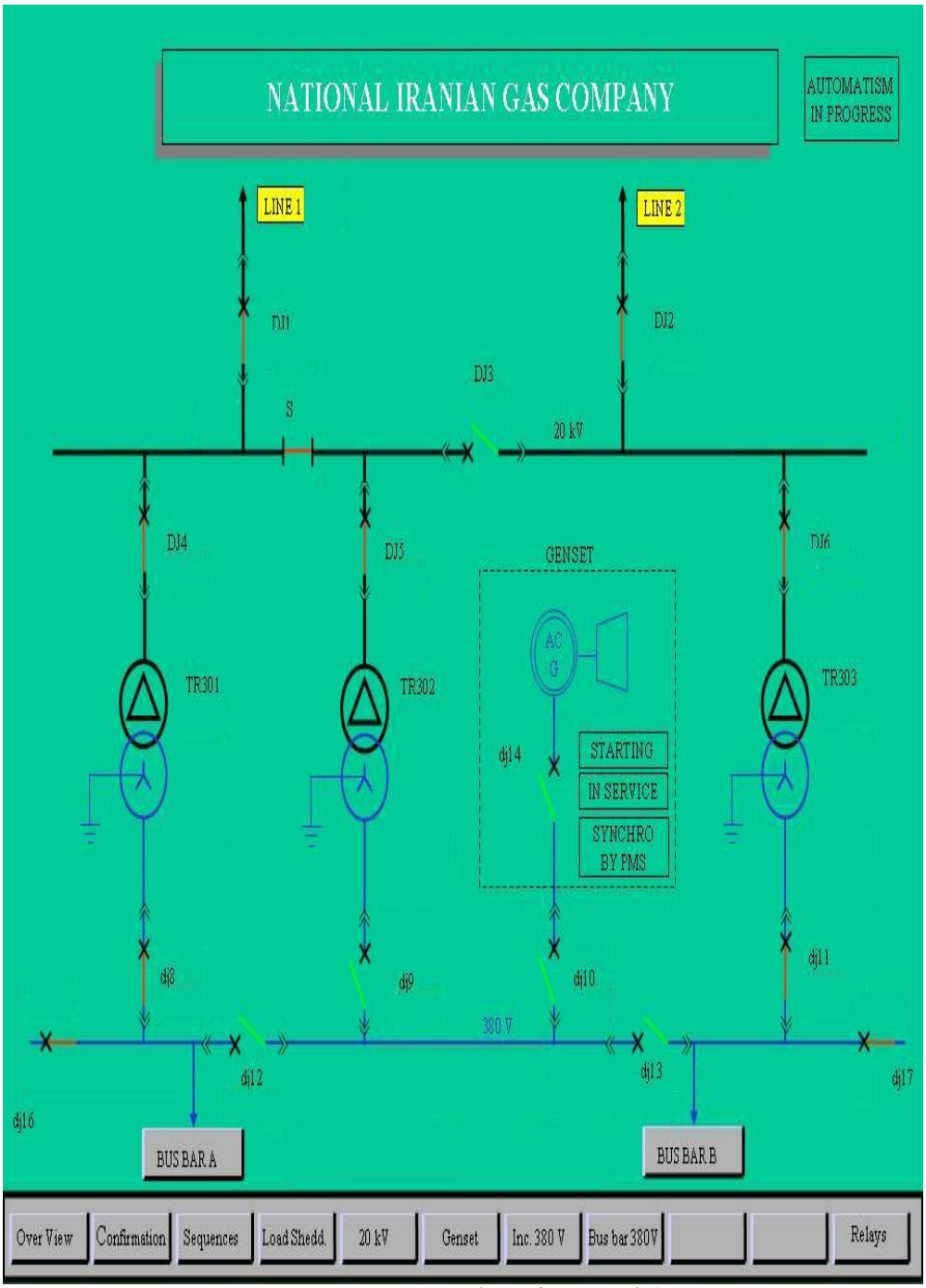
مولد به هنگام ارسال فرمان استارت از طريق بهره بردار و يا از طريق سيستم PMS، راه‌اندازي خواهد شد. سپس سرعت گرفته تا به فركانس و ولتاژ قابل قبول برسد.بارگذاري مولد مي‌تواند توسط بهره بردار صورت بگيرد كه در اين حالت مولد در بارگذاري كمتر، سريع‌تر به فركانس قابل قبول مي‌رسد. در حالت اتوماتيك، بارگذاري بصورت اتوماتيك و بر اساس برنامة تنظيم شده در سيستم اتوماتيك آن، صورت مي‌گيرد.



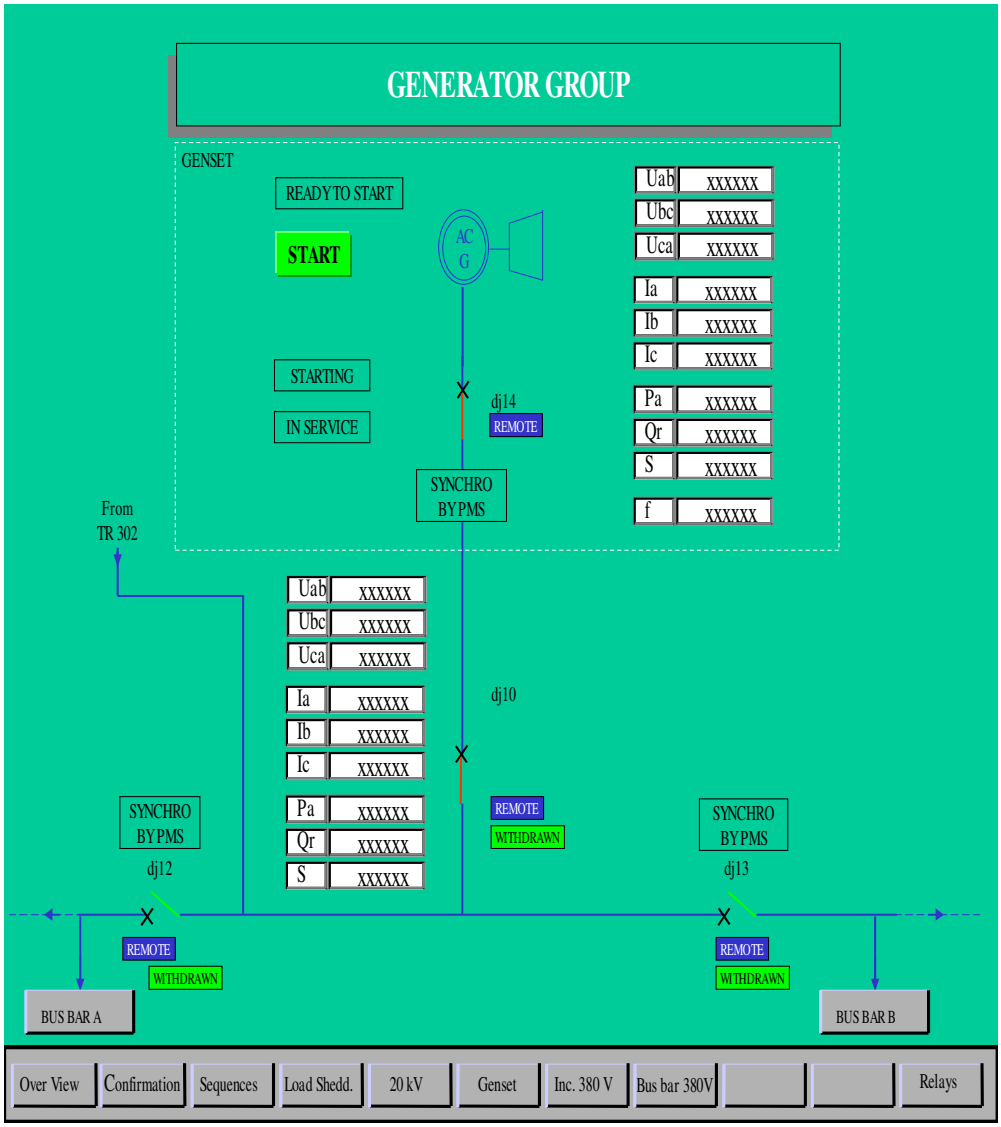
شكل ۳-۸:نماي از ورودي برق۲۰KV ايستگاه و سه ترانسفورماتور كه خروجي آنها ۳۸۰V مي باشد



شكل۳-۹: نمايي از خروجي ترانسفورماتورها و ورود برق۳۸۰V به BUS A و BUS B



شكل۳-۱۰: صفحه اصلي سيستمPMS



شکل۳-۱۱: نمایی شماتیک از بریکرها و سیستم برق رسانی مولد اضطراری

سیستم حفاظت از اتاق مولد

در زمان کارکرد مولد می بایست توده‌ای از هوا در این اتاق جریان داشته باشد. این جریان هوا باعث خنک شدن قسمت‌های گرم مولد می‌شود. این سیستم تهویه به طور اتوماتیک با دمای هوای اتاق روشن و خاموش می‌شود. البته بطور دستی نیز می‌توان آن را (روشن و خاموش) کنترل نمود. این سیستم دارای فن مکنده‌ای می‌باشد که با روشن شدن آن، در طرف دیگر اتاق همزمان یک دریچه باز می‌گردد، تا هوا همیشه در جریان باشد. یک عدد سنسور تشخیص دود جهت ارسال آلارم و توقف واحدها در اتاق مولد نصب شده است اگر این سنسور فعال گردد منجر به توقف اضطراری می شود در این هنگام تمام بادگیرهای اتاق مولد بسته شده و فن موجود در اتاق متوقف می شود و سیگنال آلارم آتش فعال می شود.یک عدد سنسور گازیاب در این اتاق وجود دارد که در صورت حس گاز در حدود 20% LEL موجب توقف اضطراری می شود تمام بادگیرها باز می شوند و فن تهویه با آخرین سرعت شروع به چرخش می کند تا گازها را خارج کند و سیگنال آلارم اولیه گاز فعال می شود. با حس مقدار گاز در حدود 40 % LEL تمام

بریکرهای AC باز می شوند بادگیرها باز می مانند و فن تهویه خاموش می شود فقط برق 24V DC جهت فعال بودن سیستم مانیتورینگ باقی می ماند و سیگنال آلارم گاز فعال می شود

سیستم تولید توان بدون قطعي(UPS) [46]

این سیستم به منظور تأمین توان مطمئن براي پشتیباني از سیستم‌هاي کنترلي، روشنایي اضطراري و مدار فرمان استارترها و بریکرهاي موجود در ایستگاه پیش‌بیني شده است. برق ورودي این سیستم از یکي از بریکرهاي فرعي در اتاق فشار ضعیف تأمین می‌شود. این سیستم از دو قسمت کلي تشکیل شده است.

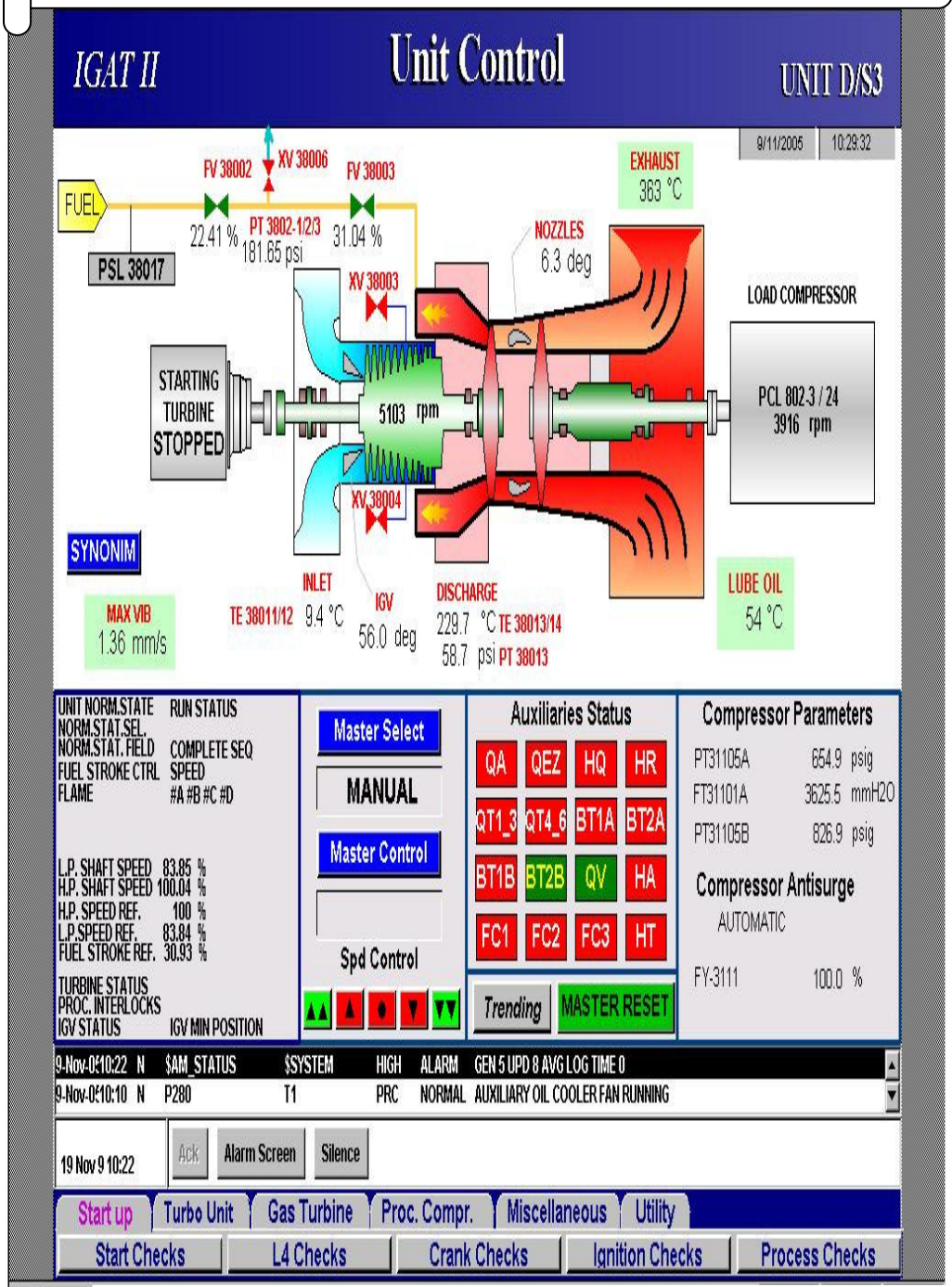
الف- تهیه برق۲۲۰V.AC بدون نوسان: در این قسمت جریان متناوب۳۸۰V ابتدا به ۲۲۰V.ACتبدیل می‌شود و با استفاده از یك یکسوکننده[47] به جریان مستقیم تبدیل شده و مجدداً با استفاده از یك معکوس کننده[48] به جریان متناوب ۲۲۰Vتبدیل می‌شود. خروجي این قسمت برق۲۲۰V.ACبدون نوسان خواهد بود که جهت سیستم اندازه‌گیري و کامپیوترها، پانل کنترل توربین و تجهیزات کمکی(UCP) و دیگر مصارف استفاده مي شود. باتریهای این قسمت در صورت قطع برق به مدت چند ساعت توان لازم را تأمین مي‌نمایند.

ب-تهیه برق ۱۱۰V. DC برای تغذیه سیستم کنترل ایستگاه(SCS) ، سیستم تشخیص آتش و گازیاب(F&G) ، سیستم توقف اضطراری(ESD) شیرهای کنترل، روشنایي اضطراری و همچنین براي تغییر وضعیت کلیه بریکرهاي موجود . باتري‌های این قسمت در صورت قطع برق به مدت مشخصی توان لازم را تأمین مي‌نمایند.در این اتاق علاوه بر تجهیزات فوق، براي هریك از چهار واحد توربوکمپرسور به صورت جداگانه، یکسوسازهاي مربوط به شارژرهاي باتري[49] و یکسوسازهاي مربوط به سرویس دهي وجود دارد. باتری شارژر با تهیه برق۱۱۰V.DC فقط برای شارژ باتری‌ها استفاده مي- شود و (Service Rectifiers) هم با تهیه برق۱۱۰V.DC توان مورد نیاز مصرف کننده‌ها را تأمین مي‌نماید. چنانچه یکی از این دو از سرویس خارج شود، دیگری علاوه بر انجام وظایف خود کار یکسوساز دیگر را نیز انجام می‌دهد. برق این قسمت براي تجهیزات واحد که با برق مستقیم ۱۱۰Vکار مي‌کنند. باتري‌های این قسمت نیز در صورت قطع برق به زمان مورد نیاز، توان لازم را تأمین مي‌نمایند.

شبکه تخلیة هیدروکربن‌هاي مایع

شبکة تخلیه ایستگاه شامل دو هدر براي جمع آوري هیدروکربن‌هاي مایع و یك چاه تخلیه به منظور تخلیه مایعات جمع‌آوري شده، مي‌باشد. هدرهاي جمع‌آوري‌کنندة مایعات، هیدروکربن‌هاي مایع را از اسکرابرهاي ورودي ایستگاه و همچنین اسکرابر و فیلترهاي موجود در مرکز تقلیل فشار جمع‌آوري کرده و به سمت چاه تخلیه هدایت مي‌کنند. این هدرها و همچنین خطوط مربوط به شبکة تخلیه، به منظور جلوگیري از یخزدگي و رسوب در زمستان، داراي عایق حرارتي و گرم کننده‌هاي دنباله‌اي مي‌باشند.

[46] Uninterrupted Power System
[47] Rectifier
[48] Inverter
[49] Battery Chargers


IGAT II
Unit Control
UNIT D/S3
9/11/2005
10:29:32
FUEL
FV 38002
XV 38006
FV 38003
22.41 %
PT 3802-1/2/3
181.65 psi
31.04 %
PSL 38017
EXHAUST
383 °C
NOZZLES
6.3 deg
XV 38003
LOAD COMPRESSOR
STARTING TURBINE STOPPED
5103 rpm
PCL 802-3 / 24
3916 rpm
XV 38004
SYNONIM
INLET
TE 38011/12 9.4 °C
IGV
56.0 deg
DISCHARGE
229.7 °C TE 38013/14
58.7 psi PT 38013
LUBE OIL
54 °C
MAX VIB
1.36 mm/s
UNIT NORM.STATE RUN STATUS
NORM.STAT.SEL.
NORM.STAT. FIELD COMPLETE SEQ
FUEL STROKE CTRL SPEED
FLAME #A #B #C #D
L.P. SHAFT SPEED 83.85 %
H.P. SHAFT SPEED 100.04 %
H.P. SPEED REF. 100 %
L.P.SPEED REF. 83.84 %
FUEL STROKE REF. 30.93 %
TURBINE STATUS
PROC. INTERLOCKS
IGV STATUS IGV MIN POSITION
Master Select
MANUAL
Master Control
Spd Control
Auxiliaries Status
QA QEZ HQ HR
QT1_3 QT4_6 BT1A BT2A
BT1B BT2B QV HA
FC1 FC2 FC3 HT
Trending
MASTER RESET
Compressor Parameters
PT31105A 654.9 psig
FT31101A 3625.5 mmH2O
PT31105B 826.9 psig
Compressor Antisurge
AUTOMATIC
FY-3111 100.0 %
9-Nov-0510:22 N $AM_STATUS $SYSTEM HIGH ALARM GEN 5 UPD 8 AVG LOG TIME 0
9-Nov-0510:10 N P280 T1 PRC NORMAL AUXILIARY OIL COOLER FAN RUNNING
19 Nov 9 10:22
Ack
Alarm Screen
Silence
Start up
Turbo Unit
Gas Turbine
Proc. Compr.
Miscellaneous
Utility
Start Checks
L4 Checks
Crank Checks
Ignition Checks
Process Checks
For Help, press F1
Start

فصل چهارم

توربین
مبانی اولیه توربین گاز
اصول عملکرد توربین
ساختارتوربین گاز
توربین های گازی در ایستگاههای تقویت فشار
راه اندازی توربین گازی ایستگاه
کمپرسورهوای توربین گازی
سیستم گاز سوخت توربین
سیستم احتراق با خاصیت نشر امواج در سطح پایین
سیستم روغن کاری و روانکاری
سیستم تهویه
سیستم هوای آب بندی و خنک کاری
هوای اگزوز

فصل چهارم

توربین

گاز جهت متراکم و فشاردار شدن ، وارد ایستگاههای تقویت فشار گاز می شود و این عمل توسط کمپرسور گاز انجام می گیرد . با توجه به توضیحات فصل بعد، کمپرسور گاز ایستگاهها از نوع گریز از مرکز بوده و با چرخش به دور مرکز خود گاز را فشرده می نماید. لذا برای چرخاندن کمپرسور گاز ، آنهم با دور و توان بالا ، به وسیله ای احتیاج داریم تا توان و قدرت کافی جهت چرخش کمپرسور گاز ایجاد نماید. دو روش زیر امکان فوق را برایمان فراهم می آورند.

- استفاده از الکترو موتور: در این روش می توان کمپرسور گاز را به وسیله یک میله فلزی(روتور) به الکتروموتوری قوی وصل نمود تا توان و سرعت لازم را به آن منتقل نماید، جهت اجرای روش فوق به شبکه برق مطمئن و مناسبی نیاز است که مهمترین دلیل عدم اجرای روش مذکور در کشورمان نیز می باشد.
- استفاده از توربین گاز: این روش متداول تر بوده و پیشینه بیشتری در کشور دارد و توانسته اطمینان کارفرمایان را در فرایند انتقال ، به خود جلب نماید. از این رو از سیستم توربین گاز برای چرخاندن کمپرسور گاز در ایستگاههای تقویت فشار کشور استفاده می گردد.
-

توربین چیست؟

وسیله ای است که انرژی سیال متحرک را به کار تبدیل می کند یعنی سیال با فشار به آن برخورد کرده ، فشار آن گرفته شده و در نهایت به قدرت تبدیل می شود. این سیال می تواند آب ، بخار آب ، باد و یا هوای داغ باشد که البته در تمامی موارد فوق، سیالات می بایستی فشاردار باشند.

با توجه به توضیحات فوق و بر حسب نوع سیال به کار رفته ، توربینها را به سه نوع مختلف تقسیم می کنند:

۱)توربین آبی
۲)توربین بخار
۳)توربین گاز

شکل۴-۱:نمونه ای از توربین چرخ پلتون

شکل۴-۲:نمونه ای از یک توربین بخارچندمحوره

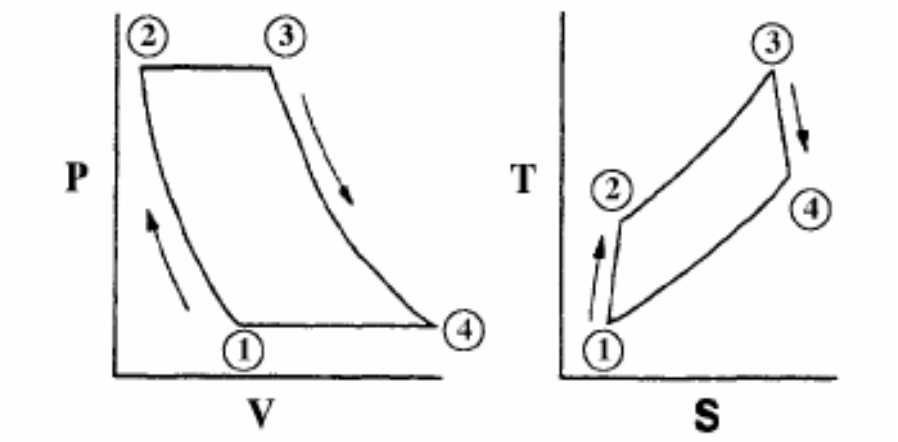
شکل۴-۳:نمونهای از یک توربین گاز جریان محوری یک طبقه

طبق تعاریف ترمودینامیکی ، توربین گاز ، یک نوع موتور گرمایی است که انرژی حرارتی حاصل از ترکیب هر نوعی از سوخت و هوا را به انرژی مکانیکی تبدیل می کند. البته این موتور گرمایی تنها قسمتی از انرژی را به کار تبدیل می نماید و راندمان نسبتا پایینی دارد.(بازده آن بسته به نوع طراحی سیستم بین ۲۵ تا ۴۵ درصد

است)سوخت مصرفی در توربین گاز می تواند جامد ، مایع و یا گاز باشد و صرف نظر از نوع آن، از آنجاییکه ترکیب سوخت و هوا در نهایت ، گاز داغ پر فشار است به آن توربین گاز می گویند.همچنانکه گفته شد بازده توربین های گازی به دلیلی که در ادامه خواهد آمد پایین است ولی بدلیل برخورداری از مزایای زیر، از این عیب صرف نظر می گردد.

- قدرت ایجاد توان بالا به نسبت اندازه و وزن آن
- هزینه تعمیر و نگهداری پایین(زیرا حرکت اکثر قطعات توربین گاز ، چرخشی است و بر خلاف موتورهای دیزل حرکت رفت و برگشتی ندارند)
- در عرض مدت بسیارکوتاهی(چند دقیقه) راه اندازی شده و قابل بارگذاری است(به نسبت توربین های بخار راه اندازی آن ساعتها به طول می انجامد)
- سیال عامل آن هواست و نیازی به سیال واسط خنک کننده ندارد
- قابلیت استفاده از هرگونه سوختی را دارد
- نصب و راه اندازی آن سریع و آسان است و غالبا بصورت بسته های آماده از محل تولید خارج می شوند.
- برخلاف موتورهای الکتریکی وابستگی زیادی به برق شبکه سراسری ندارند و در قطعی های کوتاه مدت از سرویس خارج نمی شوند.

در ترمودینامیک انواع سیکل های توان تولید ، به دو نوع گازی و بخاری تقسیم می شوند . سیکل های نوع گازی ، خود به سه گروه اتو ، دیزل و برایتون تقسیم شده که توربین گاز در حقیقت یک سیکل برایتون می باشد.



شکل ۴-۴ :نمودارهای فشار- حجم و دما- انتروپی در سیکل برایتون

در این سیکل ، مطابق شکل فوق فرایندهای زیر را خواهیم داشت:

۲-۱: افزایش فشار ایزنتروپیک (کمپرسور هوا)

۳-۲ : افزایش دمای فشار ثابت (محفظه احتراق)

۴-۳ : کاهش فشار ایزنتروپیک (توربین)

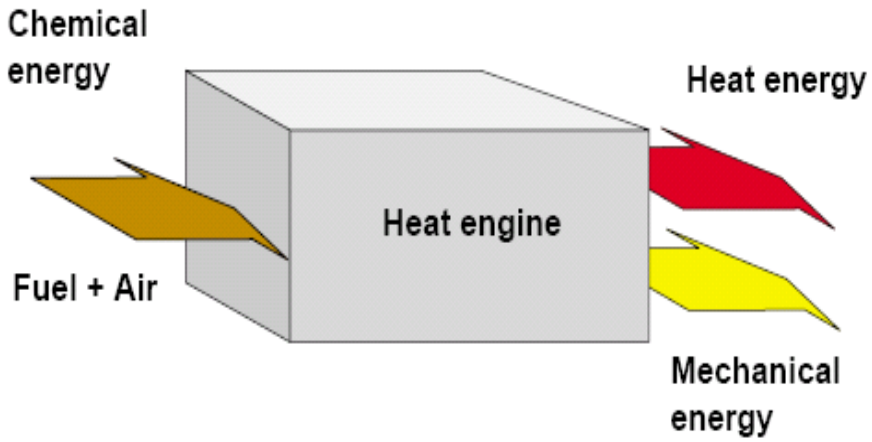
۱-۴ :کاهش دمای فشار ثابت (تخلیه سیال به اتمسفر)

طبق این سیکل ، در توربین گاز ابتدا هوای تصفیه شده محیط ، وارد کمپرسورهوا شده ، متراکم می گردد سپس این هوای پرفشار وارد محفظه احتراق شده و با ترکیب با سوخت محترق می گردد پس از آن سیال داغ پرفشار به پره های توربین خورده و ضمن از دست دادن فشار خود تبدیل به کار می شود که مقداری از این کار صرف چرخاندن

کمپرسور هوا و ما بقی همان توان خالص تولیدی جهت مصرف است که طبعا در ایستگاههای تقویت فشار گاز صرف چرخاندن کمپرسور گاز می گردد.

مبانی اولیه توربین گاز

توربین گاز یک موتور گرمایی است یعنی موتوری که انرژی حرارتی را به انرژی مکانیکی تبدیل می کند. انرژی حرارتی معمولا از سوختن یک سوخت گازی به همراه اکسیژن هوا حاصل می گردد. موتور ابتدا انرژی شیمیایی سوخت را به انرژی حرارتی تبدیل کرده و سپس انرژی حرارتی را به انرژی مکانیکی تبدیل می کند.
در یک توربین گاز همانند انواع دیگر موتور های حرارتی، تنها بخشی از انرژی حرارتی می تواند به انرژی مکانیکی تبدیل گردد.مابقی انرژی به اتمسفر تخلیه خواهد شد.



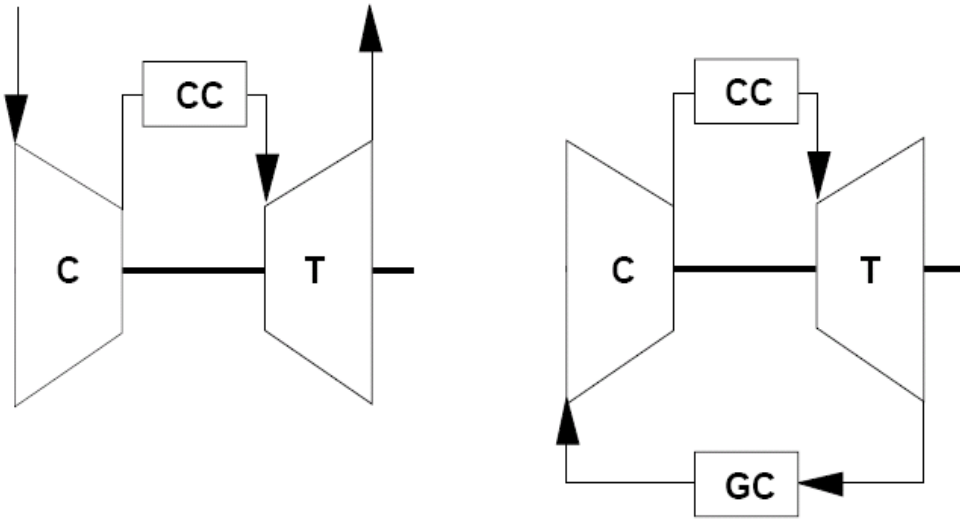
شکل۴-۵: فرآیند تبدیل انرژی در یک موتور حرارتی

میزان راندمان در فرآیند تبدیل انرژی بیان می دارد چه میزان از انرژی ورودی به انرژی مفید تبدیل شده است.در یک توربین گاز معمولا 45-25% از انرژی ورودی به انرژی مکانیکی تبدیل می گردد و مابقی انرژی ورودی به صورت انرژی حرارتی زائد به اتمسفر منتقل می شود. بنابر این راندمان توربین 45-25% است.

قسمتهای اصلی سیکل کاری توربین گاز

در یک توربین گاز، جریان هوا و گاز که چرخه تراکم، گرم شدن و انبساط را طی می کند به عنوان عوامل کاری ماشین محسوب می شود. در یک چرخه باز توربین گاز، هوای محیط به داخل مکیده شده و در یک کمپرسور متراکم می گردد. هوا در محفظه احتراق با تزریق سوخت و ایجاد فرآیند احتراق گرم شده ، سپس در عبور از توربین منبسط می گردد و بعد در اتمسفر رها می گردد. در یک چرخه بسته گاز بدون وجود هوا، همان حالتهای سیکل باز را طی می کند با این تفاوت که عمل گرم شدن در یک مبدل حرارتی انجام شده ودر ادامه گازی که در توربین انبساط یافته قبل از برگشت به

کمپر سور باید سرد گردد.در شکلهای زیر چرخه های باز و بسته یک توربین گاز نشان داده شده است:



شکل۴-۶: چرخه های باز وبسته توربین گاز

CC = Combustion Chamber

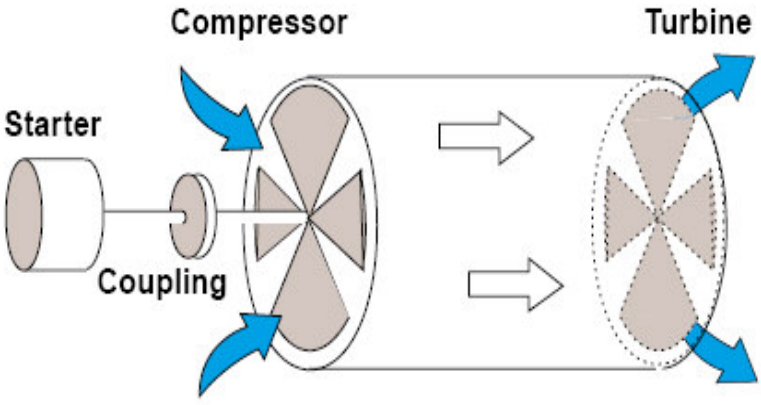
C = Compressor

T = Turbine

GC = Gas Cooler

اصول کلی عملکرد

این که چگونه انرژی حرارتی با جریان یافتن هوا و گاز ، به عنوان عوامل کاری ماشین ، از قسمتهای فوق به انرژی مکانیکی تبدیل می گردد ، مطلبی است که به توجه به مدل ساده زیر قابل توضیح است:
مجرائی را در نظر بگیرید که در هر دو سر آن فن وجود دارد. یکی از فنها به عنوان کمپرسور و دیگری به جای توربین در نظر گرفته شود.



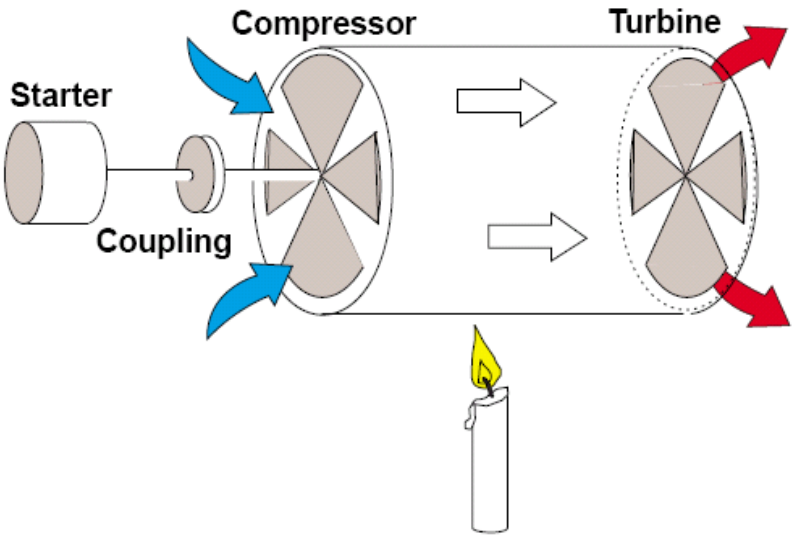
شکل۴-۷ : مدل ساده از یک توربین گاز

یک منبع خارجی تولید توان یا یک راه انداز اولیه از طریق کوپلینگ به کمپر سور متصل می گردد .با آغاز استارت، کمپرسور به وسیله موتور راه انداز اولیه که از طریق کوپلینگ به آن متصل شده، شروع به حرکت می کند.با حرکت کمپرسور جریان هوا داخل مجرا ایجاد شده و هنگامی که این جریان از توربین عبور می کند باعث چرخش آن شده و منجر به تولید یک خروجی مکانیکی می شود. اگرفرایند بدون اتلاف انرژی فرض شود انرژی خروجی توربین برابر با میزان انرژی می باشد که جهت به حرکت در آوردن کمپرسور صرف شده است.

گرم کردن جریان هوا:

گرم کردن هوا باعث افزایش دمای آن می شود. از آنجایی که فشار هوای داخل مجرا به وسیله کمپرسور تامین می شود افزایش دما تاثیری در بیشتر شدن فشار هوا نخواهد داشت در عوض میزان حجم هوا

افزایش یافته ولذا سرعت هوا در عبور از توربین افزایش می یابد. نتیجه کلی این که مقدار بیشتری انرژی به توربین منتقل شده وانرژی مکانیکی خروجی از توربین افزایش می یابد.

