**(به نام اول مهندس هستی)**

**دانشکده فنی و مهندسی**

# گزارش کارآموزی:

# نیروگاه سیکل ترکیبی نیشابور

# (CCPP)

**استاد محترم: جناب آقای دکتر قاضی خانی**

**سرپرست کارآموزی: جناب آقای مهندس لطفی**

**تهیه وتنظیم : سعید عشقی – مهندسی مکانیک سیالات (۸۳۱۲۴۲۰۳۶۵)**

**(تابستان ۸۶)**

# نیروگاه سیکل ترکیبی نیشابور

# 1042 MW

## مقدمه :

با توجه به روند رو به رشد مصرف سرانه انرژی الکتریکی و احیاء و احداث صنایع بزرگ در بخشهای کشاورزی و صنعتی در سطح کشور و به خصوص احداث صنایع سنگین در استان خراسان مانند مجتمع فولاد در نیشابور که نیاز الکتریکی آن در فاز اول حدود ۱۶۰ مگاوات اعلام گردیده و آهنگری و ریخته گری اسفراین ، آلومینای جاجرم و کارخانه هایی نظیر سیمان قاین و بجنورد و همچنین لزوم اتصال شبکه برق استان خراسان به شبکه سراسری کشور ، نیاز به تولید انرژی الکتریکی بیشتر در این استان محرز گردید که در این راستا مطالعات اولیه آغاز و مقرر گردید. نیروگاهی با تولید حدود یکهزار مگاوات ساعت در استان خراسان در برنامه های احداث و تولید قرار بگیرد و به منظور مشخص نمودن محل جغرافیایی نیروگاه اقدامات و مطالعات لازم شروع گردید که با توجه به پارامتر های لازم جهت احداث نیروگاه نظیر نزدیکی به مرکز ثقل بار و سهولت انتقال به شبکه انتقال دوری از گسلهای زلزله خیز تامین آب و سوخت مورد نیاز ، شهر نیشابور مناسب ترین محل تشخیص داده شد و در سال ۱۳۶۸ زمینی به مساحت حدود ۲۴۸/۵ هکتار در شمال غربی شهر و در فاصله حدود چهار کیلومتر از جاده کمر بندی از طریق شرکت برق منطقه ای خراسان خریداری و اقدام به دیوار کشی و حفر یک حلقه چاه آب گردید و در سال ۱۳۷۲ جهت احداث نیروگاه تحویل سازمان توسعه برق ایران داده است .

## موقعیت نیرو گاه :

زمین نیروگاه در موقعیت ۵۸/۳ درجه طول و ۳۶/۱ درجه عرض جغرافیایی و در دامنه جنوبی رشته کوههای بینالود در شمال شهرستان نیشابور واقع و از شهر یا جاده ای به طول ۴ کیلومتر فاصله دارد .ارتفاع نیروگاه از سطح دریا حدود ۱۳۴۰ متر میباشد. مقاومت خاک در حد ۳ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می باشد .

# ۱- معرفی نیروگاههای سیکل ترکیبی

**نیروگاه سیکل ترکیبی (ccpp ) Combined Cycle Power Plant بر اساس ترکیب دو مجموعه توربین و ژنراتور های گازی و توربین و ژنراتورهای بخاری شکل گرفته است ، به گونه ای که دود گرم خروجی از دود کش توربین گاز که حدود ۵۰۰ درجه سانتیگرادحرارت داردمی بایست به دیگ بخار(Boiler ) واحد بخاری جهت گرم نمودن آب وتولید بخار داغ تحت فشاروارد شود. این بخارصرف گرداندن توربین واحد بخارو تولیدبرق دریک ژنراتور جداگانه می شود.این تولید برق علاوه بر تولیدی است که توسط توربین وژنراتور های گازی حاصل می شود.کارایی سیکل ترکیبی از کارایی واحد گازی و واحد بخار بیشتر می باشد . راندمان واحدهای گازی بین ۲۷ تا ۳۲ درصد،راندمان واحد بخار حداکثر ۴۰ در صد می باشد در حالی که راندمان سیکل ترکیبی به ۴۸٪ می رسد.**

**نیروگاههای سیکل ترکیبی به علت راندمان بالا و مصرف کم آب اقتصادی تر از گزینه های دیگر نیروگاههای برق می باشد . بهمین علت وزارت نیرو و نصب و راه اندازی این نوع نیرو گاه در دستور کار خود قرار داده که اولین نیروگاه سیکل ترکیبی در گیلان سپس در قم و سومین نیروگاه در مجاورت نیروگاه بخار منتظر قائم بنام سیکل ترکیبی منتظر قائم در فردیس کرج به بهره برداری رسیده است . علاوه بر نیروگاههای اشاره شده پنج نیروگاه سیکل ترکیبی دیگر در حال احداث می باشدکه بخش گازی این پنج نیروگاه در حال بهره برداری و بخش بخارآن دردست ساخت و نصب می باشد .**

## این نیروگاه ها عبارتند از :

- ۱- شهید رجایی
- ۲- فارسی
- ۳- خوی
- ۴- نیشابور
- ۵- شریعتی

## ۲- مشخصات عمومی

پروژه نیروگاه سیکل ترکیبی نیشابور یکی از نیروگاه های پنج گانه ترکیبی می باشد .

## الف ) بخش گازی

بخش گازی نیروگاه سیکل ترکیبی نیشابور دارای ۶ واحد با ظرفیت هر واحد۱۲۳/۴ مگا وات (درشرایطISO)می باشد.نوع سوخت مصرفی گاز،گازوئیل ومخلوطی ازگازوگازوئیل می باشد.

## ب ) بخش بخاری :

بخش بخاری نیروگاه سیکل ترکیبی نیشابور دارای۳واحد با ظرفیت هر واحد۱۰۰/۵ مگا وات در شرایط محیطی و دمای ۱۵ درجه سانتیگراد و ۶ عدد بویلر بازیاب حرارتی از نوع افقی بدون شعله می باشد و همچنین ۳ عدد برج خنک کن از نوع پوسته بتنی با سیستم خشک غیر مستقیم با مکش طبیعی( سیستم هلر ) وجود دارد . اعتبارات پیش بینی شده طرح ۱۲۰۸۹۰۰ میلیون ریال می باشد . کار فرما سازمان توسعه برق ایران ، مشاور شرکت مشاور نیرو و مجری طرح طرحهای سیکل ترکیبی می باشد .

- سیستم خنک کننده : سیستم هلر ( خشک ) با پوسته بتنی
- ارتفاع برج : ۱۰۶ متر
- تعداد دلتاهای هر برج ۹۶ عدد

## ج ) موقعیت و شرایط محیطی سایت

**سایت نیروگاه سیکل ترکیبی نیشابوردر نزدیکی شهر نیشابور به وسعت تقریبی۴۹ هکتارواقع گردیده است.**

**شرایط محیطی نیروگاه به شرح ذیل می باشد :**

**ارتفاع از سطح دریا : ۱۳۶۲ متر**

**حداکثر درجه حرارت محیط :**

**۴۵+ درجه سانتیگراد**

**حداقل درجه حرارت محیط :**

**۲۰- درجه سانتیگراد**

**درجه حرارت طراحی محیط :**

**۱۵ درجه سانتیگراد**

**نحوه اتصال به شبکه :**

**پست ۱۳۲ و ۴۰۰ کیلو ولت**

**نحوه تأمین آب نیروگاه :**

**سه حلقه چاه عمیق**

# مشخصات فنی واحد های گازی نیروگاه نیشابور

| ردیف | موضوع | توضیحات |
|---|---|---|
| ۱ | محل نیروگاه | درشمال غربی شهرنیشابورودرمدار۴۰/۵۸ درجه طول و۳۶/۱۰ درجه عرض جغرافیائی ودر زمینی به مساحت۲۴۸/۵ هکتارکه زمین اختصاص به نیروگاه حدود۴۹هکتارمی باشد. |
| ۲ | ارتفاع از سطح دریا | ۱۳۴۰ متر |
| ۳ | تعداد و نوع واحد | در فاز اول ۶ واحد توربین گاز و در فاز دوم بانضمام سه واحد بخاری تبدیل به سیکل ترکیبی خواهد شد. |
| ۴ | قدرت هر واحد | در شرایط iso قدرت هرواحد ۱۲۳/۴ مگا وات می باشد . |
| ۵ | شرکت سازنده توربین | شرکت اروپین گاس توربین EGT آلستوم کشورفرانسه |
| ۶ | شرکت سازنده ژنراتور | شرکت اروپین گاس توربین EGT آلستوم کشورفرانسه |
| ۷ | شرکت سازنده ترانس اصلی | شرکت سژلک آلستوم فرانسه CGE |
| ۸ | شرکت سازنده پست | شرکت سژلک آلستوم فرانسه CGE |
| ۹ | مدل توربین | توربین از نوع E ۹۱۷۱ PG فریم ۹ می باشد . |
| ۱۰ | تعداد دور توربین | ۳۰۰۰ RPM |
| ۱۱ | مدل ژنراتور | تیپ سه فاز ستاره ۳۷۰ – ۲۴۰ T سال ساخت ۱۹۹۴ سیستم خنک کن هوای بسته |
| ۱۲ | قدرت ژنراتور | قدرت خروجی ۱۵۴ مگا ولت آمپر |
| ۱۳ | ولتاژ خروجی ژنراتور | ۱۳/۸ کیلو ولت جریان نامی ۶۴۴۳ آمپر متناوب – پاور فاکتور ۰/۸ کلاس لیزوله F |
| ۱۴ | تحریک ژنراتور | دیوید دوار ولتاژ۲۴۰ ولت و ۱۵۹۰ آمپر |
| ۱۵ | قدرت هر ترانس | ۱۲۵ مگا ولت آمپر |
| ۱۶ | نوع پست | باس بار دوبل با ۱۲بی ۴۰۰ کیلو وات |
| ۱۷ | نوع راه انداز واحد | موتور الکتریکی ۶۰ کیلو ولت |
| ۱۸ | راندمان واحد در شرایط متعارف | در شرایط ISO ۳۳/۸ راندمان آن می باشد |
| ۱۹ | درجه حرارت دود خروجی در شرایط متعارف | ۵۳۸/۵ درجه سانتیگراد |

| | | |
|---|---|---|
| ۲۰ | میزان هوای ورودی به سیستم در شرایط نامی | ۱۰۸۰ متر مکعب بر ساعت |
| ۲۱ | میزان مصرف سوخت مایع در بار پایه | ۳۴۹۹۲ لیتر بر ساعت |
| ۲۲ | میزان مصرف سوخت گاز در بار پایه | ۳۲۴۹۲/۸ متر مکعب بر ساعت |
| ۲۳ | میزان تغییرات هوا ، رطوبت و باد در محل نیروگاه | حداقل درجه حرارت ۲۳/۵- درجه سانتیگراد – حداکثر درجه حرارت ۲۴+ درجه سانتیگراد – حداکثر سرعت باد ۱۶۰ کیلو متر در ساعت از غرب به شرق – حداکثر رطوبت ۷۹٪ حداقل رطوبت ۱۸٪ |
| ۲۴ | فشار خروجی کمپرسور در بار پایه | ۱۱ بار |
| ۲۵ | نفر به مگاوات نیروگاه | ۶/۳۴ |

