جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

واحد کرج

موضوع کارآموزی:

بررسی نیروگاه سیکل ترکیبی شهید رجایی قزوین

استاد:

جناب آقای دکتر پرخیال

کارآموز:

حسین سامانی پور

شماره دانشجویی: ۸۲۴۶۱۴۳۳۷۱۶

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

فهرست	صفحه
مقدمه	۳
مشخصات نیروگاه سیکل ترکیبی شهید رجایی	۱۰
بویلر Boiler	
اجزاء تشکیل دهنده بویلر	۲۰
Feed water heater	۲۰
Dearator	۲۳
Economizer	۲۵
Drum	۲۷
Down commer and evaprator	۳۲
Super heater	۳۵
Blow Down	٤۰
Diverter Damper	٤۱
توربین Turbine	
فوندانسیون	٤۵
پوسته CASE	٤۷
روتورRotor	٤۹
پره ها Blades	۵۱
کوپلینگ ها Couplings	۵٦
یاتاقان ها Bearings	۵٦

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

گلندهای توربین Turbine Glands ۵۸

کندانسور Condansor

اکسترکشن پمپ Extraction Booster Pump ٦٥
تصفیه آب خروجی از کندانسور Condansor Booster Pump ٦٨
Main ejector ٧٢
گلند کندانسور Gland condansor ٧٥

سیستم آب خنک کن Cooling

برج های خنک کن و مسیرهای آن Cooling and Cooling Tower ٨٧
پمپ های گردش آب در برج های خنک کن C.W.P ٩١

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

مقدمه :

مصرف انرژی در دنیای امروز به طور سرسام آوری رو به افزایش است . بشر مترقی امروز ، برای تولید آب آشامیدنی ، برای تولید مواد غذایی و برای کلیه کارهای روزمره خود به استفاده از انرژی نیاز دارد و بدون آن زندگی او با مشکلات فراوانی روبرو خواهد بود .

طبق برآوردهایی که دانشمندان می نمایند ، از ابتدای خلقت تا سال ۱۲۳۰ ه .ش ، بشر معادل $۱/۲\times۱۰^{۱۵}$ کیلووات ساعت و در فاصله ۱۲۳۰ تا ۱۳۳۰ نیز $۱/۲\times۱۰^{۱۵}$ کیلووات ساعت انرژی مصرف نموده است.

و پیش بینی می شود که فاصلهٔ ۱۳۳۰ تا ۱٤۳۰ مصرف انرژی ۳۰×۱۰^{۱۵} تا ۱۲۰×۱۰^{۱۵} کیلو وات ساعت باشد.

امروزه قسمت اعظم مصرف انرژی به وسیله کشورهای صنعتی بوده و هر چه کشوری صنعتی تر بوده و از نظر اقتصادی مرفه تر باشد مصرف انرژی سرانه آن نیز بیشتر خواهد بود. به طوری که رابطه مستقیمی بین مصرف انرژی به خصوص مصرف انرژی الکتریکی و درآمد سرانه هر کشوری وجود دارد. با افزایش روزافزون مصرف انرژی در دنیا بشر همواره در جستجوی منابع جدید

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

و یافتن راههای اقتصادی استفاده از آنها برای تأمین احتیاجات خانگی و صنعتی بوده است و در این بین، چون انرژی الکتریکی صورتی از انرژی است که راحت تر به انرژی های دیگر (قابل استفاده بشر) تبدیل می شود و انرژی تمیزی از نظر ضایعات می باشد ، تلاش های بشری بیشتر در زمینه تولید انرژی الکتریکی می باشد . چند نمونه از منابع شناخته شده انرژی که خداوند در اختیار بشر قرار داده است و بشر می تواند از آن برای تولید انرژی الکتریکی استفاده کند عبارتند از :

۱- انرژی سوخت های فسیلی ۲- انرژی آب ۳- انرژی باد

٤- انرژی واکنش های هسته ای ٥- انرژی جزر و مد امواج دریا

٦- حرارت زیر پوستهٔ زمین

که هر یک از این انرژیهای برای اینکه بتواند به انرژی الکتریکی تبدیل شود باید مراحلی را طی کند که مسائل و مشکلات تولید برق برای بشر امروز نیز در طی همین مراحل است. برای مثال یکی از راه هایی که بشر از انرژی سوخت برای تولید سوخت استفاده می کندایجاد نیروگاههای حرارتی بخار، گازی و یا سیکل ترکیبی می باشد. که فرایند های زیادی را شامل می شود و تمام این فرایند ها

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

در مجموع سیکل نیروگاه بخار تولید برق (Power Plant) را تشکیل می دهد که موضوع اصلی گزارش ما نیز می باشد.

انواع نیروگاه ها :

در حال حاظر نیروگاه هایی که برای تولید برق استفاده می شوند و متداول هستند را می توان به ٦ دسته طبقه بندی کرد :

١- نیروگاه دیزلی

٢- نیروگاه آبی

٣- نیروگاه اتمی

٤- نیروگاه گازی

٥- نیروگاه بخاری

٦- نیروگاه ترکیبی

از آنجا که اکثر نیروگاه های تولید برق در ایران و همچنین مهمترین منبع تولید برق در کشور نیروگاه های گازی، بخاری ، آبی و یا سیکل ترکیبی هستند به اختصار در مورد آنها توضیحی داده می شود :

نیروگاه گازی :

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

اصول کار نیروگاه گازی بدین صورت است که هوای آزاد توسط یک کمپرسور فشرده شده و سپس همراه سوخت در اتاق احتراق ، محترق شده و دارای درجه حرارت بالا می گردد. حال این گازهای پر فشار و داغ وارد توربین شده و محور ژنراتور را می گرداند و سپس از اگزوز توربین به بیرون رانده می شود . توان گرفته شده از توربین معمولاً به محور ژنراتور و کمپرسور منتقل می گردد . حدود یک سوم این توان در ژنراتور تبدیل به انرژی الکتریکی می گردد و بقیه جهت چرخاندن محور کمپرسورغلبه بر تلافات مصرف می گردد و بهمین خاطر راندمان توربینهای گازی پایین و حدود ۲۷ درصد است .

نیروگاه آبی :

اساس کار نیروگاه آبی آنست که از انرژی پتانسیل آب ذخیره شده در پشت سد برای چرخاندن توربین آبی و در نتیجه چرخاندن ژنراتور استفاده می شود و برق تولید می گردد . احداث این نیروگاهها بستگی به شرایط جغرافیایی و مکانی و وجود آب رودخانه دارد در کشورهایی که منابع آبی فراوان دارند احداث نیروگاه آبی بسیار مفید است چرا که برق تولیدی آنها بسیار ارزانتر است و راندمان این نیروگاهها بسیار بالا ست (۸۰ تا ۹۰ درصد) و راه اندازی

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

آن ساده است و در زمان کوتاهی می تواند وارد شبکه شود . همچنین از دیگر مزایای نیروگاههای آبی کنترل آبهای سطحی در پشت سد و استفاده در بخش کشاورزی است .

نیروگاه بخار:

اساس کار نیروگاه های بخاری بدین منوال است که بخار تولید شده در دیگ بخار به توربین هدایت پس از به دوران در آوردن محور توربین به کندانسور رفته و توسط آب خنک کن تقطیر و بصورت آب در می آید . در ژنراتور با گردش روتور آن که سه محور توربین به آن متصل است الکتریسته تولید می گردد . نیروگاههای بخار برای بارهای اصلی یا پایه ساخته می شوند و عمر آنها نسبت به نیروگاههای گازی بیشتر است از محاسن دیگر این نیروگاهها بالا بودن راندمان (حدود ٤٥٪) نسبت به نیروگاه های گازی می باشد .

نیروگاه ترکیبی (مختلط) :

در اینگونه نیروگاهها با استفاده از حرارت خروجی از اگزوز توربین گاز آب را در دیگ بخاری که معمولاً Heatrecovery boiler نامیده می شود گرم کرده و

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

بصورت بخار در می آید . سپس این بخار، توربین بخار را به حرکت در می آورد .

با این روش چون از حرارت گازهای اگزوز توربین گاز استفاده شده دیگ بخار گرم می شود و راندمان کل نیروگاه بالاتر از نیروگاه بخاری گردیده و به ٤٨ درصد هم می رسد .

مشخصات نیروگاه سیکل ترکیبی شهید رجایی :

موقعیت جغرافیایی : نیروگاه سیکل ترکیبی شهید رجایی در قسمت جنوبی نیروگاه بخار شهید رجایی در ۲۵ کیلومتری اتوبان قزوین – تهران قرار دارد .

شرایط محیطی:

رطوبت نسبی	٤٦٪
متوسط حداکثر دمای محیط	٤١ درجه
متوسط حداقل دمای محیط	١٤– درجه
متوسط درجه حرارت محیط	١٤/٥ درجه

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

این نیروگاه شامل ٦ واحد توربین گازی هر کدام به ظرفیت ۱۲۳ MW و به همراه ۳ واحد حرارتی بخار به قدرت ۱۰۰/٦ MW به صورت سیکل ترکیبی در می آید .

توربین های گازی ساخت شرکت جنرال موتور آمریکا و توربین های بخار ساخت شرکت زیمنس آلمان می باشد .

تلاش برای یافتن بازده بالاتر موجب ایجاد تغییراتی در نیروگاه ها و از جمله نیروگاه های بخار شده است . چرخه ی گاز – بخار یا اصطلاحاً سیکل ترکیبی یکی از این اصطلاحات می باشد . توربین ها ی گاز بدلیل داشتن دمای بالاتر ۱۱۵۰ درجه در مقابل توربین های بخار در حدود ٦۰۰ درجه قابلیت ایجاد بازده حرارتی بیشتری دارند اما چرخه های گازی دارای یک عیب بزرگ می باشد و آن بالا بودن دمای خروجی اگزوز آنها می باشد معمولاً بالای ۵۰۰ درجه که قسمت بزرگی از مزایای آن را محو می کند .

علم امروز این امکان را به وجود می آورد که از گازهای خروجی با دمای بالای اگزوز به عنوان یک منبع انرژی حرارتی برای یک سیکل بخار استفاده کنیم .

