

"هو"

یورانیونومی

URANIUNOMY

فصل سوم

اثر: حسین زارع شحنه
و همکاری مریم زارع شحنه

دانشجوی دکترا در : *MOD*
دانشگاه : بین المللی ایالات متحده آمریکا

کارشناس بازرگانی شرکت نفت فلات قاره ایران
سال ۱۳۸۹

فصل سوم: نیرو و نیروگاههای اتمی

I: تولید برق

از شاخص های دیگر انرژی اتمی و سایر انرژیها در مصرف سال ۲۰۰۷ در تولید برق (مراتب ذیل) می باشد.

تولید انرژی برقی در کلیه بخش ها به میلیارد کیلووات ساعت (۲۰۰۷ سال)

کل	سایر				سوخت فسیلی				
	کل انرژی برقی	انرژی های نو، آبی، سولار	هیدروژنی	هسته ای	کل انرژی فسیلی	سایرگازها	گاز طبیعی	نفت	ذغالسنگ
۴,۱۶۰	۳۵۱/۳	۲۴۸	۸۰۶/۵	۲,۹۹۴	۱۵/۴	۸۹۳	۶۵/۷	۲,۰۲۰	سال ۲۰۰۷
۶۴۸/۵	۱۳۳	۱۰۳۳/۵	--	۵۰۱	--	۱۱۴/۲	۴۰/۵	۳۴۶/۴	سال ۱۹۵۷

درصد تولید برق از انرژی اتمی به کل انرژیهای دیگر جهت تولید برق:

$$\frac{۸۰۶/۵۰}{۴۱۶۰} = ۱۹/۴ \quad \text{اتمی درصد}$$

بهمین نسبت انرژی فسیلی جهت تولید برق

$$\frac{۲۹۹۴}{۴۱۶۰} = ۷۲ \quad \text{(شامل گاز طبیعی و ذغال سنگ و نفت) درصد}$$

$$\frac{۸۹۳}{۴۱۶۰} = ۲۱/۵ \quad \text{گاز طبیعی درصد}$$

$$\frac{۳۵۱/۳}{۴۱۶۰} = ۸/۴ \quad \text{انرژی های نو، آبی، سولار و ...}$$

$$\frac{۲۰۲۰}{۴۱۶۰} = ۴۸ \quad \text{ذغالسنگ}$$

$$\frac{۶۵}{۴۱۶۰} = ۱/۵ \quad \text{فقط نفت}$$

$$\frac{975}{4160} = 23$$

فقط سوخت های فسیلی (نفت و گاز)

بالاترین مقام مربوط به ذغالسنگ ۴۸ درصد و سپس نفت، گاز طبیعی و سپس انرژی برق اتمی حدود ۱۹/۴ درصد را شامل می شود و به عبارت دیگر بطور میانگین باید انرژی اتمی را انگشتی از پنج انگشت انرژی مولد تولید برق شناخت.

و لذا همواره باید کسر $\frac{1}{5}$ را مد نظر گرفت تا محاسبات انجام شده با شخصیت نرمال پی گیری شود. در حالیکه در ۵۰ سال پیش با نیروی اتمی اصلاً برق تولید نمی شد و پس از آن سالها بود که بیشتر به این فکر افتاد. که بجز در کشتار انسانها توسط نیروی اتم می توان برق و دستگاههای بهداشتی و پزشکی و نیز تولید نمود و جنگ را بجز در میادین جنگ، آنرا در زمین های ورزشی و با داور و قوانین انجام داد.

در هر صورت در ۵۰ سال قبل بیش از ۷۷ درصد تولید برق توسط وحشت های فسیلی و ذغال سنگ انجام می شد و ذغال سنگ به تنهایی ۵۳ درصد جهت برق را اداره می کرد.

با توجه به هزینه های تولید هر کیلووات ساعت برق توسط انرژی اتمی به میزان دو برابر از ۰/۰۳۱ یورو به ۰/۰۶۳ یورو (یا ۴ سنت به ۸ سنت آمریکا) مسایل بررسی می شود. این مسئله بخصوص برای کشورهایی که تولید برق اتمی آنها حدود بیشتر از ۵۰ درصد است خیلی اهمیت پیدا می کند، فرانسه با ۷۸/۱ درصد به ترتیب لیتوانی، اسلواکی، بلژیک، سوئد، آراپن، بلغارستان، سوئیس، ارمنستان، اسلواکی، کره، مجارستان، آلمان که بیش از $\frac{1}{3}$ مصرف برق آنها یعنی ۱۰ کشور درگیر انرژی اتمی می باشند در حالیکه در آسیا فقط ۴-۵ کشور درگیری زیاد با برق اتمی دارند (کره، ژاپن، چین، ایران، هند و پاکستان) درگیر این نوع انرژی برای تولید برق می باشند که فقط کره جنوبی نقش عمده ای حدود $\frac{1}{3}$ انرژی برقی خود را دارد و بقیه بیش از ۳ درصد را پوشش نمی دهند.

هزینه مقایسه ای تولید برق اتمی در هر کیلووات ساعت بشرح ذیل می باشند:

هزینه تولید به کیلووات ساعت سنت آمریکا						نوع مواد مصرفی
اتحادیه اروپا (۲۰۰۷)	کانادا (۲۰۰۴)	شیکاگو (۲۰۰۴)	بریتانیا (۲۰۰۴)	فرانسه (۲۰۰۳)	میانگین	
۵/۴-۷/۴	۵	۴/۲-۴/۶	۴/۶	۳/۷	۴/۲	اتمی
۴/۶-۶/۱	۴/۵	۳/۵-۴/۱	۵/۲	-	۴/۲	ذغال سنگ
۴/۶-۶/۱	۷/۲	۵/۵-۷	(۵/۹ تا ۹/۸)	(۵/۸ تا ۱۰/۱)	۵/۸	گاز
۴/۷-۱۴/۸	-	-	-	-	-	باد (خشکی)
۸/۲-۲۰/۲	-	-	-	-	-	باد (دریا)

یادآوری می گردد که بدلیل نوسان فوق العاده در قیمت گاز در تابستان و زمستان و میداین و اماکن *Regasing* قیمت برق تولیدشده توسط گاز نیز در نوسان می باشد. انرژی باد نیز بدلائل مختلف وجود باد (فراوان در هلند) و جریان *Golf Stream* در اسکاتلند و نوسانات میزان باد و هزینه تکنولوژی دارای هزینه های متغیر زیاد می باشند. به هر صورت هزینه تولید برق اتمی در فرانسه بسیار مناسب و ارزانتترین (۳/۷ سنت کیلووات ساعت) در این کشور می باشد در حالیکه گاز برقی هزینه ای معادل ۵/۹ تا ۹/۸ سنت هر کیلو وات ساعت را متحمل می شود. در بریتانیا نیز ارزانتترین برق حاصل انرژی هسته می باشد (۴/۶ سنت هر کیلووات ساعت) اما در کانادا ذغال سنگ ارزانتترین (۴/۵ سنت هر کیلووات ساعت) برق مربوطه این ماده می باشد. در اتحادیه اروپا باوضعیتی شبیه اتحادیه اروپا را دارد و بهترین و ارزانتترین برق حاصل از سوخت گاز و ذغال سنگ را دارد.

ملاحظه می شود که در هیچ کشوری از کشورهای ذکر شده انرژی بادی مقرون به صرفه نمی باشد و تا حدود ۴ برابر در اتحادیه اروپا و در کل کشورهای ذکر شده تا ۶ برابر تفاوت در هزینه برای هر کیلو وات ساعت بین منابع سوختی جهت تولید برق تفاوت مشاهده می شود. این بررسی اولیه در مقایسه تولید می باشد، اما هزینه های دیگر از قبیل هزینه بیمه نوع پوشش بیمه (دولتی/شخصی)، هزینه الحاقی بدلیل تولید گازهای ($OM \times \dots$) مسموم و مسائل محیط زیست که منجر به تعطیل نیروگاهها می شود و این هزینه نیز باید محاسبه شود.

اما بهر صورت انرژی تولید، درگیریهایی فوق العاده سیاسی و بهداشتی دارد اما انرژی ذغال سنگی مسئله هوای آلوده را بدنبال داشته، و مشکل تولید برق گازی نیز نوسانات در قیمت گاز و عدم قابلیت محاسبه و برنامه ریزی را در برق گازی ایجاد می کند و انرژی بادی و سولار بدلیل گرانی، اقتصادی نمی باشد.

