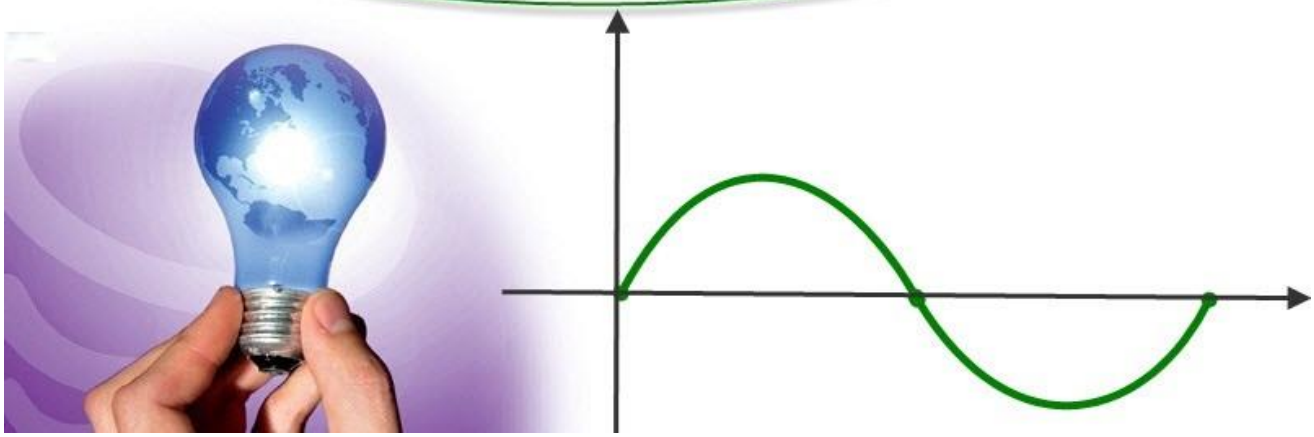
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بسم الله الرحمن الرحیم



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه:

بررسی تجهیزات و عملکرد نیروگاه اتمی

WikiPower.ir

برای خرید فایل wordاین پروژه اینجا کلیک کنید.

(شماره پروژه = ۳۲۱)

پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فهرست

عنوان	صفحه
چکیده	۱
فصل اول : انرژی، حال و آینده	۲
مقدمه	۲
۱-۱ انرژی های امروز	۳
۱-۲ تغییرات در تقاضا برای انرژی و منابع آن	۵
۱-۳ تقاضا برای انرژی و منابع آن در آینده	۷
۱-۴ تقاضا برای برق	۱۰
۱-۵ سوخت های امروزی برای تولید برق	۱۳
۱-۶ عوامل اقتصادی	۲۱
فصل دوم : صنعت انرژی اتمی	۲۴
مقدمه	۲۴
۲-۱ ساختار سوخت هسته ای	۲۵
۲-۲ گروه بندی نیروگاه های اتمی برق	۲۷
۲-۳ عملکرد تجهیزات اصلی نیروگاه اتمی برق	۳۱
۲-۴ راکتورهای هسته ای	۳۲
۲-۵ ساختمان راکتورهای هسته ای	۳۳
۲-۶ راکتورهای قدرت	۳۹
۲-۷ سیکل سوخت هسته ای	۴۳
فصل سوم : انتخاب پارامترهای بخار در نیروگاه اتمی با خنک ساز آبی	۴۸
۳-۱ انتخاب پارامترهای اولیه بخار	۴۸

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۲چرخه های ترمودینامیکی واحد توربین بخار در نمودار T-S ۵۰
۳-۳ انتخاب پارامترهای نهایی بخار ۵۶
۳-۴ فرآیندهای واقعی در واحد توربین و شاخص های صرفه حرارتی نیروگاه اتمی برق ۵۷
۳-۵ بالانس گرمایی و صرفه اقتصادی کلی در نیروگاه اتمی برق ۶۵
۳-۶ تمایل به گسترش واحد راکتور با خنک ساز آبی ۶۸
فصل چهارم : پسماندهای هسته ای و محیط زیست ۹۳
مقدمه ۹۳
۴-۱ پسماندهای هسته ای ۹۵
۴-۲ بازفراوری سوخت مصرف شده ۱۰۰
۴-۳ پسماندهای سطح بالای مربوط به بازفرآوری ۱۰۳
۴-۴ انبار و دفع سوخت مصرف شده به عنوان پسماند ۱۰۵
۴-۵ اثرات زیست محیطی ۱۰۷
۴-۶ اثر گل خانه ای ۱۱۰
۴-۷ اثرات بهداشتی و پرتوها ۱۱۲
ضمیمه : طراحی نقشه نیروگاه اتمی برق ۱۱۴
منابع ۱۲۵

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

چکیده:

امروزه زندگی بشر وابستگی شدیدی به انرژی پیدا کرده است. یکی ازبهترین صورتهای انرژی انرژی الکتریکی می باشد. با توجه به رشد روز افزون جمعیت جهان و نیازهای زندگی بشری، برای تأمین این نیازها باید راه مطمئن و قابل صرفه ایی را جستجو کرد که در این میان سوختهای فسیلی و انرژی هسته ای گزینه های برتر هستند. با توجه به اینکه سوخت های فسیلی منابع تجدید ناپذیری هستند و از طرفی با پیشرفت علم امروزه می توان نیازهای اساسی دیگری را به کمک آن برطرف کود فرضاً در صنایع پتروشیمی لذا سوزاندن سوختهای فسیلی برای رسیدن به انرژی الکتریکی امروزه جای سئوال و تامل دارد از این جهت است که امروزه کشورهای صنعتی جهان با تمام توان گام در راه تأسیس نیروگاههای هسته ای نهاده اند تا نیازهای جامعه خویس را در آینده برطرف نمایند. از این رو در این بحث، بر آن شده ایم که به طور اجمالی نیروگاه هسته ای را تحلیلی اجمالی نمائیم.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل اول

انرژی ، حال و آینده

مقدمه:

انرژی های تجدید پذیر یا انرژی های نو در سالهای اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است که دلیل اصلی آن توان رقابت و به کارگیری این انرژی با هزینه انرژی های فسیلی از یک طرف و کاربردی تر شدن انرژی های نو از سوی دیگر است ضمن آنکه اکثر قریب به اتفاق کشور ها به این انرژی لایزال خداوندی دسترسی دارند و توسعه به کارگیری این انرژی نیز به قطع وابستگی کشورها کمک می کندرشد و توسعه انرژی های نو در سالهای اولیه قرن بیست و یکم بسیار سریع بوده و برنامه های آینده کشورها بخصوص کشورهای صنعتی و توسعه یافته و یا در حال توسعه نیز این رشد را نشان می دهد. دراین بین توسعه کاربرد انرژی فتوولتائیک یا نور ولتی از سایر انواع انرژی های تجدید پذیر بیشتر بوده است و در این رابطه آمار های جهانی نشاندهنده این نکته است که درمقابل رشد ده برابری سایر انرژی های تجدید پذیر، انرژی نور ولتی تا سال ۲۰۲۰ میلادی رشدی ۱۰۰ برابر خواهد داشت.

علاوه بر آن به دلیل رشد جمعیت که طبق آمار مرکز تحقیقات اروپا در سال ۲۰۵۰ میلادی جمعیت

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جهان بالغ بر ۱۰ میلیارد نفر خواهد رسید می بایست جهت تامین انرژی ؛ سالانه بیش ا ز 20 TW انرژی تولید گردد و به عبارتی هر دو روز یک راکتورجهت تولید انرژی ساخته شود. ازاین رو کشور ایران نیز ازاین توسعه مستثنی نبوده و به سرعت درجهت توسعه و بکار گیری انرژی های نو حرکت می کند.

1-۱ انرژی های امروز

سرچشمه ی همه ی انرژی ها در نهایت خورشید یا مواد اولیه ی تشکیل دهنده ی خورشید و زمین هستند. خورشید سیاره ی ما را گرم و نور لازم برای رشد گیاهان را فراهم می کند. در دوران زمین شناسی واپسین نیز خورشید به همین گونه رفتار کرده است. انرژی خورشید در جان حیوانات و گیاهان (موجودات زنده) خاصی که ذخایر کنونی زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی از آنها پدید آمده درآمیخته است. این ذخایر مهم‌ترین سوخت های فسیلی هستند که تمدن ما به آنها بستگی دارد.

تنها منبع انرژی مهم دیگر در کره ی زمین اتم های عناصر خاصی هستند که خودشان قبل از پیدایش منظومه ی شمسی وجود داشته اند. این عناصر امروزه در پوسته ی زمین یافت می شوند.

مقدار انرژی موجود در واحد جرم یک اتم به اندازه آن اتم بستگی دارد: اتم های با اندازه ی متوسط (مانند کربن و اکسیژن) کمینه ی این انرژی را دارند. در حالی که اتم‌های کوچک (مانند هیدروژن) یا اتم های بزرگ (مانند اورانیوم) بیشترین مقدار این انرژی را دارا می باشند. بنابراین تشکیل اتم های متوسط در اثر ترکیب اتم های کوچک (همجوشی) یا در اثر شکافت اتم های بزرگ (شکاف) می تواند انرژی آزاد کند. آزاد

شدن این انرژی توسط شکافت هسته ای یا همجوشی هسته ای یکی از مهمترین و بحث برانگیزترین دستآوردهای بشر در طول تاریخ بوده است.

از اوایل دهه ی هفتاد میلادی، در مورد قریب الوقوع بودن «بحران انرژی در جهان» که ابتدا به معنای بحران منابع نفت دانسته می شد، مطالبی بسیار نوشته شده است حاکی از اهمیت حیاتی حفظ سوخت فسیلی برای نسل های آینده است. در حالی که از اوایل دهه‌ی هفتاد برای حفظ منابع نفت خام فشار وجود داشته است، ظرف مدت ۵۰ سال این فشار برای کاهش مصرف همه ی سوخت های فسیلی و حفظ ذخایر زغال سنگ وجود خواهد داشت. در آن زمان زغال سنگ، به خصوص به عنوان ماده ی اولیه ی شیمیایی، همان نقشی را خواهد داشت که نفت در حال حاضر دارد.

اهمیت منابع انرژی حتی در مناطقی که تا کنون سوخت به نسبت ارزان بوده آشکار شده است. تقاضای بیش از حد برای انواع انرژی در کشورهای در حال توسعه هم، اگر چه تلاش برای حفظ منابع آغاز شده، تقاضا برای انرژی از مقادیر کم رو به افزایش است و پیوسته فشار بر منابع جهانی انرژی را بیشتر می کند. بیشتر مردم کشورهای در حال توسعه استاندارد زندگی کشورهای توسعه یافته و همچنین حاصل خیزی کشاورزی و صنعتی شدن کشورهایشان را امید دارند. تحقق این آرزوها دسترسی به انرژی فراوانی را می طلبد. رشد جمعیت جهان از سطح کنونی ۶ میلیارد نفر به ۷/۵ میلیارد نفر مورد انتظار در سال ۲۰۲۰، که بیشتر آن مربوط به کشورهای در حال توسعه ی امروز است، رقابت برای انرژی را افزایش می دهد.

در کشورهای صنعتی تقاضا برای انرژی از سه بخش عمده می آید:

- خانگی و تجاری
- صنعت و کشاورزی
- حمل و نقل

در بیشتر کشورها هر یک از این بخش ها در حدود یک سوم تقاضای انرژی را تشکیل می دهد، اگر چه مقدار مصارف خانگی بستگی زیادی به آب و هوا دارد. به عنوان نمونه مصرف خانگی در استرالیا کم است، در حالی که کانادا به خاطر سردی هوا به نسبت زیاد می باشد.

برای بعضی از این مقاصد، بیشتر انرژی مورد نیاز به شکل الکتریسیته است، در نتیجه مصرف الکتریسیته در جهان به سرعت در حال رشد می باشد.

از دیدگاه ذخایر، چند سر چشمه ی اولیه برای انرژی وجود دارد، که در سه گروه سوخت های تجدید پذیر، سوخت های تجدید ناپذیر و نیروهای طبیعی تجدید پذیر قرار می گیرند.

هم اکنون تنها الکتریسیته اهمیت اصلی را دارد اما ممکن است در آینده هیدروژن اهمیت پیدا کند. بیشتر تقاضای انرژی می تواند از بیش از یک نوع منبع انرژی تأمین می شود.

هم از نظر صرفه ی اقتصادی و هم از جهت ملاحظات اخلاقی، جایی که سوخت هایی با فراوانی بیشتر قابل جایگزینی باشند، هدر دادن منابع انرژی مانند نفت و مشتقاتش که به راحتی قابل جابجایی و تغیر هستند، صحیح نیست.

۲-۱ تغییرات در تقاضا برای انرژی و منابع آن

توزیع منابع انرژی در سطح جهان به صورتی است که با افزایش مصرف، باید بر حجم تجارت جهانی حامل های انرژی افزوده شود. کشورهایی که منابع انرژی اندکی دارند خودشان را وابسته به کشورهای دارای منابع انرژی می یابند. کشورهای وارد کننده، به خاطر اهمیت اساسی انرژی در اقتصاد صنعتی، از نظر اقتصادی و سیاسی احساس نا امنی می کنند.

بهترین شاهد براین مدعا وضعیت بی ثبات نفت است. تا اوایل دهه ی ۱۹۷۰، به خاطر ارزانی نسبی قیمت نفت، و سه برابر شدن تولید جهانی آن بین سال های ۱۹۶۰ تا۱۹۷۳ بیشتر کشورها به نفت وابسته شدند. اما با چهار برابر شدن قیمت نفت و در پی آن «بحران نفتی» ۱۹۷۹، این الگو ناگهان دچار تحول شد. در نتیجه برخلاف رشد زیاد سهم نفت در تأمین کل انرژی مصرفی در سال۱۹۸۶ مصرف جهانی آن برابر با سال۱۹۷۳، در حالی که پیش بینی ها در سال۱۹۷۲ دو برابر شدن مصرف نفت در طی ده سال را تخمین زده بودند.

WikiPower.ir

به عنوان نمونه ژاپن مقادیری اندک نفت یا زغال سنگ از خود دارد و پتانسیل های هیدروالکتریکی استفاده نشده ی کمی را نیز داراست . این کشور به ناگاه دریافت که وارات نفت برای تأمین سه چهارم نیاز انرژیش وضعیت قابل دوامی نیست. حتی آمریکا که نیز در ابتدا خود را از جهت تولید نفت خودکفا می دانست دریافت که به سختی می‌تواند روی واردات نفت کافی برای جبران کاهش تولید داخلی حساب کند. و امروزه منابع مطمئن انرژی یکی از اصلی ترین عوامل تعیین کننده در سیاست خارجی آن کشور است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مشکلات مربوط به قیمت و منابع نفت در دهه ی ۱۹۷۰، موجب تحولاتی سریع در تولید و استفاده از دیگر سرچشمه های اولیه ی انرژی شد:

- تولید و تجارت جهانی زغال سنگ به منظور جایگزینی نفت افزایش یافت.
- توان هسته ای برای تولید برق توسط کشورهایی که ذخایر انرژی کمی داشتند به صورت جدی تر پذیرفته و آزمایش شد.
- همه ی کشورها برای محدود کردن مصرف انرژی تدابیری سخت گیرانه تر را اتخاذ کردند.
- منابع انرژی تجدیدپذیر به طور جدی مورد مطالعه قرار گرفتند (بعضی از این منابع انرژی برای اولین بار) تا تعیین شود در صورت امکان در چه جاهایی می‌توانند به صورت اقتصادی به کار گرفته شوند.

ادامه ی این تحولات به سده ی جاری هم کشیده شده است. در همه ی جهان امکان کاهش قابل توجه در مصرف انرژی برای هر واحد فعالیت اقتصادی فراهم شده است. استفاده از نفت برای تولید برق به شدت کاهش یافته و استفاده از گاز طبیعی بیشتر شده است. در شروع این قرن باد به عنوان یک منبع تولید برق نسبت به سایر منابع سریع ترین رشد را دارد.

نقش برق در حال افزایش است زیرا یک منبع انرژی کاملاً قابل انتقال است و می تواند از گستره ی وسیعی از انواع سوخت ها تولید شده و به آسانی تا نقطه ی مصرف شبکه بندی شود. در حال حاضر ۴۰ ٪ منابع انرژی اولیه صرف تولید برق می شود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

الکتریسیته تنها منبع مفید برای راه اندازی ماشین آلات و برای روشنایی در صنایع و منازل است، با این وجود برای مواردی مانند گرم کردن هم که جایگزین هایی سهل الوصول برای آن وجود دارد به کار گرفته می شود.

۳-۱ تقاضا برای انرژی و منابع آن در آینده

ما در آینده نیازمان به انرژی را چگونه تأمین کنیم؟ تردیدهایی در این مورد وجود دارد:

- تولید نفت در ۱۹۷۹ به بالاترین حد خود ر سید و تا سال ۱۹۹۴ به این سطح بازنگشت، هزینه های تولید از ۱۹۷۳ تغییر چندانی نکرده است. قیمت ها شدیداً وابسته به عوامل سیاسی است.
- با روند به سرعت رو به افزایش فعلی تولید گاز طبیعی، احتمال دارد بسیاری از کشورها طی دو دهه ی دیگر به بالاترین حد تولیدشان برسد.
- استخراج زغال سنگ زمینی پرهزینه است و استفاده از زغال سنگ به هر نحو موجب افزایش نگرانی در مورد گرم شدن زمین می شود.
- تردیدهایی در مورد برنامه های هسته ای بسیاری از کشورها وجود دارد.
- تجربیات عملی محدودتری در مورد به کارگیری منابع انرژی تجدیدپذیر وجود دارد.
- در آینده امکان حفظ منابع انرژی، در کشورهای توسعه یافته بدون تغییرات اساسی در شیوه ی زندگی آنها، محدود و در کشورهای در حال توسعه ناچیز است.
-

تا اوایل دهه ی ۷۰ میلادی، با متمایل شدن تقاضای انرژی به ذخایر فراوان نفت و گاز طبیعی، منابع انرژی جهان به سادگی و ارزانی تقویت شد. هر چند پس از سال۱۹۷۳ بیشتر کشورهای صنعتی به گسترش رویکردهای دیگر از جمله استفاده بیشتر از انرژی هسته ای روی آوردند.

در آینده حل مشکل انرژی از طریق گسترش سریع منابع انرژی تجدید پذیر غیرعملی است. قیمت، سطح فن آوری موجود و طبیعت گسیخته و پراکنده ی این منابع قابلیت آنها را محدود کرده است.

چند دهه است که مصرف انرژی جهان پیوسته رشد یافت است. آشکار است که در بسیاری از کشورها اقتصاد رشد می کند و افزایش مصرف انرژی بخش جدایی ناپذیری از این رشد می باشد، اما احتمال نمی رود که آهنگ این افزایش هیچ گاه دوباره به پیش از سال۱۹۷۳ برسد. همچنین انتظار می رودکه رشد جمعیت جهان ادامه یافته و در سال ۲۰۲۵ به ۸ میلیارد نفر برسد، که نیاز به انرژی بیشتری را به دنبال خواهد داشت.

WikiPower.ir

تقاضا برای برق خیلی سریع تر از تقاضا برای انرژی رشد می کند. در عین حال پیش بینی می شود تقاضا برای همه انواع انرژی بین سال های ۱۹۸۰و۲۰۲۰ دو برابر شود پیش بینی تقاضا برای الکتریسیته رشد سه برابری را در همین دوره زمانی نشان می دهد.

با فرض عدم وقوع تغییرات جدی در الگوهای مصرف و پیشرفت کند کشورهای در حال توسعه برای شرایط مطلوب، پیش بینی می شود که تقاضا برای انرژی در سال۲۰۲۰ تقریباً ۲۰۰۰۰TWh در مقایسه با

۱۴۰۰۰TWh در۱۹۹۷ باشد (دیگر پیش بینی ها در محدوده ی ۱۶۰۰۰TWh تا ۲۳۰۰۰ TWh قرار دارد).

بقای ذخایر انرژی در آینده بستگی به بخش هایی دارد که از انرژی استفاده می کنند. در جاهایی که انرژی یک ورودی با اهمیت برای فرآیند صنعتی و حمل و نقل است، یا هزینه ی زیادی را به مصرف کننده تحمیل می کند، مانند وسائل نقلیه ی موتوری، تا کنون برای افزایش بازدهی و به تبع آن هزینه ی کمتر گام های زیادی برداشته شده است. اما در جاهایی که قیمت انرژی به نسبت اهمیتی کمتر دارد مانند ساخت و سازهای مسکونی و تجاری، امکان بهبود بیشتر وضعیت وجود دارد. پیش بینی منابع انرژی در آینده خیلی مشکل است. برای این که پیش بینی ها کماکان مؤثر باشند، باید پاسخی برای افزایش قیمت انرژی در آینده داشته باشیم. این موضوع می طلبد که نگرش به مصرف انرژی و نحوه ی زندگی در جهت حفظ منابع انرژی باشد تا از این طریق آهنگ مصرف انواع انرژی به سادگی در ابتدا کنترل شده و سپس ثابت بماند. برخلاف عقیده ی عمومی در مورد محیط زیست، شواهد اندکی وجود دارد که دال بر تفوق جهانی نگرش هایی باشند که این موضوع را بر رفاه و آسایش ترجیح می دهند.

۴-۱ تقاضا برای برق

در جوامع صنعتی انرژی برای یکی از موارد زیر به مصرف می رسد:

صنایع:

- بعضی از صنایع بیست و چهار ساعته کار می کنند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- بعضی ها ۱۰-۸ ساعت در روز کار می کنند.

تجاری:

- بیشتر ۱۵-۱۰ ساعت در روز کار می کنند.
- حمل و نقل عمومی.
- در طول روز و بعد از ظهرها فعال هستند.

منازل:

- گرم و خنک کردن منازل بیشتر در طول روز و بعد از ظهرها.
- آشپزی در صبح و عصر.
- گرم کردن فضا و آب در زمان های کم مصرف، به خصوص در طول شب (در بعضی از سامانه ها.

با توجه به موارد گفته شده در بالا روشن است که تقاضا برای برق در طول ۲۴ ساعت، در طول هفته، و نیز در فصل های مختلف تغییر می کند. همچنین این تقاضا، محل به محل و کشور به کشور برحسب نوع نیاز، آب و هوا، و عوامل دیگر متغیر است. منحنی بار روزانه ی یک سامانه ی (توزیع) برق. می‌توان دید که در طول یک روز بار پایه در حدود ۶۰٪ بار بیشینه است. این یک منحنی معمولی برای کشورهای توسعه یافته است.

در هر سامانه ای تقاضای بار پایه در انتخاب یک منبع بزرگ، پیوسته و مطمئن عاملی کلیدی است سرمایه گذاری اصلی هر شرکت توزیع برق به روش برخورد با این نوع مصرف بستگی دارد.

علاوه بر تغییرات روزانه و هفتگی مصرف، یک تغییرات سالانه ی تدریجی نیز در الگوهای مصرف اتفاق می افتد.

از نظر اقتصاد تولید، لازم است که تا حد ممکن بیشتر برق از طریق نیروگاه های تولید برق بار پایه تأمین شود، در عین حال اتصال احتمالی هر منبع تولید تجدید پذیری به این سامانه باید مجاز باشد.

به خاطر نوسانات شدید مصرف برق در طول شبانه روز، طبیعی است که چندین نوع نیروگاه برق داشته باشیم که در گروه هایی تحت عنوان نیروگاه های بار پایه، بار میانی و بار بیشینه دسته بندی می شوند.

ایستگاه های بار پایه معمولاً توسط بخار راه اندازی می شوند و تقریباً همیشه با توانی نزدیک به توان خروجی نامیشان کار می کنند. توان هسته ای و زغال سنگ منابع اصلی تولید انرژی در این نیروگاه ها هستند.

ایستگاه های بار میانی و با بریشینه باید آنی قابلیت را داشته باشند که روزی یک یا دوبار به سرعت روشن و خاموش شوند. از جمله فن آوری های به کار رفته برای تولید برق بار پایه و میانی توربین های گازی، دیگ های بخار نفتی یا گازی و مولدهای برق آبی هستند.

برای تأمین ببرق بار بیشینه تجهیزاتی با هزینه ی ساخت کم ترجیح داده می شوند، و قیمت سوخت نسبتاً بالا برای آنها مسئله ی مهمی نیست.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نیروگاه های بار پایه برای حداقل کردن هزینه ی سوخت طراحی می شوند و هزینه ی ساخت نسبتاً بالای آنها می تواند بر روی برق فراوانی که در طول سالیان متمادی به صورت پیوسته تولید می کنند سرشکن شود.

ارزان ترین برق هنگامی به مصرف کننده تحویل داده می شود که مقدار بار بیشینه خیلی کم بوده و نیروگاه های بار پایه به صورت پایدار و یکنواخت برق تولید کنند. در عمل هر سامانه ای باید مجاز باشد که تعدادی از نیروگاه هایش را برای مدت زمانی از سرویس خارج کند. بنابراین ظرفیت برپا شده تولید باید تقریباً ۲۰٪ بیشتر از بار بیشینه‌ی سامانه باشد.

WikiPower.ir

۵-۱ سوخت های امروزی برای تولید برق

معیار مطلوبیت یک سوخت برای تولید برق پایه در کشورهای صنعتی و پرجمعیت ممکن است با عبارات زیر بیان شود:

- باید به نسبت ارزان باشد که برق ارزانی را تولید کند.
- اگر نمی تواند از یک محل خیلی نزدیک به ایستگاه برق تأمین شود، باید در حالت ایده آل یک منبع متراکم انرژی باشد که بتواند به صورت اقتصادی منتقل شده و به آسانی ذخیره شود.

- باید به کمبود ذخایر و کاربردهای ارزشـــمند دیگر آن (مانند ســـوزاندن مســـتقیم، یا مواد اولیه ی شیمیایی) توجه شود.
- ضایعات آن باید قابل مدیریت باشد، به صورتی که در دراز مدت کمترین آلودگی و اختلال محیطی از جمله کمترین اثر گرم شدگی زمین را ایجاد کند.
- باید هم در هنگام عملکرد معمول و هم در مواقع بروز سوانح احتمالی ایمن باشد.

از میان سه نوع سوخت موجود برای تولید برق، روی هم رفته اغلب اورانیوم بهتر از زغال سنگ و گاز با این معیارها همخوانی دارد، به خصوص اگر لازم باشد که زغال سنگ به مسافات دور حمل شود.

راهبرد انرژی ملی هر کشور بر اساس ذخایر طبیعی، اقتصاد سوخت های (برق) وارداتی، میزان صنعتی بودن و کمبود منابع آن کشور تغییر می کند.

یک کشور غنی از نظر انرژی مانند آمریکا انتخاب های گوناگونی دارد. با وجود این، حتی در قسمت هایی از این کشور نیز حمل و نقل مقادیر زیاد زغال سنگ در مسافات طولانی هزینه ها را به طور قابل توجهی زیاد می کند. به علاوه احتمالاً چندان دور نیست آن روزی که زغال سنگ برای تبدیل شدن به دیگر سوخت ها و مواد اهمیت پیدا کند.

ژاپن منابع انرژی طبیعی ندارد و تقریباً به کلی متکی به واردات است. زمانی نفت مناسب‌ترین سوخت وارداتی بود و این کشور برای تأمین قسمت بزرگی انرژی مورد نیازش، از جمله برای تولید برق به آن وابسته بود. زغال سنگ به شکلی روز افزون برای تولید برق استفاده می شود، اما هزینه ی حمل و نقل بر هر واحد

انرژی در این حالت بیشتر است. سوخت هسته ای این مزیت را دارد که مقدار کمی از آن لازم است و در نتیجه هزینه های حمل و نقل آن ناچیز، همچنین ذخایر راهبردی این سوخت می توانند به آسانی انبار شود، لذا نوسانات قیمت آن نسبت به زغال سنگ و نفت کم اثرتر می‌باشد.

شاید انسان بتواند با تمرین مصرف درست منابع و به خصوص با افزایش بازده انرژی به کار گرفته شده انرژی بهتر مصرف کند. روش اخیر می تواند در مورد تجهیزات جدیدی که در همه ی کشورها ساخته می شوند پیاده شود. علاوه بر این در مورد بیشتر تأسیسات از قبل ساخته شده ی کشورهای توسعه یافته نیز با «باز جور کردن» آنها عملی است. اگر آمریکا، انگلیس و ژاپن هر یک بتوانند به عنوان یک راهبرد ممکن، برق کمتری استفاده کنند، در نهایت تجهیزات نفت سوز در دو تا از این کشورها می توانند حذف و در کشور سوم به نحوی چشم گیر شوند.

WikiPower.ir

نفت:

در سال ۲۰۰۰، ۸٪ کل برق جهان با نفت تولید می شد که خیلی کمتر از یک دهه ی قبلش بود. با این وجود هنوز هم در بعضی از کشورها مانند ژاپن نفت برای تولید برق بار پایه استفاده می شود. اما نفت منشأ منحصر به فرد فرآورده های نفتی سرشار از انرژی است که می توانند جابجا شده و برای حمل و نقل به کار روند. در صنایع پتروشیمی هم نفت و هم گاز به عنوان ماده ی اولیه پلاستیک ها، کودها و فرآورده های دارویی کاربرد فراوانی دارند. جایی که امکان استفاده ی اقتصادی از سوخت های دیگر وجود دارند سوزاندن نفت برای تولید برق پایه سؤال برانگیز است.