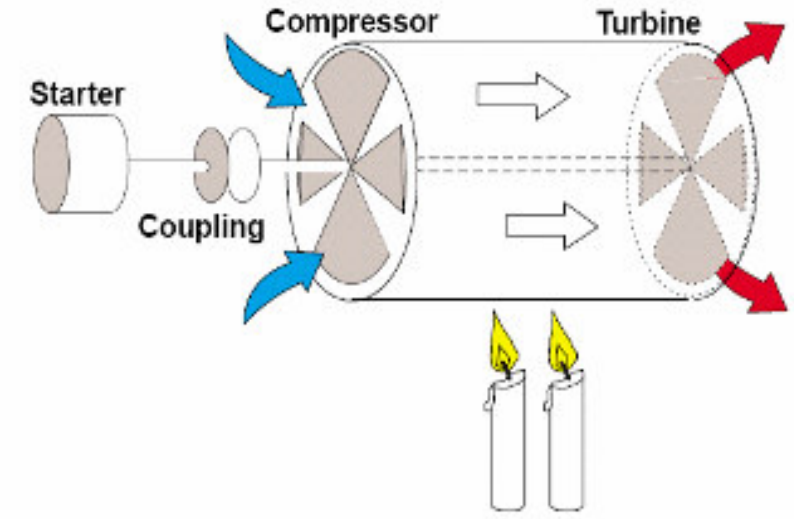


شکل۴-۸: تاثیر گرم کردن هوا

اگر فرآیند را بدون اتلاف انرژی در نظر بگیریم انرزی مکانیکی خروجی از توربین برابر مجموع انرژی صرف شده جهت راندن کمپرسور و انرژی گرمایی که به جریان هوا داده شده است ، می باشد.

سرعت خودکفائی:

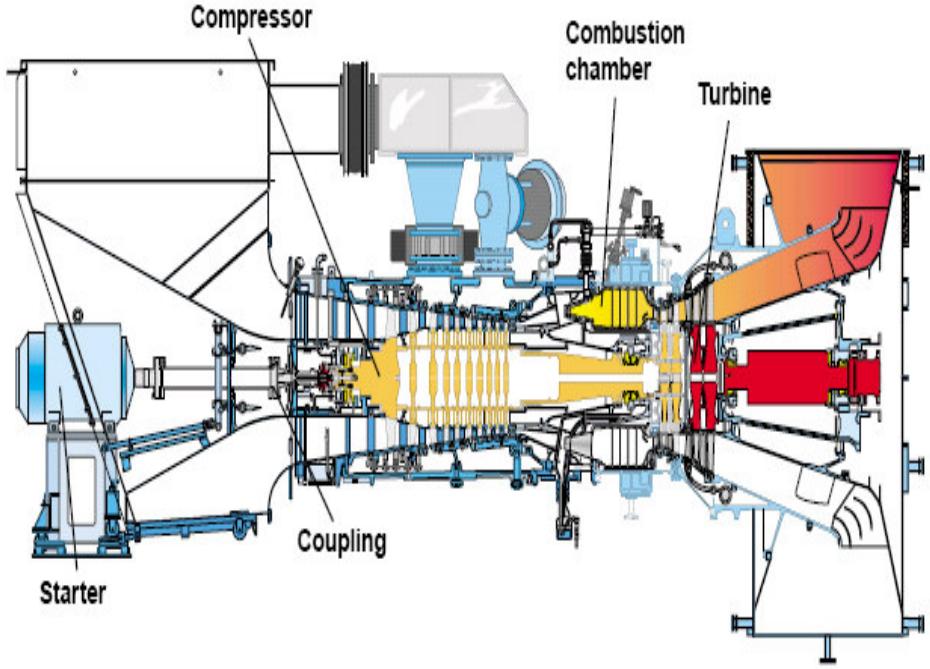
اگر میزان انرژی حرارتی افزایش یابد توربین انرژی مکانیکی کافی ،جهت به حرکت در آوردن کمپرسور، تولید می نماید. چنانچه کمپرسور و توربین روی شفت مشترکی قرار گیرند، موتور راه انداز اولیه می تواند جدا شود و شرایط خودکفایی فراهم آید. موتور راه انداز جهت ایجاد جریان هوا در مجرا لازم است. بعد از جدایی موتور راه انداز، فرآیند جریان هوا ادامه می یابد.
در شرایط خودکفایی(پایدار) انرژی مکانیکی خروجی از توربین فقط برای به حرکت در آوردن کمپرسور کافی است. تمام مقدار انرژی که در نتیجه حرارت دادن تغذیه گردیده به عنوان انرژی تلف شده می باشد. در حقیقت این اتلاف انرژی به خاطر مسایلی چون اغتشاشات موجود در جریان، انتقال حرارت تشعشعی و خروج انرژی از فرآیند ایجاد می گردد.
به دلایل ترمودینامیکی دمای گازهای خروجی باید از دمای هوای ورودی بیشتر باشد که این خود به معنی اتلاف انرژی است.



شکل۴-۹ : افزایش انرژی حرارتی و رسیدن به سرعت خودکفایی

تولید توان:

به منظور دست یافتن به انرژی مکانیکی مفید از توربین، باید میزان انرژی حرارتی تا آنجا افزایش یابد که سرعت توربین گاز به بالاتر از سرعت خودکفایی سیستم برسد.برای اینکه توربین گاز دارای کارآیی مناسب باشد، طراحی آن باید دارای پیچیدگیهای بیشتر در مقایسه با مدل ساده توصیف شده باشد.ترکیب اصلی توربین گاز شامل پوسته استوانه ای است که این پوسته شامل کمپرسور ، محفظه احتراق و توربین بوده وجریان گاز و هوا به صورت مستقیم از موتور عبور می نماید. این ترکیب نمونه بارز بسیاری از توربینهای گازی است.



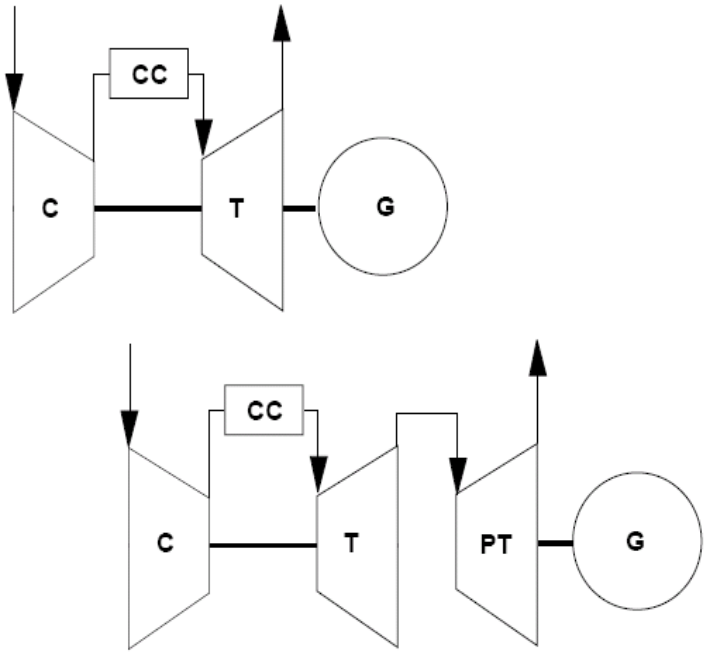
شکل۴-۱۰: نمونه یک توربین گاز

ساختار توربین گاز

قسمتهای اصلی توربین گاز به روشهای مختلف می توانند کنار هم قرار گیرند. این قسمتها می توانند با اجزاء دیگر ترکیب شوند. ساده ترین نمونه توربین گاز، نمونه تک شفتی آن می باشد. این نوع توربین گاز جهت کاربرد هایی که سرعت ثابت است مناسب می باشد. اما چنانچه در ساختار توربین گاز توربین قدرت مستقل باشد امکان تغییر دادن سرعت توربین گاز در یک گستره وسیع را خوا هیم داشت.در کاربردهایی که سرعت ثابت است عملکرد چرخه توربین گاز با سیکل ساده با مدل توربین گاز تک شفتی مقایسه می گردد. به بیان دیگر در مواقعی که میزان بار پایین است به منظور تغییر میزان بار باید ژنراتور گاز شتاب بیشتری بگیرد لذا هوای بیشتری مکیده خواهد شد. اما چنانچه توربین قدرت، مستقل باشد و

ترکیب آن با یک ژنراتور گاز در نظر گرفته شود توربین گازی با انعطاف پذیری بیشتر خواهیم داشت. در این صورت نسبت تراکم بالاتری فراهم می شود.

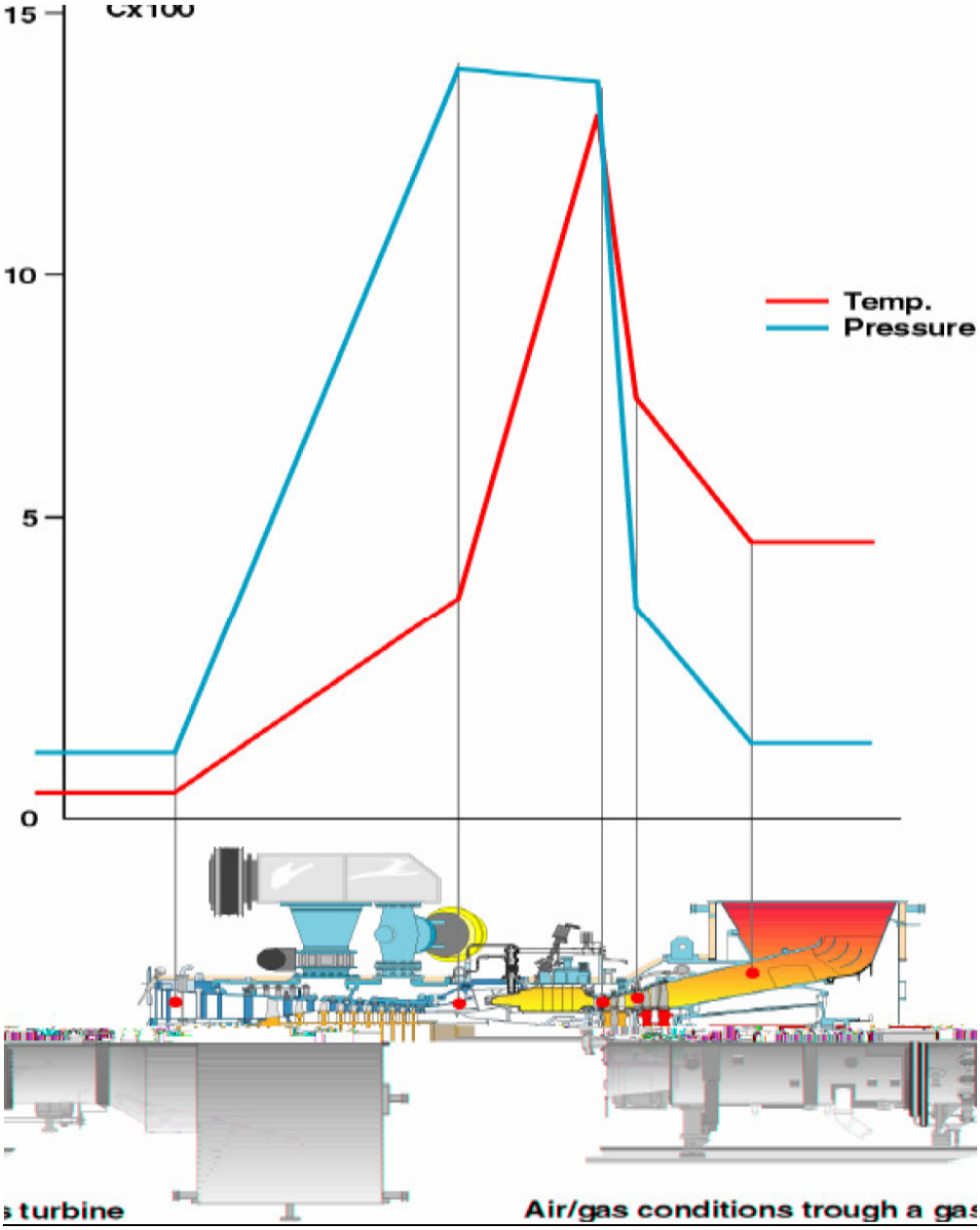
در شکل زیر دو آرایش مختلف از یک توربین گاز نشان داده شده است:



- C Compressor
- CC Combustion chamber
- T Turbine
- CT Compressor turbine
- PT Power turbine
- G Generator

شکل۴-۱۱: دو آرایش مختلف قسمتهای یک توربین گاز

در شکل زیر نیز وضعیت فشار و دمای جریان عبورکننده از قسمتهای مختلف توربین گاز به خوبی نشان داده شده است:



شکل۴-۱۲ : وضعیت دما و فشار جریان توربین گاز در عبور از قسمتهای مختلف

توربین های گازی در ایستگاههای تقویت فشار

توربین های گاز استفاده شده در ایستگاههای تقویت فشارگاز کشور از انواع متفاوت و شرکت های مختلف می باشند ولی همه آنها در برخی پارامترهای اساسی شبیه یکدیگرند که در ذیل به آن اشاره خواهیم نمود. مطالب زیر در مورد اکثر توربین های گازی با تکنولوژی امروزی صدق می کند اگر چه در نگارش آن به توربین های گازی نوع ALSTOM و NUOVO PIGNONE توجه شده است.

هوای ورودی:
همچنانکه می دانیم سیال عامل توربین گاز ، هواست و این هوا از محیط اطراف توربو کمپرسور تامبن می شود که البته می تواند آغشته به گرد و غبار بسیار ریز باشد . این ذرات هرچند ریز باعث بروز خوردگی و سایش و رسوب در کمپرسور محوری هوا و پره های توربین شده و در نتیجه باعث خرابی پره های کمپرسور و توربین و پایین آمدن بازده آنان می شود . لذا جهت جلوگیری از مشکلات فوق ، با طراحی و تعبیه فیلترهایی در ورودی هوا به درون کمپرسور محوری ، از ورود گرد و غبار و ذرات ریز به درون آن جلوگیری می نمایند. سیستم تصفیه هوای ورودی به منظور تغذیه توربین گاز با هوای ورودی تصفیه شده و هدایت هوای ورودی از محفظه فیلتر ها به قسمت ورودی کمپرسور محوری طراحی گردیده است. از طریق چند کانال دریافت کننده ، هوا وارد محفظه فیلتر ها شده و پس از عبور از فیلتر به قسمت مرکزی پوسته ورودی هوا هدایت می شود. هر مجموعه از فیلتر ها به تعدادی پالس جت [50]مجهزند که پالس جت ها وظیفه تمیز کردن فیلتر را بر عهده دارند. هوای سیستم پالس جت از هوای ابزار دقیق و یا از خود هوای کمپرسور محوری (پس از خنک شدن)تامین می گردد. این هوا پس از عبور از یک فیلتر و یک شیر کاهش دهنده فشار ، وارد یک مخزن ذخیره هوا می گردد. میزان هوای ذخیره شده در مخزن نیاز یک مرتبه عمل تمیز کاری فیلتر ها را تامین می نماید.
عایقهای صوتی قسمتی از پوسته مرکزی ورودی هوا را تشکیل می دهند. به منظور جلوگیری از انتقال صدا، پوسته آنها از داخل عایق شده اند. عایقهای صوتی به صورت تجهیزات چهار گوشی هستند که دیواره های این تجهیز از ورقه های سوراخداری که با پشم معدنی پر شده اند، تشکیل گردیده است.

عملکرد سیستم:

عملکرد این سیستم کاملا اتوماتیک است. همچنانکه سرعت توربین گاز افزایش می یابد جریان هوای ورودی نیز افزایش می یابد.
در شرایط کارکرد عادی توربین گاز، جریان هوا به طور پیوسته از فیلتر ها عبور کرده و پس از عبور از عایق های صوتی به قسمت ورودی کمپرسور محوری هدایت می گردد.
چنانچه اختلاف فشار دو طرف فیلتر زیاد شود به وسیله سیستم پالس جت عمل تمیز کاری انجام می گیرد و ذرات گرد و غبار جمع شده توسط فن از محفظه فیلتر ها خارج می گردد.

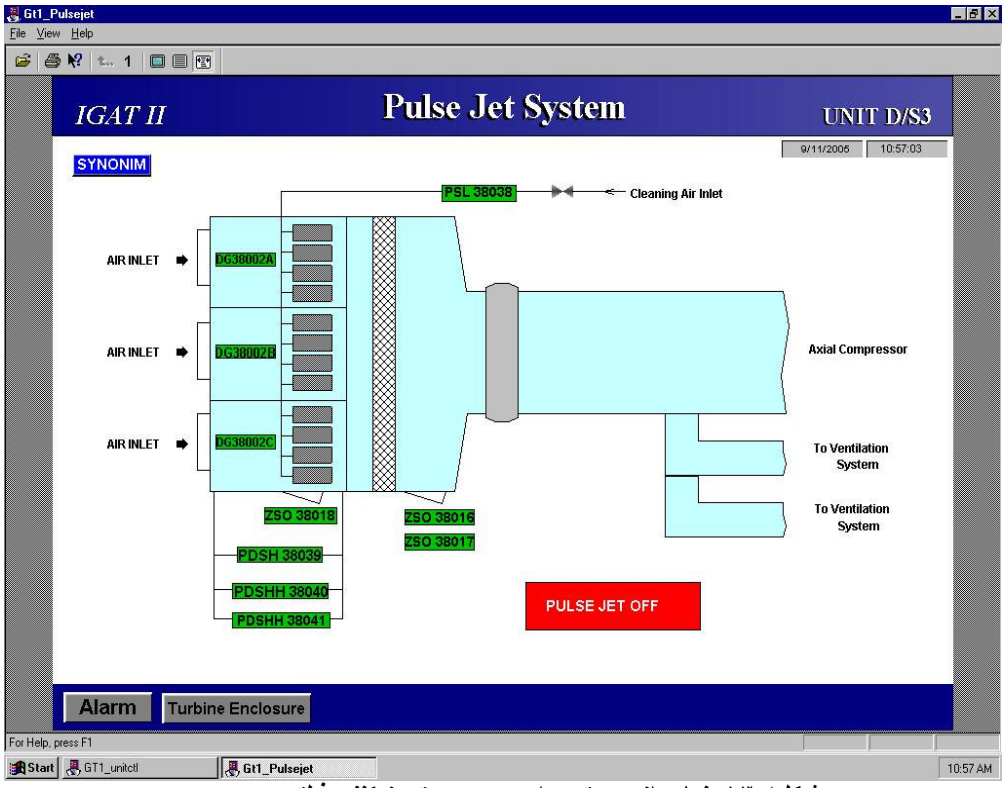
از وظایف مهم بهره بردار در این قسمت :

- ✓ نظارت بر اختلاف فشار هوای محیط و فشار هوای ورودی کمپرسور پس از گذر از فیلتر می باشد زیرا اگر این اختلاف فشار زیاد باشد(بیش از حد معمول تعریف شده) نشان دهنده کثیف بودن احتمالی فیلترها بوده و در صورتیکه از یک محدوده ای بیشتر شود واحد با توقف اضطراری روبرو خواهد شد.
- ✓ نظارت بر انجام صحیح سیستم تمییز کننده فیلتر(پالس جت). در سیستم هایی که هوای تمییز کننده فیلتر از کمپرسور محوری تامین می شود به دلیل فشار بالای هوا و در نهایت نیاز به کاهش فشار آن ، امکان یخ زدگی در شیرها و مسیر هوا وجود دارد.

[50]Pulse jet

- ✓ چک کردن مداوم فیلترهای ورودی از نظر تمیز بودن و عدم وجود حفره و یا هرگونه خللی که طبیعتا موجب ورود گرد و غبار و یا احیانا آب باران و ... شده و خسارات جبران ناپذیری به کمپرسور محوری هوا و توربین وارد خواهد کرد.

ا



شکل٤-١٣ :نمایی از سیستم هوای ورودی و تمیز کننده فیلتر

سیستم راه انداز اولیه:

قبل از اینکه توربین به دور خودکفایی برسد نیاز است که روتور آن توسط یک سیتم راه انداز اولیه چرخانده شود این سیستم در توربین های مختلف ، متفاوت می باشد. در برخی طراحی ها از یک الکتروموتور جهت چرخاندن روتور تا دور خاصی استفاده می گردد. از این سیستم در زمان های توقف واحد و طی مراحل cool down نیز استفاده می گردد. و در برخی دیگر ، از سیستم توربین انبساطی راه انداز استفاده می شود. در این روش گاز با فشار لازم که از مرکز تقلیل فشار تامین می شود وارد توربوکمپرسور شده و پره های توربین انبساطی راه انداز را چرخانده و در نهایت روتور کمپرسور محوری را می چرخاند واین عمل تا رسیدن به دور خودکفایی ادامه می یابد. اتصال سیستم راه انداز با شفت کمپرسور محوری بوسیله کوپلینگ انجام می گیرد . پس از رسیدن به دور خودکفایی، این سیستم ها بطور خودکار از روتور کمپرسور محوری جدا شده و از کار می افتند.

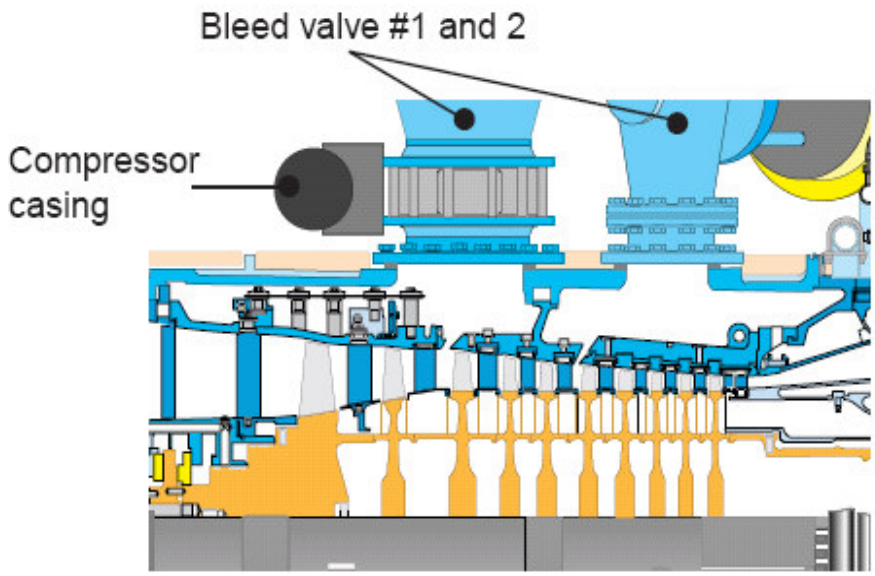
وظیفه بهره بردار در این بخش :

- ✓ نظارت بر عملکرد صحیح و بموقع سیستم در زمان راه اندازی واحد و درگیر شدن آن در زمان و دور برنامه ریزی شده
- ✓ نظارت بر عملکرد صحیح در جدا شدن سیستم از شفت کمپرسور محوری در دور مخصوص طراحی شده

کمپرسور هوای توربین گازی

کمپرسور مورد استفاده دیگر یک فن ساده نبوده بلکه به منظورمتراکم کردن پیوسته جریان هوا تا رسیدن به فشار مطلوب، با پیچیدگیهای بیشتری طراحی گردیده است.معمولا در توربینهای گاز دو نوع کمپرسور، جریان محوری و جریان شعاعی، استفاده می گردد.کمپرسور های جریان محوری جهت بدست آوردن نسبت تراکم بالا مناسب تر بوده و دارای کارآیی بیشتری می باشند لذا در اینجا این کمپرسورها توضیح داده می شوند.کمپرسور جریان محوری از یک یا چند مجموعه رتور تشکیل گردیده است. روتور حامل تیغه ها بوده و بین یاتاقانها قرار گرفته است. پره های استاتور نیز روی پوسته کمپرسور قرار دارند. یک کمپرسور داری چندین مرحله می باشد به گونه ای که فشار هوا در هر مرحله مقدار کمی افزایش پیدا می کند. هر مرحله کمپرسور از یک ردیف تیغه های دوار که به دنبال آنها یک ردیف پره های استاتور نیز آمده است، تشکیل گردیده است.در صورتی که نیاز باشد یک ردیف اضافه از پره های استاتور، که به عنوان پره های راهنمای ورودی IGV[51] شناخته می شوند، استفاده می گردد. این پره ها هوا را روی اولین ردیف تیغه های روتور هدایت می کنند و جهت جلوگیری از پدیده استال[52] نیز بکار می روند. استال در اثر جدایش جریان هوا روی پره های ورودی کمپرسور اتفاق می افتد. لذا این پره های راهنما تعبیه شده اند تا با هدایتی صحیح، هوا با زاویه ای مناسب به سمت پره های کمپرسور محوری برخورد کند و در نتیجه از بروز استال جلوگیری گردد.در ضمن ، زمانیکه توربین گاز نیاز به شتاب گیری داشته باشد این پره راهنمای ورودی بیشتر باز شده و در نتیجه هوای بیشتری را به سمت کمپرسور محوری می فرستد.

شکل۴-۱۴ :نمایی ازکمپرسور محوری



از سمت جلو به سمت عقب کمپرسور یعنی از قسمت کم فشار به سمت قسمت پر فشار، نواحی وجود دارد که در آنها کاهش تدریجی جریان هوا رخ می دهد. این مطلب به منظور ثابت نگه داشتن سرعت محوری جریان هوا، با توجه به اینکه حجم به طور

[51] Inlet guide vane
[52] Stall

همزمان طی مرحله تراکم کاهش می یابد، ضروری است. به منظور جلوگیری از نشتی هوا بین مراحل کمپر سور و همچنین ورودی و خروجی کمپرسور آب بند هایی وجود دارد.
جهت جلوگیری از وقوع پدیده سرج در کمپرسور محوری شیرهای تخلیه هوایی[۵۳] در بدنه کمپرسور محوری در نظر گرفته شده تا هوای اضافی را بخصوص در لحظه استارت از قسمتهای میانی به ورودی

کمپرسور محوری منتقل نماید البته در برخی از انواع توربین های گازی این طراحی به نحوی است که هوای تخلیه شده از کمپرسور محوری به سمت اگزوز رفته و پس از تعدیل دما به اتمسفر تخلیه می گردد.

اصول عملکرد:
در طول کارکرد توربین گاز، کمپرسور بوسیله توربین و با سرعت بالا چرخانیده می شود هوا به طور پیوسته به داخل کمپرسور مکیده شده و پس از شتاب گرفتن به وسیله تیغه های دوار روتور به قسمت عقب کمپرسور متمایل می شود. عبور هوا، از پره های استا تور، که به شکل دیفیوزر می باشند، با کاهش سرعت و البته افزایش فشار همراه خواهد بود. فرایند مشابهی در عبور جریان هوا از تیغه های بعدی روتور اتفاق می افتد.
پره های راهنما ، انحرافی را که به وسیله تیغه های رتور به هوا وارد شده ، رفع نموده و هوا را تحت زاویه مناسب به مر حله بعدی تیغه های رتور هدایت می کنند.
آخرین ردیف پره استاتور معمولا مانند یک صاف کننده هوا عمل می کند به گونه ای که هوا در خروج از کمپر سور و ورود به محفظه احتراق دارای سرعت محوری یکنواخت می باشد.
وظایف بهره بردار در این بخش:

- ✓ کنترل فشار و دمای ورودی و خروجی کمپرسور محوری
- ✓ کنترل موقعیت شیرهای تخلیه هوا در زمان راه اندازی و بعد از آن
- ✓ نظارت روزانه در جهت کارکرد مناسب کمپرسور از طریق صدای آن زیرا بروز صداهای نابهنجار و غیر عادی می تواند علامت وقوع سرج ، استال و یا ورود گرد و غبار به داخل کمپرسور و در نتیجه آسیب دیدن پره های آن باشد.

سیستم سوخت گاز

هدف این سیستم تغذیه مشعلهای توربین با جریان گاز در طول استارت و حین کارکرد توربین می باشد. این سیستم همچنین وظیفه تامین گاز سیستم احتراق را بر عهده دارد. به طور کلی این سیستم اهداف زیر را دنبال می کند:

- ➢ تغذیه توربین گاز با سوخت گازی
- ➢ کنترل جریان سوخت در موقع راه اندازی،در طول کارکرد توربین و هنگام توقف
- ➢ تغذیه سیستم احتراق
- ➢ کنترل و چک کردن ولوهای قطع کننده جریان از نظر سفتی ولو در برابر نشتی

[53]Bleed valve

سوخت گازی قبل از جریان یافتن از طریق نازلهای سوخت از مسیری شامل شیرهای مختلف جدا کننده، فیلتر سوخت، شیرهای قطع کننده جریان و شیرهای کنترلی عبور می کند. گاز جهت سیستم احتراق از پایین دست فیلتر گرفته شده است. جهت تخلیه گاز باقیمانده در مسیر سوخت بعد از توقف توربین گاز چند شیر تخلیه در مسیر سوخت در نظر گرفته شده است. سوخت تغذیه سیستم جرقه زنی نیز در ورودی محفظه احتراق از مسیری جداگانه تامین می گردد.

وظایف بهره بردار در این بخش:

- ✓ حصول اطمینان از عملکرد صحیح تمام شیرهایی که در مسیر سوخت نصب شده اند
- ✓ کنترل کردن شیر کنترل نهایی در زمان تغییر دور و اطمینان از عملکرد صحیح و بموقع آن
- ✓ کنترل مداوم فشار ، دما و فلوی سوخت ورودی به محفظه احتراق
- ✓ چک کردن روزانه اختلاف فشار دو طرف فیلتر سوخت

محفظه احتراق

در محفظه احتراق سوخت به طور پیوسته از طریق مشعلها، به منظور سوختن با هوا، تزریق می گردد. گرمای حاصله از سوختن سوخت گازی به گونه ای آزاد می گردد که گاز منبسط گردیده و جریان هموار و یکنواختی از گازهای گرم در تمام شرایط تامین گردد. این امر باید به گونه ای صورت پذیرد که حداقل افت فشار ، همراه با حد اکثر گرمای آزاد شده حاصل گردد. حداکثر گرمای آزاد شده با توجه به محدودیت های مربوط به جنس مواد تعیین می گردد. به منظور به دست آوردن راندمان حرارتی بالا و همچنین مینیمم کردن میزان نشر گازهای خروجی، کارآیی موثر قسمت احتراقی سیستم لازم می باشد.

طراحی محفظه احتراق:

محفظه های احتراق به روشهای مختلفی طراحی می گردند. در اینجا طراحی حلقه ای محفظه احتراق توضیح داده می شود.
تعدادی مشعل درون یک پوسته حلقه ای مشترک قرار دارند که این پوسته در جلو کمپرسور واقع شده و به عنوان پانل جلو شناخته می شود.خروجی کمپرسور هوا از طریق یک دیفیوزر به پوسته حلقوی متصل شده است. مشعلها نیز از طریق پانل جلو و بوشهای سیلندری به بخش ورودی توربین ارتباط دارند.
در حین استارت احتراق به وسیله یک یا چند شمع که در محفظه احتراق نصب شده اند و وظیفه ایجاد جرقه را بر عهده دارند، آغاز می شود.سپس شعله به سایر مشعلها گسترش می یابد. در زیر نمای یکی از مشعلهای سیستم احتراق آورده شده است.

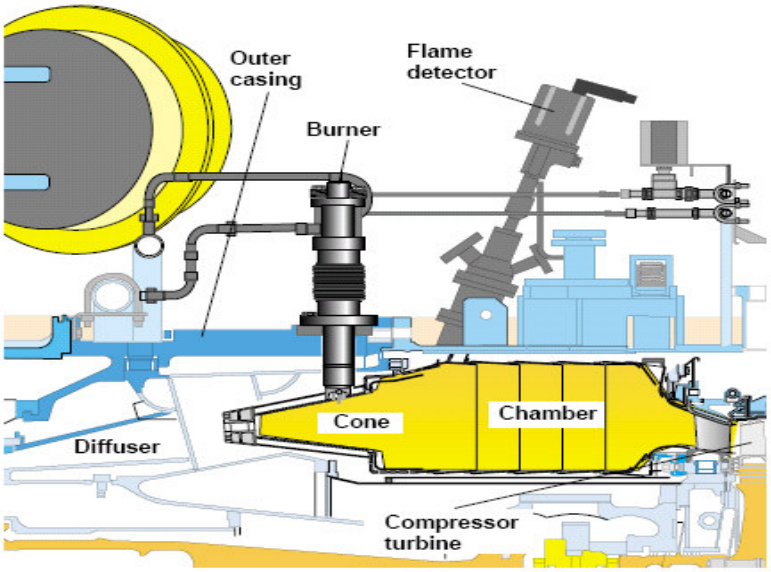
اصول عملکرد:

جریان هوا در موقع خروج از کمپرسور محوری سرعتی در حدود 100m/s دارد اما سرعت سوخت احتراقی فقط چند متر بر ثانیه می باشد. بنابر این به منظور داشتن شعله پایدار سرعت جریان هوا باید کاهش یابد. جهت تامین این خواسته در محفظه احتراق ناحیه ای در نظر گرفته شده که در آن سرعت محوری جریان هوا کاهش می یابد. در این صورت شعله در شرایط کاری ماشین پایدار باقی خواهد ماند.

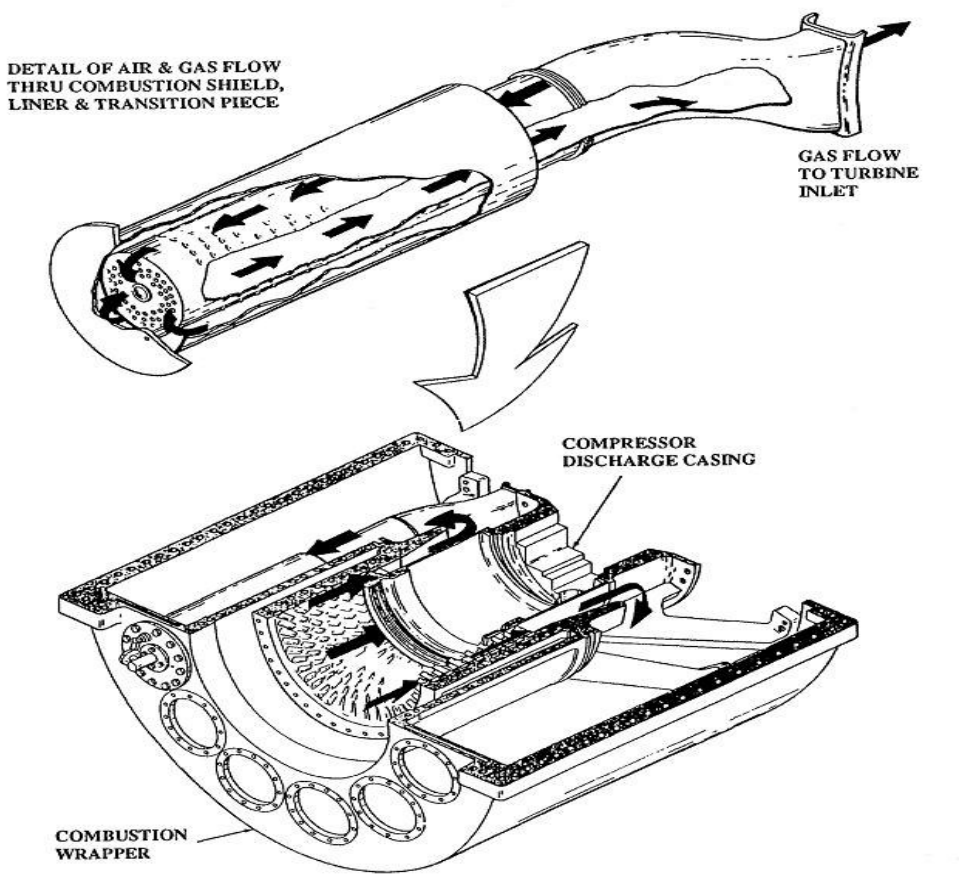
به منظور بدست آوردن احتراقی با کار آیی بالا، دمای شعله باید در حدود 1000-2000 درجه سانتی گراد باشد. از آنجایی که مواد شناخته شده امروزی توانایی ایستادگی در برابر چنین دماهایی را ندارند دیواره های بوشهای سیلندری باید با هوای اضافی خنک گردند. مقداری از هوا نیز جهت رقیق کردن گازهای داغ و پایین آوردن دمای آن، تا حدی که قسمتهای مختلف توربین توان ایستادگی در برابر آن را داشته باشند ، استفاده می گردد.