سال الگو ۱۹۹۸:

تولید و مصرف انرژی در دنیا در سال ۱۹۹۸

تولید (۱۰ ^{۱۵})	درصد تولید	مصرف	نوع انرژی
۱۵۲	۴۰	۷۳/۶ میلیون بشکه روزانه	نفت
۸۵/۵	۲۲/۵	۸۲/۲ Tcf/y میلیون بشکه روزانه	گاز
۸۸/۶	۲۳/۳	۵/۰۱ میلیارد تن سالانه	ذغال سنگ
۲۴/۵	۶/۵	۲/۳ تریلیارد کیلووات ساعت سالانه	اتمی
۲۶/۶	۷	۲/۶ تریلیارد کیلووات ساعت سالانه	هیدروالکتریک
۲/۵	۰/۷	۱۹۶ میلیارد کیلووات ساعت	گاز فضولات حیوانی
۳۷۹	۱۰۰		کل

مصرف انرژی در آمریکا سال ۱۹۹۸ (یک دهه قبل)

درصد مصرف	مصرف (۱۰ ^{۱۵}) BTU	تقاضا	نوع انرژی
۳۸/۸	۳۶/۵۷	۱۸/۹ میلیارد بشکه در روز	نفت
۲۳/۲	۲۱/۸	۲۱/۳ TCF/Y	گاز طبیعی
۲۲/۹	۲۱/۶	۱۰۳۸ میلیون تن در سال	ذغال سنگ
۷/۶	۷/۱	۶۷۴ میلیارد کیلووات ساعت	انرژی اتمی
۳/۸	۳/۶	۳۴۴ میلیارد کیلووات ساعت	برق آبی
۰/۳	۰/۳	۷۵/۵ میلیارد کیلووات ساعت	گرایش محیط جغرافیائی
۳/۲	۳		گازهای (فضولاتی)
۰/۰۷	۰/۰۷		آفتابی
۰/۰۴	۰/۰۴		باد
۱۰۰	۹۴/۲۷		کل

مصرف سوخت های فسیلی عمده در سال ۱۹۹۸ در آمریکا و جهان
(یک دهه قبل)

نوع انرژی	آمریکا	جهان	درصد
نفت	۱۸/۹ میلیون بشکه روزانه	۷۳/۶ میلیون بشکه روزانه	۴۰
گاز	TCF/Y ۲۱/۳	TCF/Y ۸۲/۲	۲۳
ذغال سنگ	۱ میلیارد تن در سال	۵	۲۳

مصرف سوخت حسب بخش ها در آمریکا در سال ۱۹۹۷

بخش ها	مصرف (۱۰ ^{۱۵}) BTU	درصد
حمل و نقل	۲۵	۲۷
صنعتی	۳۵/۴	۳۷/۹
تجاری و خانگی	۳۳/۷	۳۵/۱
کل	۹۴/۲۱	۱۰۰ درصد

ذخیره و منابع انرژی (نفت گاز)

میانگین (میلیارد بشکه) نفت	گاز (TCF)	NGL (میلیارد بشکه)	
۳۰/۳	۲۵۸/۷	۲/۷	کشف نشده
۶۰	۳۲۲	۱۳/۴	رشد مخازن
۲۰/۲	۳۵۱/۱	۶/۶	مخازن کشف شده
۱۱۰/۵	۷۱۵/۸	۲۷/۲	کل

۱- مقایسه تولید برق اتمی در جهان و مقایسه با سایر پایه سوختی ها (برق)

انرژی هسته ای

انرژی های مولد برق شامل گاز طبیعی، نفت، میعانات گازی، ذغال سنگ، انرژی باد، انرژی سولار، انرژی گازهای فضولات حیوانی، انرژی اتمی و یا هسته ای می باشند. انرژی اتمی ۶/۵ درصد از کل انرژی جهان و ۱۵/۷ درصد از کل انرژی مولد برق را تشکیل می دهد. در جهان ۴۳۹ راکتور هسته در حال ساخت می باشد.

این نوع انرژی از لحاظ مسائل تکنولوژیک و نیز سیاسی برتر می باشد. کشورهای مهم تولیدکنندگان برق اتمی به شرح ذیل می باشد.

کشور	درصد تولید برق هسته ای (از کل برق تولیدی کشور)
فرانسه	۷۶/۸
لیتوانی	۶۴/۴
اسلواکی	۵۴/۳
بلژیک	۵۴
اوکراین	۴۸/۱
سوئد	۴۶/۱
ارمنستان	۴۳/۵
اسلونی	۴۱/۶
سوئیس	۴۰
مجارستان	۳۶/۸
کره جنوبی	۵۳/۳
بلغارستان	۳۲/۱

اعداد فوق مربوط به میزان تولید انرژی اتمی نسبت به سایر انرژی ها برای تولید برق می باشد و در واقع میزان برق تولید شده در کل تولید برق در هر کشور باشد.

تولید برق اتمی در سال ۱۹۵۴ در آمریکا (در نتیجه تحقیقات دانشمندان آلمانی اتوهان، استرس لایزمینر در جنگ دوم جهانی و با مقاصد سیاسی و ساختن بمب اتمی بود که به ظرفیت ۵۰ مگاوات تولید شروع شد و در دهه ۱۹۶۰ ظرفیت تولید به ۱۰۰ گیگاوات و در سالهای بعد به ۳۰۰ گیگاوات در دهه ۱۹۸۰ افزایش یافت اما متعاقباً، کشورهای فرانسه و ژاپن و تا حدودی آلمان به پیشرفتهای فوق العاده جهت تولید برق موفق شدند.

در سال ۱۹۷۵ ساخت نیروگاه اتمی بوشهر در ایران تحت بررسی و ساخت قرار گرفت که تاکنون پیشرفتی در تولید انرژی در آن معمول نگردیده است.

رابطه روند تولید انرژیها در سال های ۱۹۷۳ و ۲۰۰۴ به شرح ذیل می باشد:

سال	نفت	گاز	زغال سنگ	هیدرو	اتمی	جدیدوبادی	سایرانرژیها	کل
۱۹۷۳	۴۵/۵	۱۶/۲	۲۴/۸	۱/۸	۰/۹	۱۱/۲	۰/۱	٪۱۰۰
۲۰۰۴	۳۴/۳	۲۰/۹	۲۵/۱	۲/۲	۶/۵	۱۰/۶	۰/۴	٪۱۰۰

تولید انرژی اتمی در سال ۱۹۷۳ از مجموعه ۶۰۳۵ MTOE و در سال ۲۰۰۴ از مجموعه ۱۱/۰۵۹ MTOE بترتیب ۰/۹ درصد و ۶/۵ درصد می باشد که به جز مبادله الکتریسیته و برق دریایی می باشد و سایر انرژیها شامل انرژی آفتابی، بادی، گرمایی و جغرافیایی می باشد. تولید انرژی ها به میزان ۳۷۶۲ MTOE در سال ۱۹۷۳ و ۵۵۰۶ MTOE در سال ۲۰۰۴ به جز مبادله الکتریسیته عبارتست از:

جدول مقایسه ای روند تولید منابع انرژیها بین سالهای ۱۹۷۳ و ۲۰۰۴

سال	نفت	گاز	زغال سنگ	هیدرو	اتمی	جدیدوبادی	سایرانرژیها	کل
۲۰۰۴	۴۰/۷	۲۱/۷	۲۰/۵	۲	۱۱	۳/۴	۰/۷	۱۰۰
۱۹۷۳	۵۳	۱۸/۸	۲۲/۴	۲/۱	۱/۳	۲/۳	۰/۱	۱۰۰

در هر صورت مصرف انرژی اتمی در سالهای ۱۹۷۳ تا ۲۰۰۴ در حداقل ۰/۹ درصد تا حداکثر ۱۱/۲ درصد در نوسان بوده است.

توزیع تولید انرژی با توجه به کشورهای عمده تولیدکننده انرژی اتمی و سهم تولید کل انرژی به صورت منطقه ای در جهان، روند رشد تولید و صنعت را روشن تر می کند.

احتساب میزان تولید در سالهای ۱۹۷۳ و ۲۰۰۴ به ظرفیت ۶،۰۳۵ MOTE و ۱۱،۰۵۹ میلیون تن انرژی سهم تولید منطقه ای به شرح ذیل می باشد:

سال	کشورهای پیشرفته	آفریقا	آمریکای لاتین	آسیا	چین	کشورهای در حال توسعه اروپا	روسیه سابق	خاورمیانه	کل درصد	میزان MOTE
۱۹۷۳	۶۲/۳	۳/۵	۳/۷	۶/۲	۷/۲	۱/۶	۱۴/۴	۱/۱	۱۰۰	۶،۰۳۵
۲۰۰۴	۴۹/۸	۵/۳	۴/۴	۱۱/۷	۱۴/۷	۰/۹	۸/۹	۴/۳	۱۰۰	۱۱،۰۵۹

سال	کشورهای صنعتی آمریکای شمالی	کشورهای صنعتی اروپا	کشورهای صنعتی آسیا	کل درصد	میزان MOTE
۱۹۷۳	۵۱/۸	۳۷/۳	۱۰/۹	۱۰۰	۳،۷۶۲
۲۰۰۴	۵۰/۱	۳۳/۹	۱۶/۰	۱۰۰	۵،۵۰۶

وضعیت کشورهای صنعتی جهان به شرح جدول فوق و میزان مصرف ۳۷۶۲ و ۵۵۰۶ میلیون تن انرژی در فاصله سالهای ۱۹۷۳ و ۲۰۰۴ می باشد.

