حسابدار جوان - مهندس جوان

حسابدار جوان
(قسمت شانزدهم)

مهندس منوچهر خان سفيد(۱)

مقدمه
در شماره‌هاي پيش ضمن تشريح تاريخچه نيروگاههاي بخاري، مشخصات‌كلي و ويژه نيروگاه نكا ارائه و در ادامه با نيروگاه شهيدمنتظرقائم آشناشديم. اينك چگونگي كاركرد نيروگاههاي شهيدمحمدمنتظري و نيروگاه‌توس تشريح

نيروگاه شهيدمحمدمنتظری

نيروگاه حرارتي بخاري شهيدمحمدمنتظري از نوع سوم‌نيروگاههاي بخاري است كه بجاي استفاده از سيستم خنك‌كن‌برج‌تر(۲) از سيستم غيرمستقيم خنك‌كن برج‌خشك(۳)استفاده مي‌كند.
نيروگاه شهيدمحمدمنتظري از اولين نيروگاههاي برج‌خشك در ايران است كه در فاصله ۲۰ كيلومتري شمال‌غرب‌اصفهان در جوار پالايشگاه اصفهان در زميني به مساحت ۲۱۸هكتار بنا گرديده است.
قدرت اوليه نيروگاه پس از اجراي فاز اول ۸۰۰ مگاوات وپس از بهره‌برداري از فاز دوم تعداد واحدها به ۸ و قدرت كلي‌نيروگاه به ۱۶۰۰ مگاوات مي‌رسد.
تجهيزات اصلي توسط كارخانجات روسيه ساخته شده وفاز اول آن به شكل كليد در دست(٤) اجرا گرديده ولي احداث‌سيستم خنك‌كن فاز توسعه در بخش ساخت برجهاي بتوني،از پيمانكاران ايراني استفاده شده است.
همانطور كه فوقاً اشاره شد نيروگاه شهيدمحمدمنتظري‌اولين نيروگاهي است كه در ايران با سيستم خنك‌كن خشك‌غيرمستقيم (سيستم هلر)(٥) متشكل از چگالنده (كندانسور) باپاشش آب و برج خنك‌كن هوائي بدون وانتي‌لاتور، فقط باجريان طبيعي هوا(٦) احداث شده است. شكل شماره (۱).
مهمترين مزيت اين سيستم كمي مصرف آب خام آن است‌كه در مقايسه با نيروگاههاي حرارتي بخاري كه با برج‌خنك‌كن تر كار مي‌كنند حدود يك دهم مي‌باشد.
بعبارت‌ديگر چون در سيستم خنك‌كن خشك غيرمستقيم آب برج‌داخل راديا‌تورهاي بسته گردش كرده و با هواي محيط خنك‌مي‌شود هيچگونه تلفات تبخير و ريزش و همچنين تخليه آب‌نداشته و مصرف آب بيشتر صرف تامين تلفات آب ديگ وآب‌شرب و سرويس‌هاي بهداشتي مي‌گردد.
در يك واحد ۲۰۰ مگاواتي كه با برج‌تر كار مي‌كند احتياج‌به آب خنك‌كن گردشي در حدود ۲۵۰۰۰ مترمكعب آب درساعت است كه تلفات برج نيز در حدود ۲ درصد آب درگردش يعني ۵۰۰ مترمكعب در ساعت مي‌گردد.
در شكل شماره (۲) شماي اسكلت فلزي برج خشك‌نيروگاه شهيدمحمدمنتظري ارائه شده است. با توجه به‌خصوصيت نيروگاه منتظري كه بستگي نزديكي به برجهاي‌خنك‌كن خشك آن دارد ابتدا مشخصات تجهيزات برج‌باطلاع مي‌رسد.
سازنده برجهاي خنك‌كننده نيروگاه منتظري، كشورمجارستان و شركت ترانس الكترو بوده است. اسكلت برج‌فلزي با پوشش ورق آلومينيومي و راديا‌تورهاي خنك‌كن آب‌آنهم از جنس آلومينيوم مي‌باشد.
لازم بيادآوريست كه هنگامي كه دماي هواي محيط از۳۲/۵ درجه سلزيوس افزايش مي‌يابد تعدادي راديا‌تورهاي كمكي بعنوان خنك‌كننده‌هاي پيك(۷) وارد مدار شده و ضمن‌پاشش آب به روي آن و استفاده ازتعدادي فن (وانتي‌لاتوركمكي) جهت مكش هوا و سرعت دادن به آن، آب گرم ورودي‌را خنك مي‌كنند.
نقش پيك كولرها(۸) در تابستان كمك به خنك كردن آب‌برج و در زمستان گرم كردن هواي ورودي به برج جهت‌جلوگيري از يخ زدگي مي‌باشد.
مجدداً يادآور مي‌گردد نيروگاههاي حرارتي بخاري با برج‌خشك بدليل نياز كم آنها به آب مناسب‌ترين نوع نيروگاههاي‌بخاري براي كشور ايران مي‌باشند، مضافاً اينكه حوادث‌كندانسور آنها بعلت سادگي و نداشتن لوله و همچنين حذف‌مشكل آلودگي آب ، كاملا از بين رفته و ضريب آمادگي كاري‌واحدهاي آن از سطح بالائي برخودار مي‌باشد.
البته تذكر اين مطلب ضروري است كه چون پس فشارچگالنده واحدها نبايد از ۵/۰ آتمسفر زيادتر شود در بعضي‌از ساعات روز آنهم در ماههاي گرم تابستان امكان دارد،بهره‌برداري مجبور شود نسبت به كاهش بار واحد تا ميزان
۵ درصد اقدام نمايد.
يكي ديگر از خصوصيات اين نيروگاه طرح چگالنده ياكندانسور واحدهاي آن است كه بسيار ساده ساخته شده ومتشكل از يك محفظه استوانه‌اي شكل تو خالي بوده كه فقطمجهز به يك رينگ تغذيه كننده آب دستگاههاي پاشش آب‌يا افشانك‌ها(۹) مي‌باشد. آب سرد خروجي از برج خشك‌غيرمستقيم از طريق افشانك‌ها پودر شده بداخل بخارخروجي از توربين پاشيده مي‌شود و در تماس با بخار موجب‌سرد شدن و تقطير بخار و ايجاد خلاء لازم مي‌گردد.
اين آب توسط تلمبه گردش آب(۱۰) از چاهك چگالنده‌مكيده شده و حدود (۲-۳) درصد آن به طرف ديگ بخاروارد چرخه آب واحد مي‌شود و بقيه به طرف برج خنك‌كن‌خشك ارسال مي‌گردد.
چگالنده نوع هلر در شكل شماره (۳) نشان داده شده‌است. لازم به ذكر است كه بعلت بالا بودن پس فشار چگالنده‌در نيروگاههاي با برج خنك‌كن غيرمستقيم، توربين واحد نيزبايد طراحي خاصي داشته باشد ولي بعلت هزينه بالاي طراحي‌خاص توربين‌ها و جهت جلوگيري از افزايش قيمت واحدروش عملي موجود حذف يك يا دو طبقه آخر از طبقات روتورتوربين فشار ضعيف واحد مي‌باشد.