دو نوع محفظه احتراق داریم : در برخی از آنها در حالت تامین بار کامل، فقط در حدود ۲۵% از کل جریان هوا جهت تغذیه ناحیه احتراق و ترکیب با سوخت استفاده شده و در نوع دیگر از آنها نیز ۷۵% از کل جریان هوا برای احتراق صرف می شود. البته این مقدار بستگی به نوع توربین گاز دارد. از باقیمانده جریان هوا جهت خنک کاری دیواره های محفظه احتراق و رقیق سازی گازهای داغ استفاده می گردد. هوای خنک کاری به گونه ای تغذیه می گردد که یک جریان نسبتا سرد از هوا نزدیک دیواره های محفظه تشکیل گردد. هوای رقیق سازی نیز از طریق حفره های بزرگی که در پایین دست شعله وجود دارند، تامین می گردد.

جهت داشتن احتراق کاملتر و بدون دود ، در طراحی نازل ها ، سوراخهای مارپیچی در نظر گرفته شده تا جریان سوخت و هوا را چرخشی نماید .



شکل٤-١٥:نمای مشعل محفظه احتراق

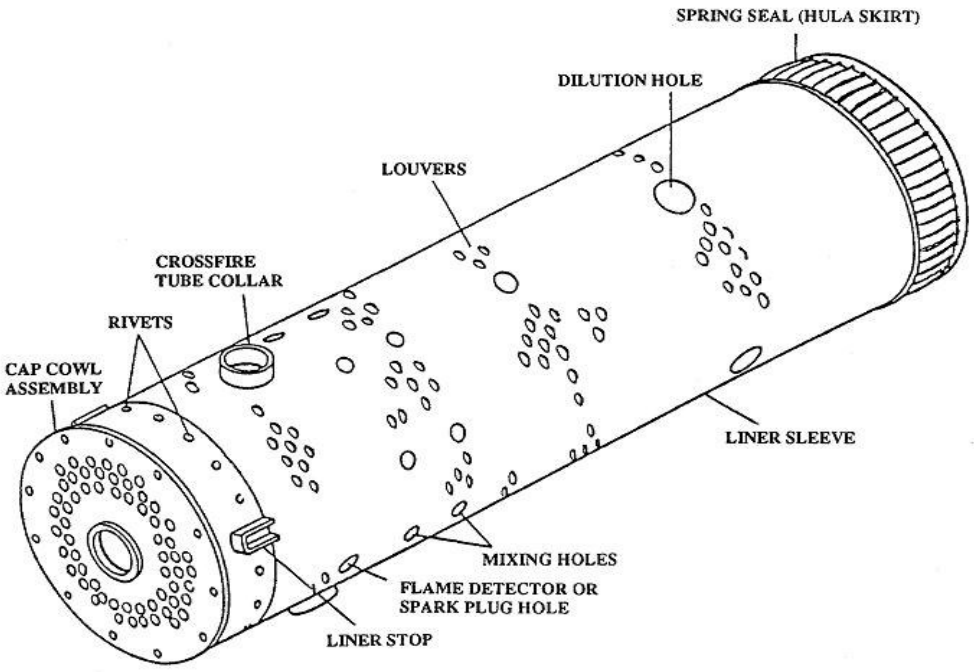


شکل۴-۱۶: چگونگی جریان هوا در ورود به محفظه های احتراق

لاینر[54] قسمتی از محفظه است که احتراق در آن صورت می گیرد و دارای حفره هایی جهت عبور هوا
به منظور رقیق سازی محصولات احتراق میباشد.

وظیفه مشاهده شعله ، بعهده چند سنسور شعله یاب می باشد که روی محفظه های مجاور هم قرار گرفته اند . وجود شعله باید توسط آنها تایید گردد. سنسورهای نوع ماوراء بنفش آن از گاز ویژه ای پر شده اند که اشعهٔ ماوراء بنفشی که از سوختن هیدروکربن ها بوجود می آید ، را حس می کنند. در صورت ایجاد شعله ، گاز داخل سنسور توسط ولتاژ DC که در دو سر ترمینال های سنسور وجود دارد یونیزه می شود و اجازهٔ عبور جریان الکتریکی را می دهد.

Liner [54]



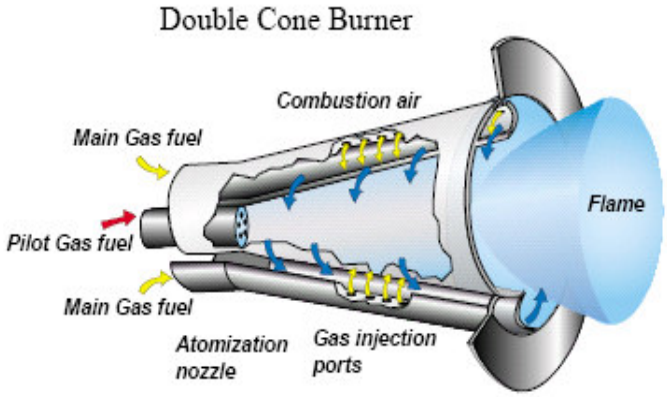
شکل۴-۱۷: شماتیک لاینر یا قسمت داخلی محفظهٔ احتراق

سیستم احتراق با خاصیت نشر امواج در سطح پایین:

به منظور به حداقل رسانیدن میزان انتشار NOX ، توربین گاز می تواند به محفظه های احتراقی با خاصیت نشر امواج در سطح پایین مجهز شود که بر اساس ترکیب هوا و سوخت به صورت مخلوطی
رقیق شده کار می کند. دراین محفظه های احتراقی از مشعلهای منحصر به فرد که به شکل دو مخروطی و موسوم بهAEV-BURNER می باشند، استفاده شده است.به منظور اطمینان از کارکرد پایدار، تامین سوخت محفظه احتراق با تزریق سوخت از نوک مخروطی مشعلها ، انجام می گیرد.

وظایف بهره بردار در این قسمت:

- ✓ نظارت بر حسن عملکرد سیستم جرقه زنی در زمان راه اندازی سیستم
- ✓ کنترل عملکرد صحیح و به موقع مشعل ها بخصوص در زمان راه اندازی
- ✓ نظارت بر دما و فشار هوای ورودی و خروجی
- ✓ حصول اطمینان از سالم بودن شعله یاب ها



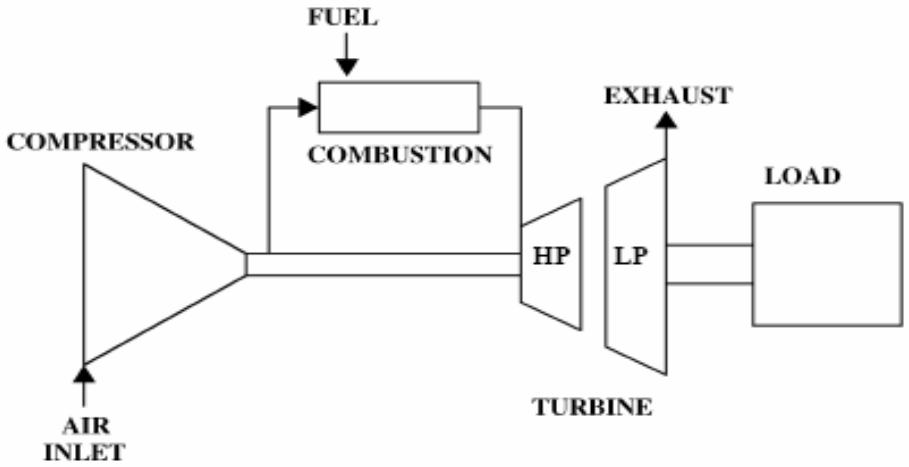
شکل۴-۱۸ : نمونه مشعل مخروطی

توربین گاز

قسمتی از واحد که در آن قسمت محصولات احتراق به توان تبدیل می‌شوند را توربین گویند توربین توان لازم جهت به حرکت درآوردن کمپرسور محوری را تامین کرده و انرژی مکانیکی مفید در خروجی را نیز تهیه می نماید. این کار با انرژی که توربین از گاز های داغ می گیرد ، تامین می شود. گازهای داغ در حین عبور از توربین منبسط شده و به فشار و دمای پا بین تر می رسند. از آنجایی که توربین با سرعت بالایی کار می کند در معرض نیرو های گریز از مرکز بزرگ قرار دارد. گازهای وارد شده به توربین دارای دمای خیلی بالایی می باشند.معمولا دو نوع توربین می تواند استفاده گردد: توربین با جریان شعاعی و توربین با جریان محوری.در توربین با جریان شعاعی گاز در جهت شعاعی وارد توربین می گردد ولی در توربینهای جریان محوری گاز در جهت محور از توربین عبور می کند. در این قسمت توربینهای جریان محوری توضیح داده می شود.

توربین با جریان محوری:

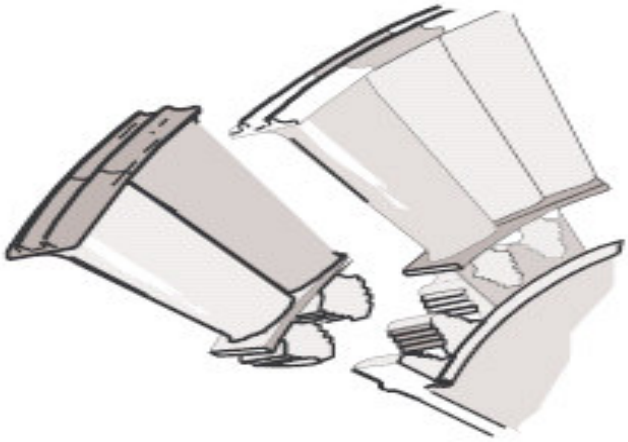
توربين گاز داراي دو سري پره مي‌باشد كه از نظر مكانيكي مستقل مي‌باشند. اولين مرحله يا مرحلة فشار قوي براي گرداندن روتور كمپرسور و شافت لوازم جانبي بكارمي‌رود. مرحلة دوم يا مرحلة فشار ضعيف نيز كمپرسور گريزازمركز گاز را مي‌چرخاند. هدف از مستقل بودن توربين‌هاي فشار قوي و فشار ضعيف و عدم اتصال آنها به يكديگر، عملكرد آنها در دورهاي مختلف و تامين بارهاي مختلف مورد نياز كمپرسور گاز مي‌باشد.



شكل۴-۱۹: استفاده از دو چرخ توربين جداگانه در توربوكمپرسورهاي ايستگاه

توربين گازي داراي چهار ياتاقان مي‌باشد، اين ياتاقان‌ها بصورت بيضوي[۵۵] و لقمه‌اي زاويه‌دار[۵۶] بوده و تحت فشار، روغنكاري مي‌شوند. اين طرح چهار ياتاقان، باعث مي-شود تا سرعت بحراني قطعات دوار هميشه بالاتر از بازة سرعت كاركرد توربين قرار گيرد و توربين دارای استارت، بارگذاري و توقف سريعتري باشد.علاوه بر موارد فوق، اين طرح اجازه مي‌دهد كه پره‌هاي توربين و همچنين پره‌هاي روتور در يك لقي كمي باقي بمانند تا بتوان بازدهي جزئي و خروجي بالاتري داشت.هر دو توربين داراي بدنه با طراحي و قالب دقيق و پره‌هايي با ساق طويل مي‌باشند. اين نوآوري بطور موثري لبه‌ها و پاية پره‌ها را از قرارگرفتن در معرض جريان اصلي گاز با دماي بالا حفظ مي-كند.چرخ‌هاي توربين[۵۷] توسط هواي گرفته شده از كمپرسور محوری و هواي نشتي از آب‌بندهاي قسمت فشار بالاي كمپرسور، خنك مي‌شوند. دماي فضاي بين پره‌ها نيز توسط ترموكوپل‌هاي مخصوصي قابل مشاهده است .توربين معمولا از چندين مرحله تشكيل گرديده است. هر مرحله خود متشكل از يک رديف پره های راهنمای ثابت به همراه يک رديف تيغه های متحرک می باشد. پره های راهنما روی پوسته توربين تعبيه شده اند و تيغه ها درون ديسكهای توربين محكم گرديده اند. پره های راهنما معمولا دارای نوعی پوشش داخلی می باشند كه به واسطه آن نشت گازهای داغ از زير پره ها كاهش يافته و همچنين به عنوان محافظ روتور محسوب می گردند. تيغه های توربين نيز گاهی پوششهايی در نوک خود دارند كه باعث می شود تيغه ها از نظر ديناميكی بهتر عمل كرده و ميزان نشتی نيز كاهش يابد. ديسكهای توربين نيز روی شفت قرار دارند.
پره های توربين درون شيارهايی كه به شكل درخت كاج هستند محكم می شوند. اين پره ها دارای پوششی می باشند كه باعث كم شدن ميزان نشتی در مراحل ميانی می گردد. در شكل زير شيار های كاجی شكل به خوبی نشان داده شده است.

[55]Elliptical
[56]Tilting pad
[57]Turbine wheel

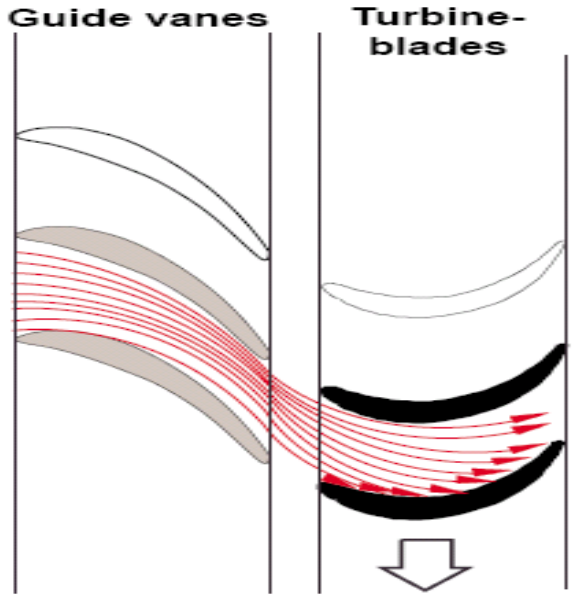


شکل٤-٢٠: پره های توربین

پره های روتور مانند پره های راهنما به روش ریخته گری دقیق ساخته شده و از داخل خنک می شوند. تمامی سطوحی که در مجاورت گازهای داغ قرار می گیرند به وسیله یک لایه بخار آلومینیوم-پلاتین پوشانیده شده است. این کار جهت محافظت در برابر خوردگی و اکسید شدن انجام می گیرد.به منظور جلوگیری از نشت گاز ، آب بند هایی بین مراحل توربین وجود دارد. همچنین آب بند هایی به منظور جلوگیری از نشت گازهای داغ به طرف شفت و یاتاقانها وجود دارد. هوای آب بندی این آب بند ها، اغلب از مراحل مناسب کمپرسور محوری تامین می گردد. این هوا به سمت دیسکهای توربین نیز هدایت گشته تا علاوه بر خنک کردن آنها از انتقال گرما به سمت شفت و یاتاقانها جلوگیری نماید.

اصول عملکرد:

در عبور جریان از فضای همگرای بین پره های راهنما ،گازهای داغ منبسط می شوند. انرژی فشاری به انرژی جنبشی تبدیل گشته و گاز شتاب خواهد گرفت. همزمان گاز ، حرکتی چرخشی در جهت چرخیدن تیغه های توربین ایجاد می نماید. در نتیجه حرکت تیغه ها، گاز منحرف شده و با توجه به اینکه مسیر های عبور گاز به صورت همگرا است به انبساط گاز کمک می گردد. هنگامی که گاز های داغ به تیغه ها بر خورد می نماید انرژی موجود در جریان گاز به تیغه ها منتقل گردیده و باعث می گردد تا توربین بچرخد و در نتیجه توان لازم جهت راندن شفت توربین فراهم شود.



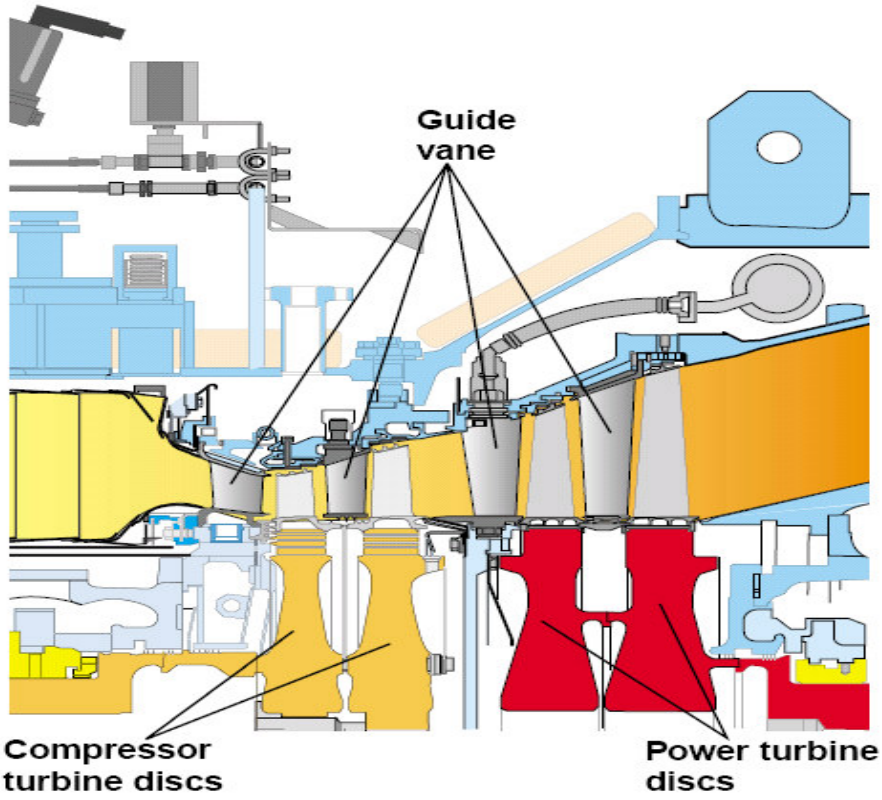
شکل٤-٢١ : جریان گاز در هنگام برخورد با تیغه های تور

گاز در ادامه بیشتر منبسط گردیده و به وسیله پره های راهنمای مرحله بعد به سمت تیغه های ردیف بعد هدایت می گردد.اگر انرژی گاز به صورت مناسب جذب گردد حرکت چرخشی جریان گاز هنگام خروج از مرحله آخر توربین گرفته خواهد شد. بنابر این جریان گاز در خروج از توربین از حالت چرخشی خارج شده و به صورت یک جریان محوری وارد سیستم اگزوز می گردد. به منظور افزایش نسبت تراکم فشار در توربین ، کانال خروجی گاز به صورت حلقوی و به شکل یک دیفیوزر می باشد. این کانال به خروجی توربین متصل است.

افزایش و یا کاهش دور در توربین های مختلف مکانیزمهای متفاوتی دارد . در برخی از آنها از نازلهای متغیری روی توربین فشار ضعیف استفاده می شود که در این صورت زاویه برخورد محصولات احتراق با پره های توربین تغییر کرده و در نتیجه دور کم و یا زیاد می گردد و در برخی دیگر صرفا از طریق کم و زیاد کردن سوخت کنترل می گردد.

طراحی این نازل‌ها باعث تعدیل اثرات افزایش دما در نتیجهٔ عبور گازهای داغ شده و علاوه بر آن، تجهیزات را در مسیر گازها منظم نگه می‌دارد. نازل‌ها به شکل ایرفول و بصورت توخالی ساخته شده اند. در لبهٔ انتهایی آنها نیز سوراخ‌هایی تعبیه شده است که قسمتی از هوای کمپرسور قبل از وارد شدن به محفظهٔ احتراق، از طریق این سوراخ‌ها به نازل‌ها نشت کرده و خنک‌کاری نازل‌ها را انجام می‌دهد.

چرخ‌های توربین‌های فشار قوی و فشار ضعیف از نظر مکانیکی بر روی دو روتور مجزا سوار شده‌اند. این خصیصه باعث می‌شود که بتوان دور روتور را در دو سرعت مختلف به کار گرفت.

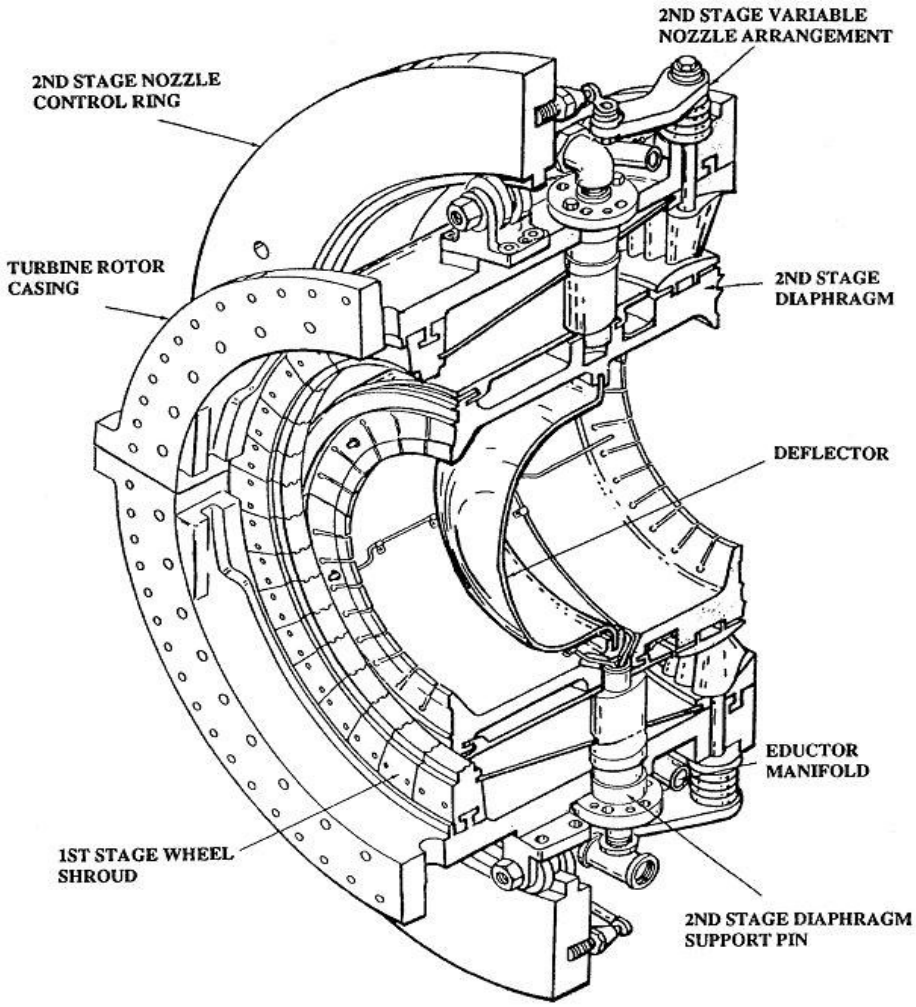


شکل۴-۲۲: نمای توربین

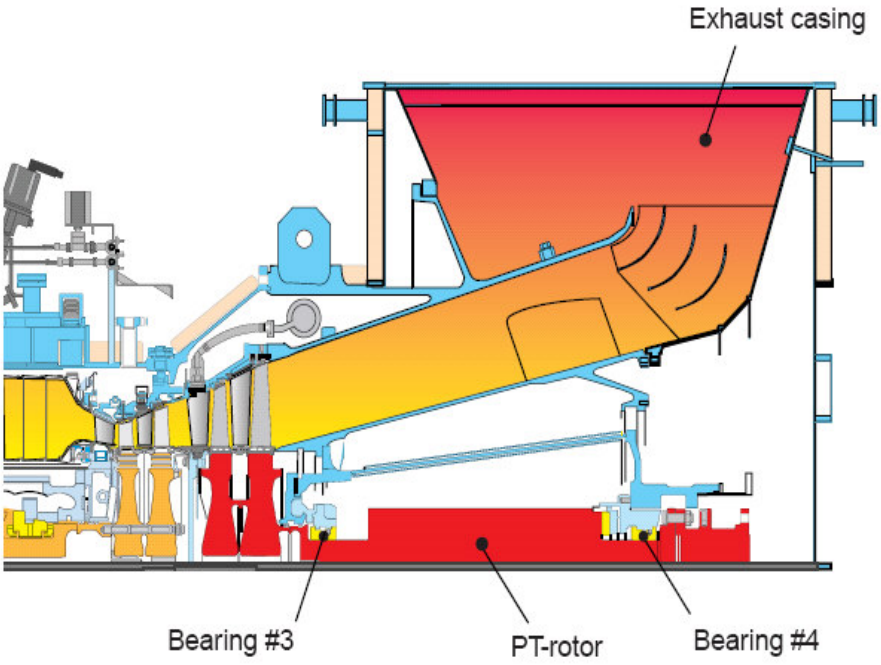
پوسته توربین:

بدنه یا پوستهٔ توربین یکی از اصلی‌ترین قطعات سازهٔ توربین گاز است که در قسمت خارجی، از جلو به بدنهٔ خروجی کمپرسور محوری و در انتها به قاب اگزوز پیچ شده است. دیوارهٔ داخلی توربین به جز در سطوح کوچکی شامل سطح تماس نازل‌ها و پوشش‌های آنها با بدنهٔ توربین، از تماس با محصولات احتراق ایزوله شده است. علاوه بر این، هوای خروجی کمپرسور که از بین قطعات نازل مرحله اول نشت می‌کند، به فضای بین بدنهٔ توربین و دیوارهٔ خارجی مسیر عبور محصولات احتراق راه پیدا کرده و باعث کاهش انتقال حرارت تشعشعی از دیواره‌های داغ به بدنهٔ توربین می‌شود. همچنین در بدنهٔ توربین سوراخ‌هایی تعبیه شده است که با سوراخ‌هایی در قسمت اگزوز جفت می‌شوند. هوای محیط از طریق این سوراخ‌ها باعث خنک کاری قسمت انتهای بدنهٔ توربین و اگزوز می‌شود . پوسته توربین به پوسته

دیفیوزری پیچ شده است. هدف از دیفیوزر، کند کردن میزان سرعت جریان گازهای داغ و بدست آوردن فشار استاتیکی است تا از این طریق نسبت تراکم فشار در توربین افزایش یابد. محفظه یاتاقان ها به پوسته دیفیوزری متصل است. پوسته اگزوز بخش بزرگی از پوسته دیفیوزری را در بر گرفته وگازهای خروجی را به کانال خروجی هدایت می کند.
پوسته توربین به گونه ای طراحی گردیده است تا حداقل فشار برگشتی را داشته باشیم.
این مساله برای اینکه کمترین تاثیر را در توان خروجی توربین داشته باشیم مهم است.
در شکل زیر نمایی کلی از توربین قدرت آورده شده است.



شکل۴-۲۳: شماتیک پوستهٔ نوعی ازتوربین و قطعات نصب شده بر آن



شکل۴-۲۴ : توربین قدرت و اگزوز

از وظایف مهم بهره بردار در این بخش:

- ✓ کنترل و نظارت بر دور توربین فشار قوی و فشار ضعیف
- ✓ کنترل بر نحوه عملکرد صحیح نازل متغیر در زمان تغییر دور واحد (در صورت داشتن نازل متغیر در توربین فشار ضعیف)
- ✓ کنترل بر نحوه عملکرد شیرهای تنظیم سوخت در زمان تغییر دور واحد
- ✓ کنترل دمای ورودی توربین(خروجی محفظه احتراق)
- ✓ کنترل دمای دیسک های توربین
- ✓ کنترل دما و فشار هوای خروجی از توربین(اگزوز)

سیستم روانکاری روغنکاری

این سیستم به منظور روغنکاری و خنک کاری یاتاقانها و تجهیزات متحرک توربین گاز استفاده می گردد. به منظور کارکرد ایمن و مطلوب توربین و تجهیزات متحرک آن، دما و فشار روغن به طور پیوسته کنترل می شود. روانکاری هر واحد توسط یک سیستم روغنکاری تحت فشار با سیکل بسته صورت می

گیرد. این سیستم شامل تانک روغن، خنک کننده‌های روغن[۵۸]، پمپ‌ها، فیلترها، شیرها و وسایل دیگری جهت کنترل و حفاظت از سیستم می‌باشد.بطور کلی روغن در این سیستم وظیفهٔ روانکاری چهار یاتاقان ها و همچنین تأمین روغن سیستم راه انداز را بر عهده دارد.در مراحل راه اندازی، کارکرد عادی و خنک کاری توربین گاز سیستم روغنکاری در سرویس می باشد.در موقع از دست دادن منبع تغذیه AC با توجه به برخورداری

[58]Oil Cooler

سیستم روغنکاری از سیستم پشتیبانیDC باتریها، عمل روغنکاری تجهیزات متحرک ادامه خواهد داشت پمپ روغنکاری اصلی می تواند از نوع پمپ‌های جابجایی مثبت[59] و چرخدنده‌ای (که نیروی خود را از شفت توربین فشار قوی تامین کند) ویا از نوع گریز از مرکز و یا هر دو نوع توامان باشد.پمپ روغنکاری کمکی در هنگام استارت یا توقف واحد، که پمپ روغنکاری اصلی قادر به تأمین فشار کافی برای روغنکاری و عملکرد ایمن واحد نیست، فشار لازم برای این منظور را فراهم می‌کند. در برخی از انواع توربوکمپرسورها ، پمپ روغنکاری اضطراری به منظور تأمین روغن روغنکاری یاتاقان‌ها در مواقعی که پمپ روغنکاری کمکی خارج از سرویس بوده و یا قادر به تأمین فشار کافی برای روغنکاری یاتاقان‌ها نیست، در نظر گرفته شده است. فیلترهای روغن نیز بصورت جفت بوده که یکی در سرویس و دیگری رزرو می‌باشد. فیلتر رزرو را می‌توان بدون آنکه خللی در کار توربین ایجاد شده و یا واحد متوقف گردد، از محل خود خارج و بازرسی کرد.پس از توقف واحد و در زمان COOL DOWN جهت جلوگیری از شکم انداختن و اعوجاج شافت و داغ ماندن قسمتی از یاتاقان ها در اثر عدم چرخش شفت ، به راه می افتد. روغن روغنکاری پس از گذشتن از یک فیلتر به ورودی پمپ روغن اضطراری وارد می شود و این پمپ وظیفه روغنکاری و خنک کاری روتور و یاتاقانها را بعهده دارد. در زمان قطع برق ، طی مراحل خنک کاری[60] بصورت نرمال خود بسیار لازم و ضروری است لذا این سیستم باید کار کند. در برخی توربینها از همان پمپهایAC و به کمک پشتیبانی باتریها استفاده می گردد(پس از تبدیل جریان DC به AC) و در برخی دیگر، از پمپهای DC و جریان مستقیم باتریها استفاده می شود.سایر اجزای سیستم روغنکاری بدین شرح می باشد:

- سوئیچ جهت اخطار دادن کاهش فشار روغنکاری
- ، گیج های نشان دهنده سطح روغن ،
- سوئیچ هایی برای اخطار و توقف هنگام دمای بیش از حد روغن ،
- شیرهای یک طرفه جهت جلوگیری از برگشت روغن.

در خروجی پمپ اصلی ، شیر يك طرفه ای قرار گرفته است تا از جریان معکوس روغن جلوگیری نماید.
در زمان راه اندازی واحد دمای روغن معمولا پایین است لذا لزجت روغن بالاست به همین دلیل چند عدد هیتر روغن ، در درون تانك روغن وجود دارد تا دمای روغن را در زمان استارت بالاتر از دمای طراحی شده ، نگه دارد . توجه به این نکته نیز ضروری است که در زمان روشن شدن این هیترها ، پمپ روغنکاری اصلی و یا کمکی باید روشن باشد چون در غیر اینصورت، بدلیل جریان نداشتن روغن درون

تانک ، روغن در نقاط تماس با هیترها نقطه سوز شده و در نتیجه تغییر خواص روغن ، صافی سطح یاتاقان ها را از بین می رود.لازم به ذکر است که سطح روغن درون تانک باید به حدی باشد که تمام سطح هیترها را کاملا بپوشاند زیرا در غیر اینصورت دمای قسمت بالایی هیترها، بیش از حد افزایش یافته، که آن نیز باعث افزایش بخارات روغن می گردد.

- سیستم خنک کننده که دارای چند عدد فن خنک کننده هوایی می باشد وظیفه خنک کاری روغن را بعهده دارد . زیرا دمای بالاي روغن موجب رقیق شدن و کاهش لزجت آن می گردد که این مساله در کار انتقال حرارت در یاتاقان ها اختلال ایجاد کرده و نیز باعث می شود روغن شرایط لازم جهت کاهش اصطکاک بین شافت و یاتاقان را از دست بدهد . این سیستم با کنترلی که روی فن ها دارد ، دمای روغن را در محدوده مجاز خود نگه می دارد.

[59]Positive Displacemen
[60]Cool down

- هیترهای برقی :برای جلوگیری از نفوذ سرمای بیش از حد فصل زمستان به روغن در طی مسیر به سمت خنک کننده ، از هیترهای برقی اطراف لوله های روغن استفاده شده که بصورت اتوماتیک و دستی قابل فرمان دادن هستند.مقداری از روغن در اثر برخورد با نواحی داغ ، بخار می شود و در تانک روغن دود ایجاد می کند به این منظور یک سیستم جداکننده که مجهز به یک الکتروموتور و یک مخزن می باشد ، روغن و بخارات آن را از هم جدا کرده ، بخارات روغن به اتمسفر هدایت و روغن ته نشین شده ، مجددا به سیستم بر می گردد.

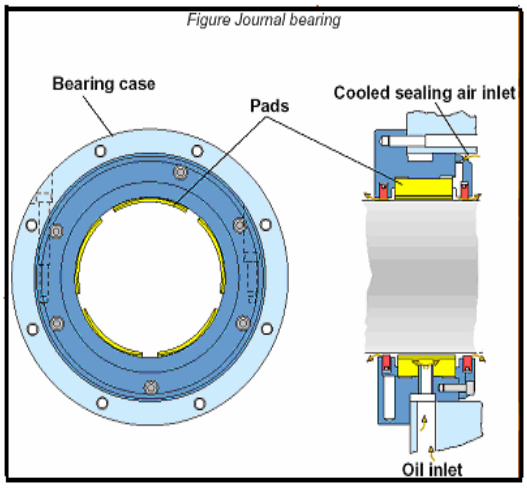
وظایف بهره بردار در این قسمت:

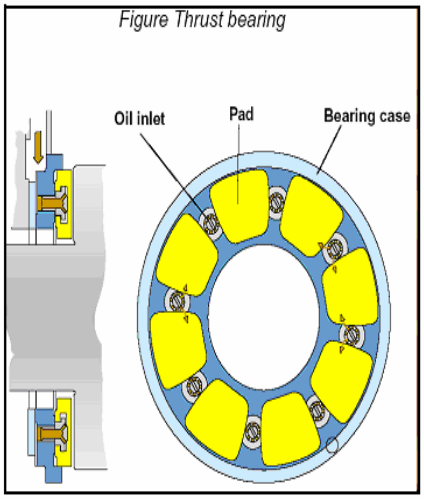
- ✓ بازدید روزانه از اتاقک توربین و کمپرسور و گزارش نشتی های احتمالی در سیستم
- ✓ بازدید روزانه از سطح روغن در مخزن آن
- ✓ کنترل مداوم دمای روغن مخزن
- ✓ حصول اطمینان از کارکرد صحیح سیستم ، بخصوص پمپهای اصلی و کمکی آن
- ✓ کنترل روزانه دمای ورودی و خروجی واحد خنک کننده روغن
- ✓ کنترل مداوم فشار و دمای روغن در نقاط مخصوص روغنکاری (یاتاقانها)
- ✓ کنترل اختلاف فشار دو طرف فیلتر روغن

یاتاقانها

بدنه دستگاه روی ٤ یاتاقان اصلی سوار می شود این یاتاقانها سرعت بحرانی قطعات دوار را بالاتر از سرعت کارکرد آن برده و راه اندازی و توقف توربین را آسان و سریع می نماید. در ضمن اجازه حرکت شعاعی و محوری را از دستگاه می گیرد. روانکاری و خنک کاری این یاتاقانها توسط روغن فشاردار انجام می گیرد.