درصد تولید انرژی اتمی در سالهای ۱۹۷۳ تا ۲۰۰۴ در کشورهای مختلف به جز چین به شرح ذیل می باشد:

سال	کشورهای توسعه یافته	روسیه سابق	اروپای عقب مانده	آسیا	سایر	کل (تریلیون وات ساعت)
۱۹۷۳	۹۲/۸	۵/۹	۰	۱/۳	۰	TWH ۲۰۳
۲۰۰۴	۸۴/۷	۹/۱	۱	۲/۲	۳	TWH ۲,۷۳۸

سایر (شامل آفریقا، آمریکای لاتین و چین می باشد).
تولید انرژی در ۱۹۷۱ کمتر از TWH ۱۰۰ بوده است.

تولید برق اتمی:

جدول تولید برق اتمی که آمریکا و فرانسه، ژاپن، آلمان، روسیه و کره در راس آن می باشد.
(در مرحله پروژه) به شرح ذیل می باشد:

کشورها	درصد تولید در دنیا	تریلیون وات ساعت	وضعیت تولید گیگا وات	درصد نیروی اتمی در تولید داخلی الکتریسیته
ایالات متحده	۲۹/۶	۸۱۸	۹۹	۲۰
فرانسه	۱۶/۴	۴۴۸	۶۳	۷۸
ژاپن	۱۰/۳	۲۸۲	۴۵	۲۶
آلمان	۶/۱	۱۶۷	۲۱	۲۸
روسیه	۵/۳	۱۴۵	۲۲	۱۶
کره	۴/۸	۱۳۱	۱۶	۳۷
کانادا	۳/۳	۹۰	۱۲	۱۵
اکراین	۳/۲	۸۷	۱۳	۴۸
بریتانیا	۲/۹	۸۰	۱۲	۲۰
سوئد	۲/۸	۷۷	۹	۵۰
سایر نقاط جهان	۱۵/۳	۴۱۸	۴۵	۸
کل جهان	۱۰۰	۲,۷۳۸	۳۵۷	۱۶

اطلاعات مربوط به سال ۲۰۰۴

روند تاریخی ظرفیت تولید انرژی اتمی در جهان به وات (گیگا)

سال ۱۹۶۰	1GW
سال ۱۹۷۰	100GW
سال ۱۹۸۰	300GW
سال ۱۹۸۰-۲۰۰۵	350GW
سال ۲۰۰۵	366GW
سال ۲۰۰۷	391GW

توسعه در فاصله سال های ۱۹۸۰-۲۰۰۵ حدود 5۰GW

توسعه در فاصله سال ها ۲۰۰۵ حدود 1۶GW

توسعه در فاصله آخر سال ۱۹۷۰ حدود 1۵۰GW

جدول میزان مصرف برق اتمی در کلیه کشورهای جهان بین سالهای ۲۰۰۳-۱۹۸۰

سؤال این است که برای کشورهایی که مصرف این نوع برق را فعلاً ندارند در ۵۰ سال و یا یک قرن آینده به چه ترتیب خواهد بود و صفر درصدها به چند درصد ارتقاء می یابند و یا چند درصدها به سوی صفر درصد میل خواهند نمود یا نه؟ موضوع تقلیل ذخایر در مخازن گاز و نفت و ذغال سنگ چه اثراتی روی جدول ذیل خواهد داشت و همچنین توسعه صنایع اورانیوم و انرژی هسته‌ای و صنایع وابسته به آن و همچنین افزایش در مصرف انرژی های *RENEWABLE* چه نحو خواهد بود و چگونه این نوع صنایع به خصوص انرژی باد و خورشید و حتی مهتاب چه تحول اقتصادی/ صنعتی/ سیاسی را به دنبال خواهد آورد و اشکال زندگی ها را در آینده به چه صورت رقم خواهد زد و اگر توسعه در صنایع اتمی و باد و آفتاب و مهتاب صورت بگیرد چه خواهد شد؟

۲- انرژی هسته‌ای (یا اتمی) در کشورها:

این انرژی که در اثر فعل و انفعالات در مولکول های عنصر اورانیوم تولید می شود هم به لحاظ منابع (مواد اولیه) و هم به لحاظ تکنولوژی اهمیت فوق العاده زیادی دارد و از ذغال سنگ وضعیت بسیار پیچیده تری در تولید گرما و یا برق و یا نیروی محرکه و ... دارد. کشورهای دارنده معادن اورانیوم بسیار اندک (مانند ایران) و دارندگان تکنولوژی قطعاتی آن نیز اندک است، اما تولیدکنندگان برق توسط این نیرو متعددند، کشورهای صنعتی، هند،

چین، دارای نیروگاههای هسته ای و همچنین بمب اتمی می باشند، و ایران و کره شمالی نیز به جمع تولیدکنندگان برق اتمی می پیوندند و درجداول مختلف تولیدکنندگان و مصرف کنندگان و میزان آنها نیز مشخص شده است و بنابراین کشورهای درگیر در برق اتمی نیز به ۴ دسته تقسیم می شوند.

- ۱- کشورهای که دارای منابع اولیه سوخت (سنگ اورانیوم) می باشند.
- ۲- کشورهای که دارای تکنولوژی و توان ساخت قطعات مورد نیاز نیروگاههای اتمی را دارند. (آمریکا، آلمان، فرانسه و ژاپن).
- ۳- کشورهای که می توانند از این منابع و تکنولوژیها به صورت خرید و یا ... نسبت به تولید برق اتمی اقدام نمایند. (مانند ایران، کره شمالی، هند، پاکستان)
- ۴- کشورهای که فاقد فلز اورانیوم، توان تکنولوژی، توان کاربرد فلز و تکنولوژی آن را ندارند و به لحاظ فقدان امکانات مالی و یا ... و یا داشتن انرژی های دیگر در فکر انرژی اتمی نمی باشند.

بعضی از کشورها نیز فقط به عنوان سلاح از این انرژی استفاده می کنند مانند کشور اشغالگر قدس که دارای ۲۵۰ عدد بمب اتمی بوده و به عنوان سلاح فشار از آن استفاده می کند. کشورهای ایالات متحده، روسیه، فرانسه، بریتانیا، چین کمونیست از هر سه امکان (اسلحه، عامل فشار، برق) استفاده می برند.

یکی از بزرگترین مشکلات تولید برق اتمی، خطر تشعشع و یا تردد در جداره راکتورها می باشد که در جزیره 3MILE و چرنوبیل در اوکراین اتفاق افتاد از توان نظامی استفاده از این نیرو بمبهای اتمی می باشد که توسط آمریکا در ناکازاکی و هیروشیما استفاده شد و حسب گزارشات مختلف بین ۱۰۰ هزار نفر تا ۱۰۱۰۰ هزار نفر کشته و معلول در زمان انفجار و یا پس از آن داشته است. یکی از مشکلات دیگر تولید برق اتمی هزینه بالای آن می باشند.

انرژی اتمی تکنولوژیکی است که طراحی شده برای دریافت انرژی های قابل مصرف برای هسته اتم از طریق عکس العمل هسته کنترل شده معمول ترین روش کاربردی امروز از طریق اتصال از طریق متدهایی مانند *DIFFUSION* می باشد.

غنی سازی اورانیوم ۲۳۵ به ۲۳۸ برای تولید برق از حدود چند تا ۲۰٪ و برای بمب تا ۸۰٪ به بالا می باشد تا به درجات خلوص بالاتر برود و مجددا توسط سانتریفورترها از ۳/۰ درصد

خلوص به بالاتر و غنی‌سازی‌های بعدی تا حدود چند درصد برسد. کشورهای دارنده برق اتمی و پروژه‌های آن برای تولید برق و سایر استفاده‌ها به شرح ذیل می‌باشد:

امروزه حدود ۴۳۹ نیروگاه اتمی حسب گزارشات در حال عملیات می‌باشد که ۳۴ عدد دیگر نیز در حال ساخت می‌باشد.

تاسیسات انرژی اتمی اروپا

اروپا دارنده ۱۶ درصد تولید کل انرژی جهان می‌باشد که ۳۴ درصد آن در حوزه اتحادیه اروپا می‌باشد ۱۵ تاسیسات موجود در کشورهای اتحادیه اروپا تاسیسات برق اتمی می‌باشند که در این میان فرانسه تولیدکننده ۷۳ درصد برق از مقدار فوق می‌باشد.