گاز طبیعی:

امروزه گاز نقش عمده و رو به رشدی در تولید توان بازی می کند (۱۷/۲٪کل برق جهان در سال ۲۰۰۰) مادامی که قیمت گاز کم است و توربین های گازی به نسبت ارزان و سریع ساخته می شوند، گاز جذاب ترین سوخت خواهد بود. گاز این مزیت را نسبت به زغال سنگ دارد که دی اکسید کربن کمتری تولید می کند و بنابراین بعضی ها ترجیح می دهند برای تولید برق بار پایه از آن به جای زغال سنگ استفاده کنند. گاز طبیعی یک منبع فوق العاده مفید است. گاز می تواند از زمین استخراج، به آسانی و به صورت اقتصادی از طریق خطوط لوله منتقل شود، سپس با هزینه ای اندک به محل‌های مصرف با مقیاس کوچک لوله کشی و در آنجا به عنوان یک سوخت با بازده بالا (حداکثر ۹۰٪ برای مصرف نهایی با احتساب افت شار) به کار

رود و می تواند مایع شده و توسط کشتی بر روی دریاها حمل شود (برای مثال به صورتLNG به ژاپن و کره) همچنین گاز یک ماده ی شیمیایی قابل توجه در صنایع می باشد.

این نکات بدین معناست که استفاده از گاز در حجم وسیع برای تولید برق، جایی که به آسانی به جایگزین های کم کاربردتری دسترسی داریم سؤالاتی اخلاقی به خصوص در رابطه باتعادل بین نسل ها به همراه دارد. به صورت خلاصه، نوادگان ما ممکن است بعداً آرزو کنند که کاش درمصرف گاز زیاده روی نشده بود و گازی بیشتر برای آنها باقی می‌ماند. در هر حال این سؤال وجود دارد که آیا مصرف زیاد گاز طبیعی به عنوان سوخت مستقیم باعث افزایش محتمل قیمت آن در میان مدت نخواهد شد، به حدی که در آینده انتخابی برای تولید برق پایه نباشد.

WikiPower.ir

زغال سنگ:

در بیشتر کشورها و در طول سالیان دراز زغال سنگ سهم زیادی [در تولید برق] داشته است، و در حال حاضر ۳۹٪ برق جهان را تولید می کند. نیروگاه های زغال سنگی جدیدی دارای بازده ای بیشتر از قبل هستند و در صورت صرف هزینه ی بیشتر، بعضی از اثرات زیست محیطی سوختن زغال سنگ پرگوگرد می تواند حذف شود، گرچه اثر گرم شدن زمین که ناشی از تولید مقادیر حجیم دی اکسید کربن است همچنان باقی می‌ماند.

زغال سنگ معادن روباز بزرگ کاملاً ارزان فراهم می شود، اما هزینه ی حمل و نقل آن در فواصل طولانی باعث می شود که نسبت به دیگر رقبایش جذابیتی کمتر داشته باشد. اگر مقادیر زیادی زغال سنگ از یک ناحیه استخراج شده و در طول قاره ها و یا به ماورای دریاها (مثلاً از استرالیا و کانادا به ژاپن یا اروپا) حمل شود، این جابجایی و انتقال خود هزینه هایی را تحمیل می کند و مستلزم مصرف بیشتر انرژی است.

زغال سنگ نیز به مانند نفت و گاز تنها به صورت سوخت استفاده نمی شود بلکه مصارف مهم دیگری هم دارد. مقادیرزیادی کربن حتی در زغال سنگ سوزان، برای تصفیه ی فلزات، برای تبدیل به سوخت های گازی یا مایع (در آینده) و برای دیگر مقاصد لازم است با این که ذخایر زغال سنگ فراوان است، حفظ این ذخایر روز به روز اهمیتی بیشتر پیدا می کند.

اورانیوم:

تنها سوخت دیگری که در حال حاضر برای تولید برق بار پایه موجود است اورانیوم باشد. در صورتی که مقادیر فراوانی کانه ی استخراج شده عمل آورده شود، تنها دویا سه بشکه ی۲۰۰ لیتری اکسید اورانیوم(U_3O_8) از محتویات معدن باقی می ماند. این مقدار انرژی کافی برای تغذیه کردن شهرهای بزرگ در طول یک روز را دارد، در عین حال به نسبت بسیار ساده تر هم جا به جا می شود. اورانیوم از نظر زیست محیطی نیز مزایایی دارد. هر چند گاهی اوقات معایب آن بر زغال سنگ می چربد. از زمان نخستین استفاده ی تجاری از راکتور هسته ای حدود پنجاه سال، و از زمانی که شکاف هسته ای برای اوین بار کنترل شده حدود شصت سال می گذرد، با وجود این توان هسته ای هنوز مسائل حل نشده ی بسیاری دارد. در این

مدت ۱۰۵۰۰ راکتور- سال تجربه ی عملی از راکتورهای تجاری، و در همین حدود هم از راکتورهای مشابه (اما کوچکتر) در کاربردهای دریایی به دست آمده است.

امروزه تعداد ۴۴۰ نیروگاه هسته ای در۳۱ کشور جهان از جمله در کشورهای در حال توسعه دایر است. این راکتورها در حدود ۱۶٪ کل برق جهان را تولید می کنند.

نیروگاه برق هسته ای بیشتری در حال ساخته شدن هستند. در بسیاری از کشورها برق هسته ای نسبت به برقی که توسط نفت یا زغال سنگ تأمین می شود، قابل اعتمادتر، ایمن تر، و اقتصادی تر است. به همین خاطر حداقل یک سوم برق بسیاری از کشورها توسط توان هسته ای تأمین می شود. فرانسه سه چهارم برقش را از توان هسته ای تأمین می کند، و بزرگترین صادر کننده ی برق جهان است.

جدا از ساخت جنگ افزارها و رانش شناورها، اورانیوم هیچ استفاده ی مهم دیگری به جز تولید برق و ساخت ایزوتوپ های صنعتی و دارویی ندارد. امروزه ۹۵٪ اورانیوم استخراج شده صرف تولید برق می شود (با در نظر گرفتن تولید ایزوتوپ ها و رانش شناورها).

قابلیت انرژی هسته ای برای تولید برق، با استفاده از اورانیوم به عنوان سوخت، بیشتر در اختیار کشورهای توسعه یافته است که مجموعه هایی با مصرف برق بالا دارند. نیروگاه‌های برق هسته ای امروزی با ابعادی از۵۰۰ MW تا۱۳۰۰MW ساخته می‌شوند، و نیروگاه های کوچک تر از جهت اقتصادی جالب نیستند. با وجود این تعدادی از کشورهای در حال توسعه هستند که سامانه های تولید و انتقال برق متوسط مورد نیاز برای تولید توأمان (مانند تولید برق و آب آشامیدنی) دارند. راکتورهای هسته‌ای با اندازه ای در

حدود۱۰۰MW، که جایگزین اصلی آنها نیروگاه های با سوخت گران قیمت نفت است برای این کشورها می توانند مقرون به صرفه باشند.

در چند دهه ی آینده تنها گزینه های اصلی برای سوختی که بتوان از انرژیش در مقیاس‌های بزرگ برق بار پایه تولید کرد زغال سنگ و اورانیوم هستند.

در بعضی جاها و در کوتاه مدت گاز هم یک گزینه می تواند باشد، اما استفاده ی فراوان آن به عنوان سوخت مستقیم و احتمال افزایش شدید قیمتش در دراز مدت، آن را در مرتبه ای پس از زغال سنگ و اورانیوم قرار می دهد. احتمالاً انتخاب بین این گزینه ها کماکان به قیمت نهایی برق تولیدی (شامل هزینه های زیست محیطی)، که از جایی به جای دیگر تغییر می کند، بستگی خواهد داشت.

در این بخش چند مقایسه کلی بین زغال سنگ و اورانیوم به عنوان سوخت های اصلی برای تولید برق بار پایه، انجام می شود.

WikiPower.ir

در مراحل تبدیل انرژی به برق مواد متفاوتی که سرآمد آنها زغال سنگ و اورانیوم هستند دخیل می باشند.

در همه ی حالات مقدار۸۰۰۰kWh برق در نظر گرفته می شود که با یک تخمین محافظه کارانه معادل با مقدار لازم برای یک شخص در یک کشور توسعه یافته در طول سال است.

برای تهیه ی یک مشت (۲۳۰ گرم) اکسید اورانیوم بین۳۰kg تا۷۰kg سنگ اورانیوم لازم است. اورانیومی با این غلظت به «اورانیوم طبیعی» معروف است و در حدود۰/۷٪ اورانیوم ۲۳۵ که ایزوتوپ قابل شکافت اورانیوم است دارد. اورانیوم طبیعی به عنوان سوخ راکتورهایCANDU در کانادا و در سراسر جهان استفاده

می شود. کشورهایی که راکتورهای آب سبک (PWRها وBWRها) را به کار می گیرند، محتوای ایزوتوپ اورانیوم ۲۳۵ این اورانیوم طبیعی را افزایش می دهند تا در حدود ۳۰ گرم سوخت اورانیوم غنی شده (U-235٪۳/۵) حاصل شود.

سوخت مصرف شده در راکتورهایCANDU شامل مواد قابل شکافت بسیار کمی است و مانند زباله شمرده می شود. سوخت مصرف شده در راکتورهای آب سبک دارای مقادیری قابل توجه از مواد شکافت پذیر است که در بعضی کشورها بازیافت می شوند. هنگام بازیافت سوخت راکتورهای آب سبک، در حدود۲۰ml پسماند سطح بالا باقی می‌ماند. این مایع سپس می تواند در داخل یک شیشه ی پیرکس مکعبی با ابعاد کوچکتر از یک سانتیمتر (۶ گرم)، که در حدود اندازه ی یک سکه ی بزرگ است، و دارای پرتوزایی بالایی خواهد شد، جا داده شود. پسماندهایی دیگر هم تولید می شوند، اما از اهمیتی بسیار کمتر برخوردارند.

برای تولید همین مقدار برق (۸۰۰۰ kWh) با سوخت زغال سنگ، در حدود سه تن زغال سنگ سیاه با کیفیت بالا (یا ۳/۵ تن زغال سنگ سیاه متوسط، یا۹ تن زغال سنگ قهوه ای) می تواند به نیروگاه تزریق شود. بسته به نوع زغال سنگ به کار رفته، مقدار زیادی خاکستر که از بار دو چرخ دستی تا نیم تن متغیر است به جای می ماند. همچنین هشت تن دی اکسید کربن که در دما و فشار اتمسفر سه استخر ورزشی را پر می کند، و بسته به نوع زغال سنگ مقداری دی اکسید گوگرد(SO_2) هم تولید می شود. یک نوع معمول زغال سنگ آمریکایی شامل۳-۲ درصد گوگرد است، که در این حالت لازم است یک صد کیلوگرم

دی اکسید گوگرد تولیدی احتمالی با هزینه ی بالا جدا شود، در غیر این صورت بر مشکل باران های اسیدی که در نیم کره ی شمالی پدیده ای کاملاً شناخته شده است افزوده می شود.

در سالیان گذشته، بیشتر نیروگاه های زغال سنگی بیش از نیروگاه های هسته ای به اندازه مشابه پرتوزایی ایجاد می کردند! این مسئله به خاطر مقادیر ناچیز مواد پرتوزا (حداکثرTh+U۱۷ppm در کانادا و استرالیا) در زغال سنگ بود. در تجهیزات مدرن امروزی این پرتوزایی عمدتاً در خاکسترهای معلق حفظ و با آن دفن می شود.

۶-۱ عوامل اقتصادی

علاوه بر مقایسه ی سوخت و پسماندهای مربوطه، هزینه های نسبی این دو نوع سامانه‌ی تولید برق نیز در انتخاب آنها مهم هستند. این بخش بر هزینه های مستقیم متمرکز است، یعنی هزینه هایی که در عمل باید برای ساخت و کار نیروگاه ها پرداخته شود. هزینه های جانبی آنهایی هستند که عملاً در رابطه با سلامتی و محیط زیست پرداخته می شوند اما تولید کننده یا مصرف کننده ی برق به صورت مستقیم آن را نمی‌پردازند. این هزینه ها برای سوخت های فسیلی، به خصوص زغال سنگ، زیاد است. برای انرژی هسته ای هزینه هایی معادل وجود دارد که بیشتر به مدیریت پسماندها، و اوراق و از کار انداختن راکتورهای قدیمی مربوط هستند و توسط مصرف کننده های برق تولیدی پرداخته می شوند.

هزینه های ساخت یک نیروگاه هسته ای اندکی بیشتر از نیروگاه گازی و تا اندازه ای از یک نیروگاه زغال سنگی بیشتر است. اما قیمت سوخت هسته ای (شامل غنی سازی اگر مورد نیاز باشد) خیلی کمتر از نفت،

گاز یا زغال سنگ است می باشد. بنابراین هزینه ی کلی مورد نیاز تبدیل انرژی به برق برای نیروگاه های هسته ای و زغال سنگی تا حد زیادی یکسان در می آید.

اورانیوم این مزیت را دارد که یک منبع مهم متراکم انرژی و بنابراین سبک است، راحت جا به جا می گردد، و مقادیر مورد نیاز آن خیلی کمتر از زغال سنگ یا نفت می باشد. یک کیلوگرم اورانیوم طبیعی در حدود بیست هزار برابر همین مقدار زغال سنگ انرژی به دست می دهد. به علاوه سهم هزینه ی سوخت در قیمت کل برق تولیدی به نسبت کوچک تر است، یعنی حتی افزایش زیاد قیمت سوخت اثر نسبتاً کمی خواهد داشت.

هر چه عواقب زیست محیطی دراز مدت مصرف سوخت های فسیلی، به خصوص زغال سنگ، نگرانی هایی مضاعف تر ایجاد می کند، مزایای زیست محیطی توان هسته‌ای هم مورد توجه بیشتری واقع می شود. اختصاص بهایی برای کربن [تولیدی]، یا اعمال مالیات کربن بر تولید برق با سوخت فسیلی، موقعیت این سوخت ها را نسبت به انرژی هسته ای تغییر می دهد. برای مثال ۳۷ دلار مالیات کربن برای هر تن زغال سنگ معمولی، یا ۲۹ دلار برای هر تن زغال سنگ قهوه ای، قیمت برق تولیدی از این منابع را به اندازه ی یک سنت بر هر کیلووات ساعت افزایش می دهد در حالی که برق هسته ای اثری نخواهد پذیرفت.

قبلاً اشاره شد که هزینه ی اولیه ی یک نیروگاه هسته ای بیشتر از یک نیروگاه زغال سنگی است. انرژی صرف شده برای آماده سازی مواد و سوخت ممکن است «قیمت انرژی» را بالاتر هم ببرد. این مسئله به خصوص برای راکتورهای آب سبک که انرژی لازم برای غنی سازی سوخت آنها قابل توجه است صحیحی

می باشد. انرژی به کار رفته برای ساخت، و تغذیه سوخت اولیه ی یک راکتور آب سبک معادل با تقریباً ۱/۵ درصد (انرژی) خروجی راکتور در طول عمرش است؛ سوخت گذاری آن کمتر از یک درصد خروجیش را تشکیل می دهد (یا حداکثر۴٪ در بدترین شرایط)

هر چه تقاضا برای الکتریسیته و نیز حساسیت به گرم شدن احتمالی کره ی زمین بیشتر می شود، به همان میزان اولویت دادن به توان هسته ای برای تولید برق بار پایه اجتناب ناپذیر به نظر می آید.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل دوم

صنعت انرژی اتمی

مقدمه :

انرژی هسته‌ای از عمده‌ترین مباحث علوم و تکنولوژی هسته‌ای است و هم اکنون نقش عمده‌ای را در تأمین انرژی کشورهای مختلف خصوصا کشورهای پیشرفته دارد. اهمیت انرژی و منابع مختلف تهیه آن ، در حال حاضر جزء رویکردهای اصلی دولتها قرار دارد. به عبارت بهتر ، از مسائل مهم هر کشور در جهت توسعه اقتصادی و اجتماعی بررسی ، اصلاح و استفاده بهینه از منابع موجود انرژی در آن کشور است. امروزه بحرانهای سیاسی و اقتصادی و مسائلی نظیر محدودیت ذخایر فسیلی ، نگرانیهای زیست محیطی ، ازدیاد جمعیت ، رشد اقتصادی ، همگی مباحث جهان شمولی هستند که با گستردگی تمام فکر اندیشمندان را در یافتن راهکارهای مناسب در حل معظلات انرژی در جهان به خود مشغول داشته اند.در حال حاضر اغلب ممالک جهان به نقش و اهمیت منابع مختلف انرژی در تأمین نیازهای حال و آینده پی برده و سرمایه گذاریها و تحقیقات وسیعی را در جهت سیاستگذاری ، استراتژی و برنامه‌های زیربنایی و اصولی انجام می‌دهند. هم اکنون تدوین استراتژی که مرکب از بررسی تمامی پارامترهای تأثیر گذار در انرژی و تعیین راهکارهای مناسب جهت تمیزتر و کاراتر نمودن انرژی و الگوی بهینه مصرف آن می‌باشد، در رأس برنامه‌های زیربنایی اکثر کشورهای جهان قرار دارد. در میان حاملهای مختلف انرژی ، انرژی هسته‌ای جایگاه ویژه‌ای

دارد. هم اکنون بیش از ۴۳۰ نیروگاه هسته‌ای در جهان فعال می‌باشند و انرژی برخی کشورها مانند فرانسه عمدتا از برق هسته‌ای تأمین می‌شود.

۱-۲ ساختار سوخت هسته ای

پایه صنعت انرژی هسته ای مبتنی بر استفاده از انرژی درونی اورانیوم می باشد. برحسب نوع راکتور نیروگاه اتمی، قسمت اصلی این انرژی و یا بخش کوچکی از آن مورد استفاده قرار می گیرد. در نیروگاه های معمولی که با سوخت فسیلی کار کنند، توانایی گرما زایی سوخت حین فرآیند سوخت فسیلی کار می کنند، توانایی گرمازایی سوخت حین فرآیند سوختن در کوره مورد بهره برداری قرار می گیرد. در دودکش نیروگاه های جدید از گرمای محصولات حاص از سوختن که گرمای پایینی حدود۱۴۰ درجه سانتی گراد دارند نیز استفاده می شود. در چنین دمایی ادامه استفاده از محصولات سوختن بدون فایده است و آنها وارد جو شده و باعث افزایش پدیده «اثر گلخانه ای» می شوند. بدین صورت چرخه نیروگاهی همواره یک چرخه باز است و برای سوخت فسیلی، چرخه بسته وجود ندارد. در نیروگاه اتمی امکان دورریزی سوخت کار کرده وجود ندارد، چرا که این سوخت انرژی با ارزشی دارد به علاوه از پرتوزایی بالایی برخوردار می باشد. این موارد از جمله مهم ترین تفاوت های صنعت انرژی اتمی با صنایع سنتی است.

در فرآیند غنی سازی سوخت هسته ای که در مراکز صنعتی معاصر انجام می شود، تغییرات اساسی در ساختار سوخت پدید می آید به ویژه برای راکتورهایی که در آنها خنک ساز آبی موجود است.

می دانیم که از U^{235} نوترون های حرارتی به دست می آید. اما مقدار این ایزوتوپ در اورانیوم طبیعی تنها۰/۷٪ است یعنی ۷kg/T. راکتورهایی که با این نوترون ها کار می‌کنند نیاز به سوختگیری U^{235} با غنای بیشتری دارند. بدین منظور فرآیند غنی سازی سوخت تا ۴/۴٪ استفاده می شود. یعنی از یک تن اورانیوم طبیعی،۱۰۰kg اورانیوم غنی شده که در آن۴/۴kg، U^{235} موجود است بدست می آید و۹۰۰kg اورانیوم تضعیف شده دفن می‌شود. به بیان ساده ۹۰٪ اورانیوم استخراج شده قابل استفاده در راکتور به عنوان سوخت هسته ای نیست. البته امکان به کارگیری اورانیوم تضعیف شده و یا اورانیوم طبیعی در راکتورهایی با نوترون سریع وجود دارد ولی در این صورت نیازمند سوخت گذاری قلب راکتور با اورانیوم بسیار غنی شده (تا۲۵٪) یا پلوتونیم هستیم که به کارگیری پلوتونیم مفیدتر است.

این بدان معنی است که در یک مقطع زمانی نیازمند کار همزمان و مشترک راکتورهای نوترون حرارتی و نوترون سریع می باشیم تا پلوتونیم موردنیاز راکتور نوترون سریع از کار راکتور نوترون حرارتی فراهم شود. به بیان ساده تر نیاز به کار طولانی هر دو راکتور داریم. نباید فراموش کرد که در دنیا بیش از یک میلیون تن اورانیوم با غنای کم انباشته گردیده است.

از آنچه گفته شد در می یابیم که شباهتی میان فرآیند استفاده از سوخت فسیلی در نیروگاه های معمولی و سوخت هسته ای در نیروگاه های معمولی با نیروگاه اتمی متفاوت است. در نیروگاه معمولی، تولید انرژی به میزان مصرف سوخت بستگی دارد در حالی که در نیروگاه اتمی به چگونگی فرآیند شکافت و آزادسازی

انرژی وابسته است. یادآوری می کنیم که محاسبه دقیق میزان مصرف سوخت هسته ای در نیروگاه اتمی ناممکن است و برای این کار، سوخت کار کرده را باید در کارخانه های شیمیایی ویژه‌ای تجزیه کرد.

۲-۲ گروه بندی نیروگاه های اتمی برق

اساسی ترین گروه بندی نیروگاه های اتمی برق، گروه بندی برحسب تعداد مدارهای آنهاست بر این اساس سه گروه نیروگاه اتمی برق موجودند: یک مداره، دو مداره و سه مداره. در همه نیروگاه های معاصر، محرک، توربین بخار است.

میان خنک سازی و محیط کاری یا سیال عامل تفاوت وجود دارد. محیط کاری یا سیال عامل عبارت است از: محیطی که با تبدیل انرژی گرمایی به مکانیکی، کار انجام می دهد، یعنی بخار آب. خلوص بخار ورودی به توربین بسیار مهم است و شاخص های مربوطه تنها هنگامی مقادیر قابل قبولی را ارائه می دهد که همه بخار خروجی از توربین، تقطیر شده و به مدارباز‌گردانده شود. بنابراین مدار سیال عامل نیروگاه های اتمی معاصر نیز مانند نیروگاه های حرارتی همواره بسته است و آب جبرانی تنها برای جبران نشت ها و منظوره های شخص دیگری آنها هم به میزان معینی به مدار سیال عامل تزریق می شود.

کاربرد خنک ساز عبارت است از: دفع گرمای تولید شده درون راکتور، برای جلوگیری از بروز رسوب بر سطح میله های سوخت، خنک ساز باید از خلوص زیادی برخوردار باشد. به علاوه خنک ساز، آلوده به مواد رادیواکتیو می باشد. بنابراین برای خنک ساز از مدار بسته استفاده می کنیم.

چنانچه مدار خنک ساز و سیال عامل از یکدیگر جدا نباشد نیروگاه را یک مداره می‌گوییم. در این حالت درون راکتور، بخار تولید می شود و این بخار به سمت توربین هدایت شده و با به چرخش درآوردن محور توربین و ژنراتور، برق تولید می شود. پس از تقطیر همه بخار، درون کندانسور، مایع حاصله به وسیله پمپ به راکتور بازگردانده می‌شود. در این راکتورها پمپ اصلی، گردش اجباری خنک ساز را تأمین می نماید. در این نیروگاه همه تجهیزات با محیط آلوده به مواد رادیواکتیو در تماسند بنابراین بهره برداری از چنین نیروگاهی دشوار است.

مزایای قابل توجه این گونه نیروگاه ها، سادگی و صرفه اقتصادی آنهاست. پارامترهای بخار پیش از توربین و درون راکتور تنها به میزان افت حاصل از حرکت بخار درون لوله‌ها با هم تفاوت دارد.

چنانچه مدار خنک ساز از مدار سیال عامل مجزا باشند، نیروگاه را دو مداره می نامند. در این حالت، مدار خنک ساز، مدار یک و مدار سیال عامل، مدار دو نام دارند. راکتور با خنک ساز، آلوده به مواد رادیواکتیو است که شامل بخشی از نیروگاه و نه همه آن می‌شود در مدار اول این نیروگاه، جبران کننده فشار نیز وجود دارد زیرا با تغییرات دمایی، حجم خنک ساز تغییر می کند.

در این نیروگاه، بخار از مولد بخار وارد توربین می شود و پس از آن به کندانسور می‌رود. پس از تقطیر، مایع حاصله به وسیله پمپ به مولد بخار باز می گردد. در مدار دوم، مواد پرتوزا وجود ندارند بنابراین بهره برداری از این نیروگاه ساده تر است.

دستگاه مورد نیاز، مولد بخار است که باعث جداسازی دو مدار می گردد، پس مولد بخار هم به مدار اول و هم به مدار دوم متعلق است. انتقال حرارت از میان سطح گرمایشی نیازمند وجود اختلاف دما میان خنک ساز و آب جوش در مولد بخار می باشد. برای خنک ساز آبی این بدان معنی است که فشار مدار اول باید بیشتر از فشار بخاری باشد که به هر توربین وارد می گردد. به علاوه، خنک ساز درون منطقه فعال راکتور نباید بجوشد بدین منظور در مدار اول نیازمند فشاری بیش از فشار مدار دوم هستیم.

به عنوان خنک ساز در نیروگاه می توان از گاز بهره برد. گاز به وسیله دمنده از میان راکتور حرکت می کند. دمنده همان نقش پمپ اصلی مدار یک را دارد. تفاوت خنک سازی گازی با آبی این است که برای خنک ساز گازی، فشار مدار یک می تواند هم بیشتر و هم کمتر از مدار دوم باشد.

هر کدام از نیروگاه های شرح داده شده دارای مزایا و معایبی می باشند. بنابراین در دنیا هر دو نوع آنها در حال گسترشند. آنها دارای تشابهاتی نیز هستند از جمله کار توربین با بخار اشباع فشار متوسط، در دنیا به نیروگاه های دو مداره ارجحیت داده می شود.

در فرآیند بهره برداری احتمال پیدایش نشت در اجزای گوناگون مولد بخار از جمله محل اتصال لوله ها با کالکتورهای اصلی و یا خوردگی خود لوله ها وجود دارد. به دلیل فشار بیشتر مدار اول، خنک ساز وارد مدار دوم شده و آلودگی رادیواکتیو مدار دوم افزایش می یابد. تا حد معینی این نشت. بهره برداری نرمال از نیروگاه را مختل نمی کند. اما خنک سازهایی وجود دارند که تمایل زیادی به واکنش یا بخار یا آب دارند مانند سدیم مایع. این امر سبب بروز خطر خروج مواد رادیواکتیو به محل کار پرسنل می شود. بنابراین برای

جلوگیری از تماس سدیم مایع با بخار یا آب حتی هنگام حادثه از مدار میانی استفاده می شود به چنین نیروگاهی سه مداره می گویند.

سدیم مایع آلوده به مواد رادیواکتیو به وسیله پمپ از میان راکتو و مدار میانی حرکت می‌کند و گرمای خود را به خنک کننده فلز مایع غیر رادیواکتیو می دهد و این خنک کننده از میان مولد بخار می گذرد. فشار میانی بیشتر از مدار اول است بنابراین احتمال نشت مواد رادیواکتیو از مدار اول به مدار میانی وجود ندارد. با این تدبیر هنگام نشت از مدار میانی به مدار دوم، تماس میان آب یا بخار با سدیم غیر رادیواکتیو بروز می کند. سیستم مدار دوم برای نیروگاه های سه مداره مانند نیروگاه های دو مداره می باشد. نیروگاه های سه مداره به دلیل وجود تجهیزات بیشتر گرانترند.

به جز گروه بندی نیروگاه ها بر حسب تعداد مدار می توان بر اساس معیارهای زیر نیز آنها را طبقه بندی نمود:

WikiPower.ir

- نوع راکتور مانند: راکتور یا نوترون حرارتی یا سریع.
- پارامترها و نوع توربین بخار مانند: نیروگاه اتمی برق با توربین بخار اشباع یا بخار فراگرام.
- پارامترها و نوع خنک ساز مانند: نیروگاه اتمی برق با خنک ساز گازی یا آب تحت فشار، فلز مایع و....
- ویژگی های ساختاری راکتور مانند: نیروگاه اتمی برق با راکتور کانالی یا پوسته ای، با آب جوشان همراه با گرش طبیعی یا گردش اجباری.
- نوع کند کننده راکتور مانند: کند کننده گرافیتی یا آب سنگین.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

برای بیان کامل ویژگی های یک نیروگاه همه طبقه بندی های یاد شده را باید در نظر داشت.

۳-۲ عملکرد تجهیزات اصلی نیروگاه اتمی برق

قلب نیروگاه اتمی، راکتور آن است. قلب به وسیله مخلوط آب و بخار خنک می شود. اما در دو مداره به وسیله آب تحت فشار تک فاز و در ۳ مداره سدیم مایع عمل خنک سازی صورت می گیرد. تک فاز بودن آب نیاز به جبران کننده حجم (فشار) را ایجاب می نماید این وظیفه در نیروگاه یک مداره به وسیله مخزن جداساز رطوبت- مولد بخار انجام می گیرد.

گردش خنک ساز در راکتور به وسیله پمپ اصلی مدار تأمین می شود. برای خنک ساز آبی، توربین بخار اشباع با فشار متوسط و برای خنک ساز سدیم مایع توربین بخار فراگرام فشار بالا در نظر گرفته می شود. در این ارتباط نیاز به نصب جداساز رطوبت- فراگرام کن میانی برای خنک ساز آبی وجود دارد. بخار ورودی به توربین در نیروگاه یک مداره از راکتور حاصل می شود و در دو ساختار دیگر از مولد بخار به دست می‌آید. بخار کرده درون توربین در کندانسور تقطیر شده و به وسیله پمپ به راکتور یا مولد بخار باز می گردد. بدین ترتیب چرخه تولید انرژی الکتریکی شامل افزایش دمای آب تا دمای اشباع و تولید بخار، سپس انبساط بخار درون توربین و کاهش فشار و دمای آن از میزان اولیه تا میزان متناظر با خلاء درون کندانسور می باشد. عملکرد این فرآیند به وسیله چرخه ترمودینامیکی نیروگاه مشخص می شود.