حسگر هایی ، دما ، فشار روغن و ارتعاشات یاتاقانها را اندازه می گیرند و ا ز وظایف مهم بهره بردار ، کنترل و نظارت دقیق بر پارامترهای فوق می باشد تا از محدوده مجاز تعیین شده توسط سازنده عبور نکند.توربین گاز ٤ یاتاقان بیضوي و بالشتکی زاویه‌دار دارد که تحت فشار روغنکاري مي‌شوند. این ٤ یاتاقان، سرعت بحراني قطعات دوار را بالاتر ازحداکثر سرعت کارکرد توربین نگه می دارند در نتیجه توربین دارای استارت، بارگذاري و توقف سریعتري می شود.یاتاقان های شمارهٔ ۱ و ۲ تکیه گاه کمپرسور محوری و توربین فشار قوی، و یاتاقان های شمارهٔ ۳ و ۴ تکیه گاه شافت توربین فشار ضعیف میباشند . روغنکاری یاتاقان ۲ بدلیل نزدیکی به محفظه احتراق مهمتراز بقیه یاتاقانهاست. سیلهای روغن نیز از نوع لابیرنتی میباشند که در نشیمنگاه یاتاقان قرار داشته و فاصله بسیار کمی با شافت توربین دارند. در ضمن هوای کمپرسور محوری نیز به لابیرنتها درسیل بهتر ، کمک می کند.همهٔ یاتاقان‌های فوق از طریق روغن تحت فشار، روغنکاری می‌شوند. آب بندهای روغن نیز از نوع شانه-ای(Labyrinth) می‌باشند که در نشیمنگاه یاتاقان قرار داشته و لقی بسیار کمی با شافت توربین دارند. البته به منظور آب بندی مطمئن تر، از هوای کمپرسور محوری نیز برای آب بندی استفاده می شود.





شکل۴-۲۵ : شماتیک یاتاقان محوری و شعاعی ونحوه عملکرد آنها

وظایف بهره بردار:

- ✓ کنترل مداوم دما و فشار روغن یاتاقانها
- ✓ کنترل مداوم ارتعاشات یاتاقانها

سیستم تهویه جهت تغذیه فضای داخلی اتاق توربین گاز با مقدار لازم هوادر نظر گرفته شده است تا علاوه برانجام عمل خنک کاری، در برقراری جریان هوا به منظور ایجاد ناحیه ایمن و بی خطر موثر باشد. این سیستم اهداف زیر را دنبال می کند:

- فشار داخل اتاق توربین گاز را به گونه ای تامین می کند تا اختلاف ناچیزی با محیط بیرون ایجاد گردد. فشار داخل اتاق می تواند بیشتر یا کمتر از فشار محیط باشد.
- هنگامی که سیستم اطفاء حریق فعال می گردد دمپر[61]های سیستم تهویه بسته گردند.

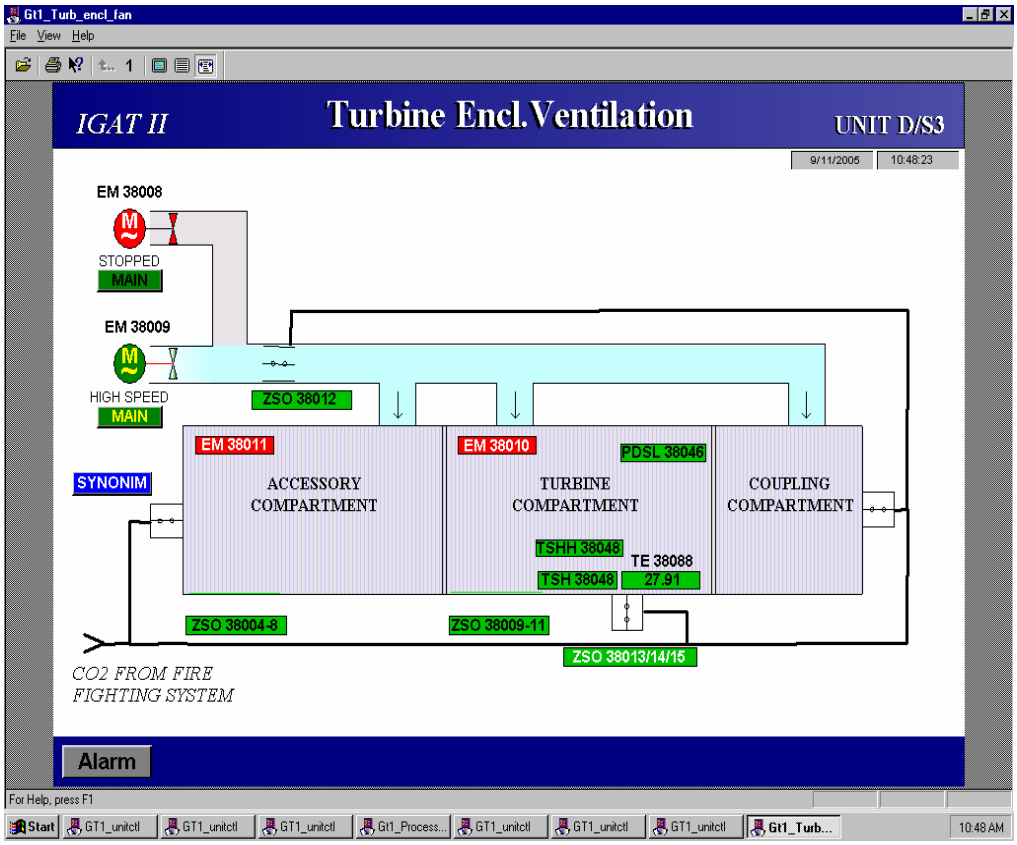
سیستم تهویه اتاق تجهیزات کمکی نیز به منظور تغذیه اتاق با مقدار لازم هوا جهت خنک کردن اتاق در نظر گرفته شده است.این سیستم از یک کانال ورودی، که هوا را به داخل اتاق توربین گاز هدایت می کند و یک کانال خروجی که هوا را از قسمت انتهایی محفظه توربین، جایی که تشعشعات حرارتی ، بالاترین میزان را داراست خارج می کند ، تشکیل گردیده است. کانالهای ورودی و خروجی از جنس ورق استیل گالوانیزه بوده دارای عایقهای صوتی، دمپر ویک فن می باشند. اگر از هوای بیرون جهت تهویه استفاده گردد از فیلتر هم استفاده می گردد.معمولا در بیشتر کاربردها، عمل تهویه با زیاد شدن فشار داخل اتاق توربین گاز همراه است مگر در جاهایی که واحد توربین گاز در ناحیه خطر قرار دارد.در مواقع بروز آتش، دمپر ها بسته شده و از ورود هوا به محفظه توربین جلوگیری می شود. این کار به تمرکز $CO2$ آزاد شده در محفظه توربین کمک می کند. در این حالت فن سیستم نیز به صورت اتوماتیک خاموش می گردد.سیستم تهویه اتاق تجهیزات کمکی از سیستم تهویه اتاق توربین گاز جدا می باشد. هوا از قسمت تصفیه کننده وارد سیستم تهویه شده سپس به دو شاخه تقسیم می گردد. یک شاخه هوای تهویه محفظه توربین و شاخه دیگر هوای تهویه اتاق تجهیزات کمکی را تامین می نماید.این سیستم کاملا اتوماتیک عمل می کند. هنگام راه اندازی، فن روشن می گردد و جریان ثابتی از هوا را در حین کار سیستم فراهم می نماید. عملکرد این فن با توجه به اختلاف فشار دو طرف آن تحت کنترل می باشد.عملکرد کلی سیستم تهویه با توجه به اختلاف فشار بین داخل و خارج محفظه توربین کنترل می گردد. هنگام توقف واحد، سیستم تهویه در چند ساعت نخست مرحله خنک کاری توربین در سرویس می باشد و چنانچه نیاز نباشد به صورت اتوماتیک از سرویس خارج می گردد. عمل تهویه سیستم در زمان توقف کامل واحد، هرزمان که نیاز باشد، بجز هنگامی که اخطار سیستم گاز یاب فعال است، به صورت دستی قابل انجام است.به منظور عملکرد ایمن سیستم تهویه، دو نوع دمپر در این سیستم پیش بینی شده است:

- دمپرهای جاذبه‌ای که به واسطهٔ وزن خود بسته می‌شوند و توسط فن‌های تهویه و از طریق مکش این فن‌ها باز می‌شوند. این دمپرها در قسمت فیلترها قرار دارند.

- دمپرهایی که در مسیرهای ورودی و خروجی سیستم تهویه قرار دارند. این دمپرها بصورت اتوماتیک بسته می‌شوند و بسته شدن آنها بوسیلهٔ سیستم آتش یاب و از طریق فشار CO_2 خروجی صورت می‌گیرد.

شکل زیر شماتیک این سیستم را نشان می‌دهد.

[61]Damper



شکل۴-۲۶: شماتیک سیستم هوای تهویهٔ توربین

وظایف بهره بردار در این بخش:

- ✓ کنترل اختلاف فشار بین هوای داخل اتاقک های توربین و هوای بیرون که نمایانگر روشن بودن یا نبودن فن هاست.
- ✓ کنترل دمای اتاقک های توربین

سیستم هوای آب بندی و خنک کاری[۶۲]

جهت آب بندی روغن یاتاقان ها وخنک کاری قسمتهای مختلف توربین از هوای مراحل مختلف کمپرسور محوری (بنا به نوع طراحی) و نشتی هوای آب بندی کمپرسور جریان محوری و همچنین هوای محیط استفاده می شود.

هوای گرفته شده از کمپرسور به منظور آب بندی یاتاقان ها در مقابل نشتی روغن، خنک کاری پوستهٔ توربین و همچنین خنک کاری اگزوز و بازوهای نگهدارندهٔ داخلی آن ، خنک کاری سمت راست چرخ توربین فشار قوی ، هر دو طرف چرخ توربین فشار ضعیف و سمت چپ چرخ توربین فشار ضعیف و آب -

بندی مسیر عبور محصولات احتراق استفاده می شود. هوایی که جهت آب بندی یاتاقان ها استفاده می شود از یک جدا کننده گریز از مرکز می گذرد تا از ورود ذرات و

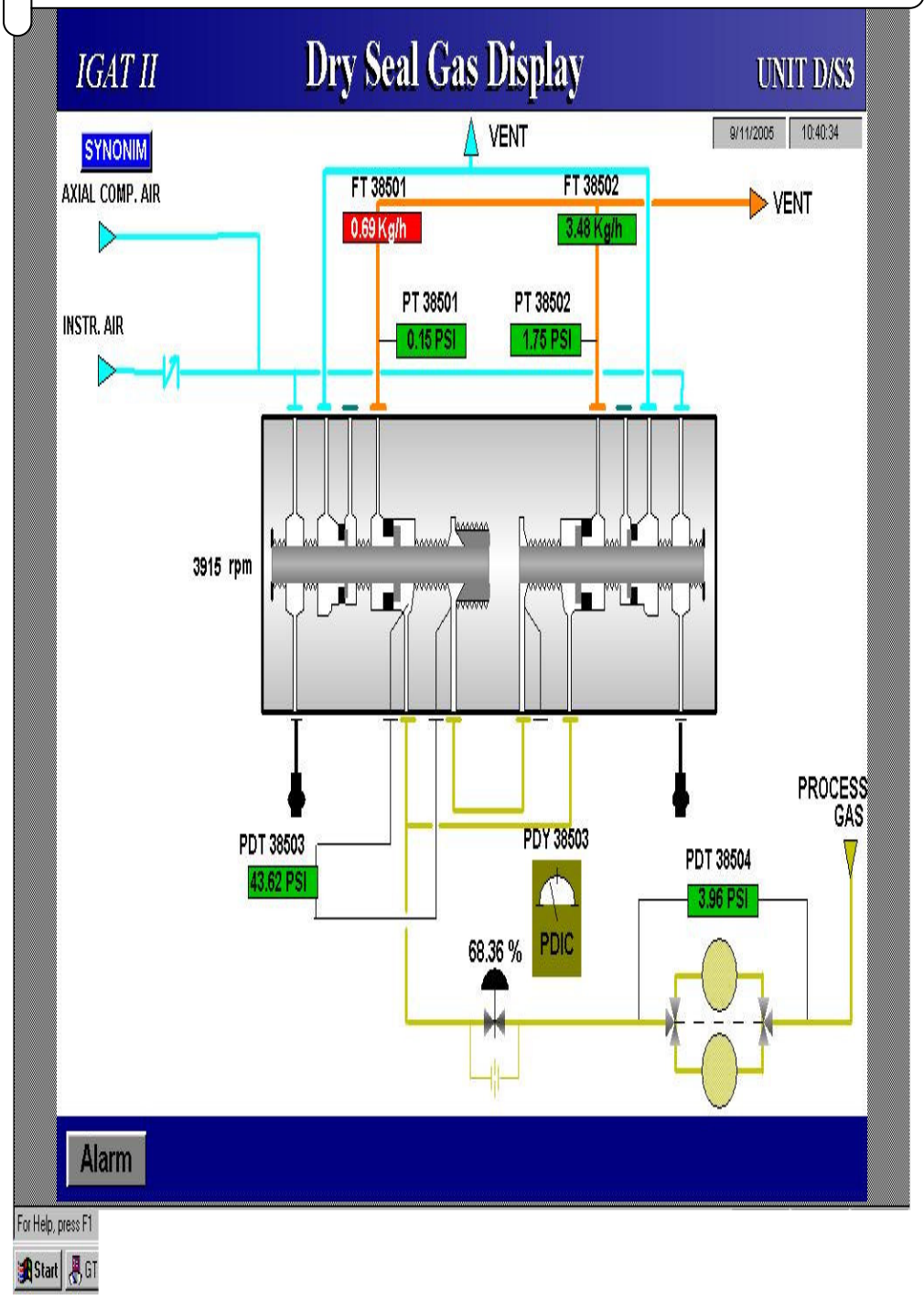
[62]Sealing cooling air

ناخالصی ها به یاتاقان ها جلوگیری نماید. تخلیه این هوا از طریق لوله های تخلیهٔ روغن انجام می شود.

هوای اگزوز[۶۳]

در قسمت خروجی، گازهای حاصل از احتراق بعد از برخورد با پره‌های توربین به اتمسفر تخلیه می شوند. این گازها باید قبل از تخلیه شدن به اتمسفر، رقیق شده و برای تخلیه به محیط دارای استانداردهایی از نظر تمیزی و سطح تولید صدا باشند. به این منظور سیستم اگزوز بصورت عمودی نصب شده و دارای فیلترهای صوتی نیز می‌باشد.

[63] Exhaust air


IGAT II
Dry Seal Gas Display
UNIT D/S3
SYNONIM
VENT
9/11/2005
10:40:34
AXIAL COMP. AIR
FT 38501
FT 38502
VENT
0.69 Kg/h
3.48 Kg/h
INSTR. AIR
PT 38501
PT 38502
0.15 PSI
1.75 PSI
3915 rpm
PROCESS GAS
PDT 38503
43.62 PSI
PDY 38503
PDT 38504
3.96 PSI
68.36 %
PDIC
Alarm
For Help, press F1
Start
GT

فصل پنجم

کمپرسور

انواع کمپرسور
کاربردهای کمپرسورها
مکانیزم‌هاي ایجاد فشار در انواع کمپرسور
کمپرسور سانتریفوژ
کمپرسور رفت‌وبرگشتي
کمپرسورهای پیچشی
کمپرسورهای گاز ایستگاه و اجزاءآنها
سیستم روغن کاری
پدیده سرج

فصل پنجم

کمپرسور

انواع کمپرسور

ماشینهای جذب کننده قدرت مکانیکی که انرژی را به صورتهای مختلفی از قبیل انرژی حرارتی، انرژی جنبشی و یا پتانسیل به سیالات تراکم پذیر اعمال می‌کنند طیف وسیعی را شامل فن ها، دمنده‌ها وکمپرسورها تشکیل می‌دهند ، از این میان کمپرسورها دارای نسبت تراکم بیشتری می باشد . کمپرسورها برحسب مکانیزم و اصول عملکرد و نحوه اعمال انرژی به سیال ، به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند:

۱ کمپرسورهای جابجائی مثبت[٦٤] یا جریان منقطع[٦٥]

۲ کمپرسورهای دینامیک[٦٦] یا پیوسته[٦٧]

در یک تقسیم بندی دیگر مهمترین انواع کمپرسورها که در صنعت استفاده می‌شوند عبارتند از:

۱ -کمپرسورهاي رفت و برگشتي[٦٨]

۲ - کمپرسورهاي سانتريفوژ[٦٩]

۳ -کمپرسورهاي پيچشي[٧٠]

۴ -کمپرسورهاي حلزوني[٧١]

۵ -کمپرسورهاي جريان محوري[٧٢]

کمپرسورهای جریان محوري و سانتریفوژ در دسته کمپرسورهای دینامیک و کمپرسورهاي رفت و برگشتي و چرخشی(پيچشي و حلزوني) در دسته کمپرسورهای جابجائی مثبت قرار دارند . کمپرسورهاي حلزوني و پيچشي انواعی از کمپرسورهای چرخشي(rotary) هستند . طراحان براساس محدوده-های خاصی که از نظر نسبت تراکم وشدت جریان گاز در مراجع وجود دارد ، نوع خاصی از کمپرسور را برای هدف مورد نظر انتخاب می‌کنند .

کاربردهای کمپرسورها

مساله افزایش فشار در فرایندهاي مختلف صنعتي ، بسیار حائز اهمیت است .صنایع و زمینه های متعددی وجود دارند که در هر کدام از آنها کمپرسور نقش دارد. این زمینه ها عبارتند از:

- تهویه ساختمانها ، تونل‌ها ، معادن و کوره ها
- تأمین هوای فشرده جهت احتراق در ماشینهای احتراق داخلی و دیگهای بخار
- انتقال گاز (تأمین فشار لازم جهت جریان گاز و افتهای مسیر)
- تأمین فشار مخازن ذخیره تحت فشار
- تزریق گاز به میدان‌های نفتي

---

[64] Positive Displacement
[65] Intermittent
[66] Dynamic
[67] Continuous
[68] Reciprocating Compressor
[69] Centrifugal Compressor
[70] Screw Compressor
[71] Scroll Compressor
[72] Axial Flow Compressor

- ❖ سيستم تبريد
- ❖ فرايندهاى شيميايي و تصفيه گاز
- ❖ بالا بردن سرعت واكنش‌ها در فرايندهاى شيميايى
- ❖ انتقال برخى پودرها توسط گاز فشرده شده

مكانيزم‌هاي ايجاد فشار در انواع كمپرسور

به طور كلي مكانيزمهاي ايجاد فشار به ۴ دسته تقسيم مي شوند كه عبارتند از :

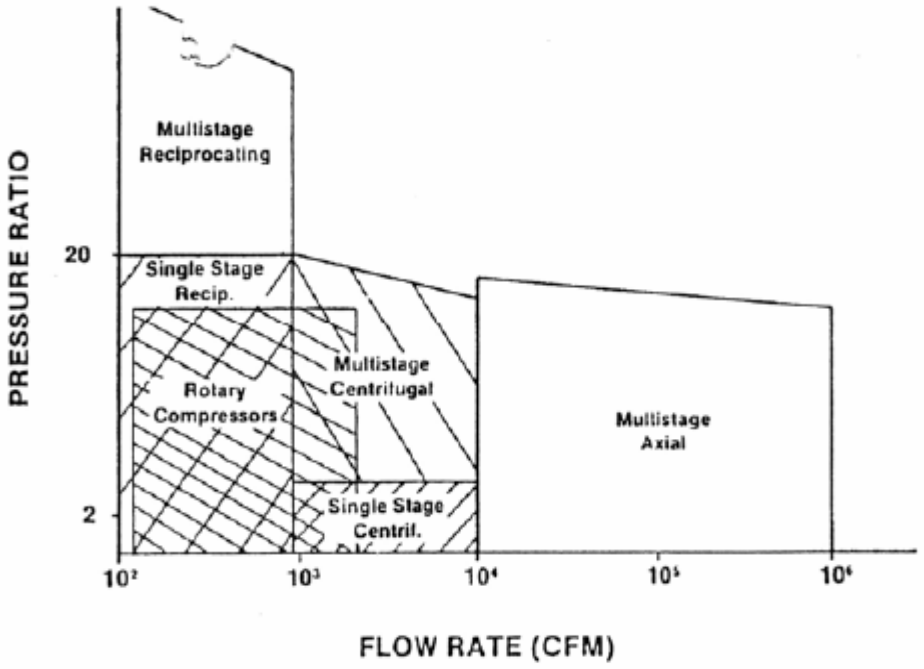
۱. حبس مقدارهاي پي‌درپي از گاز در نوعي محفظه ، كاستن حجم ، افزودن فشار و سپس تخليه گاز فشرده به بيرون محفظه.

۲. حبس مقادير پي‌درپي از گاز در نوعي محفظه ، انتقال آن بدون تغيير حجم به طرف دريچه خروجي ، تراكم گاز توسط مقاومت سيستم خروجي و سپس ارسال گاز به بيرون محفظه.

۳. تراكم گاز با عمل ديناميكي پروانه يا روتور پره‌دار در حال دوران كه گاز در حال عبور فشرده شده و سرعت مي‌گيرد و سهم سرعت سرانجام در ديفيوزر يا پره هاي ثابت به فشار مبدل مي‌شود.

٤. همراه كردن گاز با يک جت خيلي سريع از همان گاز يا يک گاز ديگر(به طور معمول اما نه الزاما از بخار آب استفاده مي‌شود) و تبديل گاز مخلوط داراي سرعت بالا به فشار در يک ديفيوزر.

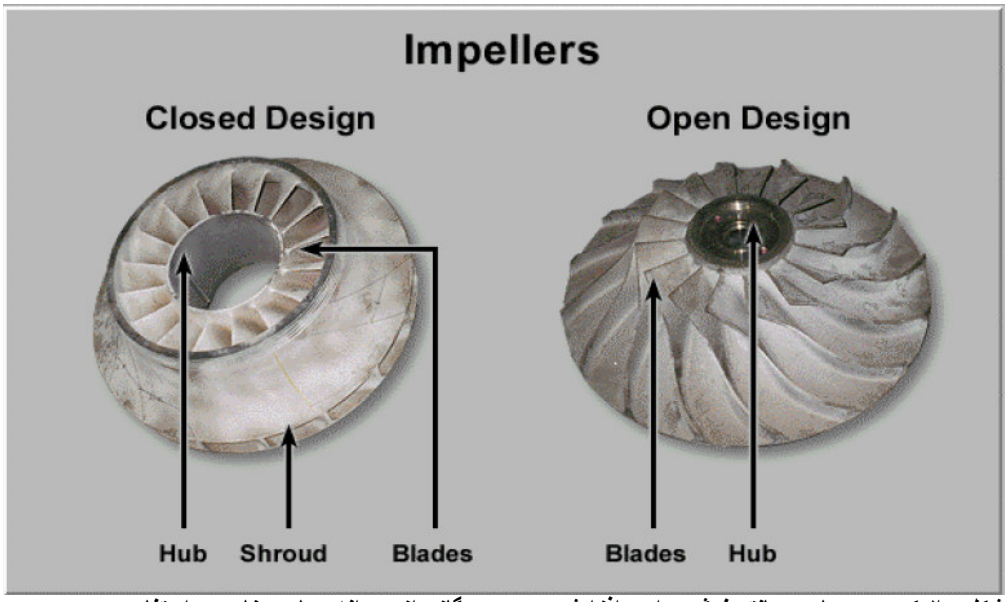
كمپرسورهاي نوع اول و دوم جريان ناپيوسته بوده و معروف به جابجايي مثبت و كمپرسورهاي نوع سوم و چهارم جريان پيوسته بوده و معروف به ديناميكي هستند . كمپرسورهاي نوع چهارم شيپوره ناميده‌مي‌شوندو معمولاً با فشار مكش زير اتمسفر كار مي‌كنند .در حقيقت اين مكانيزمهاي ايجاد و اعمال فشار مبناي تقسيمات اصلي و تفاوتهاي اساسي مابين انواع خانواده كمپرسورها قرار مي‌گيرد. كمپرسورهاي ديناميكي و جابجائي مثبت داراي تفاوتهاي اساسي از نظر مقادير جريان ، مقادير فشار، قابليت كنترل ظرفيت ، تحمل در مقابل تغييرات خواص گاز ، نگهداري ، محدوده‌هاي راندمان ، قابليت اطمينان و دسترسي ، شرايط نصب ، فضاي مورد نياز و ديگر مشخصه‌ها هستند و اين مشخصه‌ها زمينه‌هاي كاربرد و توانايي دستگاه را براي يک سرويس معين ديكته مي‌كنند .در شكل زير محدوده عملكرد هر يک از كمپرسورها از نظر فشار و ظرفيت بيان شده است كمپرسور گاز در ايستگاههاي تقويت فشار گاز از نوع سانتريفوژ و كمپرسورهاي هواي ابزار دقيق از نوع رفت و برگشتي و يا پيچشي مي باشند لذا در اين بخش به بررسي اين كمپرسورها خواهيم پرداخت.



شکل ۵-۱:محدوده عملکرد کمپرسورها از نظر فشار و ظرفیت

کمپرسور سانتریفوژ

کمپرسور سانتريفوژ از نوع كمپرسورهاي ديناميكي است و در آن انتقال انرژي ازطريق مجموعه‌اي از پره‌هاي دوار به صورت تركيبي از فشار و سرعت درآمده، و تبديل بيشتر سرعت به فشار بعد از خروج پره‌هاي پروانه در جزء ثابت موسوم به ديفيوزر انجام مي‌پذيرد. نمونه‌اي از يك پروانه در شكل زير ارائه شده است.



شكل۵-۲:كمپرسورهاي سانتريفوژ براي افزايش سرعت گاز از پروانه هاي خاصي استفاده مي‌كنند

كاركرد كمپرسورهاي سانتريفوژ

كمپرسورهاي سانتريفوژ از نوع كمپرسورهاي ديناميكي هستند ، يعني بر خلاف كمپرسورهاي رفت و برگشتي كه در آنها تراكم گاز بوسيله يک عضو متراكم كننده (پيستون) انجام مي‌شود ، كمپرسورهاي سانتر يفوژ عضو متراكم كننده‌اي ندارند و تراكم گاز در آنها عمد تاً با نيروي گريز از مركز و سرعتي كه از چرخش سريع گاز به وسيله پروانه حاصل مي‌شود ، انجام مي‌گيرد.پروانه [73] از جمله اجزاي متحرک كمپرسورهاي سانتريفوژ بوده و منبع تمام انرژي داده شده به گاز در طول تراكم مي‌باشد .هنگام چرخش پروانه ، انرژي داده شده به گاز توسط پره‌هاي پروانه موجب افزايش فشار استاتيكي و سرعت گاز مي‌شود. به اين صورت كه نيروي گريز از مركز وارده به گاز مابين پره‌ها ، باعث متراكم شدن گاز مي‌شود . علاوه بر اين فشار استاتيكي ، به دليل افزايش سرعت گاز در گذر از مركز تا محيط چرخ ، افزايش مي‌يابد . به اين ترتيب افزايش كل فشار بوسيله يک پروانه برابر مجموع افزايش فشارهاي استاتيكي و سرعتي است.در كمپرسورهاي سانتريفوژ پروانه‌ها بر روي يک شفت نصب مي‌شوند . با چرخش شفت و در نتيجه چرخش روتور، گاز به صورت محوري ، يعني در راستاي محور شفت وارد پروانه شده و به صورت شعاعي ، يعني عمود بر شفت ، با فشار و سرعت بالاتري خارج مي‌شود .روتور به وسيله موتور الكتريكي يا توربين به حركت درآمده ، و گاز كم فشار و كم سرعت از قسمت مركزي وارد چشم ورودي و يا چشمه كمپرسور شده و با چرخش توسط پروانه و افزايش فشار ، از خروجي كمپرسور خارج مي‌گردد.براي هدايت جريان گاز به دهانه پروانه با كمترين افت فشار ، از پره‌هايي در ورودي كمپرسور و يا ميان پروانه‌ها استفاده مي‌شود كه به آنها پره هاي هادي يا Guide vane گفته مي‌شود.

[73] Impeller

زاويه بين اين پره‌ها را مي‌توان به طور دستي يا اتوماتيک تغيير داد و كاركرد كمپرسور را تنظيم كرد. در كمپرسورهاي سانتريفوژ افزايش فشار گاز، صرفاً به سرعت نوک پره‌هاي پروانه كه با سرعت دوراني شفت و قطر چرخ متناسب است، بستگي دارد . اما چون سرعت پروانه نمي‌تواند از مقدار مشخصي بيشتر باشد ، افزا يش فشار گاز در عبور از يک پروانه واحد نيز نمي‌تواند از محدوده خاصي بالاتر رود . در صورتي كه فشار بالاتري مورد نظر باشد برا ي افزايش فشار گاز از دو يا چند پروانه استفاده مي‌شود . در اين صورت، گاز خروجي از پروانه اول كه تا حدي فشرده شده است، به ترتيب وارد پروانه‌هاي بعدي شده و فشرده‌تر مي‌گردد . غالب كمپرسورهاي صنعتي چند مرحله‌اي هستند و تعداد پروانه‌هاي آنها ، گاهي به بيش از ۱۰ عدد نيز مي‌رسد.

محدوده عملكرد

كمپرسورهاي سانتريفوژ از نظر تعداد مورد استفاده در صنايع، پس از كمپرسورهاي رفت و برگشتي در رديف دوم هستند و راندمان آنها مابين ۷۶ ٪- ۶۸٪ . قرار دارد.

محدوده ظرفيتشان ۲۰۰۰۰۰- ۱۰۰۰ فوت مكعب در دقيقه و فشارهاي خروجي آنها Psig ۱۰۰۰۰- ۱۰ مي‌باشد، كه حد پايين فشار به نوع تک مرحله يا دمنده و حد بالاي فشار به كمپرسورهاي تقويت كننده و ياچند مرحله‌اي منسوب مي‌شود . امكان آلودگي گاز با روغن در آنها وجود نداشته و هزينه تعميرات و هزينه اوليه براي شرايط عملياتي مشابه، پائين‌تر از نوع رفت وبرگشتي است . اين كمپرسورها نياز به فونداسيون‌هاي سنگين ندارند و به مدت سه سال يا بيشتر مي‌توانند به طور دائم كار كنند.

كاربرد كمپرسورهاي سانتريفوژ

كمپرسورهاي ديناميكي(سانتريفوژها و محوريها) توانايي جابجايي گازها را در حجم‌هاي زياد با فشارهاي متوسط و پايين دارا مي‌باشند ، در حالي كه كمپرسورهاي جابجايي مثبت قادرند فشارهاي فوق‌العاده بالا را با مقدار جريان كم تأمين كنند.

كمپرسورهاي سانتريفوژ هنگامي كه تحت بار كامل استفاده مي‌گردند ، بالاترين بازدهي را در بين ساير كمپرسورها دارا مي‌باشند . اين بازدهي در كمپرسورهاي بزرگتر بيشتر بوده و به همين دليل در چيلرهاي بزرگ بيشتر از اين نوع كمپرسورها استفاده مي‌شود .

در مواردي كه امكان همراه شدن مايعات با گاز (به مقدار كم) وجود داشته باشد و يا ذرات جامد در گاز موجود باشد، تنها كمپرسورهاي سانتريفوژ قابل استفاده خواهند بود، اما از طرف ديگر تغييرات وزن مولكولي و دانسيته سيال براي اين كمپرسورها مشكل غيرقابل علاجي تلقي مي شود. كمپرسورهاي سانتريفوژ مخصوصاً در فرايندهايي كه داراي محدوده‌هاي عملياتي خيلي وسيعي هستندكاربردهاي زيادي در صنعت دارند . كمپرسورهاي سانتريفوژ ابتدا به عنوان دمنده‌هاي هواي اتمسفريک (به طور مثال براي كور ه ها) به كار مي رفتند . با گذشت زمان اين كمپرسورها براي فشرده كردن گازها و حتي مخلوطهاي بخار با مشخصاتي كه كاملاً با هوا متفاوت است بكار برده شده اند . شدت جريان‌هاي كمپرسورها در نمونه‌هاي مختلف متفاوت است، ولي هميشه درنسبت فشار پايين كار مي‌كنند . البته در اين كمپرسورها امكان افزايش شدت جريان و نسبتهاي فشرده‌سازي بسته به نياز وجود

دارد.مهمترین کاربردهای کمپرسورهای سانتریفوژ برای تامین گاز فشرده عبارتند از:

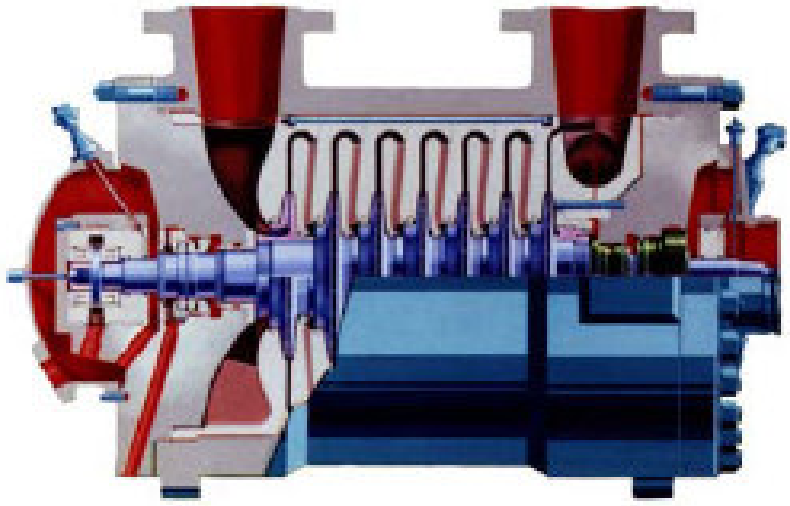
- جریان و گردش گاز در یک فرایند
- انتقال نیرو
- **غلبه بر اصطکاک مسیر در خطوط انتقال و توزیع گاز**
- ايجاد شرايط مناسب در گاز براي يک واکنش شيميايي يا خواص ترموديناميکي مطلوب
- ثابت نگهداشتن فشار گاز در سيستمهايي که نشتي ناخواسته يا مصرف تدريجي و کاهش

فشار گاز وجود دارد

- تأمين فشار لازم جهت ذخيرهسازي در مخزنها
- فرايندهاي بازيافت و تزريق گاز در ميدانهاي نفتي
- تميزکاري قطعات و سطوح با جت هوا، ماسه پاش، رنگ پاشي، هوازني، همزني مايعات،
- تخليه مايعات از تانکرها و انتقال پودرها، مواد جامد و مايعات
- تأمين جريان هوا براي تونلهاي باد و آزمايشات آيروديناميکي
- تهويه ساختمانها، تونلها، معادن و کورهها
- تأمين هواي فشرده جهت احتراق در ماشينهاي احتراق داخلي و ديگهاي بخار
- سيستم تبريد
- فرايندهاي شيميايي و تصفيه گاز
- بالا بردن سرعت واکنشها در فرايندهاي شيميايي

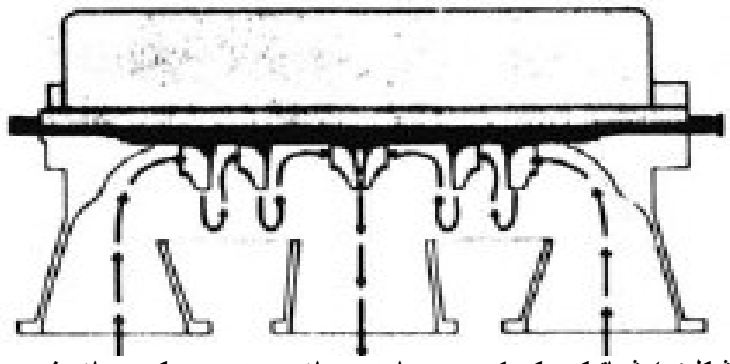
انواع کمپرسورهاي سانتريفوژ

شکلهاي مختلفي برا ي مسير جريان سيال در کمپرسورها وجود دارد . سادهترين شکل، حالتي است که درشکل زير نشان داده شده است . در اين حالت کمپرسور فقط دو نازل دارد يکي ورودي و ديگري خروجي .گاز از نازل ورودي وارد کمپرسور شده و پس از عبور از يک يا چند مرحله افزايش فشار ازنازل خروجي خارج ميشود.