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

پیشرفت های اخیر در تکنولوژی چه در توربین های گاز و چه در بخار این امکان را می دهد که بازده را بدون افزایش زیادی در هزینه در سیکل های ترکیبی تا حدود ٤٠٪ افزایش دهیم .

در سال ۱۹۸۸ شرکت زیمنس SIEMENS توانست نیروگاهی ترکیبی به ظرفیت ۱۳۵۰ MW و بازده ۵۵/۵٪ در یکی از شهرهای ترکیه احداث نماید .

در نیروگاه شهید رجایی، تعداد ٦ واحد توربین گازی هر کدام به قدرت MW ۱۲۳ نصب و راه اندازی گردیده است که این واحدها با نصب ۳ واحد حرارتی به قدرت MW ۱۰۰/٦ × ۳ به صورت سیکل ترکیبی در آمده است .

اولین واحد گازی این نیروگاه در تاریخ ۷۳/۵/۵ و دومین واحد در تاریخ ۷۳/۵/۲۵ و سومین واحد در تاریخ ۷۳/٦/۱۰ ، چهارمین واحد در تاریخ ۱۳۷۳/۷/۲ و پنجمین واحد در تاریخ ۱۳۷۳/۸/۳۰ و آخرین واحد (ششم) در تاریخ ۱۳۷٤/٤/۳ وارد شبکه سراسری گردید .

مشخصات فنی توربین گاز :

۱- کمپرسور :

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

فشار نهایی کمپرسور : ۱۱ bar تعدادطبقات کمپرسور : ۱۷ مرحله

۲- توربین:

تعدادمحور : ۱ عدد تعداد طبقات : ۳ مرحله

۳- اتاق احتراق :

تعداد محفظه احتراق : ۱٤ عدد تعداد مشعل های به ازای هر محفظه : ۱ عدد

نوع سیستم کنترل : اسپیدترونیک مار ٤

٤- ژنراتور:

دارای سیستم تحریک دیود گردان می باشد.

ماکزیمم توان خروجی : ۱۲۳/٤MW (در شرایط استاندارد ایزو) ولتاژ خروجی : ۱۳/۸KV

جریان نامی : ٦٤٤۳ A دور ژنراتور : ۳۰۰۰ r.p.m

٥- سیستم تحریک

نوع تحریک : خود تحریک ولتاژ خروجی : ۲٤۰ ولت دی . سی

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

جریان خروجی :۱۵۹۰ آمپر دی سی

مشخصات پست : ٤٠٠ کیلووات

سیکل ترکیبی :

پست ٤٠٠ کیلووات نیروگاه سیکل ترکیبی شهید رجایی یک پست کلید زنی (Swiching) با سیستم شینه بندی ۱/۵ کلیدی می باشد.

این پست دارای ٦ بی ٤٠٠ کیلووات می باشد که مدارهای ورودی از سمت غرب پست، شامل ٦ ترانسفرماتور ژنراتور و از سمت شرق پست، ۳ خط انتقال ٤٠٠ کیلووات که دو خط به پست ٤٠٠ کیلووات نیروگاه حرارتی شهید رجایی و یک خط به پست رودشور وصل می گردد.

مشخصات کلید های پست ٤٠٠ کیلووات:

سازنده شرکت : A.BB تیپ: H.p.h-۱۰۰۲ جریان نامی :A (٤٠٠٠-۲۰۰۰)

زمان قطع : ۲۰ ms

بویلر:

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

آب پس از خروج از کندانسور و عبور از فیلتر ها و میکس بدها و و بوسترپمپها و یک جفت Main ejectors و گلند کندانسور وارد مجموعه ای به نام بویلر سیکل ترکیبی می شود که اجزاء آن به شرح زیر می باشد.

۱- Feed water heater ۲- Dearator

۳- storage tank ٤- LP evaprator

٥- Boiler feed pump ٦- IP و Economizer HP 1,2

۷- Drum IP ۸- Drum HP

۹- evaporator ، HP (۱و۲) ۱۰- Down Comer

۱۱- Super heater IP، HP (Primary , Final) ۱۲- Blow down

۱۳- Flash tank ۱٤- Diverter Damper

۱٥- Gutine Damper ۱٦- Fans

روند کلی سیکل در بویلر :

آب خروجی از گلند کندانسور ابتدا وارد Feed water heater شده (آب به صورت مایع متراکم) و پس از مقداری افزایش درجهٔ حرارت وارد dearator می شود که در Dearator علاوه بر عمل هوا زدایی (زدودن گازهای O_2 و

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

(Co_2) آب مقداری گرمتر می شود و پس از آن آب در محفظه ای به نام Storage tank ذخیره می گردد . آب موجود در تانک از طریق لوله های Down comer وارد لوله های به نام Lp evaprator شده و مجدداً پس از گرم شدن از طریق دو سری لوله وارد تانک می شود . آنگاه از طریق یک لوله وارد B.F.P ها می شود ، تعداد B.F.P ها ۲ تا است که همیشه یکی از آنها در مدار قرار دارد . از هر B.F.P ، ۲ لوله خارج می شود که هر کدام از آنها پس از اتصال به لوله مشابه از پمپ دیگر بطور جداگانه وارد IP economizer و economizerHP می شوند وپس از آنکه در آن مقداری افزایش درجه حرارت دادند آب خروجی از IP economizer وارد Drum IP می شود ، اما آب خروجی از HP economizer پس از مقداری افزایش دما وارد HP economizer و مجدداً پس از مقداری گرم شدن به Drum IP وارد می گردد .

آب ورودی به Drum IP از طریق لوله های Down comer وارد Lp evaprator می شود و پس از تبخیر مقداری از آب و رسیدن به حالت ۲ فازی مجدداً وارد Drum IP می شود در Drum IP پس از جدا شدن آب

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

و بخار ، بخار مرطوب حاصل وارد IP Superheater شده و پس از رسیدن به حالت بخار مافوق گرم (خشک شده) به سمت LP توربین می رود .

اما آبی که به Hp drum وارد شده بود نیز از طریق Down comer به ۲ سری لوله موازی بنام HP evaprator بر می گردد . بخار خروجی از Hp drum وارد HP-Primary Superheater شده و پس از مقداری خشک شدن به HP-final Superheater وارد می شود و برای ورود به توربین HP به حالت سوپر هیت (خشک) در می آید .

سیکل ترکیبی نیروگاه شهید رجایی در ابتدای ساخت تنها شامل سیکل گازی بود که گاز خروجی از توربین آن به اتمسفر می رفت اما پس از ملحق شدن سیکل بخار به آن گاز خروجی از توربین وارد H.R.S.G شده و باعث گرم شدن بخشهای مختلف آن (Feed water heater , LPevaprator) می شود .

تشریح اجزای تشکیل دهنده بویلر :

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

۱- Feed water heater :

آب خروجی از کندانسور وارد لوله موازی بنام Feed water heater شده که وظیفه آن گرم کردن آب در رساندن آب به درجه حرارت معینی جهت ورود به Dearator می باشد .

هرف از نصب آن استفاده حداکثر از انرژی گاز و دود در مسیر خروج از بویلر می باشد .

ار آنجا که این لوله ها در انتهای مسیر گازهای خروجی از توربین قراردارد ، زمانی که سوخت مصرفی توربین گاز ، گازوئیل باشد به علت آلودگی و احتراق ناقص گازوئیل ،Feed water heater بطور کامل از مدار خارج می شوند و زمانیکه سوخت مصرفی توربین گاز ، گاز طبیعی باشد در مدار قراردارد ، کل دمای سیستم می بایست به نحوی طراحی شود که دمای گازهای خروجی از بویلر از حد مشخصی کمتر نباشد .

علت این امر اینست که Feed water heater ها در انتهای مسیر عبور دود قرار دارند و دود پس از طی مراحلی با رسیدن به Feed water heater ها

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

دچار کاهش دما شده است ، و درون Feed water heater آب متراکم در جریان است ، ممکن است دود خروجی که شامل SO2 و SO3 (درمورد گازوئیل) و CO2 (در مورد گاز) می باشد ، با برخورد با لوله های Feed water دمایش کم شود و به نقطه شبنم خود برسد بخار موجود در محصولات احتراق میعان یابد با ضایعاتی مثل SO2 و CO2 تشکیل قطرات از اسید سولفوریک یا اسید کربنیک بر روی لوله های Feed water heater بدهد که این امر سبب خوردگی لوله ها می شود .

بهمین خاطر در زمانی که سوخت مصرفی ، گازوئیل باشد (از آنجا که ما هر چقدر هم که تلاش کنیم باز هم احتراق گازوئیل مقداری ناقص می باشد) لذا در این شرایط خط by pass ای وجود دارد که از طریق یک شیر موتوری عمل قطع و وصل آن صورت می گیرد و با بسته شدن این شیر Feed water heater ها از مدار خارج شده و آب از کندانسور بطور مستقیم به Dearator می رود .

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

۲-Dearator (هوازدا):

دو خط ورودی به Dearator وجود دارد. اول خط آب خارج شده از Feed Water دوم خط بخار گرفته شده از IP Evaprator که خط آب از فضای بالای Dearator و خط بخار از زیر Dearator به این محفظه منتقل می شود .

کار اصلی dearator هوازدایی از آب موجود در سیکل است ، یعنی زدودن گاز زائد O2 و CO2 که باعث خوردگی در قسمت دیگر سیکل که بسیار هم حساس هستند، نشود . عملکرد Dearator بر این اساس است که با بالا بردن دمای آب حلالیت حلالیت این گازهای زائد در آن کم می شوند.

آب ورودی از طریق یکسری نازل های خود تنظیم بر روی صفحات تختی و سینی های فلزی گزانده می شوند. بخاری که از زیر این صفحات بالا می آیند موجب گرم کردن آب می شود و بخش اصلی CO2 و O2 که غیر قابل تراکم هستند از آن جدا شده و به سمت خروجی بروند. در ventسرعت خروجی برای جدا شدن این گازهای نا محلول در سطح مایع و سرعت ترک dearator یکسان است و بخشی از بخار همراه این گازها در اینجا Condence می گردند

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

و به سیستم باز میگردند . بخشی نیز برای تضمین عبور گاز از vent valve خارج می شوند.