از مزایای گسترش صنعت انرژی اتمی می توان به پاکیزه تر بودن هوای پیرامون نیروگاه اتمی برق نسبت به نیروگاه حرارتی اشاره کرد. حتی از نظر رادیونوکلوییدهای پایدار، هوای پیرامون نیروگاه حرارتی آلوده تر است زیرا از خاکستر سوخت های فسیلی ایزوتوپ های رادیواکتیو رادیوم به جو وارد می شوند. از نظر آلودگی رادیواکتیو محلی که در آنجا پلمه سنگ (شیست) می سوزانند آلوده تر می باشد.

۲-۴ راکتورهای هسته ای

در راکتورهای هسته ای، عمل شکافت هسته ای صورت می گیرد. این راکتورها دارای موارد استفاده متنوعی هستند که اصلی ترین کاربرد آنها در تولید نیروی برق می باشد. هدف از این نوع راکتورها داشتن انرژی قابل ملاحظه ای در دمای بالا برای دسترسی به کارآیی حرارتی زیاد است. نوع دیگر راکتورها، مورد استفاده در مطالعات پژوهشی است که در آنها، مقدار زیادی نوترون تولید می شود که یا صرف پرتودهی به مواد مختلف در قلب راکتور می شود و یا از طریق مجرای پرتودهی به خارج از راکتور جریان می یابد. دما در اغلب این نوع راکتورها در مقایسه با راکتورهای قدرت، نسبتاً کم است. نوع دیگر راکتورها، راکتورهای طبی هستند و به گونه ای طراحی می شوند که با استفاده از تابشی که از طریق مجراهای پرتودهی خارج می شود، درمان انجام شود. راکتورهای دیگر ممکن است برای پرتودهی ایزوتوپ های پایدار (به منظور تولید رادیو ایزوتوپ های مفید) به کار برده شوند.

از راکتورها می توان در فعالیت های فضایی هم استفاده نمود. واحدهای کوچک از این نوع راکتورها، قدرت کمکی را در سفینه های فضایی ایجاد می کنند و واحدهای بزرگتر برای پیش رانش سفینه مورد استفاده قرار می گیرند.

۲-۵ ساختمان راکتورهای هسته ای

اجزای تشکیل دهنده راکتورهای هسته ای عبارتند از: سوخت، تعدیل کننده یا مدراتور، خنک کننده، میله های کنترل. بازتابنده یا رفلکتور، جدار محافظ که در ادامه بحث توضیح مختصری در مورد هر یک خواهیم داد.

WikiPower.ir

۲-۵-۱ سوخت

در واکنش های احتراق شیمیایی، اتم های سوخت و اکسیژن ترکیب می شوند و مولکول‌های محصول احتراق را به وجود می آورند. طی این احتراق، مقدار بسیار ناچیزی از جرم به انرژی مبدل می شود ولی در شکافت های هسته ای، نسبت بیشتری از جرم به انرژی تبدیل می گردد و هسته در حال شکافت، به دو عنصر متفاوت تقسیم می شود.

در حال حاضر، چهار ماده پرتوزا وجود دارند که برای شکافت هسته ای مناسب هستند. این مواد^{233}U،^{235}U،^{239}Pu،^{241}Pu هستند. ایزوتوپ های^{238}U،^{232}Th (توریوم ۲۳۲) توسط نوترون های سریع شکافت پذیر هستند ولی مواد^{235}U، ^{239}Pu، ^{241}Pu با نوترون های حرارتی شکافته می شوند.

سوخت اصلی راکتورهای هسته ای قدرت، اورانیوم می باشد که در انواع مختلف راکتورها، ترکیبات متفاوت آن مورد استفاده قرار می گیرد در این راکتورها از اورانیوم سیر شده (غنی شده) به عنوان ماده شروع کننده شکافت هسته ای استفاده می شود. این اورانیوم غنی شده، اورانیومی است که ایزوتوپ^{238} آن به طور مصنوعی کم شده است. البته در بعضی راکتورها می توان از اورانیوم طبیعی هم استفاده نمود.

در راکتورهای غیرهمگن یا هتروژن (که مدراتور و سوخت آنها از هم جدا هستند) اغلب از فلز اورانیوم یا دی اکسید اورانیوم(UO_2) استفاده می شود؛ ولی در راکتورهای هموژن (که سوخت و مدراتور، تشکیل یک واحد را می دهند) همیشه و بدون استثناء از اورانیوم سیر شده به صورت محلول(UO_2SO_4) استفاده می گردد. این سوخت ها به صورت میله، تسمه، ورقه، گلوله و شبکه هایی (پنجره هایی) از اورانیوم در راکتور به کار برده می شود.

۲-۵-۲ میله های کنترل

در اثر شکافت اورانیوم^{235}، به طور متوسط ۲تا۳ نوترون ایجاد می شود. حال اگر هر یک از این نوترون ها یک واکنش زنجیره ای را دنبال کنند، پس از مدت بسیار کوتاهی انفجار مهیبی به صورت انفجار اتمی در راکتور ایجاد می شود. بدین منظور در تمام راکتورها باید وسیله ای جهت کنترل جمعیت نوترون ها موجود

باشد. این کار توسط میله های کنترل انجام می شود که میزان کنش هسته ای رابا جذب مقدار مناسب نوترون‌ها تنظیم می کند. میله های کنترل کننده را می توان برای افزودن یا کاستن عرض مواد جذب کننده به قلب راکتور، داخل یا از آن خارج نمود.

معمولاً جنس این میله ها از نوع کادیوم یا ترکیبات بور می باشد؛ ولی در بعضی موارد برای استفاده از نوترون های آزاد شده در اثر شکافت میله های کنترل از ماده بارور (مانند۲۳۸U) ساخته می شود (ماده بارور ماده ای است که می تواند در اثر جذب نوترون و فروپاشی به نمونه های قابل شکافت، به یک ماده شکافت پذیر تبدیل شود) در بعضی راکتورها به منظور جبران تغییرات تراکم سوخت در دراز مدت علاوه بر میله های کنترل از یک ماده ی سوختنی سمی استفاده می شود. این ماده سمی، نوترون ها را جذب می کند و با جذب نوترون ها مقدار آن به تدریج کاهش می یابد. این سم به صورت اکسید گادولینیوم-(Gd_2O_3) است.

WikiPower.ir

از این میله ها برای خاموش کردن راکتور هم استفاده می شود و این عمل با وارد کردن میله های قابل کنترل تا انتهای هسته راکتور صورت می گیرد. همچنین در مواقع اضطراری و بروز خطر، این میله ها به طور اتوماتیک و خیلی سریع تا انتهای هسته راکتور نفوذ می کند و راکتور را از کار می اندازد. در راکتورها سه نوع میله کنترل مورد استفاده قرار می گیرد:

۱- میله های کنترل عادی، که به منظور تنظیم چگالی نوترون (در حالتی که تغییرات زیاد است) به کار برده می شود.

۲- میله های کنترل تنظیم کننده، که برای تغییرات کم و نگهداری قدرت در سطح مورد نظر قابل کاربرد هستند.

۳- میله های کنترل ایمنی، که قادرند تمام راکتور را در صورت از کار افتادن میله های کنترل عادی خاموش کنند. معمولاً میله های کنترل در بالا یا پایین قلب راکتور به حالت معلق قرار دارند. در موقع خاموش کردن راکتور، این میله ها داخل قلب راکتور می شوند و نوترون ها را جذب می نمایند و در نهایت باعث توقف واکنش زنجیره ای می شود.

۳-۵-۲ مدراتور یا کندکننده

با توجه به اینکه در راکتورهای حرارتی (به منظور شکافت هسته ای اورانیوم۲۳۵) به ذرات نوترون با انرژیev$۱۰^{-۲}$تاev۱، و سرعت در حدودm/s۲۰۰ نیاز است، لذا باید به نحوی از سرعت زیاد (حدودkm/s۱۰۰۰) نوترون های پرقدرت (حدود چندMev) که در شکافت هسته های^{۲۳۵}U پرتاب می شوند، جلوگیری کرد تا شکافت به صورت زنجیره ای ادامه یابد. این کار به وسیله کندکننده سرعت یا مدراتور انجام می شود.

مدراتور باید علاوه بر اینکه انرژی جنبشی نوترون را می گیرد، آن را جذب نکند. معمولاً مواد تشکیل شده از اتم های با عدد جرمی کم، بهترین کند کننده ها هستند. از این جهت هیدروژن را می توان به عنوان یک کندکننده ایده آل نام برد (تنها مشکل آن این است که هیدروژن، بعضی از نوترون ها را جذب می کند). نوترون سریع در اثر برخورد با آب، انرژی جنبشی خود را تحویل ذرات آب می دهد و در ضمن گرم

کردن آب، تبدیل به نوترون بطئی می شود. گرم شدن آب باعث دور شدن ذرات آب از یکدیگر می گردد و از تکرار پی در پی تصادم ها می کاهد؛ لذا از سرعت نوترون به اندازه کافی کاسته نمی‌شود. برای برطرف کردن این عیب، باید مدراتور دائماً خنک گردد. امروزه بهترین وسیله کند کننده، آب معمولی (آب سبکH_2O) می باشد که علاوه بر کند کننده، می‌توان از آن به عنوان سیال خنک کنندگی هم استفاده نمود. با وجود این، به منظور اجتناب از جذب نوترون و ایجاد تشعشعات هسته ای، آب باید کاملاً خالص باشد. با توجه به این که دمای نقطه جوش آب معمولی نسبتاً پایین است، لذا باید آب با فشار بالا به کار رود.

آب سنگین(D_2O) نیز یک کند کننده و خنک کننده بسیار خوب است و احتمال جذب نوترون توسط آب سنگین کمتر از آب معمولی است، ولی برای کند کردن نوترون ها به اندازه آب معمولی مؤثر نمی باشد. عیب اصلی آب سنگین، قیمت زیاد آن است.

یکی دیگر از کند کننده های خوب، کربن است؛ زیرا نوترون های زیادی را جذب نمی‌کند ولی آنها را به خوبی پراکنده می سازد. کربن به صورت گرافیت به آسانی در دسترس است ولی یکی از نقاط ضعف آن اکسیدشدن گرافیت در دماهای بالا می باشد. برلیوم یکی از مهمترین خنک کننده های جامد است که به صورت برلیوم فلزی یا اکسید برلیوم به کار برده می شود. از خواص این خنک کننده جامد، کم کردن زیاد سرعت نوترون در برخورد با آن و بالا بودن نقطه ذوب آن (حدود۱۱۵۸K) می باشد. همچنین با تعداد کمی برخورد سریع، انرژی نوترون ها را به مقدار زیادی کاهش می دهد.

وظیفه مدراتور کاهش سرعت نوترون ها می باشد تا بتوانند شکافت هسته های اورانیوم را انجام دهند. با وارد کردن میله های کنترل در مدراتور، نوترون های آزاد شده جذب می شوند و در نتیجه می توان شکافت هسته ای اورانیوم را به کنترل درآورد.

۲-۵-۴ خنک کننده راکتور

خنک کننده راکتور، حرارت آزاد شده در اثر شکافت را از راکتور خارج می کند. برای این که این عمل با کارآیی بهتری انجام گیرد، باید خنک کننده دارای گرمای ویژه زیاد، رسانایی حرارتی بالا، پایداری خوب و قابلیت کم جذب نوترون باشد. در راکتورهای با مدارتور مایع، از همان مدراتور برای خنک کردن راکتور هم استفاده می شود؛ ولی برای خنک کردن راکتورهای با مدراتور جامد، اغلب از گاز CO_2و یا هلیم(He) و یا از مایع ناتریوم و ویسموت استفاده می شود.

همچنین فلزات مایع مانند سدیم، سدیم- پتاسیم(NaK) و ویسموت خنک کننده های مطلوبی هستند؛ زیرا نقطه جوش آنها بالاست و می توان آنها را در فشار کم به کار برد. در ضمن انتقال حرارت و مشخصات هسته ای آنها بسیار خوب است؛ ولی فلزات رابابد قبل از شروع به کار راکتور، حرارت داد.

۲-۵-۵ بازتابنده یا رفلکتور

حرکت نوترون ها در راکتور کاملاً تصادفی است و بنا به دلایل خاصی از محل عمل، که هسته مرکزی (همان قلب راکتور است و شامل مدراتور- سوخت و میله های کنترل می‌باشد) نامیده می شود، خارج شده، به اطراف پراکنده می گردند. این پراکندگی نوترون‌ها به عنوان تلفات در راکتور محسوب می شود. به منظور جلوگیری از این پراکندگی از وسیله ای به نام بازتابنده (از جنس گرافیت یا برلیوم) استفاده می شود که دورتا دور

هسته را می پوشاند تا نوترون های منحرف شده را (بدون جذب آنها) به داخل هسته راکتور منعکس کند. نوترون های منحرف شده پس از برخورد با هسته های کربن منعکس می شوند تا پسی از چند انعکاس پی در پی به مرکز هسته راکتور وارد گردند.

۶-۵-۲ جدار محافظ

واکنش های هسته ای تولید کننده نوترون های سریع و بطئی و اشعه (گاما) می باشند. این ذرات بسیار نافذ هستند و بر سر راه نفوذ خود به هر چیزی که برخورد کنند، خاصیت رادیو اکتیو به آن می دهند. این ذرات، خطرات بسیار زیادی را برای اشخاصی که به آن محوطه نزدیکی دارند، به بار می آورد. جلوگیری کامل از نفوذ ذرات نوترون و اشعه گاما به خارج از محوطه راکتور غیر ممکن است. لذا برای جلوگیری از هرگونه تشعشعاتی به خارج، زره محافظی برای راکتور در نظر گرفته می شود که از دو قسمت زره حرارتی و بیولوژیکی ساخته شده است.

پوسته داخلی که از چند لایه آب و فولاد تشکیل شده است، حفاظ حرارتی را تشکیل می دهد. این حفاظ حرارتی قسمت زیادی از نوترون ها و تشعشعات را جذب می کند که باعث بالا رفتن درجه حرارت آب می شود. بقیه تشعشعات و نوترون ها که از این پوسته حرارتی عبور می کنند، به مانع بیولوژیکی برخورد می کنند و در همان جا پراکنده می شوند و نمی توانند به خارج راه یابند. پس عمل زره حرارتی، دریافت مقدار زیادی از تشعشعات پروتون ها است تا در اثر برخورد به مانع بیولوژیکی که از بتون و پلی اتیلن یا بتون و آب ساخته می شود، حرارت زیادی تولید نکند.

۶-۲ راکتورهای قدرت

همانگونه که قبلاً هم بیان نمودیم، مهمترین کاربرد راکتورها، تولید انرژی الکتریکی توسط نیروگاه های هسته ای می باشد. با توجه به نوع راکتور قدرت مورد استفاده، طرح‌های مختلفی برای تولید بخار در نیروگاه های هسته ای (به منظور چرخاندن توربین ها) ارائه شده است که مهمترین و کاربردی ترین این نوع راکتورها عبارتند از:

۱- راکتور با آب تحت فشارPWR

۲- راکتور با آب جوشانBWR

۳- راکتور با خنک کننده گازی در دمای بالHTGR

۴- راکتور آب سنگین تحت فشارPHWR

۵- راکتور زاینده سریع با فلز مایعLMFBR

WikiPower.ir

در اینجا در مورد هر یک از این راکتورها توضیحات مختصری را ارائه می دهیم.

۱-۶-۲ راکتورهای با آب تحت فشار

در راکتورهای با آب تحت فشار(PWR) انرژی آزاد شده از شکافت هسته ای در قلب راکتور، آنتالپی آب تحت فشار زیاد را (حدود۱۳۹/۰۵ اتمسفر) افزایش می دهد و در نتیجه، دمای این آب بالا می رود. با توجه به این که آب مذکور دارای فشار زیادی می‌باشد، لذا دریافت حرارت ناشی از واکنش هسته ای باعث بخار شدن آن نمی شود. سپس حرارت ایجاد شده توسط آب تحت فشار (که در ضمن عمل مدراتور را نیز انجام می دهد) به خارج از راکتور مذکور انتقال می یابد. و در یک مبدل حرارتی، حرارت خود را به آب اصلی

نیروگاه می دهد که خود باعث بخار شدن آب ثانویه می گردد. از این بخار در به حرکت درآوردن توربین بخار استفاده می شود.

عموماً در نوعPWR، به ازای هر راکتور از چند دیگ بخار استفاده می شود تا بازده عملکرد راکتور افزایش یابد.

۲-۶-۲ راکتور آب جوشان

در راکتورهای آب جوشان(BWR)، بخار مورد نیاز توربین ها مستقیماً در داخل قلب راکتور تولید می شود. به عبارت دیگر تفاوت این نوع راکتورها با راکتورهای آب تحت فشار در آن است که مدراتور راکتورهایBWR (که همان آب خالص است) تحت فشار بسیار زیادی قرار ندارد و فشار آن متناسب با فشار بخار مورد نیاز در توربین های بخاری نیروگاه می باشد. به همین جهت، آب سیکل در اثر جذب حرارت ناشی از واکنش هسته ای در راکتور، داغ می شود و در همان جا به بخار تبدیل می گردد. سپس همین بخار پس تافته وارد توربین های نیروگاه می شود.

همانگونه که بیان شد بخار ایجاد شده در راکتور مستقیماً به سمت توربین بخار هدایت می شود و پس از انجام کار در توربین فشار قوی و ضعیف و عبور از کندانسور، خنک می گردد. مجدداً در راکتور آب جوشان مورد استفاده قرار می گیرد. از مزایای این نوع نیروگاه آن است که دیگر نیازی به مبدل بخار ندارد و همچنین لازم نیست که قطعات راکتور، تحت فشار زیاد قرار گیرند.

۲-۶-۳ راکتورهای با خنک کننده گازی

اساساً استفاده از سیال گاز برای خنک کنندگی قلب راکتور (به جای خنک کننده آب) امکان افزایش دمای قلب راکتور را مهیا می سازد. در ابتدایی ترین راکتورهای از این نوع، که به نام راکتورهای نوع ماگنوس است، از گاز دی اکسید کربن برای خنک کنندگی استفاده می شد. این نوع راکتور در سال ۱۹۵۰ در نیروگاه کالدرهال انگلستان به قدرت۹۰MW مورد استفاده گرفت و گاز دی اکسید کربن با فشار۱۵/۸atm (معادل با ۲۳۰psi) به عنوان سیال خنک کننده مطرح گردید. حرارت گاز در مبدل حرارتی باعث جوش آوردن آب و تولید بخار برای استفاده در توربین می شود، ولی با توجه به کم و آهسته بودن تبادل حرارتی گاز، به ناچار از فن های با قدرت زیاد استفاده می گردد که در نتیجه، باعث کم شدن بازده کل نیروگاه می شود. در ضمن، مدراتور گرافیتی (به علت جامد بودنش)، نوترون های سریع رابه خوبی آب، بطئی نمی کند؛ لذا احتیاج به حجم زیادی دارد تا طول راه زیاد گردد. به علاوه، به علت استفاده از اورانیوم طبیعی در این راکتور، حجم راکتور باز هم بزرگتر می شود. با توجه به افزایش دمای کار راکتورها، گاز هلیوم به عنوان سیال خنک کننده مورد توجه قرار می گیرد. این گاز نسبت به مواد ساختمانی بی اثر است و دارای ضریب جذب نوترون فوق العاده کمی می باشد. کندکننده (مدراتور) این نوع راکتورها هم گرافیت می باشد به این نوع نیروگاه های هسته ای با راکتورهای خنک کننده گازی با دمای بالا یا راکتورHTGR می گویند و عموماً راکتور با خنک کننده هلیوم و مدراتور گرافیت می باشد. البته سوخت این نوع نیروگاه ها به صورت کره های کوچک پوشیده از توریم و اورانیوم کاملاً غنی شده است که در بسته بندی های کربنی قرار دارند.

۴-۶-۲ راکتورهای آب سنگین تحت فشارPHWR

راکتورهای کانادایی دو تریوم اورانیوم با آب سنگین تحت فشار(CANDU-PHWR) از آب سنگین(D_2O) به عنوان کندکننده، اکسید اورانیوم طبیعی به عنوان سوخت، و آب سنگین تحت فشار به عنوان خنک کننده استفاده می کنند. البته کند کننده سرد، تحت فشار نیست و دریک محفظه استوانه ای کالاندریا قرار دارد که لوله های متحدالمرکز کالاندریا و لوله های فشار از آن عبور می کنند. لوله های فشار، حاوی دسته هایی از میله‌های سوخت هستند که با آب سنگین تحت فشار، خنک می شوند.

گرمای حاصل از خنک کننده در دیگ بخار، بخار آب معمولی تولید می کند و این بخار توربین ها را مشابه با سیکل هسته ایPWR به حرکت درمی آورد. در این نوع نیروگاه‌ها، سوخت گیری در زمان کارکرد راکتور انجام می شود. بنابراین، مشکل چند هفته خاموش کردن سالیانه راکتور به منظور سوخت گیری (که در اغلب راکتورهای دیگر ضروری است) منتفی می شود. در راکتور آب سنگین مولد بخار(SGHWR) آب معمولی که به داخل لوله های فشار عمودی تلمبه می شود، تبدیل به بخار می گردد. این بخاربا کیفیت بالایی، لوله را ترک می کند و سپس دریک استوانه بخار از مایع جدا می‌شود.

۵-۶-۲ راکتور زاینده سریع با خنک کننده فلز مایع(LMFBR)

طرح انتقال حرارت در راکتورLMFBR در حلقه های اولیه و ثانویه سدیم بسیار حساس است. مولد بخار، بیشترین گرفتاری جدی را برای مبادله حرارت به وجود می آورد؛ زیرا به دلیل واکنش سدیم و آب باید دقت زیاد به عمل آید. در این طرح، سه مدار انتقال حرارت وجود دارد. در هر مدار، سدیم پرتوزا در حلقه اولیه توسط یک حلقه سدیم میانی (که پرتوزا نمی باشد) به طور غیرمستقیم با مولد بخار ارتباط پیدا می

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

کند. در هر حلقه، بخار خشک در یک جفت تبخیر کننده که به طور غیرمستقیم با مولد بخار ارتباط پیدا می کند. در هر حلقه، بخار خشک در یک جفت تبخیر کننده که به طور موازی کار می کنند، تولید می شود. از آنجا که نسبت حجم در گردش این دو سدیم ۲ به۱ است، یک استوانه (چلیک) بخار، باید آب و بخار را (قبل از آنکه بخار را از طریق تنها دستگاه سوپرهیتر عبور کند) جدا گرداند.

۲-۷ سیکل سوخت هسته ای

تنها قسمتی از اورانیوم به کار رفته در راکتورهای هسته ای، به عنوان سوخت (برای تولید حرارت) استفاده می شود و قسمت باقی مانده آن باید قبل از استفاده مجدد در راکتور، دوباره احیاء شود. سوخت هسته ای از زمان استخراج تا دفن به صورت زباله‌های هسته ای مراحل مختلفی را طی می کند که این و امر در ادامه مبحث بیان می‌شود.

الف) استخراج سنگ اورانیوم: سنگ اورانیوم ماده اصلی سیکل سوخت است که تقریباً در ۳۰ کشور جهان یافت می شود. از مهمترین این کشورها می توان به امریکا، کانادا، آفریقای جنوبی و استرالیا اشاره نمود. استخراج معدن اورانیوم هنگامی اقتصادی است که سنگ مذکور بین ۰/۱ تا۱٪ کل ماده استخراج شده باشد. البته ۹۹/۳٪ از اورانیوم طبیعی شامل اورانیوم ۲۳۸ است و فقط ۰/۷٪ آن از نوع اورانیوم ۲۳۵ می باشد.

ب) احیاء سنگ اورانیوم: پس از استخراج سنگ اورانیوم، آن را در مرحله تغلیظ شیمیایی قرار می دهند؛ بدین معنا که پس از آسیاب نمودن سنگ معدن و جدا کردن اورانیوم، با کمک اسیدها، پودر غلیظ اورانیوم زرد رنگ به شکل دی اکسید اورانیوم حاصل می‌شود.

ج) تبدیل اورانیوم: پس از تولید دی اکسید اورانیوم، با استفاده از مراحل شیمیایی، هگزا فلورئید اورانیوم(UF_6) به دست می آید که محصول اساسی برای غنی سازی اورانیوم می‌باشد. این محصول یک ماده جامد بدون رنگ است که در حرارت کمتر از۵۶ درجه سلسیوس به شکل گاز درمی آید. به همین جهت این ماده در طول حمل و نقل آن و برای جلوگیری از تبدیل شدن به گاز، در ظروف تحت فشار زیاد قرار می گیرد.

د) غنی سازی اورانیوم: با انتقال اورانیوم به حالت گازی خود، درصد اورانیوم۲۳۵ آن از ۰/۷٪ به حدود۳٪ افزایش می یابد. این درصد اورانیوم، برای شروع واکنش هسته ای زنجیره ای خود نگهدار در یک راکتور با آب سبک، لازم است.

هـ) تولید اجزاء سوخت: در این مرحله گاز اورانیوم غنی شده تبدیل به پودر دی اکسید اورانیوم می شود و به شکل ساچمه ای درمی آید و به لوله های فلزی جوش داده می‌شود؛ به گونه ای که هیچ گازی در این ساچمه نفوذ نمی کند. به عنوان نمونه در یک نیروگاه از نوعPWR ، عدد از این لوله ها (میله ها) در یک شبکه چهارگوش که یک جزء سوختی را تشکیل می دهد، قرار داده می شوند. در یک نیروگاه از نوعBWR، تعداد این میله ها می تواند به۶۳ عدد کاهش یابد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

و) قرار گیری اجزاء سوخت: در یک نیروگاه، تعداد بسیار زیادی از اجزاء سوخت (مدول های سوخت) در کنار یکدیگر قرار می گیرند. به عنوان نمونه در یک نیروگاه از نوع BWR، ۵۹۲ جزء سوخت با وزنی در حدود ۱۰۵ تن اورانیوم با غنی سازی۳/۰۶٪ در راکتور قرار می گیرد. البته در یک نیروگاه از نوعPWR ، جزء سوخت با وزنی در حدود ۱۰۳ تن اورانیوم مورد استفاده قرار می گیرد که درصد غنی سازی آن در حدود ۳/۲٪ است.

ز) استفاده مجدد از سوخت: بعد از یکسال از فعالیت راکتور، درصد معینی از سوخت (تقریباً $\frac{1}{4}$ درصد از کل سوخت درBWR، و $\frac{1}{3}$ درصد از کل سوخت درPWR) از هسته راکتور خارج می گردند و با اجزاء سوختی جدیدی جایگزین می شوند. به منظور استفاده سوخت هسته ای، اجزاء باقی مانده جمع آوری می شوند.

ح) ذخیره اجزاء سوخت: باقی مانده اجزاء سوخت، در مخزن ذخیره سوخت، ذخیره شده و در آنجا خنک می شود. این اجزاء تا زمانی که در این مخزن باقی می مانند که فعالیت واکنش شکافت هسته ای به کمتر از حد مجاز پیش بینی شده تقلیل یابد. تولید گرمای ناشی از کاهش واکنش های هسته ای در مخزن اغلب به طور کامل در طول مدت ذخیره سازی از بین می رود. بدین منظور آب موجود در مخزن باید به طور مداوم خنک شود تا از محصولات ناشی از واکنش هسته ای پاک گردد. هر نیروگاه هسته ای دارای تسهیلات مناسبی به منظور ذخیره اجزاء سوخت برای چندین سال می باشد. به عنوان مثال در نیروگاه هسته ایBWR آلمان، مخزن ذخیره سوخت برای $\frac{7}{4}$ بارهای شارژ شناخته شده است. به این معنی که مخزن، توانایی

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

گنجایش یک بار شارژ کامل هسته راکتور به همراه سه بار تخلیه سالانه درصدی از سوخت (معادل با $\frac{1}{4}$ درصد از کل سوخت در هر بار شارژ) را دارد. همچنین در نیروگاه هسته ایPWR، ظرفیت این مخزن به $\frac{12}{3}$ بارهای شارژ می رسد. به این معنی که گنجایش مخزن معادل با یک بار تخلیه کامل بار هسته راکتور و ۹ بار تخلیه سالانه سوخت راکتور (معادل با $\frac{1}{3}$ درصد از کل سوخت در هر بار شارژ) می باشد.

ط) احیاء مجدد سوخت: در طول این روند، اجزاء سوخت به طریقه مکانیکی خرد می‌شوند. در نتیجه اورانیوم مصرف نشده در اجزاء سوخت، و پلوتونیم ایجاد شده در مدت عملکرد راکتور را می توان طی مراحل شیمیایی از مواد خام جدا نمود. سپس اورانیوم و پلوتونیم حاصل شده را می توان به اجزاء جدید سوختی نیروگاه تبدیل کرد.