شكل٥-٣: شماتيكي از يک كمپرسور با يک جريان ورودي و يک جريان خروجي

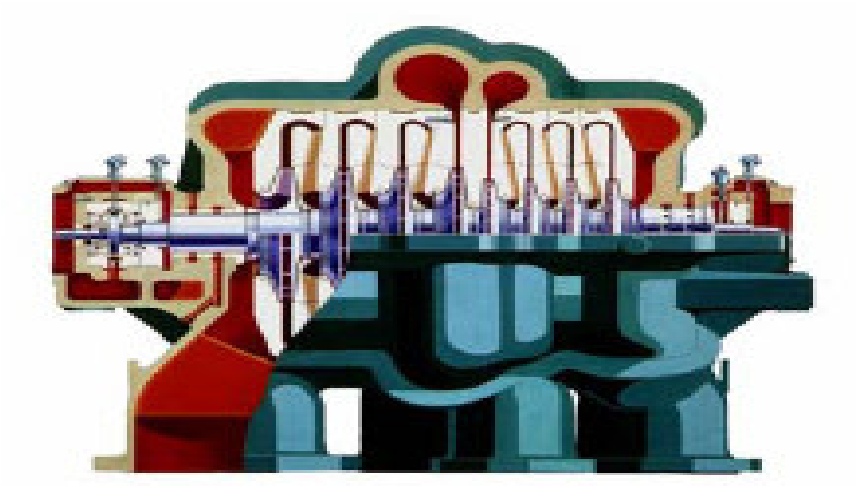
درصورتيكه شدت جريان گاز بالا، و اختلاف فشار كمي در كمپرسور، مورد نياز باشد، سازندگان اغلب اندازه كمپرسور را با به كارگيري دو جريان ورودي كه درشكل زير نشان داده شده است كاهش مي‌دهند . در اين حالت سيال ورودي به دو بخش مساوي تقسيم شده و از دو انتهاي كمپرسور وارد آن مي‌شود . گاز پس از فشرده شدن از نازل خروجي كه در وسط كمپرسور قرار دارد، خارج مي‌شود . در اين حالت قطر خارجي كمپرسور و هزينه ساخت آن كاهش مي‌يابد .درنتيجه، اين روش راهي است كه مي‌توان ظرفيت بدنه كمپرسور را دو برابر كرد.



شكل٥-٤:شماتيک يک كمپرسور با دو جريان ورودي و يک جريان خروجي

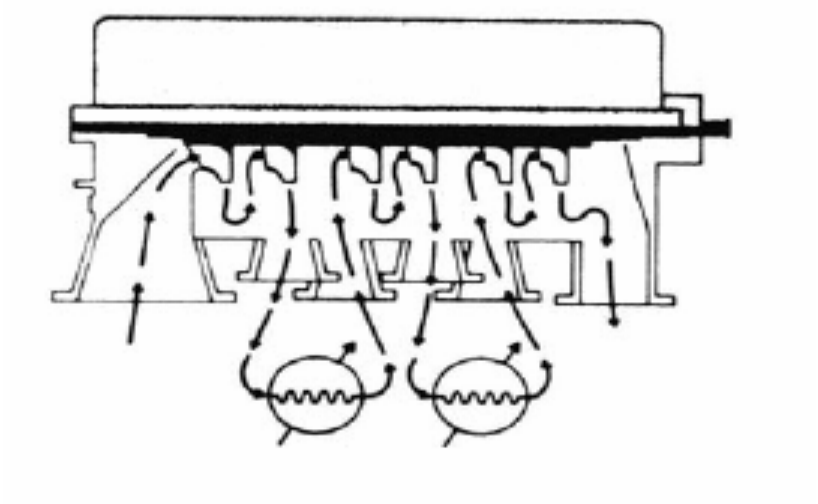
براي حالت‌هايي كه دماي گاز به علت افزايش فشار به شدت افزايش مي-يابد، بايد با استفاده از خنک كردن گاز دماي خروجي را در حد قابل قبولي نگه‌داشت .يک راه برا ي انجام اين كار استفاده از دو كمپرسور با يک مبدل حرارتي كه مابين آنها قراردارد مي‌باشد .البته براي سردكردن، سازندگان مي‌توانند از خنک‌كن‌هاي داخلي استفاده كنند . در اين صورت در واقع دو كمپرسور در يک محفظه قرار خواهندداشت در اين حالت گاز از نازل ورودي، واردكمپرسور شده و از يک نازل خروجي مياني وارد يک مبدل حرارتي خارجي مي‌شود و پس از سردشدن، دوباره از بخش مياني

محفظه کمپرسور وارد آن شده و دوباره فشرده مي‌شود . درنهايت گاز از آخرين نازل خروجي خارج شده و به سيستم خط لوله واردمي‌شود.



شكل٥-٥: شماتيک يک کمپرسور با خنک‌کن مياني

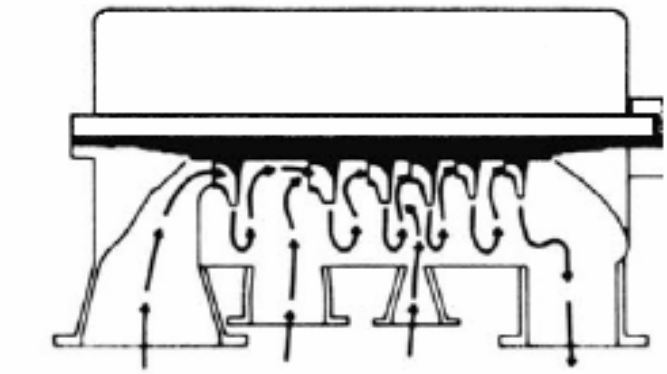
گازهاي با وزن مولکولي بالا نسبت به گازهاي با وزن مولکولي پايين سريع‌تر گرم مي‌شوند . در اين موارد سازندگان ازکمپرسورهايي با يک بدنه و دو خنک‌کن مياني استفاده مي‌کنند . در اين صورت گاز از دو نازل در قسمتهاي مياني بدنه براي سردشدن خارج شده و دوباره وارد مي‌شود.



شكل٥-٦:شماتيکي از يک کمپرسور با دو خنک‌کن مياني

وجود هر خنک‌کن مياني مستلزم استفاده از دو نازل اضافي در بدنه کمپرسور و درنتيجه افزايش فضاي اشغال شده توسط آن مي‌باشد، بنابراين

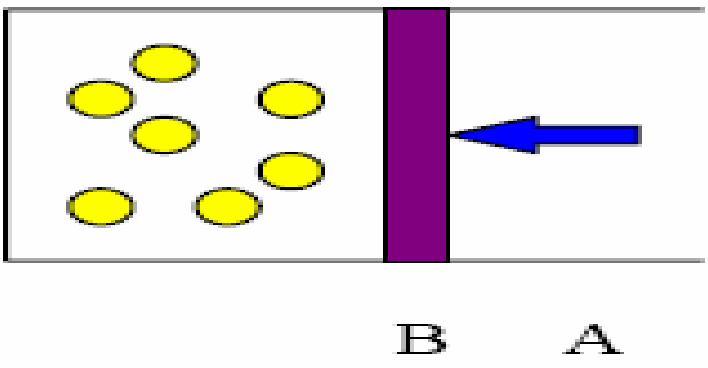
حداكثر تعداد دفعات سرمايش در كمپرسور دارا ي يک بدنه ، دو مرتبه مي‌باشد.
در بعضي از فرايندهاي سرمايش، مراحل فشرده‌سازي مختلفي مورد نياز است. سازنده مي‌تواند اين كار را بااستفاده از جريان‌هاي جانبي انجام دهد .در اين حالت جريان اصلي گاز از نازل ورودي وارد مي‌شود و پس از گذشتن از چند مرحله براي فشرده‌سازي جريان ديگري در داخل بدنه با آن مخلوط شده و به مرحله بعدي كمپرسور وارد مي‌شود . در صورت نياز، گازفرايندي مي‌تواند پس از خروج از نازل خروجي مياني و قبل از ورود به نازل ورودي دوم وارد يک خنک‌كن شود.



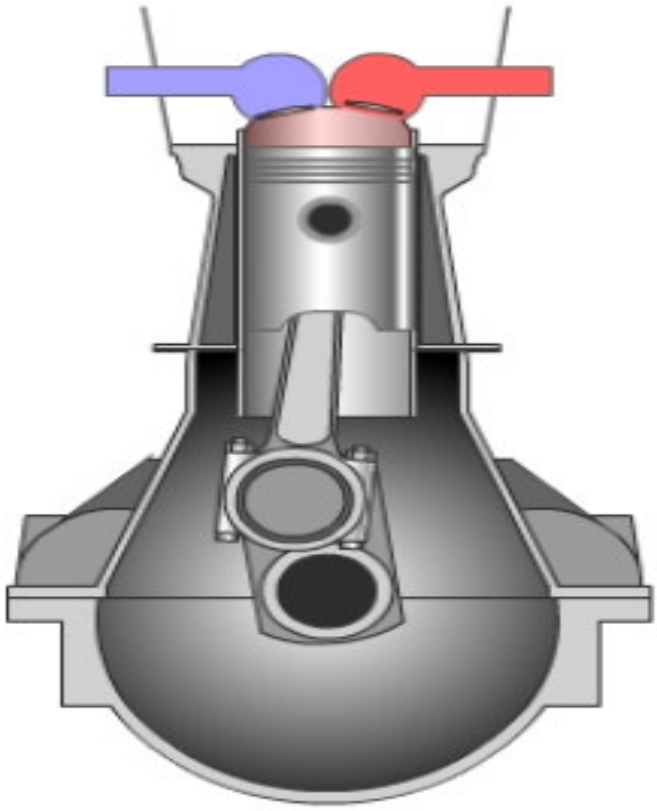
شكل ۵-۷: شماتيكي از يک كمپرسور با جريان جانبي

كمپرسور رفت‌وبرگشتي

كمپرسورهاي رفت‌وبرگشتي از جمله قديمي‌ترين كمپرسورها مي‌باشند كه در حال حاضر جايگاه مهمي را در ميان كمپرسورهاي كوچك و متوسط بدست آورده‌اند. اين نوع از كمپرسورها شبيه تلمبه باد دوچرخه كار مي‌كنند. اين كمپرسورها قادرند فشارهای خيلي بالا را با مقدار جريان اندک تأمين كنند، بنابراين كاربرد اصلی اين كمپرسورها برای ايجاد فشارهای خيلی بالاست.



شکل۵-۸: فشرده شدن گاز به روش جابجایی مثبت



شکل۵-۹: کمپرسور Single Acting

محدوده عملکرد

کمپرسورهاي رفت‌وبرگشتي از نظر تعداد مورد استفاده در صنايع، نسبت به ديگر انواع کمپرسورها مقام اول را دارند . اين کمپرسورها براي تمام فشارها از خلاء تا حدود psi ۱۰۰۰۰۰ مناسب هستند و نيز براي مقادير جريان از ۵۲ فوت مکعب دردقيقه تا ۱۰۰۰۰ فوت مکعب در دقيقه به ازاي هر سيلندر طراحي و ساخته مي‌شوند.

راندمان آنها از۹۰%-۸۰% تغيير مي‌کند و براي نسبتهاي تراکم بالاتر از ۵ بيشترين راندمان را نسبت به ديگر انواع دارند. کمپرسورهای پیستونی در فشارها و وزن‌های مولکولی متغیر به راحتی کار می‌کنند.

به طور معمول بالاترين راندمان کمپرسورهاي رفت و برگشتي از راندمان کمپرسورهاي سانتريفوژي و پيچشي‌کمتر است . مکش گاز، تخليه گاز متراکم شده از طريق شيرهاي تخليه[۷۴] و اصطکاك هاي ايجادشده از جمله عوامل موثر در کاهش بازدهي در اين نوع از کمپرسورها مي‌باشند .يکي ديگر از عوامل مؤثر در پايين بودن بازدهي اين نوع از کمپرسورها کوچك بودن

[74] Discharge valve

اندازه اين كمپرسورها است . دركمپرسورهاي كوچك تر نسبت بيشتري از انرژي ورودي به كمپرسور، صرف اصطكاك ايجاد شده در آن مي‌گردد.

كاربرد كمپرسورهاي رفت و برگشتي

مهمترين كاربردهای كمپرسورهای رفت‌وبرگشتی برای تامين گاز فشرده عبارتند از:

- جريان و گردش گاز در يک فرايند
- انتقال نيرو
- غلبه بر اصطكاک مسير در خطوط انتقال و توزيع گاز
- ايجاد شرايط مناسب در گاز براي يک واكنش شيميايي يا خواص ترموديناميكی مطلوب
- ثابت نگهداشتن فشار گاز در سيستم‌هايي كه نشتي ناخواسته يا مصرف تدريجي وكاهش فشار گاز وجود دارد.
- تأمين فشار لازم جهت ذخيره سازي در مخزن‌ها
- فرايندهاي بازيافت و تزريق گاز در ميدان‌هاي نفتي
- تميزكاري قطعات و سطوح با جت هوا، ماسه پاش، رنگ پاشي، هوازني، همزني مايعات،تخليه مايعات از تانكرها و انتقال پودرها، مواد جامد و مايعات
- تأمين جريان هوا براي تونلهاي باد و آزمايشات آيروديناميكي
- تهويه ساختمانها، تونل ها، معادن و كوره ها
- تأمين هواي فشرده جهت احتراق در ماشينهاي احتراق داخلي و ديگهاي بخار
- سيستم تبريد
- فرايندهاي شيميايي و تصفيه گاز
- بالا بردن سرعت واكنشها در فرايندهاي

محدوديتها

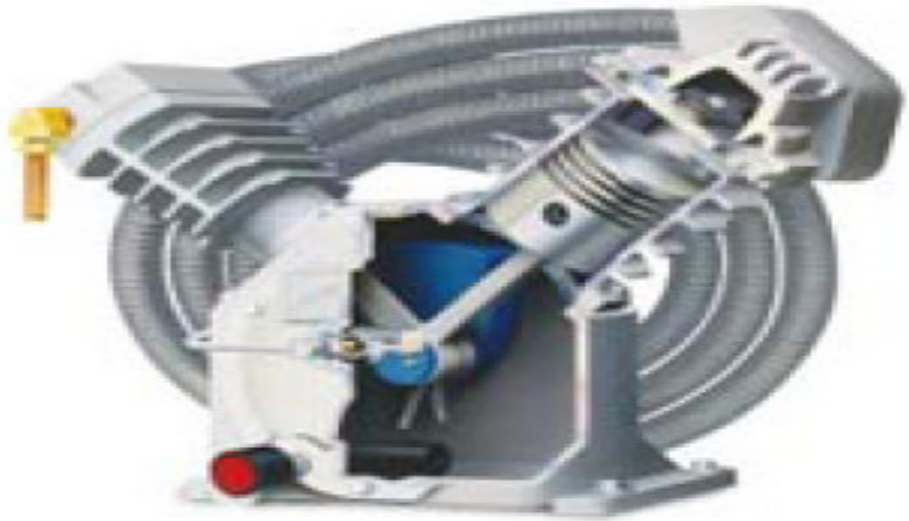
- براي سرويسهاي جريان پيوسته با حجم زياد بيش از يک كمپرسور نياز خواهد بود.
- غالباً بزرگ و گران‌بها هستند
- هزينه تعميرات بالايي دارند خصوصاً براي جابجايي گازهاي داراي ذرات مايع، جامد و خورنده
- با توجه به نيروهاي لرزشي بالا، نياز به فونداسيون‌هاي بزرگ دارند

در كمپرسورهاي رفت‌وبرگشتي همان گونه كه انتظار مي‌رود، رفت يا بازگشت پيستون عمل تراكم را انجام مي‌دهد .در اين حالت موتور تنها در نصف دوره تحت بار قرار گرفته و در نيمه بعدي بدون بار، كار مي‌كند . اين روش كار كردن موتور مي‌تواند مشكلاتي را براي موتور ايجاد كرده و در كل مي‌تواند راندمان كاري را پايين آورد . براي رفع اين مشكل معمولاً در كمپرسورها تراكم ، هم در عمل رفت و هم درعمل بازگشت انجام مي-شود . روش معمول براي اين كار استفاده از دو پيستون در دو جهت مختلف مي‌باشد .بدين ترتيب هنگامي كه يك پيستون در حال تراكم است پيستون ديگر در حال مكش بوده و در نيم دوره بعد، عمليات هر كمپرسور تعويض مي‌گردد .اين نوع از كمپرسورها به شكل‌هاي مختلفي طراحي و ساخته شده اند كه درشكل (۱-۱۳)يكي از آنها مشاهده مي‌شود.به طور كلي

كمپرسورهاي چند مرحله اي كاربرد بسيار بيشتري نسبت به كمپرسورهاي يك مرحلهاي دارند.

شكل ۵-۱۰:كمپرسورهاي رفتوبرگشتي Double acting و چند مرحلهاي داراي بالاترين بازدهي و بالاترين قيمت در بين كمپرسورهاي هستند.

در صورتي كه فشار مورد نياز براي گاز خروجي بالا باشد استفاده از يك مرحله تراكم ممكن نيست. راه حل پيشنهادي در اين مورد، استفاده از دو يا چند كمپرسور پشت سر هم ميباشد كه خروجي متراكم شده در هر كمپرسور وارد كمپرسور بعدي شود . اين روش مقدور بوده و قابل استفاده ميباشد .اما به دليل هزينه بالاي كمپرسورها، طراحان ترجيح ميدهند تا جايي كه ممكن است مراحل تراكم را در تعداد كمتري كمپرسور قرار دهند .به طور مثال زماني كه نياز به دو كمپرسور براي انجام دو مرحله تراكم ميباشد، دو مرحله را در يك كمپرسور قرار داده و به اين ترتيب صرفه جويي قابل ملاحظه اي در هزينه ساخت كمپرسور صورت ميگيرد شكل زير نمونهاي از اين كمپرسورها را نشان مي دهد كه داراي دو مرحله تراكم ميباشد.



شكل۵-۱۱: فشارهاي بالا به وسيله يك مرحله تراكم قابل دسترسي نمي‌باشد .به همين دليل كمپرسورهايي با تعداد مراحل بيشتر مورد استفاده قرار مي‌گيرد

بحث ايجاد حرارت در اثر تراكم از اهميت خاصي برخوردار است كه براي رساندن بازدهي كمپرسور به حد قابل قبولي بايد به آن توجه كافي نمود.بايد توجه داشت كه در اثر اعمال فشار به گاز ، دماي آن بالا رفته و در صورتي كه همين گاز را بدون تغيير دما وارد مرحله بعدي نماييم، راندمان كاري كمپرسور بسيار كاهش يافته و علاوه‌بر اين مي‌تواند مشكلات ديگري را نيز در كمپرسور ايجاد نمايد . به همين دليل لازم است بعد از هر مرحله‌تراكم و قبل از مرحله بعد دماي گاز را به نحوي كاهش داد . استفاده از خنك كننده هاي هوايي[۷۵] و مبدل[76] براي اين كار مرسوم بوده و بسيار مورد استفاده قرار مي‌گيرد .به اين ترتيب گاز متراكم شده در هر مرحله باخنك شدن در اين دستگاهها، قابليت تراكم تا فشارهاي بالاتر را نيز پيدا مي‌كند.

كمپرسورهای پيچشی

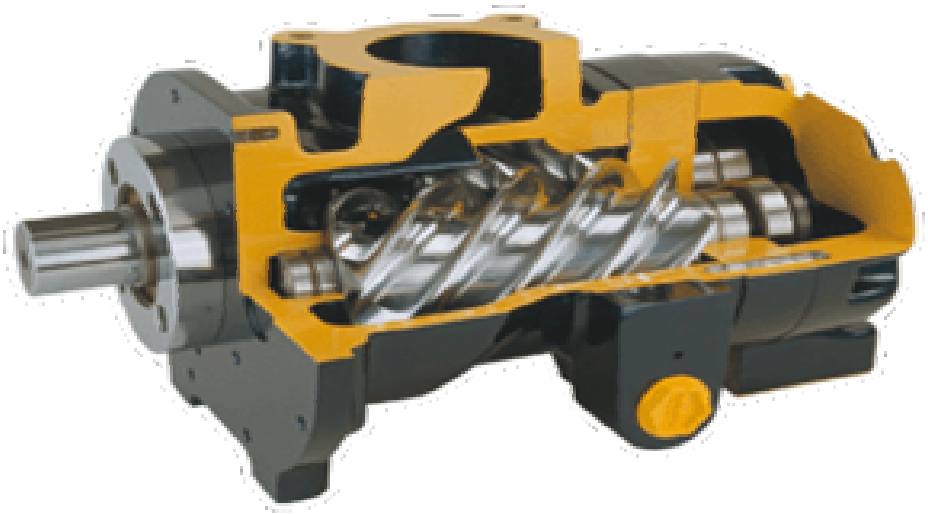
كمپرسورهاي پيچشي مانند كمپرسورهاي رفت‌وبرگشتي يكي از انواع كمپرسورهاي جابجايي مثبت هستند ، يعني كمپرسورهايي كه با محبوس كردن گاز ورودي و كاهش حجم آن توسط يک عضو متراكم كننده سبب افزايش فشار گاز مي‌شوند. در اثر حركت عضو متراكم كننده ، فاصله مولكولهاي گاز موجود در ظرف كمتر شده و برخورد آنها با يكديگر بيشتر مي‌شود. در نتيجه مولكولها نيروي بيشتري به ظرف وارد مي‌كنند و اين موضوع نشان دهنده اين است كه فشار گاز ، افزايش يافته است. دركمپرسورهاي رفت و برگشتي، اين عضو متراكم كننده، پيستون ناميده مي‌شود اما در كمپرسورهاي پيچشي،عضو متراكم كننده مارپيچه‌اي به نام male است. در واقع كار مارپيچه male

[75]Air cooler
[76]Heat exchanger

در کمپرسورهاي پيچشي دقيقاً مشابه وظيفه پيستون در کمپرسورهاي رفت‌وبرگشتي است. روي مارپيچه male چند برآمدگي به صورت مارپيچ وجود دارد که مانند مارپيچه دستگاه چرخ گوشت، با چرخش مارپيچه ، حرکت رو به جلويي را براى گاز تداعي مي کنند. ظرف حاوي گاز در کمپرسورهاي رفت و برگشتي سيلندر و در کمپرسورهاي پيچشي مارپيچه اي به نام female است که وظايف آنها عيناً مشابه هم است و هر دو نقش ظرفي را بازي مي‌کنند که گاز درون آن قرار گرفته و متراکم مي‌شود. در کمپرسورهاى پيچشي مارپيچهاى female و male هر دو داراى شيارهايى هستند. در اين کمپرسورها ابتدا گاز ورودي کل حجم يک شيار مارپيچه female را در برمي‌گيرد. با چرخش يك محرک که يک موتور الکتريکي و يا يک توربين است، حرکت چرخشي به مارپيچه male منتقل مي‌شود و در نتيجه مارپيچهmale شروع به چرخيدن مي کند با چرخش مارپيچه male مارپيچه female نيز که با آن درگير است ، به چرخش در مي-آيد. برآمدگيهاي روي مارپيچه male به تناوب درون شيارهاي مارپيچه Female حرکت مي‌کنند و به تدريج حجم گاز محبوس شده موجود در شيارها کاهش يافته و فشار گاز افزايش مي‌يابد. تراکم گاز تا زماني ادامه مي‌يابد که فضاي مابين پره‌ها به مجراي خروجي شيارها متصل شده ، گاز متراکم شده از طريق آن خارج شود . هر کدام از شيارهاى مارپيچه female به ترتيب به مجراي خروجي مي‌رسند و گاز فشرده شده را درون مجراي خروجي تخليه کرده و مجدداً از هواي کم فشار پر مي‌شوند و اين سيکل به تناوب تکرار مي‌شود .مقطعى از يک کمپرسور پيچشى در شکل زير نشان داده شده است.

محدوده عملکرد

محدوده عملکرد کمپرسورهاي پيچشي تا Psig ٤٥ ، با فشار مکش در حد اتمسفر بصورت تک مرحله و تا فشارهاىPsig ٢٥٠ بصورت چند مرحله مي‌باشد .دامنه ظرفيت در آنها مابين ٣٥٠٠٠-٥٠٠ فوت مکعب در دقيقه گزارش شده است . اين کمپرسورها از نظر محدوده کاربرد مابين کمپرسورهاى سانتريفوژ و رفت و برگشتى قرار دارند.دريک محدوده عملياتى معين قيمت کمپرسورهاي پيچشي کمتر از نوع سانتريفوژ و رفت و برگشتى است و راندمان آنها در محدوده٨٥%-٧٥% قرار دارد . اين کمپرسورها توانايى فشرده کردن گازهاى داراى پليمر يا قير را دارا بوده و در اين شرايط راندمان بالاترى نسبت به گاز خالص دارند.



شکل٥-١٢: مقطعى از يک کمپرسور پيچشى

کاربردهای کمپرسورهای پیچشی

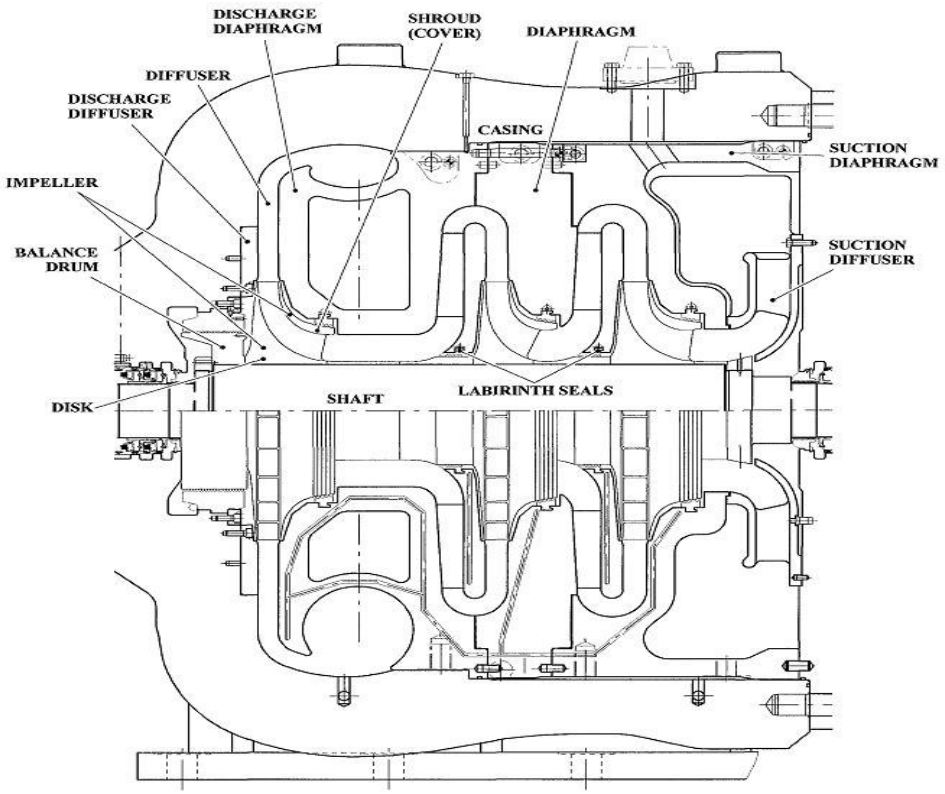
اصولاً کمپرسورهای چرخشی برای جابجایي گازهای تشکیل دهنده پلیمر و گازهای حاوی قطرات مایع مورد استفاده قرار مي‌گیرند .عیب اصلي آنها ایجاد سر و صدای زیاد و عدم توانایي آنها برای جابجایي گازهای حاوی ذرات جامد شناخته شده است.در صورت نیاز به کمپرسورهای بدون روغن (Oil free)کمپرسورهای چرخشی نوع پیچشی انتخاب مناسبي خواهند بود. اما با توجه به این که کمپرسورهای پیچشی اغلب توسط روغن آب بندی می‌شوند در این موارد برای جلوگیري از نشتي گاز ، لازم است مارپیچه‌هاي کمپرسور با سرعت بالاتري بچرخند که این عمل باعث افزایش صدا در این نوع از کمپرسورها مي‌شود .البته در این نوع کمپرسورها از آب بندهاي خاصي براي جلوگیري از نشتي استفاده مي‌شود.در مواردی که نیاز به بهره‌برداري در ظرفیت‌هاي بسیار پایین‌تر از ظرفیت کامل وجود دارد، انتخاب این کمپرسورها مناسب است، چون این نوع کمپرسورها بدون مشکل مي‌توانند در ظرفیت‌هایي نزدیك به ٪۱۰ظرفیت کامل خود کار کنند . علاوه بر این، مي توان این کمپرسورها را به محض افت شدید بار خاموش وروشن نمود، که مزیت بسیار مهمي نسبت به کمپرسورهاي سانتریفوژ به حساب مي‌آید.

یکي دیگر از مزایاي این کمپرسورها قابل تغییر بودن نسبت تراکم در آنها است . این عملیات به کمکخروجي‌هاي خاصي که در طول مسیر مارپیچه‌ها پیش بیني شده انجام مي‌گیرد.

مهمترین کاربردهای کمپرسورهای پیچشي برای تامین گاز فشرده عبارتند از:

- جریان و گردش گاز در یک فرایند
- انتقال نیرو
- غلبه بر اصطکاک مسیر در خطوط انتقال و توزیع گاز
- ایجاد شرایط مناسب در گاز براي یک واکنش شیمیایي یا خواص ترمودینامیکي مطلوب
- ثابت نگهداشتن فشار گاز در سیستم‌هایي که نشتي ناخواسته یا مصرف تدریجي و کاهش فشار گاز وجود دارد.
- تأمین فشار لازم جهت ذخیره‌سازي در مخزن‌ها
- فرایندهاي بازیافت و تزریق گاز در میدانهاي نفتي
- تمیزکاري قطعات و سطوح با جت هوا، ماسه پاش، رنگ پاشي، هواز ني، همزني مایعات، تخلیه مایعات از تانکرها و انتقال پودرها، مواد جامد و مایعات
- تأمین جریان هوا براي تونلهاي باد و آزمایشات آیرودینامیکي
- تهویه ساختمان‌ها، تونل‌ها، معادن و کوره‌ها
- تأمین هواي فشرده جهت احتراق در ماشینهاي احتراق داخلي و دیگهاي بخار
- سیستم تبرید
- فرایندهاي شیمیایي و تصفیه گاز
- بالا بردن سرعت واکنش‌ها در فرایندهاي شیمیایي

برای ایستگاههای مختلف ، کمپرسورهای متفاوتی در نظر گرفته شده و شرح همه آن ها در این مقال اندک نمی گنجد بنابراین جهت آشنایی خوانندگان محترم به شرح مختصری از کلیاتی که تقریبا در اکثر آنها مشترک است را با محوریت کمپرسور گریز از مرکز ساخت شرکت ایتالیاییNUOVO PIGNONE خواهیم پرداخت . کمپرسورهاي گاز ایستگاهها از نوع گریز از مرکز(سانتریفوژ) مي‌باشند و به طور ویژه براي دریافت گاز از خطوط لوله طراحي شده اند.
هر کمپرسور لزوماً شامل قسمت‌هاي استاتيك (بدنه - هِد- دیافراگم- آب‌بندها و تکیه‌گاه‌ها) و قسمت‌هاي متحرك (روتور که از شافت، پره‌ها و محفظهٔ بالانس تشکیل شده است) مي‌باشد. شکل زیر شماي داخلي این کمپرسورها را نشان مي‌دهند.



شکل۵-۱۳: نمای داخلی یک کمپرسور گریزازمرکز گاز با سه پروانه

دیافراگم‌ها و دیفیوزرها

مجموعهٔ دیافراگم حول روتور سوار شده و قسمت‌هاي ساکن مراحل کمپرسور را مي-سازد.
يك دهانهٔ مدور در میان دیافراگم‌ها وجود دارد که همان دیفیوزر[۷۷] مي‌باشد. دیفیوزر انرژي دینامیکي گاز در خروجي پره‌ها را به فشار تبدیل مي‌کند. يك دیفیوزر که جریان

[77]Diffuser

گاز را بطور محوري به ورودي اولين پره هدايت مي‌كند، در جلوي ديافراگم ورودي قرار گرفته است. اين ديفيوزر شامل يك رينگ ريختگي مي‌باشد كه مستقيماً روي هد بدنه ثابت شده است و توسط يك پين[۷۸] در موقعيت صحيح حفظ مي‌شود.

آب‌بندهاي شانه‌اي[۷۹] روي ديافراگم و نزديك به چشم پره‌ها نصب مي‌شوند تا نشتي گاز از ورودي و خروجي گاز به حداقل برسد. يك آب‌بند نيز بصورت اورينگ در طول ديافراگم مرحله سوم و دور بدنه، در محل اتصال آنها قرار دارد. اين اورينگ از نشتي گاز بين قسمت‌هايي كه فشارهاي مختلف دارند، جلوگيري مي‌كند.مجموعة روتور و ديافراگم‌ها در داخل بدنه توسط شانه‌اي كه در بدنه ايجاد شده است و بوسيلة پين تنظيم موقعيت كه بين اين مجموعه و هد بدنه قرار دارد، تنظيم و نگه داشته مي‌شود.

شكل۵-۱٤: نيمه‌اي از ديافراگم موجوددرآن

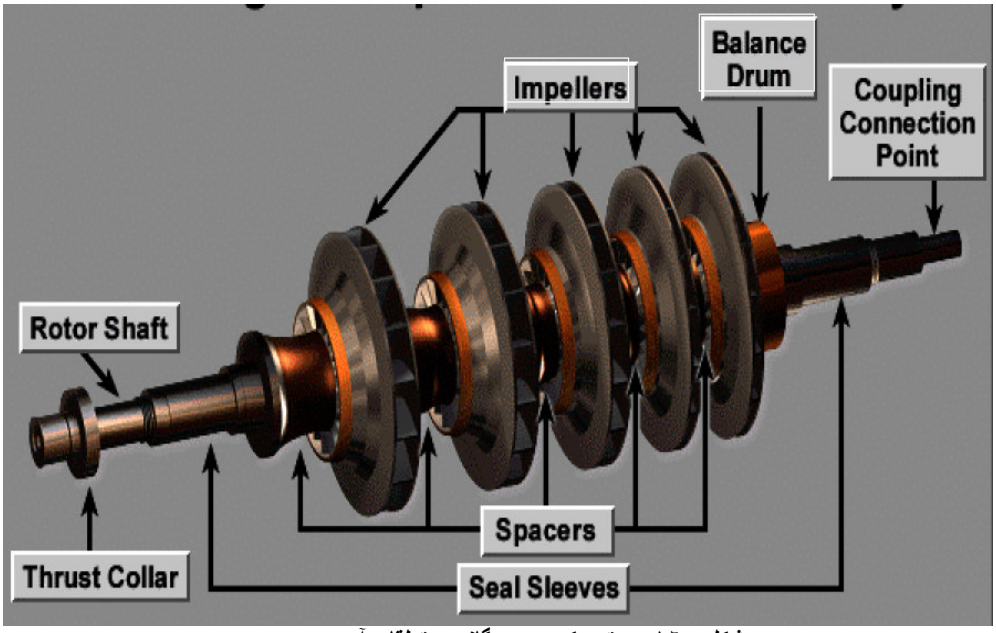
شكل۵-۱۵: نماي بالاي ديافراگم و ديفيوزر

روتور

روتور شامل يك شافت مي‌باشد كه پره‌ها و فاصله‌اندازها [80] روي آن سوار مي‌شوند. اسپيسرها روي شافت جا زده شده‌اند و موقعيت محوري پره‌ها را حفظ مي‌كنند. همچنين سطوحي از شافت كه بين پره‌ها وجود دارد، توسط اسپيسرها از تماس با گاز حفاظت

[78] Positioning Pin
[79] Labyrinth Seal
[80] Spacer

مي‌شوند.پره‌ها قسمتي از كمپرسور گريزازمركزي مي‌باشند كه باعث افزايش سرعت گاز مي‌شوند. پره‌ها از نوع بسته با تيغه‌هاي رو به عقب هستند كه بر روي شافت نصب شده و توسط خارهايي نگهداشته شده‌اند. هر پره قبل از نصب از نظر ديناميكي، بايد تست بالانس در سرعتي معادل ۱۵% بالاتر از ماكزيمم سرعت پيوسته كاري را پشت سر بگذارد.در حين كار كمپرسور، روتور تحت يك نيروي محوري در جهت ورودي قرار دارد كه اين نيرو بر اثر اختلاف فشار طرفين پره‌ها ايجاد مي‌شود. قسمت عمده اين نيرو توسط محفظة بالانس[۸۱] متعادل و خنثي مي‌شود. نيروي محوري باقيمانده توسط ياتاقان‌هاي كف‌گرد محوري[۸۲] جذب و تحمل مي‌شود. در شكل زير روتور يك كمپرسور گاز با پنج پروانه نشان داده شده است .