# مشخصات فنی واحد های بخار نیروگاه نیشابور

| ردیف | موضوع | توضیحات |
|---|---|---|
| ۱ | تعداد واحد | سه واحد بخار |
| ۲ | قدرت هر واحد | ۱۰۰/۵ MW |
| ۳ | شرکت سازنده توربین | شرکت SIEMENS آلمان |
| ۴ | شرکت سازنده ژنراتور | شرکت تأمین تجهیزات نیروگاهی ایران تحت لیسانس زیمنس آلمان |
| ۵ | تعداد دور توربین | 3000RPM |
| ۶ | مدل ژنراتور | M127851 |
| ۷ | قدرت ژنراتور | 125000KVA |
| ۸ | ولتاژ خروجی ژنراتور | 10.5KV |

| | | |
|---|---|---|
| ۹ | **تحریک ژنراتور** | **از نوع دیوددوار مدل** M1278-49 **سال** 1997 |
| ۱۰ | **قدرت هر ترانس** | 125MVA |
| ۱۱ | **راندمان واحد در شرایط متعارف** | **حدود ۵۰٪** |
| ۱۲ | **درجه حرارت بخار** HP **و ورودی به توربین** | **حدود** $^{0C}$ **۴۰۰** |
| ۱۳ | **فشار بخار** HP **و ورودی به توربین** | **۹۰** Bar |
| ۱۴ | **نوع بویلر** | Fire tube **( فایر تیوپ )** |
| ۱۵ | **سیستم خنک کاری ژنراتور** | Air Cooling |

**در حال حاضر نیروگاه سیکل ترکیبی نیشابور شامل ۶ واحد گازی و ۳ واحد بخار است؛ که دارای بازدهی تا حدود ۴۸ درصد می باشد و کل قدرت اسمی نیروگاه حدود**MW **۱۱۰۰ می باشد. به طوریکه هر واحد گاز۱۲۳/۴ و هر واحد بخار ۱۰۰/۵ مگا وات قدرت دارد. دو مجموعه پست ۴۰۰ و ۲۳۰ کیلو وات با ۱۲ بی** (bey) **به این نیروگاه اختصاص دارد. شایان ذکر است که تجهیزات توربین و ژنراتور این نیروگاه توسط شرکت** SIEMENS **و تجهیزات جانبی واحدها و پست ۴۰۰ کیلووات توسط شرکت** Alstom **ساخته شده است.**

## کلیات نیرو گاه سیکـــل تـــرکیبی نیشابور :

اصول کارنیروگاه گاز به این صورت است که ابتدا هوای آزاد توسط کمپرسور فشرده می شود. در ابتدای ورودی کمپرسور، فیلتر قرار دارد. سپس این هوای فشرده شده همراه سوخت در اتاق احتراق (combustionchamber) محترق شده و دارای فشار و درجه حرارت بالا می گردد . حال این گاز های پر فشار و داغ وارد توربین شده و محور ژنراتور را می گرداند. توان گرفته شده از توربین به محور ژنراتور و کمپرسور منتقل می گردد و به همین دلیل راندمان توربین های گاز پایین می باشد. برای راه اندازی نیروگاه گاز از یک سیستم راه انداز که یک موتور الکتریکی است، استفاده می شود. گازهای داغ خروجی از توربین گازکه دمای آن حدود ۵۵۰ درجه سانتیگراد است وارد یک عدد بویلر بازیافت( heat recovery steam generation ) می شود و بعد از عبور از یک سری لوله آب ، بخار از دود کش خارج و وارد محیط می شود. دمای گاز ورودی به محیط حدود ۱۳۰ درجه سانتیگراد است. آب سیکل بخار پس از عبور از اکنومایزر و سوپر هیتر دمایی در حدود ۵۴۰ درجه سانتیگراد پیدا می کند. بخار HP تولید شده در دو عدد بویلر باز یافت وارد یک مسیر شده و به سمت توربین بخار حرکت می کند و سپس از دو سمت وارد

توربین بخار می شود و پس از عبور از پره های HP و LP توربین وارد کندانسور می گردد. در کندانسور که به وسیله اجکتور در آن خلاء ایجاد شده، بخار انتهای توربین به داخل کندانسور مکش می شود و در آنجا با پاشش آب، بخار به مایع تبدیل شده و سپس این آب به دو قسمت تقسیم می شود که یک قسمت آن به وسیله C.W.PUMP ها به برج خنک کن (cooling tower) برده می شود تا این آب خنک شده و سپس وارد کندانسور شود و به عنوان آب خنک کن در کندانسور مورد استفاده قرار بگیرد. دمای آب ورودی به کندانسور خروجی از cooling tower حدود ۳۴ درجه سانتیگراد و دمای آب خروجی کندانسور ۴۵ درجه سانتیگراد می باشد. قسمت دیگر آب به وسیله اکستراکشن پمپ ها و بوستر پمپ ها و فید پمپ ها وارد بویلر شود تا به بخار تبدیل شده و در توربین مورد استفاده قرار گیرد .

## سیکـــل های تـــرکیبی :

راندمان سیکل گازی در حدود ۳۵ درصد و راندمان یک سیکل بخارنیرو– گاهی، در حدود۳۸درصدمی باشد.ازطرفی با ترکیب این دوسیکل، می توان راندمان حرارتی را تا میزان ۵۰ درصد افزایش داد .

یک سیکل ترکیبی تولید توان توسط ترکیبی از سیکل گاز و بخارصورت ، می گیرد و به این ترتیب که سیکل گازی به طور مستقل عمل نموده و با توجه به شرایط کاری و ظرفیت مربوطه توان الکتریکی مشخصی را تولیدمی نماید. گازهای خروجی از توربین گاز دارای دبی و دمای نسبتاً بالایی ( ۵۰۰ درجه سانتیگراد ) می باشند. این مسئله باعث اتلاف مقدار زیادی از انرژی حرارتی می گردد. در یک سیکل ترکیبی با هدایت گازهای خروجی از توربین گاز به یک بویلر بازیافت حرارتی می توان از انرژی گازی خروجی از توربین گازبرای تولید بخار استفاده نمود. به این ترتیب می توان بخار تولیدی را جهت ایجاد توان الکتریکی در یک سیکل بخار مجزا مورد استفاده قرار داد .

ترکیب این دو سیکل یک راه مؤثر برای افزایش راندمان کلی می باشد. این دو سیکل تکمیل کننده سیستمی می باشند که در آن جذب حرارت در دمای بالا به وسیله سیکل توربین گاز و دفع حرارت بوسیله بخار آب در دمای پایین صورت می گیرد .

سیکل های ترکیبی که از تکنولوژی امروزی بهره می گیرند توانایی دسترسی به راندمان ۵۰ درصدی را دارند که بالاتر از راندمانی است که پیشرفته ترین سیکل های بخار دارا می باشند.

**بنابراین دو نیرو گاه حرارتی بسیار متفاوت که هر یک دارای محدودیت های ترمودینامیکی خاص خود می باشند ، می توانند در یک سیستم بسیارکارا ترکیب شوند .**

**در سیکل ساده توربین گاز در حدود ۶۵ درصد از انرژی داده شده به سیکل در دودکش به هدر می رود .**

**به طور کلی در سیکل ترکیبی از انرژی دود خروجی از توربین گاز که به سمت بویلر هدایت می شود، برای تولید بخار استفاده می گردد و این بخار پس از ورود به توربین بخار کار انجام می دهد .**

**گرمای خارج شده از توربین گازی جهت تولید بخار در واحد بخار یاد شده به کار می رود در مواردی دیگر ممکن است که سیالاتی همچون بخار جیوه،آمونیاک و سیالات دیگر جایگزین آب موجود گردند، اما از آنجایی که راندمان نیروگاه های بخاری بیشتر می باشد، به همین جهت امروزه پروسه بخار جیوه کاربرد چندانی ندارد . سیالات دیگری همچون آمونیاک با توجه به عواملی همچون بالا بودن هزینه ، تاثیر فشار محیطی و چند عامل دیگر مورد توجه واقع نمی گردد. در هر صورت جایگزین کردن بخار به جای سیالات یاد**

**شده در نیروگاه های سیکل ترکیبی باتوجه به مطالب گفته شده ازهرنظریک امرمنطقی به نظر می رود.**

**بحث زیر عمدتاً در مورد ترکیب توربین های گازی با سیکل باز و سیکل آب و بخار می باشد. حال در اینجا این سؤال مطرح می شودکه چرا نیروگاه های ترکیبی نسبت به سایر نیروگاه ها مانند گازی و بخاری ترجیح داده می شوند. دو دلیل عمده که در این مورد وجود دارند ، عبارتند از :**

**اولاً از آنجایی که نیروگاه های سیکل ترکیبی از ترکیب اجزا و قسمت هایی ایجاد می گردد که خود این قسمت ها قبلاً به صورت یک سیکل ساده موجود بوده است ، بنابر این از لحاظ اقتصادی ، ایجاد سیکل ترکیبی دارای هزینه پایینی خواهد بود .**

**ثانیاً این که هوا هیچگونه مشکلی از لحاظ دسترسی ایجاد نمی کند و همچنین به حد وفور در دسترس می باشد و از لحاظ اقتصادی نیز مشکل آفرین نمی باشد در توربین گاز های مدرن میزان دمای هوا را می توان به دمایی بالاتر از c ۱۰۰۰ نیزرساند .**