آمریکا در ایالات متحده دارای ۱۰۴ واحد تاسیسات انرژی اتمی برای تولید برق می‌باشد که در جریان تولید می‌باشد و ۳۴ تاسیسات در حال ساخت و یا تکمیل در کشورهای دیل قابل ذکر می‌باشد.

در آرژانتین یک مجموعه تاسیساتی تولید برق اتمی در نزدیک پایتخت آن کشور (بوئنوس آیرس) در *ATOCHA* در حال ساخت دارد.

در بلغارستان ۲ نیروگاه در *BELENE* در حال ساخت می‌باشد.

پنج نیروگاه در چین کمونیست و تایوان وجود دارد.

یک نیروگاه در *OLKITUORO* در فنلاند در حال ساخت می‌باشد که از فرانسوی‌ها و آلمانها (شرکت‌های *SIEMENSE, AVERO*) ساخته می‌شود. فرانسوی‌ها نیروگاه دیگری را در نروژ *FLAMANVILLE* در حال ساخت دارند که تا سال ۲۰۱۲ ساخته می‌شود.

شش نیروگاه در هندوستان در حال ساخت می‌باشد که به ۱۷ نیروگاه اضافه خواهد شد و این کشور بخواهد ۷ نیروگاه دیگر را بسازد.

ژاپن در حال ساخت یک نیروگاه بزرگ می‌باشد که به سایر نیروگاهها اضافه می‌شود. در کره جنوبی سه نیروگاه در حال ساخت می‌باشد.

یک نیروگاه در حال ساخت در پاکستان در استان کاندیان می‌باشد که پاکستان را به داشتن ۳ نیروگاه مجهز تبدیل خواهد نمود.

روسیه در حال ساخت ۷ نیروگاه دیگر می‌باشد که تعداد تاسیسات این کشور را به ۳۱ نیروگاه خواهد رساند و در حال کمک به چین برای ساختن یک نیروگاه بسیار بزرگ می‌باشد. دو نیروگاه اتمی نیز در حال ساخت در اکراین می‌باشد.

ضمناً آمریکا نیز در حال ساخت یک نیروگاه دیگر می‌باشد. نیروگاه ۱۶۰۰ مگاواتی *OLKILUOTO* فنلاند دارای ۳ راکتور می‌باشد که در سال ۲۰۱۱ به بهره‌برداری می‌رسند که با ۴/۴ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری که بزرگترین نیروگاه یک قلو می‌باشد. فرانسه در تدارک ساخت یک نیروگاه در مصر حسب اظهار نظر سارکوزی می‌باشد.

نیروگاه اتمی در اروپا

در اروپا به جز روسیه ۱۷۳ نیروگاه اتمی در حال تولید برق می‌باشد که ۴ نیروگاه دیگر در حال طراحی دارد. چند نیروگاه دیگر در حال ساخت در آلمان، اسپانیا، بریتانیا و اوکراین می‌باشد.

فرانسه:

فرانسه دارای ۵۹ راکتور به جز ۱۱ نیروگاه دیگر در حال تعطیل در جریان عملیات دارد که ۷۳ درصد برق خود را از انرژی اتمی تامین می‌نماید که با توجه به تحریم نفتی اعراب در سال ۱۹۷۰ شدیداً به تولید برق اتمی همت گماشت که این کشور به جز صادرکننده برق اتمی می‌باشد که صادرکننده تکنولوژی هسته‌ای نیز می‌باشد.

بریتانیا:

این کشور دارای ۲۳ راکتور در حال بهره‌برداری می‌باشد که ۱۹ واحد خارج از سرویس شده نیز دارد و که ۲۰ درصد نیروی برق خود را از نیروگاههای اتمی تامین می‌نماید. بریتانیا اولین کشور تولیدکننده برق اتمی تاسیس شده در سال ۱۹۵۶ می‌باشد. آخرین نیروگاه برقی بریتانیا مربوط به سال ۱۹۹۵ می‌باشد که البته مسئله گازهای گلخانه‌مسائل جهت ادامه ساخت تاسیسات جدید شده است.

سوئد:

در کشور پادشاهی سوئد ده نیروگاه اتمی در حال بهره‌برداری می‌باشد که ۳ راکتور را نیز تعطیل نموده و که ۵۲ درصد نیروی برق خود را از این طریق تامین نماید وظیفه را عمدتاً از نیروگاههای آبی تولید می‌نماید.

این کشور در سالهای ۷۰-۱۹۶۰ شروع به ساخت نیروگاه اتمی نمود این کشور قصد دارد بعد از این با تعطیل نیروگاههای فسیلی باقیمانده نیاز خود را از نیروگاهی بادی و سولار تامین نماید. ۴۹/۹ درصد برق هسته‌ای این کشور در سال ۲۰۰۳ اتمی می‌باشد.

اوکراین:

در کشور اوکراین که ساختمان عمده توربین‌های کشورهای شوروی سابق می‌باشد ۱۵ راکتور اتمی دارند و در حال ساخت ۲ نیروگاه جدید بوده و چهار نیروگاه خود را به دلایل ایمنی تعطیل نموده است. این کشور بیش از نیمی از انرژی برقی خود را از برق اتمی تامین می‌نماید.

یکی از بزرگترین فجایع اتمی در چرنوبیل در این اتفاق افتاد که با نشت در نیروگاه تعداد زیادی کشته و مجروح بر جا گذاشت این کشور درصدد ساخت ۱۱ نیروگاه جدید اتمی تا سال ۲۰۳۰ می‌باشد. ۴۵/۹ درصد برق اوکراین هسته‌ای بود (۲۰۰۳).

ایتالیا:

کشور ایتالیا بر خلاف فرانسه چندان از نیروی اتمی برخوردار نمی‌باشد حتی ۴ نیروگاه موجود در این کشور تعطیل شده و فعلاً تولید برق اتمی ندارد و بیشتر به گاز و سایر مواد جهت تولید برق تکیه دارد که در این خصوص مسائل نیروگاه چرنوبیل عامل تعطیل نیروگاههای موجود شده است. این کشور ۱۰ درصد نیروی برق خود را وارد می‌کند که بزرگترین واردکننده برق اتمی می‌باشد.

لتونی:

در لتونی تک نیروگاه اتمی در حال فعالیت در یک نیروگاه تعطیل شده دارد که ۷۲ درصد برق خود را از این طریق تامین می‌نماید که البته تعداد آن با توجه به میزان جمعیت و زرگی کشور و درآمد چندان اهمیتی ندارد.

این نیروگاه بر اساس طراحی چرنوبیل توسط شوروی سابق ساخته شده و هم اکنون این کشور جهت پیوستن به اتحادیه اروپا یا مقاومت در مقابل تعطیل نیروگاه روبرو می‌باشد و شاید تا سال ۲۰۰۹ تعطیل شود.

اسپانیا:

در کشور اسپانیا ۹ راکتور اتمی وجود دارد و مضاف بر یک نیروگاه تعطیل شده و تولید ۲۳ درصد برق خود را از این طریق تهیه می‌کند و در مقابل تعطیلی راکتور ساخته شده در سال ۱۹۸۳ مقاومت می‌کند.

بلغارستان:

این کشور دارای ۱۴ راکتور و ۲ راکتور تعطیل شده، و تولید ۴۲ درصد برق خود را از انرژی اتمی به دست می‌آورد که جهت ورود به اتحادیه اروپا ملزم به تعطیل ۲ نیروگاه دیگر نیز می‌باشد.

رومانی:

رومانی دارای یک نیروگاه در حال ساخت یک نیروگاه در حال بهره‌برداری می‌باشد و ۱۰ درصد نیروی برق خود را از این طریق تامین می‌نماید.

جمهوری چک:

این کشور نمونه در داشتن بالنسبه بالای انرژی اتمی می‌باشد که بالغ بر ۶ راکتور که تولیدکننده ۳۱ درصد برق اتمی از مصرف برق خود می‌باشد. این کشور در حال طراحی یک راکتور دیگر در *TEMELIN* می‌باشد.

فنلاند:

در فنلاند ۲۷ درصد انرژی برقی از طریق نیروگاه اتمی توسط ۴ راکتور اتمی تولید می‌شود و یک نیروگاه تعطیل شده نیز دارد.

در مناسبترین شرایط ۴۴۲ نیروگاههای در حال بهره‌برداری بودند که ۲۵ درصد آنها در آمریکا می‌باشند.