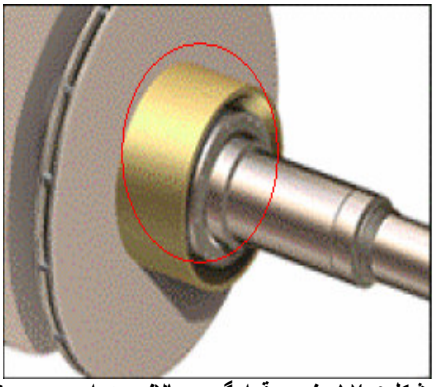
شكل۵-۱۶: روتور كمپرسور گاز و متعلقات آن

محفظهٔ بالانس

قسمت عمده‌ای از نيروي محوري توسط محفظة بالانس يا بالانس درام متعادل مي‌شود، اين درام بر روي انتهاي شافت و نزديك به آخرين پره نصب شده است. بالانس درام و لابيرنت مربوط به آن، همراه با لابيرنتي كه در انتهاي شافت تعبيه شده است، اتاقك بالانس[۸۳] را تشكيل مي‌دهند. كنترل و بالانس نيرو توسط بالانس درام، با قراردادن قسمت خارجي بالانس درام تحت يك فشار كم (تقريباً برابر با فشار ورودي)، و ايجاد يك اختلاف فشار در خلاف جهت نيرويي كه به پره‌ها وارد مي‌شود، انجام مي‌گيرد. اين فشار كم بوسيلة اتصالي كه از ناحية مكش كمپرسور به پشت بالانس درام كشيده شده و خط بالانس[۸۴] نام دارد، فراهم مي‌شود.سايز بالانس درام طوري است كه اگرچه نمي‌توان تمام نيروي محوري را خنثي كرد، ولي حداكثر تعادل در اين نيرو ايجاد مي‌شود. نيروي باقيمانده توسط ياتاقان‌هاي كف‌گرد بطوري جذب مي‌شود كه روتور در جهت محوري

[81] Balance drum
[82] Thrust Bearing
[83] Balancing Chamber
[84] Balance Gas Line

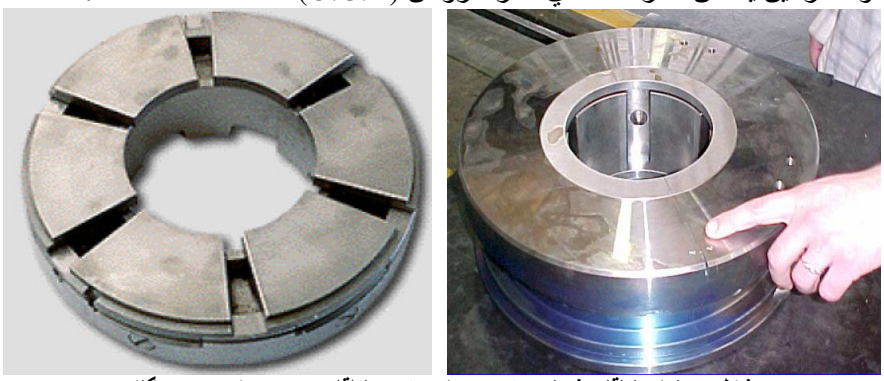
هيچ حركتي نداشته باشد.بعد از اينكه بالانس درام بر روي روتور نصب شد، روتور دوباره از نظر بالانس ديناميكي تست و بررسي مي‌شود.



شكل۵-۱۷: نحوه قرارگيري بالانس درام روي روتور

ياتاقان‌ها

كمپرسورها داراى دو نوع ياتاقان ژورنال و كف گرد مى‌باشند.
ياتاقان‌هاي ژورنال از نوع بالشتكي روپوش دار يا تكه‌اي روپوش دار[۸۵] با روغنكاري تحت فشار مي‌باشند. روغن تحت فشار بطور شعاعي در ياتاقان‌ها جريان داشته و با گذر از سوراخ‌ها، بالشتك‌ها و بلوك‌ها را روغنكاري كرده و سپس از طرفين ياتاقان تخليه مي‌شود.
ياتاقان‌هاي كف‌گرد از نوع عملگر دوگانه مي‌باشند كه در يك انتهاي روتور قرار گرفته‌اند. عملكرد دوگانه در اين ياتاقان‌ها به اين معني است كه اين ياتاقان با قرار گرفتن در طرفين يك رينگ حلقه‌اي كه بر روي روتور ايجاد شده است، از حركت محوري روتور در هر دو جهت جلوگيري مي‌كند. اين ياتاقان‌ها به منظور جذب باقيمانده نيروي محوري كه توسط بالانس درام متعادل نمي‌شود، بكار مي‌روند، و به منظور جلوگيري از افت توان و كارايي كه در نتيجة كف كردن روغن در ياتاقان تحت سرعت بالا ايجاد مي-شود، در اين ياتاقان‌ها از حلقه‌هاي كنترل روغن (O.C.R)[86] استفاده شده است.



شكل ۵-۱۸:ياتاقان شعاعي(سمت راست) و ياتاقان محوري كمپرسور گاز

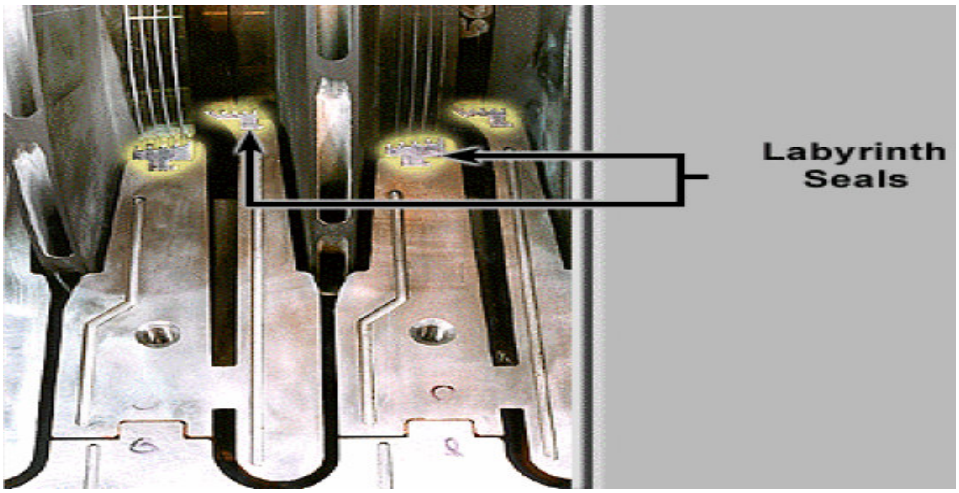
[85]Tilting Pad
[86]Oil Control Ring

آب‌بندهای شانه‌ای[87]

آب‌بندها يا سيل‌هاي شانه‌اي جزء سيل‌هاي داخلي بوده و بين قسمت‌هاي در حال چرخش و ثابت كمپرسور، به منظور كاهش نشتي گاز بين نواحي با فشار مختلف استفاده مي‌شوند.سيل شانه‌اي به شكل يك حلقه و بصورت يك سري پره يا فين[88] ريز است كه با روتور لقي[89] كمي دارد. اين حلقه پيرامون قسمتي كه آب‌بندي مي‌شود قرار گرفته و بصورت دو يا چهار تكه و از آلياژ نرم كه در برابر خوردگي مقاوم است ساخته مي‌شود، تا در صورت تماس با روتور از خرابي و صدمه به روتور جلوگيري شود.
نيمة بالايي لابيرنت به ديافراگم متناظر بسته شده ولي قسمت پاييني مي‌تواند با چرخش در شيار نشيمنگاه خود در ديافراگم مربوطه، به راحتي حركت كند.موقعيت‌هايي از روتور كه آب‌بند لابيرنتي در آنجا بكار رفته است عبارتند از:

- ديسك‌هاي پره‌ها
- بوش‌هاي شافت بين پره‌ها و بالانس درام

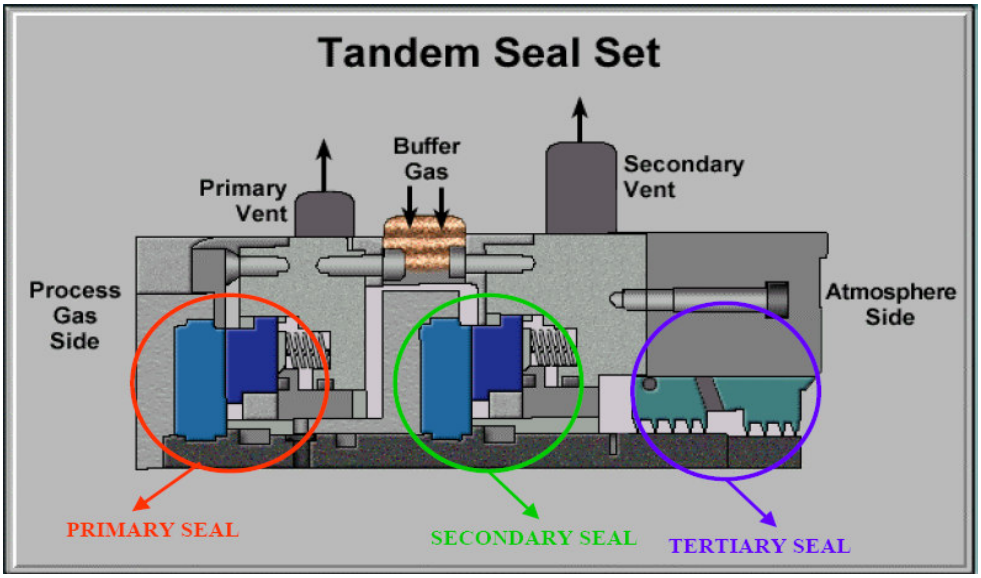
آب‌بند مشابهی نیز در انتهای روتور قرار داده شده تا نشتی گاز به بیرون کمپرسور محدود شود.



شکل۵-۱۹: نحوه قرارگیری آب بندهای شانه‌ای در دیافراکم کمپرسور گاز

[87] Labyrinth Seals
[88] Fin
[89] Clearance

آب‌بندهاي گازي خشك در دو انتهاي شافت كمپرسور واقع شده‌اند و از نشت گاز به بيرون از دستگاه كمپرسور جلوگيري مي‌كنند. اين آب‌بندها شامل آب بندهاي لابيرنتي و دو آب‌بند گازي پشت سرهم مي‌باشند.اين دو آب بند گازي هر كدام از يك رينگ چرخان (بعنوان نشيمنگاه) از جنس كاربيد تنگستن و يك رينگ ثابت از جنس كربن تشكيل شده‌اند. شكل زير طرز قرارگيري و اجزاي مختلف اين آب‌بند را نشان مي‌دهد. آب بند داخلي كه در سمت گاز قرار دارد عمل آب‌بندي را طوري انجام مي‌دهد كه آب بند بعدي به عنوان آب‌بند رزرو كار كند.



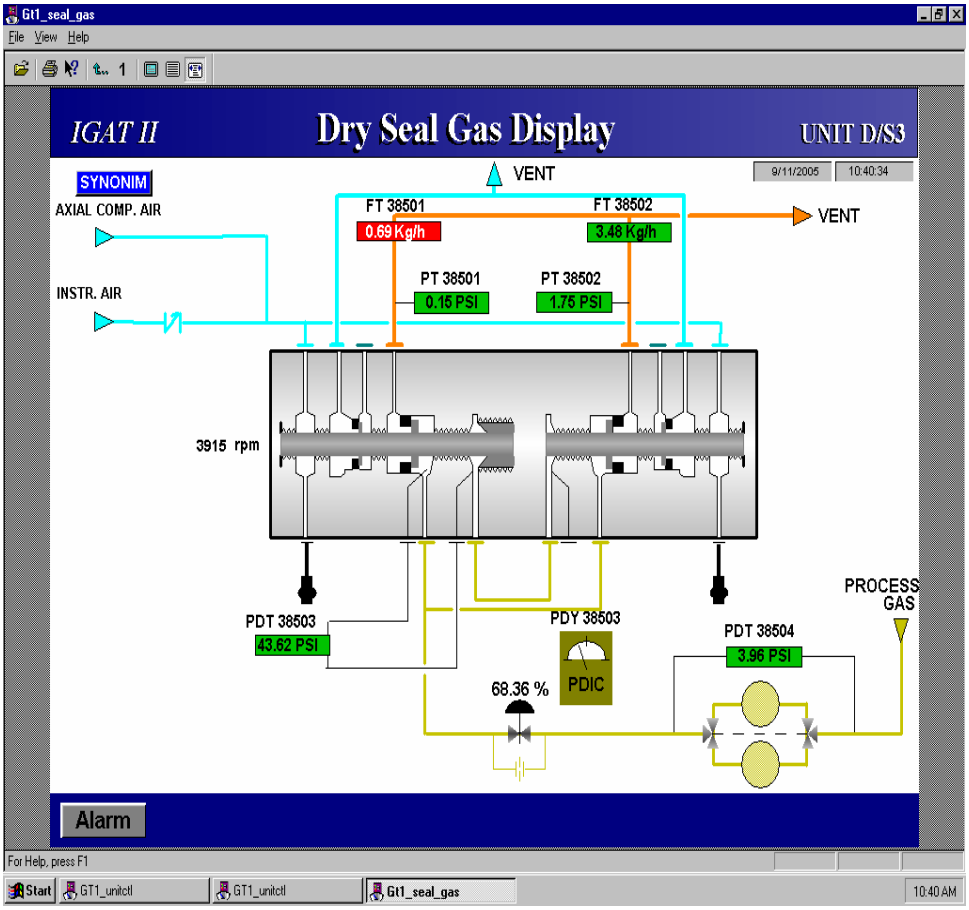
شكل ۵-۲۰:نحوه قرارگيری اجزاء آب‌بند گازی

لاین های آب بندی

برای اینکه بتوان جهت آب بندی در هر دو طرف روتور از رینگ های مشابه و هم جنس استفاده کرد و همچنین فشار یکسانی در دو طرف داشت ، می بایست فشار دو طرف روتور را یکسان نمود بدین جهت گازی که در خروجی کمپرسور از بین سیل ها و محفظه بالانس درام عبور کرده توسط لاین ایجاد تعادل مجددا به ورودی کمپرسور برگردانده می شود و به فشار مکش نزدیک می گردد.در صورتیکه

رینگ های آب بندی نتوانند کاملا از نشت گاز جلوگیری نمایند ، گاز پس از عبور از فیلترهای (دو فیلتر ، یکی در سرویس و دیگری آماده) توسط دو لاین که به لاین های تخلیه اولیه معروفند به اتمسفر تخلیه می گردد. پس از آن ، ممکن است مقدار دیگری از گاز نشت کرده و از رینگ های آب بندی بعد از لاین تخلیه اولیه نیز بگذرند. یک جریان هوا ، که در خلاف جهت حرکت گاز ، جریان دارد از نفوذ گاز به داخل جلوگیری کرده و در ضمن از تماس روغن روغنکاری با آب بندهای خشک جلوگیری می نماید و بدین ترتیب گاز از طریق دو لاین تخلیه دیگر که به آن لاین تخلیه ثانویه گویند ، به بیرون هدایت می شود.مدار این سیستم آب بندی را می‌توان در شکل زیر مشاهده کرد.

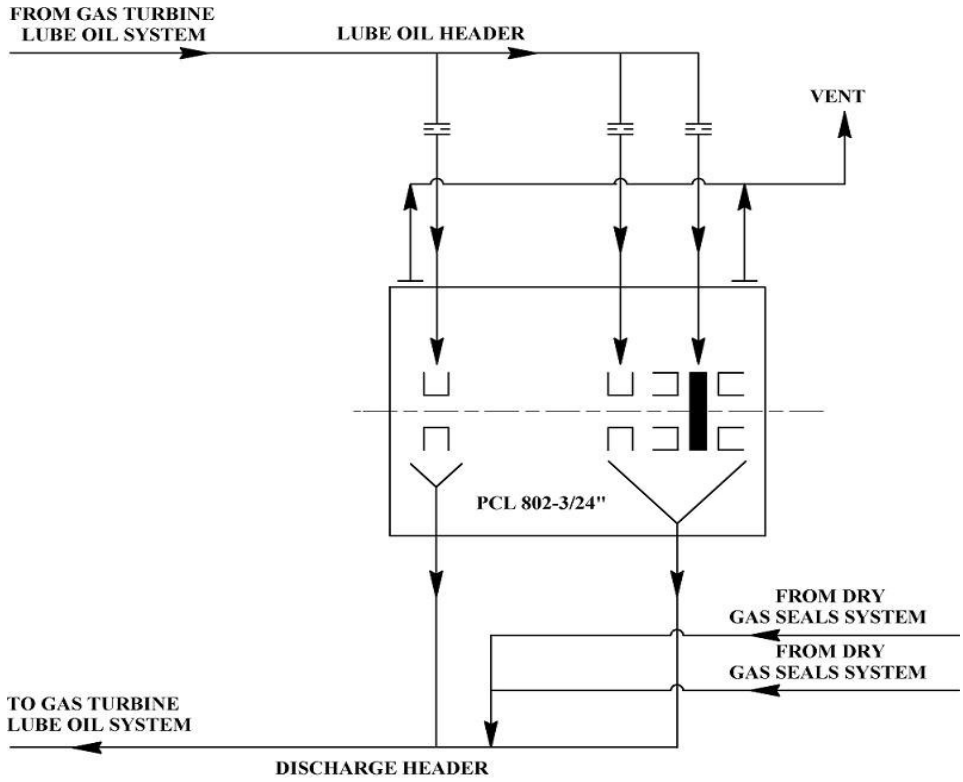
[90] Dry Gas Seal



شكل۵-۲۱: شماتيک سيستم آب بند گازی

سيستم روغنكاری

روغن روغنكاري در كمپرسور گريزازمركزي گاز توسط سيستم روغن توربين گازی تامين مي‌شود. سيستم روغنكاري توربين گاز يك روغن خنك شده و فيلتر شده را در دما و فشار مورد نياز براي روغنكاري نقاطي از كمپرسور تامين مي‌كند. اين نقاط در شكل زير بطور شماتيك نمايش داده شده‌اند.



شكل۵-۲۲: شماتيک نقاط روغنكاری در كمپرسور گاز (ياتاقان‌های ژورنال و كف‌گرد)

روغن فيلتر شده در دماي مورد نياز به يك هدر[۹۱] رسيده و براي روغنكاري ياتاقان‌ها پخش مي‌شود.
خطوط روغن كه براي روغنكاري ياتاقان‌هاي كف‌گرد و ژورنال تعبيه شده‌اند، داراي اريفيس‌هاي كاليبره مي‌باشند كه سطح فشار روغن را براي هر قسمت تنظيم مي‌كنند. فشار روغن‌ها توسط اندازه‌گيرهايي كه در محل نصب شده‌اند، نمايش داده مي‌شود. روغن‌هاي خروجي در يك هدر جمع شده و به سمت مخزن جريان پيدا مي‌كند.جريان منظم و صحيح روغن در روغنكاري ياتاقان‌ها نيز از طريق يك نمايشگر شيشه‌اي جريان چك مي‌شود.

وظايف بهره بردار در قبال كمپرسور گاز عبارتند از:

- ✓ بازديد روزانه از محوطه كمپرسور گاز و حصول اطمينان از عملكرد صحيح آن
- ✓ كنترل مداوم دماي روغن ياتاقانها
- ✓ كنترل مداوم ارتعاشات ياتاقانها
- ✓ نظارت مناسب از مراحل مختلف آب بندی در كمپرسور
- ✓ كنترل اختلاف فشار دو طرف فيلتر گاز آب بندی و در صورت نياز ، اقدام لازم جهت تعويض و در نهايت تميز كردن فيلتر كثيف
- ✓ كنترل مداوم منحنی سرج كمپرسور گاز

پديده سرج[۹۲]

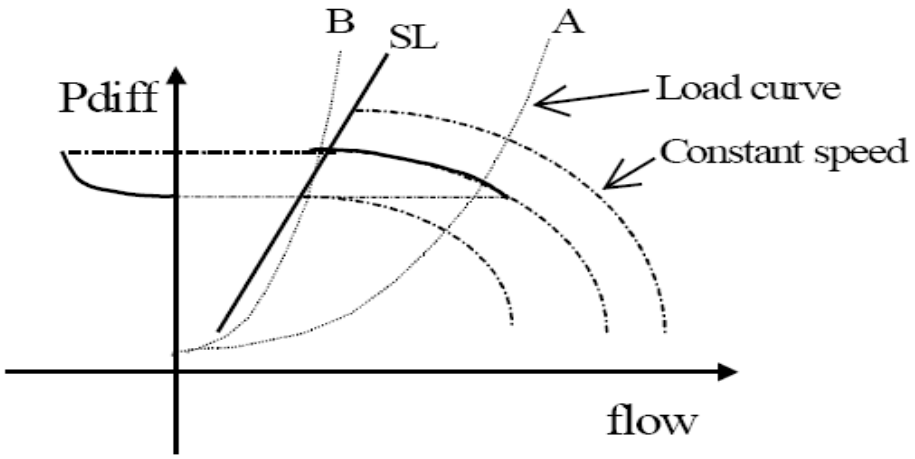
---

[91] Header
[92] Surge

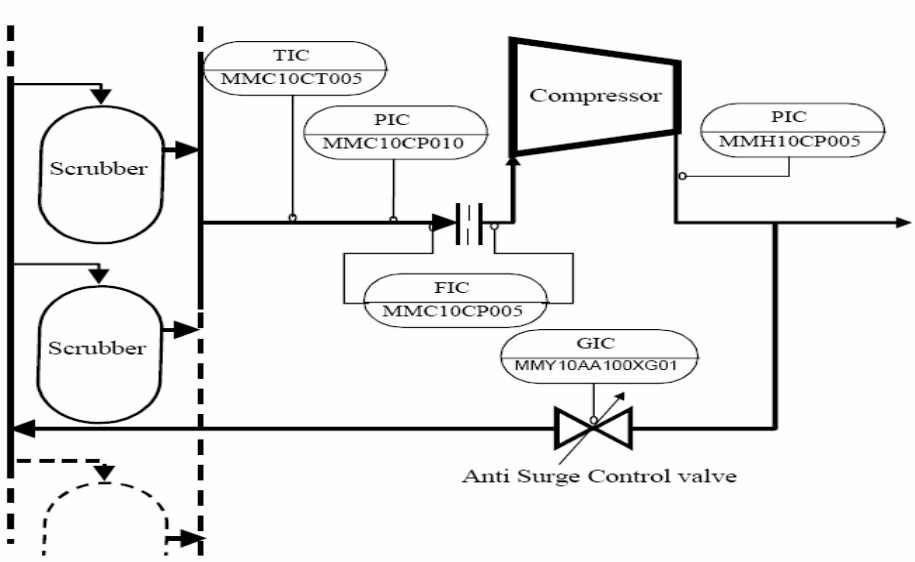
می دانیم که جهت حرکت سیال از نقطه با فشار بیشتر به نقطه با فشار کمتر می باشد حال این سؤال پیش خواهد آمد که در این صورت چرا در کمپرسور جهت حرکت سیال عکس قانون فوق است ؟ یعنی با اینکه فشار خروجی کمپرسور بیش از فشار ورودی آن است ولی جهت جریان از قسمت با فشار پایین به سمت فشار بالاست . در توضیح مورد فوق ، باید گفت به قسمت فشار پایین سیال ، انرژی کمپرسور اضافه شده و مجموع انرژی ناشی از اعمال نیرو توسط کمپرسور بعلاوه انرژی خود سیال در ورودی کمپرسور، بیشتر از انرژی ناشی از اختلاف فشار بین خروجی و ورودی کمپرسور خواهد بود. حال سؤال بعدی این است که چرا ، چه زمان و چگونه سرج اتفاق می افتد؟ سرج کمپرسور زمانی اتفاق می افتد که اختلاف فشار دو طرف کمپرسور بالا رفته و در نتجه انرژی اختلاف فشار ما بین ورودی و خروجی بیشتر از مجموع انرژی کمپرسور و انرژی خود سیال در ورودی باشد.در صورتیکه به چنین نقطه ای برسیم کمپرسور توان خارج کردن گاز را از خود نداشته و در نتیجه فلو در جهت عکس یعنی از سمت خروجی کمپرسور به ورودی جریان می یابد. اگر هیچ کاری انجام نگیرد اختلاف فشار دو طرف کمپرسور کاهش یافته و مجددا فشار و جریان مثبت سریعا ساخته می شود تا جایی که دوباره اختلاف فشار زیاد شده و مجددا فلو منفی ساخته می شود. این چرخه در پریودهای چند ثانیه ای تکرار می گردد که نتیجه آن ایجاد ارتعاشات زیان آور برای کمپرسور می باشد. شکل زیر وضعیت سرج در تغییر بار از حالت A به حالتB را نشان می دهد.

در گذر از خط سرج[93] (SL) ایجاد جریان مثبت با توجه به فشار خروجی کمپرسور ممکن نبوده و لذا جریان به جریان منفی تبدیل می شود به عبارت دیگر جهت جریان عکس می شود. لذا کاهشی سریع در نسبت تراکم فشار ایجاد می گردد و چنانچه سرعت کمپرسور تغییر نکند مجددا فشار گاز افزایش و جریان مثبت ایجاد می گردد و کمپرسور دچار ارتعاشات شديدي مي‌گردد.شفت کمپرسور از یک طرف درجهت دوران محرک چرخیده و از طرف دیگر به علت افزایش نسبت تراکم از حد مجاز، تحت نيرويي براي چرخش در خلاف جهت محرک قرار دارد. ارتعاشات ایجاد شده ممکن است باعث ایجاد خسارات زيادي به ساختمان کمپرسور، سروصداي زياد ، تلف شدن انرژي و کاهش بازده کمپرسور شود کنترل کننده آنتی سرج به وسیله یک شیر برگشت گاز موسوم به شیر کنترل آنتی سرج (ASCV)[94]عمل کنترل سرج را انجام می دهد. با باز کردن این شیر، فلو از خروجی کمپرسور به ورودی آن بر می گردد لذا با کاهش اختلاف فشار دو طرف کمپرسور قادر به ایجاد جریان مثبت در کمپرسور خواهیم بود. با باز کردن شیر برگشت گاز کمپرسور را از سرج حفظ می کنیم اما این کار باعث اتلاف انرژی می گردد لذا تا حد امکان از باز کردن این شیر باید پرهیز نمود.

[93] Surge Line
[94] Anti Surge Control valve



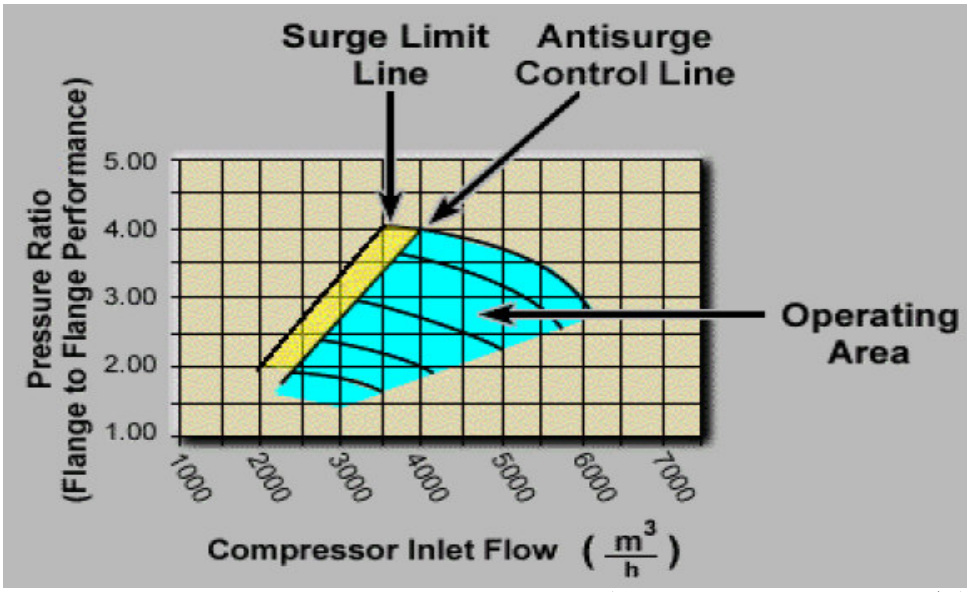
شكل ٥-٢٣ : نمودار كلي سرج



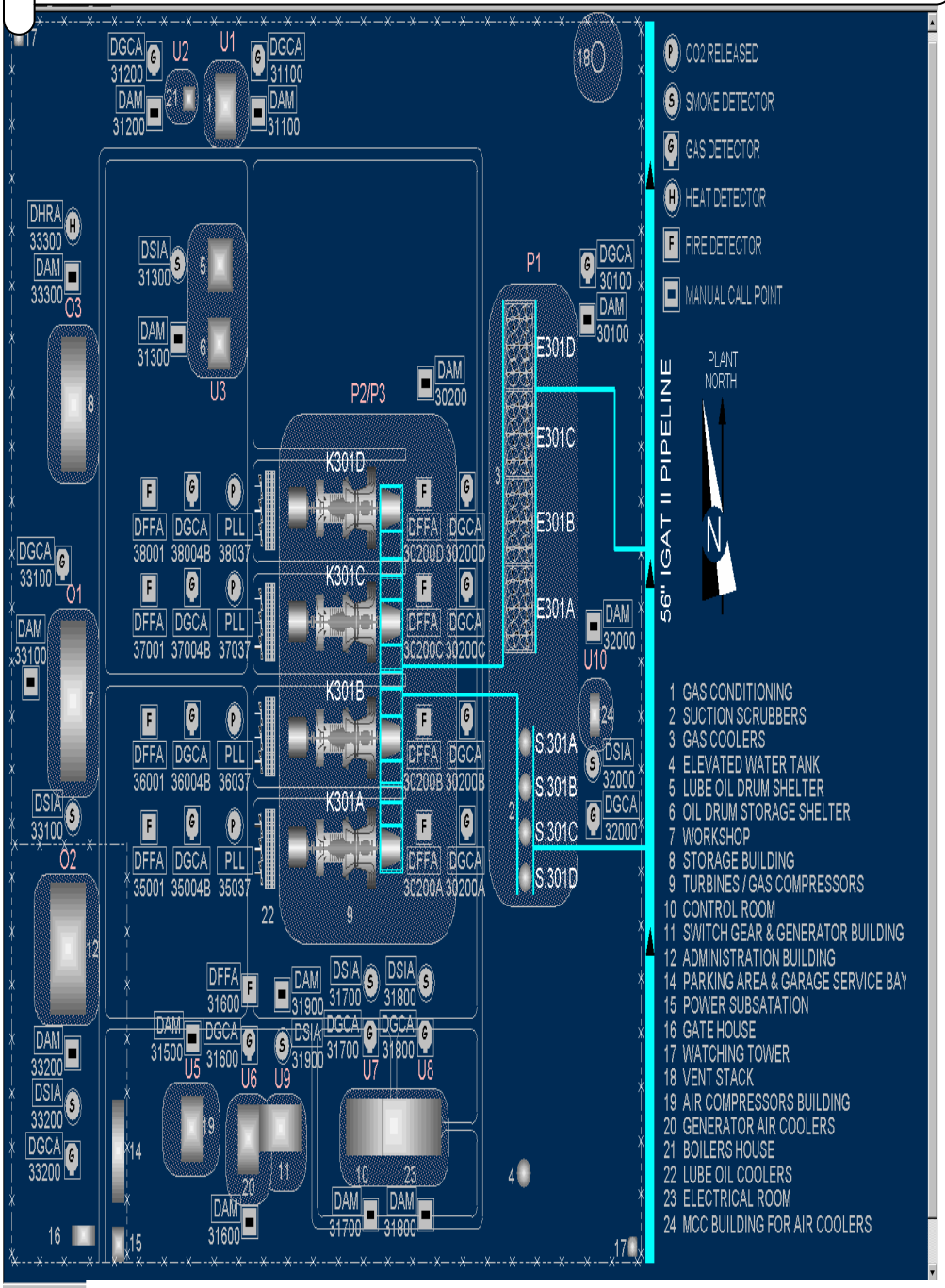
شكل ٥-٢٤ : موقعيت ولو برگشت گاز

براي هر كمپرسور از جمله كمپرسورهاي سانتريفوژ يک منحني مشخصه، به صورت تابعي از نسبت تراكم كمپرسور برحسب شدت جريان حجمي ورودي، براي سرعت هاي مختلف وجود دارد همانگونه كه در شكل زير مشاهده مي شود، خط سرج به عنوان پايين‌ترين محدودة عملياتي مشخص مي‌شود .اگر در شرايطي ميزان جريان گاز ورودي به كمپرسور كمتر از ميزان آن روي خط سرج باشد،اين پديده اتفاق مي‌افتد.مكان دقيق خط سرج بر روي منحني مشخصه معلوم نيست، بنابراين همانطوركه در شكل مشاهده مي‌شود خط كنترل سرج به جاي خط سرج مشخص كنندة اين پديده مي‌باشد.در بعضي كمپرسورها ، سرج در ورودي به پروانه و جايي كه جدايي جريان در هنگام ورود به تيغه‌هاي پروانه اتفاق مي‌افتد رخ مي‌دهد .در واحدهاي ديگر، اين اتفاق در ديفيوزر، خواهد افتاد . اين پديده به علت عدم توانايي ديفيوز براي غلبه بر فشار خروجي كمپرسور اتفاق مي‌افتد.احتمال وقوع اين پديده در جريان‌هاي حجمي كم و هدهاي بالا بيشتر است.براي مشخص كردن پديده سرج تجهيزات خيلي پيچيده‌اي مورد نياز نمي‌باشد .ارتعاشات ايجاد شده به علت اين ناپايداري معمولاً به راحتي شنيده مي‌شود و حتي با ايستادن در نزديكي

كمپرسور احساس مي‌شوند، به طور مشابه اگر شخصي در اتاق كنترل حضور داشته باشد، در شرايط سرج يك نوسان شديد در گيج‌هاي مربوط به فشار و نرخ جريان، در برد كنترل ، مشاهده مي‌كند.