با اين حساب مشاهده مي‌گردد كه يك اختلاف ديگر بين‌نيروگاههاي برج خشك با نيروگاههاي كلاسيك باسيستم‌خنك‌كن برج‌تر بوجود مي‌آيد و آنهم مربوط به حذف طبقات‌آخر روتور توربين فشار ضعيف(۱۱) و كاهش اندكي از راندمان‌توربين مي‌باشد.
ساير تجهيزات و مشخصات ديگر نيروگاههاي با برج‌خشك مشابه بقيه تجهيزات نيروگاههاي حرارتي بخاري نوع‌كلاسيك مي‌باشد. در زير مشخصات كلي واحدهاي نيروگاه‌شهيدمحمدمنتظري بطور خلاصه ارائه مي‌گردد.

مشخصات كلي واحدها

قدرت توليدي واحدها از طريق ترانسفورماتورهاي واحدهر يك به قدرت ۲۵۰ مگاولت آمپر و با ولتاژ ۲۳۰ كيلوولت‌وارد شبكه سراسري مي‌گردند.
در خاتمه لازم بيادآوريست كه تا به حال ديگ‌هاي بخارنيروگاه از مازوت سنگين با گرانروي (غلظت)۱۲۰۰۰ درجه‌ردوود(۱۲) استفاده مي‌كردند ولي در طول سال جاري اقداماتي‌در جهت گاز سوزكردن واحدها براي كاهش آلودگي هوا بعمل‌آمده و در حال حاضر از چهار واحد اوليه نيروگاه واحدهاي‌شماره ۱، ۲ و ۳ گازسوز شده و واحد شماره ٤ با تكميل‌تجهيزات كسري، گازسوز خواهد گرديد، ولي واحدهاي طرح‌توسعه از اول با سوخت گاز طبيعي راه‌اندازي مي‌شوند و درحال حاضر كليه واحدهاي جديد كه در مدار قرار گرفته‌اند ازسوخت گاز استفاده مي‌نمايند.