آبی که گرم و هوازدایی شده است در Storage tank ذخیره می شود تا همواره آب برای B.F.P ها فراهم باشد. بهمین خاطر است که هیچگاه به طور مستقیم از Dearator انشعابی برای B.F.P نمی گیریم. زیرا B.F.P ها در صورت عدم وجود آب در Suction باعث خرابی و ایجاد پدیده کاویتاسیون که برای پمپ بسیار مخرب است می گردد Storage tank عملاً به عنوان یک تانک ذخیره آب مورد استفاده قرار می گیرد.

۳- Evonomizer :

اکونومایزر شامل تعدادی لوله موازی فین دار (به منظور انتقال حرارت بهتر) هستند که در آرایشی مربعی ، جزء آخرین قسمت ها در مسیر دود خروجی از بویلر قرار دارند . آب تغذیه ورودی از این لوله ها عبور کرده و حرارت را جذب نموده و در مسیر IP وارد مسیر IP drum می شود و در مورد مسیر HP با گذر از اکونومایزر ثانویه وارد HP Drum می شود . (علت این امر جذب

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

حرارت بیشتر برای ورود به HP Drum می باشد) و با این عمل راندمان بالا می رود؛ چرا که از حرارت تلف شده خروجی اگزوز استفاده شده است.

موردی که در استفاده اکونومایز می بایست مورد توجه قرار گیرد، آن است که از ایجاد بخار در آن جلوگیری شود.

ایجاد بخار در اکونومایزر در برخی از موارد می تواند باعث نوسانی شدن سطح درام شود و در بعضی موارد موجب احتمال سوختن لوله های اکونومایزر در اثر عدم انتقال حرارت در آنها (در اثر ایجاد حباب در لوله ها) می شود. زیرا بخار در حال حرکت درست مثل یک عایق میان لوله و آب عمل کرده در نتیجه حرارت در لوله به آب منتقل نشده و سبب Over heat شدن لوله می گردد. اکونومایزرها دو نوع هستند : HP,IP که اکونومایزر HP برای رساندن آب به شرایط لازم برای ورود به HP Drum در دو قسمت اولیه و ثانویه تقسیم شده است . که آب پس از گذر از اکونومایزر اولیه وارد ثانویه شده و در آنجا وارد HP Drum می گردد.

۴-Drum :

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

درام منبع ذخیره ای است که برای رسانیدن آب به Evaprators و Header های آن ، وظایفش عبارتند از :

۱- به عنوان منبع ذخیره جهت جلوگیری از خطرات سوختن المان ها در اثر کمبود آب

۲- توزیع یکنواخت آب و بخار

۳- جدا سازی اب و بخار

٤- کنترل شیمیایی آب با تزریق مواد شیمیایی

٥- جلوگیری از منتقل شدن آب به همراه بخار به سوپر هیتر

٦- انجام عملیات بلودان آب بویلر برای کاهش موارد جامد نا محلول در آب

نحوهٔ جداسازی آب و بخار در درام :

۱- روش جداسازی ثقلی : در بویلر های با فشار کم ، اگر سرعت بخاری که سطح آب را قطع می کند کم باشد، جداسازی به صورت طبیعی انجام می شود . عامل موثر در این روش ، فشار کارکرد است که در فشارهای بالا به دلیل پایین

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

بودن اختلاف چگالی بین آب و بخار (در نزدیکی فشار بحرانی ، جایی که آب به طور مستقیم به بخار تبدیل می شود) جدا سازی به سختی انجام می گیرد.

۲- روش جداسازی مکانیکی اولیه : در این روش از یک سری تیغه استفاده می شود .

۳- روش جداسازی مکانیکی گریز از مرکز : معمولاً در درام های بویلر های مدرن ، از این روش برای جداسازی آب و بخار استفاده می شود. جداسازی بخار به این صورت است که آب و بخار وارد قسمتی به نام Siclon می شود و با حرکت دورانی که سیکلون دارد ، به علت نیروی گریز از مرکز قطرات آب ، به علت سنگینی وزن از بخار جدا می شوند .

البته بخارهای خروج از سیکلون کاملاً عاری از قطرات آب نیستند و لذا از صفحاتی لایه لایه گذشته و در این لایه ها، آخرین قطرات آب خود را نیز از دست می دهند و وارد Super Heater می شود.

٤- درام های سیکل ترکیبی در ۲ نوع HP و IP موجود می باشند که درام IP در فشار (۱۰/۸ bar) و درام HP در فشار(۹۲/۳bar) فعالیت می کنند به همراه

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

ولوهای بعد از B.F.P سطح درام را به هنگام نوسانی شدن سطح آب در آن به تعادل می رسانند.

۵- نکته مهم : سطح آب در درام

زمانی که فشار در درون درام افت پیدا می کند ، از آنجا که با افت فشار تعداد بیشتری از ملکولهای بخار ایجاد می شوند (زیرا فشار از سطح مایع برداشته شده) و همواره بین آب ورودی وبه درام و بخار خروجی از آن تناسب وجود دارد و سطح آب در درام کاهش می یابد که این عمل موجب سوختن لوله های Evaprator می شود. ضمناً اگر فشار افزایش یابد میزان بخار خروجی کاهش یافته و سطح آب در درام افزایش می یابد . و ممکن است این آب وارد لوله های سوپر هیت شود . به این منظور و برای جلوگیری از نوسانات سطح آب در درام از یک سری ارتفاع سنج هایی استفاده می شود که سطح آب در درام را کنترل می کنند .

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

در ضمن در هر یک از درام های HP و IP یکسری شیرهایی جهت نمونه گیری و تغذیه شیمیایی موجود می باشد، که مواد ضد خوردگی از آن طریق به داخل درام تزریق می شوند .

نکته قابل توجه آنست که خطی از HP Drum به IP Drum متصل می باشد. که این خط لوله جهت تغذیه انرژی می باشد که آب با فشار و درجه حرارت بالا را از HP وارد IP نموده تا در IP استفاده شده و ودما و فشار آن گرفته شود. این مسئله باعث افزایش راندمان و استفاده بهینه از آب موجود در سیستم می شود این آب در پایان از IP Drum به سمت Drain blow down می گردد .

۵- Down Commer and evaprator :

آب از طریق یک سری لوله به نام Down Commer از درام به سمت پایین ترین نقطه Boiler می آید که از آنجا از طریق Header هایی به لوله هایی به نام Evaprator منشعب می شود.

وظیفهٔ Evaprator آن است که آب را تبخیر نموده (در اصل آب آمده از Drum را به حالت دو فازی تغییر دهد) تا در درام آب دو فاز داشته باشیم .

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

چون Evaprator در ابتدای مسیر ورود گازهای داغ توربین گاز قرار دارد، گرمای بیشتری جذب نموده و آب را تبخیر می نماید . تعداد لوله های Evaprator که موازی هستند در قسمت درام HP ۷ سری است . که در دو قسمت چهار سری و سه سری از Down Commer منشعب می شود . اما در درام IP تعداد لوله هایEvaprator که از Down Commer منشعب می شوند ٤ سری لوله موازی است که در یک سمت Down Commer قرار دارد .

سومین Evaprator ، LP evaporator است که در زیر , Deavrator Storage tank قرار دارد و آب را از Down Commer گرفته و در ودو سری لوله موازی گرم می نماید و سپس وارد Storage tank می کند.

نکته ۱: در لوله های Evaprator آب خود به خود بالا می رود و احتیاجی به پمپ نیست . علت این امر ، اختلاف دانسیته است مجموع لوله های Evaprator و Down Commer مانند یک لوله V شکل هستند که به صورت متصل به هم در نظر گرفته می شود . یک طرف لوله آب اشباع و طرف دیگر لوله آب و بخا ر داریم و چون دانسیته بخار از آب کمتر است پس دانسیته کل سیال Evaporation از دانسیته کل لوله ها Down Commer کمتر است . و این

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

اختلاف دانسیـه باعث حرکت آب از دانسیتهٔ بالا به دانسیتهٔ پایین و سیر کولاسیون طبیعی آب می شود ، که این در سیکل ترکیبی نیروگاه شهید رجایی اتفاق می افتد(سیر کولاسیون- طبیعی)

نکته ۲:

بویلر هایی که در فشار بحرانی کار می کنند ، احتیاج به پمپ دارند (مانند نیروگاه نکا) زیرا با افزایش فشار ، اختلاف دانسیته بین آب اشباع و بخار اشباع کمتر می شود تا اینکه در فشار بحرانی دیگر بین این دو اختلافی نیست (نمودار P-V در فشار بحرانی ، حجم که عامل تغییر چگالی است بین آب اشباع و بخار اشباع ثابت است) و آب اشباع مستقیماً به بخار سوپر هیت تبدیل می شندو دیگر نا حیه دو فازی را طی نمی کند . پس باید یک پمپ در مسیر راه لوله های Down Commer قرار گیرد.

این پمپ همان B.C.P است که هر کدام برای چرخش آب در بویلر به کار می رود ، زیرا اختلاف دانسیته قادر به تأمین این هدف نیست . در چنین نیروگاه هایی که دیگر Drum موجود نیست و آب درون Water wall های محفظه احتراق مستقیماً به بخار سوپر هیت تبدیل می شود.

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

٦- Super Header :

برای استفاده از انرژی و حرارت گاز عبوری از بویلر و همچنین تولید بخار با کیفیت برای توربین ها در نیروگاه ، بخار اشباع تولید شده در درام را مجدداً توسط گازهای حاصل از احتراق در بخش توربین گاز گرم می کنند . این عمل به دلیل استفاده هر چه بیشتر از انرژی گاز صورت می گیرد.

که به این عمل داغ کردن بخار یا Super heater گفته می شود.

یک سوپر هیت شامل هدرهای ورودی و خروجی می باشد که توسط لوله هایی با قطر کم به هم مرتبط می شوند . سوپر هیتر ها معمولاً چند مرحله ای هستند به این ترتیب کنترل درجه حرارت نیز ساده می شود .