کشور چین بزرگترین رشد را در تولید انرژی اتمی در آسیا و تا حدودی دنیا دارد اعداد اعلام شده دارای نوسانات می‌باشد و تقریبی می‌باشد و مسائل گازهای گلخانه ای واردات و صادرات برق اتمی و مسائل محیط زیست و .. اعداد را به صورت تقریبی درآورده است که البته چندان خسارتی را در محاسبات حاصل نمی‌کند.

آرژانتین

در سال ۲۰۰۳، ۸/۶ درصد از بازده برق آرژانتین از طریق انرژی هسته ای تولید می شد. آرژانتین در حال حاضر ۲ مرکز نیروی هسته ای در حال کار دارد. *357 MW AUTCHAI* و *618 MW EMBLASE* الکتریسیته هسته‌ای *SA* هم دارای تجهیزات است و هم از این‌ها استفاده می‌کند. سومین نیروگاه به نام نیروگاه *745 MW AUTCHAI1* زیر ساخت است. کار کردن بر روی تجهیزات *AUTCHAI1* در سال ۱۹۹۴ با مکثی همراه بود (بعد از

اینکه دولت در خصوصی کردن تجهیزات موجود ناموفق عمل کرد). دولت در دسامبر ۲۰۰۳ اعلام کرد که قصد دارد ۳۰۰ میلیون دلار جهت کامل کردن پروژه خرج کند. دولت امید داشت تا ساخت و ساز را تا پاییز ۲۰۰۴ آغاز کند و تا سال ۲۰۰۸ به اتمام برساند.

ارمنستان

در سال ۲۰۰۳، انرژی هسته ای ۳۵/۳ درصد از بازده الکتریسیته ارمنستان از طریق انرژی هسته‌ای تولید می شد.

مسائل انرژی داخلی که *METSAMOK NO CLEAR POWER POINT*

ارمنستان یک نیروگاه هسته‌ای مورد بحث دارد که دو رآکتور مدل *VVER* با ظرفیت مشترک $815 MW$ در مارچ ۱۹۸۹ توسط اتحادیه شوروی به دلیل امنیتی متوقف شد. زمین‌لرزه تخریب کننده‌ای که در سال دسامبر ۱۹۸۸ در ارمنستان رخ داد اگر چه با مواجه شدن با انتقادهای کشورهای ترکیه و آذربایجان به دلیل کمبود سوخت‌های فسیلی و مسائل اقتصادی دولت ارمنستان در ۵ نوامبر ۱۹۹۵ تصمیم گرفت تا دوباره واحد دوم $440 MW$ را به راه بیاندازد.

صنایع انرژی و بازاریابی در بلژیک: بلژیک در سال ۲۰۰۳، ۵۵/۵ درصد از بازده برق بلژیک از طریق انرژی هسته‌ای تهیه می‌شد. انرژی هسته‌ای بلژیک سابقه طولانی دارد و اولین رآکتور این کشور در سال ۱۹۶۲ به راه افتاد. اگر چه رآکتورها بیش از نیمی از بازده برق بلژیک را تشکیل می‌دهند، اما آینده این صنعت بسیار نامعلوم است. در ژانویه ۲۰۰۳ یک، مسئله‌ای مورد سؤال قرار گرفت. (به طور قابل توجهی آلمان و سوئد) که اگر انرژی هسته‌ای نباشد چه چیزی جایگزین آن خواهد شد؟ انتخاب سوخت‌های فسیلی و وظیفه دستیابی مطلوب فرآورده و بهبود استانداردهای کیفیت هوا بسیار دشوارتر خواهد شد. انرژی‌های جدید قانون بلژیک، راه اندازی رآکتورهای هسته‌ای را تا ۴۰ سال محدود کرده است. قدیمی ترین رآکتور در بلژیک (۳ واحد) در سال ۱۹۷۵ کامل گردید و جدیدترین آن در سال ۱۹۸۵ تکمیل شد.

متوقف کردن برنامه به نظر غیر معقول و گران می‌رسد. انرژی هسته‌ای اکنون ۵۶٪ از برق بلژیک را شامل می‌شود. بنابراین مقدار قابل توجهی تقسیم ظرفیت در سال ۲۰۱۵-۲۰۲۵ تحت قانون نیاز به "جا به جایی" دارد. هیچ کدام از این جا به جایی مربوط به امنیت مراکز

ندارد. قانون بستن از دوره شرکت حزب سبز در ائتلاف که دیگر وجود ندارد. دیگر حزبها در بلژیک نظریه های ترکیبی در مورد انرژی هسته ای دارند بعضی ها با انرژی هسته ای موافقند و عده ای کمی با بستن واحدهای آن موافقند. دولت حاضر بلژیک، سیاست بستن را دوباره ارزیابی کرده و در حال حاضر قصد سخت گیری کمتری روی قانون دارد. این قانون شکل ماده نیروی *MOYEAUR* می باشد که اجازه می دهد تا تاریخ تقلیل شدن صوری به کار خود ادامه دهد. بنابراین تخمین ها قانون انرژی هسته ای موجود را پذیرفته اند اما برنامه را نپذیرفته اند. ۲ رآکتور اجازه فعالیت تا سال ۲۰۲۵ را دارند و مضافاً هیچ ساخت و ساختنی دیگری برنامه ریزی نشده است.

برزیل

در سال ۲۰۰۳ انرژی هسته ای حدود ۳/۶٪ درصد بازده برق برزیل را شامل می شد.

انرژی هسته ای

برزیل ۲ نیروگاه هسته ای در حال فعالیت دارد یکی با نام *GW ANGRA1* ۰/۶۶ و دیگری *GW ANGRA2* ۱/۳۵ که با برنامه ریزی نیروگاه، قبلاً ساخته شده و ۷۰۰ میلیون دلار ارزشی دارد که از ذخایر موجود استفاده می کنند و *ANGRA3* حدوداً کامل شده است. نیروگاه *GM* ۱/۳۵ برنامه ریزی شده بود تا در سال ۱۹۸۸ راه اندازی شود اما کمبود حمایت سیاسی و مالی مکرراً تکمیل پروژه را به تعویق انداخته است. *FRAME ATOME* فرانسه شرکت مشترک المنافع بین شرکت انرژی هسته ای *AREVA* فرانسه و گروه مهندسی آلمانی *SIMENS* می باشد ظاهراً موافقت خود را برای تکمیل نیروگاه نشان داده اند اما هنوز مسئله کامل نشده و این نیروگاه ناقص مانده است.

بلغارستان

در سال ۲۰۰۳ انرژی هسته ای حدود ۳۷/۷ درصد بازده برق بلغارستان را شامل می شد. تجهیزات هسته ای بلغارستان *KOZLODUY* به کشور این موقعیت را داد تا بتواند صادر کننده انرژی هسته ای در منطقه برای ترکیه و بالکان باشد. اما متخصص از اتحادیه اروپا نگرانی های خود را بر سر *KOZLODUY* مطرح کرده اند که خواستار بر چیره شدن تاسیسات رآکتورهای *NO3* و *no4* نیروگاه تا سال ۲۰۰۶ شدند (حدوداً ۵ سال جلوتر از برنامه)، به دنبال ورود به اتحادیه اروپا در سال ۲۰۰۷ دولت بلغارستان در اکتبر ۲۰۰۲ بر سر

بستن *KOZLODUY3* و *KOZLODUY4* (در صورتی که کمیسیون اروپا جبران صادرات مالی را بپردازد) پذیرفت. اگر چه بعداً تصمیم دولت توسط دو دادگاه بلغارستان شد و آینده سوخت منطقه و کشور و بالا رفتن اتحادیه اروپا مورد بحث باقی ماند. بلغارستان نیز بر سر ساخت یک نیروگاه هسته ای را در *BELANE* حدود ۲۵ مایل غربی *KOZLODUY* موافقت کرد. شرکت‌های متعدد بین‌المللی در ساخت تجهیزات علاقه نشان داده اند اما جدول زمان بندی تا به حال مشخص نشده است.

کانادا

در سال ۲۰۰۳، ۱۲/۵ درصد برق کانادا از طریق انرژی هسته ای تأمین شد. *AECL* کانادا به صورت جسورانه ای در ساخت و ساز رآکتور، ارتقاء پیدا کرده است. جدیدترین طراحی *AECL* به نام *ACR700* در آمریکا و کانادا و تا حدی در انگلیس مورد توجه قرار گرفته است. *AECL* اعلام کرده که قصد کامل کردن یک *ACR700* را در کانادا تا سال ۲۰۱۲ و یا ۲۰۱۳ دارد. *BRUCE POWER ONTORIO POWER GENERATION* نظرات خود را در مورد رآکتور جدید طی سال ۲۰۰۴، (یا احتمالاً ۲۰۰۵). در شهرهای دیگری که نسبت به انرژی هسته ای جدید علاقه نشان داده اند شامل *SASKAT* *CHEWER* و *ALBERTA* می باشند. در حالی که محرک اصلی برق است برای خارج کردن روغن از خاک های *ATHA BASKAN* مسائل مطرح شده است. مورد پروژه *ACR700 E* جدید برای سال ۲۰۲۵ می باشد اگر چه ممکن است در حال حاضر دومین واحد طراحی بزرگتر از *ACR 700* در مرحله آماده سازی باشد. همه رآکتورهای کانادا جدید نیستند و ممکن است تا سال ۲۰۲۵ تعدادی از آن ها از کار بیفتند. هنوز مبهم است که آیا همه واحدهای *PICKERING*، *BRUCE* قدیمیتر دوباره آغاز به کار کنند. ممکن است با حداقل شروع مجدد یک رآکتور *BRUCE* اتفاقی بر عکس بیفتد یا نه.