نيروگاه توس

نيروگاه توس چنانچه از نامش پيداست در استان خراسانو در ۲۳ كيلومتري جاده مشهد - توس قرار داشته و از چهارواحد بخاري با قدرت هر واحد به ميزان ۱۵۰ مگاوات تشكيل‌شده كه در جمع قدرت نيروگاه توس را به ٦۰۰ مگاوات‌مي‌رساند.
نيروگاه حرارتي بخاري توس از نوع چهارم نيروگاههاي‌بخاري موجود در ايران مي‌باشد كه سيستم خنك‌كن آن از نوع‌سيستم خنك‌كن خشك مستقيم يا كندانسور هوائي(۱۳)مي‌باشد. شكل شماره (٤).
در اين نوع نيروگاهها به هيچ وجه از آب خنك‌كننده چه ازطريق سيستم يكبار گذر و استفاده مستقيم آب دريا، يا سيستم‌برجهاي خنك‌كننده‌تر و يا سيستم خنك‌كن غيرمستقيم نوع‌هلر استفاده نشده و بطور كلي چگالنده يا كندانسور واحدحذف شده و بخار خروجي از توربين فشار ضعيف مستقيماً،توسط لوله‌هاي با قطر قابل توجه به طرف راديا‌تور يا دلتاهاي‌برج خنك‌كننده هوايي مستقيم ارسال مي‌گردد.
حذف كندانسور در اين نوع واحدها، هم چنانكه درنيروگاه توس نيز بر آن اساس اقدام شده، نياز به تلمبه‌هاي‌پرقدرت گردش آب خنك كن را از بين مي‌برد و در واقع‌تلمبه آب مقطر واحد، نقش هر دو تلمبه را عهده‌دار مي‌گردد(تلمبه آب مقطر كندانسور و تلمبه تخليه آب برج).

با توجه به مسئله فوق مشاهده مي‌گردد كه اگر بتوان ازبرجهاي خنك كن با مكش طبيعي استفاده نمود تا حدودي ازمصارف داخلي واحدها تا ميزان ۱ الي ۲۵/۱ درصد توليد كلي‌واحد كاسته مي‌شود.
در حال حاضر بعلت حجم زياد بخار كم فشار خروجي ازتوربين فشار ضعيف و قطور شدن لوله‌هاي انتقال بخار، احداث‌برجها در كنار ساختمان اصلي و چسبيده به واحدها را اجباري‌مي‌نمايد، چه در غير اين‌صورت حجم و هزينه لوله‌كشي‌هاي‌بخار بسيار زياد شده و مشكلات خلاءگيري و طولاني شدن‌مدت آن پيش‌آمده و در صورت افت بيش از حد خلاء در اثرنشتي هوا، توقف ماشين را جهت پيدا كردن محل نفوذ هوا درپي‌داشته كه گاهي ممكن است روزها و هفته‌ها بطول انجامد.شكل شماره (٥) محل نصب و احداث برجهاي خنك كن‌مستقيم يك نيروگاه بخاري مشابه نيروگاه توس، چسبيده به‌ساختمان اصلي نيروگاه را نشان مي‌دهد.
در طرح نيروگاههاي حرارتي بخاري با سيستم خنك‌كن‌خشك مستقيم اگر بتوان جانمايي مناسبي براي برجها درنيروگاه بدست آورد و لوله‌كشي‌هاي بخار را با مطالعه و بطورمناسبي انجام داد كه موجب بروز لرزش لوله‌ها و انتقال آن به‌اسكلت فلزي و فونداسيون‌ها و ساختمان اصلي نگردد، سادگي‌سيستم خنك‌كن كندانسور هوايي، بهره‌برداري واحدها را براي‌بخش بهره‌برداري آسان نموده و بدليل تعميرات كمي كه موردنياز است موجب سهولت كار گروه تعميرات نيز مي‌گردد. لازم‌به تذكر است كه هر چند سيستم‌هاي خنك‌كننده كندانسورهوايي داراي محاسني مي‌باشد، ولي چون كل سيستم شامل‌لوله‌هاي انتقال بخار و راديا‌تورها يا دلتاها كه تعداد آنها نيزبسيار زياد مي‌باشد و همه تحت خلاء كار مي‌كنند هرگونه‌بي‌توجهي هنگام لوله‌كشي و نصب راديا‌تورهاكه موجب نفوذهوا به داخل دلتاها شود خلاء واحد را كاهش داده موجب افت‌قدرت واحد مي‌گردد و با توجه به سطح و حجم زياد تجهيزات‌تحت خلاء همانطور كه قبلا نيز تذكر داده شد امكان يافتن‌محل نشتي بسيار مشكل شده چه بسا پيدا كردن محل نشتي‌مدتها بطول انجاميده و در اين مدت بدليل افت خلاء براي‌واحد محدوديت توليد ايجاد مي‌شود.
مسئله مهم ديگري كه تذكر آن در اينجا ضرورت داردمسئله نوع برجهاي خنك‌كن مستقيم است كه بيشتر از نوع‌برجهاي مكانيكي بوده، لذا استفاده از وانتي‌لاتورهاي مكنده يادمنده هوا به دلتاهاي برج اجباريست و علاوه بر امكان تحميل‌لرزش به ساختمان اصلي نيروگاه (هنگام كار وانتي‌لاتورها) ومصرف بالاي آنها بدليل تعداد قابل توجه آنها (در موردنيروگاه توس هر يك از برجهاي خنك‌كننده مستقيم داراي۳۰ دستگاه وانتي‌لاتور بزرگ مي‌باشد) مزيت حذف تلمبه‌گردش آب خنك‌كننده را در مقايسه نيروگاههاي با برج‌خنك‌كن خشك غيرمستقيم بي‌تاثير مي‌نمايد.