# واحـــد گـــــــازی :

**در این واحد به وسیله یک کمپرسور ، هوای آزاد را فشرده کرده و سپس به همراه سوخت در داخل محفظه احتراق سوزانده می شود . سپس از گازهای داغ حاصل از احتراق که دارای فشار بالایی هستند، برای به حرکت در آوردن توربین گاز استفاده می شود . پس از آن از طریق یک داکت به واحد بخار منتقل می شود. علت کم بودن راندمان واحد گاز( ۲۷ ٪ ) به این علت است که از حرکت چرخشی توربین علاوه بر چرخاندن محور توربین برای گرداندن محور کمپرسور هم استفاده می شود . گاز های خروجی از واحد، دمایی در حدود ۵۰۰ درجه سلسیوس دارند که از آنها برای گرم کردن آب سیکل واحد بخار استفاده می شود.( اساس کل نیرو گاه های ترکیبی )**

## اجـــزای هـــر واحد گـــازی :

**هر واحد گازی دارای اجزای زیر می باشد :**

**۱- فیلتر های گاز**

**۲- فیلتر های هوا**

**۳-اتاق** TCC

**۴-موتور کرنک** (Crank)

**۵-موتور ترنینگر** (Turninger)

**۶- گیربکس یا جعبه دنده**

**۷-مبدل گشتاور(کوپلینگ هیدرولیکی)**

۸–سیستم احتراق

۹– محوطه احتراق

۱۰ – محفظه های احتراق

۱۱– جرقه زن ها

۱۲–لوله های انتقال شعله

۱۳– شعله بین

۱۴– توربین گازی

۱۵– ژنراتور

۱۶– ژنراتور تحریک(Exciter)

۱۷– بریگر(FKG)

۱۸– ترانس6/6 KV

۱۹– ترانس400KV

۲۰– سیستم خنک کاری

۲۱–سیستم روغن کاری

## فیلتـــــر های گـــــاز :

**در ابتدای راه اندازی نیروگاه نیشابور از این فیلتر ها استفاده نشده است ؛ اما پس از مدتی که راه اندازی واحدها گذشت ،گزارش های جنبی از وارد شدن صدماتی بر توربین ها ارائه شد که به خاطر خالص و تمیز نبودن گازها ایجاد شده است . از اینرو این فیلتر ها استفاده می شود .**

**هر فیلتر دارای سه قسمت اصلی می باشد :**

**یک بخش ، آب موجود در گاز را می گیرد . در هر لحظه فقط یکی از این دو قسمت مشابه بهره برداری می شود و دیگری استفاده نمی شود و هر چند مدت این فیلتر ها تمیز یا تعویض می شوند .**

## اتاق TCC :

**در اتاق** TCC **هر واحد ، تمام اطلاعات مربوط به آن واحد و نیز تمام اطلاعات توسط شماره فرآیند های کنترلی روی واحد از قبیل راه اندازی و کنترل سرعت و کنترل ولتاژ و ... در دسترس است . در این اتاق بخشی به نام** MCC **یا مرکز کنترل موتورها وجود دارد که تمام الکترو موتورهای موجود در هر واحد از آنجا راه اندازی و کنترل می شود .**

## موتور ترنینگر (Turninger) :

**این موتور در اتاقی به نام اکسسوری قرار دارد . در این اتاق تجهیزات لازم برای راه اندازی و خواباندن توربین قرار دارد . موتور ترنینگر در موقع خاموشی واحد یا** (CooL Down) **استفاده می شود . این موتور توسط شرکت** Alstom **ساخته شده و دارای قدرت ۳۰ کیلو وات و سرعت ۷۲۵ دور بر ساعت می باشد .**

**وقتی که نیازی به کار کردن یک واحد نیست، ابتدا توسط قطع سوخت سرعت توربین را کاهش می دهند تا به حدود** 100 RPM **برسد . در این لحظه موتور ترنینگر وارد مدار می شود و از طریق مبدل گشتاور ، توربین را تقریباً در همین سرعت می چرخاند . این کار برای جلوگیری از تنش حرارتی در**

**محور توربین صورت می گیرد . این موتور را ۱/۵ تا ۱۶ ساعت می چرخاند . این شمارش ساعت در اتاقTCC توسط شماره اندازصورت می گیرد.**

## موتور کرنک ( Crank ) :

**این موتور نیز در اتاق اکسسوری قرارگرفته و بعد از موتور ترنینگر قرار دارد . این دو موتور با هم کوپل شده اند و این موتور در موقع راه اندازی استفاده می شود .**

## گیربکس یا جعبه دنده :

**این قسمت بعد از موتور کرنک و در اتاق اکسسوری قرار دارد و گریبکس دو ورودی و دو خروجی دارد که موتور کرنک و پمپ کمکی روغن کاری از یک قسمت و از طرف دیگر مبدل گشتاور وکمپرسور کمکی ( برای هوای ATOMIZING ) با آن کوپل شده است.**

## مبدل گشتاور (TORQUE CONVERTER ) :

**این قسمت در اتاق اکسسوری قرار دارد و مقداری گشتاوررری را که به توربین داده می شود کنترل می کند .**

## کمپرسور :

کمپرسور نیروگاه از نوع محوری و شامل هفده مرحله پره است که ۱۵ عدد بر روی چرخ و ۲ عدد بر روی محور است . فشار خروجی کمپرسور 11BAR است. همانطور که می دانیم کمپرسور جریان محوری شامل روتور و پوسته است . کمپرسور این نیروگاه در داخل پوسته پره های هادی ۱۷ مرحله پره های استاتور و ۱۷ مرحله پره های روتور و پره های هادی خروجی قرار دارد . در این کمپرسور هوا از فضای بین روتور و استاتور عبورکرده و فشرده می گردد . پره های روتور نیروی لازم برای فشرده کردن هوا در هر مرحله را تأمین می کند ،وپره های استاتور زاویه مناسب را به جریان هوای مابین پره ها می دهد . هوای فشرده از طریق یک مجرای خروجی به محفظه های احتراق می رود و از کمپرسور نیز هوای آب بندی یاتاقان ها و کنترل نوسات ( شیر خروجی ) گرفته می شود . حداقل لقی بین روتور و استاتور بهترین عملکرد را در کمپرسور در پی خواهد داشت ، به همین دلیل قطعات باید به دقت ساخته و نصب گردند .

## پـــــره ها :

**پره های روتور و کمپرسور به صورت ایرفول و طوری طراحی شده اند تا هوا را با یک سرعت هدایت کنند . پره ها توسط دم پله ای که دارند به چرخ ها وصل می شوند . دم پله ای بسیار دقیق بوده و هر پره را در محل و موقعیت دقیق خود بر روی چرخ قرار می دهد .**

## اثر عملکرد در محیط کمپرسور:

**با افزایش درجه حرارت محیط میزان دبی جرمی کمپرسور کم می شود و هوای کمتری را فشرده می کند . کاهش فشار محیط نیز سبب اخذ کار بیشتر از کمپرسور می گردد و در نتیجه از قدرت خروجی توربین کاسته می شود، به دلیل اینکه عملکرد کمپرسور و توربین به شرایط محیط بستگی دارد ؛ لذا عملکرد آنها را در شرایط استاندارد به دست می آورند و سپس با ضرایب تصحیح مقادیر واقعی مورد نظر را حساب می کنند و شرایط استاندارد را به دست می آورند.**

## جنس پره های متحرک :

**از مشخصات مهم پره های متحرک مقاومت در برابر خستگی و مقاومت در برابر خوردگی(**CORROSION ) **و خورندگی** ( FERRITIC ) **می باشد. در توربین های اولیه از آلیاژهای آلومینیوم و موادی با پوشش نیکل و کادمیم استفاده می شود . این پوشش برای جلوگیری از خورندگی بود.**

**عمر این پره ها چندان زیاد نبود ، زمانی که هوا مرطوب بود و گرد غبار در هوا زیاد بود سبب خوردگی این پره ها می شد . ولی امروزه بیشتر از فولاد ضد زنگ با چند در صد کروم استفاده می شود. آلیاژهای با کروم در مقابل خوردگی کاملاً مقاوم اند در کمپرسور های جریان محوری که برای هواپیما طراحی شده اند از آلیاژهای تیتانیوم استفاده می شود که البته خیلی گران است، ولی مقاومت آنها در برابر خستگی بسیار زیاد است و در عین حال سبک اندو در مقابل خوردگی نیز مقاوم اند .**

## جنس پره های ثابت :

**پره های ثابت در مراحل آخر کمپرسور همان جنس پره های متحرک کمپرسور را دارند . جنس پوسته کمپرسور از چُدن خاکستری می باشد که ریخته گری شده و جنس پره های ثابت در بقیه مراحل نیز از آلیاژهای سبک و مقاوم در**

**برابر خوردگی می باشد . این آلیاژها تیتانیوم هستند که علاوه بر مزایای فوق، در برابر خستگی و خزش نیز مناسب می باشند .**

## سیستم احتراق :

**این سیستم از نوع جریان معکوس با چهارده محفظه احتراق است که دور تا دور خروجی کمپرسور قرار گرفته اند . این سیستم شامل نازلهای سوخت ، جرقه زن ها و نشانه های شعله و لوله های انتقال شعله است . گاز های داغ تولید شده در محفظه احتراق جهت به حرکت درآوردن توربین به کارمی روند . هوا با فشار بالای خروجی از کمپرسور دور تا دور کانالهای انتقال دهنده گاز داغ و محفظه های احتراق را در بر می گیرد .**

**این هوا از طریق سوراخ هایی که روی محفظه وجود دارند به داخل ناحیه احتراق وارد می شوند و با نسبت مناسب سوخت ترکیب شده و عمل احتراق صورت می گیرد و همچنین این هوا از طریق شیار هایی جهت خنک کاری پوسته های محفظه** (LINER) **وارد محفظه شده و پوسته هارا خنک می کند. سوخت از طریق یک نازل که سوخت و هوا را ترکیب می کند، وارد محفظه شده و احتراق صورت می گیرد .**