رآکتورهای ساخته شده کانادایی (شامل واحدهای صادر شده)

انرژی اتمی کانادا *LIMITED*، اخیراً با نمونه جدید رآکتور *CANDU* توسعه یافته است. *CANDU* نام تجاری برای رآکتور طراحی شده کانادایی و رآکتور آب سنگین فشرده شده است که در حال حاضر در آمریکای شمالی و آمریکای جنوبی و در آسیا مورد استفاده است.

چین

در سال ۲۰۰۳، ۲/۲ درصد تولید الکتریسیته چین از طریق انرژی هسته‌ای تامین شده است. ویژگی چین: (هیچ کشور دیگری در آسیا (یا هر جای دیگر در قاره) به سرعت چین پیشرفت نکرده است). بر اساس ویژگی آماده شده توسط *CHINESE NUCLEAR INDUSTRY ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION* این شاخصه یک نقشه تعاملی دارد که ترتیب زمانی تاریخی توسعه انرژی هسته‌ای تجاری در چین ایجاد کرده که وضعیت جاری انرژی هسته‌ای و پروژه‌های هسته‌ای آینده را خلاصه می‌کند.

جمهوری چک

در سال ۲۰۰۳، ۳۱/۱ درصد انرژی الکتریسیته جمهوری چک از طریق انرژی هسته‌ای تامین شده است.

هم تولید و هم مصرف برق در کشور جمهوری چک در سال‌های اخیر افزایش پیدا کرده است. بین سال‌های ۱۹۹۳ و ۲۰۰۲ تولید برق در کشور ۲۹٪ از *BKWH* ۵۵/۶ به *BKWH* ۷۱/۸ افزایش پیدا کرده است. در حالی که مصرف برق ۱۰/۳ درصد از *BKWH* ۴۹/۶۱ به *BKWH* ۵۵/۳۳ افزایش پیدا کرد. در سال ۲۰۰۲، شبکه صادرات انرژی کشور به طور تخمینی *BKWH* ۱۶/۴۲ به آلمان، اتریش و *SOLVALUA* صادرات برق در سطح زیادی برای جمهوری چک اهمیت پیدا کرده است (به خصوص با آغاز نیروگاه هسته‌ای *TEMELIN* در سال ۲۰۰۱). همچنین جمهوری چک تصمیم به بالا بردن تقسیم منابع انرژی نو به استفاده کلی منابع اولیه انرژی به حدود ۳ تا ۶ درصد سال ۲۰۱۰ که و حدود ۴ الی ۸ درصد سال ۲۰۲۰.

COSKE ENERGETIC ZODUY شرکتی در جمهوری چک می‌باشد که حدود ۷۴٪ انرژی کشور را در سال ۲۰۰۳ تامین کرد. این شرکت دو تا از نیروگاه‌های هسته‌ای کشور (*DUKOVANY & TEMELIN*) به علاوه ۱۰ واحد از نیروگاه‌های زغال سنگ، نیروگاه‌های *HYDRO POWER* و دو نیروگاه با دو یک نیروگاه خورشیدی را می‌گرداند. شرکت *CEZ* از ۸ شبکه منطقه‌ای الکتریسیته کشور ۵ واحد را تشکیل می‌دهد. *E.5 N* آلمان دو تا از تقسیم‌کنندگان منطقه‌ای را تشکیل می‌دهد (*JME, JCE*) در می ۲۰۰۴ مطابق با تنظیمات ضد مونوپولی *CEZ* مناقصه‌ای را برای ۳۴٪ از سهام در *PIAZ SKA ENERGETICAL* (شبکه منطقه‌ای برای پراگ) اقدام کرد، که خرید آن قرار است در

نوامبر ۲۰۰۴ گذاشته شد. دیگر سهامداران در *PR* شامل یک سهام ۵۰/۸ درصد انرژی خریداری شده که با شرکت *(ENBW) ENERGEI BADEN WURTTMBERG* و *RWE* و سهام‌های کوچکتری منحصر به پراگ می‌باشند. مقامات ضد مونوپولی نیز جهت درست کردن سهام اکثریت (۹۷/۷۲٪) در *CESKA* و *STREDO* و ۳۴۴٪ سهام فرعی در *CEPS*، در شبکه عملکرد انتقال نیازمند است. در جون ۲۰۰۳ هدف دولت برای ۶۷٪ سهام در *CEZ* به طور موقت متوقف شد، این توقف بیشتر به دلیل اعتماد به محوطه نیروگاه *TREMLINE* بوده است. تلاش جدید برای خصوصی سازی شرکت تا سال ۲۰۰۵ کامل شد و دیگر تولید کنندگان برق در جمهوری چک شامل *US_ BASED APPAIN* و *ENERGY GZEEH* و *UK_ GENERATION* جمهوری چک دو نیروگاه هسته ای به نامهای *DUKOVANY* و *TEMEDIN* دارند. در سال‌ها تاخیر در ۹ اکتبر ۲۰۰۳ *NUCLEAR SAFETY AUTHORITY* نیروگاه *TMELIN* که در فاصله ۳۷ مایلی از مرز اتریش قرار داشت منظم شد. اولین رآکتور در دسامبر ۲۰۰۰ به شبکه الکتریسیته متصل شد. رآکتور دوم در ۱۸ آوریل ۲۰۰۳ آغاز به کار کرد. شروع کار قطعی هر دوی رآکتورها می ۲۰۰۳ بود. در سال ۲۰۰۳، دو نیروگاه هسته‌ای ۳۰٪ ظرفیت تولیدی *CEZ* و ۴۲ درصد از انرژی شرکت را تشکیل می‌دادند. *TEMELIN* از زمانی که اولین سوخت و ساز در سال ۱۹۸۶ بحث برانگیز بوده است. رقبا بر سر این مسئله بحث دارند که این برنامه ضروری نیست و مطرح کردند که جمهوری چک بیشتر از مقدار برقی که مصرف می‌کنند برق تولید می‌کند و بهبود شبکه های تقسیم کننده موجود بهتر از ایجاد ظرفیت های جدید تولید می باشد. اگر چه *TEMELIN* استانداردهای امنیتی *EU* را برآورد کرد. و برای نیروگاه بی انرژی گسترش دهند. محیط زیست شناور چک و اتریشی امنیت این مسئله ما بین مطرح است زیرا طراحی روسیه و سوخت غربی و تکنولوژی امنیتی را با هم ترکیب کرده‌اند. در جون ۲۰۰۴، *TEMELIN* یک حادثه کوچکی را هنگامی که آب رادیواکتیوی از رآکتور دوم خارج می‌شد، تجربه کرد.

THE CZEEH STATE AUTHORITY برای *NUCLEAR SAFETY* بر این اعتقادند که این حادثه بی اهمیت بوده است.

فنلاند

اولین رآکتور هسته‌ای جدید در اروپای غربی بیش از ۱۰ سال است که ساخته شده است.

پارلمان با رای ۱۰۷ در تعامل ۹۷ رای برای ائتلاف دولت بر طرحی بحث برانگیز جهت ساخت رآکتور اتمی برای تهیه ضمانت طولانی و مدت انرژی وابستگی خود را از آژانس انرژی اتمی از روسیه قطع کرد و اهداف گاز گلخانه ای را برآورده کرده است. ممکن است تا سال ۱۹۹۱ این اولین نیروگاهی است که زمانی که فرانسه تصمیم به ساخت رآکتور جدیدش و تصمیمات مشابه در جاهای دیگر اروپا را پشتیبانی کرد.

رآکتورهای *VVER*: فنلاند اخیراً دو رآکتور *VVER* ساخت روسیه را دارد و برای ساخت رآکتور دیگری نیز قرار داد بسته است (اولین رآکتور جدید برای شروع ساخت در اروپا در بیش از یک دهه پیش می باشد).