مشخصات کلی نیروگاه

همانطور که فوقاً نیز اشاره شد نیروگاه توس در ۲۳کیلومتري شمال غرب مشهد در محدوده‌اي به وسعت ۳۲۰هکتار احداث شده است. در سال ۱۳۵٤ مقدار ۲۱٤ هکتار اززمین‌هاي فعلي نیروگاه براي طرح در نظر گرفته شد که متعاقباً106 هکتار دیگر در سال ۱۳۵٦ به مساحت فوق افزوده‌گردید.

قرارداد نیروگاه در سال ۱۳۵۷ میان شرکت توانیر وشرکت بي بي سي و شرکت ایراني پاتله منعقد گردید.

شرکت پاتله مسئول ساخت و تامین دیگ‌هاي بخارنیروگاه بود. با شروع انقلاب اسلامي ایران کارها تا حدودي‌متوقف گردید ولي شرکت براون باوري(١٤) در تیر ماه

سال ۱۳٦۰ کارهاي ساختماني را رسماً شروع کرد ولي کارساخت دیگ‌هاي بخار بدلیل منحل شدن شرکت پاتله‌کماکان معلق مانده که بعداً به شرکت واگنربیرو اطریشي‌واگذار گردید.

خوشبختانه بعلت دور ماندن استان خراسان از مشکلات‌دوران جنگ تحمیلي، کار احداث نیروگاه پس از رفع مشکلات‌قراردادي آن به سرعت پیشرفت کرده و بهره‌برداري ازواحدهاي آن در زمانهاي تعهد شده عملي گردید.

در شکل شماره (٦) مدار تك خطي الکتریك واحدهاي‌نیروگاه توس دیده مي‌شود. قدرت تولیدي واحدها توسطترانسفورماتورهاي بالا برنده ولتاژ به سطح ولتاژ ۱۳۲کیلوولت رسانده شده به پست انتقال فشارقوي ارسال و ازآنجا به شبکه سراسري برق استان خراسان ارسال مي‌گردد.

شکل شماره (٧) نماي واحد ۳۳۰ مگاواتي وایوداك‌آمریکا را که با سیستم خنك‌کن برج خشك از نوع کندانسورهوایي کار مي‌کند نشان مي‌دهد.

چنانچه از شکل دیده مي‌شود سطح اشغال شده توسطبرج خنك‌کن خشك واحد ٥۹٤۰۰ فوت مربع معادل٥/٥٥۱۸ مترمربع مي‌باشد.