ی) قسمت دفع زباله های هسته ای: در مرحله آخر از روند تحولات سوخت در یک نیروگاه هسته ای، باید زباله های رادیواکتیو را به حالت جامد درآورد تا بتوان آنها را برای ذخیره سازی نهایی به شکل مناسبی تبدیل نمود. در نهایت، این مواد در چاه های نمک و در مناطقی به دور از مناطق مسکونی دفن می شوند. نیروگاه اتمی برق تنها هنگامی که خروجی های آن از سیستم تهویه در محدوده عادی باشند پاکیزگی هوای پیرامون خود را حفظ می کند. متأسفانه استانداردهای موجود دربرگیرنده کنترل روزانه این خروجی ها نمی باشند و تنها برای محصولات ناپایدار رادیونوکلویید، کنترل ماهانه و برای محصولات پایدار کنترل

سالانه انجام می شود. این امر متناقض این دستور کلی است که هنگام بروز هر اختلالی، راکتور بدون دخالت

انسان باید خاموش گردد.

WikiPower.ir

www.wikipower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل سوم

انتخاب پارامترهای بخار در نیروگاه اتمی با خنک ساز آبی

۳-۱ انتخاب پارامترهای اولیه بخار

نیروگاه های اتمی برق با خنک ساز آبی توسعه بیشتری در جهان داشته اند. در تمام نیروگاه های اتمی برق، کار انجام شده در توربین بخار به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. پارامترهای بخاری که به توربین وارد می شود ارتباط مستقیم با خنک ساز مدار اول دارد که در نیروگاه های مختلف، متفاوت است.

در نیروگاه های اتمی یک مداره خنک ساز مدار اول عبارت است از آب و مخلوط آب و بخار. کند کننده آنها گرافیت بوده و دیواره کانال ها از آلیاژ زیرکونیم. این دیوارها تحت فشار خنک ساز قرار دارند. با افزایش فشار راکتور پارامترهای بخار و صرفه حرارتی توربین بیشتر می شود اما متناظر با افزایش فشار باید ضخامت کانال ها را بیشتر کنیم. این امر سبب افت ویژگی های نوترونی- فیزیکی راکتو شده و درصد غنی سازی اورانیوم بیشتری را می طلبد. افزایش هزینه ساخت راکتور به دلیل مصرف زیاد آلیاژ زیر کونیم و غنی سازی بیشتر سوخت، صرفه نظر از بهبود وضعیت حرارتی ممکن بر کارآیی اقتصادی نیروگاه تأثیر منفی بگذارد. بر اساس محاسبات و همچنین تجربه بهره برداری از نیروگاه های یک مداره، فشار۷MPa برای راکتور انتخاب شد. دمای تشکیل بخار متناظر ۲۸۵، می باشد. مطابق این شرایط پارامترهای اولیه بخار پیش از توربین عبارتند از:P=۶/۵Mpaو T=۲۸۰(درجات سانتی گراد) می باشد.

در نیروگاه های دو مداره خنک ساز، آب تحت فشار است که همزمان نقش کند کننده را نیز ایفا می کند. جنس غلاف های سوخت از آلیاژ زیرکونیم است که تحت فشار زیاد نمی باشد. بدین ترتیب فشار خنک ساز درون راکتور را بیشترین فشار ممکن بر اساس اصول تهیه ظروف تحت فشار انتخاب می نماید. این فشار در دنیا۱۶MPa می باشد. شرط تک فازی بودن خنک ساز ایجاب می کند که در خروج از راکتور، خنک ساز تا دمای جوش گرم نشود. به همین ترتیب دمای خنک ساز در خروج و ورود به راکتور (خروج از مولد بخار) محدود می شود. این دما در ورود به راکتور حدود۲۹۰ می باشد. با احتساب اختلاف دما در مولد بخار میان خنک ساز مدار اول و سیال عامل مدار دوم، دمای تشکیل بخار در مولد بخار۲۷۸ و فشار متناظر آن۶/۴ Mpa است. پارامترهای بخار قبل از توربین نیز عبارتند از:P=۶ Mpa وT=۲۷۴.

اگر در نیروگاه دو مداره، خنک ساز، گازی باشد در این صورت محدوده دمایی به خواص گرمایی- فیزیکی آن بستگی خواهد داشت. برای CO_2 محدودهای دمایی مشخصی وجود دارد. برای هلیم پارامترهای بخار قبل از توربین و فشار خنک ساز که برعکس خنک ساز آبی به دما بستگی ندارد.

در نیروگاه های سه مداره در حال حاضر تنها خنک ساز موجود، سدیم مایع می باشد. محدوده دمایی سدیم برحسب مقاومت ساختار فلزی مدار تعیین می شود و فشار آن مانند خنک سازی گازی به دما بستگی ندارد.

در اینجا پارامترهای بخار پیش از توربین برای خنک سازهای گازی و فلز مایع آورده نشده است زیرا سطح چنین دماهایی فراتر از دمای بحرانی آب است. در نتیجه دمای بخار قبل از توربین نیز ممکن است بیشتر

از دمای بحرانی باشد. برای خنک ساز آبی دمای بخار تا توربین زیر بحرانی است. این حالات مبهم در محاسبات ترمودینامیکی باید مدنظر باشند.

۲-۳ چرخه های ترمودینامیکی واحد توربین بخار در نمودارT-S

می دانیم که چرخه کار نو که شامل دو فرآیند دما ثابت و دو فرآیند آنتروپی ثابت است بالاترین ضریب بازدهی را دارد. هرچه دمای اولیه بیشتر و دمای پایانی کمتر باشد این ضریب بزرگتر خواهد بود:

$$\eta_t^K = (T_1 - T_2)/T_1 = 1 - T_2/T_1$$

از ویژگی های بخار آب این است که در نتیجه تراکم آنتروپی ثابت، امکان گرم کردن آن تا دمای بالاتر از دمای چرخمه وجود ندارد بنابراین چرخه ایده آل ترمودینامیکی نیروگاه، چرخه رانکین است نه کارنو. در چرخه رانکین افزایش آنتالپی آب تا مقداری متناسب با دمای اشباع، عملاً در منحنی مرزی پایینی رخ می دهد. در همین ارتباط ضریب بازدهی گرمایی چرخه رانکین η_t کمتر از چرخه کار نور می باشد:

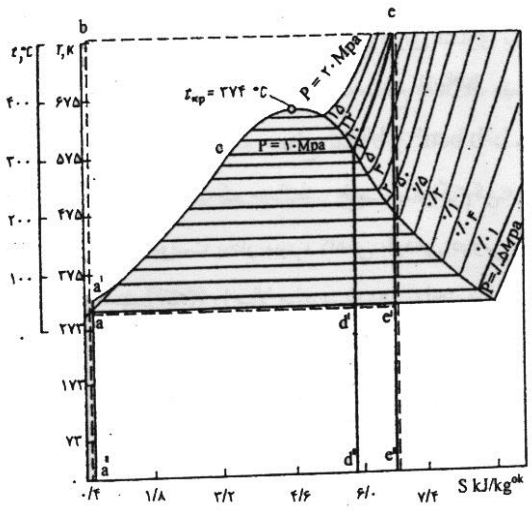
$$\eta_t < \eta_t^K$$

در مبحث قبل بیان شد که دمای بخار پیش از توربین برای خنک ساز گازی یا فلز مایع می تواند از دمای بحرانی بیشتر باشد برای نمونه ۵۰۰.

در چرخه رانکین نیز مانند چرخه کارنو، برای بخار فراگرام، ضریب بازدهی گرمایی، به معنی دمای اولیه بیشتر بخار است. ولی برای چرخه رانکین با بخار اشباع ارتباط ضریب بازدهی گرمایی با دمای اولیه این چنین نیست چرا که برای بخار اشباع ارتباط آنتالپی آن با دمای جوش به صورت دیگری است.

در این مبحث تنها چرخه های ایده آل یا بازگشت پذیر را بررسی می نماییم. این بررسی با نمودارT-S راحت تر می باشد. فشار پایینی چرخه را ثابت و برابرMpa ۰/۰۰۵ فرض می کنیم و تأثیر پارامترهای اولیه بخار

در نبود محدودیت های دمای خنک ساز را مورد بررسی قرار می دهیم. در شکل زیر نمودارT-S برای بخارآب ارائه می شود.



نمودار T-S برای نیروگاه اتمی با توربین بخار فراگرم فشار بالا

روی این نمودار برای دمای۵۰۰ خط چین ها، چرخه ایده آل کارنو را مشخص می کند. مقدار گرما برای این چرخه به سطوح معین می شود. برای منبع گرم"a''bee" برای منبع سرد"a''aee" و کار انجام شده abee" ضریب بازدهی گرمایی برای چرخه کارنو η_t^K نسبت دو سطح"bee'', abee"می باشد.

چرخه ایده آل رانکین برای بخار فراگرام با فشار اولیه۱۰MPa و دمای اولیه ۵۰۰ (بدون در نظرگیری بازیافت)، کار را با خطوط پیوسته نشان می دهد. فرآیندهای جداگانه این چرخه عبارتند از:

aa': افزایش فشار آب تا فشار کاری.a'c: افزایش دمای آب تا دمای کاری.cd: تشکیل بخار. De: فراگرام کردن بخار.ee‘: انبساط بخار.e'a: دفع گرما در چشمه سرد. فرآیندaa' در پمپ،a'c,cd,de در مولد بخار نیروگاه های دو یا سه مداره،ee‘در توربین وe'a در کندانسور رخ می دهد.

مقدار گرما در این چرخه نیز با سطوح قابل بیان است: سطح"a'a'cdee برای منبع گرم،"a"ae'e برای منبع سرد و'aa"cdee برای کار انجام شده، ضریب بازدهی نیز با نسبت سطوح'aa'cdee و'a'a'cdee معین می شود.

مقایسه چرخه ایده آل کارنو با رانکین برای دمای اولیه ۵۰۰ بیانگر کمتر بودن ضریب بازدهی گرمایی چرخه رانکین می باشد. عملاً مقدار گرمای دفع شده در چشمه سرد برای هر دو چرخه یکسان است اما مقدار گرمای تبدیل شده به کار متفاوت است.

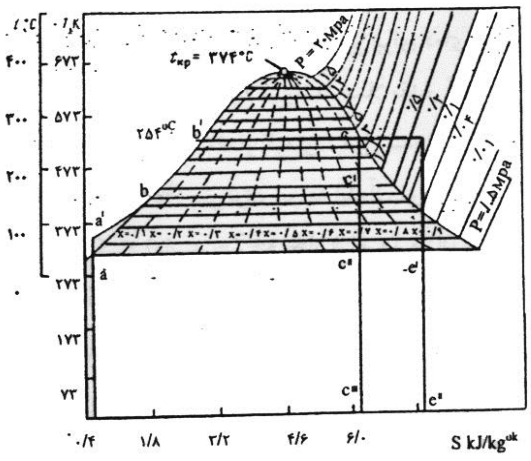
مطابق شکل قبل می توان چرخه ایده آل نیروگاه اتمی با بخار اشباع و فشار اولیهMPa ۱۰ را تصور کرد (مانند چرخه بخار فراگرام). میزان گرما را نیز با سطوح می توان بیان نمود: برای منبع گرم"a'a'cdd برای منبع سرد"a"ad'd و کار تولیدی'aa'cdd. بازدهی چرخه ایده آل رانکین با بخار اشباع، نسبت دو مساحت'aa'cdd, "a"acdd می باشد. از مقایسه چرخه های ایده آل رانکین با بخار فراگرام و بخار اشباع متوجه مزیت بخار فراگرام با شرط برابربودن فشار اولیه می شویم. به دلیل بیشتر گرم کردن بخار، کار اضافی دریافت می شود که با سطح'd'dee مشخص شده و بیشتر از دفع اضافی گرما در چشمه سرد است d) ."d'e'e")

کاهش مصرف بخار، سادگی ساختار توربین های قوی و ارزانی تجهیزات نیروگاه اتمی، منجر به صرفه اقتصادی بیشتر می شود.

مقایسه بخار فراگرام با بخار اشباع در فشار برابر نشان می دهد که بخار فراگرام همواره بازدهی گرمایی را افزایش می دهد. اگر فراگرام کردن بخار نیازمند کاهش فشار باشد، چنین حالتی هنگامی رخ می دهد که محدوده گرمایی خنک ساز کمتر از دمای بحرانی آب باشد، آنگاه برای نیروگاه اتمی با خنک ساز آبی بخار اشباع مفیدتر است.

چرخه بخار فراگرام و اشباع با دمای اولیه۲۷۴ در شکل زیر ارائه شده است. برای بخار فراگرام با چنین دمایی، فشار متناظر با دمای اشباع مطابق خط bd است نه b'c. همچنین ملاحظه می کنیم که بازدهی با تغییر بخار اشباع به فراگرام در دمای اولیه یکسان کاهش می یابد. در واقع بهره ما هنگام کار با بخار فراگرام که با سطح "c'dee'c مشخص شده نه تنها کمتر از اتلاف به دلیل کاهش فشار کار است (سطح bb'cc') بلکه باعث دفع بیشتر گرما در چشمه سرد نیز می گردد (سطح "c'"c"e'e).

بدین ترتیب اگر دمای اولیه چرخه محدود بوده و پاسخگوی فشار بحرانی آب باشد، چرخه بخار اشباع صرفه گرمایی بیشتری نسبت به چرخه بخار فراگرام در دمای اولیه یکسان دارد.



مقایسه چرخه هایی با بخار اشباع و فراگرم با دمای اولیه یکسان

نیروگاه اتمی برق با بخار اشباع نمی توانند به طور کامل از چرخه ارائه شده در شکل فوق استفاده نمایند. هنگام انبساط بخار اشباع درون توربین رطوبت آن به میزانی که باعث فرسایش محفظه درونی توربین می شود افزایش می یابد. به همین خاطر چرخه ایده آل برای نیروگاه اتمی با خنک ساز آبی نیازمند جداساز میانی رطوبت است. بخار پس از گذار از توربین فشار بالا و افزایش یافتن رطوبت درونی اش وارد جداساز می‌گردد. در آنجا در فشار ثابت خشک می شود. بدین ترتیب کار مفید افزایش می یابد. در نتیجه رطوبت گیری می توان بخار را به کمک بخشی از بخار تازه دوباره گرم کرد. با این کار، میزان رطوبت در مرحله پایانی توربین های فشار پایین به حد مجاز می رسد. این عمل در یک مبدل سطحی انجام می گیرد و دمای بخار پس از گرمایش مجدد به اندازه Δt از دمای بخار تازه گرم کننده کمتر خواهد بود.

در می یابیم که جداسازی میانی رطوبت از بخار، کار مفید را بیشتر می کند اما همزمان دفع گرما در چشمه سرد نیز بیشتر می شود.

WikiPower.ir

تأثیر فراگرام کن میانی را نیز می توان به طریق مشابهی بیان کرد: بدین ترتیب بازدهی چرخه جداساز رطوبت- فراگرام کن میانی کمتر از چرخه ای بدون آن است. چنانچه قبلاً گفته شد تشکیل چرخه بدون جداکردن رطوبت و فراگرام کردن بخار با فشار۰/۰۰۵MPa در چشمه سرد ناممکن است بنابراین چنین مقایسه ای میان آنها درست نیست. چرخه با جداساز- فراگرم کن را باید با چرخه ای بدون آن ولی با رطوبت پایانی مجاز مقایسه کرد. چرخه بدون جداکننده دارای فشاری بیشتر از۰/۰۰۵ MPa در چشمه سرد است. همچنین باید در نظر داشت که رطوبت بخار سبب کاهش بازدهی درونی توربین می شود پس فراگرام

کن میانی. را بالا می برد. بازدهی واحد توربین به هنگام فراگرم کردن میانی بخار نه تنها کاهش نمی یابد بلکه تغییر نکرده و امکان افزایش آن نیز وجود دارد. به جز این فراگرم کردن میانی بخار رطوبت پایانی را کاهش می دهد و امکان انبساط بخار درون توربین را فراهم می سازد و در نتیجه بازدهی بیشتر می شود. افزایش قدرت تولید شده به وسیله هر کیلوگرم بخار (و امکان کاهش دبی بخار در همین قدرت) این امکان را می دهد که با جداسازی رطوبت و فراگرم کردن بخار، توربینی با قدرت قابل توجه حتی برای پارامترهای متوسطی که قبلاً بیان شد طراحی کرد. پس وجود جداساز رطوبت- فراگرم کن بخار از الزامات نیروگاه اتمی برق است.

چرخه هایی که تا کنون بیان شدند بدون گرم کن بازیافت آب تغذیه بودند. در این حالت مقدار زیادی گرما، درون چشمه سرد به هدر می رود. یکی از معایب آب، گرمای نهان تبخیر و نهان تقطیر زیاد آن است. مقداری از این گرما را می توان برای گرم کردن آب تغذیه قبل از ورودش به مولد بخار در نیروگاه دومداره یا به راکتور در نیروگاه یک مداره، در گرم کن های بازیافت ویژه ای به کار برد.

برای گرم کردن آب تغذیه، بخار مرطوب را از بخار مراحل توربین خارج می کنند و به سوی گرم کن ها هدایت می نمایند.

مفهوم گرم کردن میانی آب تغذیه به صورت دیگری نیز قابل بیان است. پیداست که برای گرم کردن آب از گرمای تولیدی در راکتور استفاده نمی شود بلکه از گرمای حاصل از تقطیر قسمتی از بخار توربین بهره می گیریم. از انرژی تولیدی درون راکتور فرآیندهایی انجام می گیرند. بدین ترتیب دمای آب پس از بازیافت

اولاً همواره کمتر از دمای بخار اشباع است (دمای آب جوشان) ثانیاً به دلیل اختلاف دمایی Δt در گرم کن‌های سطحی، کمتر از دمایی است که مشخص شده است.

افزایش قابل توجه و ساده ضریب بازدهی گرمایی هنگام استفاده از گرم کن های میانی بازیافت برای آب تغذیه باعث بهره گیری از آنها در همه نیروگاه ها شده است.

۳-۳ انتخاب پارامترهای نهایی بخار

در مبحث قبل مسائل مربوط به انتخاب پارامترهای اولیه بخار با فرض یکسان بودن شرایط نهایی را بررسی کردیم. حال درمی یابیم که صرفه حرارتی توربین علاوه بر پارامترهای اولیه به پارامترهای نهایی بخار نیز وابسته است. هرچه فشار پس از توربین کمتر باشد (فشار درون کندانسور) کار تولیدی و بازدهی نیروگاه بیشتر است. با در نظر گیری این الزام، در نیروگاه های حرارتی معاصر با سوخت فسیلی فشار درون کندانسور را حدود۰/۰۰۳۵MPa در نظر می گیرند.

با تغییر فشار از۰/۰۰۳۵ MPa به۰/۰۰۴۵ Mpa ضریب بازدهی ۱/۵٪ کاهش می یابد. اما همزمان حجم ویژه بخار ۱/۳ برابر کمتر می شود.

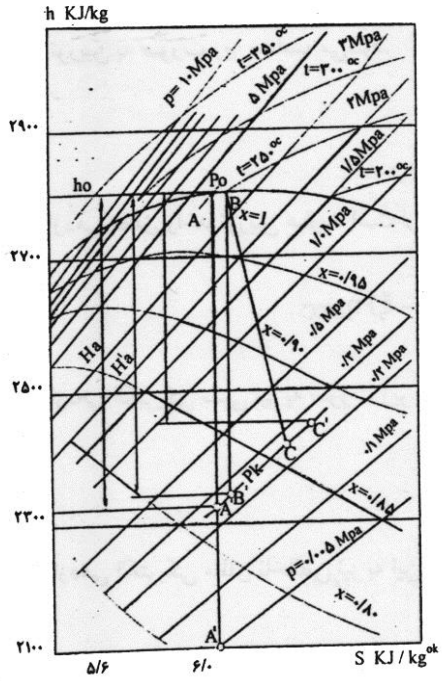
افزایش حجم ویژه بخار با ثابت بودن دبی جرمی سبب بزرگتر شدن مقطع در مراحل پایانی توربین می شود. با در نظرگیری این مطالب امکان ساخت توربین قوی با بخار اشباع که دارای فشار نهایی۰/۰۰۳۵ MPa باشد وجود ندارد. بنابراین با چشم پوشی از کاهش صرفه حرارتی، فشار نهایی برای نیروگاه اتمی با خنک

ساز آبی را حدود ۰/۰۰۴Mpa و برای توربین های قوی ۰/۰۰۴۵MPa در نظر می گیرند. انتخاب دقیق فشار نهایی بخار به فرکانس چرخش محور توربین نیز بستگی دارد.

۳-۴ فرآیندهای واقعی در واحد توربین و شاخص های صرفه حرارتی نیروگاه اتمی برق

تا کنون چرخه های ایده آل بازگشت پذیر را بررسی کردیم. در عمل، همه فرآیندهای چرخه واحد توربین نیروگاه اتمی با اتلاف همراه است و این امر صرفه اقتصادی در آنها را کاهش می دهد. بررسی چرخه ها در نمودارT-S ملموس تر است. ولی در فرآیندهای واقعی و محاسبات گرمایی اجزاء نیروگاه اتمی. استفاده از نمودارT-S اندکی دشوار است زیرا برای دانستن میزان انرژی گرمایی باید سطح یابی کنیم.

در مورد بخار آب بهره گیری از نمودارh-S که در آن محور طولی بیانگر آنتالپی است ساده تر می باشد. در شکل زیر محل شکل نمودارh-S بخار آب برای فشار، دما و رطوبت موجود در نیروگاه اتمی با بخار ساز آبی نمایان است. مقدار بیتشر آنتالپی بخار در محدوده فشاری۳/۶ Mpa- ۲/۵Mpa به دلیل خواص فیزیکی- گرمایی بخار آب، قابل توجه است.



نمودار h-s فرآیندهای ایده آل و واقعی در واحد توربین با بخار اشباع بدون جداساز رطوبت – فراگرم کن میانی

در این شکل آنتالپی در نقاط مختلف چرخه ایده آل بخار اشباع را مورد بررسی قرار می‌دهیم. در چرخه ایده آل، بخار درون توربین به صورت بی در رو از فشار اولیه P_a پیش از توربین تا فشار کندانسور P_{co} منبسط می گردد. آنتالپی بخار مرطوب قبل از توربین h_o تا آنتالپی بخار مرطوب قبل از کندانسور h_{co} کاهش می یابد. تفاوت این دو آنتالپی توزیع بی در رو اختلاف آنتالپی ها نامیده می شود.

$$H_a=h_o-h_{co}$$

همچنین به این مقدار، توزیع ویژه کار درونی چرخه ایده آل نیز می گویند:

$$W_a=H_a$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در چشمه سرد عمل تقطیر بخار کار کرده انجام می گیرد. آنتالپی کندانس اصلی برابر آنتالپی آب در دمای اشباع برای فشار کاری پمپ است (در یک یا دو پمپ کندانس یا تغذیه)، آنتالپی تقطیر تاh_{cop} افزایش می یابد. اختلاف پی دررو آنتالپی در پمپ برابر است با:

$H_P-h_{cop}-h_{co}=W_p$

در این رابطه:W_p کار درونی ویژه پمپ است.

در فرآیند فشار ثابت دریافت گرما، کندانس به بخار اشباع خشک تبدیل می شود و آنتالپی بخار تاh_o افزایش می یابد. اختلافh_{cop},h_{co} را توزیع گرمایی ویژه توربین می‌نامند.

$q_o=h_o-h_{cop}$

نسبت اختلاف بی دررو آنتالپی ها در توربین به توزیع گرمایی ویژه بیانگر ضریب بازدهی گرمایی چرخه ایده آل رانکین است:

$$\eta_t = H_a / q_o = W_a / q_o$$

معادله فوق بدون در نظر گیری مصرف انرژی برای کار پمپ ها نوشته شده یعنی مصرف داخلی در نظر گرفته نشده است. به این معادله، ضریب بازدهی گرمایی ناخالص می گوییم. با احتساب مصرف داخلی، کار درونی ویژه ایده آل رانکین به صورت زیر در می آید:

$W_t=W_a-W_p$

ضریب بازدهی گرمایی خالص با در نظرگیری مصرف داخلی عبارت است از:

$$\eta_{pu} = (H_a - H_p)/q_o = W_t / q_o = (W_a - W_p)/q_o$$

h_o, h_{co}, H_a در شکل فوق نشان داده شده اند. فرآیند AA' تأیید کننده موضوع بیان شده در مبحث قبل مبنی بر ضرورت وجود جداساز رطوبت میانی است. در فشار ۰/۲۵Mpa رطوبت بخار بیشتر می شود (حدود۱۷٪) و با فشار نهایی ۰/۰۰۵Mpa (خط چین تا نقطه "A") رطوبت بخار پس از توربین تا۲۳٪ می رسد.

از تفاوت های چرخه واقعی با ایده آل، وجود اتلاف در چرخه واقعی است. در فرآیند کار واقعی، به جای H_a از قسمتی از آن H_I به نام اختلاف آنتالپی واقعی بهره می گیریم. به همین ترتیب کار درونی یک کیلوگرم بخار $W_i=H_i$ کمتر از W_a می باشد. نسبت آنتالپی استفاده شده H_1 به H_a (یا کار درونی یک کیلوگرم بخار در توربین W_i به توزیع کار W_a) بیانگر میزان تکمیل محفظه درونی توربین با تجهیزات دریافت بخار است. به این نسبت ضریب بازدهی گرمایی درونی توربین η_{oi} می گویند.

اینک اتلاف موجود در توربین را بررسی می نماییم. هنگام ورود بخار به توربین به دلیل تغییر مقطع در مسیر حرکت بخار در ارگان های تنظیم کننده، مقداری افت داریم. این فرآیند به صورت آنتالپی ثابت انجام می گیرد (خط AB در شکل فوق) اما آنتروپی بیشتر شده و توزیع بی در رو اختلاف آنتالپی تا مقدار H''_a کاهش می یابد. ضریب متناظر عبارت است از:

$$\eta_{tv} = H'_a / H_a$$

مقاطعی در محفظه درونی توربین نیز سبب افت انرژی می شوند. به دلیل همین افت، فرآیند انبساط بخار به صورت بی دررو نخواهد بود. فرآیند انبساط به صورت پلی تروپ و با رشد آنتروپی همراه است. آنتالپی نهایی پس از توربین با نقطه C و با در نظرگیری افت در سرلوله های خروجی با نقطه "C مشخص می گردد.

$$\eta_{oi} = H_i' / H_a$$

برای ویژگی های محفظه درونی توربین رابطه زیر به کار می رود:

$$\eta'_{oi} = H'_i / H'_a$$

مقداری از بخار در فشار$p<p_o$ جهت آب بندی محور اصلی و بدنه شیر اصلی از توربین خارج می شود و پس از مراحل میانی به توربین باز می گردد. در نتیجه، کار درونی توربین به ازای واحد جرم به میزان ΔW کاهش می یابد.

$$W_i' = W_i - \Delta W = W_i(1-\xi)$$

در این رابطه ξ ضریب افت به دلیل نشت است.

$$\xi = (0/5-1)\times 10^{-2}$$

W'_i کار واقعی انجام شده به وسیله ۱kg بخار در توربین است. براین اساس، بازدهی گرمایی درونی توربین عبارت است از:

$$\eta_i = W_i'/q_o = H_i(1-\xi)/q_o = \eta_t\eta_{oi}(1-\xi)$$

کار ویژه انجام شده در اتصالات محور توربین W_c به میزان افت مکانیکی از W'_i و انرژی ویژه خروجی از ژنراتور W_E به اندازه افت درونی از W_e کمتر است.

$$W_E = W_e\eta_{MEC} \qquad W_c = W_i'\eta_{MEC}$$

در این رابطه:

η_{MEC}: ضریب بازدهی مکانیکی (۰/۹۶-۰/۹۸)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

η_G: ضریب بازدهی ژنراتور با خنک کننده هوایی (۰/۹۸-۰/۹۷) و با خنک کننده هیدروژنی (۰/۹۹-۰/۹۸).

با در نظرگیری افت حاصل از نشت، افت مکانیکی و افت دونی ژنراتور ضریب بازدهی نسبی واحد توربین به صورت زیر محاسبه می شود.

$$\eta_{re} = \eta_{oi}(1-\xi)\eta_{MEC}$$

ضریب بازدهی مطلق واحد توربین عبارت است از:

$$\eta_{ab} = \eta_t \eta_{re} = W_e / q_o = \eta_t \eta_{oi}(1-\xi)\eta_{MEC}$$

ضریب بازدهی نسبی نیز به این صورت نوشته می شود :

$$\eta_{ERE} = \eta_{oi}(1-\xi)\eta_{MEC}\eta_G$$

ضریب بازدهی الکتریکی مطلق ناخالص نیز به این صورت بیان می گردد:

$$\eta_{Eab} = \eta_t\ \eta_{OI} = {W_e}/{q_o}$$

WikiPower.ir

برای مشخص نمودن ضریب بازدهی الکتریکی مطلق خالص باید مصرف انرژی پمپ‌های تغذیه را به حساب آورد. سایر پمپم ها (کندانس، درناژ و...) مصرف چندان زیادی ندارند. اگر مصرف محرک برقی پمپ های تغذیهW_{EP} باشد، انرژی الکتریکی ویژه تولیدی به صورت خالص عبارت خواهد بود از:

$W=W_E-W_{EP}$

و ضریب بازدهی الکتریکی خالص توربین:

$$\eta_{Epu} = W/q_o = (W_E - W_{EP})/q_o$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

این رابطه برای یک چرخه ساده رانکین پاسخگوست. می توان موضوع را به چرخه های پیچیده دارای بازیافت و جداساز رطوبت- فراگرم کن نیز تعمیم داد. در این حالت توزیع گرمای ویژه توربین به صورت زیر محاسبه می شود.

$$q_o = h_o + \alpha_h \Delta h_h - q_{FW} - h_{cop}$$

در این رابطه:

αh: میزان بخاری که از فراگرم کن میانی می گذرد.