## محوطه احتراق ( COMBUSTION WERAPPER ) :

**این محوطه از یک پوسته تشکیل شده است که کل منطقه احتراق را در بر می گیرد و منطقه ای برای اجزاء و تشکیلات محفظه های احتراق است . قسمت جلویی محوطه احتراق دارای شیب سیزده درجه با امتداد قائم است و در روی آن چهارده سوراخ برای نصب چهارده محفظه احتراق تعبیه شده است .**

## محفظه های احتراق :

**هوای خروجی از کمپرسور با یک جریان محوری به داخل هر قلاف جریان هوا** ( FLOW SLEEVE) **وارد می شود . این هوا از قسمت بیرونی به سمت پوسته داخلی** ( LINER ) **جریان می یابد و وارد منطقه آتش و محفظه** ( REACTION ZONE)**از طریق نوک چرخشی** (SWIRL Tip )**نازل سوخت و سوراخ ها در سر محفظه** ( CAP ) **و پوسته** (LINER) **و سوراخهای احتراقی در نیمه جلویی پوسته می گردد. گازهای احتراق داغ از ناحیه واکنش به ناحیه خفه کردن حرارتی** (THERMAL SOKING ZONE) **و سپس وارد ناحیه ترقیق (** DILUTION ZONE )

**که هوای اضافی با گازهای داغ مخلوط می شود ، سوراخ های ناحیه ترقیق میزان هوا و درجه حرارت آن را تنظیم می نماید .**

**در طول پوسته محفظه احتراق و سر آن سوراخ هایی وجود دارد . کانال های حاصل ازگاز داغ ، گازهای داغ را به نازل های توربین می رسانند . تمام پوسته های محفظه احتراق و قلاف های جریان هوا و کانال های حامل گاز داغ مشابه یکدیگرند .**

## جرقه زن ها :

**احتراق توسط دو جرقه زن ولتاژ بالا که در دو محفظه مجاور قرار دارند شروع می گردد . این جرقه زن ها قوی بوده و انرژی لازم خود را از ترانسفورماتور جرقه زن دریافت می کنند . زمانی که احتراق در یک محفظه صورت می گیرد از طریق لوله های انتقال شعله** (CROSS FIRE) **که به همه محفظه ها وصل است احتراق متصل می شود . وقتی که سرعت روتور افزایش یابد ، فشار محفظه بالا رفته و سبب می شود که جرقه زن جمع شده و الکترودها از معرض آتش دور بمانند .**

## نازل های سوخت :

هر محفظه احتراق دارای یک نازل سوخت است که میزان معینی از سوخت را به محفظه وارد می سازد . سوخت گازی شکل مستقیماً به محفظه چرخشی ، از طریق سوراخ ها ی ایجاد شده در روی دیواره بیرونی نوک چرخشی نازل وارد می شود . اگر سوخت مایع استفاده شود ، در محفظه چرخشی ، نازل توسط هوا با فشار بالا اَتُمیزه می گردد و سپس مخلوط سوخت اتمیزه شده به منطقه احتراق پاشیده می شود . عمل چرخش سبب احتراق بهترو بالا رفتن راندمان آب می شود و احتراق دارای دود کمتری خواهد بود .

## لوله های انتقال شعله :

تمام محفظه های احتراق توسط لوله های انتقال شعله مرتبط می گردند . این لوله ها آتش و یا شعله را از محفظه مشتعل به بقیه محفظه ها منتقل می کنند .

## تـــوربین گـــــاز :

در توربین سه مرحله ای از انرژی گاز داغ با فشار بالا که توسط کمپرسور و محفظه های احتراق ایجاد شده است به انرژی مکانیکی تبدیل می گردد. در نیروگاه نیشابور توربین های گاز از نوع(PG 9171) و از سری (E 9901)

**می باشد و توربین سه مرحله ای است و هر مرحله توربین را نازل ها و باکت ها تشکیل می دهند .**

## الف ) استاتور توربین :

**۱– پوسته: نقش نگه دارندگی و محافظت از سایر قسمت ها را برعهده دارد .**

**۲– نازل ها :که روی استاتور نصب شده اند و وظیفه آنها جهت دادن به گازهای داغ می باشد و در مقابل آن ها پره های روی روتور هستند که وظیفه آنها تبدیل انرژی حرارتی گاز حاصل از احتراق به انرژی چرخشی در توربین می باشد. نازل های توربین، چون توربین سه مرحله ای می باشد، شامل نازل های مراحل اول و دوم وسوم می باشد .**

**نازل های مرحله اول پس از ترانزیشن پیش و در مدخل ورودی توربین قرار دارد و از ۱۸ زگمنت دو پره** (AIR FOILE ) **می باشد، تشکیل شده است . هر نازل شامل سه قسمت اصلی به نام رینگ نگه دارنده ، خود نازل و رینگ پشتیبان می باشد . گاز حاصل از احتراق پس از خروج از محفظه توسط نازل های این مرحله به سمت پره های مرحله اول توربین جهت داده می شود .**

**نازلهای مرحله دوم که بین پره های مرحله اول و دوم توربین قرار دارد و از ۱۶ زگمنت که هر زگمنت شامل سه پره می باشد، تشکیل شده است . خنک**

**کاری توسط دیسشارژ کمپرسور انجام می شود . هر نازل شامل خود نازل ، دیافراگم ، لابیرنت ها و متعلقات جانبی جهت آب بندی ( سیل ) و شرودها می باشد .**

**نازل های مرحله سوم بین پره های مرحله دوم و سوم توربین قرار دارند و از ۱۶ زگمنت که هر کدام شامل چهار پره می باشد تشکیل شده است . هر نازل شامل خود نازل و دیافراگم و لابرینت های جانبی جهت آب بندی و شرودها می باشد .**

**گاز داغ پس از عبور از پره مرحله دوم توربین در نازل های این مرحله افت فشار و افزایش سرعت پیدا نموده و به سمت پره های مرحله سوم توربین هدایت می شود.**

**۳- شرودها :**

**با توجه به طراحی پره های توربین که به چند زگمنت تقسیم می شود که در هر زگمنت شامل چند پره می باشد که این چند پره از قسمت نوک به صفحه انحنا داری متصل می شود که صفحات فوق را شرود پره می گویند . شرود ها دو نقش عمده بر عهده دارند :**

**۱)کاهش ارتعاشات توربین**

**۲)آب بندی نوک پره توربین**

## ۴- یاتاقان ها :

**یاتاقان های توربین و کمپرسور سه عدد می باشند که یاتاقان اول در ابتدای محور کمپرسور واقع است که مجموعه ای از سه یاتاقان ژورنال ،تراست باردار را شامل می شود . از حرکت محوری و شعاعی توربین جلوگیری می شود ، یاتاقان دوم بعد از قسمت دیسشارژ کمپرسور ( بین توربین و کمپرسور ) واقع است و از نوع ژورنال از حرکت شعاعی توربین جلوگیری می کند و یاتاقان سوم در انتهای توربین در محل اگزوز قدیم قرار دارد و از نوع ژورنال است . به این ترتیب به وسیله این سه یاتاقان اصلی از حرکت محوری و شعاعی کمپرسور و توربین جلوگیری می شود .**

## ۵- دیافراگم :

**سمت داخلی زیگمنت های نازل های مرحله دوم و سوم ( سمت روتور توربین ) صفحات انحنا داری است که به آن ها دیافراگم می گویند . سطح سمت خارجی صفحات فوق به صورت شیار هایی به نام لابیرنت می باشند که در**

شیارهای (لابیرنت ها ) میل اسپسها قرارمی گیرند . این لابیرنت ها به منزله آب بندی (سیل ) به کار گرفته می شوند .

## ب ) روتور توربین :

روتور توربین از هفت قسمت تشکیل شده است . دو شافت در ابتدا و انتهای روتور و سه ردیف دیسک که پره های سه مرحله توربین را شامل می شودو دودیسک به نام ویل اسپیس که بین ردیف های پره ها قرار دارد.مجموعه فوق توسط دوازده بولت به هم وصل می شوند .

روتور توربین توسط دو یاتاقان که در ابتدا و انتهای آن قرار دارند سوار شده است . این مجموعه شامل دو چرخ محور است . هم مرکز بودن چرخ ها با یکدیگر اهمیت دارد . چرخها توسط پیچ های سراسری به یکدیگر متصل می گردند . اجزای روتور طوری قرار گرفته اند که حداقل تصحیح را در زمان بالانسینگ احتیاج داشته باشد . چرخ جلویی اولین مرحله توربین را در بر می گیرد و به فلدنج عقبی روتور کمپرسور متصل است.

یاتاقان ژورنال شماره ۲ ، قسمتی از چرخ محور است . چرخ محور عقبی چرخ محور سوم را به کوپلینگ بار متصل می کند و شامل یاتاقان ژورنال شماره ۳

**است . لایه ای بین اولین و دومین مرحله و بین دومین و سومین مرحله این چرخ توربین موقعیت محوری هر چرخ را میزان می کند.**

**این لایه ها دارای دیافراگم آب بندی می باشند . صفحات جلویی لایه ها دارای شیار های شعاعی جهت عبور هوای خنک کننده است . لایه های بین یک و دو در صفحه عقبی خود جهت عبور هوای خنک کننده دارای شیار است .**

**ژنراتور :**

**ژنراتور هر واحد گازی دارای قدرت** 150 MVA **، ولتاژ ۱۳۸۰۰ ولت و جریان ۶۴۴۳ آمپر و فرکانس ۵۰ هرتز و کلاس عایقی** F **می باشد . در ضمن ولتاژ تحریک آن ۲۴۰ ولت و جریان تحریک آن ۱۵۹۰ آمپر می باشد و سیستم خنک کن آن هوا است . ژنراتور دارای دو یاتاقان از نوع ژورنال می باشد که یاتاقان شماره یک سمت کوپلینگ و یاتاقان شماره دو سمت اکسایتور می باشد . ژنراتور شامل شفت روتور و سیم پیچی روتور و ریتینگ رینگ و فلن ها یا پره ها جهت خنک کاری می باشد .**

# سیکل بخار ( STEAM CYCLE ) :

**در این واحد آب تصفیه شده را که فاقد هر گونه ناخالصی است و سختی آن گرفته شده را در یک مولد بخار (بویلر ) به جوش آورده و تبدیل به بخار آب داغ می کنند و از آنجا بخار داغ را که فشار بالایی دارد به سمت توربین هدایت می کنند تا ضمن به حرکت در آوردن توربین ، همزمان محور ژنراتور که متصل به محور توربین است نیز دوران یابد .**