سوپر هیترها بر اساس شرایط طراحی بخار دریافتی طبقه بندی می شود . روش دیگر طراحی بر اساس تعداد لوله ها و محل هدرها می باشد .

تقسیم بندی از نظر شکل قرار گرفتن لوله ها و هدر ها به صورت زیر است:

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

۱- آویزان : که لوله ها از هدرها آویزان بوده و توسط آنها نگهداری می شوند.

۲- افقی : که لوله ها به صورت افقی قرار دارند.

۳- L شکل : که از حداکثر برخورد دود با لوله استفاده می شود.

همانطور که می دانیم بخار خروجی از درام بخار آب اشباع می باشد و به محض برخورد با هر جسم سردی به مایع تبدیل می شود به همین خاطر آن را در سوپر هیتر به صورت بخار مافوق گرم می آورند.

که این کار در نیروگاه سیکل ترکیبی در یک سوپر هیتر IP و در سوپر هیتر HP انجام می شود.

در سوپر هیتر IPبخار مربوط پس از خروج از Drum در داخل سوپر هیتر خشک شده و در نمودار T.S ترمودینامیک وارد منطقه مافوق گرم می شود و مهیای ورود به توربین می گردد.

که در مسیر آن دو Safty valve وجود دارد که در صورتی که فشار از bar ۷/۷ بیشتر باشد عمل خواهد نمود .

اما در سوپر هیتر HP که شامل دو سوپر هیتر Primary و Final می باشد .

بخار پس از خروج Drum HP در سوپر هیتر اولیه خشک شده تا قطرات آب

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

وارد توربین نگردد و باعث ایجاد خوردگی و ارتعاش پرده های توربین نشود

به این منظور بخار خروجی از سوپر هیتر اولیه مهیای ورود به سوپر هیتر ثانویه می شود.

علت این امر این است که بخار ورودی به توربین HP می بایست درجه حرارت معینی داشته باشد لذا در مسیر بین دو سوپر هیتر اولیه و ثانویه آبپاشی قرار دارد که بر روی بخار، آب می پاشد و درجه حرارت را به میزان مورد نیاز برای HP توربین می رساند سپس بخار وارد سوپر هیتر ثانویه شده تا قطرات آب پاشیده شده بر روی آن مجدداً بخار شود . تا قطرات ریز آب وارد توربین نگردد .

در مسیر بخار سوپر هیت به HP توربین دو عدد Safefy valve است که طریقهٔ عملکرد آن مانند Safefyvalve های مسیر IP بخار است .

بخار خروجی از سوپر هیتر ثانویه دارای دبی ۱٤٤۲۸۰ Kg/h و فشار bar ۸۹/٥٤ و دمای ٥۱۲ °C می باشد .

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

با توجه به مطالب گذشته بویلر فرایند فشار ثابت را در دیاگرام T-S طی میکند اما در عمل در حدود ۱۹ الی ۲۰ بار اختلاف فشار وجود دارد که به دلیل وجود افت فشار در لوله های موجود در مسیر می باشد .

۷- BlowDown :

شامل یک تانک ذخیره به حجم $۲/۶۳ M^3$ است که شامل سه Drain متصل به آن می باشد که یکی از Hp و IP سوپر هیتر بوده و دیگر از IP درام و آخری از خط تغذیه انرژی مابین Hp و IP درام در زمان تریپ سیستم می باشد .

Drain از IP درام به علت وجود ذرات نا محلول در انتهای تانک بوده که با وجود مقطر بودن آب به Blow down تخلیه می گردد.

از وظایف BlowDown گردآوری drain ها ، از بخش های مختلف H.R.SG است و فرستاندن آنها به طور مستقیم به استخر تبخیر به منظور کاستن دما ، ضمناً شیری نیز در زیر Blowdown وجود دارد که برای تخلیه آب استفاده می شود

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

: Blow oFF

زمانی که جریان بخار قطع است یا هنوز در مدار بر قرار نشده است در زمان Start Up و Shut down آب باقی مانده در سیستم از این طریق تخلیه می شود.

۸- Diverter Damper :

دمپری است هیدرولیکی که در شرایط مختلف از دستور العمل زیر پیروی می کند .

این دمپر در ابتدای راه ورود به بویلر قرار دارد . تا پیش از راه اندازی سیکل ترکیبی این دمپر مسیر را مسدود کرده و تمام دود خروجی از سیکل گازی (توربین گاز) را به اتمسفر می فرستاد.

الف- بستن اتوماتیک شیر گازهای گرم وارد شده به بویلر ؛ زمانی H.R.SG در حالت Trip قرار دارد که زمان لازم برای رسیدن به این هدف ۲۰ ثانیه طول می کشد.

ب- بستن مسیر بویلر به منظور کارکردن سیکل گازی به تنهایی .

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

ج- بستن مسیر ورود به اتمسفر در حالت کار H.R.SG :

این دمپر فقط دو حالت ۰ یا ۱۰۰٪ را دارا است . یعنی در یک زمان و یا فقط مسیر بویلر باز است و یا مسیر اتمسفر؛ که این کار از طریق یک سیستم کنترلی انجام می شود و این سیستم کنترلی دارای سه سوئیچ محدود کننده برای وضعیت باز کردن به سمت H.R.SG ، با سیگنال های مناسب و سه سوئیچ محدود کننده برای وضعیت بسته شدن مسیر H.R.SG با سیگنال های مناسب میباشد .

ضمناً برای ایمنی پرسنل ، در زمانی که به هر دلیلی سیکل ترکیبی از مدار خارج می شود با حرکت دادن دو موتور جهت دار ، از طریق Guttine Damper که سیستم آب بر اساس کشش کابل استوار می باشد ، جلوی مسیر گاز خروجی از توربین گاز به سمت H.R.SG گرفته می شود.

این دمپر به منظور ایجاد ضریب ایمنی بیشتر و جلوگیری از ورود هرگونه گازی به فضای بویلر می باشد. یک سیستم فن دمنده شامل دو فن با دو ولوموتوری برای آب بندی گاز از طریق هوا . در طرف بسته Diverter

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

Damper تعبیه شده است . (فشار هوا در طرف بسته به منظور جلوگیری از نشت گاز)

توربین : Turbin

بخار پس از گذشتن از super Heater فاینال در بویلر وارد خط Main Steam شده و به توربین می رود . توربین بخار سیکل ترکیبی طیف وسیعی از ماشینها را شامل می شود که در آنها انتقال انرژی بواسطه جریان دائمی یک سیال عامل (بخار) در میان آنها تعبیه شده بر روی محور ماشین صورت می پذیرد .

توربینهای بخار شامل پره های ضربه ای و عکس العملی می باشد .

توربیت شامل قسمتهای مختلفی است که در پایین به این قسمتها و انواع آنها اشاره می شود .

۱) فوندانسیون توربین :

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

برای اینکه قسمتهای ثابت (سیلندر و پوسته) و متحرک (روتور) توربین در وضعیت نسبی صحیح قرار گیرند لازم است قسمتهای ثابت توربو ژنراتور بر روی یک صفحه فلزی که به نام صفحه فونداسیون نامیده می شود نصب شود . این صفحه به نوبه خود بر روی یک پایه بتنی مناسب قرار می گیرد . در توربو ژنراتور های با قدرت پایین صفحه فوندانسیون بشکل قاب و از جنس چدن می باشد . و قدرتهای متوسط از چند قسمت مجزا تشکیل یافته که در موقع نصب در محل نقاط اتصالی علامت گذاری شده توسط پیچهای مخصوصی به یکدیگر متصل می شوند و در توربوژنراتور های با قدرت بالاتر از چندین قاب مجزا استفاده می شود . صفحه فوندانسیون بصورت مجموعه بر روی پایه بتونی نصب می شوند که جهت تراز نمودن آن نسبت به سطح افق از تعدادی گوه های فولادی که در زیر قاب قرار می گیرند استفاده می کنند با حرکت دادن گوه ها می توان قاب را نسبت به سطح فوندانسیون بهمان اندازه از پیش تعیین شده تنظیم نمود . پس از نصب کلیه قسمتهای توربو ژنراتور بر روی صفحه ، بمنظور تحمل نمودن نیروهای استاتیکی و دینامیکی و انتقال آن به فوندانسیون ، گوه ها را با قطعاتی (لقمه های فولادی) که دارای ضخامت مساوی با

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

مجموعه گوه ها هستند تعویض می نماید . صفحه فوندانسیون با پیچهای مخصوصی به فونداسیون محکم می شوند . پس از بررسیهای نهائی از نظر تنظیم دقیق فاصله صفحه و فوندانسیون و مناسب بودن قسمتهای لقمه های پیچهای مذکور توسط ملاط سیمان پوشانده می شوند ، بدیهی است تنظیم دقیق صفحه نسبت به فوندانسیون بر نحوه کار قطعات توربین و طول عمر آنها اثر مستقیم دارد .

فوندانسیون نبایستی با فوندانسیون بقیه تجهیزات و نیز پایه ساختمان کارگاه مرتبط باشد . در غیر اینصورت ارتعاشات ناشی از کار توربین برای قسمتهای مذکور ایجاد اشکال می نماید .

۲) پوسته: casing

پوسته توربین بعنوان یک مخزن تحت فشار است که وزن آن توسط پایه های یاتاقانها تحمل می شود . در داخل پوسته پره های ثابت که بر روی حاملهای متعدد نصب شده اند قرار می گیرند علاوه بر این در محل های تقاطع روتور با پوسته از یکسری تجهیزات جهت آببندی پوسته بنام گلند استفاده می شود بخار اصلی و بخار گرفته شده از بویلر پس از عبور از ولوهای متعددی به پوسته

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

توربین وارد می گردد . همچنین بخار تغذیه هیترها از طریق انشعابات متعدد در طول پوسته به هیترها در سیکل بخار فرستاده می شود . مرحله اول پره های ثابت بعنوان چرخ شیپور (چرخ کورتیس) ، در ابتدای پوسته قرار دارد که وظیفه آنها تبدیل انرژی حرارتی بخار به انرژی جنبشی و در واقع فشار قابل استفاده در پرده های متحرک است . پوسته های توربین از جنس چدن یا فولاد مخصوصی هستند ، در توربینهایی که دمای کار پوسته آنها از ۲۵۰ درجه کمتر است از چدن استفاده می شوند . برای دماهای بیشتر از این بدلیل بروز پدیده متالوژیک در ساختار چدن که باعث افزایش حجم و تغییر شکل دائمی و نهایتاً کاهش مقاومت مکانیکی چدن می شود از آنها استفاده نمی شود . پوسته توربینهایی که در آنها دمای بخار در محدوده ۳۵۰-۴۰۰ سانتیگراد باشد از فولاد مخصوصی که در کوره های کم عمق و از ذوب آهن قراضه با افزودن آهن خالص حاصل می شود استفاده می کنند در پوسته های با دمای کار بالاتر از آلیاژ مخصوصی که حاوی ۰/۶ -۰/۴ درصد فلز مولیبیدن است استفاده می کنند که در اینصورت مقاومت مکانیکی آن در شرایط خاص از دما و فشار بخار تضمین می گردد .