Δh_h: افزایش آنتالپی بخار در فراگرم کن میانی.

q_{FW}: گرمای داده شده به آب تغذیه در سیستم بازیافت.

در چرخه های پیچیده دبی بخار در مقاطع مختلف توربین متفاوت است. در این حالت کار درونی ویژه واحد توربین، مجموع کار در قسمت های مختلف آن خواهد بود.

برای دستیابی به ضریب بازدهی نیروگاه باید افت های موجود در واحد راکتور و لوله ها را نیز در نظر بگیریم. در نیروگاه های دو مداره علاوه بر افت درون مولد بخار، افت انرژی در لوله های مدار I,II را باید به صورت جداگانه محاسبه کنیم. بدین ترتیب ضریب بازدهی ناخالص نیروگاه یک مداره عبارت است:

$$\eta_{NPP} = \eta_E \eta_R \eta_{pi}$$

و در نیروگاه دومداره:

$$\eta_{NPP} = \eta_E \eta_R \eta_{pi}^{I} \eta_{pi}^{II} \eta_{SG}$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

افت گرمایی در لوله ها، مولدهای بخار و مدار راکتور زیاد نیست. برای نمونه۰/۹۸۸-۰/۹۸۵=η_{pi} مقدار η_{GS}, η_R بزرگتر هستند. ضریب بازدهی خالص نیروگاه یک مداره بدین گونه بیان می شود:

$$\eta_{pu} = \eta_{Epu} . \eta_R . \eta_{pi}$$

و برای نیروگاه دو مداره:

$$\eta_{Pu} = \eta_{Epu} \eta_R \eta_{pi}^{I} \eta_{pi}^{II} \eta_{SG}$$

به جز ضریب بازدهی برای صرفه حرارتی از مقدار دبی ویژه گرمایی نیز استفاده می‌شود.

به جز واحد توربین:

$$q_E = q_o / W_E = 1/\eta_E$$

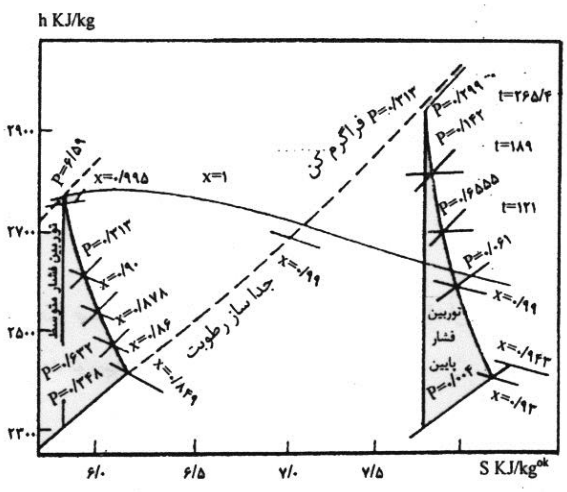
و در نیروگاه دبی های ویژه گرمایی برای تولید و خروج انرژی به صورت خالص و ناخالص عبارت است از:

$$q_{NPP} = 1/\eta_{NPP}; q_{pu} = 1/\eta_{pu}$$

برای مشخص کردن مقدار گرمای لازم بر حسبKJ برای تولید۱KW/H انرژی الکتریکی، مقدار q_{NPP}, q_E را در ۳۶۰۰ ضرب می نماییم.

در نمودار(h-s) شکل قبل فرآیند برای فشار پایانی زیاد در نظر گرفته شده است. در این حالت نیزای به وجود جداساز رطوبت- فراگرم کن میانی در واحد توربین نداریم. در توربین های بخار کنونی چنین شرایطی وجود ندارد. انبساط بیشتر بخار جهت افزایش توزیع اختلاف گارمایی و ضریب بازدهی گرمایی ضررویست. بنابراین چنانچه در مبحث قبل بیان شد. در نیروگاه های معاصر، میان توربین های فشار بالا و فشار پایین، واحد جداساز رطوبت- فراگرم کن میانی نصب می گردد.

فرآیند واقعی در نمودار(h-s) در شکل زیر بیانگر افزایش توزیع اختلاف گرمایی بی در رو به میزان دو برابر است. به همین ترتیب دبی بخار ارسالی به توربین کمتر شده که باعث راحتی طراحی آن در قدرت های بالاست.



فرآیند واقعی در واحد توربین با بخار اشباع با جداساز رطوبت – فراگرم کن میانی در نمودار (h-s)

۳-۵ بالانس گرمایی و صرفه اقتصادی کلی در نیروگاه اتمی برق

موضوع را بدون در نظرگیری بازیافت گرمایی بررسی می نماییم. گرمایی که به مولد بخار وارد می شود حاصل از تولید انرژی درون راکتور پس از کسر افت در مدار اول و گرمای تقطیر می باشد. با احتساب افت در لوله های انتقال بخار هرkg بخار که وارد توربین می شود دارای آنتالپیhv است. مقدار کمی از این انرژی به صورت افت مکانیکی در توربین و ژنراتور هدر می رود. مقدار بیشتری از انرژی در کندانسور با آب خنک کننده خارج می شود و مقداری که سرانجام به انرژی الکتریکی تبدیل می شود کمتر از میزان دفع شده در کندانسور است. با این توضیحات، ضریب بازدهی نیروگاه اتمی با خنک ساز آبی حدود۳۳٪ می باشد.

صرفه گرمایی نیروگاه از موضوعات مهم است اما شاخص نهایی صرفه اقتصادی، کار نیست. یکی از مهمترین شاخص های اقتصادی، ارزش ذاتی محصول یعنی ارزش ذاتی ۱kg/h انرژی وارد شده به شبکه برق است. یادآوری می کنیم که هزینه سالیانه تولید برق به مصرف سوخت، سرمایه گذاری اولیه و چگونگی بهره برداری بستگی دارد.

در نیروگاه فسیلی، سوخت نقش اساسی ایفا می کند و به دلیل اهمیت صرفه گرمایی، همواره میزان مصرف سوخت را کاهش و ارزش اقتصادی کلی را افزایش می دهند. در نیروگاه اتمی هزینه سوخت نقش کمتری دارد و این به علت کاربرد بخار با فشار متوسط نه با بخار فراگرام در فشار بالا مانند نیروگاه فسیلی در نیروگاه اتمی می باشد. اما این مانع از مقایسه این دو نیروگاه نمی شود.

محاسبات هزینه سوخت برای نیروگاه اتمی با نیروگاه فسیلی به دلایلی متفاوت است: در نیروگاه اتمی جرم سوخت تازه با سوخت کارکرده کم و بیش برابر است. برآورد دقیق میزان مصرف سوخت (U^{235},PU^{239}) نیازمند تعیین ساختار ایزوتوپ های سوخت کارکرده است که در شرایط کاری نیروگاه اتمی این کار میسر نمی باشد. به همین ترتیب امکان محاسبه علمی و تئوری عمق سوختن هنگام کار راکتور وجود ندارد.

سوخت کارکرده از نظر دارابودن انرژی به ویژه PU^{239},U^{235} دارای ارزش زیادی است بنابراین از آن برای استفاده مجدد بهره می گیرند.

هنگام تعیین هزینه سوخت به غیر از هزینه اورانیوم، هزینه ساخت میله های سوخت و هزینه های مواد ساختاری آن را نیز باید در نظر داشت. به همین دلیل هزینه کلی را برحسب هزینه ساخت گروهی میله

های سوخت محاسبه می کنند. برای زمان نصب میله‌های نو، مجموع انرژی الکتریکی تولید شده را مشخص می نماید و بهای میله های برداشته شده را نیز تعیین می کنند.

در نیروگاه اتمی افزایش صرفه گرمایی هنگامی باعث کاهش هزینه سوخت می شود که این افزایش سبب گرانتر شدن سوخت گذاری راکتور نگردد.

سرمایه گذار برای نیروگاه اتمی از نیروگاه فسیلی بیشتر است. این سرمایه گذاری بر قیمت انرژی الکتریکی تأثیر می گذارد. بنابراین تصمیمات اساسی که باعث افزایش صرفه گرمایی نیروگاه می شوند و فقط وقتی قابل قبولند که کاهش هزینه سوخت باعث افزایش رشد صرفه اقتصادی از هزینه های اساسی شود. اگر این شرط رعایت نشود بهای برق تولیدی زیاد می شود. چاره جویی برای افزایش صرفه گرمایی بدون بیشتر شدن سرمایه گذاری از اهداف طراحی است. سرمایه گذاری نه تنها بر ارزش انرژی الکتریکی اثر دارد بلکه در مورد مسائل ساخت نیروگاه نیز مهم است زیرا صحبت از مخارج هنگفتی است. بنابراین یکی از مهمترین شاخص های نیروگاه اتمی همانند نیروگاه فسیلی، بهای۱KW قدرت مقرر است که برابر نسبت ارزش کلی نیروگاه به قدرت الکتریکی آن می باشد. یکی از راه های کاهش بهای۱KW قدرت مقرر، افزایش قدرت واحد تجهیزات اصلی و قدرت نیروگاه است. این، روش کلی پیشرفت در صنعت تولید انرژی و همچنین شتاب جهت دستیابی به قدرت بیشتر و کاهش هزینه ها برای تجهیزات نیروگاه می باشد.

به علت گسترش کاربرد راکتور با خنک ساز آبی در ادامه بحث به شرح این نوع راکتور خواهیم پرداخت.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۶ تمایل به گسترش واحد راکتور با خنک ساز آبی

هم اکنون دو نوع راکتور با خنک ساز آبی وجود دارند: پوسته ای و کانالی.

متمرکز کردن، میل اصلی در صنعت تولید برق هسته ای می باشد. تمرکز قدرت در تجهیزات امکان ساختن نیروگاه با مجموع قدرت زیادی را می دهد همچنین باعث کاهش هزینه ها در هنگام ساخت و مونتاژ شده و زمینه رشد در این صنعت را فراهم می‌نماید.

در نیروگاه های اتمی زودتر از سایر نیروگاه ها استفاده از تجهیزات با قدرت نامی بالا آغاز شده و همچنان ادامه دارد.

مشخص است که افزایش قدرت نامی پوسته ای راکتور که در نیروگاه دومداره استفاده می شود نه تنها به دلیل بزرگی قطر پوسته و قطر منطقه فعال بلکه به دلیل افزایش چگالی جریان می باشد که ناشی از افزایش سرعت حرکت آب در منطقه فعال است. همچنین از مولد بخار و پمپ اصلی بزگتری نیز استفاده شده که باعث کاهش تعداد حلقه های مدار یک به۴ عدد می شود.

به پوسته راکتور که تحت تابش نوترون قررا دارد باید دقت بیشتری کرد. در نمونه های نخستین راکتور پوسته ای کنترل دوره ای پوسته مقدور نبود اما در نمونه های جدید این امر مدنظر قرار گرفته است. بدین گونه که میان پوسته راکتور و حفاظ خشک، فضای آزادی با پهنای۷۲۰mm واقع است.

در گذشته به جای حفاظ خشک از یک مخزن حلقوی آب استفاده می کردند. برای حفاظ خشک از بتن مخصوصی استفاده شده که آب را به خوبی نگه می دارد (در نتیجه هیدروژن را نیز نگهداری می کند) این

بتن از نوع سرپانتینت است که میزان تابش نوترون در خارج از دیواره جایگاه (چاه) راکتور را می کاهد برای خنک نمودن آن نیز از جریان هوا استفاده می شود. به جز با این محاسبه اختلاف در ضریب انبساط، در مرز میان بتن معمولی و بتن سرپانتنیت، حفاظ حرارتی نیز به کمک سیستم خنک کننده هوایی وجود دارد.

بیشترین قطر پوسته این راکتور براساس مشکلات حمل و نقل توسط راه آهن۴/۵M است.

این موضوع سبب محدودشدن افزایش قدرت نامی راکتور که به وسیله افزایش قطر پوسته است.

در راکتورهای نوع پوسته ای از بور جهت تنظیم قدرت استفاده می شود، به کار بردن جاذب نوترون مایع امکان توزیع نایکنواخت انرژی درون منطقه فعال را کاهش می دهد.

فرآیندها ی با سرعت پایین را به کمک تغییر غلظت بور (به کمک اسیدبوریک) کنترل می نمایند و برای فرآیندهای سریع از سیستم هدایت و حفاظت راکتور بهره می گیرند.

برای برداشت میله های سوخت کارکرده و یا جایگزینی میله های سوخت تازه لازم است که راکتور را متوقف نموده و قسمت فوقانی و دریچه آن را برداریم. هر سال حدود یک سوم کل میله ها تعویض می گردند. جهت تعویض، میله های مرکزی را خارج می‌نماییم و میله های پیرامونی را به سمت مرکز حرکت می دهیم و در پیرامون، میله‌های سوخت تازه را قرار می دهیم. زمان لازم جهت این کار۴-۳ شبانه روز است که عموماً با زمان تعمیر برنامه ای- پیشگیری که ۴۰-۲۰ روز طول می کشد، مطابقت دارد.

راکتورهای نیروگاه های یک مداره نیز می توانند به دو صورت پوسته ای یا کانالی باشند. در راکتور پوسته ای کندکننده و خنک ساز یکی هستند، بنابراین پدیده تشکیل بخار بر هر دو اثر می گذارد و این موضوع سبب محدودیت در میزان گردش سیال در راکتور می‌شود اما در نوع کانالی کندکننده از خنک ساز متمایز است و تشکیل بخار تنها بر خواص خنک ساز اثر می گذارد و بستگی به میزان تبادل حرارت دارد نه به فیزیک راکتور.

استفاده از راکتورهای آب جوشان نوع پوسته ای چنانچه منوط به مسأله حمل و نقل شود با کاهش قدرت نامی روبروست. نیاز به بخار خشک در فضای بالایی راکتور باعث افزایش ارتفاع این نوع راکتور در مقایسه با نوع پوسته ای می شود.

راکتورهای کانالی از نظر افزایش قدرت نامی محدودیت یاد شده را ندارند، زیرا اجزای آن با کانال های موازی به یکدیگر متصلند و آب و مخلوط بخار و آب در آنها جریان دارد این اجزاء را به کمک راه آهن می توان حمل نمود. به علاوه بررسی آنها ساده تر و مسأله قابل توجه اینکه تحت تابش نوترون نیستند. پوسته تحت فشار بالا که تابش جریان نوترون قرار دارد بزرگترین مزیت راکتورهای کانالی نه تنها در مقایسه با راکتورهای پوسته ای بلکه در قیاس با راکتورهای دیگر کشورها محسوب می شود به استثنای راکتورهای کانادایی که در آنها آب سنگین به عنوان کند کننده عمل می نماید.

در ابتدا نیروگاه های اتمی کانادا دو مداره بوده و آب سنگین در آنها هم نقش کند کننده و هم نقش خنک ساز را ایفا می کرد، اما بهای زیاد آب سنگین (به ویژه با افزایش قدرت نامی راکتور، دبی برای پرکردن

سیستم مدار اول افزایش می یابد) باعث تبدیل نیروگاه به نیروگاه یک مداره که در آن آب معمولی به عنوان خنک ساز و آب سنگین کند کننده می باشد، شد.

در راکتور نوع کانالی می توانیم با افزایش کانال های موازی، قدرت راکتور را بیشتر نماییم، اما این کار عمل چرخش خنک ساز را سخت تر می کند عملاً این چرخش در راکتور کانالی سخت تر است. آب تغذیه به کمک دو لوله۴۰۰mm به کالکتور مخزن تولید بخار- جداساز رطوبت ارسال می شود. پس از آن به وسیله ۲۴ لوله به قطر ۳۰۰mm به کالکتور ورودی به قطر۹۰۰mm می ریزد و از آنجا از طریق ۴ لوله هریک به قطر۷۵۰mm به ۴ پمپ اصلی ارسال می شود و سپس وارد کالکتور خروجی پمپ اصلی می گردد و از اینجا راهی ۲۲ کالکتور گروهی پخش کننده به قطر۳۰۰mm می شود از این نقطه به کمک ۸۳۶ لوله به قطر۵۰mm که لوله های ارتباطی پایینی نامیده می شوند، آب تغذیه به راکتور ارسال می گردد.

با توجه به تولید بخار درون راکتور، حجم خنک ساز افزایش می یابد بنابراین قطر لوله‌ها از۵۰mm به۷۰mm تغییر می کند. به وسیله این لوله ها که به آنها لوله های ارتباطی آبی- بخاری می گوییم، مخلوط بخار و آب وارد مخزن تولید بخار- جداساز رطوبت می‌شود. بخار خشک از این نقطه به توربین می رود و آب حاصله به همراه آب تغذیه دوباره وارد چرخه می گردد. مزیت دیگری که راکتور کانالی دارد امکان تغییر سوخت هنگام کار است. بدین ترتیب که به صورت شبانه روزی می توان۳ تا۴ مجموعه میله سوخت را جابجا کرد و سوخت تازه قرار داد.

راکتورهای کانالی دارای ایراد نیز می باشند. جهت گیری لوله ها به گونه ای است که درون آنها قسمت های غیر قابل تخلیه ای به وجود می آیند. علاوه بر تجمع مقدار زیادی پس آب(۴٪)، مقدار قابل توجهی اکسیدآهن درون مدار ته نشین می شود که پاک کردن آن را سخت می کند.

روشن است که محصور کردن این راکتورها به وسیله لایه محافظ ناممکن است. از رده خارج ساختن این نیروگاه ها نیز ناشدنی است زیرا تنها در روسیه $11\times10^{6}kw$برق از آنها تولید می شود.

۱-۶-۳ نیاز به افزایش ایمنی و اطمینان نیروگاه های اتمی

یکی از تصمیمات، وجود الزامی کلاهک محافظ برای قسمت راکتور می باشد؛ چیزی که متأسفانه برای نیروگاه های کانالی عملی نیست. وجود انشعابات زیاد در مدار راکتور آن مانع از انجام این کار می شود. ابعاد ساختمانی نیروگاه با راکتور کانالی از نظر سطح و حجم با دیگر نیروگاه ها متفاوت است.

در ارتباط با نیروگاه ها با راکتور پوسته ای باید گفت که اطمینان کاری آنها پس از تبدیل راکتور۴۴۰MW به۱۰۰۰MW کاهش یافته است.

در سال های اخیر ثابت شده که مسأله اصلی، دفع باقی مانده گرما از راکتور می باشد در طرح های نوین نیروگاهی، ایده دفع اضطراری گرما از منطقه فعال به کمک گردش طبیعی و خنک سازی با هوا عملی شده است.

ایمنی نیروگاه های اتمی مبتنی بر ضرورت های مشخصی است که تا قبل از شروع بهره برداری به این ترتیب ارائه می شوند:

- تأمین کیفیت بالای طراحی، ساخت و مونتاژ تجهیزات.

- تضمین نبود پیامد خطرناک از نظر فنی و ساختاری طی هر اختلال.

- محدود کردن پیامدهای حوادث ممکن.

مدار خنک کننده، تجهیزات همچنین لوله های مدار راکتور باید به گونه ای محاسبه، طراحی، ساخت و به بهره برداری برسند که احتمال شکست و یا نشت آنها در زمان بهره برداری ناچیز باشد.

تمام تجهیزات مدار خنک کننده باید با استانداردهای تخصصی طراحی، ساخت و بهره برداری تجهیزات تحت فشار بالا در صنعت انرژی اتمی مطابقت داشته باشند. طرح واحد راکتور باید به گونه ای باشد که احتمال گسترش سریع آسیب دیدگی در آن کاهش یابد. مدار خنک ساز باید بدون تغییر شکل، تحمل همه بارهای استاتیکی و دینامیکی حاصله در هر محل خود را که در نتیجه آزادسازی غیر عمدی و ناگهانی انرژی در خنک ساز پدید می آیند را داشته باشد. توانایی کنترل، آزمایش و مشاهده تمام المان‌های اصلی وا حد راکتور در طول دوره بهره برداری باید فراهم باشد.

همچنین تجهیزاتی که ایمنی نیروگاه را تأمین می کنند به چهار گروه تقسیم می شوند:

- تجهیزات بهره برداری عادی .

- تجهیزات حفاظتی .

- تجهیزات محدود کننده حادثه .

- سیستم خنک کننده اضطراری منطقه فعال .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سیستم چهارم برای حالاتی در نظر گرفته شده که در عمل وجود ندارند و بزرگترین حوادث در طرح نامیده می شوند که طی آنها لوله انتقال خنک ساز در مدار اول می‌شکند. وظیفه تجهیزات حفاظتی، توقف اضطراری راکتور و دفع حرارت از منطقه فعال برای جلوگیری از احتمال ذوب آن می باشد. سیستم سوم نیز جهت جلوگیری از انتشار مواد رادیواکتیو به خارج از منطقه نفوذ ناپذیر مدار یک طی بزرگترین حوادث در طرح در نظر گرفته شده است.

در حال حاضر ایمنی کار نیروگاه اتمی بیشترین توجه را به خود جلب نموده به گونه ای که تجهیزات تأمین کننده ایمنی نیروگاه ۳۰٪-۲۵٪ هزینه ها را به خود اختصاص می دهند و بخش زیادی از این هزینه به دفع حرارت از منطقه فعال مربوط می شود. دلیل آن ادامه طولانی مدت واکنش های هسته ای واپاشی اورانیوم است که تحی پس از ۱۰۰ شبانه روز توقف راکتور تا۵٪ قدرت نامی گرما تولید می کند.

WikiPower.ir

۲-۶-۳ پمپ اصلی مدار یک

پمپ اصلی، یکی از اجزاء مهم مدار یک محسوب می شود. در هر نیروگاه اتمی چرخش اجباری خنک ساز وجود دارد. طولانی بودن مسیر چرخش سرعت قابل توجه خنک ساز و فشردگی قرارگیری تجهیزات منجر به پیدایش مقاومت هیدرولیکی در مسیر می شود که غلبه بر آن به کمک گردش طبیعی تنها طی بارگذاری ناچیز مقدور است. پمپ اصلی به منظور کار در فشار بالا در نظر گرفته شده اما در فشارهای پایین (از۰/۲MPa هنگام راه اندازی) نیز می توان آن را مورد استفاده قرار داد.

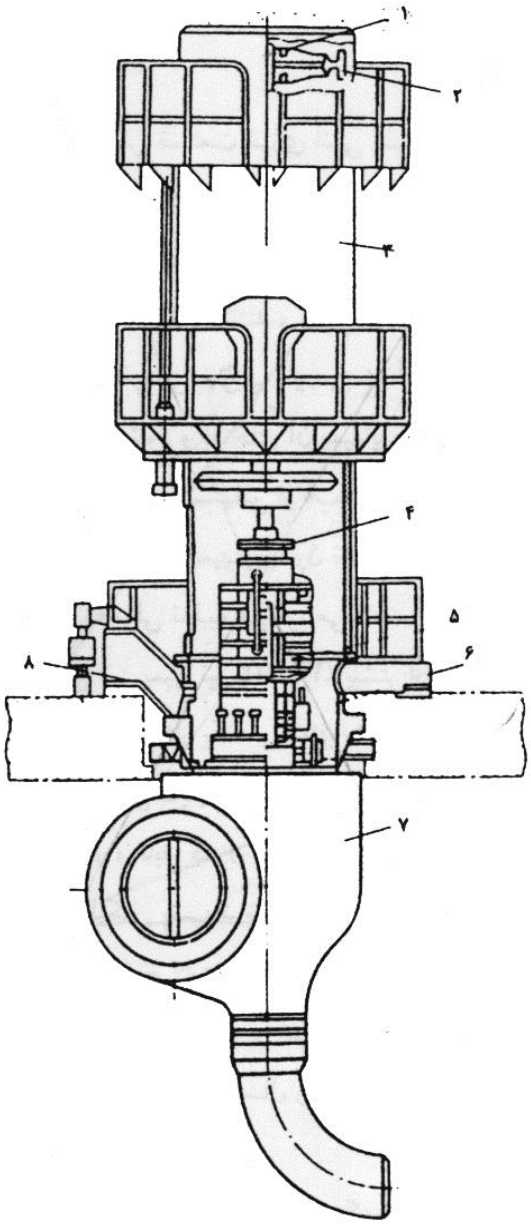
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در ابتدای گسترش صنعت انرژی اتمی ضرورتی که بدان خیلی توجه شد نبودن نشت از این پمپ بود که باعث گران شدن و پیچیدگی ساختار آن گردید. چنین پمپ هایی بدون نشتی از نظر قیمت، همپای ارزش همه نیروگاه بود. پره ها، محرک برقی و محور به صورت نفوذ ناپذیر درون پوسته جای داشتند و به لوله مدار اول متصل میشدند.

ایراد دیگر چنین پمپ هایی ضریب بازدهی کم آنها بود (۶۵٪-۶۰٪) در راکتورهای کنونی از این پمپ ها استفاده نمی شود و به جای آنها پمپ هایی با نشت قابل کنترل و بازگشت به مدار کاربرد دارند. برای کاهش چنین نشت هایی از آب بندی مکانیکی محور پمپ و سیستم های کمکی بهره می گیرند. این پمپ ها نصف پمپ های بدون نشت قیمت دارند و دلیل اصلی آن استفاده از محرک بیرونی که با برق معمولی تغذیه می شود می باشد.

ضریب بازدهی این پمپ ها نیز ۱۲٪-۱۰٪ بیشتر از پمپ های پیشین است. در این پمپ‌ها نیز مانند پمپ های بی نشت از ساختار یک مرحله ای با پره هایی که برای راحتی کاربر محور پمپ نصب می شوند استفاده می نماییم. پمپ اصلی با آب بندی مکانیکی محور (شکل زیر) نشتی محدود، نسبتاً پایدار و قابل کنترل در هنگام بهره برداری دارد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



پمپ اصلی مدار یک با دبی بالا به همراه چراغ طیار برای نیروگاه اتمی با راکتور پوسته ای

۱-محور محرک
۲-چرخ طیار
۳-محرک برقی
۵-یاتاقان شعاعی
۶-مرکز آب بندی
۷-پوسته

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-کلاچ ۸-تکیه گاه

قسمت هیدرولیکی پمپ شامل پوسته بیضوی (حلزونی)، قسمت درونی به همراه لوله‌های ورودی و خروجی، چرخ کاری یک مرحله ای، قیمت هدایتگر و مرکز آب بندی است.

پمپ دارای سیستم های کمکی به شرح زیر است:

- سیستم روغنکاری جهت ارسال روغن به یاتاقان بالایی که شامل پمپ روغن، خنک کننده روغن و صافی است.

- سیستم خنک کننده اجزای پمپ و محرک برقی به وسیله مدار میانی

- سیستم آب بندی جهت جلوگیری از خروج خنک ساز مدار اولیه از مرکز آب بندی محور پمپ به کمک ارسال آب تصفیه شده و گاززدایی شده مدار اول به مرکز آب بندی با فشاری بیشتر از فشار مدار اول. بدین ترتیب بخشی از این آب وارد مدار اول شده و باقی مانده آن در نیروگاه با راکتور پوسته ای به گاززدای مدار یک و در نیروگاه با راکتور کانالی با گاززدایی اصلی وارد می شود.

برای جلوگیری از آسیب دیدگی غلاف میله های سوخت به دلیل افزایش دما، علاوه بر حالات عادی در حالت حادثه نیز باید گردش خنک ساز وجود داشته باشد، برای ادامه گردش آب هنگام قطع برق پمپ اصلی، بر محور آن چرخ طیار قرار داده شده است. هنگام خاموش شدن محرک برقی پمپ، چرخ طیار کار پمپ را به اندازه چند دقیقه ادامه می دهد. تا۳۰S پس از قطع برق، چرخ خنک ساز همچنان کافیست. پس از آنکه دبی در مدار راکتور به اندازه ۲/۷ برابر کاهش می یابد، انتقال به گردش طبیعی آغاز می گردد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

پمپهای مشابهی در راکتور کانالی به کار می روند. برای راکتورهای کانالی و پوسته ای مسأله وجود یا عدم وجود پمپ رزرو و تعداد پمپها راه حلهای متفاوتی دارد. در راکتور پوسته ای هر پمپ حلقه خود را تغذیه می کند و ابعاد زیاد پمپ متناظر هر حلقه،سبب عدم وجود پمپ رزرو می شود. اما در راکتور کانالی چنانچه بیا شد پمپ اصلی هر نیمه راکتور با کالکتور ورودی و خروجی کار می کند این موضوع سبب اجبار وجود پمپ رزرو می گردد. بنابراین برای هر نیمه راکتور کانالی سه پمپ در حال کار و یک پمپ رزور با همان مشخصات در نظر می گیرند. در این نوع راکتور ۶ پمپ اصلی در حال کار و دو پمپ رزرو وجود دارد.

۳-۶-۳ سیستم جبران کننده فشار در مدار راکتور پوسته ای

سیستم جبران کننده فشار تنها برای راکتورهایی که با آب تحت فشار خنک می شوند کاربرد دارد و کار آن جبران تغییرات حجم آب مدار بر اثر تغییر دماست. همچنین از وظایف دیگر آن تهیه فشار لازم هنگام راه اندازی ، نگهداری فشار هنگام بهره برداری و محدود کردن تغییرات فشار هنگام حادثه می باشد. این سیستم به خروجی یکی از حلقه های راکتور و تا حد امکان نزدیک به راکتور متصل می شود در نیروگاه اتمی تنها از جبران کننده فشار بخاری استفاده می نماییم.