**بخار پس از خروج از توربین به داخل** ( COOLING TOWER ) **رفته و تقطیر می شود و مجدداً برای تبدیل شدن به بخار به بویلر پمپاژ می شود و این سیکل ادامه می یابد . عمر مفید این گونه واحدها حدود ۳۰ سا می باشد .**

**سیکل بخار آب شامل :**

**۱- اکنومایزر**

**۲- درام**

**۳-سوپر هیتر**

**۴-دی سوپر هیتر**

**۵-دود کش**

**۶-توربین بخار**

**۷- کنداسور**

**۸- ژنراتور**

**۹- ترانسفور ماتور**

**۱۰- گرم کن های آب تغذیه**

**۱۱- گرم کن باز**

**۱۲- گرم کن بسته**

**۱۳- دی اریتور یا دگازور**

**۱۴- پمپ تغذیه بویلر**

**۱۵- مسیر آب بخار**

## ۱- اکنو مایزر :

**این بخش شامل تعداد زیادی لوله می باشدکه درمسیردوده هایی که از توربین گاز خارج می شوند ، قرار دارند . آب تغذیه بویلر قبل از ورود به درام از اکنومایزر عبور داده تا دمای بالاتر رود، زیرا :**

**- نقطه شبنم : ورودی آب سرد به داخل بویلر باعث می شودکه قسمتی از انرژی حرارتی داخل بویلر به جای تبخیر کردن آب تغذیه ورودی صرف گرم کردن آن تانقطه جوش آن می شود که این عمل سطح انتقال حرارت بزرگتر (بویلر بزرگتر)وهزینه بیشتر را در برخواهد داشت .**

**– در صورتی که آب سرد وارد بویلر شود بخاطر اختلاف دمای زیاد بین آب سرد و سایر قسمتهای دیگ که آب در حال غلیان است ، تنش حرارتی به وجود خواهد آمد که باعث خرابی و شکستگی و بدی آب بندی می شود .**

**– استفاده از حرارت گاز های داغ قبل از اینکه وارد دودکش و محیط شوند راندمان را می افزاید . قسمتهای آن عبارتند از :**

**جنس لوله های اکنومایزر** CARBON STEEL

SA 178

SA 192

SA 210

**قطر لوله ها** 63/5 MM **تا** 102MM

## ۲– درام (DRUM ) :

**درام در یک مخزن استوانه ای می باشد که دو وظیفه دارد :**

**۱– ذخیره آب و بخار برای دیگ**

**۲– تقسیم و جدا سازی آب و بخار از هم بوسیله سیکلون**

**روش کار بدین ترتیب می باشد که آب و بخار تولید شده در لوله های دیواره ای وارد درام می شوند و به وسیله سیکلونی که در مسیر آنها قرار دارد آب و**

**بخار از هم جدا می شوند و بخار بدن ذرات آب به طرف لوله های سوپر هیتر هدایت می شوند و آب نیز مجدداً وارد لوله های دیواره ای می شود.**

**سطح آب داخل درام باید مرتباً کنترل شود، زیرا اگر سطح آب داخل درام از حد معینی بالاتر رود ،آب نیز به همراه بخار وارد لوله های سوپر هیتر میشودکه باعث کاهش انرژی بخار و خوردگی و مشکلات دیگری می شود.**

**اگر سطح آب از حد معینی کمتر شود، باعث می شود که سطح آب داخل لوله های دیواره ای کمتر شود که سبب می شود حرارت زیادی که به لوله های دیواره ای می رسد منتقل نشود و پدیده** ( OVER HEATING ) **اتفاق می افتد که خطر ناک می باشد .**

**اجزای DRUM :**

**۱- شیر اطمینان**

**۲- شیر تخلیه هوا**

**۳-** BLOWN DOWN

**۴- آب نما**

**۵-** DOWN CAMER

**۶- جدا کننده**

**۳– سوپر هیتر ( SUPER HEATER ) : « مافوق گرم کردن »**

**بخار خروجی از درام، اشباع می باشد.از طرفی امکان اینکه در اثر برخورد با سطح لوله ها به آب تبدیل شود وجود دارد. بنابراین بخارات خروجی از درام را وارد لوله های سوپر هیتر می کنند تا به بخار خشک تبدیل شود.**

**لوله های سوپر هیتر در مسیر خروجی از محفظه احتراق قرار دارند و حرارت به بخاری که در آنها جریان دارد منتقل می شود.**

**۴– دی سوپر هیتر ( DE SUPER HEATER ) :**

**از این وسیله برای کنترل درجه حرارت بخار داغ قبل از ورود به توربین استفاده می شود، زیرا بخار با درجه حرارت ثابت وارد توربین می شود . در دی سوپر هیتر با پاشیدن آب به داخل بخار دمای آن را کاهش می دهند ؛ معمولاً پس از دی سوپر هیتر ، بخار وارد سوپر هیتر ثانویه شده تا قطرات آبی که به داخل بخار پاشیده شده است فرصت تبخیررا داشته باشند و امکان انتقال ذرات آب به داخل توربین از بین برود .**

**۵– دودکش :**

**برای عبور و هدایت گاز های حاصل از احتراق در واحد گازی که حال به واحد بخار منتقل شده است به کار می رود و باعث می شود که در محل خروج**

**گاز های داغ (دود) یک اختلاف فشار معین وجود داشته باشد . اختلاف فشار مذکور به دو وسیله ایجاد می شود که قسمتی از آن طبیعی و با استفاده از دودکش و قسمتی به طور مصنوعی و به وسیله ونتی لاتور ایجاد می شود .**

**ارتفاع دود کش حتی الامکان باید زیاد باشد تا انتقال گازهای حاوی مواد آلاینده حاصل از احتراق به ارتفاع مناسب و با سرعت مناسب به محیط وارد شوند و غلظت این مواد در سطح زمین و محیط اطراف نیروگاه در حد معینی نگه داشته شوند. دود به علت اختلاف وزن ستون اندرون دودکش با وزن ستون هوای سرد مجاور آن به سمت بالا جریان می یا بد و از دود کش خارج می شود .**

## ۶- توربین بخار ( STEAM TURBINE ) :

**توربین بخار نوعی از توربو ماشین ها می باشد و از نظر ترمودینامیکی تنها قسمتی از سیکل نیروگاه است که به محیط کار تحویل می دهد . با استفاده از شیپوره ها و دهانه هایی که در مسیر ورودی بخار به توربین قرار می دهند انرژی حرارتی به بخار را به انرژی جنبشی با سرعت زیاد تبدیل می کنند که به کمک این انرژی جنبشی بخار پره های گردنده یا متحرک توربین به حرکت در می آید و انرژی مکانیکی تولید می گردد .**

**توربین بخار اساساً از دو قسمت ثابت و متحرک تشکیل شده است که قسمت متحرک آن روتور و قسمت ثابت آن فطعات ثابت توربین قرار دارند . دو نوع پره ثابت و متحرک در توربین وجود دارد که پره های ثابت به پره های هادی نیز معروف اند . هر دو تای آنها که در کنار هم قرار دارند یک دهانه یا شیپوره را تشکیل می دهند و انرژی پتانسیل بخار ضمن عبور از آن به انرژی جنبشی تبدیل می شود و در ادامه مسیرش به پره های متحرک که بر روی دیسک های روتور نصب شده اند برخورد می کند و انرژی جنبشی آن به انرژی مکانیکی روی روتور تبدیل می شود . چون بخار در طول توربین و در طبقات متوالی منبسط می گردد . لذا حجم توربین به تدریج زیاد شده و ارتفاع پره ها در جهت محور افزایش می یابد .**

**امروزه توربین های بخار دارای چندین مرحله انبساط بخار در پرده ها هستند که از لحاظ این تعداد مراحل انبساط توربین ها به سه دسته تقسیم می شود :**

**۱)توربین های یک مرحله ای** ( HP )

**۲)توربین های دو مرحله ای** ( HP , LP )

**۳)توربین های سه مرحله ای** ( HP , IP , LP )

**در توربین های یک مرحله ای بخار پس از انبساط در انتهای توربین وارد کندانسور می شود . در توربین های دو مرحله ای عمل انبساط بخار در دو پوسته فشار قوی (HP) مجدداً باز گشته و پس از گرمایش مجدد در لوله های ری هیتر وارد پوسته فشار متوسط ( IP ) شده نهایتاً از این پوسته به پوسته فشار پایین ( LP ) فرستاده می شود و از آنجا پس از انبساط به کندانسور می رود .**

## ۷- کندانسور :

**هدف از قرار دادن چگالنده در مسیر بخارات خروجی از انتهای توربین دو چیز می باشد :**

**۱-ایجاد خلاء در انتهای خروجی توربین**

**۲-به کارگیری و استفاده مجدد از آب چگالیده شده برای تولید بخار**

**آزمایش نشان داده است که متجاوز از یک پنجم توانایی بخار کار در قسمت فشار پایین تر از یک اتمسفر ( فشار محیط ) بوجود می آید، یعنی اگر بخاری که از توربین خارج می شود وارد جو شود ، یک پنجم قدرت توربین کاسته می شود . بخار پس از خروج از توربین وارد کندانسور شده و در آنجا تقطیر می شود . بنابر این داخل کندانسور خلاء ایجاد می شود .**

**( فشار کمتر از توربین ) که باعث می شود بخارات با سرعت بیشتری از توربین خارج شوند ( چون اختلاف فشار زیاد می شود ) که آن کار راندمان توربین را افزایش می دهد .**

**می دانیم که با کاهش فشار دمای اشباع آب نیز کاهش می یابد و راندمان توربین نیز زیاد خواهد شد . نوع کندانسور استفاده شده در یک نیروگاه به موقعیت و شرایط محیط اطراف نیروگاه بستگی دارد و می تواند از آب سرد یا جریان هوای سرد برای خنک کردن و تقطیر بخار استفاده کند .**

**بخار تقطیر شده در کندانسورداخل مخزنی به نام چاهک داغ(HOT WELL ) و یا تانک خلاء که در زیر کندانسور قرار دارد ریخته و جمع آوری می شود و مجدداً برای تولید بخار به بویلر فرستاده می شود .**