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

۳) روتور Rotor:

از نظر ساختمان روتور بصورت زیر تقسیم بندی می شود:

الف) روتور با دیسکهای مجزا: محور این روتورها از بتن ماشینکاری شده و سپس دیسکهای مجزایی در نقاط مختلف آن بصورت پرس گرم و یا توسط خار نصب می گردد هزینه ساخت آن نسبت به انواع دیگر کمتر بوده و علاوه بر آن چون دیسکها و روتور از هم جدا هستند ماشینکاری آنها سریعتر و سهلتر بوده و نیز بررسی دیسکها براحتی انجام می گیرد.

ب) روتور یکپارچه: در این محور و دیسکها به عنوان یک مجموعه یکپارچه از طریق عملیات forgingشکل داده می شود و در نهایت پس از تراشکاری آماده می گردد. هزینه ساخت این نوع روتور زیاد بوده و انجام عملیات بر روی آن مشکل می باشد.

این نوع روتور، تسهیلات روتور دیسکی را ندارد و در توربینهای مدرن مخصوصاً در مرحله HP و ندرتاً در LP مورد استفاده قرار می گیرند.

روتور درامی: روتور درامی در توربینهای با قدرت پایین که پره های آنها هر یک (ضربه ای . عکس العمل) است مورد استفاده قرار می گیرند. زیاد بودن جرم

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

روتور مشکلاتی از قبیل افزایش تنش های حرارتی و نیز اختلاف انبساط بین روتور و پوسته را موجب می گردد. لذا از نظر ابعاد کاربرد آنها محدود می گردد و در انواع روتور درامی توخالی و توپر مورد استفاده قرار می گیرند.

ج) روتور جوش داده شده: این نوع روتور شامل تعداد معینی دیسک آماده که فاقد سوراخ مرکزی هستند می باشد که آنها را کنار یکدیگر گذاشته و بهم جوش می دهند. در اینصورت می توان روتورهای بزرگ را با استفاده از کوپلینگهای یکپارچه با آنها طراحی و تهیه نمود.

٤- پره ها: Blades

پره های توربین به دو دسته ثابت و متحرک تقسیم می شوند:

۱) پره های ثابت: که به پره های هادی نیز مشهورند. دیسکهای مذکور که به دیافراگم نیز مشهورند به تعداد معین بر روی حاملها نصب شده سپس حاملها را در شیارهای تعبیه شده در داخل پوسته توربین محکم می نمایند. هر دو پره مجاور بر روی دیافراگم تشکیل مجرای خاصی می دهند که اصطلاحاً به آنها شیپور، می گویند. بنابراین هر دیافراگم مشتمل بر تعداد زیادی شیپور است که بخار از داخل آنها عبور داده و ضمن تبدیل انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

بخار، مسیر حرکت بخار از یک طبقه به طبقه مجاور هدایت می نماید. یک دیسک متحرک و دیافراگم مجاور آنرا مجموعاً یک طبقه توربین می نامیم.

اولین دیافراگم توربین که در آن انرژی پتانسیل بخار به مقدار عمده به انرژی جنبشی تبدیل می گردد را چرخ نازل می گویند. بخار پس از عبور از ولوهای کنترل توربین وارد محفظه پشت چرخ مذکور که به محفظه نازلها مشهور است گشته و پس از عبور از نازلها در اثر انبساط فشار آن کاهش و سرعت آن به مقدار قابل ملاحظه ای افزایش می یابد.

چون بخار در طول توربین و در طبقات متوالی منبسط می گردد لذا حجم آن بتدریج زیادتر شده و لذا ارتفاع پره ها در جهت محور افزایش می یابد.

۲)پره های متحرک:

این پره ها بر روی دیسکهای روتور، نصب می شوند و همانطور که در مورد پره های ثابت گفته شد ارتفاع آنها در طول افزایش می یابد. در هنگام عبور بخار از مجاری ایجاد شده بین پره های متحرک متوالی انرژی جنبشی بخار به کار مکانیکی روی روتور تبدیل می شود به این ترتیب نیروی محرک لازم جهت

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

تولید قدرت در ژنراتور بوجود می آید. نحوه جذب انرژی جنبشی بخار در پره ها بستگی به شکل مقطع آن دارد که این عمل را کمپوندینگ می نامند این پره های متحرک به ۵ دسته تقسیم می شوند:

۱) پره های ضربه ای

۲) کمپوندینگ سرعت

۳) کمپودینگ فشار

٤) کمپودینگ فشار و سرعت

۵) پرده های عکس العملی

پره های ضربه ای: در این پره های فشار بخار در پره های متحرک تقریباً ثابت می ماند و این تغییر تنها در پرده های ثابت مجاور آن انجام می گیرد از مزایای این نوع پره ها فواصل نسبتاً کم بین آنها بر روی دیسک است که بخاطر افزایش راندمان و جلوگیری از جریان مغشوش در فضای بین آنهاست. در پره های ضربه ای چنانچه سطح پره ها بمیزان قابل قبول صیقلکاری گردد کوپل مکانیکی لازم در اثر تغییر راستا و نیز مقدار سرعت بوجود می آید.

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

پره های عکس العملی: در این نوع افت فشار هم در پره های ثابت و هم در پره های متحرک صورت می گیرد و چون فشار در طرفین پره متحرک ثابت نیست لذا توربین را عکس العملی می نامند. شکل مقطع پره نقش اساسی در نوع پره از نظر عکس العمل یا ضربه ای بودن دارد. پره های ضربه ای دارای شکل متقارن بوده و سطح مقطع شیپور، در جهت انبساط و بخار ثابت است در حالیکه پره های عکس العملی متقارن نیستند و سطح مقطع شیپور، کاهش می یابد.

نوع خاصی از توربین عکس العملی دارای پره های ثابت و متحرک متشابه است. به نحوی که افت فشار در یک طبقه توربین بطور یکسان توسط پره های ثابت و متحرک انجام می گیرد. این نوع توربین را عکس العمل ٪۵۰ می نامند.

۵- کوپلینگها: Coupling

کوپلینگها بطور عمده جهت انتقال کوپل مکانیکی بکار می روند اما بسته به نوع می تواند انحراف زاویه ای محدود در سمت روتور را نسبت به هم و نیز حرکت محوری روتور را تحمل نموده و انتقال دهد. کوپلینگها اساساً به سه دسته انعطاف پذیر و صلب و نیمه صلب تقسیم می شوند.

۶- یاتاقانها:Bearing

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

یاتاقانهای توربین به دو دسته تقسیم می شوند و به شرح زیر است:

۱)یاتاقانهای ژورنال: Journal Bearing

در طول روتور ژنراتور تعدادی یاتاقان نصب می شوند تا ضمن آنکه وزن روتور را حمل می کند لقی شعاعی بین روتور و پوسته را در حد معینی محفوظ دارد. ارتعاشات روتور توسط یاتاقانها به پایه و سپس فونداسیون منتقل می شوند. در بعضی توربین ها، بجای اینکه بین دو پوسته توربین دو یاتاقان قرار می دهند برای کاهش افت انرژی تنها از یک یاتاقان استفاده می شود. در غیر اینصورت لازمست که کوپلینگ از نوع صلب باشد، پوسته یاتاقانها بصورت دو نیمه ساخته می شود تا تعمیر و نیز تنظیم آن در موقع نصب با سرعت انجام گیرد. جنس پوسته از چدن یا فولاد است که سطح داخل آن با لایه ای از یک فلز نرم که معمولاً بابیت است پوشانده می شود.

۲)یاتاقان کف گرد: Thrust Bearing

در یک توربین بخار چندین طبقه عکس العملی وجود دارد که اختلاف فشار بخار در طرفین هر دیسک منجر به پیدایش نیروی محوری می گردد که برایند این نیرو ها مقدار قابل ملاحظه ای است و یک نیروی مزاحم برای پره های ثابت و

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

متحرک می باشد بایستی کنترل گردد. در واقع در اغلب توربینها با استفاده از دیسک بالانسینگ و نیز جریان متقارن بخار در پوسته این نیرو خنثی می گردد. اما در مواقعی که به دلایل مختلف از جمله تغییر بار این تعادل بهم می خورد وظیفه یاتاقان کف گرد کنترل نیروی محوری اضافی آن در حد مجاز است.

۷) گلندهای توربین: Turbine Glands

برای جلوگیری از برخورد قطعات متحرک توربین و قسمت ثابت آن مقداری لقی بین آنها وجود دارد از طرف دیگر لقی مذکور نشت بخار پوسته HP به بیرون و نیز پوسته LP نفوذ هوای بیرون بداخل توربین را بیشتر می سازد. لذا در محل تقاطع روتور با پوسته از مجموعه های خاصی بنام گلند بمنظور آب بندی پوسته استفاده می شود. از نظر ساختمان و کاربرد ۳ نوع گلند در توربین مورد استفاده قرار می گیرد.

a) گلند زغالی b) گلند آبی c) گلند لابیرنتی

گلند لابیرنتی: از نظر ساختمان، به دو دسته صلب و الاستیک تقسیم می شوند. در نوع صلب چون فینها در جداره داخلی رینگ محکم شده لذا در صورت تماس روتور با لبه فینها تولید مالش در سطح روتور نموده و نتیجتاً موجب افزایش

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

دمای آن میگردد. در نوع الاستیک با قرار دادن فنرهای مخصوص در زیر هر قطعه از فین امکان شعاعی آن وجود دارد.