WikiPower.ir

پوسته جبران کننده فشار از فولاد پرلیتی یا روکش فولاد ضد زنگ اوستنیتی است. مخزن شامل یک بخش آبی به حجم $۴۸M^3$ و یک بخش بخاری به حجم $۲۲M^3$ می باشد از سمت شاخه سرد، آب به دوش درون مخزن ارسال می شود. در این مسیر یک شیر قطع کننده و یک شیر تنظیم وجود دارد. در قسمت دیگر پوسته که همواره درون آن آب وجود دارد گرمکنهای الکتریکی نصب شده اند. شیرهای اطمینان به بخش بخاری جبران کننده فشار متصلند. به دلیل آلودگی به مواد رادیواکتیو،بخار خروجی به جو وارد نمی شود

و از طریق این شیرها به زیر سطح آب درون مخزن چگالش تزریق شده و از آنجا بر حسب نیاز به مخزن کندانس آلوده فرستاده می شود.

فشار درون این مخزن ۰/۵Mpa است و دمای آب درون آن $40^{0}c - 50^{0}c$ می باشد که از طریق آب مدار میانی که درون لوله های مارپیچ جاریست خنک می شود حجم مخزن چگالش $15M^3$ است که $11M^3$ آن را آب به خود اختصاص داده به بخش بخاری آن ازت جهت تخلیه گازهای قابل اشتعال تزریق می کنند.

اصول کار جبران کننده فشار بدین صورت است:در حالت عادی همه شیرها به جز شیر مسدودکننده، بسته هستند. وقتی دما تغییر می کند فرضاً افزایش می یابد مقداری آب از شاخه گرم وارد جبران کننده فشار شده و باعث تراکم بخار می شود و فشار درون مخزن افزایش می یابد.

در نتیجه،شیر تنظیم در خط دوش عمل می کند و آب را از شاخه سرد به درون مخزن می باشد. به دلیل گرم شدن این آب قسمتی از بخار،تقطیر شده و به مایع تبدیل می شود که این امر سبب کاهش فشار می گردد وشیر تنظیم بسته می شود و دیگر آب به دوش نمی رسد. اتصال دوش به شاخه سرد باعث می گردد که از هد پمپ اصلی برای غلبه بر مقاومتهای هیدرولیکی مسیر تا دوش بهره گیریم.

تغییرات جزیی دما و فشار درون جبران کننده فشار بدون وارد عمل شدن دوش، خنثی می گردد. بدینگونه که با افزایش فشار و دما، بخشی از بخار درون مخزن تقطیر می شود و با تولید آب، فشار کاهش می یابد. در هنگام کاهش فشار نیز با روشن شدن گرم کنها و تولید بخار،فشار درون مخزن را افزایش می دهیم. بدین ترتیب جبران کننده فشار با دقت خوبی فشار درون مدار یک را ثابت نگه می دارد. سرعت گرم کردن

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جبران کننده فشار محدود بوده و حدود ۴۰ ^{o} c /h می باشد تا نشتهای حرارتی زیاد در پوسته پدید نیاید

در شروع کار، برای ایجاد فشار از ازت استفاده می نماییم که در ادامه به طور کامل با بخار جایگزین می شود.

۴-۶-۳ سیستم ایمنی

برای ایمنی کار نیروگاه اتمی،ایمنی کار واحد راکتور اهمیت زیادی دارد. بدین منظور کنترل دقیق تجهیزات هم هنگام آماده سازی و هم هنگام بهره برداری لازم است. همه اجزای اصلی نیروگاه باید تجهیزات لازم برای بررسی، آزمایش و مشاهده جهت کنترل استحکام در طول دوره بهره برداری را داشته باشند.

در هنگام کار نیروگاه احتمال قطع کلی برق به دلیل بروز حادثه در سیستم الکتریکی نیروگاه وجود دارد. همانطور که می دانیم در نیروگاه مقداری از انرژی به مصرف داخلی می رسد. از جمله مصرف کنندگان واحد راکتور است. براساس اصول ایمنی در ارتباط با زمان مجاز قطع برق، مصرف کنندگان داخلی به چهار گروه تقسیم می شوند:

گروه اول شامل مصرف کنندگانی می شود که زمان قطع برق در آنها باید کمتر از یک ثانیه باشد مانند: محرکهای سیستم هدایت و حفاظت،سیستم تغذیه دستگاههای کنترل و اندازه گیری جریان نوترون و روشنایی اضطراری.

گروه دوم گروهیست که زمان قطع برق تا چند ده ثانیه برایشان مجاز است. و پس از خاموشی ناگهانی،تغذیه آنها حتماً باید صورت پذیرد مانند: سیستمهای مربوط به سردسازی راکتور. برای گروه سوم زمان مجاز قطع، زمان آغاز کار سیستم رزرو متناظر آنهاست و الزاماً برق آنها پس از خاموشی ناگهانی تأمین نمی شود. در نهایت گروه چهارم، سایر مصرف کنندگان هستند که نیاز ضروری به تأمین برق ندارند. ایمنی کار راکتور منوط به تأمین برق دو گروه نخست می باشد. برای آنها به جز تأمین معمولی از شبکه،سیستم تغذیه اضطراری نیز در نظر گرفته شده است. برای گروه نخست، شبکه برق مستقیم نیز وجود دارد. به عنوان تغذیه الکتریکی اضطراری مصرف داخلی، باتری و تبدیل کننده برق مستقیم به متناوب پیش بینی شده است که تأمین کننده برق گروه نخست می باشند.

همچنین دیزل ژنراتورها یکی از مهمترین اجزای سیستم ایمنی واحد راکتور محسوب می گردند. این منابع تغذیه مستقل،با جریان متناوب و با راه اندازی خودکار سریع برق مورد نیاز گروه دوم را تأمین می کنند.

در ارتباط با نیروگاه اتمی احتمال حادثه در نتیجه از میان رفتن آب بندی اجزای واحد راکتور وجود دارد. سیستم تأمین ایمنی چهار گروه تجهیزات را پیش بینی کرده است: تجهیزات بهره برداری نرمال، تجهیزات حفاظتی ، تجهیزات محدود کننده حادثه و سسیتم خنک کننده اضطراری منطقه فعال.

گروه آخر برای هنگام «بزرگترین حادثه در طرح» در نظر گرفته شده اند یعنی هنگام شکست عرضی لوله های مدار اول. وظیفه این سیستمها جلوگیری از ذوب شدن منطقه فعال و انتشار آلودگی رادیواکتیو به

محیط خارج از نیروگاه حتی طی بزرگترین حادثه در طرح است. این سیستمها به طور خودکار و به صورت مرحله ای یا کلی بر حسب شدت حادثه شروع به کار می کنند.

یکی از عناصر اصلی سیستم مخازن هیدرولیکی است که در هنگام حادثه، بوراز آنها راهی راکتور می شود. این مخازن بدون واسطه به راکتور متصلند و فشار درون آنها کمتر از فشار درون راکتور است. دو عدد از این مخازن به قسمت بالایی منطقه فعال و دو عدد به قسمت پایینی وصل شده اند.

طراحی تجهیزات محدود کننده حادثه به صورت چند قسمت، برحسب حجم لازم جهت محدود کردن بزرگترین حادثه در طرح می باشد. هر قسمت در محل مجزایی قرار گرفته و با دو قسمت دیگر ارتباطی ندارد و هر کدام دارای دیزل ژنراتور مخصوص به خود می باشد که چنانچه حادثه همراه با قطع کلی برق شود از آن استفاده نماید.

پمپهای فشار بالا جهت تغذیه راکتور در هنگام بروز نشت در نظر گرفته شده اند و پمپهای فشار پایین با سردکن هایی که با آبرسانی صنعتی سرد می شوند هنگامی روشن می شوند که نشت قابل توجه باشد. برای تقطیر بخاری که هنگام شکست لوله ها تولید می شود و جلوگیری از افزایش فشار درون منطقه نفوذناپذیر، چند سیستم پاشش با پمپهای مجزا وجود دارد.

راکتور و مولدهای بخار متصل به آن در پوسته نفوذناپذیری از بتن مسلح قرار دارند. این پوسته، هم یک سد محدود کننده به حساب می آید و هم حفاظی در برابر برخورد اجسام خارجی.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سرد کردن اضطراری راکتور به وسیله سیستمهای مستقلی که به واحد راکتور متصلند انجام می گیرد. طی بروز حادثه حتی بزرگترین حادثه در طرح، راه اندازی یکی از این سیستمها برای محدود کردن حادثه کافیست و دو سیستم دیگر در رزرو باقی می مانند هر یک از آنها دارای باک ذخیره اضطراری محلول بور سردکن پمپهای پاششی و پمپهای فشار پایین ارسال اضطراری محلول بور هستند.

هنگام پیدایش نقص در آب بندی واحد راکتور و بروز نشت اندک آب مدار اول، پمپهای فشار بالای ارسال اضطراری محلول بور به مدار اول روشن می شوند. پس از اینکه مشخص شد نشت اندک را نمی توان محدود کرد، بلوک با کاهش قدرت میتواند به کار خود ادامه دهد و تصمیمات لازم جهت توقف بلوک با بکارگیری سیستمهای عادی سرد کننده گرفته خواهد شد.

طی نشت زیاد همراه با کاهش فشار در راکتور، همه اجزاء سیستم وارد عمل می شوند. از مخازن سیستم خودکار سرد کننده اضطراری فشار پایین به بالا و پایین منطقه فعال بور تزریق می گردد. فشار در این مخازن ۶Mpa است که به وسیله ازت تأمین می شود. حجم هر مخزن ۶۰M^3 بوده که ۵۰M^3 آن را آب اشغال می کند.

در مرحله بعدی پمپهای فشار پایین ارسال اضطراری بور روشن شده و بور را به مدار ارسال می نمایند. همچنین پمپهای پاششی نیز به وظیفه خود عمل می کنند زیرا هنگام نشت از مدار اول، بخار تولید می شود که میتواند سبب افزایش فشار درون منطقه نفوذناپذیر گردد. تقطیر این بخار به وسیله پاشش آب از دوشهای مخصوص که در سقف جای دارند سبب جلوگیری از افزایش فشار می شود. آبی که از این طریق

در کف منطقه نفوذناپذیر جمع می شود پس از گذر از سردکن به وسیله پمپهایی دوباره به مدار تزریق می شود. این عمل به همراه پاشش تا سرد کردن کامل راکتور ادامه می یابد. از باک به آب سیستم پاشش، هیدرازین تزریق می کنیم تا ید موجود در فضا را جذب نماید. برای خنک کردن سردکن از استخر فواره دار بهره می گیریم.

استقلال هر کدام از کانالهای سیستم ایمنی نمایان است یعنی هر کانال تجهیزات و شیرهای لازمه را بدون ارتباط با سایر کانالها دارا می باشد. تغذیه الکتریکی پمپهای هر یک از کانالها از ترانسهای مصرف داخلی به کمک خط انتقال انجام شده است. البته تغذیه رزرو از شبکه نیز وجود دارد. در هنگام قطع کلی برق نیروگاه هر کانال، دیزل ژنراتور مربوط به خود را دارد و برق لازم جهت مصرف کنندگان گروه نخست تا زمان راه اندازی دیزل ژنراتور به وسیله باتری تأمین می شود.

با وجود چند سیستم ایمنی،قدرت هر دیزل ژنراتور براساس بارگذاری ۱۰۰٪ هر سیستم ایمنی محاسبه می شود و باید تأمین کننده عملیات سردکن راکتور در هر حادثه ای باشد. طی قطع کامل برق، راکتور دچار خاموشی ناگهانی شده و پیامی برای راه اندازی دیزل ژنراتورها ارسال می شود که آنها پس از ۴۰S-۲۰S جریان لازم برای مصرف کنندگان گروه نخست و دوم را از شبکه تغذیه ایمنی با جریان متناوب تأمین می نمایند. از همین شبکه پمپهای اضطراری آبرسانی صنعتی راه اندازی می گردند.

در نیروگاههای یک مداره، سیستم ایمنی هم در حالت حادثه در واحد راکتور و هم طی بسته شدن اضطراری شیر قطع و وصل توربین کاربرد دارد. در نیروگاههای دو مداره،بخاری که به توربین وارد می گردد آلوده به

مواد رادیواکتیو نیست و طی توقف توربین میتوان آن را به جو ارسال کرد اما در نیرگاه یک مداره این بخار آلوده است و هنگام قطع توربین باید آن را به کندانسور اصلی فرستاد.

۳-۶-۵ سیستم تصفیه آب راکتور

به دلیل خوردگی همیشگی ساختار راکتور و مدار یک و همچنین به دلیل ورود املاح طبیعی آب تزریقی در راکتور پوسته ای و آب تغذیه در راکتور کانالی کار پایدار واحد تصفیه آب راکتور جهت نگهداری شاخصهای آب مدار اول در حد مطلوب ضروریست.

واحد تصفیه هم در راکتور پوسته ای و هم کانالی دارای سردکن جهت خنک نمودن آب تصفیه شونده و صافی های مکانیکی و تبادل یونی جهت تصفیه آب از ذرات محلول بسیار کوچک می باشد. ابعاد این واحد تصفیه و فشاری که با آن کار می کند متفاوت است.

در نیروگاه اتمی مقدار قابل توجهی آب آلوده به مواد رادیواکتیو وجود دارد که باید تصفیه شود. این آلودگی سبب می شود که آنها را در واحدهای تصفیه مخصوصی پاکیزه گردانیم. از میان آنها تنها واحد بای پس تصفیه آب راکتور به طور همیشگی در کار است. این واحد در نزدیکی راکتور واقع می باشد و بدون واسطه با آن در ارتباط است. دیگر واحدهای تصفیه به صورت دوده ای وارد کار می شوند.

وظیفه این وحد ثابت نگه داشتن وضعیت رژیم آبی واحد راکتور است. در راکتور پوسته ای ساختار واحد تصفیه و رژیم آبی واحد راکتور به وسیله تنظیم قدرت راکتیو با اسید بوریک مشخص می شود. این امر

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

میتواند سبب افزایش محصولات خوردگی موجود در آب مدار یک گردد. همراه با اسید بوریک افزودنیهای دیگری مانند آمونیاک و هیدرواکسید پتاسیم نیز به مدار یک تزریق می کنند که باعث بیشتر شدن رسوب می گردد. با توجه به افزودنیها، رژیم آبی راکتور را رژیم ترکیبی آمونیاک – هیدرواکید پتاسیم می نامیم. برای صرفه جویی، این واحد در فشاری کمتر از فشار راکتور کار می کند. در منطقه نفوذناپذیر، مبدل بازیافت بی واسطه با راکتور در تماسند و دیگر اجزای این واحد در بیرون از این منطقه می باشند.

صافیها به ترتیب به صورت کاتیونی به فرم H، کاتیونی مخلوطی به فرم NH_4-K و آنیونی به فرم H_2BO_3 هستند که در فرآیند کار به فرم اسید بوریک تبدیل می شوند. پس از صافیهای تبادل یونی آب راهی صافیهای مکانیکی می شود تا ذراتی که از صافیهای تبادل یونی وارد آن شده اند را جدا نماید. آب تصفیه شده وارد گاززدا می گردد که با فشاری حدود ۱/۲Mpa کار می کند. بخار گرم کننده راهی سطح تبادل حرارتی می شود و آب درون مخزن را تا دمای اشباع گرم می نماید، قسمتی از آب تبخیر شده هنگام خروج، گازهای موجود در دیگ گازدار از جمله هیدروژن را با خود می برد تا عمل سوزاندن آب در سیستم مربوط انجام گیرد. گاززدا می تواند به خوبی فرآیند گاززدایی در هر باری را تأمین نماید. سرپوشهای سرامیکی در محفظه های جاری کننده، برخورد یکنواخت ذرات بخار با آب را فراهم می سازند.

از این گاززدا آب به وسیله پمپهای تزریق به مدار یک و به آبندی محور پمپ اصلی مدار یک بازگردانده می شود. این پمپها سه عدد بوده که یکی در کار ،دومی رزرو و سومی می تواند در تعمیر باشد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

محلولهای شیمیایی و آب نمک زدایی شده را نیز به این گاززدا ارسال می نمایند (جهت جبران افتهای حاصل در مدار اول مانند نمونه برداری جهت آزمایش). بدین ترتیب واحد تصفیه بای پاس همزمان مسأله تغذیه راکتور را حل می کند.

برای راکتورهای یک مداره از سیستم تنظیم به وسیله بور استفاده نمیشود زیرا به دلیل خروج آن به همراه بخار و نیز جذب آن در واحد تصفیه به مقدار زیادی بور احتیاج است.

تنظیم آب راکتور در نیروگاه اتمی یک مداره با شاخصهای زیر مشخص می شود:

فلوریدها و کلریدها $< ۱۰۰\ \mu g / Kg$.

سختی $< ۵\ \mu gE / Kg$.

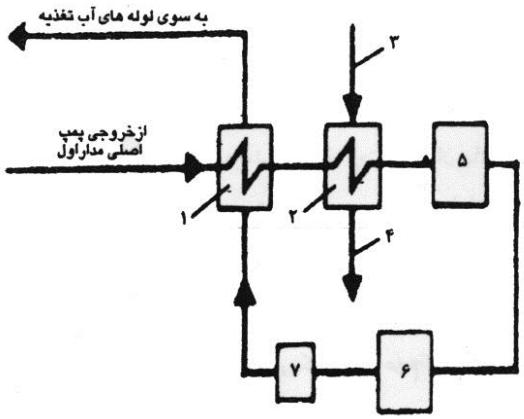
اسید سلیتیک ۰/۵mmg/Kg-۱mmg/Kg .

اکسیدهای مس با شمارش مجدد در مس $< ۵۰\ \mu g / Kg$.

رادیواکتیوته $< ۱۰^{-۴}\ Ci / Kg$.

دبی آب برای تصفیه، اغلب به وسیله میزان کلریدها مشخص می شود زیرا فولاد آوستنیتی ضد زنگ که فلز اصلی ساختار راکتور است تحت حضور کلریدها تمایل بیشتری به خوردگی پیدا می کند. نمایی از واحد بای پس تصفیه برای راکتور کانالی در شکل زیر (۳۵ چک نوین)به نمایش درآمده است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



نمای تصفیه آب راکتور کانالی

۱-مبدل بازیافت

۲-سرکن تکمیلی

۳- ورودی و خروجی آب خنک کننده از مدار میانی

۴-ورودی و خروجی آب خنک کننده از مدار میانی

۵-صافی شوینده

۶-صافی تبادل یونی

۷-صافی مکانیکی

برای غلبه بر مقاومت هیدرولیکی از هدپمپ اصلی مدار اول بهره می گیریم. آب مدار اول به ترتیب از میان صافی شوینده که نقش صافی مکانیکی را ایفا می کند و سپس از میان صافی تبادل یونی کاتیونی – آنیونی گذر می نماید.

پیداست که در مرحله پایانی، تصفیه در رزن انجام می گیرد. از آنجا که رزینها محدوده تحمل دمایی دارند (برای کاتیونی کمتر از ۹۰ ^{o}c و برای آنیونی کمتر ۴۰ ^{o}c) در هر دو واحد تصفیه، سرد کن و سردکن تکمیلی نصب شده است.

به جز سیستمهای بررسی شده، در ساختار راکتور سیستمهای دیگری نیز وجود دارند تعدادی از آنها عبارتند از:

- سیستم سردکننده استخر سوختهای کار کرده: جهت دفع حرارت حاصل از آزادسازی گرما توسط میله های سوختی که دوره کار آنها در راکتور تمام شده و در استخر نگهداری می شوند.
- سیستم جمع آوری نشتهای مدار اول در راکتور پوسته ای و بازگرداندن آنها به وسیله پمپ به مدار.
- سیستم جمع آوری محصولات گازی شکل واقع در روی استخر سوخت کار کرده و همچنین از سطح آب مخزن چگالش سیستم جبران کننده فشار در راکتور پوسته ای جهت کاهش غلظت هیدروژن تا میزانی کمتر از حد انفجار.
- سیستم سوزاندن کامل هیدروژن جریانهای گازی.

فرآیند کاری همه سیستمهای کمکی (چه آنها که ذکر شده اند و چه آنها که ذکر نشده‌اند) در ارتباط با تجهیزات اصلی نیروگاه هم در حالت بهره برداری عادی و هم در حالت حادثه بررسی می شود. در سردکنهای سیستمهای کمکی واحد راکتور تنها از آب مدار میانی استفاده می کنند که خود این آب توسط آبرسانی

صنعتی درون سردکنهای دیگر خنک می شود. تفاوت موجود،در افزایش شدید دبی آب توسط پمپها در حالت حادثه است که به وسیله شیرهای تنظیم اجرا می گردد.

یادآوری می کنیم که تا مدتی پیش صنعت انرژی حرارتی همه کشورها حتی کشورهای پیشرفته متکی بر واحدهایی بود که در آن بخار با پارامترهای حالت بحرانی تولید می شد. بررسی کار این واحدها نشان داد که زمان انتقال به راه حل جدید فرا رسیده است. با این تصمیم ، انتقال به پارامترهای فرابحرانی و افزایش ضریب بازدهی و قدرت نامی نیروگاه انجام گرفت.

با انتقال به فشار فرابحرانی خنک ساز، همزمان می توان انتظار بهتر شدن شاخصهای اقتصادی نیروگاه و افزایش ایمنی آن را داشت. بهبود شاخصهای اقتصادی ، با افزایش ضریب بازدهی، افزایش قدرت نامی، کاهش فلز مصرفی و بهتر شدن چرخه سوخت تأمین می شود. برای نمونه با افزایش فشار خنک ساز تا ۲۴Mpa و دمای آن پس از راکتور تا ۳۸۰ ^{o}C-۳۹۰ ^{o}C فشار بخار خروجی از مولد بخار به ۱۱Mpa-۱۰Mpa میرسد.

بررسی واحدهای جدید با پارامترهای فرابحرانی نشان می دهد که میتوان بازدهی نیروگاه تا ۳۸٪ بالا برد.

با فشار بیان شده که در مولد بخار تولید می شود دمای اولیه فراگرم کردن بخار، ۴۰ ^{o}C-۵۰ ^{o}C از دمای اشباع بیشتر می شود که باعث مختصر شدن فراگرم کن میانی می گردد و این موضوع بااهمیت است.

در این حالت میتوان انتظار داشتکه با درنظرگیری تحمل تنش منطقه فعال،مرتبط با حالت بحرانی انتقال حرارت با وجود فشار بحرانی،قدرت نامی راکتور با چنین ابعادی به ۱۵۰۰MW برسد. جرم مخصوص فلز

مدار اول هم به دلیل کاهش سطح تبادل حرارتی در مولد بخار که ناشی از افزایش اختلاف دما است کمتر می شود.

علاوه بر اینها با تغییر زیاد چگالی آب، همراه با تغییرات اندک دمای آن میتوان حالت بحرانی را به دلیل تغییر طیف نوترون حفظ کرد. هنگام کاهش دما، خاصیت کندکنندگی آب بهتر می شود و با افزایش دما بدتر می گردد. طیف ملایم تر نوترون همراه با کاهش دما باعث بهتر شدن ویژگیهای شکافت می شود در نتیجه میتوان از میزان جاذب نوترون برای کاهش راکتیویته در آغاز واکنش کاست. در این وضعیت چرخه حرارتی بهتری همراه با کاهش تنظیم قدرت با اسیدبوریک به دست می آید.

افزایش ایمنی نیروگاه نیز منوط به نبود حالت بحرانی انتقال حرارت در منطقه فعال با امکان چشم پوشی تنظیم قدرت به کمک اسید بوریک می باشد. روشن است که در این حالت تعدادی از حوادث مرتبط با افزایش قدرت و حرکت میله های جاذب نوترون،حذف خواهند شد.

در حال حاضر امکان جانشینی فولاد آوستنیتی ضد زنگ دارای نیکل با فولاد مقاوم در برابر خوردگی فراهم شده است. مانند فولاد نه چندان گرانبهای فریتی که دارای ویژگیهای بهتری نیز هست. تلاش می شود که لوله های مولد بخار، روکش راکتور و لوله های اصلی آن را از این فلز تهیه کنند احتمال ساخت پوسته راکتور از این فولاد نیز دارد.

حذف تنظیم قدرت با اسید بوریک سبب عدم نیاز به تزریق هیدروکسید پتاسیم به آب می شود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

یک فازی بودن خنک ساز در حالت فشار بحرانی باعث رفع اشکالات مربوط به تأمین ایمنی چرخش خنک ساز هنگام ساخت راکتورهای نوع انتگرالی می شود. مسأله مهمتر امکان افزایش دمای خنک ساز است که سبب کاهش تردی فلز راکتور می شود.

۳-۶-۶ انتخاب پمپ سیستم آبرسانی صنعتی

این پمپها نیاز به هد زیادی ندارد بنابراین می توان از پمپهای یک مرحله ای با بازدهی بالا استفاده کرد تا مصرف انرژی الکتریکی پمپ کاهش یابد. پمپها عموماً محوری با دبی بالا می باشند. در سیستم دو پمپ وجود دارد که در هنگام کار ۱۰۰٪ دبی لازم جهت کار در تابستان را فراهم می نماید. خروجی این پمپها به یکدیگر متصل است و با قطع یک پمپ، نیروگاه میتواند با ۶۰٪ توان به کار ادامه دهد.

۳-۶-۷ امکان استفاده از آب دریا برای سرد کردن کندانسور توربین نیروگاه اتمی برق

برای پاسخ به این پرسش ابتدا باید مشخصات توربین بخار اشباع نیروگاه اتمی با خنک ساز آبی را بررسی کنیم این مشخصات عبارتند از:

- قدرت نیروگاه اتمی به مراتب بیشتر از نیروگاه با سوخت فسیلی است.

- مقدار گرمایی که از ۱Kg آب صنعتی در نیرگاه اتمی دفع می شود ۱/۵ برابر بیشتر از نیروگاه معمولی است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- مسأله اصلی در این است که برای بازگرداندن آب پس از کنداسور به دریا باید به مسایل اقتصادی دریا نیز توجه کرد.

بررسی این پرسش منجر به این نکته می شود که سیستم سردکن باید در محوطه صنعتی نیروگاه جا گیرد. تجربه کار نیروگاه اتمی لنینگراد مؤید این مطلب است. ارسال آب گرم شده از نیروگاه به دریا به علاوه فاضلابهای صنعتی شهر که به آنجا سرازیر می شود، باعث افزایش آلودگی می شود. بنابراین لازم است تا درون محوطه نیروگاه، سیستم سرد کن آب صنعتی تعبیه شود.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل چهارم:

پسماندهای هسته ای و محیط زیست

مقدمه:

در میان مواد باقی مانده در یک چرخه هسته‌ای اورانیوم مصرف شده از همه مهم‌تر است. یک راکتور هسته‌ای بزرگ هر سال در حدود سه متر مکعب)۲۵ تا ۳۰ تن (اورانیوم مصرف شده تولید می‌کند. این مواد مصرف شده از مقداری اورانیوم و همچنین مقداری پلوتونیوم و کوریوم تشکیل شده‌است و به طور کلی حدود ۳٪ از آن از مواد باقی مانده از شکافت تشکیل شده. اکتینیدها (اورانیوم، پلونیوم، و کریوم) موجود در این ترکیب موجب به وجود آمدن تشعشات بلند مدت و کوتاه مدت رادیواکتیویته می‌شوند. سوخت مصرف شده دارای خاصیت رادیواکتیو بالایی است و برای حمل آنها باید تمام جوانب احتیاط را رعایت کرد. البته خاصیت رادیواکتیو این مواد در طول زمان کاهش می‌یابد. پس از ۴۰ سال تشعشات رادیواکتیو این مواد تا ۹۹٪ کاهش می‌یابند ولی با این حال هنوز هم خطرناک هستند . میل‌های سوخت مصرف شده به طور حفاظت شده در حوضچه‌های مخصوص (spent fuel pools) نگه داری می‌شوند. آب داخل حوضچه گذشته از خنک کردن اورانیوم از خروج تشعشات رادیواکتیو جلوگیری می‌کند. پس از گذشت چند ده سال سوخت‌ها را که حالا از خاصیت تشعش پراکنی آنها در حد قابل توجهی کم شده از حوضچه‌ها خارج کرده و به انبارهای خشک انتقال می‌دهند. در این انبارها سوخت‌ها را در داخل محفظه‌های فلزی یا بتنی نگه

می‌دارند، در این مرحله نیز تشعشات ایجاد شده توسط سوخت‌ها هنوز خطرناک است. مدت نگه‌داری سوخت‌ها در این مرحله بسته به نوع سوخت می‌تواند از چند سال تا ده‌ها سال متغیر باشد، ولی به هر ترتیب سوخت‌ها باید آنقدر در این مرحله بمانند تا میزان تشعشات آنها به حد استاندارد برسد. البته راه‌هایی برای کاهش میزان زباله‌های هسته‌ای نیز وجود دارد، یکی از بهترین روش‌ها باز فرآوری سوخت هسته‌ای است. در واقع زباله‌های هسته‌ای حتی اگر اکتینیدهای آنها را جداکنیم، حداقل برای مدت ۳۰۰ سال فعالیت رادیواکتیوی دارند البته مدت تشعشات در صورتی که اکتینیدها وجود داشته باشند به هزاران سال می‌رسد. عده‌ای عقیده دارند بهترین راه‌حل ممکن در حال حاضر انباشتن زباله‌های هسته‌ای در انبارهاست چراکه احتمالاً در آینده با پیشرفت تکنولوژی راهی برای استفاده از این مواد پیدا خواهد شد به این ترتیب این مواد می‌توانند خیلی با ارزش‌تر از آن باشند که دفن شوند.