**۸- ژنراتور :**

**در حالت خیلی ساده می توان چنین بیان کردکه ژنراتور تشکیل شده از یک سیم پیچ با دور بسیار زیاد و یک هسته مغناطیسی که این هسته مغناطیسی (روتور ژنراتور ) داخل ژنراتور دوران می کند و بر طبق قانون فاراده انرژی الکتریکی تولید می شود روتور ژنراتورهااز یک تکه آلیاژ فولاد نورد شده ساخته شده است که بر روی آن شیار هایی در جهت طول روتور ایجاد شده**

**است و داخل این شیار ها شمش هایی از جنس یک هادی قرار داده شده اند که با عبور جریان مستقیم ( دی سی ) از داخل شمش ها روتور به صورت مغناطیسی (آهنربا ) در می آید . پس روتور ژنراتور یک مغناطیس دائمی نیست .**

**در ژنراتورها در اثر اصطکاک و تلفات حرارتی آهن و مس ( سیم پیچ ها ) حرارت زیادی تولید می شود لذا می بایست که ژنراتور ار همواره خنک کرد که بدین منظور از هوا یا گاز هیدروژن ( در ژنراتورهای با قدرت زیاد ) استفاده می شود .**

**۹- ترانسفورماتور :**

**دستگاه الکترو مغناطیس ساکنی است که از آن برای تبدیل انرژی الکتریکی متناوب از یک ولتاژ به ولتاژ دیگر بدون تغییر فرکانس استفاده می شود . با استفاده از یکی یا چند از ترانسفورماتور ولتاژ تولیدی به وسیله ژنراتور را افزایش می دهد تا بتوان آن را به راحتی و تلفات کمتر انتقال داد و در برخی موارد لازم است که با استفاده از این دستگاه ولتاژ را برای مصرف کننده کاهش دهد .**

**در اثر عبور جریان از سیم پیچ های ترانس و تلفات فوکو حرارت تولید می شود . لذا ساختمان ترانسفورماتور را طوری ساخته اند که به قدر کافی قسمتهای مختلف آن خنک شود . از جمله قرار دادن سیم پیچ در داخل مخزن روغن معدنی است تا انتقال حرارت به سمت دیواره های مخزن بهتر انجام شود .**

## ۱۰- گرم کن های آب تغذیه :

**گرم کن ها که از آنها برای گرم کردن آب تغذیه ورودی به بویلر و ازدیاد راندمان استفاده می شود. بر دو نوع هیتر های باز و هیتر های بسته هستند که در آنها بوسیله برداشت مقدار بخار بعد از انبساط جزئی در توربین ( زیرکش یا استراکشن ) و هدایت بخار به این گرم کن ها آب را گرم می کنند .**

## ۱۱- گرم کن باز :

**در این گرم کن آب ورودی به آن با بخار آمده از زیر کش توربین با هم مخلوط می شوند و دمای آب بالا می رود . این نوع گرم کن در دی اریتور ها مورد استفاده قرار می گیرند .**

## ۱۲- گرم کن بسته :

**این گرم کن از انواع مبدل های پوسته لوله ای می باشد که در آن سیال گرم همان بخاری است که از زیر کش توربین می آید و سیال سرد آن آب تغذیه**

بویلر می باشد . در این مبدل ها بر خلاف مبدل های باز ، آب با بخار مخلوط نمی شود بلکه در لوله های جداگانه جریان دارد و حرارت بخاری را که از روی لوله ها در جریان است جذب می کند .

هیدر های بسته به دو گروه فشار ضعیف و فشار قوی تقسیم می شوند که در هیتر های فشار ضعیف از زیر کش قسمت فشار ضعیف توربین استفاده می شود و برای هیتر های فشار قوی بخار مورد نیاز از قسمت فشار قوی توربین تامین می شود . بخارات چگالیده داخل این هیترها را از طریق تله بخار ( وسیله ای که از جریان یافتن بخار به یک ناحیه کم فشار جلوگیری می کند و فقط اجازه عبور به مایعات می دهد ) به گرم کن فشار پایین قبل از آن یا دی اریتور و یا به کندانسور ( چاهک داغ ) انتقال می دهند .

## ۱۳ – دی اریتور یا دگازور :

وجود هوا و اکسیژن و $CO_2$ در آب بویلر می تواند باعث خوردگی سطوح داخلی لوله های دیگ و درام گردد بنابراین می بایست که این گازها را قبل از ورود به دیگ بخار از آب تغذیه خارج کنیم . خارج کردن گازها به دو روش فیزیکی و شیمیایی انجام می شود که در دی اریتور ( گاز زدا ) بر اساس روشهای فیزیکی ، گاز های محلول در آب را جدا می کند . بدین صورت که

**آب ورودی به آن را در فشار نزدیک به فشار محیط( جو) داخل هیتر بازی که در آن بکار رفته است ، گرم کنند تا به جوش آید .**

**می دانیم که در حالت جوشیدن آب ، گازهای محلول در آن خارج شده و به بالا می روند . بخاراتی که از توربین برداشته شده است در هیتر باز استفاده می شود . جهت حرکتشان به سمت بالا ست و به همراه خود هوا و $CO_2$ را از محفظه دی اریتور خارج و به محیطی می فرستند .**

**۱۴- پمپ تغذیه بویلر :**

**یکی از بزرگترین پمپ های نیروگاه می باشد که دارای چندین مرحله از انواع سانتریفوژ است و در هر مرحله فشار تا حدی افزایش می یابد این پمپ باید فشاری را به آب تغذیه بدهد تا علاوه بر افت فشار در مسیر تا درام ، فشار لازم را در خود درام را تامین می کند .**

**به وسیله این پمپ ها می توان آب ورودی به بویلر را کنترل کرد .**

**در برخی نیروگاه ها که بویلر فشار بالایی را لازم دارد ؛ از پمپ دیگری قبل از پمپ تغذیه به نام بوستر پمپ برای تأمین فشار اولیه (مَکش ) پمپ تغذیه استفاده می کنند . پمپی که بعد از چگالنده قرار دارد به نام کندانسه پمپ یا**

**استراکشن پمپ معروف است و باید بتواند فشار لازم دی اریتور و فشار داخل آنرا تأمین کند .**

## ۱۵– مسیر آب و بخار در نیروگاه :

**آب تغذیه پس ار خروج از پمپ تغذیه بویلر وشیر یک طرفه ، وارد لوله های اکونومایزر شده و پس از دریافت حرارت گاز داغ از اکونومایزر خارج و به سمت درام هدایت شده و با آبهای داخل درام مخلوط می شود .**

**آب داخل درام که از طریق لوله های پایین آورنده به سمت لوله های دیواره ای هدایت شده و در آنها جریان می یابد و در مسیر حرکت خود داخل لوله های دیواره ای ( از پائین به بالا ) قسمتی از آب به بخار تبدیل شده و این مخلوط آب و بخار داخل درام می ریزد که توسط سیلیکون بخار ازآب جدا می شود وآب مجدداً با آبهای داخل درام مخلوط و مسیر قبل را طی می کند**

**بخارات داخل درام از بالای درام به سمت لوله های سوپر هیتر اولیه هدایت شده و پس از عبور از مراحل سوپر هیتر اولیه و دریافت حرارت تبدیل به بخار داغ می شود و در ادامه مسیر خود این بخار داغ وارد دی سوپر هیتر شده و بعد از آن وارد سوپر هیتر ثانویه ( نهایی ) می شود و در آنجا تبدیل به بخار خشک می شود از آنجا به سمت توربین هدایت می شود. بخار داغ وخشک**

**ورودی به توربین ، بسته به نوع توربین ممکن است که تمام انرژی بخار خشک در توربین صرف انجام کار شود و در نهایت از آن خارج و به کندانسور هدایت شود .**

**ممکن است بخار داغ و خشک پس از انبساط در توربین** HP **به ری هیتر هدایت شود و پس از افزایش دمای آن ، برای مصرف وارد توربین** LP **با** IP **شود و بعد از آن وارد کندانسور شود . در هر صورت بخار خروجی از توربین در برج خنک کن** ( COOLING TOWER ) **تقطیر شده و در داخل چاهک داغ یاتانک خلا ذخیره می شود و از آنجا به وسیله پمپ کندانسه به هیترهای فشار ضعیف و پس ازآن وارد دی اریتور شده و گاززدایی می شود.**

**آب داخل دی اریتور به وسیله پمپ تغذیه بویلر** ( BFP ) **به سمت هیتر های فشار فرستاده می شود و پس از بالا رفتن دمای آن وارد بویلر ( درام اکونومایزر ) می شود و مسیر ذکر شده را مجددا طی می کند تا به بخار تبدیل شده و دوباره چگالیده و به دیگ برمی گردد . مراحل فوق مکرراً تکرار شده و یک سیکل بسته را تشکیل می دهند . در برخی مواقع مثلاً هنگام راه اندازی به زمانی که برای توربین مشکلی پیش می آید (توربین تریپ می کند**

**( BY ) ، بخار نباید وارد توربین شود ؛ بنابراین بخار را از یک مسیر کنارگذر ( PASS ) مستقیماً وارد کندانسور می کنند .**

**به دلیل اینکه در سیستم ، نشت بخار آب وجود دارد و مقداری آب از سیکل به هدرمی رود و خارج می شود ، لذا لازم است که همواره یک مخزن از آب تصفیه شده داشته باشیم تا بتوانیم آب جبرانی ( MAKE UP ) را تأمین کنیم . مخزن آب جبرانی به کندانسور وصل است.چاهک داغ یا تانک خلاء و آب آن از واحد تصفیه آب خام تأمین می شود .**

## سیستم خنک کاری :

**سیستم خنک کاری هر واحد یک سیستم بسته می باشدکه جهت به جریان افتادن آب در سیکل از دو پمپ استفاده می شود که در خروجی هردو پمپ چک والو نصب شده است تا در زمان در مدار بودن یکی ، آب به سمت پمپ خاموش برگشت نکند . آب پس از گرفتن حرارت از کولر ها به سمت رادیاتور ها که نقش خنک کاری آب را بر عهده دارند می رود و در آنجا با عبور از داخل فین ها توسط جریان اجباری یا طبیعی هوا سرد شده و مجدداً برای عمل خنک کاری به سمت کولر ها پمپ می شوند . تعداد فن ها (۱۴ ) عدد می باشد که به سه گروه به شرح زیر تقسیم میشوند و به مدار می آیند :**