و لذا مسئله فوق به مقدار قابل ملاحظه ای مرتفع می شود.

اساس کار گلندهای لابیرنتی بر افت فشار تدریجی بخار نشتی است که این پدیده در اثر عبور گلند بخار از شکافهای بسیار کوچک و نیز انبساط آن در حفره های بین فینها صورت می گیرد. در واقع هر کدام از شکافهای بسیار کوچک و نیز انبساط آن در حفره های بین فینها صورت می گیرد. در واقع هر کدام از شکافهای مذکور بصورت شیپورای عمل می نمایند که بخار عبوری از آنها منبسط شده فشارش افت پیدا می کند و این افت فشار به سرعت تبدیل می شود. سپس این افزایش سرعت در اثر جریان مغشوش بخار در حفره بین دو فین به حرارت تبدیل می شود، این عمل تا آنجا تکرار می شود که فشار بخار خروجی از پوسته گلند به اندازه فشار هوای محیط گردد و سرعت آن به مقدار قابل ملاحظه ای کاهش یابد.

هر چه افت فشار در یک رینگ بیشتر باشد مقدار رینگهای لازم برای آب بندی بخار نشتی کمتر بوده و حجم پوسته گلند کاهش می یابد بهمین دلیل فینهای

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

موجود روی رینگها را به اشکال مختلف طراحی می نمایند تا فشار بخار از فینهای هر رینگ به مقدار مناسبی کاهش یابد.

کندانسور (Condansor)

یکی از بخشهای مهم و اصلی در یک نیروگاه که جایگاه آن درست بعد از توربین است سیستم چگالش و میعان بخار آب در سیستم است. که این عمل در محفظه ای به نام کندانسور انجام می شود.

کندانسور بصورت محفظه ای بسیار بزرگ وابسته است که مستقیماً در زیر آخرین مرحله توربین کم فشار قرار دارد. از مهمترین و اصلی ترین موارد قابل توجه در کندانسور این است که کندانسور در خلاء کار می کند. یعنی فشاری کاری آن در زیر فشار اتمسفر در حدود 0.098 bar است. علت این امر این است که تا آنجا که امکان دارد از افت فشار در توربین استفاده کرده و توربین توان بیشتری به سیستم تحویل داده و راندمان آن بالا رود.

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

توضیح این مورد این است که در فشار بالاتر توربین با توجه به دمای خروجی بخار از توربین ، با توجه به نمودار (T-S) مرحله چهارم وارد قسمت Saturated شده و قطرات آب در پره های ردیف آخر توربین که همگی عکس العملی هستند ایجاد شده و این ذرات مانند گلوله های فلزی پر سرعت به پره ها برخورد کرده و ایجاد خوردگی شدید می کند در ضمن این توربین ها برای گردش بوسیله بخار طراحی شده است.

این خلاء به دو صورت تأمین می شود، قسمت اعظم این خلاء بطور طبیعی و بوسیله همان کندانس آب ایجاد می شود با توجه به اینکه در کندانسور نیروگاه شهید رجایی بخار آب مسیر Cooling در داخل کندانسور چگالش یافته و در واقع همانند یک هیتر باز عمل می کند که آب و بخار با هم مخلوط می شوند، هنگامی که آب باعث کندانس بخار می شود با تبدیل بخار به آب که خود با کاهش حجم همراه است خلاء ایجاد می شود ولی برای تکمیل این خلاء از وسیله دیگری به نام Main Ejector استفاده می شود که هوای داخل کندانسور را مکش می کند و خلاء ایجاد می کند (توضیحات دستگاه یاد شده در ادامه داده خواهد شد) البته به کندانسور مسیر های by pass زیادی وصل شده که

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

توضیح آنها از حوصله متن خارج شده و در ضمن مسیر اصلی سیکل نمی باشد.

در ساختمان کندانسور از لحاظ شماتیک می توان به موارد فوق اشاره کرد که در زیر آن که Hot well نامیده می شود ارتفاع آب در حدود 3.4 m است که یک خروجی زیر کش برای Condansor extraction pump داشته و لوله حروجی آب cooling از بغل کندانسور خارج شده و لوله های برگشت از cooling tower ها از بالای لوله های رفت وارد کندانسور می شود.

Condanser pressure : 0.098 bar

Condensor Temprature : ٤٥/٥°C

Q max :١٤٣.٤kg / s

Extarction Condensor Pump

این پمپ از نوع پمپهای چند طبقه ای مجزا است در واقع از لحاظ ساختمان هر طبقه شبیه پمپهای سانتریفیوژی است یعنی هر طبقه شامل یک پره (impeller) و یک دیفیوزر (Diffuser) است.

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

این پمپ معمولاً به علت شکل آنها بصورت چند طبقه ای و بلند و عمودی هستند طول شفت مرکزی آنها بسیار بلند است روش افزایش فشار در این پمپ ها این گونه است که هر طبقه به عنوان یک پمپ به یک نسبت فشار را افزایش می دهد و در واقع Discharge هر پمپ suction مرحله بعد و طبقه بعد است به این ترتیب با یک فشار ورودی کم بطور تصاعدی می توان یک فشار خروجی بالا با توجه به اینکه ساختمان کلی این پمپ به شکل سانتریفوژی است و محدودیت های آنها را دارد بدست آورد. در واقع برای جبران زیاد بودن NPSH به علت فشار خروجی بالا این روش اتخاذ شده است به طوری که با برآوردن NPSHreq برای پمپ اول که یک پمپ با فشار خروجی کم است و متعاقباً فشار ورودی کمی احتیاج دارد و NPSH برای پمپهای عدی هم فراهم می شود.

این پمپ بصورت عمودی در یک چاهک واقع است که با این کار نسبت به سطح Suctionپمپ یک Head پیدا خواهد کرد در واقع عمق این چاهک برابر با طول شفت آن حدود 4.1 m است که این بدان علت است که این پمپ کف کش برای جلوگیری از پدیده کاویتاسیون باید Suction آن در آب قرار داشته باشد.

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

این پمپ، پمپ بسیار مهمی است که هم به این دلیل که آب را در داخل کندانسور و خلاء می مکد و پمپاژ می کند و در ضمن چون بعد از این پمپ فیلترها قرار دارند فشار خروجی آن نیز نمی تواند زیاد باشد (چیزی در حدود 8bar است) برای از بین بردن نیروی محوری یک یاتاقان کف گرد استفاده می شود.

نکته مهم درمورد این پمپ این است که این پمپ در واقع آب را از داخل کندانسور و خلاء است مکش می کند و برای ارضاء NPSH و همچنین جلوگیری از کاویتاسیون باید در چاهک آن به یک اندازه خاص آب وجود داشته باشد و چون آب در داخل Hot well کندانسور توسط خلاء بالای آن به داخل خود کندانسور مکیده می شود و ممکن است آب به داخل چاهک نیاید و پمپ بدون آب بماند به این منظور برای ایجاد همفشاری روی سطح آب چاهک و داخل کندانسور یک مسیر همفشاری وجود دارد یک سر آن بالای چاهک و سر دیگر آن به کندانسور متصل است با این کار تنها اختلاف فشار به علت Head وجود خواهد داشت و به این ترتیب همواره ارتفاع مشخص آب خواهد بود.

آب بعد از این قسمت به سمت فیلتر ها و C.P.P پمپاژ می شود.

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

TotalHead : ۷.۵kg / cm۲

Capacity : ۳۷۲.۵۳۷ m^3/h

Temprature : ۶۳.۸°c

Speed : ۹۸۰rpm

Motor power : ۲٤٥kw

تصفیه آب خروجی از کندانسور C.P.P (Condesated polishing plant):

آب پمپاژ شده بعد از اکسترکشن پمپ وارد این قسمت شده که در واقع عمل تصفیه مکانیکی و شیمیایی آب را بر عهده دارد . این مجموعه شامل دو مرحله موازی هم هستند که یکی از آنها در حالت stand by است .

در ابتدا وارد یک سری فیلترها (Cartridge Filter) می شود این فیلتر ها تصفیه مکانیکی آب گرفتن ذرات خارجی بر عهده دارند. برای جذب مواد خارجی این فیلترها لوله های موازی که به دور آنها مواد الیاف مانندی پیچیده شده است. بعد از این مرحله آب وارد مخزنی به نام Mixed bed می شود که در این مرحله عمل تصفیه شیمیایی انجام می شود در آنجا با تزریق رزینهایی به آب آنرا از نظر آنیونها و کاتیونهای موجود در آن کنترل می کنند که از جمله مهمترین آنها کربنات کلسیم است که اگر وارد سیستم شود ایجاد رسوب در لوله ها کرده و لوله ها مسدود می شود.

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

همچینی رزین نمی تواند وارد آب شود و باید از آن گرفته شود چون در مراحل بعد ایجاد خرابی می کند آب وارد محفظه ایی به نام (resien catcher) می شود که مواد تزریق شده به آب از آن جدا می شود و عمل احیا سازی رزین ها انجام می شود تا دوباره مورد استفاده قرار گیرند. به همین دلیل مقداری افت فشار در طول مسیر هم خواهیم داشت. در ضمن به دلیل اینکه این رزین کچرها در فشار خاصی کار می کند اگر فشار بیشتر باشد ممکن است رزین احیاء نشده وارد مسیر شده اکسترکش پمپ قبل از این قسمت خروجی زیادی ندارد.

داده ها در خروج (outlet) داده ها در ورود (inlet)

Qmax : 143 .4 kg/s Qmax : 143 .4 kg/s

Qnor:102.6 kg/s Qnor:102.6 kg/s

Pressure:8.5 bar Pressure:3.5bar

Temprature:45.5 c temprature:45.5 c

پمپ کمکی کندانسور پمپ (Condensor Boostor pump):

این پمپ در مسیر بعد از قسمت C.P.P قرار داد و در واقع برای افزایش فشار استفاده می شود. علت وجود این پمپ این است که نمی توان فشار قبل از

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

فیلترها و Mixed bed را پیش از این زیاد کرد چون با افزایش فشار ابعاد این تجهیزات زیاد شده و در ضمن رزین کچرها نیز باید قویتر و در نتیجه هزینه برتر خواهد بود به همین دلیل از این پمپ استفاده می شود این پمپ از نوع سانتریفوژی است و افقی قرار دارد و شامل ۵ مرحله پروانه و دیفیوزر است.