همچنین صنایع هسته‌ای حجمی از مواد کم تشعشع را نیز تولید می‌کنند. این مواد معمولاً در اثر سرایت مواد تشعشع‌زا به وجود می‌آیند که می‌توانند شامل لباس‌ها یا پوشش‌ها، ابزارآلات، تجهیزات پالاینده آب و دیگر موادی که به گونه‌ای با راکتور و مواد تشعشع‌زا ارتباط دارند، باشند. در ایالات متحده کمیسیون تنظیم فعالیت‌های هسته‌ای مکرراً اعلام کرده که این مواد می‌توانند جزیی از زباله‌های عادی باشند و در زباله‌دان‌ها با زباله‌های عادی دفع شوند و یا حتی بازیافت شوند. سطح تشعشع در بیشتر مواد کم تشعشع بسیار پایین است و از نظر NRC تنها به دلیل استفاده شدن در فعالیت‌های هسته‌ای جزو زباله‌های هسته‌ای محسوب می‌شوند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در کشورهایی که دارای نیروگاه هسته‌ای هستند زباله‌های تشعشزا کمتر از ۱٪ از کل زباله‌های سمی تولیدی را تشکیل می‌دهند. همچنین بسیاری از زباله‌های سمی با گذشت زمان خاصیت خود را از دست نمی‌دهند و به هیچ وجه تجزیه پذیر نیستند. به طور کلی مواد تولیدی در اثر سوختن سوخت‌های فسیلی می‌توانند از زباله‌های تولید شده در یک نیروگاه هسته‌ای خطرناک‌تر باشند .برای مثال یک نیروگاه زغال سنگی می‌تواند آثار عمیقی برروی طبیعت بگذارد و حجم زیادی از مواد سمی و پرتوزا را تولید می‌کنند. برخلاف عقیده عموم حجم مواد پرتوزای منتشر شده توسط یک نیروگاه زغال سنگی از یک نیروگاه هسته‌ای بیشتر است.زباله‌های تولید شده بر اثر همجوشی هسته‌ای با انبار شدن پس از صد سال دوباره قابل استفاده هستند، در مقابل زباله‌های تولیدی از شکافت هسته‌ای تا ۱۰۰۰۰ می‌توانند آثار رادیواکتیوی داشته باشند.

۱-۴ پسماندهای هسته ای

امروزه یکی از بحث برانگیزترین جنبه های چرخه ای سوخت هسته ای مسئله‌ی مدیریت و دفع پسماندهای پرتوزاست. هر چند پیشینه‌ی این فرآیند در نیم قرن گذشته سابقه‌ی ایمن آن را آشکار می کند. پسماندهای سطح بالا مشکل آفرین ترین این پسماندها هستند و دو سیاست مختلف برای مدیریت آنها وجود دارد:

- بازفرآوری سوخت مصرف شده به منظور جدا کردن آنها (که با فرآیند شیشه ای کردن و دفع ادامه می یابد) .

- دفع مستقیم سوخت مصرف شده‌ی دارای پرتوزایی سطح بالا به صورت پسماند

پسماندهای هسته ای اصلی در سوخت سرامیکی راکتور محفوظ باقی می مانند.

سوزاندن سوخت در قلب راکتور محصولات شکافتی مانند ایزوتوپ های مختلف باریم، استرنسیم، سزیم، ید، کریپتون و گزنون (Xe , Kr, I, Cs, Sr, Ba) تولید می کند. بیشتر ایزوتوپهای حاصل از شکافت موجود در سوخت به شدت پرتوزا هستند و در نتیجه عمرشان کوتاه است.

علاوه بر این اتمهای کوچک تر به وجود آمده از شکافت سوخت، ایزوتوپ های تراانورانیومی مختلفی هم در اثر جذب نوترون تشکیل می شوند. از جمله این ها پلوتونیوم ۲۳۹ ، پلوتونیوم ۲۴۰ و پلوتونیوم ۲۴۱ و محصولاتی دیگر هستند که از جذب نوترون توسط U-238 در قلب راکتور و سپس تلاشی بتا به عمل می آیند. همه این ها پرتوزا هستند و به غیر از پلوتونیوم شکافت پذیر که می سوزد بقیه در سوخت مصرف شده ای که از راکتور برداشته می شود باقی می مانند. ایزوتوپهای تراانورانیوم و دیگر اکتنیدها بیشترین قسمت از پسماندهای سطح بالای با طول عمر زیاد را تشکیل می‌دهند.

اگر چه چرخه سوخت هسته ای صلح آمیز، پسماندهای مختلفی تولید می کند، این پسماندها آلودگی به شمار نمی آیند؛ زیرا در عمل همه آنها نگهداری و مدیریت می شوند، در غیر اینصورت است که خطرناک خواهند بود. در حقیقت توان هسته ای تنها صنعت تولید انرژی است که مسئولیت کامل همه پسماندهایش را بر عهده گرفته و هزینه آن را به طور کامل بر قیمت تولیداتش اضافه می کند. وانگهی هم اکنون اعمال تجارب به دست آمده در مدیریت پسماندهای غیرانتظامی به پسماندهای نظامی که مشکلات زیست محیطی جدی در چند نقطه جهان ایجاد کرده اند آغاز شده است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

پسماندهای پرتوزا مواد گوناگونی را شامل می شوند که از جهت محافظت مردم و محیط زیست اقدامات متفاوتی را طلب می کنند. مدیریت و دفع آنها از نظر فن آوری سر راست است.

این پسماندها براساس مقدار و نوع پرتوزایی موجود در آنها معمولاً به سه دسته تحت عنوان های پسماندهای سطح پایین ، سطح متوسط و سطح بالا دسته بندی می شوند.

عامل دیگر در مدیریت پسماندها مدت زمانی است که ممکن است آنها خطرناک باقی بمانند.این زمان به نوع ایزوتوپهای پرتوزای موجود در آنها و به خصوص مشخصه نیمه عمر هر یک از این ایزوتوپها بستگی دارد. نیمه عمر مدت زمانی است که طی می شود تا یک ایزوتوپ پرتوزا نیمی از پرتوزائیش را از دست بدهد. پس از چهار نیمه عمر سطح پرتوزایی به $\frac{1}{16}$ مقدار اولیه آن و پس از هشت نیمه عمر به $\frac{1}{256}$ آن می رسد.

ایزوتوپ های پرتوزای مختلف نیمه عمرهایی دارند که از کسری از ثانیه تا دقیقه‌ها، ساعات یا روزها، حتی تا میلیون ها سال گسترده شده اند. با گذشت زمان، همانطور که این ایزوتوپها به ایزوتوپهای پایدار غیر پرتوزا تلاشی می کنند، پرتوزایی آنها کم می شود.

آهنگ تلاشی یک ایزوتوپ با عکس نیمه عمرش متناسب است. یک نیمه عمر کوتاه به معانی تلاشی سریع است. بنابراین برای هر نوع پرتوزایی، هر چه شدت پرتوزایی در یک مقدار ماده داده شده بالاتر باشد نیمه عمر کوتاهتر است.

سه اصل کلی برای مدیریت پسماندهای پرتوزا به کار گرفته میشود:

- تغلیظ و نگهداری.

- تضعیف و پراکنش.

- تأخیر و تلاشی.

دو مورد اول در مدیریت پسماندهای غیرپرتوزا هم به کار میروند. پسماندها یا تغلیظ و سپس منزوی می شوند یا (برای مقادیر خیلی کم) تا سطح قابل قبولی تضعیف شده و سپس به محیط زیست بازگردانده می شوند اما تأخیر و تلاشی منحصر به مدیریت پسماندهای پرتوزاست و به این معنی است که پسماند ذخیره و اجازه داده می شود که پرتوزایی آن از طریق تلاشی طبیعی ایزوتوپهای موجود در آن کم شود.

در چرخه سوخت هستهای غیرنظامی تجه اصلی بر پسماندهای سطح بالاست که حاوی محصولات شکافت و عناصر ترا اورانیومی تشکیل شده در قلب راکتور هستند.

پسماند سطح بالا ممکن است خود سوخت مصرف شده یا پسماند اصلی حاصل از بازفرآوری آن باشد. در هر دو حالت این پسماند حجم متوسطی خواهد داشت (سالانه حدود ۳۰-۲۵ تن سوخت مصرف شده یا سه متر مکعب پسماند شیشه ای شده برای یک راکتور هستهای آب سبک بزرگ ۱۰۰۰Mw) این حجم میتواند به شکلی مؤثر و اقتصادی منزوی شود. سطح پرتوزایی این پسماند به سرعت کم میشود. به عنوان نمونه،یک مجموعه سوخت راکتور آب سبک تازه تخلیه شده آنقدر پرتوزایی دارد که چند صد کیلو وات گرما می پراکند، اما پس از یک سال این مقدار به ۵KW و پس از پنج سال به یک کیلو وات می رسد و بالاخره ظرف مدت ۴۰ سال پرتوزایی آن به حدود یک هزارم مقدار آن هنگام تخلیه خواهد رسید.

اگر سوخت مصرف شده بازفرآوری شود، ۳٪ آن به صورت پسماند سطح بالا در می آید که عمدتاً مایع و حاوی خاکستر اورانیوم سوخته شده است. این پسماند به منظور پوشینه سازی، ذخیره سازی میان مدت، و دفع نهایی در اعماق زمین،به صورت شیشه ای بورو سیلیکات (شبیه به پیرکس) شیشه ای می شود. این سیاستی است که توسط بریتانیا ، فرانسه، آلمان ، ژاپن ، چین و هند اتخاذ می شود.

از طرف دیگر اگر سوخت مصرف شده راکتور بازفرآوری نشود، همه ایزوتوپهای با پرتوزایی بالا و اکتنیدهای دراز عمر در آن باقی می مانند و در این صورت همه مجموعه های سوخت به شکل پسامند سطح بالا رفتار می کنند. گزینه دفع مستقیم توسط آمریکا، کانادا و سوئد دنبال می شود.

تعدادی از کشورها انتخابی بین بازفرآوری و دفع مستقیم را گردن نهاده اند.

پسماندهای سطح بالا تنها ۳٪ حجم کل پسماندهای پرتوزای جهان را تشکیل می دهند، اما ۹۵٪ کل پرتوزایی از آنهاست.

WikiPower.ir

علاوه بر تولید توان هسته ای که پسماندهای سطح بالا ایجاد می کند، هر گونه استفاده از مواد پرتوزا در بیمارستانها ،آزمایشگاهها و صنایع پسماندهایی را که پسماندهای سطح پایین نامیده می شوند تولید می نماید. رسیدگی کردن به این ها خطرناک نیست اما باید با دقتی بیش از زباله های معمولی دفع شوند. این پسماندهای هسته ای از بیمارستانها، دانشگاهها و صنایع به علاوه تأسیسات مربوط به تولید توان هسته ای می آیند. آنها میتوانند خاکستر شده و معمولاً دست آخر در محلهای دفن زباله کم عمقی چال شوند. نشان داده شده است که این روش مؤثری برای مدیریت چنین پسماندهای نسبتاً بی خطری است، به شرطی که

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

همه مواد بسیار سمی ابتدا جدا شده و جزء پسماندهای سطح بالا قرار گیرند. کشورهای زیادی دارای مخازن پایانی فعال برای پسماندهای سطح پایین هستند. پسماندهای سطح پایین تقریباً همان پرتوزایی را دارند که سنگ معدن اورانیوم مرتبه پایین دارد و حجم آنها بالغ بر بیش از پنجاه برابر پسماندهای سطح بالای سالانه است. این پسماندها ۹۰٪ کل حجم پسماندهایجهان را تشکیل می دهند اما فقط ۱٪ پرتوزایی کل همه پسماندهای پرتوزا را دارند.

پسماندهای سطح متوسط از پسماندهای سطح پایین پرتوزاترند و بیشتر از صنایع هسته ای می آیند. این پسامندها شامل رزین ها،رسوبهای شیمیایی، اجزای راکتور و مواد آلوده مربوط به از رده اخرج کردن راکتورها می شوند و باید پیش از رسیدگی و دفع، به جهت حفاظت از مردم در حفاظ گذاشته شوند. این پسماندها برای دفع بهتر در بتون قرار میگیرند. معمولاً پسماندهای کوتاه عمر (که بیشتر در راکتورها تولید می شوند) در عمقی به نسبت کم دفن می شوند، اما پسماندهای دراز عمر (حاصل از سوخت هسته ای بازفرآوری شده) در اعماق زیر زمین دفع می شوند. پسماندهای سطح میانی ۷٪ حجم پسماندهای پرتوزا و ۴٪ کل پرتوزایی جهان را تشکیل می دهند.

۲-۴ بازفراوری سوخت مصرف شده

مهمترین دلیل برای بازفرآوری، بیرون کشیدن اورانیوم و پلوتونیوم مصرف نشده از عناصر سوخت مصرف شده است. دلیل دوم کاهش حجم موادی است که به صورت پسماند سطح بالا دفع می شوند.

بازفرآوری از هدر رفتن مقدار قابل توجهی از منابع جلوگیری می کند، زیرا بیشتر سوخت مصرف شده (اورانیومی با کمتر از ۱٪ U-235 و اندکی پلوتونیوم) میتواند به صورت عناصری برای سوخت جدید بازیابی شود. این عمل ۳۰٪ اورانیوم طبیعی را که در غیر اینصورت لازم می بود ذخیره می کند. این اورانیوم و پلوتونیوم به سوخت اکسید مختلط تبدیل می شوند و یک منبع مهم به حساب می آیند. سپس پسماندهای سطح بالای باقیمانده برای دفع شدن به صورت مواد جامد فشرده،پایدار و غیر قابل حلی تبدیل می شوند که دفعشان از مجموعه های حجیم سوخت مصرف شده آسانتر است.

یک راکتور آب سبک ۱۰۰۰Mw در حدود ۲۵ تن سوخت مصرف شده در سال تولید می کند. تا به حال بیش از ۸۰۰۰۰ تن از سوخت مصرف شده راکتورهای تولید برق تجاری بازفرآوری شده است و هم اکنون ظرفیت موجود برای این کار حدود ۵۰۰۰ تن در سال است.

مجموعه های سوخت مصرف شدهای که از یک راکتور خارج می شوند به شدت پرتوزا هستند و گرما تولید می کنند. به همین خاطر آنها در تانکهایی بزرگ یا حوضچه هایی از آب قرار داده خنک می کنند و سه متر آب بر روی آنها پرتوها را مهار می کند. مواد موجود در این مخازن که در محل راکتور یا در محل کارخانه بازفرآوری هستند، چند سالی باقی می مانند تا سطح تابش آنها به طور چشمگیری کاسته شود. برای بیشتر انواع سوختها بازفرآوری در حدود ۵۰ سال پس از تخلیه شدن از راکتور انجام می شود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سوخت مصرف شده ممکن است پس از خنک سازی اولیه، با استفاده از فلاسک های حفاظ دار خاصی که تنها چند تن (مثلا ۶ تن) از سوخت مصرف شده را در خود جای داده اما حدود ۱۰۰ تن وزن دارند، حمل و نقل شود. انتقال سوخت مصرف شده و دیگر پسماندهای سطح بالا به سختی مراقبت میشود.

بازفرآوری سوخت اکسید مصرف شده نخست مستلزم حل عناصر سوخت در اسید نیتریک است. سپس جداسازی شیمیایی اورانیوم و پلوتونیوم انجام می شود. Pu و U میتوانند به ورودی چرخه سوخت بازگردانده شوند (اورانیوم به مرحله تبدیل پیش از غنی سازی دوباره و پلوتونیوم مستقیماً به مرحله ساخت سوخت). مایع باقی مانده پس از بیرون کشیدن Pu و U پسماند سطح بالاست که شامل حدود ۳٪ از سوخت مصرف شده است. این پسماند به شدت پرتوزاست و کماکان به تولید گرمای شدید ادامه می دهد.

بازفرآوری های زیادی از دهه ۱۹۴۰ ، عمدتاً برای مقاصد نظامی و به منظور بازیافت پلوتونیوم (ازسوخت با سوزش کم) برای ساخت جنگ افزارها انجام شده است.

پس از فرآوری، اورانیوم بازیافت شده می تواند (با غنی سازی دوباره) در یک کارخانه ساخت سوخت معمولی استفاده شود، اما پلوتونیوم باید در یک کارخانه سوخت اکسید مختلط (MoX) ویژه ، که اغلب با کارخانه بازفرآوری که آن را جدا کرده است در یک مکان جمع اند.

اگر پلوتونیوم برای چند سال انبار شود، امرسیم – ۲۴۱ که ایزوتوپ مورد استفاده در آشکارسازهای دود خانگی است، جمع خواهد شد و به خاطر افزایش سطح پرتوزایی گاما دست کاری کردنش در یک کارخانه MOX مشکل می شود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۴ پسماندهای سطح بالای مربوط به بازفرآوری

پسماندهای سطح بالای حاصل از بازفآوری با وجود مقدار کمشان نیازمند مدیریت، ذخیره سازی و دفع بسیار دقیقی هستند زیرا حاوی پاره های شکافت و عناصر تراوورانیومی می باشند که سطوح بالایی از آلفا، بتا، گاما و نیز مقدار زیادی گرما منتشر می کنند. این گرما بیشتر از پاره های شکافتی که نیمه عمرهای کوتاهتری دارند ناشی می شود. اینها همان موادی هستند که از نظر عامه به عنوان «پسماندهای هسته ای» شناخته می شوند.

با توجه به ظرفیت برق هسته ای ساخته شده در غرب که از قرار یک کیلووات برای هر نفر است، هر یک از افراد یک جامعه غربی سالانه مسئولین حدود ۲۰ml از پسماند سطح بالای حاصل از بازفرآوری را متحمل می شود. در صورت جامدسازی، حجم این مقدار به حدود یک سانتیمتر مکعب کاهش می یابد.

نکته مهمی که وجود دارد این است که سرعت گسترش توان هسته ای تجاری هر چه باشد، پسماندهای حاصل از برنامه های تسلیحاتی کشورهایی مانند آمریکا و روسیه برای چند دهه بر این صحنه حاکم خواهد بود. میراث این فعالیتها از دهه ۱۹۴۰ به بعد، مناطقی آلوده، مخازن ذخیره سازی دارای نشتی و دورنمایی از هزینه های هنگفت پاکسازی برای کشورهای تولیدکننده آنها است.

پسماندهای مایع تولید شده در کارخانه های بازفرآوری در مخازنی از فولاد ضد زنگ چند لایه که خنک و توسط بتون مسطح احاطه می شوند، به صورت موقتی انبار می گردند. این ها باید پیش از طرح مسئله دفع دائمی شان به مواد جامد فشرده و خنثی از نظر شیمیایی تبدیل شوند.

روش اصلی جامد کردن پسماندهای مایع، شیشه ای کردن است. Synorc(الماس مصنوعی) Syrthetic rock استرالیایی برای بی حرکت کردن این چنین پسماندهایی کارآمد تر است، اما هنوز این روش برای پسماندهای غیرنظامی به شکل تجاری رواج نیافته است.

کارخانه های شیشه ای کردن تجاری پس از پودر کردن calcining حرارت دادن برای تبدیل کردن به یک پودر خشک پسماندها ،آنها را با شیشه بوروسیلیکات در می آمیزند. شیشه مذاب با این پسماندهای خشک مخلوط شده و در بشکه های فولادی بزرگی با ظرفیت ۴۰۰kg ریخته می شوند. سپس یک درپوش بر آنها جوش داده می شود. پسماند سالانه یک راکتور ۱۰۰۰Mwe میتواند در ۵ تن از این چنین شیشه ای یا تقریباً در ۱۲ بشکه، هر یک به ارتفاع ۱/۳ و قطر ۰/۴ متر جای گیرد. در بریتانیا این بشکه ها به صورت عمودی در سیلوهایی به عمق ۱۰ متر انبار میشوند. فرآیندهایی این چنین از دهه ۱۹۶۰ به بعد توسعه پیدا کرده و در کارخانه اهی آزمایشی امتحان شده اند.

آزمایشها نشان داد که این شیشه در آب بسیار داغ حل نمی شود، حتی اگر چند ترک فیزیکی در آن ایجاد شده باشد. نتایج مشابهی بر روی پسماندهای شیشه ای شده فرانسوی بین سالهای ۱۹۶۹ و ۱۹۷۲ به دست آمده است.

شیشه ای کردن پسماندهای پرتوزای سطح بالا در مقیاس صنعتی اولین بار در فرانسه و در سال ۱۹۷۸ انجام شد و در حال حاضر پنج کارخانه واقع در بلژیک، فرانسه و بریتانیا با ظرفیت ۲۵۰۰ قوطی (۱۰۰۰ تن) در سال به صورت تجاری انجام می گیرد.

پسماندهای شیشه ای شده پیش از دفع نهایی برای مدت زمانی انبار می شوند تا حرارت و پرتوزایی آنها کم شود. در کل هر چه این مواد بتوانند مدت درازتری پیش از دفع نگهداری شوند مشکلات کمتری پیش می آید و فضای کمتری از یک نهفت گاه را احتیاج دارند. برحسب اینکه چه روش دفعی در عمل انتخاب شود حدود ۵۰ سال بین حضور این مواد در راکتور و دفع آنها فاصله می افتد.

مدیریت این چنین موادی مستلزم استفاده از پوشش حفاظتی و روشهایی برای اطمینان از ایمنی افراد درگیر می باشد. به مانند همه موقعیت هایی که در آنها پرتوی گاما وجود دارد، ساده ترین و کم هزینه ترین راه حفاظت افزایش فاصله است (ده برابر کردن فاصله پرتوگیری را به یک درصد می رساند).

هنگامی که پسماندهای سطح بالای جدا شده (یا مجموعه های سوخت مصرف شده) از جایی به جای دیگر منتقل می شوند، محفظه های حمل و نقل مستحکمی به کار میروند. این محفظه ها طراحی شده اند تا در صورت بروز هر گونه سانحه ای مقاومت کنند بدون این که نشت کرده یا اثر حفاظتشان در برابر پرتو کاهش یابد. در جاهایی که این چنین محفظه هایی در طول سالها در معرض حوادث جدی قرار گرفته اند، اصلاً هیچ خطر پرتوگیری ایجاد نکرده اند. استانداردهای بالایی که برای استحکام این محفظه ها در نظر گرفته

شده است باعث می شوند که آنها در اثر انفجار به سختی بشکنند و بنابراین به عنوان هدفی برای اعمال خراب کارانه هم جذابیتی ندارند.

۴-۴ انبار و دفع سوخت مصرف شده به عنوان پسماند

سیاست ایالات متحده و سوئد گزینه دفع مستقیم پسماندها است،هر چند در مورد سوئد این پسماندها در نهایت بازیافت خواهند شد.

در رابطه با خود سوخت مصرف شده یا پسماند استخراج شده از آن ، نکته ای مهم که باید به آن توجه شود آهنگ سرد شدن با واپاشی پرتوزای آن است. چهل سال پس از درآوردن سوخت از راکتور کمتر از یک هزارم پرتوزایی اولیه باقی می ماند، و رفتار با آن بسیار آسانتر است. این ویژگی پسماندهای هسته ای را از پسماندهای شیمیایی که همواره خطرناک باقی می مانند مگر این که خنثی شوند متمایز می کند. هر چه پسماندهای هسته ای به مدتی درازتر ذخیره شوند، خطرشان کمتر شده و میتوانند ساده تر مدیریت شوند.

در آمریکا شرکتهای برق همه سوخت مصرف شده را در محل راکتور نگاه می دارند و تا زمانیکه چرخه سوخت ادامه دارد همان جا خواهند بود. قصد این است که این سوخت مصرف شده از استخرهای ذخیره راکتور یا بشکه های ذخیره سازی خشک به یک انبار فدرال در نوادا منتقل شود. مشتری های شرکت برق ۰/۱ سنت بر هر کیلووات ساعت، برای مدیریت و دفع نهایی سوختهای مصرف شده اشان می پردازند. در پایان سال ۲۰۰۲ این مبالغ بالغ بر بیش از ۱۸ میلیارد دلار آمریکا شده بود.

چه پسماند سطح بالای نهایی ماده شیشه ای شده حاصل از بازفرآوری باشد، چه مجموعه های سوخت مصرف شده در نهایت لازم است که به شکلی ایمن دفع شود. یعنی علاوه بر مفاهیم ایمنی به کار رفته در دیگر مراحل چرخه سوخت هسته ای ، نباید پس از دفع هیچ مدیریت مداومی لازم باشد. در حالیکه هنوز تا چند سال دیگر زمان دفع نهایی پسماندهای سطح بالا فرا نخواهد رسید، با آهنگی مناسب با طبیعت و مقدار پسماندهای موجود، آماده سازی هایی در حال انجام است.

به عنوان قسمتی از یک بازنگری مداوم بر راهکارهای پسمانداری، کمیته مدیریت پرتوزایی آژانس انرژی هسته ای OECD اصول دفع پسماندهای پرتوزا در زمین را از منظر زیست محیطی و اخلاقی بازنگری کرده است. در این بازنگری ملاحظات مربوط به تساوی نسل ها مورد تأکید قرار گرفت. در ۱۹۹۵ این کمیته تصویب کرد که راهبرد دفع زیرزمینی می تواند طراحی و اجرا شود به شرطی که به اصول اخلاقی و ملاحظات زیست محیطی حساس و پاسخگو باشد.

پسماند جدا شده یا سوخت مصرف شده به یک شکل پایدار وغیر قابل حل هستند. این پسماند در فلاسک هایی از فولاد زنگ نزن سنگین یا ظرفهایی که در مقابل خوردگی مقاوم هستند (مانند فولاد زنگ نزن و مس) پوشینه دار می شوند (یا خواهند شد) و از منظر زمین شناختی منزوی نگاه داشته میشوند.

۵-۴ اثرات زیست محیطی

تولید برق از هر شکلی ازمنابع انرژی اولیه، اثرات زیست محیطی دارد. یک برآورد هم سنگ برای توان هسته ای نیازمند مقایسه ای اثرات زیست محیطی آن با جایگزین اصلیش، یعنی تولید برق با سوزاندن زغال سنگ است.

در روشهای عادی استخراج اورانیوم معمولاً اطمینان حاصل می شود که آلودگی زیادی در آب با هوا ایجاد نشود. امروزه اثرات زیست محیطی استخراج زغال سنگ هم اندک است مگر در نواحی بزرگترین که نیاز به نوسازی های بعدی دارند و در مناطق خاصی که زهکشی اسید معدن میتواند مشکل ساز باشد.

مقادیر اندکی پرتوزایی از نیروگاههای هسته ای و زغال سنگی در اتمسفر آزاد میشود. وقتی زغال سنگ می سوزد مقادیر ناچیز اورانیوم، رادیم و توریم موجود در زغال سنگ باعث می شود که خاکستر پراکنده شده پرتوزا باشد. سطح این پرتوزایی به شکل قابل ملاحظه ای متغیر است.نیروگاههای هسته ای و کارخانه ای باز فرآوری مقادیر کمی گاز پرتوزا (مثلا کریپتون – ۸۵ و گزنون – ۱۳۳ و ید – ۱۳۱) آزاد می کنندکه آنها هم با دستگاههای واپایی و آنالیز پیچیده می تواند آشکار شوند. گامهایی در جهت کاهش پراکنش خاکستر از نیروگاههای زغال سنگی و هسته ای پرتوزا از نیروگاهها ودیگر کارخانه های هسته ای برداشته شده است. در حال حاضر هیچ یک از این ها مشکل زیست محیطی قابل توجهی ایجاد نمی کند.

پسماندهای سطح بالای جامد مربوط به نیروگاههای هسته ای برای مدت ۴۰ تا ۵۰ سال انبار می شوند تا پرتوزایی آنها به کمتر از ۱ درصد سطح اولیه‌شان برسد. این پسماندها در نهایت در فاصله مناسبی از بیوسفر دفن خواهند شد. پسماند سطح متوسط در مخازنی در زیر زمین قرار می گیرد. پسماند سطح پایین معمولاً

سطحی تر دفن می شوند. خاکسترهای معلق پرتوزای حاصل از نیروگاههای زغال سنگی در گذشته اثرات خیلی بیشتری بر محیط زیست داشتند زیرا آنها را بعنوان یک مشکل نمی شناختند و اقدامات مناسب انجام نمی شد. امروزه در جاهایی که این خاکسترها دفن میشوند، سدها، زه آب‌ها و هرزآب ها باید کنترل شوند.

گرمای هدر رفته یک پیامد فرعی تولید توان است که به دلیل بازده ذاتاً کم فرآیند تبدیل انرژی اتفاق می افتد. این گرمای هدر رفته برای سوخت زغال سنگ یا اورانیوم بسیار مشابه است. بازده حرارتی نیروگاههای زغال سنگی در گستره ای حدود ۲۰ درصد تا حدود ۴۰ درصد قرار دارد و برای انواع جدیدتر آن به عنوان مثال بهتر از ۳۲ درصد است. این بازده برای نیروگاههای هسته ای بیشتر بین ۲۹ تا ۳۸ درصد و برای راکتورهای آب سبک معمولی امروزی حدود ۳۴ درصد است. هیچ دلیلی برای ارجحیت یک سوخت بر سوخت دیگر از منظر گرمای هدر رفته وجود ندارد. این مطلب چه برای نیروگاههایی که با آب یک نهر یا رودخانه خنک می شوند و چه برای آنهایی که از برج های خنک کننده اتمسفری استفاده می کنند درست است. در هر حال این گرما همیشه لازم نیست هدر رود. در نواحی با آب و هوای سردتر، این گرما روز به روز کاربردهایی بیشتر در زمینه گرم کردن و کشاورزی پیدا می کند. این کاربردها گسترش ابرهای محلی حاصل از آزاد شدن گرما در محیط را کاهش می دهد.

مهمترین مسئله زیست محیطی مربوط به تولید برق با زغال سنگ ایجاد دی اکسیدکربن (CO_2) و دی اکسیدگوگرد (SO_2) به خاطر سوزاندن زغال سنگ است. اگر برای تولید برق سالانه مورد نیاز یک نفر در

یک کشور صنعتی، زغال سنگ دارای ۲/۵ درصد گوگرد به کار رود حدود ۹ تن CO_2 و ۱۲۰ کیلوگرم SO_2 تولید میشود .CO_2 در اثر احتراق دیگر سوختهای فسیلی مانند نفت و گاز هم تولید می شود.