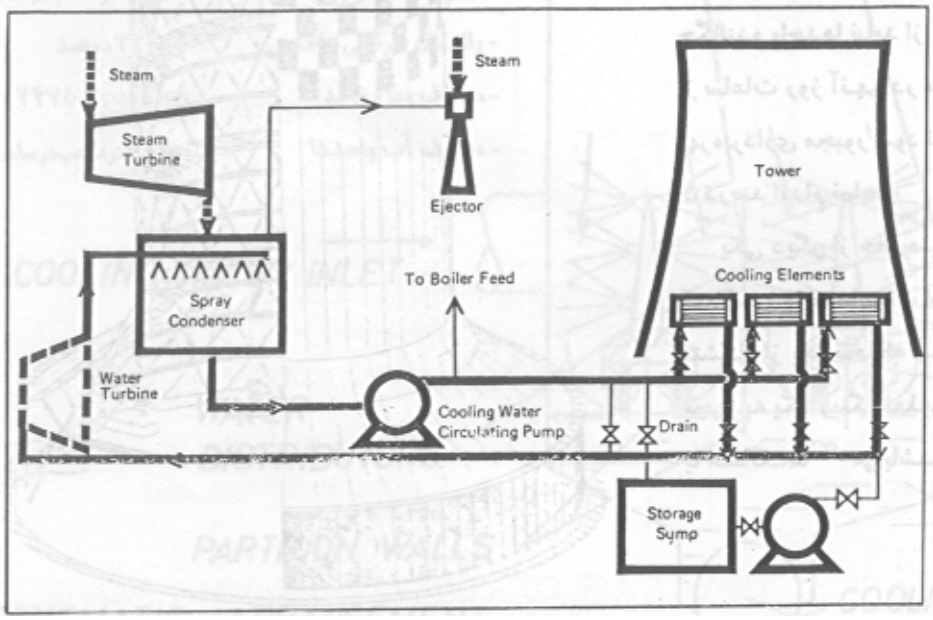
در ضمن حجم اشغال شده توسط تجهیزات منصوبه وفضاي برج نیز با توجه به ارتفاع آن که ۸٥ فوت مي‌باشد،٥۰٤۹۰۰۰ فوت مکعب یا ۱٤۲۹۷۲ مترمکعب مي‌گردد.

لازم به یادآوریست که جانمایي واحدهاي نیروگاه توس‌هم کاملا مشابه واحد نیروگاه وایوداك بوده با این تفاوت که‌قدرت واحدهاي نیروگاه توس ۱٥۰ مگاوات یعني تقریباً‌نصف ظرفیت واحد نیروگاه وایوداك مي‌باشد.

(ادامه دارد)

۱ سرپرست گروه بهینه‌سازي دفتر فني تولید
۲) Wet - Cooling - Tower
۳) Dry - Cooling - Tower
٤) Turn key
٥) Heller
٦) Natural Circulation
۷) Peak
۸) Peak Coolers
۹) Nozzle
۱۰) C. W. P (Circulating Water Pump)
۱۱) L.P
۱۲) Redwoodواحد اندازه‌گیري غلظت سوخت در ثانیه
۱۳) Air - Cooled Condansor
۱٤) B. B. C