فرانسه

در سال ۲۰۰۳، ۷۷٪ درصد تولید برق فرانسه را از طریق انرژی هسته‌ای تامین شده است. فرانسه در ساخت یک رآکتور نوع پروتو یک *EPR* داخلی پیشرفت کرده است. اگر چه طراحی زودتر در فنلاند کامل می‌شود. پروژه با تاثیر گذارترین بحث که آیا منتظر ماندن جهت طراحی جدید هوشمندانه باشند و یا خیر، چند نوع توسعه شمال آمریکا *GEN IV* و دیگر برنامه‌ها از قبیل برنامه بین‌المللی *APOLLO ESBWR ACR ۷۰۰* که تولید بیشتری واردات فرانسه خواهد داشت. تضادها بر سر مسئله انرژی هسته‌ای در فرانسه آن قدر هست که بحث‌های رسمی عمومی را تشویق می‌کند، اما به طور جدی هیچ پروژه‌ای را به تعویق نینداخته است. فرانسه در حال حاضر ۷۸٪ برق خود را از طریق انرژی هسته‌ای تامین می‌کند. اما نیروگاه‌های خود را تحت ظرفیت‌های عملکردی ضروری سازماندهی می‌کند. مقداری از برق هسته‌ای صادر می‌شود بنابراین وابستگی حقیقی هسته‌ای فرانسوی کمتر از حدی است که به نظر می‌رسد. اگر یک رآکتور جدید در دهه جدید شناخته شود ممکن است چند واحد از رآکتورهای جدید بسته شوند. زیرا نیروگاه‌های فرانسوی عمده‌تر جدید هستند که این مسئله موجب مخارج غیر ضروری می‌شود و صادرات انرژی ترجیح داده می‌شود. گرانی کمتر به معنای گسترش تولید انرژی هسته‌ای که به روزرسانی نیروگاه‌های موجود و یا بهبود کیفیت تجهیزات همانطور که تقاضاها بیشتر می‌شود، منجر می‌شود به پروژه‌ها که بسته نمی‌شود حتی اگر مورد بحث قرارگیرند. این مورد در رابطه با پروتو تایپ *PHENIX* که متوقف می‌شود، صدق نمی‌کند. فراتر از *EPR* اصلی تنها دو رآکتور اضافی اصل برنامه‌ریزی شده است. (همه در طی دهه آخر دوره پروژه‌ها).

راکتورهای منحصر به فرد در قرن ۲۱، فرانسه دو واحد از بزرگترین راکتورهایی که تا به حال ساخته شده است را مطرح کرد. این دو راکتور جزء بزرگترین راکتورهای جهان محسوب می‌شوند است.

آلمان

در سال ۲۰۰۳، ۲۸/۱ درصد تولید برق آلمان از طریق انرژی اتمی تامین شده است.

نیروگاه هسته ای

در حال حاضر آلمان در رتبه بندی دنیا از نظر ظرفیت هسته‌ای چهارمین کشور بعد از آمریکا، فرانسه و ژاپن قرار دارد. ۱۹ نیروگاه هسته‌ای آلمان ۲۰٪ ظرفیت تولید برق آلمان را تامین می‌کند (حدود ۳۰ درصد تولید حقیقی را بر عهده دارد) *ENBW, HEW, RWE, E.ON* دارای ظرفیت تولید انرژی هسته‌ای می‌باشند.

از انتخابات سپتامبر ۱۹۹۸ انرژی هسته‌ای مسئله بحث برانگیزی بوده است. *THE GREENS* حزب محیط زیستی که بخشی از قانونگذاری اتحادیه است. مخالف استفاده از انرژی هسته‌ای می‌باشد صدر اعظم *SCHRODER* تصمیم گرفت تا در سال ۲۰۰۵ همه ۱۹ راکتورهای هسته‌ای را تعطیل کند. اما این تا زمانی بود که مقام خود را اصلاح کرده بود. در ژوئن ۲۰۰۱ دولت به طور رسمی قراردادی با شرکت‌های خدمات رفاهی امضاء کرد تا انرژی هسته‌ای را کم کم متوقف کند و در آوریل ۲۰۰۲ پارلمان آلمان لایحه انرژی هسته‌ای کشور جهت بررسی در این اصلاحیه تجدید نظر کرد. هر نیروگاه هسته‌ای مقدار معینی از برق را تولید می‌کند. نیروگاه های هسته‌ای دوره زمانی حدود ۳۲ سال خواهند داشت. صحیح می‌تواند کل حذفیات انرژی هسته را تا سال ۲۰۲۱ اصلاح کند، مانند جدیدترین نیروگاه هسته‌ای که در سال ۱۹۸۹ باز شد. مقدار تولیدات قابل انتقال است. اگر یک نیروگاه قدیمی‌تر قبل از رسیدن به سقف تولید تعطیل شود تولیدات باقی‌مانده می‌تواند به نیروگاه جدید انتقال پیدا کند.

برخی از مشاهده‌کنندگان پیشنهاد کرده‌اند که تعداد کمی از جایگزین‌های عملی اقتصادی وجود دارد که به سرعت جابه‌جا شود مثل بخش مهمی از سوخت سیکل ترکیبی تولید، به خصوص به دنبال بخش انرژی همان‌طور که در بازارهای اروپایی آزاد شدند جابه‌جایی نیروگاه‌هایی که بیشتر از همه مستهلک شده‌اند به سختی اثبات می‌شوند. به صورت واضح تر اگر چه

هزینه‌های بالای (هزینه‌های بالای ثابت تا دوره طولانی افت قیمت و دوره طولانی سالانه فعالیت) که مرتبط با تولید انرژی هسته ای می تواند جهت کم کردن قوانین انرژی هسته ای در بخش انرژی آلمان، عمل کند. راه‌اندازی انرژی هسته‌ای برنامه‌اصلی جهت کم کردن مخارج تولید و هزینه‌های زباله جهت قیمت رقابتی بیشتر می‌باشد. برخی از مجریان در صنعت هسته‌ای آلمان بر این عقیده هستند که قرارداد جون ۲۰۰۱ جبران ناپذیراست و کمبود برق و یک تغییر در اوضاع سیاسی احتمالاً منجر به تغییرات در تولید انرژی هسته‌ای شود.

مجارستان

در سال ۲۰۰۳، انرژی هسته‌ای حدود ۳۲/۷ درصد بازده برق مجارستان را تامین کرده است. در سال ۲۰۰۲، مجارستان در حدود ۳۴/۱ *BKWH* انرژی هسته‌ای تولید کرده است. در حالی که *BKWH* ۳۶/۰ برق استفاده می‌کنند، این موضوع سبب شده تا کشور واردکننده انرژی شود. نیروگاه هسته‌ای *PAKS* بزرگترین تولیدکننده برق در مجارستان می‌باشد که حدود ۴۰٪ برق کشور را در سال ۲۰۰۲ تولید کرده است. *VERTESI, PAKS* نیروگاه هسته‌ای به سیستم *MVM* عمل کرده است، که شبکه ولتاژ بالا شبکه مجارستان را نیز می‌گرداند. در کنار *PAKS* تولیدکنندگان اصلی قدرت در مجارستان *MW* ۸۳۶ در نیروگاه ذغال سنگی *MATRA*

(*RWE 50/96%, MVM 25/5%, ENBW 21/6%* و نیز *2000_MW* نیروگاه گازی/نفی *DUNAMENT*)

نیروگاه هسته ای مجارستان

نیروگاه انرژی هسته‌ای *PAKS* در مجارستان شامل ۴ طراح روسی می‌باشند. تولید دوم واحدهای رآکتور *VVER 440/213* می‌باشد. برنامه‌هایی جهت نه فقط توسعه ظرفیت تولید با ۸٪ بلکه توسعه دوره فعالیت نیروگاه‌های جدید که تا ۲۰ سال طول می‌کشد و زندگی طبیعی ۴ واحد بین سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۱۷ خاتمه پیدا می‌کند انجام دهد. جهت اطمینان از فعالیت مداوم نیروگاه سیستم مدرن‌سازی باید از سال ۲۰۰۸ شروع شود.