اگر مقادیری زیاد دی اکسید گوگرد در اتمسفر آزاد شود میتواند در نواحیی که در جهت وزش باد هستند «باران اسیدی» (اسید سولفوریک) ایجاد کند. در نیم کره شمالی سالانه میلیون ها تن SO_2 در اثر تولید برق آزاد می شود هر چند این آلودگی به صورت شگرفی کاهش یافته است. باران اسیدی (آب باران دارای PH، چهار یا کمتر) در شمال غرب آمریکا و اسکاندیناوی باعث تغییرات اکولوژیکی و زیان های اقتصادی میشود. در انگلستان و آمریکا شرکتهای برق در اولین تلاشها برای به حداقل رساندن این پدیده استفاده اشان از نفت با گوگرد کمتر یا گاز طبیعی را افزایش داده اند. با وجود این، این راهبردها به واسطه مقدار نفت لازم برای حمل و نقل گاز لازم برای شبکه توزیع به خانه‌ها و صنایع جنبههای اخلاقی به دنبال دارد. امکان حذف مقداری SO_2 از گازهای انبار شده حاصل از زغال سنگ وجود دارد، اما هزینه این کار قابل ملاحظه است. شرکتهای برق میلیاردها دلار صرف این کار کرده اند. از طرف دیگر در فرانسه بین سالهای ۱۹۸۰ و ۱۹۸۶ با جایگزینی نیروگاههای با سوخت فسیلی توسط نیروگاههای هسته ای پخش So_2 به راحتی نصف شد. هم زمان تولید برق ۴۰ درصد اضافه و فرانسه تبدیل به یک صادر کننده برق شد.

اکسیدهای نیتروژن (NO_x) حاصل از نیروگاههای سوخت فسیلی هم یک مشکل زیست محیطی است. اگر سطوح بالایی از هیدروکربن ها در هوا موجود باشد، اکسیدهای نیتروژن با آنها واکنش کرده و مه

فتوشیمیایی تشکیل می دهند. هم چنین اکسیدهای نیتروژن لایه ازن زمین را تخریب می کنند و از این مقدار اشعه فرابنفشی را که به سطح زمین می رسد افزایش می دهند.

۶-۴ اثر گل خانه ای

این عبارت اشاره دارد به اثر گازهای نادر خاص بر اتمسفر زمین که در نتیجه آن تابشهای با طول موج بلند مانند گرمای حاصل از سطح زمین به تله می افتند. افزایش «گازهای گلخانه ای» به خصوص CO_2 باعث گرم شدن محسوس هوا در نقاط بسیاری از جهان شدهاست، که اگر ادامه یابد در الگوهای هواشناسی و غیره تغییرات اساسی ایجاد می کند. اثر گلخانه ای بیشتر به خاطر دی اکسید کربن است.

هر چند فهم ما از فرآیندهای مربوطه در حال پیشرفت است،نه می دانیم که چقدر از دی اکسید کربن میتواند توسط محیط جذب شود، و نه می دانیم که چه مدت تعادل جهانی CO_2 حفظ خواهد شد. باوجود این دانشمندان به شکلی روز افزون در مورد افزایش تدریجی سطح CO_2 در اتمسفر زمین نگران هستند. مادامی که سوخت های فسیلی با پایه کربن مثلا در موتور اتومبیل ها ، اجاق های خانگی و صنعتی و مولدهای برق می‌سوزند و به سرعت CO_2 تولید می کنند این پدیده رخ می دهد. نابودی تدریجی جنگلهای دنیا نیز بر تشدید اثر گلخانه ای مؤثر است زیرا جذب CO_2 اتمسفری توسط فتوسنتز گیاهان را کم می کند.

در اوایل ۱۹۷۷ در یک گزارش آکادمی ملی علوم آمریکا اعلام شد که «عامل محدود کننده اصلی بعضی کشورها برای تولید برق از سوختهای فسیلی در آینده ممکن است اثرات اقلیمی ناشی از آزاد شدن دی

اکسید کربن باشد. امروزه این یک دانسته معمولی است. در حال حاضر هنگام مقایسه زغال سنگ و توان هسته ای برای تولید برق اثرافزایش سطح CO_2 بر اقلیم جهان یک عامل مهم است.

در اثر سوزاندن سوختهای فسیلی در کل سالی حدود ۲۵ میلیارد تن CO_2 در جهان منتشر می شود. حدود ۳۸٪ این مقدار از زغال سنگ و حدود ۴۳٪ از نفت است. هر نیروگاه ۱۰۰۰e که زغال سنگ سیاه می سوزاند حدود ۷ میلیون تن CO_2 در سال منتشر می کند. اگر اورانیوم در یک راکتور هسته ای استفاده شود، این اتفاق نمی افتد.

مصرف هر ۲۲ تن اورانیوم (۲۶ تن U_3O_8) مانع تولید در حدود یک میلیون تن CO_2 مربوط به سوزاندن زغال سنگ ها می شود.

در تولید برق بار پایه برای رسیدن به این منظور ، روشن ترین راه کار استفاده بیشتر از اورانیوم است که در این مقیاس آزمایش خود را پس داده است. در آینده بعید است که منابع انرژی بهتر از اواسط دهه ۱۹۷۰ به بعد محافظت شوند. زیرا بیشتر اقدامات اقتصادی و ساده ممکن در این دوره انجام شده است.

۴-۷ اثرات بهداشتی و پرتوها

به صورت سنتی احتمال خطرات مربوط به بهداشت شغلی برحسب آهنگ تلفات فوری حوادث اندازه گیری می شود. با وجود این امروزه به خصوص در رابطه با توان هسته ای بر اثرات تأخیری و کمتر آشکار پرتوگیری از پرتوها و مواد سرطان زا تأکیدی روز افزون می شود. در آمریکا و بریتانیا آمارهای فراوانی در مورد حوادث شغلی مربوط به کار راکتورهای هسته ای طی چهل سال گذشته تهیه شده است. اینها می توانند با آمار

مربوط به تولید برق با سوخت زغال سنگ مقایسه شوند. همه این آمارها نشان می دهند که از این جهت توان هسته ای روش ایمن تری برای تولید برق است.

یک دلیل بزرگ برای چشمگیر شدن نامطلوبی زغال سنگ حجم زیاد آن، حتی برای تغذیه تنها یک نیروگاه است که باید استخراج و حمل شود. استخراج و رسیدگیهای متعدد این مقدار ماده از هر نوعی که باشد خطراتی را در پی دارد که در این آمار منعکس میشود.

در چرخه سوخت هسته ای، خطر پرتوگیری کارگران کم، و اختلال های فنی نادر است. یقیناً تولید برق هسته ای از دید شغلی کاملاً بی خطر نیست، اما آشکار خیلی ایمن تر از دیگر روشهای تبدیل انرژی است.

به علاوه سرطان یک بیماری رایج در مردم مسن تر است پس همیشه مواردی از سرطان در میان پرتوکاران وجود داشته و خواهد داشت، ولی این به معنای ایجاد سرطان توسط پرتو نیست.

اثرات بهداشت محیطی (غیرشغلی) پرتوها از لحاظ کیفی شبیه دیگر صنایع است. اثراتی که از پرتوهای یون ساز ایجاد می شود بهتر از آنهایی که از آلودگی هوا پدید می آید فهمیده شده است. پس از آزمایش سلاح های هسته ای مردم به پرتوهای یون ساز بیشتر توجه می کنند. این توجه آگاهی مردم در مورد خطرات پرتوها در صنعت برق هسته ای را افزایش داده است. خوشبختانه پرتوزایی به آسانی قابل اندازه گیری است و اثرات آن در مقایسه با دیگر خطرات مانند مواد شیمیایی سرطان زا که اثر تأخیری دارند خیلی بهتر شناخته شده است. پرتوها سرطان زاهای ضعیفی هستند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

اختلاف بین اثر تولید برق با زغال سنگ بر کیفیت هوا و افزایش پرتوزایی حاصل از توان هسته ای خیلی روشن است. شخصی که در نزدیکی یک نیروگاه هسته ای زندگی می کند کمتر از کسی که سالانه چندین ساعت پرواز می کند پرتو دریافت می کند.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ضمیمه

طراحی نقشه نیروگاه اتمی برق

-گزینش محل برای بنای نیروگاه

توزیع ساختمانهای نیروگاه اتمی در محوطه صنعتی در نظر گرفته شده برای آنرا نقشه عمومی نیروگاه اتمی می نامند. برای ترسیم نقشه عمومی نیروگاه باید مسأله جادهی و ویژگیهای محل انتخاب برای ساخت نیروگاه را در نظر داشت.

ضروریات اصلی در گزینش مکان عبارتند از: تمایل به کاهش بهای سوخت، توانایی افزایش ایمنی بهره بردرای و صرفه اقتصادی، تأسیس نیروگاه باید متناسب با دورنمای پیشرفت آن محل باشد.

بهتر این است که هر نیروگاه برق در نزدیکی محل مصرف انرژی الکتریکی قرار گیرد که باید آن را پوشش دهد. البته ای کار همواره شدنی نیست به ویژه برای نیرگاهای آبی. در نیروگاههای فسیلی نزدیکی آنها به محل استخراج سوخت از شرایط مهم است به خصوص هنگامی که از زغال سنگ استفاده می کنیم. این محدودیتها برای نیرگاه اتمی وجود ندارد و این موضوع از محاسن نیروگاه اتمی است.

از دیگر شرایط انتخاب محل، ایمنی از نظر رعدم وجود سیلابهاست. همچنین دسترسی راحت به راه آهن از اصول لازم است چه در هنگام ساخت (حمل مصالح و تجهیزات) و چه در هنگام بهره برداری از نیروگاه (ارسال سوخت تازه، بیرون بردن سوخت کار کرده، ارسال وسایل مورد نیاز هنگام کار و ...)

هر نیروگاه باید با شبکه برق ارتباط داشته باشد. راحتی انتقال برق با خطوط فشار قوی نیز باید مدنظر قرار گیرد.

محل احداث و وسعت آن را با فرض گسترش نیروگاه و جادهی تجهیزات چند واحد نیروگاهی (نیروگاه کامل) انتخاب می کنند. بدین منظور برخی از ساختمانها را برای یک نیروگاه با قدرت کامل می سازند و برخی دیگر را با فرض گسترش نیروگاه با کمینه کردن هزینه و پیشینه کردن راحتی بهره برداری بنا می نمایند.

WikiPower.ir

از نظر ابعادی، محوطه را با شرط تکمیل نیروگاه برحسب اصول فنی و جاگیری همه ساختمانهای مورد نیاز در نظر می گیرند. کم بودن ناهمواریهای سطح زمین نیز از دیگر شرایط کار است تا نیاز زیادی به عملیات تسطیح نباشد.

بهای تهیه زمین زیاد نیست و اولویت با زمینهای دولتی است. ساختن نیروگاه در نزدیکی معادن و یا در زمینهایی که احتمال نشست و یا ریزش در آن است مجاز نیست.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

همچنین برای انتخاب زمین، نقشه برداری، فعالیتهای زمین شناسی، رطوبت سنجی و هواشناسی لازم است. وضعیت پرتوزایی طبیعی نیز بررسی می شود تا بعدها میزان آن با میزان تابش در هنگام بهره برداری نیروگاه مقایسه شود.

تمایل به بهترین نحوه حفاظت از اهالی، هنگام بروز بزرگترین حادثه در طرح از تأثیرات تابشی، باعث اتخاذ تدابیری می شود که در طرح نیروگاه وجود دارد. البته هنوز این تدابیر در مقایسه با بهترین طرحهای غربی کافی نیست. بنابراین معیار دیگری به آن افزوده می شود و آن ایجاد فاصله ۱۰۰km تا شهریست که جمعیت آن دست کم ۱ میلیون نفر باشد.

حفظ مردم به مفهوم دوری از نیروگاه نیست بلکه به معنای افزایش ایمنی است. اکتفا به معیار فاصله مجاز از نیروگاه، نادرست زیرا گروهی از مردم در محدوده بزرگی مانند گروگان خواهند بود.

در روزگار معاصر توجه اصلی در جهان به سوی افزایش ایمنی واحد راکتور نیروگاه اتمی است. وجود ایمنی واقعی در نیروگاههای اتمی باعث عدم اعتراض مردم در مخالفت با گسترش آنها میشود.

-نیاز به نقشه عمومی نیروگاه اتمی برق و ارایه نمونه ای از آن

برای بنای نیروگاه اتمی زمین چهارگوش پیشنهاد می شود. نقشه عمومی محوطه باید تأمین کننده توزیع صحیح همه ساختمانهای موجود در سطح زمین و زیرزمین با درنظرگیری ارتباطات درونی (ماشینی و راه آهن) میان آنها باشد. در نقشه عمومی،بناهای زیر در نظر گرفته می شوند:

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ساختمان اصلی نیروگاه، تجهیزات توزیع برق، ایستگاههای تغییر ولتاژ، تصفیه خانه شیمیایی ، واحد اداری و خدمات، ساختمانهای کمکی مانند: تعمیرگاه،انبار، گاراژ... ، ارتباطات از طریق لوله های آب و کانال کشی و نیز احداث راه آهن و جاده.

در روزگار کنونی قدرت یک مجموعه نیروگاهی ۴۰۰۰MW-۶۰۰۰MW است. بنابراین نیروگاهها را به ترتیب می سازند اما نقشه عمومی را براساس قدرت کامل در نظر می‌گیرند.

جهت باد نسبت به نزدیکترین مرکز جمعیتی نیز اهمیت دارد. هوای محلی که برای ساخت نیروگاه در نظر گرفته شود باید به خوبی تهویه شود بنابراین هنگام جستجو برای محل ساخت به وزش باد پیرامون نیروگاه دقت می کنیم. اطراف نیروگاه، منطقه بهداشتی –حفاظتی و منطقه مراقبت در نظر گرفته می شود که ابعاد آنها با توافق با سازمانهای نظارت بهداشتی با توجه به جزئیات منطقه تعیین می شود. در منطقه بهداشتی – حفاظتی، ساختمانهای کمکی و خدماتی وجود دارند مانند:

واحد آتش نشانی، لباسشویی، نگهبانی ، گاراژ، انبار (بدون وجود مواد خوراکی)، غذاخوری کارکنان، ساختمانهای اداری و خدماتی، بهداری، تعمیرگاه ، حمل ونقل، آبرسانی صنعتی، فاضلاب، مؤسسات موقتی و فرعی و غیره.

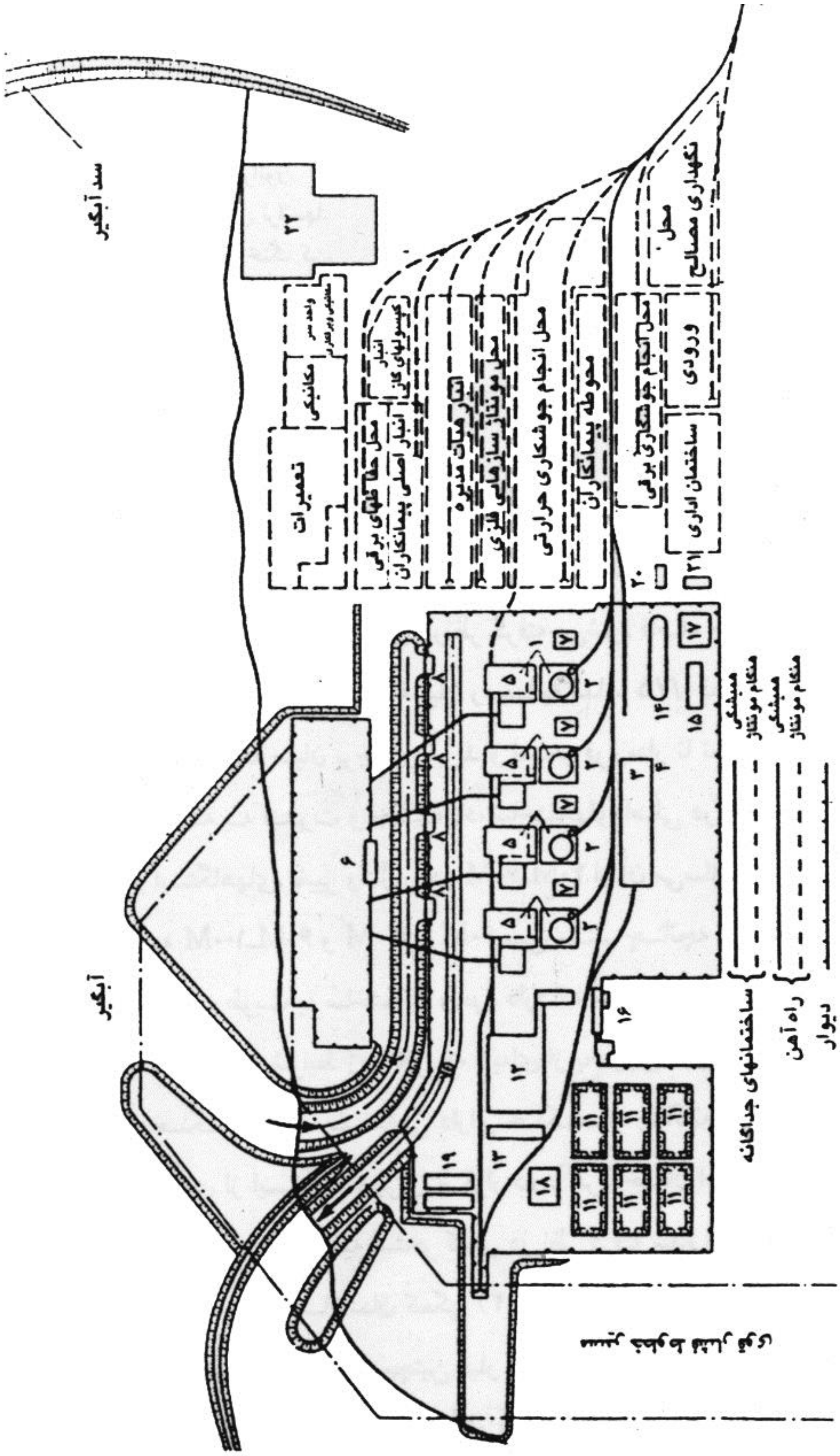
در منطقه بهداشتی – حفاظتی، گسترش سکونتی و ساخت مدرسه ممنوع است اما چرای دام وکشاورزی مجاز است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در شکل زیر نمونه ای از نقشه عمومی یک نیروگاه اتمی به نمایش درآمده است. ساختمانهای نیروگاه با خط پیوسته و ساختمانهایی که هنگام تعمیر و مونتاژ استفاده میشوند با خط چین نشان داده شده اند. این نیروگاه شامل چهار واحد می باشد.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



نمای پیشنهادی برای یک نیروگاه اتمی برق با چهار واحد راکتور

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱- ساختمان اصلی
۲- دودکش تهویه ساختمان اصلی
۳- ساختمان تصفیه خانه
۴- دودکش تهویه تصفیه خانه
۵- واحد دیزل ژنراتور
۶- محل قرارگیری ترانسها
۷- واحد پمپهای خنک کن
۸- تجهیزات توزیع برق
۹- خطوط انتقال برق فشار قوی
۱۰- برج تبرید
۱۱- استخر فواره دار
۱۲- ساختمان کمکی
۱۳- واحد تولید اکسیژن و ازت
۱۴- واحد ذخیره سازی روغن
۱۵- کوره راه اندازی – رزرو
۱۶- واحد اداری
۱۷- لوله های آبرسانی خدماتی
۱۸- انبار
۱۹- لجن گیر
۲۰- گاراژ
۲۱- آتش نشانی
۲۲- ساختمان فاضلاب و تصفیه

WikiPower.ir

ساختمان اصلی (۱) شامل دو بخش است که واحد توربین و راکتور در آن جای می گیرند. دیوارهای این دو بخش در هنگام ساخت، کامل نیست تا جرثقیلی که در بیرون ساختمان جای دارد به راحتی میان آنها رفت و آمد کند و ساخت و مونتاژ آسان گردد.

بنای استوانه ای نفوذناپذیر و محافظ واحد راکتور با یک ساختمان با مقطع مربع احاطه شده که در آن تجهیزات کمکی نصب می گردند. در این ساختمان دودکش تهویه (۲) نصب شده است. در مجموع همه

واحدها دارای یک تصفیه خانه (۳) می باشند که دارای دودکش تهویه (۴) جداگانه ای می باشد. این دودکش می تواند فلزی یا از جنس بتن مسلح باشد.

محل قرارگیری ترانس (۶) از یکسو به سالن توربین و از سوی دیگر به تجهیزات توزیع برق (۸) متصل است و انرژی تولیدی از آنجا به وسیله خطوط فشار قوی به شبکه برق ارسال می شود این تجهیزات حفاظتهای مربوط به خود را دارند.

در نزدیکی ساختمان توربین، بنای جداگانه واحد دیزل ژنراتور (۵) واقع است که در آن هر یک از سه دیزل ژنراتور (بسته به تعداد کانالهای سیستم ایمنی) به همراه تمامی تجهیزات کمکی و دیوارهای ضد آتش سوزی جای گرفته اند.

هر واحد دارای واحد پمپ خنک کن جهت ارسال آب خنک کننده از برج تبرید به ساختمان مرکزی و دریافت آن از آنجا می باشد. در نقشه عمومی نیروگاه مکانی برای خنک کننده های واحدهای بعدی در نظر گرفته می شود فاصله میان برجهای تبرید در هر ردیف به اندازه نصف قطر برج و فاصله میان ردیفها به اندازه ۰/۷۵ قطر برج تبرید میباشد.

رعایت فاصله میان برج های تبرید و استخر فواره دار تا تجهیزات توزیع برق الزامی است. معمولا بسته به قدرت و جهت باد، ساختمانهای اصلی در فاصله ۲۰M-۴۰M از برجهای تبرید و ایستگاههای تغییر ولتاژ را در ۴۰M-۶۰M از آن می سازند. در مورد استخر فواره دار این اعداد به ۶۰M-۱۰۰M و ۶۰M-۱۲۰M می رسند. چنانچه این فاصله رعایت نگردد احتمال ورود بخار و رطوبت به ساختمانها وجود دارد که موجب

اختلال در بهره برداری و ایجاد حادثه می شود به ویژه در شرایط زمستانی که لایه ای از یخ روی تجهیزات و خطوط انتقال را می گیرد.

آب خنک کننده مدار میانی دارای خنک ساز جداگانه ای است (استخر فواره دار) که در فاصله دوری از ایستگاه تغییر ولتاژ قرار دارد. هر ساختمان اصلی دارای یک استخر می باشد ودو استخر رزرو برای تصفه استخر کاری در نظر گرفته شده است.

در نیروگاه یک ساختمان کمکی (۱۲) وجود دارد که درون آن تجهیزات برای تعمیرات و تصفیه خانه موجود است. همچنین انبار (۱۸) و واحد تولید اکسیژن – ازت (۱۳) در ساختمان جداگانه ای جهت تأمین ایمنی هنگام آتش سوزی جای دارند. در نزدیکی واحد ذخیره سازی روغن (۱۴) واحد آتش نشانی (۲۱) قرار داد و در پیرامون آن کوره راه اندازی – رزرو (۱۵) قرار گرفته که با مازوت کار می کند. از این کوره در هنگام راه اندازی نیروگاه بهره میگیرند. اما هنگام برودت از بخار آن برای سیستم گرمایش نیز استفاده می شود.

هنگام تصفیه شیمیایی مقدار زیادی آب غیر رادیو اکتیو به دست می آید. برای پاکسازی آن از لجن گیر (۱۹) استفاده می کنند. در خارج از محوطه نیروگاه واحد تصفیه فاضلاب (۲۲) تعبیه شده است مرز محوطه نیروگاه و مسیر راه آهن نیز نشان داده شده اند که دارای دو مسیر به هر کدام از ساختمان های اصلی است. منطقه مربوط به امور تعمیرات نیز به نیروگاه متصل است. از نیازهای دیگر میتوان به موارد زیر اشاره کرد: آسفالت کردن و درختکاری در مناطق مربوطه، پیشگیری ورود آب حاصل از بارندگی به ساختمانها و محوطه، مسیرهای ماشین رو، اماکن و مسیرهای مربوط به آتش نشانی، سیستمهای فاضلاب، لوله های

آبرسانی خدماتی، آتش نشانی و آشامیدنی ، مواد آتش خاموش کن ، تجهیزات خدماتی – بهداشتی، سیستم گرمایش، شبکه روستایی بیرونی ، لوله های زیرزمینی، لوله های گاز وکابلهای زیرزمینی (برای کابلهای زیرزمینی در سطح زمین باید راهنماهای مناسب نصب گردد).

برای دفع و بی خطر کردن ضایعات مایع غیر رادیواکتیو، اماکن و لوله گذاریهای مناسب تعبیه می شود. به علاوه باید فاضلاب ویژه ای برای دفع مایعات رادیواکتیو به همراه تدابیر لازم در نظر گرفته شود (مایعات آلوده، رسوبات حاصل از شستشوی مدار یک، نشتها از سیستم مدار یک و غیره) همچنین برای فاضلاب حاصل از شستشوی دستگاهها و لباسشویی نیز باید مسیرهایی ایجاد شود. مایعات آلوده به تصفیه خانه هایی ارسال می شوند که هم درون مدار یک جای دارند و هم دارای ساختمانهای جداگانه ای می باشند.

لوله هایی که از درون آنها سیال آلوده می گذرد ارتباطی با سایر قسمتها ندارند تا احتمال حادثه و پیامدهای آن کمتر شده و شرایط بهره برداری نرمال مختل نشود.

بستر این لوله ها باید به گونه ای باشد که نشت بلافاصله مشخص گردد. لوله هایی که از درون آنها مایعات با آلودگی کم (کمتر از 10^{-5}ci/Kg) می گذرد را میتوان بدون واسطه در خاک قرار داد. چنانچه رطوبت خاک زیاد باشد باید لوله را درون کانال جا داد.

لوله هایی که از درون آنها سیالی با آلودگی 10^{-4}ci/Kg و بیشتر می گذرد حتما باید درون کانالهایی از بتن مسلح با قاب بندی مناسب قرار گیرند تا جلوی نفوذ آلودگی به خاک گرفته شود. در این کانالها تجهیزاتی برای مشخص کردن و محدود نمودن نشت وجود دارد.این کانالها دارای شیب جهت تخلیه نیز هستند.

قرارگیری همه ساختمانها با توجه به استانداردهای آتش نشانی و راحتی رسیدن به آنهاست. ساختمان اصلی هم از سوی واحد راکتور و هم از سوی توربین به راه آهن متصل است. ساختمانهای واحد نگهداری روغن و واحد تولید اکسیژن – ازت را برای تأمین ایمنی از نظر آتش سوزی در گوشه های نیروگاه بنا می کنند و تا فاصله ۲۰M-۳۰M آنها بنای دیگری وجود ندارد. این واحدها را براساس ظرفیت کامل نیروگاه می سازند.

حداقل فاصله ساختمان اصلی تا نزدیکترین ساختمان مجاور ۲۰M است همه محوطه نیروگاه باید دارای دیوار باشد.بناهای موجود در نیروگاه دارای فاصله ای بیش از ۶M تا دیوار هستند به جز استخر خنک ساز فواره دار که فاصله ۲۰M دارد.

هنگام ساخت واحدهای بعدی واحد در حال کار از آنها جدا می شود و تعیین فاصله به گونه ای است که ایمنی و اطمینان واحد در حال کار نقض نگردد.

WikiPower.ir

در هنگام آغاز بهره برداری از نیروگاه فعالیتهایی مانند: نقشه برداری، ساخت و ساز، آسفالت کاری و درختکاری در محوطه باید تمام شده باشند.

ساختمانهای نیروگاه دارای دو قسمت، منطقه پاکیزه و منطقه با آلودگی احتمالی هستند. این مناطق باید دقیقاً از یکدیگر جدا شوند زیرا برای منطقه دوم لازم است تجهیزات پرتوسنجی، پاکیزگی ، ارسال مواد پاک کننده و مسیرهای ارتباطی در نظر گرفته شود.

در منطقه آلودگی احتمالی، مکانی برای ذخیره ضایعات آلوده، تصفیه خانه و وسایل تعمیر تجهیزاتی که امکان آلودگی آنها وجود دارد تعبیه می شود. این چنین ساختمانهایی با توجه به جهت باد نسبت به دیگر ساختمانها بنا می شوند.

ساختمان اداری، غذاخوری اپراتورها و تعمیرکاران باید در منطقه پاک دایر شوند. آب آشامیدنی و آب لازم برای سایر امور از یکدیگر جدا می باشند. ارتباط میان ساختمانها از طریق گذرگاه و تونلهای تعبیه شده مسیر است.

از نقشه در می یابیم که مساحت قابل توجهی برای وسایل مربوط به عملیات مونتاژ نیروگاه در محوطه وجود دارد. همچنین منطقه ای را جهت انبار کردن دستگاههایی که آلوده نبوده اما به دلیلی از کار افتاده اند و نیاز به جانشینی دارند در نظر می گیرند.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

منابع:

1-کاربرد انرژی هسته ای از هادی روحی سعد اباد.

2-http://tabansolar.ir

3-http://daneshnameh.roshd.ir

4-http://enerjiye-ajib.blogfa.com

5-http://fa.wikipedia.org

6-http://kapa2000.blogfa.com

7-http://www.ir-micro.com

8-http://mel.parsfa.com

9-http://www.techno-electro.com

WikiPower.ir