پروانه های آن از نوع جریان شعاعی بوده این پمپ به تعداد ۲ عدد در مدار تعبیه شده که یکی از آنها در حالت stand by است فشار ورودی این قسمت همان فشار C.P.P است که در حدود 3.5 barاست. پس از عبور پمپ تا حدود 24 bar افزایش می یابد.

Total Head : ۲۲۵ ≈ ۲۷۰m

Pimp Head: ۱۹۰ ≈ ۲٤۰m

Capacity: ۳۸۲ ≈ ٥۳۲ m^3/h

Speed :1476 rpm

Main Ejector :

با توجه به توضیحات داده شده و قبل هم برای تأمین خلاء کندانسور و هم اینکه بتوانیم در دمای پایین تری بخار مافوق گرم از توربین خارج کنیم و توان

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

بیشتری بگیریم به خلاء در کندانسور نیاز داریم که توسط این قسمت تأمین می شود. این تجهیز یک مکنده مکانیکی مصرف کننده توان نیست و در واقع نیز به توان خارجی ندارد. Main ejector از لحاظ ساختمانی از یک نازل و یک دیفیوزر پشت سر هم تشکیل شده است. که در گلوگاه با توجه به افزایش سرعت فشار به شدت کاهش می یابد (طبق رابطه برنولی) و به همین منظور یک لوله هوا که سر دیگر آن به کندانسور متصل است به این قسمت متصل است و باعث مکش هوا از داخل کندانسور شده و هوای مکیده توسط vent های هوا به اتمسفر تخلیه می شود.

به این منظور بخار را با فشار اصلی از مسیر با فشار بالای بخار قبل از توربین گرفته و از این نازل می گذرانند و این مکش را ایجاد می کنند برای بازیافت این بخار و برای اینکه دمای این بخار هدر نرود به جزء این ejector ها یک هیتر بسته دارد که شامل دو قسمت inter cooler و After cooler می باشد روش کار اینگونه است که بخار وارد کولر اول شده و از طریق آب ورودی که از بوستر پمپ آمده بدون اینکه با هم تماس داشته باشند (Shell & tubes) خنک می شود آب خروجی نیز مقداری گرم شده در ضمن بخار کندانس شده از

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

طریق اولین drain جمع می شود سپس باقیمانده بخار به کولر بعدی رفته و نهایت استفاده از دمای آن برده می شود پس از کندانس از طریق drain بعدی با مرحله قبل یکی می شود و به سوی تانکی به نام(clean Drain tank) می رود که این تانک به علت اختلاف ارتفاع که با کندانسور دارد آب را به داخل آن می ریزد و در نهایت وارد سیکل می شود.

در ابتدای راه اندازی چون بخار در سیستم وجود ندارد از یک سیستم راه اندار (Hogging Ejector) استفاده می شود که روش عمل آن همانند Main Ejector است و به همان شکل کار می کند. در ابتدا بخار توسط Aux vapour که از طریق بویلر کمکی ایجاد شده تأمین می شود و شروع به مکش هوای کندانسور کرده تا فشار به تعادل برسد و بعد از ایجاد بخار و راه اندازی ejector اصلی از مدار خارج می شود.

گلند کندانسور (Steam Gland Condensor)

این سری از گلند کندانسورها در نیروگاههایی که با توربین بخار آنها کندانس می شود بکار می رود. وظیفه اصلی آنها جمع آوری مخلوط هوا و بخار سیستم

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

آب بندی شفت توربین و ولوهای اصلی کندانس شدن بخار نشتی از leak off می باشد.

طراحی گلند کندانسور بر مبنای کندانس شدن سطحی است (sell and tubes) آب سیکل در حال خنک کردن یا بخار در تماس نیست. لوله ها که آب سیکل در آنها جریان دارد و به ورقه هایی متصل است. این ورقه ها به کندانسور جوش داده شده اند تا محفظه بخار را از آب در گردش (ورودی و خروجی) جدا می کند. جنس تمام آنها از فولاد زنگ نزن است.

محفظه بخار شفت سیلهای توربین در یک خلاء نسبی قرار دارند، تا بخار از توربین به بیرون نشت نکند، این عمل باعث مکش هوا از بیرون به سمت محفظه بخار شفت می شود. این خلاء توسط یک فن خروجی (Exhaust Fan) که به گلند کندانسور متصل است ایجاد می شود، برای رسیدن به خلاء (-5 mbar) در شفت سیلها به خلائی در حدود (-10 mbar) در گلند کندانسور نیاز است.

مخلوط بخار و هوا به محفظه بخار (S.G.C) وارد می شود. هوای موجود در این مخلوط باعث کاهش ضریب انتقال حرارت و در نتیجه غیر اقتصادی شدن

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

این عمل می شود. بخش کندانس نشده در حدود 30% قابل پذیرش و جزء شرایط طراحی محسوب می شود.

بهمین منظور صفحات منحرف کننده (baffed plate) جریان بخار را به سمت بالا منحرف کرده که باعث سرعت دادن به بخار و کاهش اثر هوا می شود.

بخار های گلند روی سطح لوله های (tubes) گلند کندانسور، میعان یافته و از drain های بخارات مکنده شده از طریق یک سیفون به کانالی هدایت می شود.

جریان بخار نشت یافته از طریق یک dischargeبه کندانسور هدایت می شود.

بخش کندانس شده و هوای ناشی از مکش فن در قسمت سیلهای شفت توربین، توسط آن فن کشیده شده و از طریق اگزوز به بیرون هدایت می شود، حرارت بخار در طول کندانس شدن از طریق لوله های آب در گردش انتقال پیدا می کند.

پمپ آب تغذیه بویلر (Boiler Feed pump)

این پمپ مهمترین پمپ در نیروگاه و در واقع قلب نیروگاه است، این پمپ بیشترین توان مصرفی را در میان تجهیزات نیروگاه دارد.

این پمپ از نوع پمپهای سانتریفیوژی است که در اینجا کمی راجع به ساختمان آنها توضیح خواهیم داد. این پمپ شامل پروانه (impeller) یک دیفیوزر

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

(Diffiuser) در هر مرحله (Stage) می باشد از لحاظ شکل پروانه داخل دیفیوزر قرار گرفته. پروانه شامل یک صفحه مدور است که آب از قسمت محور آن وارد شده و توسط پره های روی آن بطور شعاعی از آن خارج می شود بعد از خروج جریان از این پروانه ها از طریق هدایت کننده هایی که روی پوسته پمپ است آب به طرف «دیفیوزر» هدایت می شود که بعد از آن وارد پروانه ی بعد می شود. لازم به ذکر است که پروانه ها روی شفت موتور قرار گرفته و در حرکت است ولی دیفیوزرها روی پوسته توسط خارهایی قرار گرفته و ثابت هستند این مجموعه یک پروانه دیفیوزر است. در یک پمپ تعداد زیادی پروانه و دیفیوزر به دنبال هم هستند که یک مجموعه را ایجاد می کنند. از این دو طریق می توان فشار خروجی این پمپها را بالا برد.

۱) افزایش stage ها ۲)افزایش سرعت درونی پمپ

نکته مهم درباره این پمپها این است که فشار خروجی از فشار ورودی پمپ متأثر است به طوریکه برای تأمین یک فشار خاص خروجی به یک حداقل فشار خاص در ورودی احتیاج است که در پمپها از آن می توان به معیار NPSH نام برد که شامل دو قسمت است یک NPSHreq که مقداری است که کارخانه تولید

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

کننده برای اینکه بتوان فشار خروجی را بدون ایجاد پدیده «کاویتاسیون» در پمپ بدست آورد تعیین می کند و ما ملزم هستیم این مقدار را تأمین کنیم بصورت حداقل.

حسن اصلی و بزرگ پمپهای سانتریفیوژی که بیشترین مصارف صنعتی را دارند این است که دارای فشار خروجی خوب و دبی خوب است و از همه مهمتر دبی خروجی پیوسته می باشد. این نوع پمپها در واقع دریک فشار متوسط با مقدار دبی متوسط کار می کنند ولی رنج تغییرات آن زیاد است. به طور تخمینی این پمپها از فشار 5-150 bar و با دبی $۱۰-۲۰۰ m^3 \backslash h$ کار می کنند که رنج وسیعی را شامل می شود.

از بین پمپهای اصلی بکار رفته در توربوسیکل Booster pump و Boiler Feed Pump از دسته پمپهای سانتریفوژی هستند. Booster pump که قبل از Filter ها و قبل از Main Ejector است در واقع یک پیش فشار لازم برای بویلر فید پمپ ها را ایجاد می کند. نحوه و نمودار پمپهای سانتریفیوژی به این شکل است که سرعت با گذشت از پره ها افزایش یافته ولی فشار ثابت می ماند بعد در دیفیوزر سرعت به فشار تبدیل گشته و کاهش می یابد ولی به علت

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

افزایش مساحت، فشار آن افزایش می یابد (کاهش سرعت) و با قرار گرفتن پشت سر هم این مراحل سرعت بصورت نوسانی تغییر کرده ولی فشار در حال افزایش است.

در مورد Boiler Feed pump احتیاج به توضیح بیشتری است چون این پمپ از نوع سانتریفیوژی بوده و فشار خروجی زیادی را باید تأمین کند پس باید فشار ورودی بالایی را تأمین کرد. این فشار از دو راه می تواند تأمین بشود: یکی از استفاده از head یعنی suction پمپ را نسبت به منبعی که آب را مکش می کند (Storage tank , Dearator) پایین تر قرار گرفته و یا از یک پمپ کمکی استفاده می شود. در نیروگاه بخار یک Booster pump کمکی قبل از Boiler Feed Pump قرار دارد که این فشار ورودی را تأمین می کند. خروجی این پمپ در واقع ورودی B.F.P است در حدود 14-15 bar است ولی خروجی B.F.P در حدود 170 bar است.