شكل ٥-٢٥: نمونه‌اي از يک منحني مشخصه، به صورت تابعي از نسبت تراكم كمپرسور(محور عمودي) برحسب شدت جريان حجمي ورودي(محور افقي) براي سرعت هاي مختلف


CO2 RELEASED
SMOKE DETECTOR
GAS DETECTOR
HEAT DETECTOR
FIRE DETECTOR
MANUAL CALL POINT
PLANT NORTH
56" IGAT II PIPELINE
P1
P2/P3
K301D
K301C
K301B
K301A
E301D
E301C
E301B
E301A
S.301A
S.301B
S.301C
S.301D
1 GAS CONDITIONING
2 SUCTION SCRUBBERS
3 GAS COOLERS
4 ELEVATED WATER TANK
5 LUBE OIL DRUM SHELTER
6 OIL DRUM STORAGE SHELTER
7 WORKSHOP
8 STORAGE BUILDING
9 TURBINES / GAS COMPRESSORS
10 CONTROL ROOM
11 SWITCH GEAR & GENERATOR BUILDING
12 ADMINISTRATION BUILDING
14 PARKING AREA & GARAGE SERVICE BAY
15 POWER SUBSATATION
16 GATE HOUSE
17 WATCHING TOWER
18 VENT STACK
19 AIR COMPRESSORS BUILDING
20 GENERATOR AIR COOLERS
21 BOILERS HOUSE
22 LUBE OIL COOLERS
23 ELECTRICAL ROOM
24 MCC BUILDING FOR AIR COOLERS

فصل ۶

سیستم های حفاظتی
سیستم های گازیاب و آتش‌یاب
تشخیص دهنده گاز
عملکرد سیستم:
سیستم اطفاءحریق
عملکردسیستم اطفاء حریق
سیستم فشارزدايي و تخلية گاز

فصل ۶

سیستم های حفاظتی

سیستم های گازیاب و آتش‌یاب

سیستم گازیاب و آتش‌یاب (F & G) به منظور مشاهدهٔ آتش ، گرما، دود و گاز اعلام خطر و منطقهٔ آن و راه‌اندازي سیستم ضد آتش و توقف تجهیزات موجود در منطقهٔ خطر بکار گرفته شده است.محدوده انفجار گاز بین ۵ تا ۱۵ در صد گاز می باشد و این یعنی در صورتیکه بین ۵ تا ۱۵ درصد یک حجم مشخصی گاز و مابقی هوا باشد و حرارت نیز به آن برسد با انفجار مواجه خواهیم شد لذا به مقدار ۵ درصد گاز ، محدوده پایین انفجار(LEL)[95] و به مقدار ۱۵ درصد آن محدوده بالای انفجار(HEL)[96] گویند.

سیستم(F & G) بر اساس فرمان سنسورهای ویژه تشخیص آتش و گاز در نواحي مختلف کار می کند. این سنسورها با حس وجود شعله و یا گاز، آلارمی به اتاق کنترل ارسال کرده ، بهره بردار را از محل بروز آتش و یا گاز، از طریق SCS و يك صفحهٔ شماتيك که شامل آلارم‌هاي شعله، دود و گاز در هر منطقه است ، مطلع می نماید. این سیستم بر اساس سیگنال ورودي و در صورت نیاز ، توقف اضطراري يك ناحیه یا کل ایستگاه را فرمان می دهد.تشخیص دهنده های گاز میزان غلظت گاز موجود در هوا را می سنجند. سنسورهای گازیابی که در محوطه ایستگاه قرار دارند در 20% حد پایین انفجار يك آلارم به اتاق کنترل ارسال کرده و هنگامي که دو عدد از سنسور هاي آن 60% حد پایین انفجار را گزارش کنند، سیستم بصورت اتوماتيك فرمان توقف می دهد. این میزان در مورد سنسورهایی که در داخل اتاقک توربین واقع شده اند اندکی کمتر است.بطوریکه اگر میزان گاز به 10% LEL برسد توسط واحد مرکزی سیستم، آلارمی ایجاد می شود و در صورتی که میزان گاز به 25% LEL برسد باعث توقف توربین می گردد (در صدهای عنوان شده در طراحی های مختلف می توانند اندکی متفاوت باشند)

تشخیص دهنده گاز:تشخیص دهنده های گاز مخصوص داخل توربین در مکانهای زیر قرار دارند:

- در ورودی کانالهای تهویه اتاق ژنراتور گاز و اتاق تجهیزات کمکی
- در خروجی کانال تهویه اتاق ژنراتورگاز
- در کف اتاق ژنراتور گاز
- در محفظه تصفیه کننده هوای ورودی به توربین گاز

[95] Low explosion limit
[96] High explosion limit

واحد مرکزی سیستم، دارای سوئیچهای خاموش و روشن و دیودهای ساطع کننده نور برای مشخص کردن ناحیه آلارم و همچنین تعیین خرابی ها می باشد. واحد مرکزی در اتاق کنترل قرار دارد.شکل زیر موقعیت تشخیص دهنده های گاز را نشان می دهد:

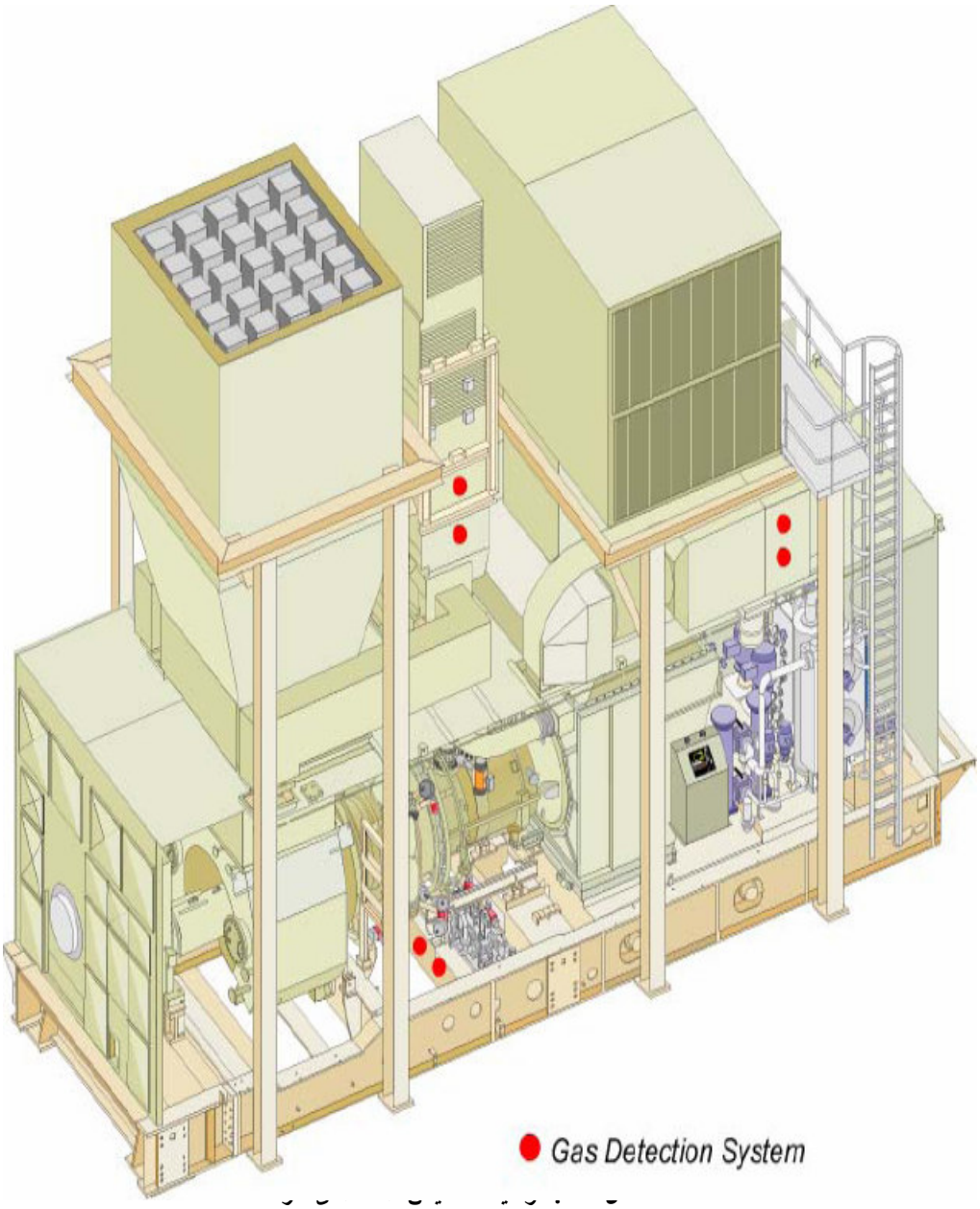
عملکرد سیستم:

این سیستم به صورت کاملا اتوماتیک عمل می نماید و تا زمانی که از طریق واحد مرکزی متوقف نگردد به طور اتوماتیک وضعیت نشتی گاز را زیر نظر دارد. در هنگام توقف واحد، سیستم می تواند به کارکرد عادی خود ادامه دهد یا متوقف گردد.
تشخیص دهنده های گاز را می توان بعد از توقف توربین گاز، کالیبره نمود.

مشخصات فنی:

- تشخیص دهنده های گاز دارای پوشش ضد انفجاری جهت استفاده در نواحی خطرناک می باشند.

در مواقع اضطراری واحد مرکزی سیستم گازیاب، از پشتیبانی سیستم برق24VDC باتریها برخوردار است



سیستم اطفاءحریق

این سیستم به منظور تشخیص اتوماتیک آتش در اتاق توربین گاز و اطفاء آن طراحی گردیده است تا از طریق آن میزان آسیب به توربین گاز محدود گردد. این سیستم وظایف زیر را دنبال می کند:

- تشخیص اتوماتیک آتش داخل توربین گاز

- خاموش کردن آتش به هنگام ارسال سیگنال توسط سیستم تشخیص دهنده آتش
- خاموش کردن آتش هنگامی که سیستم به صورت دستی فعال گردد.

توصیف کلی سیستم:

این سیستم ، کاهش اکسیژن هوا از 21% به 15% را تشخیص داده و بر مبنای آن عمل می کند یعنی در هنگام بروز آتشسوزی و رؤیت آن توسط سنسور، سیستم حفاظتی CO_2 جهت خاموش کردن آتش سوزی درون بخشهای توربین به مدت زمان لازم(معمولا یک دقیقه) CO_2 تخلیه می نماید.تجهیزات این سیستم شامل : سیلندرهای حاوی CO_2 ، نازل ها و لوله های خروجی ، سولنوئیدها ، سوئیچ های فشاری و آتش یاب ها می باشد.این سیستم هم بصورت اتوماتیک و هم بصورت دستی ، قابل فرمان می باشد عمل کردن این سیستم در هر دو حالت فوق باعث توقف اضطراری واحدها می گردد.

- ✓ هنگام تخلیه گاز دی اکسید کربن ، باید به سرعت از محل دورشد چرا که نتیجه استنشاق این گاز بیرنگ و بی بو به احتمال زیاد ***مرگ*** است.

هنگامی که سیستم تشخیص دهنده، بروز آتش را تشخیص می دهد، سیگنالی از واحد مرکزی جهت سیستم اطفاء حریق ارسال می شود. زمانی که فعال کننده الکتریکی روی شیر سیلندر راهنما [97]این سیگنال را دریافت نمود شیر باز شده وباعث رها شدن CO2 سیلندر راهنما می گردد. فشار سیلندر راهنما واحد کنترل تاخیر زمانی CO2 را فعال می کند. این واحد آزاد شدن CO2 سیلندرهای اصلی را چند ثانیه(بسته به طراحی) به تاخیر می اندازد. این سیستم جهت مهار آتش از دو خروجی مجزا در توربین استفاده می کند که یکی مربوط به پاشش اولیه و دیگری مربوط به پاشش بصورت ممتد می باشد . ابتدا ، CO_2 از خروجی مربوط به پاشش اولیه به سرعت وارد محفظه توربین شده و اقدام به خاموشی آتش می کند ولی ممکن است در اثر نشتی، درصد اکسیژن از 15%بیشتر شده و درصد CO_2 کاهش یابد در اینجا پاشش ممتد وظیفه جلوگیری از روشن شدن مجدد آتش را بر عهده می گیرد.

عملکرد سیستم:

این سیستم کاملا اتوماتیک عمل کرده و همیشه در سرویس است بجز مواقعی که به منظور تامین ایمنی پرسنل از سرویس خارج گردد.در حالتی که یک تشخیص دهنده حرارت یا یک تشخیص دهنده شعله فعال می گردد موارد زیر رخ می دهد:

- ➢ مشخص گردیدن اخطار آتش توسط سیستم کنترل و نظارت
- ➢ چراغ های قرمز بیرون منطقه محافظت شده ، شروع به چشمک زدن خواهند کرد.
- ➢ اخطار آتش روی واحد مرکزی سیستم اطفاء حریق مشخص خواهد گردید.

در حالتی که یکی از دکمه های آزاد سازی CO2 از محل مربوطه فعال گردد یا دو تشخیص دهنده گرما فعال شود و یا دو تشخیص دهنده شعله یا یک تشخیص دهنده شعله و یک تشخیص دهنده گرما همزمان فعال گردیده باشند علاوه بر ایجاد اخطار آتش موارد زیر انجام می گیرد:

۱. آلارم آتش روی واحد مرکزی سیستم مشخص می گردد.
۲. آلارم آتش از واحد مرکزی به سیستم کنترل توربین گاز ارسال می شود.
۳. آلارم آتش از واحد مرکزی برای رله های توقف ارسال می گردد.

---

[97]Pilot cylinder valve

۴. تمامی دمپرهای سیستم تهویه از طریق واحد مرکزی بسته می گردند.
۵. فرمان آزاد سازی CO2 ارسال می گردد که با توجه به مراحل زیر CO2 آزاد می گردد:
۶. فعال کننده الکتریکی با دریافت سیگنال، شیر سیلندر راهنما را باز می کند.
۷. آژیر پنوماتیکی و الکتریکی درون اتاق محافظت شده شنیده می شود.
۸. واحد تاخیر زمان خالی شدن CO2 سیلندرهای اصلی فعال می گردد.
۹. پس از چند ثانیه (بسته به طراح سیستم) ، شیرهای سیلندرهای CO2 باز می گردند.
۱۰. از طریق نازلهاCO2 به داخل اتاقکهای محافظت شده تخلیه می گردد.

این سیستم باید قبل از مرحله راه اندازی توربین گاز در سرویس قرار گیرد. توقف توربین گاز تاثیری روی سیستم ندارد.

اجزاء سیستم:

واحد مرکزی سیستم اطفاء حریق:

این واحد در اتاق کنترل قرار دارد و وظیفه کنترل مراحل آزاد سازی CO2 را بر عهده دارد.این سیستم همچنین اطلاعات قابل قبولی از وضعیت سیستم خاموش کننده آتش فراهم کرده و آن را به سیستم کنترل توربین ارسال می دارد. برخی از این اطلاعات عبارتند از:

- هشدار آتش
- توقف واحد در نتیجه بروز آتش
- آزاد سازی CO2
- قفل شدن سیستم اطفاء حریق
- خرابی تجهیزات مربوط به سیستم اطفاء آتش
- بستن دمپر های اتاق ژنراتور گاز در موقع فعال شدن سیستم

تشخیص دهنده های حرارت:

چهار تشخیص دهنده حرارت در اتاق توربین گاز وجود دارد که با واحد مرکزی سیستم در ارتباط می باشند. هنگامی که دمای اتاق به حد از پیش تنظیم شده رسید، تشخیص دهنده آتش فعال گردیده و هشدار آتش صادر می کند. چنانچه دو تشخیص دهنده حرارت یا یک تشخیص دهنده حرارت به همراه یک تشخیص دهنده شعله فعال گردد، باعث رها شدن CO2 به داخل اتاقهای محافظت شده می گردد. در صورت خرابی سیستم تهویه این تشخیص دهنده ها فقط باعث ایجاد آلارم آتش می شوند.

تشخیص دهنده های شعله:

معمولا چهار تشخیص دهنده شعله در اتاق توربین گاز قرار دارد که با واحد مرکزی سیستم در ارتباط می باشند. این تشخیص دهنده ها اشعه مادون قرمز شعله را حس می کنند. هنگامی که یک تشخیص دهنده شعله فعال می گردد هشدار آتش ایجاد می شود. چنانچه دو تشخیص شعله یا یک تشخیص دهنده شعله به همراه یک تشخیص دهنده حرارت فعال گردند آلارم آتش ارسال شده و CO2 در داخل اتاقهای محافظت شده پخش می گردد.

سیلندر های دی اکسیدکربن:

این سیلندرها در بیرون اتاق توربین گاز قرار گرفته اند.. اگر در هر سیلندر سطح CO_2 به کمتر از90% برسد موضوع با ارسال آلارمی مشخص می گردد.معمولا در قسمت بیرونی اتاق توربین گازها و در دو طرف واحد، دو چراغ به رنگهای سبز و قرمز وجود دارد.

- ✓ **چراغ سبز هنگامی که سیستم اطفاء حریق قفل می شود روشن می گردد.**
- ✓ ***چراغ قرمز در زمان آزاد شدن CO_2 روشن می گردد.***

یک آژیر الکتریکی در داخل اتاق محافظت شده وجود دارد که هنگام ایجاد آلارم آتش فعال می گردد. علاوه بر آن یک آژیر مکانیکی نیز در اتاق وجود دارد که در زمان فعال شدن واحد تاخیر زمان تخلیه CO_2 این آژیر با صدایی متفاوت از آژیر الکتریکی فعال می گردد. لازم به توضیح است به دلیل حفظ ایمنی افراد، واحد تاخیر زمان ، باز شدن ولوهای سیلندرهای CO_2 را چند ثانیه(معمولا ۳۰ ثانیه) به تاخیر می اندازد.

مشخصات فنی:

- ✓ کلیه تجهیزات الکتریکی سیستم اطفاء حریق، درون اتاق ژنراتور گاز، به منظور استفاده در ناحیه خطرناک دارای پوشش ضد انفجاری می باشند.
- ✓ این سیستم دارای یک منبع تغذیه پشتیبان است تا سیستم حداقل برای 24 ساعت به هنگام از دست رفتن منبع تغذیه اصلی، در سرویس باقی بماند.
- ✓ واحد مرکزی از پشتیبانی سیستم برق 24VDC باتریها برخوردار است.
- ✓ تشخیص دهنده ها، نازلهای CO_2و آژیرهای الکتریکی و مکانیکی درون اتاق ژنراتور گاز قرار دارند و بقیه تجهیزات سیستم خارج اتاق حفاظت شده قرار دارند.

محدوده انفجار یا آتش برای مخلوط گاز با هوا % 15-5 می باشد در مقدار کمتر یا بیشتر از این عمل، انفجار ، غیر ممکن است حد پایین این محدوده % 5 است و ما در هنگام نشت گاز نباید اجازه دهیم مخلوط گاز با هوا به % 5 برسد برای این منظور دستگاهی جهت اندازه گیری مقدار گاز درون محیط و دستگاهی جهت کالیبریت کردن این سنسورها وجود دارد که دستگاه اول در اختیار بهره بردار و دستگاه دوم در اختیار ابزار دقیق می باشد.جهت کالیبریت کردن دستگاه گاز سنج ، مخلوطی از % 1 گاز و 99 % هوا را به سنسور می دهند و آن را روی % 20 تنظیم می کنند دوباره مخلوطی از 2 % گاز و % 98 هوا را به سنسور داده و آن را روی LEL% 40 تنظیم می کنند به همین ترتیب در مرحله پنجم % 5 گاز و % 95 هوا را به سنسور داده وآن را روی 100 LEL % تنظیم می کنند در اینجا سنسور کالبریت شده است یعنی LEL % 60 معرف 3 % گاز و % 97 هواست.

سیستم فشارزدایی و تخلیة گاز

سیستم فشارزدايي و تخلية گاز در ايستگاه، به منظور كاهش مقدار گاز موجود در نواحي از ايستگاه مي‌باشد كه دچار آتش‌سوزي، انفجار و يا هر حالت خطرناك ديگري شده باشند. در واقع هدف از ايجاد اين سيستم كاهش فشار سيستم‌هاي در حال آتش‌سوزي، و

در نتيجه مينيمم كردن احتمال شكست و انفجار در اين نواحي مي‌باشد. اين سيستم همچنين مانع از رسيدن سوخت به نواحي فوق مي‌شود.
سيستم تخليه شامل قسمت‌هاي زير مي‌باشد:

- شيرهاي تخليه
- اريفيس‌هاي محدود كننده [۹۸]
- شير اطمينان‌هاي خطوط ورودي و خروجي
- هدرهاي جمع‌آوري كنندة خروجي شيرهاي اطمينان
- هدر اصلي
- دودكش [۹۹]

گازهاي رها شده در طي فشارزدايي، از طريق هدرها به دودكش هدايت شده و تخليه مي‌شوند. تخلية گاز بايد در محل امني صورت گيرد، به همين منظور در انتخاب اين محل بايستي شرايط محيطي اطراف، توسعه‌هاي آيندة ايستگاه و چگونگي وزش باد بررسي و منظور شوند. سيستم فشارزدايي و تخلية ايستگاه طوري طراحي شده كه توسط آن مي‌توان نيازهاي زير را برآورده ساخت:

- در حالت فشارزدايي كل ايستگاه، فشار تمام مخازن و لوله‌ها بايستي ظرف مدت ۱۵ دقيقه از حالت اوليه به زير Psig ۱۰۰ رسانده شود.
- اندازة هدر و دودكش تخليه به گونه‌اي باشد كه توانايي تخلية گاز از تمام شيرهاي تخليه وجود داشته باشد.
- هر كمپرسور را بتوان بطور مجزا فشارزدايي كرد.
- مركز تقليل فشار را بتوان بطور مجزا فشارزدايي كرد.
- واحد پروسة گاز شامل؛ ورودي ايستگاه، اسكرابرها، كولرهاي گاز و خط خروجي ايستگاه را بتوان بصورت مجزا فشارزدايي كرد.

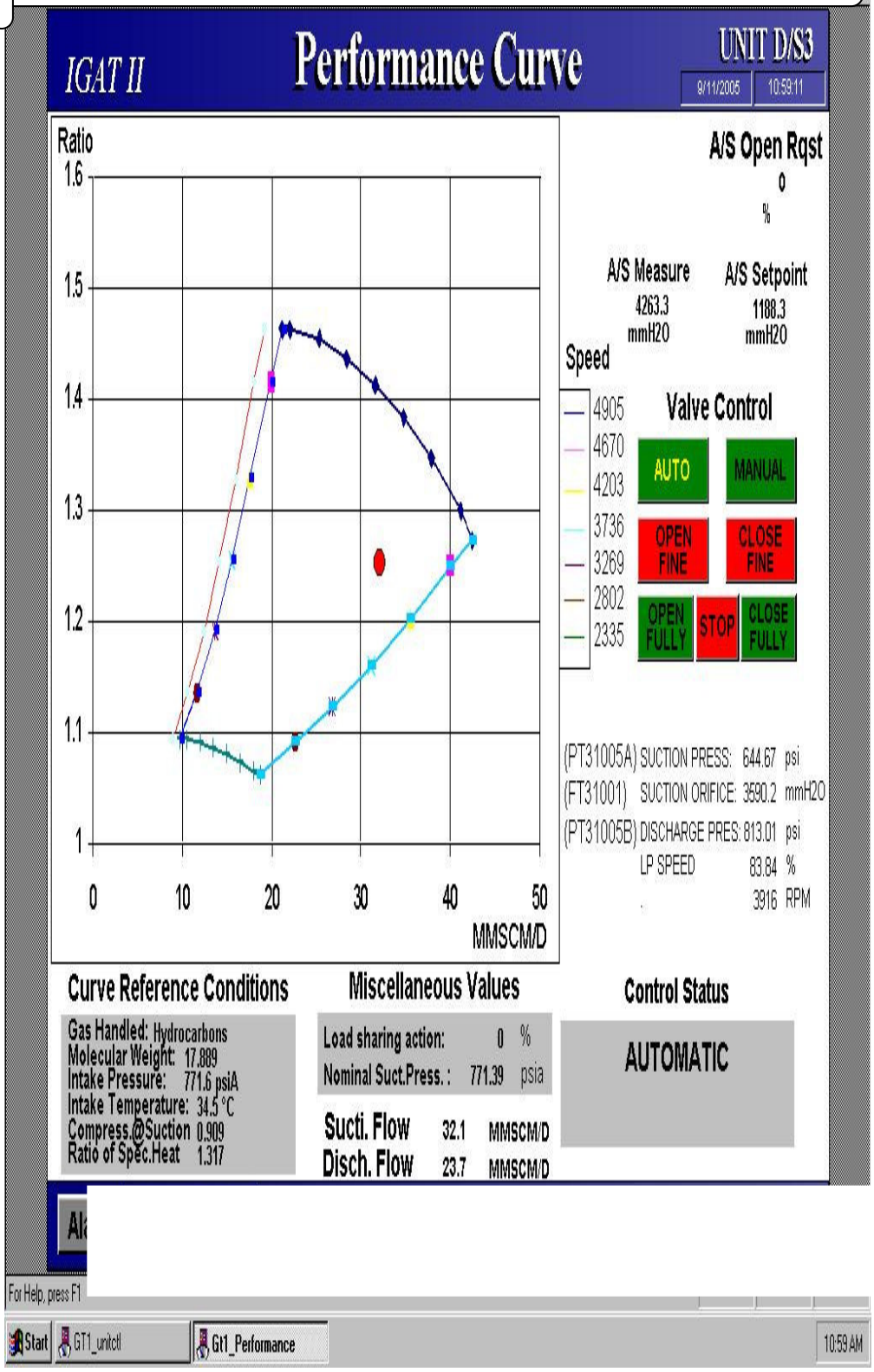
شرايط طراحي فشار و سرعت گاز در اين سيستم تخليه بصورت زير منظور شده است:

- ماكزيمم فشار برگشتي مجاز در شبكه Psig ۱۱۶ است.
- ماكزيمم سرعت گاز در شبكه ۰,۷ ماخ (۲۳۲m/s) مي باشد.

دلايلي كه باعث نياز به فشارزدايي در ايستگاه مي‌شوند عبارتند از:

- قطع برق كل يا قسمتي از ايستگاه
- اشكال در خنك‌سازي و دماي بيش از حد گاز
- آتش‌سوزي
- مسدود شدن خروجي
- اشكال در سيستم هواي ابزار دقيق
- اشكال در سيستم گاز عملگر
- نشتي و رسوخ سيال پروسه از نواحي پرفشار به قسمت‌هاي كم فشار سيستم

[98] Restriction Orifice
[99] Vent Stack


IGAT II
Performance Curve
UNIT D/S3
9/11/2005
10:59:11
Ratio
1.6
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
1
0
10
20
30
40
50
MMSCM/D
A/S Open Rqst
0
%
A/S Measure
4263.3
mmH2O
A/S Setpoint
1188.3
mmH2O
Speed
4905
4670
4203
3736
3269
2802
2335
Valve Control
AUTO
MANUAL
OPEN FINE
CLOSE FINE
OPEN FULLY
STOP
CLOSE FULLY
(PT31005A) SUCTION PRESS: 644.67 psi
(FT31001) SUCTION ORIFICE: 3590.2 mmH2O
(PT31005B) DISCHARGE PRES: 813.01 psi
LP SPEED 83.84 %
3916 RPM
Curve Reference Conditions
Gas Handled: Hydrocarbons
Molecular Weight: 17.889
Intake Pressure: 771.6 psiA
Intake Temperature: 34.5 °C
Compress.@Suction 0.909
Ratio of Spec.Heat 1.317
Miscellaneous Values
Load sharing action: 0 %
Nominal Suct.Press.: 771.39 psia
Sucti. Flow 32.1 MMSCM/D
Disch. Flow 23.7 MMSCM/D
Control Status
AUTOMATIC
For Help, press F1
Start
GT1_unitctl
Gt1_Performance
10:59 AM

فصل ۷

کنترل و بهره برداری

کنترل توربوکمپرسورها

راه اندازی و توقف توربین

تدابیر عمومي ایمني در ایستگاه‌هاي تقویت فشار

نکات ایمني در کار با توربوکمپرسورها

تحلیل خط انتقال

واحد کنترل مرکزی DISPATCHING

بهره‌برداري

کنترل و بهره برداری

بهره بردار با توجه به ارتباط سیستم SCS وUCP (پانل کنترل واحد) می تواند ، اطلاعات رسیده از سیستمها وسنسورها در نقاط مختلف ایستگاه را از طریق مونیتورهای مربوطه مشاهده و در نتیجه کارکرد واحدها و پروسه کامل ایستگاه را کنترل نماید. پانل کنترل واحد (UCP) ، حفاظت ، نمایش و کنترل پارامترهاي زير را بر عهده دارد:

- شعله در توربين و سيستم گازياب
- سيستم سوخت رساني توربين گاز
- دماي اگزوز توربين
- سرعت‌هاي توربين و كمپرسور
- ارتعاشات در توربين و كمپرسور
- فلوی كمپرسور
- فشارهاي ورودي و خروجي كمپرسور
- دماي خروجي كمپرسور
- كاركرد كمپرسور در شرايط ايمن و جلوگيري از سرج آن
- سيستم روغن و روغنكاري

کنترل توربوکمپرسورها

کنترل واحدها اعم از کارکرد مرحله به مرحله اجزای مختلف توربین شامل روغنکاری ، تهویه ، راه اندازی ، آب بندی و ... و همچنین کنترل پروسه ایستگاه ، شامل کنترل نقطه سرج و در نتیجه باز یا بسته بودن آنتی سرج ولو ، تشخیص باز یا بسته ماندن شیرهای ورودی و خروجی و... به عهده PLC ها یا همان كنترل كننده‌هاي منطقي قابل برنامه ريزي است. کنترل توربو کمپرسورها در زمانیکه کنترل ایستگاه روی حالت اتوماتیک باشد از دو طریق امکان پذیر است :

۱) از طریق فشارهای ورودی و خروجی ایستگاه
۲) از طریق مقدار فلوی ایستگاه

که هر دو عامل فوق نیز در مونیتور SCS آمده است. و این یعنی SCS بر اساس اطلاعات رسیده در مورد فلو و یا فشار های ورودی و خروجی به استارت و یا توقف يك واحد ، بسته به اینکه تعداد واحدهاي در حال كار قادر به برآورد بار مورد نیاز نباشند و یا بالعکس با تعداد واحد کمتری بتوان شرایط و بار مورد نیاز را تحمل نحالت ، اقدام می کند.جهت راه اندازی واحد، پس از اقدامات اولیه ، می توانیم حالت های زیر را انتخاب کنیم : (البته این حالت ها در توربوکمپرسورهای مختلف و البته با توجه به نرم افزار نصب شده روی SCS و UCP ممکن است ، بیشتر و یا کمتر بوده و یا با نام های دیگری شناخته شوند)

Remote , Auto , Off , Manual , Fire , Crank

حالت Off : معمولا در زمان تعمیرات واحد ، این حالت به منظور جلوگیری از صدور فرمان استارت ، فعال می شود.

حالت Crank: جهت آزمایش واحد پس از انجام تعمیرات از این حالت که یک استارت مجازی بدون ایجاد جرقه است شیرهای ورودی و خروجی واحد باز نمی شود.

حالت Fire : در این حالت بدون باز شدن ولوهای ورودی و خروجی واحد ، یک استارت همراه با تشکیل شعله انجام می شود از این حالت نیز جهت آزمایش واحد پس از انجام تعمیرات برروی محفظه احتراق یا فتوسل ها استفاده می گردد.
حالت Manual: در این حالت می توان بطور دستی فرمان استارت یا استاپ واحد از طریق پانل کنترل واحد نحالت .در این حالت ، بهره بردار می تواند، کاهش یا افزایش دور و تنظیم فشار ورودی و خروجی واحدها، استارت و استاپ واحدهای دیگر را با نظر خود تنظیم و یا تغییر دهد و سیستم کنترل ایستگاه هیچگونه دخالتی در کنترل واحدها ندارد البته در صورتی که واحد به محدوده خط سرج برسد ، شیر آنتی سرج بطور اتوماتیک باز می شود تا واحد را از این وضعیت خطرناک دور کند.
حالت Auto:در این حالت واحد بطور اتوماتیک راه اندازی شده و مراحلی مانند فشار گیری، بستن شیر تخلیه و بستن شیر آنتی سرج نیز ، توسط خود واحد انجام می شود.در این حالت با توجه به تنظیمات بهره بردار ، هر توربین به صورت مجزا ، اتوماتیک کار می کند و کاهش یا افزایش دور آن تابع میزان فلوی درخواستی تنظیم شده توسط بهره بردار می باشد.
حالت Remote: در این حالت سیستم کنترل ایستگاه با توجه به منحنی عملکرد و براساس اولویت بندی تنظیم شده توسط بهره بردار ، راه اندازی یا توقف واحدها ، را انجام می دهد.
در این حالت با توجه به مقادیرتعیین شده برای فشار ورودی ، فشار خروجی و دبی ، کنترل فشار ، دور و دبی واحدها توسط سیستم کنترل ایستگاه صورت می گیرد. هیچگاه سیستم کنترل ایستگاه همزمان از هر سه پارامتر فرمان نمی گیرد، زیرا هرکدام از سه پارامتر یاد شده که فعال باشد ، با علامتی در مقابل ستون مربوطه مشخص است .

راه اندازی و توقف توربین

برای راه اندازی توربین ، اطمینان از رفع شرایط زیر ضروری است:

- فشار سوخت خیلی بالا
- دمای خیلی بالا در اتاقک توربین
- تخلیهٔ CO_2 سیستم حفاظت در مقابل آتش
- وجود آتش در محوطهٔ توربین
- فعال بودن مکانیزم جلوگیری از سرعت بالای توربین راه انداز(در صورت وجود توربین انبساطی)
- اختلاف فشار بالا در طرفین فیلترهای ورودی هوا
- فعال بودن توقف اضطراری همراه با تخلیهٔ گاز یا بدون آن
- وجود گاز به مقدار خیلی بالا در اتاقک توربین
- صفر نبودن سرعت شافت توربین HP
- دمای اگزوز بالا
- ارتعاشات خیلی بالا در توربین
- دمای روغن روغنکاری خیلی بالا
- وجود جابجایی محوری در توربین
- مشکل در سیستم حفاظت هیدرولیک
- دمای خیلی بالا در فضای بین پره های توربین
- مشکل در نازل های راهنما
- وجود گاز در اتاقک فیلترها
- وضعیت غیر صحیح شیرها
- مشکل در سیستم تشخیص شعله

- فعال بودن سیگنال سرعت غیر مجاز در توربین های HP و LP
- ارتعاشات محوری و شعاعی خیلی زیاد در کمپرسور
- باز بودن درب های اتاقک فیلترها
- اشکال در سیستم ضد حریق
- اشکال در ترموکوپل های اگزوز
- اشکال در سیستم گاز یاب

در ضمن تحقق شرایط زیر نیز باید چک شود:

- پایین نبودن ولتاژ باتری ها
- دمای نرمال در هدر روغنکاری
- عدم وجود گاز در اتاقک جانبی توربین
- باز بودن دمپرهای موجود در مسیر تهویه
- بسته بودن درب اتاقک فیلترها، اتاقک جانبی و توربین
- ولتاژ نرمال در پمپ اضطراری روغنکاری (در صورت وجود)
- عادی بودن ارتعاشات سیستم
- سطح روغن تانک نرمال باشد
- سیستم آتش یاب و گاز یاب در سرویس باشد
- عدم وجود مشکل در موقعیت تیغه های راهنمای ورودی
- عدم وجود مشکل در سیستم پالس جت
- موقعیت صحیح شیرها

عادی بودن تمامی فاکتورهای فوق ، به این معنی است که توربین READY داشته ، آماده استارت می باشد.
با فشردن دکمه استارت و پس ازفشار دار شدن واحد، آنتی سرج ولو بسته شده و سیستم روغنکاری ، فن تهویهٔ اتاقک توربین ، فن جدا کنندهٔ بخارات روغن و فن های خنک کنندهٔ روغن استارت می شوند.
اگر واحد خالی از گاز باشد، شیر آنتی سرج به حالت بسته باقی مانده و شیر بای پاس شیر ورودی باز میشود. در این هنگام و در حالیکه شیر تخلیه گاز کاملا باز است هواگیری کمپرسور تا فشار ۲۰۰ پوند بر اینچ مربع انجام میگیرد. پس از هواگیری خطوط آنتی سرج، شیر تخلیه گاز بسته شده ، فشار گاز در واحد افزایش می یابد.
زمانیکه اختلاف فشار دو طرف شیر ورودی واحد کم شود شیر ورودی باز شده و بای پاس می بندد.
بعد از گازدار شدن واحد، سیستم راه انداز اولیه استارت شده و شفت HP شروع به چرخش می کند. سپس شیرهای مربوط به سوخت باز شده و جرقه زده شده شعله ایجاد می شود. پس از آن شفت LP شروع به چرخش میکند و سیستم راه انداز متوقف می گردد.هنگامی که دور LP به مقدار مناسب رسید ، شیر خروجی واحد باز میشود ، در این زمان می بایستی شیر آنتی سرج بسته و دور واحد افزایش یابد تا اصطلاحا واحد به خط زده شود.