شکل شماره ۲

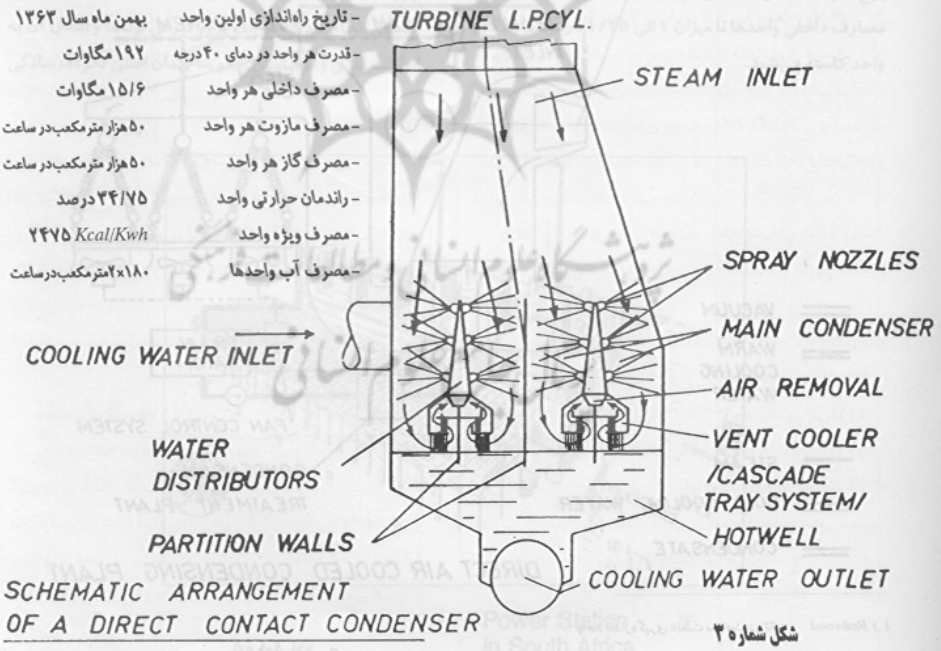


شکل شماره ۱

در نیروگاههای با برج خنک‌کن غیرمستقیم، توربین واحد نیز باید طراحی خاصی داشته باشد ولی بعلت هزینه بالای طراحی خاص توربین‌ها و جهت جلوگیری از افزایش قیمت واحد روش عملی موجود حذف یک یا دو طبقه آخر از طبقات روتور توربین فشار ضعیف واحد می‌باشد.

مشخصات کلی واحدها

- تعداد واحدهای فاز اول و ظرفیت آنها	۴×۲۰۰ مگاوات
- تعداد واحدهای فاز توسعه و ظرفیت آنها	۴×۲۰۰ مگاوات
- تعداد واحدهای آماده کار	۸×۲۰۰ مگاوات
- تاریخ راه‌اندازی اولین واحد	بهمن ماه سال ۱۳۶۳
- قدرت هر واحد در دمای ۴۰ درجه	۱۹۲ مگاوات
- مصرف داخلی هر واحد	۱۵/۶ مگاوات
- مصرف مازوت هر واحد	۵۰ هزار مترمکعب در ساعت
- مصرف گاز هر واحد	۵۰ هزار مترمکعب در ساعت
- راندمان حرارتی واحد	۳۴/۷۵ درصد
- مصرف ویژه واحد	۲۴۷۵ *Kcal/Kwh*
- مصرف آب واحدها	۲×۱۸۰ مترمکعب در ساعت

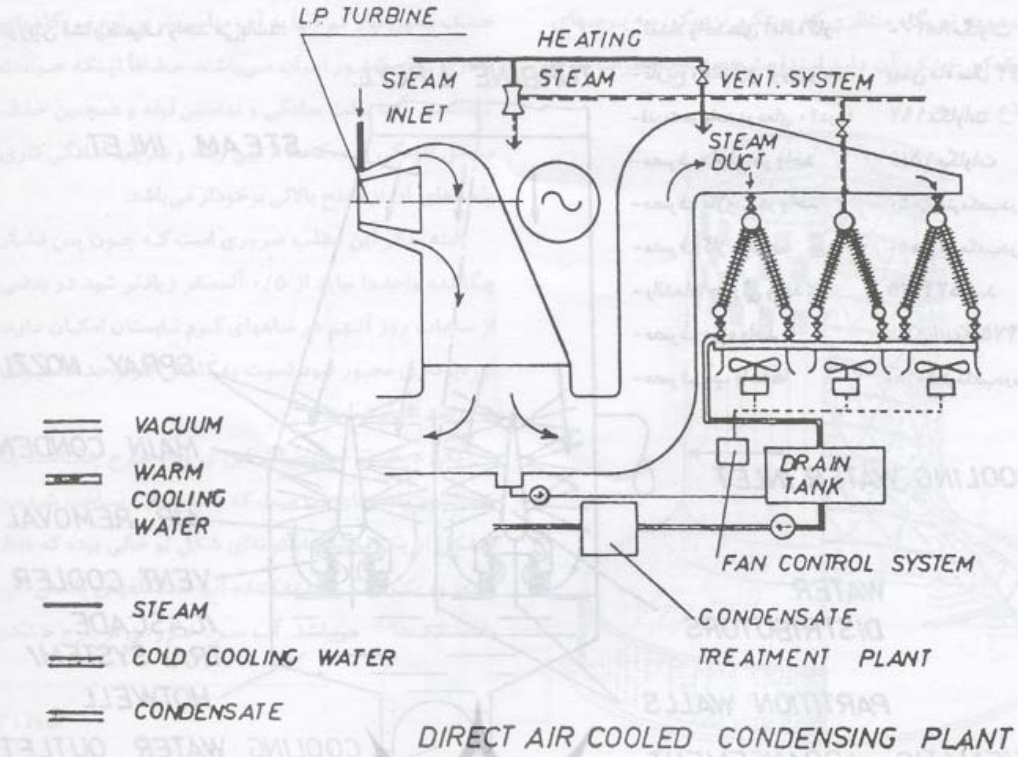


SCHEMATIC ARRANGEMENT
OF A DIRECT CONTACT CONDENSER

شکل شماره ۲

1) C. W. P (Circulating Water Pump) 2) L.P

سوخت گاز استفاده می‌نمایند.