در ضمن در بین این دو پمپ یک سیستم هیدرولیکی برای راه اندازی B.F.P وجود دارد که در ابتدای راه اندازی از آن استفاده می شود که هیدروکوپلینگ Hydrocoupling نامیده می شود این بخش شامل دو صفحه که در بین آنها

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

فیلمی از روغن قرار می گیرد و به نسبت ضخامت فیلم روغن (فاصله دو صفحه) دور متغیری برای راه اندازی ایجاد می کند.

نکته دیگر در مورد روغن کاری این پمپها است. Booster pump در انتهای شفتش یک یاتاقان journal و تراست یک باکس روغن قرار دارد که با یک رینگ برنجی که بزرگتر از اندازه محور است داخل باکس چرخیده و روغن را روی محور ریخته و آنرا روغن کاری می کند.

در پمپها به علت حرکت دوانی و همچنین جریان سیال که فشار آن افزایش یافته در هنگام عبور از پره ها یک نیروی محوری به صورت عمل و عکس العمل به پمپ وارد می شود که این نیروهای Thrust باید خنثی شود. در Booster pump یاتاقان ها این کار را انجام می دهند ولی در فید پمپها چون دور فشار بالا است علاوه بر یاتاقانها از خود این خاصیت (تولید نیروی محوری) استفاده می شود بطوریکه آب در ابتدا پره های ۱ و۲ را به حرکت در آورده و سپس در پوسته از مسیر تعبیه شده دور زده و پروانه های ۳و٤ را دور می زند با این کار و ایجاد تقارن دو نیروی محوری ایجاد شده توسط همدیگر خنثی می شود برای همین منظور ورودی آب آن از وسط و بالای پمپ است.

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

اما بویلر فید پمپ نیروگاه سیکل ترکیبی متفاوت با بویلر فید پمپ نیروگاه بخار است. در سیکل ترکیبی برای Suction پمپ، بوستر پمپی ندارد، مستقیماً از هد Storag tank در زیر Dearator استفاده می کند و در این پمپ از Hydro Coupling خبری نیست و وجود ندارد. این پمپ از نوع ساتریفیوژی بوده و شامل ده Stage است و پمپ روغن کاری آن نیز در انتهای شفت آن قرار دارد.

چون در نیروگاه سیکل ترکیبی دو بخار IP و HP مجزا از هم تولید می شوند. در بالای دیفیوزر مرحله دوم یک مسیر خروجی برای بخار IP تعبیه شده است که از پمپ خارج می شود و بقیه جریان تا انتهای ده Stage افزایش فشار می یابد در این پمپ suction و Discharge پمپ روی یک خط قرار دارند در نتیجه برای جبران کردن نیروی محوری علاوه بر یاتاقانها ژورنال و تراست از یک سیستم که بر اساس اختلاف فشار کار می کند کمک گرفته می شود این سیستم که شامل Ballancing Drum/sleeve است که یک قسمت از آن ثابت و متصل به پوسته است (Ballancing Sleeve).

و یک قسمت متحرک که روی شفت قرار دارد (Ballancing Drum).

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

یک مسیر از آخرین دیفیوزر در مرحله آخر که فشار خروجی پمپ را دارا می باشد در پشت آن قرار دارد (پشت sleeve) بین بالاسینگ درام و اسلیو یک لقی کوچک وجود دارد که با نفوذ آب در بین آن مقدار فشار را تنظیم می کند. در پشت بالانسینگ درام مسیری وجود دارد که مستقیماً به Dearator وصل است که فشاری برابر فشار Suction پمپ دارد. در نیروگاه سیکل ترکیبی به علت یخ زدن این مسیر و بسته شدن آن که بسیار هم خطرناک است و باعث جمع شدن پمپ می شود این مسیر مستقیماً به Suction در نزدیکی پمپ متصل شده است در مسیر به Suction در نزدیکی پمپ متصل شده است در مسیر این جریان به هیچ وجه ولو ایزوله وجود ندارد . مسیر دیگر مهمی روی پمپ وجود دارد که مسیر minimum flow نام دارد. کار اصلی این مسیر که شامل یک چک ولو می باشد کنترل دبی پمپ است. در این پمپ اگر دبی آب کمتر از $63m^3/h$ شود. این مسیر که به Dearator یعنی Suction پمپ وصل است باز شده و آب را به آنها می رساند تا آب با فشار کم وارد سیستم نشود و دبی ورودی پمپ افزایش یابد با این کار از ایجاد پدیده کاویتاسیون در پمپ جلوگیری می شود لازم به ذکر است تقریباً تمام پمپها که در فشار کار می کنند

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

دارای این مسیر می باشند یکی دیگر از کارهای مهم این مسیر حفاظت پمپ در مقابل پدیده Water Hammer در ابتدای راه اندازی سیستم می باشد آب اصلی مسیر بعد از این قسمت وارد بویلر شده تا پروسه تولید بخار آب را طی کند.

برجهای خنک کن مسیرهای آن (Cooling and Cooking Tower)

برای پایین آوردن دمای آب که در داخل کندانسور است از مسیر Cooling و برجهای خنک کن استفاده می شود. با توجه به اختلاف سطحی که بین کندانسور و برجها وجود دارد توسط دو پمپ (C .W.Pump) که مقدار زیادی دبی را منتقل می کنند(توضیحات پمپ داده شده) به سمت برجها پمپاژ می شود تا در برجها خنک شوند برجهای مجموعه شهید رجایی از نوع برجهای خنک کن خشک (Dry Cooling Tower) است روش خنک کاری انتقال حرارت از آب به هوا است ، که توسط هوای خارجی مجموعه خنک می شود ، روش کار مثل رادیاتور ماشین است که آب وارد برج شده و توسط یک تانک و مخزنهایی که در کف آن است و هدرهایی که موجود است وارد یک سری دلتا می شود که شامل یک سری لوله هایی که آب را از بالا به پایین هدایت کرده و با عبور جریان هوا از لابلای آنها دمای آنها کاهش می یابد. میزان هوای عبوری توسط

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

دمپرهایی کنترل می شود که بر اساس دمای محیط از حالت ۰ تا ۱۰۰ باز و بسته می شود تنظیم می گیرد. در ضمن به تعداد ۱۲ عدد کولر کمکی که با کمک از دلتاهای اضافی آب و یک پروانه آب را خنک می کند در مواقع اضطراری استفاده می شود. در ضمن برای اینکه جریان هوای خنک بطور دائمی جریان داشته باشد ارتفاع این برجها را زیاد می کیرند ،این باعث می شود جریان هوا خودبخود ایجاد گردد. چون فشار هوا در بالای برج بیشتر در دمای آن پایین تر است و فشار در بالای برج کمتر و دمای آن بیشتر است و علاوه بر این اختلاف فشار تفاوت دمای ورودی و خروجی باعث دانسیته هوا و ایجاد یک حرکت طبیعی می گردد.

توضیح مختصری که در مورد برجهای خنک کن می توان گفت این است که این برجها از نوع برجهای خشک و غیر مستقیم است که به برجهای Heller مشهود است. نام برجها از نام طرح آنها که پروفسوری به نام Laze Heller از بداپست مجارستان است گرفته شده است. به علت در تماس نبودن آب و هوا در آن تبخیر صورت نمی گیرد در نتیجه آب کمتری مورد نیاز است و تلفات آب آن

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

کمتر است. اما به علت اینکه این کاهش دما از طریق هوا می باشد نسبت به برجهای تراز راندمان پایین تری برخوردار هستند.

عدد ۱٤٤: تعداد مبدلهای حررتی (دلتا) ۱۵۰m : ارتفاع

عدد ۱۲ (Peak cooler) تعداد مبدلهای کمکی ۱۱۸/۵ m : قطر پایین برج

$7m^3/s$: میزان گردش جریان آب برج ٦٤ m: قطر دهانه بالا

4565 m3 : حجم آب داخل سیستم عدد ۳٦۰: تعداد پانلها

پمپهای گردش آب برجهای خنک کن C.W.P (Circulating water pump) :

این پمپها بر روی مسیر خروجی آب از کندانسور به سمت برج قرار دارند. این پمپها به علت اینکه آب را با دبی زیاد باید جابجا کنند ، از جمله پمپهای محوری هستند که این پمپها فشار خروجی زیاد ایجاد نمی کنند ولی دبی زیادی را انتقال می دهند. پروانه این پمپ بطوری طراحی شده که جریان از محور پروانه وارد و از سمت دیگر آن خارج می شود. این پمپها ابعاد بسیار بزرگی دارند چون دبی زیادی منتقل می کنند و لوله هایی به قطر 1200 mm تا 1800 mm را تغذیه

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

می نمایند و این پمپها دارای الکتروموتورهای 6.6 kv است. در نیروگاه سیکل ترکیبی علاوه بر پمپ و الکتروموتور آن در مسیر بر گشت آب را Cooling Tower به کندانسور، آب مستقیماً به کندانسور نمی ریزد بلکه پس از عبور از یک هیدروتوربین (Kapline Turbine) که در واقع شفت آن با شفت و الکتروموتور آن هم محور شده وارد کندانسور می شود. علت تعبیه این هیدروتوربین که در واقع یک ردیف پره توربین آبی است ، که فشار آب برگشتی از Cooling Tower در حدودbar ۲/۹ است و این فشار بیشتر از فشار کندانسور است که در خلا کار می کند. این امر باعث مکش آب به داخل کندانسور و افزایش فشار داخل کندانسورمی شود و باعث کاهش راندمان کندانسور می شود. پس توسط این توربین فشار تا حدود فشار کندانسور شکسته می شود. در ضمن توسط آن می توان از بار اعمال شونده توسط الکتروموتور کاست ولی در نیروگاه بخار مجموعه شهید رجایی به جای این توربین از Throttle valve استفاده می شود که در واقع یک ولو فشار ممکن است که در مسیر آب برگشتی از Cooling tower قرار دارد.

Head (lift)=2.35 m

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

Q=37 m^3/s

Pressur=2.2 bar

Speed = 420 rpm

www.kandoocn.com