توقف توربین

توقف عادی: هنگام توقف عادی واحد، سیستم کنترل ابتدا فلو خروجی را تا مقدار حداقل کاهش می دهد سپس شیرهای کنترل سوخت در وضعیت حداقل خود قرار می گیرند.
توقف اضطراری: در هنگام توقف اضطراری، سیستم کنترل سریعا شیرهای کنترل سوخت را می بندد. بعد از توقف اضطراری سیستم کنترل توربین در سرویس نمی باشد.
در این مرحله سیستم، تقاضای بسته شدن و توقف تجهیزات سوخت را می دهد برای توقف عادی از فرمان STOP در UCP و یا در حالت Remote در SCS استفاده می شود. با انجام این کار سرعت شافت HP بر اساس تابع خطی شروع به کاهش کرده

و شیر آنتی سرج باز میشود. هنگامی که سرعت LP به کمتر از دور بحرانی رسید ، شیرهای ورودی و خروجی واحد بسته می شوند. وپس از اینکه سرعت HP به کمتر از دور بحرانی رسید، سیستم روغنکاری ، خودش را با شرایط جدید وفق می دهد. در شرایط cool down بسته به نوع طراحی ، شفت باید چرخانده شود که در برخی از انواع طراحیها سیستم راه انداز ، این وظیفه را بعهده داشته و در برخی دیگر پمپ دیگری ، جداگانه اجرای فرایند فوق را بعهده دارد.

توقف اضطراری بدون تخلیهٔ گاز

این نوع توقف در شرایط زیراتفاق می افتد:

- دمای خیلی بالا در فضای بین توربین ها
- دمای خیلی بالا در اتاقک توربین
- ناهماهنگی در ترموکوپلهای ورودی کمپرسور محوری
- دمای خیلی بالای روغن روغنکاری
- اختلاف فشار خیلی زیاد در طرفین فیلترهای ورودی
- ارتعاشات خیلی زیاد توربین
- اشکال در ترموکوپلهای اگزوز
- دمای زیاد در اگزوز
- جابجایی محوری توربین
- وضعیت غیر صحیح شیرها
- قطع شدن شعله
- افزایش بیش از حد سرعت در شافت های HP و LP
- ارتعاشات شعاعی و جابجایی محوری خیلی زیاد در کمپرسور گاز
- باز شدن دربهای اتاقک فیلتر
- پایین بودن ولتاژ به مدت معلوم تعیین شده
- اشکال در سیستم مشاهدهٔ گاز

در صورت تحقق هر کدام از شرایط فوق ، سوخت قطع شده ، شیر آنتی سرج باز می شود.

توقف اضطراری همراه با تخلیهٔ گاز

که در صورت بروز موارد زیر اتفاق خواهد افتاد :

- فشردن push button مربوطه
- تخلیهٔ CO_2 سیستم ضد حریق
- مشاهدهٔ گاز در اتاقک فیلتر
- گاز بسیار زیاد در اتاقک توربین

سیستم توقف اضطراری

سیستم توقف اضطراري (ESD)، در حقیقت جهت محافظت از پرسنل ، تجهیزات ومحیط از فرایندهای نا خواسته و یا آزاد شدن غیر قابل کنترل هیدروکربنها و یا شرایط دیگر است.یک شرایط shut down ایمن به این معنی است که ورودی و خروجی به واحد بسته شده ، لوله و تجهیزاتی که در صورت خراب شدن احتمالی ، مقدار زیادی هیدروکربن آزاد می کنند ، ایزوله می شوند و سیستم هایی که پتانسیل احتراق دارند shut down می شوند. سیستم ESD به سه سطح ***ESD1*** ، ***ESD2*** و ***ESD3***تقسیم‌بندي می گردد. این طراحی بگونه ای است که توقف اضطراری در یک سطح ، سطوح بالاتر را فعال نمی کند اما موجب عمل کردن سطوح پایین تر خواهد شد.در خلال یک shut down سیستم ها و قسمت های مختلف توسط ESDV ها از هم

ایزوله می شوند. هر قسمتی که از هم جدا شده دارای یک شیر تخلیه گاز است که می توان آنها را با دکمه مربوطه در اتاق کنترل نیز باز نحالت که البته در آن صورت ESDV های آن قسمت نیز باز می شوند.

ESD1

که درصورت بروز عوامل زیر اتفاق می افتد:

- فشار خيلي خيلي پايين در شبكه هواي ابزار دقيق
- مشاهدة آتش و يا گاز در مراكز الكتريكي ايستگاه شامل؛ مركز 20 KV ، اتاق كنترل و اتاق برق
- فعال كردن دكمه هاي مربوط به ESD1 بصورت دستي، كه در اتاق كنترل و ورودي ايستگاه قرار داشته و مي‌توان بوسيلة آنها ايستگاه را با فشار زدايي يا بدون آن متوقف نمود در اين حالت تنها سيستم UPS و تمام ابزارآلات و تجهيزات متصل به آن بدون تغيير به كار خود ادامه می دهد.

ESD2

شرايط بروز ESD2 :

- به هم خوردن شرايط پروسه و يا واحدهاي كمكي
- مشاهدة آتش و يا گاز در مركز تقليل فشار ، MCC كولرهاي گاز ، اطراف كمپرسورها، و ساختمان بويلرها
- فشار دادن دكمه هاي مربوط به ESD2 بصورت دستي، كه در اتاق كنترل، مركز تقليل فشار، ساختمان بويلرها و MCC كولرهاي گاز قرار دارند

بروز عوامل فوق ، توقف قسمتي از پروسه و يا واحدهاي كمكي را در پی خواهد داشت. و البته موارد ذيل نيز اتفاق می افتند:

١) توقف كمپرسورها
٢) باز شدن ولو بايپاس ايستگاه
٣) توقف مركز تقليل فشار
٤) توقف واحد توليد آب گرم
٥) توقف كولرهاي گاز
٦) توقف گاز سوخت توربين‌ها

ESD3

اين حالت در صورت بروز يكي از عوامل زير ايجاد مي‌شود:

- به هم خوردن شرايط مربوط به تجهيز
- مشاهدة گاز و يا آتش درنواحی مربوط به تجهيزاتي كه در ارتباط با پروسه گاز نيستند، همانند ساختمان مولد اضطراري برق، كارگاه و ساختمان اداري
- فشار دادن دكمه هاي مربوط به ESD3 بصورت دستي، در اتاق كنترل

كه در اينصورت يک تجهيز مشخصی از كار افتاده ، متوقف می شود.

تدابير عمومي ايمني در ايستگاه‌هاي تقويت فشار

از آنجا كه نيروي انساني سرمايهٔ بزرگي به شمار آمده و حفظ اين سرمايه در بالاترين اولويت قرار دارد، لذا بايد تدابير لازم جهت حفظ اين سرمايه صورت گيرد. در اين راستا تدابير عموم ايمني زير در ايستگاه‌هاي تقويت فشار توصيه مي‌شوند:

كلية پرسنل بهره‌برداري و تعميرات در ايستگاه‌هاي تقويت فشار گاز، بايد آموزش هاي لازم را ديده و گواهينامة ايمني دريافت كرده باشند.

١. كلية امور بهره‌برداري و تعميرات بايد مطابق دستورالعمل كارخانة سازنده انجام گيرد.
٢. وسايل پيشگيري و اطفاء حريق و كمك‌هاي اوليه در محل‌هاي مناسب تعبيه شود.
٣. كلية حفاظت‌هاي آتش‌سوزي، نشت گاز، انفجار و غيره در سرويس باشند.
٤. سيستم‌هاي تهويه و كنترل دما و رطوبت سالن‌ها، سالم و برقرار باشند.
٥. به منظور جلوگيري از برق‌گرفتگي و تخلية الكتريكي، كلية تجهيزات بايد مجهز به سيستم برقگير باشند.
٦. از ايجاد هر گونه آتش در محوطة ايستگاه خودداري گردد.
٧. تدابير ايمني لازم به منظور كاهش سر و صدا در محيط ايستگاه انجام گيرد.
٨. هرگونه آتش‌سوزي و نشت گاز بايد كتباً گزارش شود.
٩. تعمير و سرويس تجهيزات با استفاده از مجوز (Permit) و با هماهنگي‌هاي لازم انجام گيرد.
١٠. هر گونه تزريق و تخلية گاز در لوله‌ها با رعايت اصول ايمني و احتياط انجام گيرد.

نكات ايمني در كار با توربوكمپرسورها

توربوكمپرسورها جزء اصلي‌ترين تجهيزات ايستگاه بوده كه حساس‌ترين قسمت را تشكيل داده و بيشترين تماس افراد نيز با اين تجهيز مي‌باشد. لذا در كار با توربوماشين‌ها و اجزاي كمكي آنها بايد به نكات ايمني كه در ذيل خواهد آمد توجه كرد. البته بايد متذكر شد كه اين موارد همة نكات ايمني را شامل نمي‌شود، بلكه جزء مهمترين موارد ايمني در اين وسايل مي باشند:

١. به افرادي كه با كتابچة راهنما و طرز كار سيستم آشنايي ندارند، نبايد اجازة كار، تنظيم و بازكردن سيستم و اجزاي كمكي را داد.
٢. هيچ شخصي نبايد در نگهداري و تعميرات توربوماشين و اجزاي كمكي آن تلاش كند، مگر اينكه تجربه و آشنايي لازم در كار با اين تجهيزات و ابزارآلات معمولي و تخصصي را داشته باشد.
٣. تخليه‌ها و اگزوزها بايد در محل امني صورت گيرد.
٤. از جايگزيني گيره‌ها، نگهدارنده‌ها، هدايت كننده‌ها و ديگر وسايل موقت پرهيز شود.
٥. ازكار توربوماشين با سرعتي نزديك به سرعت بحراني و شرايطي بجز شرايط طراحي بايد جلوگيري شود.
٦. هيچ شخصي اجازه برداشتن پوشش‌ها و حفاظها (Covers & Guards) را در حين كار واحد ندارد.
٧. پرسنل بايستي از تماس با سطوح تجهيزاتي كه ايزوله نيستند و همچنين لوله-هايي كه تحت دماهاي بالا يا خيلي پايين هستند، حفاظت شوند.
٨. فقط قطعات جايگزين اصلي كه توسط كارخانة مربوطه تهيه شده است، جايگزين قطعات توربوماشين و يا تجهيزات جانبي شود تا بازدهي، قابليت اعتماد، ايمني و عمر مفيد دستگاه تضمين شود.
٩. قبل از آن كه هر كار تعميراتي بر روي واحد شروع شود، مراحل قطعي به منظورجلوگيري از استارت سهوي توربوماشين بايد انجام گيرد.

۱۰. هيچ اصلاحي بر روي توربوماشين و تجهيزات كمكي بدون موافقت كارخانة سازنده نبايد صورت گيرد.
۱۱. هنگامي كه آب‌بندها در حال كار نيستند بايد مراحل قطعي براي جلوگيري ازورود گاز به كمپرسور انجام گيرد.
۱۲. هنگامي كه سيستم باز و يا در حال تعميرات اساسي (Overhaul) مي‌باشد، بايد سيستم ايزوله شده و فشارزدايي شود.
۱۳. در حال تعمير سيستم سوخت و يا كار بر روي آن، براي جلوگيري از جرقه وآتش سوزي و يا انفجار در توربوماشين و سيستم‌هاي فرعي آن بايد مراقبت-هاي ويژه صورت گيرد.
۱٤. هنگام كار بر روي هر جزء الكتريكي سيستم، برق آن ايزوله شده و مراحل قطعي براي جلوگيري از اتصال سهوي برق انجام پذيرد.
۱۵. تمامي وسايل ايمني و كنترل بايد در فواصل زماني منظم، چك، كاليبره و تست شوند.
۱٦. نبايد از محصولات فرآر و قابل اشتعال براي تميز كردن قسمت‌هاي ماشين استفاده شود.
۱۷. هنگام استفاده نكردن طولاني مدت از ماشين، بايد حفاظت و نگهداري مناسب از ماشين بعمل آيد.

تحلیل خط

می دانیم ایستگاههای تقویت فشار گاز ، رابط بین تولید کننده و مصرف کننده اند ، لذا هرگونه خللی در امر انتقال گاز باعث بروز اختلال در فرایند تولید و مصرف خواهد گردید . مهمترین عملی که ایستگاهها انجام می دهند کنترل ، راه اندازی و توقف واحدهای ایستگاه بر مبنای نیاز مصرف کننده های صنعتی و خانگی است. با توجه به وابستگی اکثر صنایع مهم کشور به گاز و نیاز مبرم مصرف کننده های خانگی به این سوخت ، بخصوص در فصول سرد سال ، اهمیت کنترل و اداره ایستگاهها با توجه به شرایط خط یا خطوط سراسری گاز بیش از پیش نمایان می شود. و البته تسلط بهره بردار نسبت به خط و ایستگاه ،کمک شایانی به امر انتقال گاز با بیشترین بازده ممکنه خواهد نحالت . این گفتار به بررسی تصمیمات بهره بردار در نحوه کنترل واحد و در نتیجه تاثیراتی که خط از این تصمیمات خواهد پذیرفت ، می پردازد.از جمله مسایلی که یک بهره بردار باید بداند ، تاثیرات متقابل ایستگاههای قبل و بعد ، روی ایستگاه خود است . بهره بردار می بایستی با در نظر گرفتن محدوده های مجاز سرعت ، فشار ، دما و فلوی ایستگاه ، بتواند با کم و یا زیاد نحالت ن دور توربین فشار ضعیف و در نتیجه کمپرسور گاز ، بهره برداری مناسبی از ایستگاه در جهت رفع نیاز های خط سراسری داشته باشد. اولین چیزی که بهره بردار باید بداند تعامل مناسب با دیسپچینگ است.

واحد کنترل مرکزی DISPATCHING : این مرکز فرماندهی و کنترل تمامی خطوط سراسری کشور را بعهده داشته و اشراف کامل بر خطوط سراسری ، ایستگاههای تقویت فشار ، تولید کننده و پالایشگاهها و در نهایت مصرف کننده ها ، دارد . بهره بردار موظف است بر اساس تقاضا و نیاز دیسپچر اقدام به تغییر دور در جهت افزایش و یا کاهش فلو نماید البته در صورتیکه خارج از محدوده مجاز کارکرد توربو کمپرسور ایستگاه نباشد. در ضمن هر گونه راه اندازی و یا توقف واحد نیز بدون اجازه دیسپچینگ مجاز نخواهد بود.داشتن تحلیل مناسب و صحیح از شرایط فشار و فلوی ورودی و خروجی ایستگاه بسیار مهم و اساسی است و در صورتیکه بهره بردار از قدرت تحلیل مناسب در مورد پارامترهای فوق برخوردار نباشد ، ممکن است باعث بروز اختلال بخصوص در ایستگاههای قبل و بعد از خود و البته مشکلات برای مصرف کننده شود.

در زیر به بررسی برخی شرایط ایستگاه و وظایف بهره بردار در برخورد با آنها خواهیم پرداخت.

افزایش دور:
با زیاد کردن دور توربین فشار ضعیف و در نتیجه کمپرسور گاز ، انرژی جنبشی بیشتری از طرف کمپرسور گاز به سیال اعمال شده ، در نتیجه این انرژی جنبشی تبدیل به سرعت و آن نیز توسط دیفیوزرها به فشار تبدیل می گردد. یعنی در اثر افزایش دور ، مکش کمپرسور در ورودی بیشتر شده (فشار ورودی کاهش می یابد) و در نتیجه گاز موجود در خط را با سرعت بیشتری می کشد یعنی فلو افزایش می یابد ولی از آن طرف فشار خروجی کمپرسور نیز بیشتر می گردد زیرا انرژی جنبشی بیشتری به گاز اعمال شده و سرعت گاز در کمپرسور بالا رفته و در نتیجه به فشار بیشتری تبدیل می شود. و این افزایش فشار خروجی با توجه به نسبت معکوس فشار و سرعت در گازها ، به سرعت کمتر و در نتیجه فلوی عبوری کمتر منجر می گردد. به همین دلیل بلافاصله پس از افزایش دور ، فلو زیاد شده ولی پس از مدت نسبتا کوتاهی مقداری کم می شود. اگرچه مقدار افزایش فلو به کاهش آن می چربد.حال به بررسی تاثیرات ایستگاه قبل و ایستگاه بعد و مصرف کننده در شرایط فوق می پردازیم .

- ❖ درصورت افزایش دور ، وقوع دو حالت زیر امکان پذیر است:

۱. در صورتیکه این افزایش فلو از ناحیه تولید کننده حمایت نشود یعنی ورودی کمپرسور چه به لحاظ فشار و یا فلو تقویت نگردد ، فشار ورودی افت بیشتری کرده و در نهایت به کاهش فشار و مقدار گاز در خط ورودی تا ایستگاه قبلی شده، کمپرسور با کاهش فشار ورودی از حداقل فشار مجاز مواجه شده و احیانا نزدیک به خط سرج می شود. بنابراین بهره بردار باید با توجه به شرایط خط و در صورتیکه فشار ورودی ، مناسب افزایش دور باشد و البته در محدوده حداکثر مقدار فلوی مجاز نیز نباشد اقدام به افزایش دور نماید. در ضمن اگر فشار ورودی بیش از حد زیاد باشد بطوریکه اولا این فشار ، فشار خروجی را نیز تا محدوده حداکثر مقدار مجاز بالا ببرد و ثانیا نسبت تراکم تا حداقل آن یعنی حدود 1.1 برسد واحد به سمت چوک پیش رفته است در این حالت ، فعال بودن یا نبودن کمپرسور فرقی نداشته و عملا کمپرسور گاز ، کار مفیدی انجام نمی دهد. راه گریز از چوک ، افزایش دور است ولی از آنجاییکه واحد به محدوده حداکثر فشار خروجی مجاز رسیده است ، تنها راه چاره ،توقف حداقل یکی از واحدهای فعال با هماهنگی دیسپچر است.

۲. اگر افزایش دور با افزایش مصرف همراه نگردد ، ایستگاه مقدار مشخصی گاز را عبور می دهد ولی از آنجاییکه میزان مصرف کمتر از مقدار فلوی ایستگاه باشد اصطلاحا خروجی کمپرسور پک می شود یعنی مقداری از گاز که مصرف نمی شود ، در طول مسیر خروجی خط ذخیره می گردد و چون گاز تراکم پذیر است نیروی اعمالی کمپرسور آن را فشرده تر کرده و فشار خط را در خروجی بالا می برد. این افزایش فشار در خروجی به معنی کاهش سرعت حرکت گاز در خروجی نیز می باشد لذا فلوی عبوری رفته رفته کم می گردد این کاهش فلو به ورودی کمپرسور نیز تاثیر گذاشته یعنی گاز در ورودی کمپرسور و خروجی ایستگاه قبلی نیز ذخیره و متراکم می گردد یعنی فشار ورودی هم بالا می رود. این مساله نیز نشان می دهد این افزایش دور بی مورد بوده است و باید به حالت اولیه برگردد.

❖ در صورتیکه فشار خروجی افزایش پیدا کند :

۱. اولین معنای آن ، این است که میزان فلوی عبوری از ایستگاه متناسب با میزان مصرف آن نیست لذا با هماهنگی با دیسپچر و با کم کردن دور توربین می بایست در جهت کاهش فلو اقدام نحالت . این هماهنگی با دیسپچر از آن رو مهم است که در صورت بروز مساله فوق تمام ایستگاهها بایستی از دور خود بکاهند تا مقدار گاز خط را کاهش دهند.

۲. دومین حدسی که می توان از افزایش فشار خروجی ایستگاه زد این است که ایستگاه بعدی دچار توقف ناخواسته گردیده است و فلوی عبوری از ایستگاه در ورودی ایستگاه بعدی پک می شود. در این صورت مورد فوق از طریق دیسپچر به اطلاع بهره بردار خواهد رسید و بهره بردار می تواند موقتا اقدام به کاهش دور(در جهت کاهش فلو) نماید.

۳. وبالاخره سومین احتمال ، امکان بسته شدن یکی از شیرهای بین راهی است که طبیعتا در این صورت فشار خروجی به سرعت بالا می رود . این شیرها در فواصل بین ایستگاهها (تقریبا هر ۲۵ کیلومتر)نصب شده و در صورتیکه اختلاف فشار دو طرفشان از 15 تا 20 psi بیشتر شود بنا را بر شکستگی لوله گذاشته و بسته می گردند. وجود این شیرها همچنین در مواقع اضطراری مانند انفجار و آتش سوزی خط بسیار ضروری است بطوریکه در چنین شرایطی دو شیری که آتش سوزی بین آنها اتفاق می افتد بسته شده و آتش پس از تمام شدن گاز بین این دو شیر مهار می گردد. همچنین در زمان تعمیر قطعه ای از خط نیز با بستن دو شیر در طرفین قسمت تعمیری و تخلیه گاز ما بین آن ، اقدام به تعمیر می نمایند.

در هر صورت اگر فشار خروجی بصورت غیر عادی افزایش یابد صرف نظر از علت آن ، بهره بردار می بایست در جهت حفظ تعادل خط و رعایت آستانه تحمل فشار لوله های خط و ایستگاه و البته حفظ محدوده مجاز کارکرد توربو کمپرسور اقدام به کاهش دور و فلوی عبوری نماید و در صورتیکه کاهش مجاز دور (تا محدوده مجاز تعریف شده برای توربین) نتیجه بخش نباشد و در صورتیکه دیسپچر اصرار به حفظ واحدهای فعال داشته باشد اقدام به باز کردن شیر ریسایکل ایستگاه نماید زیرا واحدهای فعال برای ادامه کارکرد مجبور به عبور یک فشار ورودی و فلوی حداقل می باشند و در صورتیکه شرایط خط ایجاب کند تا میزان فلوی عبوری ایستگاه کمتر از مقدار حداقل طراحی آن باشد، می بایست از شیر ریسایکل کمک گرفت . این شیر مقداری از فلوی عبوری از کمپرسور را بجای اینکه وارد خط کند به ورودی می رساند و بنابراین می توان با استفاده از این مساله، هم حداقل فلوی واحد را تامین نحالت و هم فلوی کمتری را به خط زد. ضمن اینکه در این صورت و پس از طی مدتی مقدار گاز خط کم شده ،از تراکم خط کاسته شده و در نتیجه فلوی عبوری افزایش می یابد. البته لازم بذکر است که پس از باز کردن شیر ریسایکل ایستگاه ، باید به دمای ورودی و خروجی کمپرسور توجه شود زیرا در اینصورت ، از آنجاییکه گاز از خروجی کمپرسور که دما در آنجا بالاست بدون گذر از هرگونه خنک کننده ای به سمت ورودی می رود ، دمای گاز بصورت تصاعدی بالا رفته و احتمال توقف اضطراری واحد زیاد می گردد. در صورتیکه همه اقدامات فوق جواب ندهد و یا دمای واحدها بیش از محدوده مجاز بالا رود در آخرین اقدام ممکن و با هماهنگی لازم با دیسپچر اقدام به توقف یک واحد می نمایند.

کاهش دور :در صورت کاهش دور توربین فشار ضعیف و در نتیجه کمپرسور گاز ، انرژی کمتری به سیال منتقل شده و در نتیجه سیال سرعتش کمتر شده و این سرعت

کمتر ، فشار کمتری را در خروجی تحویل خواهد داد . لذا با کاهش دور ، مکش کمپرسور از ورودی کمتر شده و مقدار گاز کمتری را می کشد و این بدان معنی است که گاز در ورودی کمپرسور ذخیره و در نهایت متراکم می گردد یعنی فشار ورودی بالا رفته و سرعت کم می گردد و این کم شدن سرعت به همان معنی کم شدن فلوی عبوری است این مساله پس از کاهش دور محسوس تر است و پس از طی مدت زمان نسبتا کوتاهی فلو آرام آرام زیاد می شود ولی به مقدار اولیه نمی رسد. علت این افزایش فلوی نسبی کم شدن فشار خروجی است زیرا با کاهش دور ، انتظار کاهش فشار خروجی کاملا منطقی است و در نتیجه کاهش فلوی عبوری ، ذخیره گاز خط در خروجی کمپرسور پایین آمده و این مقدار گاز نیز ، توسط ایستگاه بعدی و یا مصرف کننده زودتر کشیده می شود ، لذا در اثر کاهش فشار ورودی که نتیجه آن ذخیره مقداری گاز در ورودی و در نتیجه کاهش فشار خروجی که نتیجه آن کاهش ذخیره گاز در خروجی است مقداری به فلوی عبوری افزوده می شود، ولی همانطور که بیان گردید از میزان اولیه بیشتر نخواهد شد. بدیهی است میزان کم و یا زیاد شدن فلوی عبوری علاوه بر افزایش و یا کاهش فشار ورودی و خروجی نسبت مستقیم با ***تغییرات نسبت تراکم*** خواهد داشت.در کاهش دور می بایست به منحنی عملکرد و خط سرج توجه ویژه نحالت زیرا کاهش دور ناگهانی و زیاد، کمپرسور را به محدوده سرج نزدیک می کند.

❖ در صورت کاهش فشار ورودی حالتهای زیر محتمل خواهد بود :

۱. احتمال بروز توقف ناخواسته در ایستگاه قبل که در آن صورت معمولا دیسپچر مساله را اطلاع خواهد داد و بهره بردار می بایست میزان دور واحد های فعال را کاهش دهد زیرا در اثر از کار افتادن ایستگاه قبل ،از مقدار فشار و درنتیجه ذخیره گاز خط کاسته شده و ایستگاه با خطر سرج ، نزدیکی به مقدار حداقلی فشار و فلوی عبوری ورودی روبرو می گردد. در صورتیکه کاهش دور نتیجه لازم را ندهد بهره بردار می بایستی شیر ریسایکل ایستگاه را باز کرده تا با برگشت گاز خروجی از کمپرسور ، میزان فشار ورودی و فلوی عبوری را افزایش دهد. در صورت عدم حصول نتیجه لازم ، بهره بردار باید ، با هماهنگی دیسپچر اقدام به توقف یکی از واحدهای فعال نماید.

۲. دومین احتمال بسته شدن یکی از شیرهای بین راهی است که در قسمت قبل به آن اشاره گردید.

۳. سومین احتمال نیز کم شدن تولید بنا به هر دلیلی می باشد(اعم از خواست دیسپچر و یا مشکلات در پالایشگاهها و ...)

❖ در صورت کاهش فشار خروجی خواهیم داشت:

۱. تمام عواملی که باعث کاهش فشار ورودی می شوند.
۲. افزایش مصرف گاز از سمت مصرف کننده ها
۳. کم بودن دور توربین با توجه به شرایط خط
۴. زیاد بودن دور واحدهای فعال ایستگاه بعدی

❖ در صورت افزایش فشار ورودی خواهیم داشت:

۱. تمام عواملی که باعث افزایش فشار خروجی می گردند.
۲. کم بودن دور واحدهای فعال ایستگاه
۳. زیاد بودن دور واحدهای ایستگاه قبل

بهره‌برداري

مهمترين وظايف پرسنل بهره‌بردار عبارتند از:

۱) ارسال گزارشي از روند كار ايستگاه شامل فشار و دماي ورودي و خروجي، نرخ جريان و وضعيت آمادگي واحدها، به مركز كنترل گاز(ديسپچر)، به صورت تلفني

۲) ثبت اعداد و ارقام مربوط به پارامترهاي مختلف كاركرد واحدهااز قبيل؛ نقاط كاري واحد و شرايط كلي آنها، دماي ياتاقان‌ها و روغن خروجي از آنها، ارتعاشات ياتاقان‌ها، فشار روغن وعوامل ديگر، در برگه مربوطه (Log Sheet) و مقايسه آن با مقادير مجاز.

۳) راه‌اندازي واحدها با هماهنگي ديسپچر و در صورت وجود ظرفيتهاي لازم ازقبيل:

- فشار ورودي مناسب
- ميزان جريان حجمي مناسب در خط لوله، با پيش‌بيني اينكه نرخ جريان واحدهاي فعال كمتر از مقدار مجاز آنها نگردد.
- فشار خروجي مناسب با پيش‌بيني اينكه فشار خروجي واحدهاي فعال بيشتر از مقدار مجاز آن نگردد.

۴) توقف عادي واحدها در صورت وجود هر يك از عوامل زير:

- عدم نياز مركز ارسال گاز و با پيش بيني اينكه نرج جريان حجمي واحدهاي فعال بيشتر از مقدار مجاز آن نشود.
- احتمال وجود عيب در هر يك از قسمت‌هاي واحد.
- وجود نشتي گاز در خطوط واتصالات لوله‌هاي گاز موجود در ايستگاه.

۵) استفاده از واحدها در خطوط ديگر موجود بدين معني كه با درخواست ديسپچر و با تغيير موقعيت شيرهاي ايستگاه از ظرفيت واحدهاي آن براي انتقال گاز خطوط ديگر استفاده شود.

۶) گزارش و ثبت اشكالات بوجود آمده در كليه تجهيزات ايستگاه.

۷) صدور مجوز كار(با رعايت موارد ايمني) براي پرسنل تعميرات ايستگاه يا منطقه عمليات، به منظور رفع اشكالات موجود.

۸) پرسنل بهره‌برداري ايستگاه علاوه بر وظايف فوق بايد بر عملكرد تجهيزات موجود در ايستگاه نيز نظارت كاملي داشته باشند.در جداول زير به برخي از نظارت‌هاي لازم اشاره شده است.

جدول۷-۱ :نظارت هاي بهره‌برداري در سيستم SCS

ردیف	توضیحات
۱.	**فشار ورودي و خروجي ايستگاه در محدوده مناسب باشد.**
۲.	**فشار ورودي و خروجي واحدها در محدوده مناسب باشد.**
۳.	**دماي خروجي واحدها در محدوده مناسب باشد.**
٤.	**دبي عبوري از واحدها در محدوده مناسب باشد.**
٥.	**سرعت شفتLP وHP در محدوده مناسب باشد.**
٦.	**سطح مواد ته نشين شده در فيلترهاي گاز ورودي ايستگاه(Scrubber) در محدوده مجاز باشد.**
۷.	**دماي گاز خروجي از خنک کننده هاي گاز در محدوده مناسب باشد.**
۸.	**کنترل و به کار گيري صحيح خنک کننده هاي گاز بر اساس ساعت کارکرد و تعداد استارت موتورآنها**

۹.	سطح مواد ته نشين شده در فيلترهاي واحد تقليل فشار در محدوده مجاز باشد.
۱۰.	فشارهاي خروجي از واحد تقليل فشار براي مصارف مختلف در محدوده مناسب باشد.
۱۱.	دماي آب خروجي بويلرها در محدوده مناسب باشد.
۱۲.	فشار آب بويلرها در محدوده مناسب باشد.
۱۳.	دماي گاز مصرفي واحدها (Fuel Gas)در محدوده مناسب باشد.
۱٤.	اختلاف فشار دو سر فيلترها درسيستمDry Seal Gas واحدها در محدوده مناسب باشد.
۱٥.	كنترل در سرويس بودن كمپرسور هوا و اينكه فشار هواي خروجي در محدوده مناسب باشد.

جدول ۷-۲ نظارت‌هاي بهره‌برداري در سيستم UCP

۳	كنترل فشار هواي خروجي از مرحله شانزدهم كمپرسور محوري
	دماي روغن ورودي و خروجي به خنک کننده هاي روغن (Oil Coolers) واحدهادر محدوده مناسب باشد.
٤	كنترل زاويه پره هاي راهنماي كمپرسور(IGV)
	فشار روغن ،سيستم روغنكاري توربين در محدوده مناسب باشد..
٥	فشار زاويه پره هيدروليك راهنماي توربين (NGV).
	سيستم جدا كننده بخارات از روغن توربين(Oil Separator) در سرويس باشد
	.
٥	سيستم تميز كاري فيلترهاي ورودي توربين(Pulse Jet) در سرويس باشد.
٦	ارتعاشات شفتهاي LP وHP در محدوده مناسب باشد.
۷	دماي ياتاقانهاي واحد و روغن خروجي از ياتاقانها در محدوده مناسب باشد.
۸	دماي فضاي بين پره هاي(wheel space) HP, LP در محدوده مناسب باشد.
۹	دماي اتاق‌هاي توربين در محدوده مناسب باشد.
۰	دماي اگزوز توربين در محدوده مناسب باشد.
۱	فشار گاز تغذيه توربين (Fuel Gas) در محدوده مناسب باشد.
۲	كنترل دماي هواي خروجي از مرحله شانزدهم كمپرسور محوري

جدول۷-۳ نظارت‌هاي بهره‌برداري برسيستم PMS

رديف	توضيحات
۱	سيتم كنترلي PMS در حالت Automation باشد.
۲	ولتاژ و آمپر خطوط ۲۰KV در محدوده مناسب باشد.
۳	سلكتور كليه بريكرها در حالت Remote باشد.
٤	كنترل وضعيت در سرويس بودن ترانس‌ها
٥	ژنراتور اضطراري آماده به كار باشد.(Ready For Automatic Start)
٦	كنترل وضعيت كاركرد ژنراتوراضطراري(در صورت در سرويس بودن)
۷	فشار و دماى آب خنک کننده در محدوده مناسب باشد.
۸	فشار و دماي روغن روانكاري در محدوده مناسب باشد.

جدول۷-٤ نظارت‌هاي مربوط به محوطه (Site)

رديف	توضيحات
۱	كنترل خطوط لوله و اتصالات و اطمينان از عدم صدمه ديدگي (مشاهده ظاهر لوله ها از لحاظ پوسيدگي و ترک خوردگي) و نشتي گاز
۲	سطح روغن تانک روغن واحدها در محدوده مناسب باشد.
۳	كنترل داخل اتاقهاي توربين و حصول اطمينان از عدم نشت روغن
٤	كنترل كليه الكتروموتورها از لحاظ عدم سروصداي غير عادي
٥	كنترل و بازرسي اتاق بويلرها و اطمينان از كاركرد صحيح بويلرها و عدم نشتي آب
٦	كنترل و بازرسي كليه شيرهاي ايستگاه و ديگر تجهيزات و اطمينان از صحت عملكرد آنها .

جدول۷-٥ نظارت‌هاي مربوط به اتاق مولد (Engine Room)

رديف	توضيحات
۱.	دماي انجين روم در محدوده مناسب باشد.
۲.	كسب اطمينان از شارژ بودن باتريها و بررسي ولتاژ و آمپر شارژر آنها
۳.	سطح روغن تانک انجين در محدوده مناسب باشد.

٤.	**سيستم تهويه مطبوع جعبه كابلها و ترمينالهاي ابزار دقيق در سرويس باشد..**
٥.	**عدم وجود نشتي در سيستم روغنكاري . سوخت و سيستم خنک كاري**
٦.	**قرارگرفتن سلكتورهاي مربوط به پانل كنترل مولد در حالت Auto / Remote**

البته در صورت بروز اشكال در بسياري از موارد موجود در جداول فوق، سيستم كنترلي مربوطه بهره‌بردار را از مشكل بوجود آمده مطلع مي‌سازد، اما براي اطمينان از صحت عملكرد ايستگاه و اطلاع به موقع از مشكلات به وجود آمده وانجام اقدامات پيشگيرانه براي جلوگيري از توقف كار ايستگاه، لازم است پرسنل بهره‌بردار كنترل‌هاي ذكر شده را انجام دهند. لازم به ذكر است كه پرسنل بهره‌بردار در كليه موارد نظارتي خود بايد ابتدا از صحت عملكرد سيستم های اندازه‌گيري و ابزاردقيق اطمينان حاصل كنند و در صورت احتمال وجود اشكال در اين سيستم‌ها، پرسنل تعميرات ابزار دقيق ايستگاه را جهت رفع اشكال، با خبر سازند.

منابع:

۱. کتاب راهنمای بهره برداری از توربین های گازی ALSTOM ساخت کشور سوئد (ترجمه از مهندس محسن جعفری ایوب)

۲. کتاب راهنمای بهره برداری از توربین های گازی NUOVO PIGNONE ساخت کشور ایتالیا (ترجمه از مهندس محمد حسن منصوری)

۳. انواع کمپرسورها و کاربردهای آنها ، خدمات آموزشی شرکت پتروشیمی ره آوران جنوب

٤. ،گاز از اکتشاف تا مصرف : مهندس جواد دانشیار

٥. کتاب های راهنمای ایستگاه های تقویت فشار گاز منطقه ۲ انتقال گاز