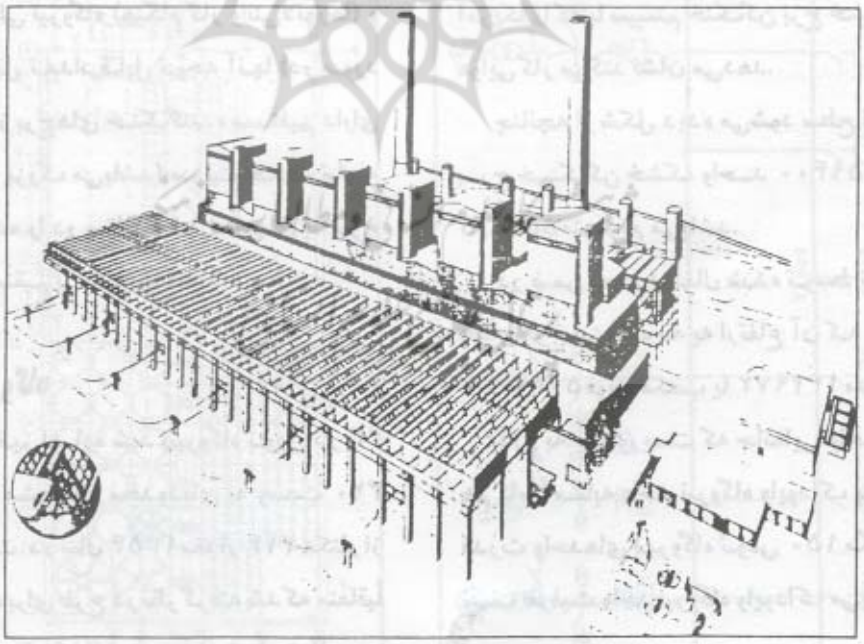


DIRECT AIR COOLED CONDENSING PLANT

1) Redwood واحد اندازه‌گیری غلظت سوخت در ثانیه

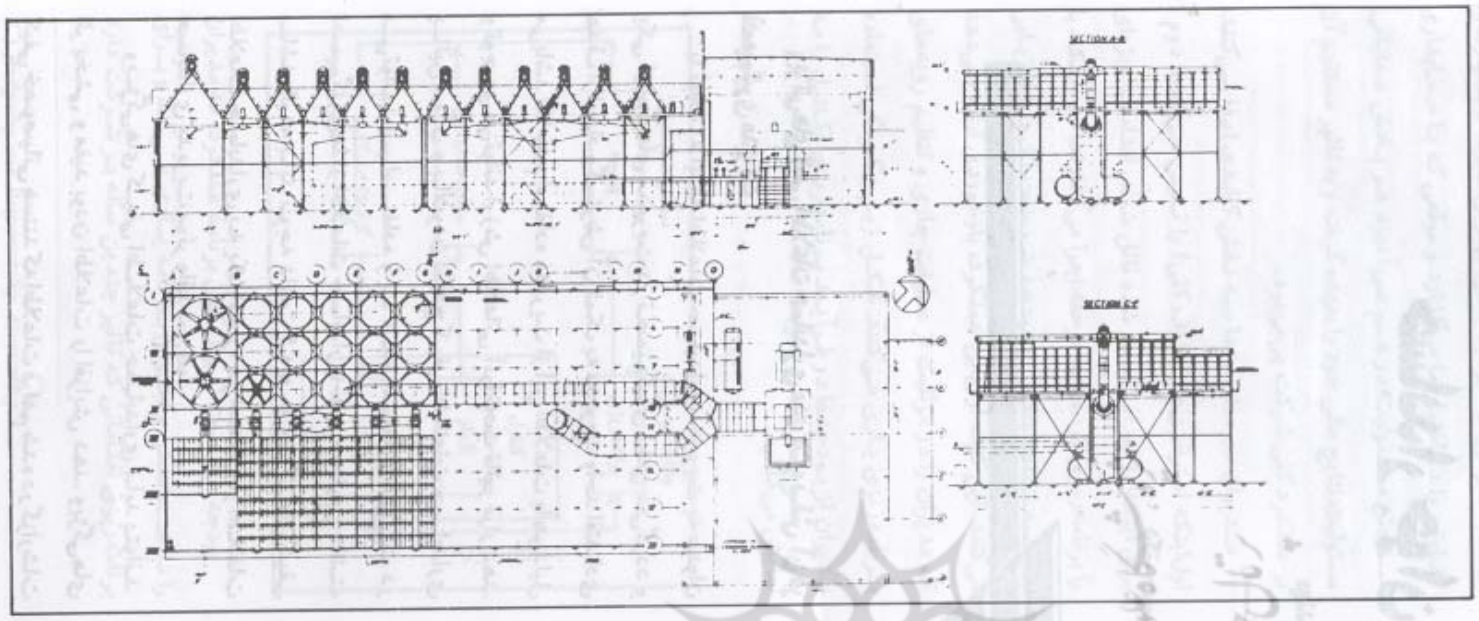