**۱) فن های ۱، ۳ ، ۵ ، ۷ ، ۹ ، و ۱۱ با آمدن شعله و پمپ اصلی روغن فن های این گروه در دو مرحله ابتدا ۵ ، ۳ ، ۱ ، در ۰/۴ ثانیه و بعد فن های ۹ ، ۷ و ۱۱ به مدار می آیند.**

**۲) فن های ۲ ، ۴، ۶ ، ۸ ، ۱۰ و ۱۲ با توجه به درجه حرارت آب وارد مدار می شوند و نقش تنظیم کننده دما را دارند و در دمای ۴۵ درجه و دردو مرحله وارد مدار می شوند و در دمای زیر ۴۰درجه از مدار خارج می شوند.**

**۳) فن های ۱۳ و ۱۴ در صورتی که عمل خنک کاری کند باشد این دو فن به صورت دستی به مدار می آیند و فرمان آن در اختیار تکنسین می باشد . از این آب خنک کن برای گرفتن حرارت از مبدل های کولر روغن ، کولر های اتمایزر و کولر های ژنراتور و نیز برای خنک کاری پایه های عقبی توربین استفاده می شود .**

**خنک کاری توربین توسط روغن انجام می شود . روغن توربین توسط دو کولر آب تعبیه شده در داخل تانک روغن خنک می شوند . همواره یکی از کولر ها در مدار و دیگری به صورت رزرو می باشد .**

**روغن پس از عمل خنک کاری قسمتهای مختلف به سمت کولر هدایت شده و در آنجا با عبور آب از درون کولر حرارت روغن گرفته شده و مجدداً جهت**

روغن کاری سیستم مورد استفاده قرار می گیرد . خنک کاری پوسته توربین توسط دو فن که در طرفین اتاقک کمپرسور قرار دارند، انجام می شود.

با آمدن یک فن استارت می شود و پس از ۱۵ ثانیه فن شماره ۲ نیز وارد مدار می شود و با دمیدن هوا به سمت پوسته توربین عمل خنک کاری انجام می شود و با رفتن شعله نیز از مدار خارج می شود .

خنک کاری پره های توربین توسط هوایی که از مرحله ۱۶ کمپرسور برداشت شده و حفره مرکزی محور کمپرسور وارد می شود، انجام می شود . سپس از طریق محور توربین به درون حفره های موجود در پره های مرحله ۱ و ۲ توربین هدایت شده که ضمن خنک کاری پره های توربین از قسمت نوک پره خارج سیل بندی ، حد فاصل تاج پره متحرک و استاتور توربین نیز انجام می شود .

هوای خنک کاری شرود ها از مرحله ۵ کمپرسور برداشت می شود . خنک کاری ژنراتورتوسط توربین انجام می شود . هوا پس از فیلتر شدن ضمن خنک کاری اکسایتور ، از این قسمت به سمت ژنراتور هدایت شده و از آنجا توسط پره های تعبیه شده روی روتور و کلاف های اسناتور انجام می شود و هوا به سمت بالای استاتور رفته و در آنجا توسط دو کولر آب خنک می شود و مجدداً

**هوای سرد جهت عمل خنک کاری به سمت روتور و استاتور توسط فن های نصب شده در فاصله هوایی دمیده می شود .**

## سیستم روغن کاری :

**مواردی که از روغن کاری استفاده می شود عبارتند از :**

**۱) روغن کاری یاتاقان های توربین و ژنراتور**

**۲) روغن کاری گریبکس کمکی و پمپ سوخت و ترک کنترلر**

**۳) تغذیه سیستم های روغن هیدرولیک**

**۴) روغن تریپ**

## اجزای اصلی سیستم روغن کاری :

**۱) پمپ اصلی**

**۲) پمپ کمکی** AC

**۳) پمپ اضطراری** DC

**۴) کولر روغن**

**۵) فیلتر روغن ( دو عدد )**

**۶) والو تنظیم روغن و یاتاقان ها** ( VPR - 2 )

**پمپ اصلی :**

**با دور شافت ( محور توربین ) در دور** 3000 RPM **کار می کند و فشار** 6/5 **بار را برای روغن جهت روغن کاری را تأمین می کند .**

**پمپ کمکی** AC **:**

**در صورت وجود نقص در پمپ اصلی و افت فشار روغن به** 1/8 **بار و افت دور موتور از** 3000 RPM **به مدار آمده و ادامه کار پمپ اصلی را دنبال میکند و در مواقع راه اندازی** COOL DOWN **نیز از این پمپ استفاده می شود .**

**پمپ اضطراری** DC **:**

**در صورت قطع برق و نیاز به روغن ، این سیستم به مدار می آید روغن با فشار** 6/5 **بار به سمت کولر روغن هدایت شده و سپس وارد فیلتر می شود . بعد از فیلتر یک والو تنظیم کننده فشار قرار دارد که فشار روغن را تا حدود** 1/8 **بار کاهش می دهد و در همین حالت ثابت نگه می دارد و بعد از والو فوق، روغن به هد مشترک تغذیه یاتاقان ها رفته و پس از عبور از اوریفیس وارد محفظه یاتاقان می شود .**

**تنظیم دما توسط تغییر دبی آب خنک کن ورودی به کولر انجام می شود و چنانچه دمای روغن افزایش یابد دبی آب خنک کن کولر توسط والو** ATR1

**افزایش می یابد؛ اهمیت کنترل دمای روغن بدین جهت می باشد که ویسکوزیته (لزجت ) روغن به دمای آن بستگی دارد .**

# (نمای کلی نیروگاه سیکل ترکیبی نیشابور)

**(نمای کلی از واحد گازی نیروگاه)**

**نمای بیرونی (power house )که محل نگهداری تجهیزات واحد بخار شامل کندانسور، توربین، ژنراتورو... می باشد.**

## نمایی از فضای داخلی (power house)

## نمای بیرونی اتاق فرمان نیروگاه

**فیلترهای هوا که وظیفه خالص سازی هوا را برای سیکل گازی بر عهده دارند.**

**اتاق اکسسوری که در آن موتور ترنینگر، موتور کرنک ، جعبه دنده کمکی و ...قرار دارد.**

**اتاقی که در آن کمپرسور، محفظه احتراق وتوربین واحد گازی قرار داردو انتهای آن متصل به اگزوز است.**

**(اگزوز واحد گازی)**

**در صورت خارج بودن بویلر از مدار محصولات احتراق با دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس از این اگزوز خارج می شوند.**

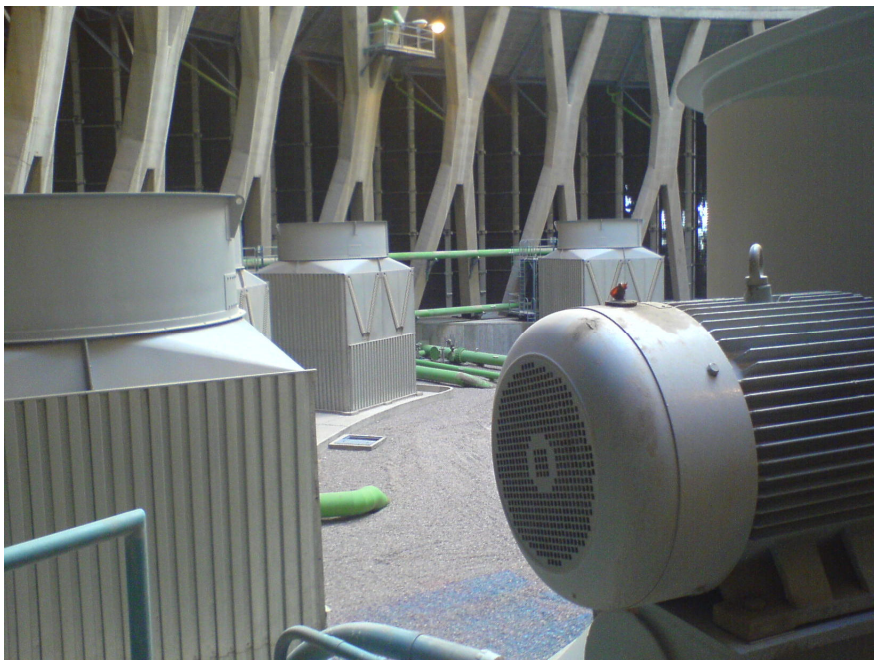
## تجهیزات مربوط به ورودی سوخت یکی از واحدهای گازی

## خطوط انتقال و ولو یکی از واحدهای گازی

## نمایی از برج های خنک کننده

## نمای داخلی برج خنک کننده و تانک آبگیری اولیه دلتاها

## (P cooler های داخل برج خنک کننده)



## نمایی از درام های واقع در بالای بویلر

## از راست :( DEAREATOR ، درام IP ، درام HP )

## نمایی ازدرام IP

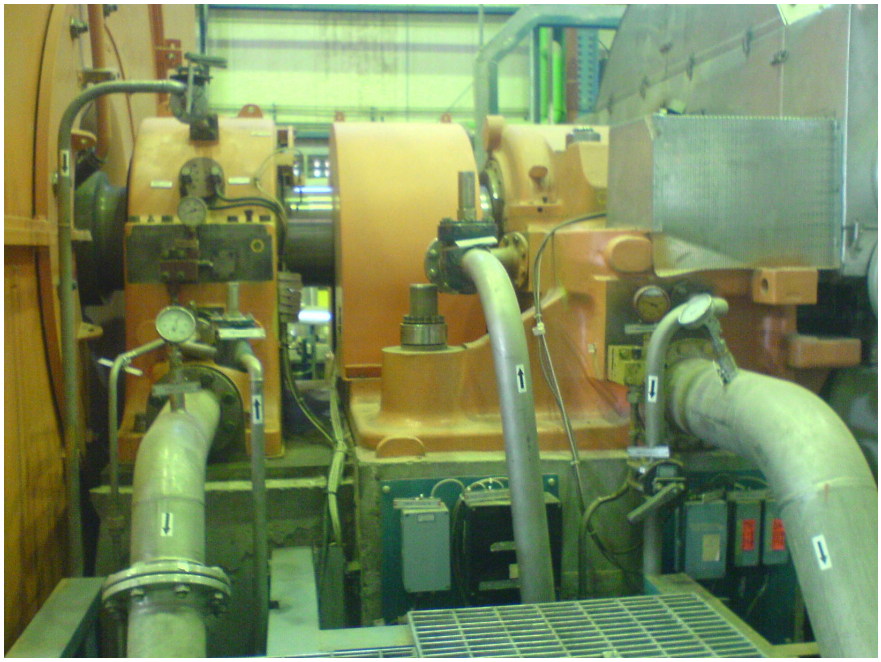
**دگازور که در بالای DEAREATORقرار گرفته و وظیفه هوا زدایی از آب ورودی به DEAREATOR را بر عهده دارد.**