2) Air - Cooled Condansor

شکل شماره ۴

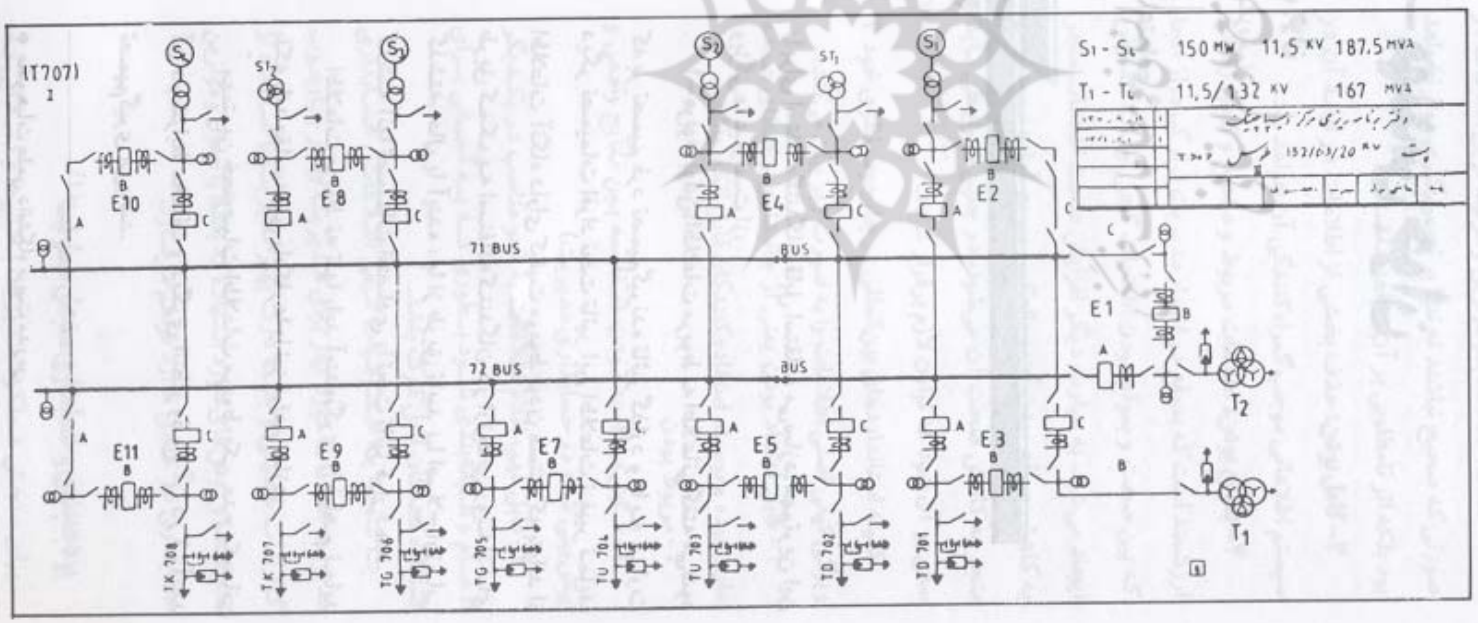


Power Station
in South Africa

شکل شماره ۵



شکل شماره ۶



شکل شماره ۷