## نمایی از اگزوز بویلر

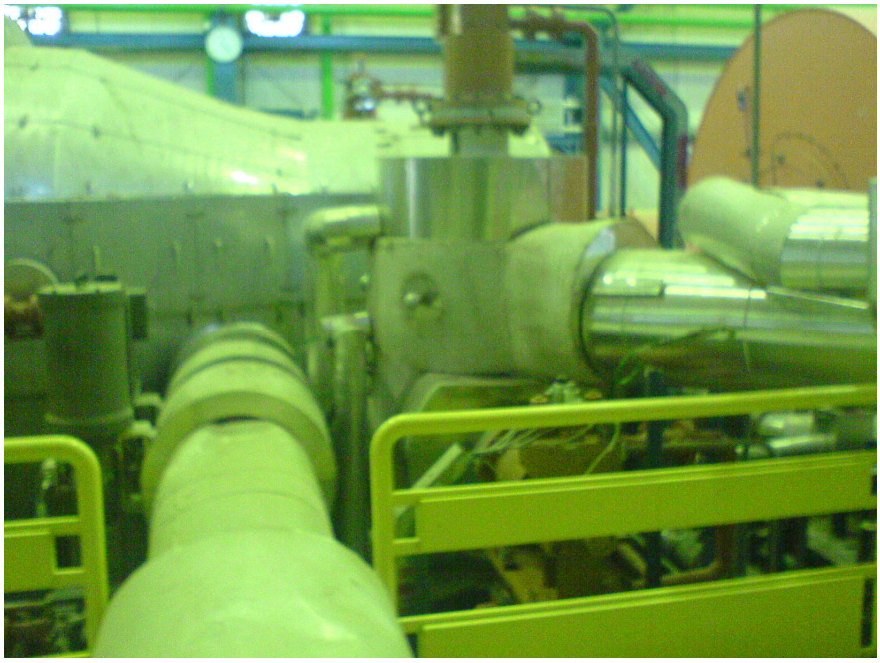
## ژنراتور واحد بخار

## توربین واحد بخار

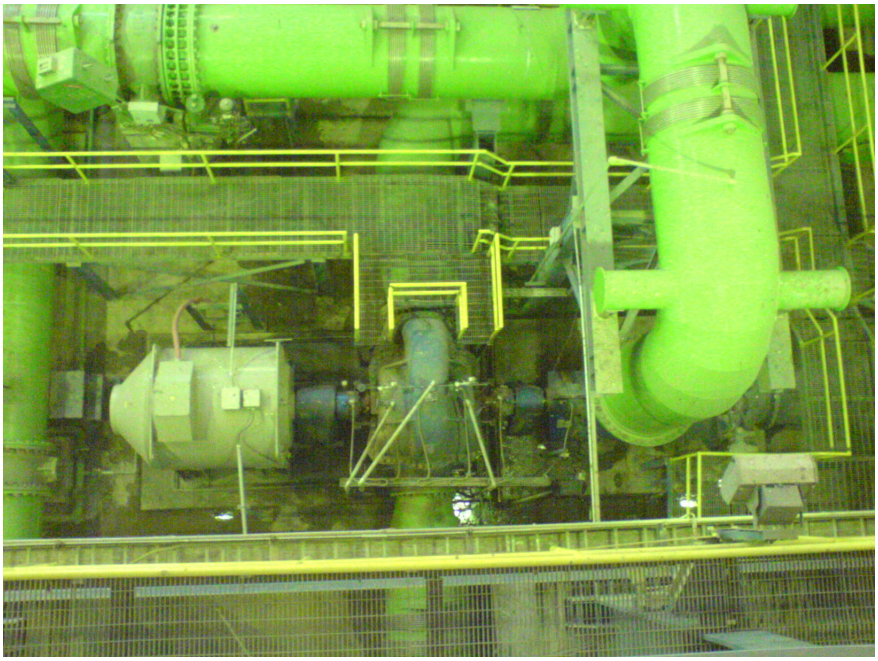
## کوپلینگ بین توربین و ژنراتور(یاتاقان ها و لوله های روغن کاری)



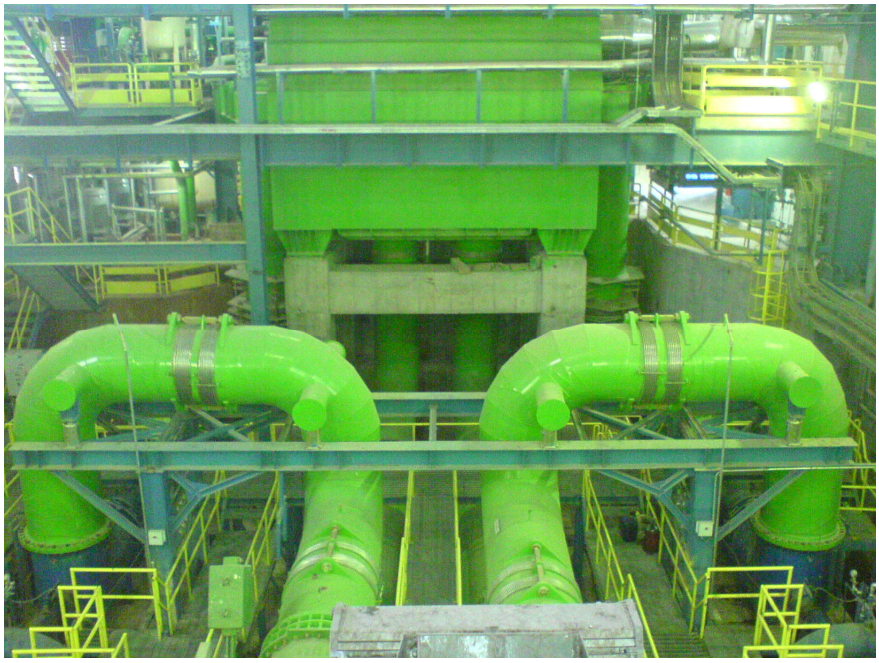
**ورودی (HP ) و(IP ) به توربین واحد بخار**



**نما از بالا/ از راست: CW PUMP که وظیفه پمپ آب به برج را بر عهده دارد. هیدروپمپ فشار آب برگشتی از برج را می گیرد.**



## نمایی از کندانسور و خطوط انتقال آب



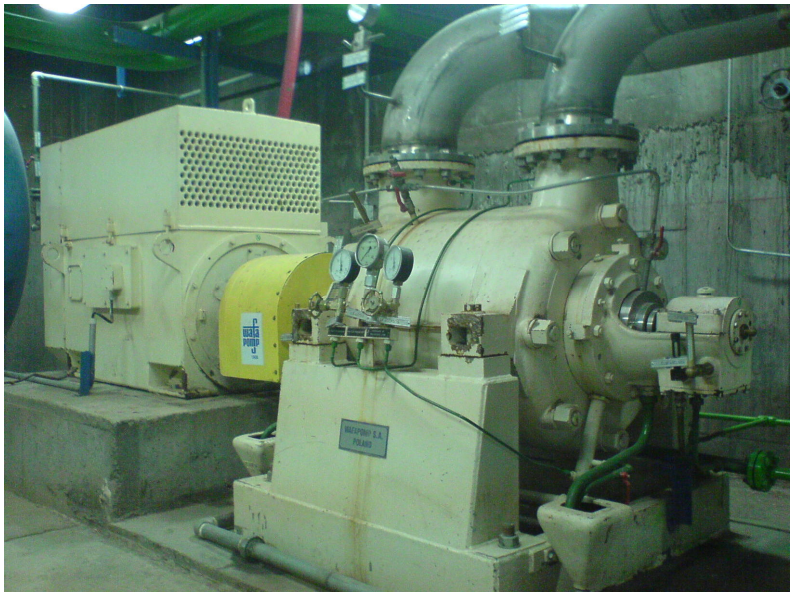
## تجهیزات CPP که وظیفه تصفیه شیمیایی آب سیکل را بر عهده دارد.

## (EXTRACTION PUMP)

## آب کندانسور را گرفته و به CPP می فرستد.

## ( BOSTER PUMP)

## آب را از CPP دریافت کرده وبه DEAREATOR می فرستد.



## ( FEED WATER PUMP)

**که منتقل کننده آب DEAREATOR به درام های IP و HP است.**

**EJECTOR (۲ نوع): وظیفه ایجاد خلاء در کندانسور را بر عهده دارد.**

**HOGGING**

**HOLDING**

**تجهیزات خنک کنندگی آب کمکی که در خنک کاری روغنی که برای خنک کردن یاتاقانها مورد استفاده قرار می گیرد ، نیاز است.**

**تانک ذخیره ( STORGE TANK)**

## نمایی از خطوط انتقال برق نیروگاه

## پست انتقال برق ژنراتور

**گیوتین که برای ایزوله کردن بویلر استفاده می شود.**

**نمایی از محوطه نیروگاه و آمفی تئاتر**

# نمایی دیگر از نیروگاه سیکل ترکیبی نیشابور

# تقدیر و تشکر از:

**. پرسنل محترم واحد بهره برداری نیروگاه سیکل ترکیبی نیشابور**

**. سرپرست محترم شیفت (D) واحد بهره برداری: جناب آقای مهندس لطفی**

**.واحد آموزش نیروگاه: جناب آقای مهندس رحمانی**

**. امور رفاه نیروگاه : جناب آقای صفایی**

**. دفتر حراست نیروگاه : جناب آقای زیرابی**

**تابستان ۱۳۸۶**

**تهیه و تنظیم: سعید عشقی- مهندسی مکانیک سیالات- فردوسی مشهد**