هند

در سال ۲۰۰۳ انرژی هسته ای حدود ۳/۳ درصد بازده برق هند را تامین کرده است. هند تلاش می کند تا ظرفیت تولید انرژی الکتریکی را افزایش می دهد، همان طور که تولیدات

جاری به طور جدی کمتر از تقاضا می باشد. اگر چه در حدود ۸۰٪ جمعیت به برق دستیابی دارند ولی قطع برق مسئله ای عادی است و غیره، بی اعتماد بودن تولید برق آن قدر شدید است که موجب الزامی برای پیشرفت کلی اقتصادی کشور گردد. دولت قصد داشته تا ۱۰ سال آینده ظرفیت تولید را تا ۱۰۰,۰۰۰ مگاوات افزایش دهد که در ژانویه ۲۰۰۲ ظرفیت تولید انرژی کلی هند ۱۲۰,۰۰۰ مگاوات بوده است. افزایش ظرفیت تولید کشور به همراه هدف کلی جهت آزادی اقتصادی در هند در دهه ۱۹۹۰ خارجیان را علاقه مند به سرمایه گذاری و ایجاد *INDEPENDENT POWER PRODUCERS* کرد. در حالی که تعدادی از پروژه ها نپذیرفته شد، اغلب پروژه های بزرگ با تاخیر پذیرفته شدند، در بعضی موارد بعضی ها به دلیل نبود امنیت کافی سرمایه گذاری شکست خوردند *SEB* هیئت مدیره اجرائی برق هند، که تقسیم قدرت و تاسیسات ظرفیت تولید را بر عهده دارد. در موقعیت مالی بدی قرار داشت. با هزینه های فراوان (به خصوص در بخش کشاورزی) دیگر مشکلات شامل سطح بالای انتقال و ضررهای تقسیم و شیوع سرقت و انرژی به دلیل این که *SEB* خریدار اصلی انرژی از پروژه های *IPP* می باشد، حل کردن مسائل مالی جهت جذب سرمایه لازم جهت اطمینان کشور به اندازه کافی برای انرژی برق مسئله مهمی است.

در جولای سال ۱۹۹۸ دولت هند، قوانین مربوط به سرمایه گذاری خارجی در بخش انرژی را آسانتر کرد. مطرح کردن سرمایه گذاری تا ۱۵ میلیارد *RUPEES* که با ۱۰۰٪ سهام مالکیت خارجی حالا به صورت خودکار پذیرفته می شود. این توافقنامه توسط سرمایه گذاران در تولید و یا تقسیم از هیدروالکتریک یا ذغال سنگ، یا نیروگاه تولید گاز (اما نه) برای ایستگاه نیروگاه هسته ای و شبکه های تقسیم مرتبط سیاست قبلی فقط تا سقف ۷۴٪ سهام مالکیت خارجی مورد تایید است.

برای ساخت جدیدتر توسعه (*EUROP FOR*) اما این وام در دسامبر ۲۰۰۱ تخصیص داده شد. اگر چه در اواخر سپتامبر ۲۰۰۳ صحبت های دو طرف از سر گرفته شد. برنامه محیط زیست و دیگران به عنوان ظرفیت اضافه در اوکراین مورد نقد قرار گرفت.

انگلیس:

در سال ۲۰۰۳، ۲۳/۷ درصد بازده برق انگلیس از طریق انرژی هسته ای تامین می شد.

انرژی هسته ای :

در سال ۱۹۹۵، دولت اعلام کرد که نیروگاههای جدیدتر خود را خصوصی می‌کند. در حالیکه مالکیت نیروگاههای قدیمی را نیز حذف می‌کند. در سال ۱۹۹۶، نیروگاههای جدیدتر خصوصی‌سازی شدند و *BIRIST ENGERY* به شرکت سرمایه‌گذاری *SCOTISH NUCLEAR , NUCLEAR ELECTRIC* تبدیل شد. که در سال ۱۹۹۸ به عنوان *BRITISH ENERGY GENERATION* تولیدکننده انرژی هسته ای در انگلیس شناخته شد. *BRITISH ENERGY* ثبت نیروگاه هسته ای در انگلیس را به طور فعال دارد که همه این نیروگاهها کاملا خصوصی سازی شده اند هر نیروگاه شامل ۲ راکتور پیشرفته *GAS-COOLED* است (به جز *SIZE WELL B* که یک راکتور آب فشرده مدرن است). نیروگاه های هسته ای همزمان با نیروگاههای غیر هسته ای خصوصی سازی نشده اند. از ۳۳ راکتور انگلیس ۲۶ تای آنها با طراحی قدیمی *MAG NOX* می باشد. ۶ تا از راکتورهای *MAG NOX* تعطیل شده اند. اما نیروگاههای باقی مانده *MAG NOX* توسط *BRITISH NUCLEAR FUELS* مشغول به فعالیت هستند.

ویتنام

شرکت تولید برق ویتنام بر روی برنامه ای جهت گسترش شبکه برق کشور تا سال ۲۰۲۰ کار می‌کند که تعدادی از شبکه های منطقه ای را به هم وصل می کند. تا سال ۲۰۰۵، شرکت برق ویتنام قصد دارد نیروگاههای هیدروپاور (انرژی آب) را در مناطق مرکزی ۳ سد انرژی آب با ظرفیت حدود ۲۸۵ تا ۳۷۵ مگاوات برنامه‌ریزی شد و ساخت اولین سد در *DO NINH* در سال ۲۰۰۱ شروع شد. شرکت برق ویتنام همچنین قصد دارد تا مصرف گاز طبیعی ویتنام را با استفاده گاز از زمین های اطراف ساحل جهت سوخت نیروگاههای جدید افزایش دهد. ۲ نیروگاه کوچک گاز به تازگی در حال فعالیت هستند. ساخت اولین نیروگاه ویتنام نیز در برنامه است و قرار است تا سال ۲۰۲۰ تکمیل شود. در مارس ۲۰۰۴، شرکت برق ویتنام اعلام کرد که ۱ الی ۳ میلیارد دلار برای ساخت و مرمت نیروگاه در سال ۲۰۰۴ می باشد که ظرفیت ۱/۵۱۰ مگاواتی دارد. پروژه شامل

DONG NO3, SE SAN4, BAC BINH, SONG BATA و نیروگاههای ابی *QUANG NINH, DANG NONH* و گسترش *NINH BINH* و نیروگاه

گرمایی *OMON600* مگاوات می‌باشد. به علاوه نیروگاه‌های هسته‌ای ایستگاه *TAN DINH 500 KV* نیز قرار است ساخته شود و *COILAY-O MON* که بخشش خط انتقال قدرت *NHA BE-O MAN 500KV* در سال ۲۰۰۴ ساخته می‌شود.

نیاز برای برق در مکزیک در دهه گذشته افزایش پیدا کرده است. *Soner* پیش‌بینی کرده که نیاز به برق بین سالهای ۲۰۰۳ و ۲۰۱۰ حدود ۵,۶٪ افزایش یافته است. مناطقی که بیشترین نیاز را پیدا می‌کنند شامل *Baja California* و *Yucatan Peninsula* می‌باشد و دلیل آن نیز توسعه صنعت و جنوب توریست می‌باشد براساس پیش‌بینی کشور، کشور حدود ۵۰ میلیارد دلار جهت سرمایه‌گذاری برای دهه آینده نیاز دارد تا بتواند نیاز برق را تأمین کند.

هلند

در سال ۲۰۰۳ حدود ۴/۵ درصد از بازده برق هلند از طریق انرژی هسته‌ای تأمین شده. صنعت انرژی هسته‌ای هلند شامل یک راکتیو کوچک قدیمی است که برای آینده برق ناچیز به نظر می‌رسد. تلاشهایی که برای بسته شدن این راکتور بود متوقف شد ولی هنوز انتظار می‌رود تا این راکتور با اتمام دوره گواهی شده تعطیل گردد و اخیراً صحبت‌هایی در مورد راکتور جدید بوده است ولی هنوز برنامه‌ریزی نشده است.

کره شمالی

قبل از سال ۱۹۹۴ برنامه هسته‌ای کره شمالی برای امنیت منطقه‌ای نگرانی ایجاد می‌کرد زیرا تکنولوژی راکتور *Graphite* پلوتونیوم *FIS* تولید کرد که در سلاح‌های هسته‌ای می‌توان از آن استفاده کرد.

کره شمالی در مارس ۱۹۹۳ هنگامی که اعلام کرد که می‌خواهد از *Nuclear Non-Proliferation Treaty* عقب نشینی کند مورد انتقاد واقع شد.

در جون ۱۹۹۳، کره شمالی بعد از صحبت با آمریکا موافقت کرد که عقب‌نشینی خود را "مطلقاً" کند.

در اکتبر ۱۹۹۴ تحت *Agread Frame Work* (مذاکره شد با آمریکا، کره شمالی موافقت کرد تا برنامه هسته‌ای خود را در عوض ۲ راکتور آب سبک فشرده (*Freeze*) (که به نظر می‌رسد کمتر قابلیت تولید پلوتونیوم برای سلاح‌های هسته‌ای) و ۵۰۰,۰۰۰ تن هر ساله (حدود ۳,۳ میلیون بشکه) از نفت سنگین برای برآوردن احتیاجاتش

تا زمانیکه اولین راکتور جدید عملی شود. *KEDO* یک کنسرسیوم بین‌المللی که توسط دولت امریکا (با کره جنوبی، ژاپن، اتحادیه اروپا و ...) رهبری می‌شود به منظور اجرای قرارداد بنا شده است. اتحادیه اروپا در سپتامبر ۱۹۹۷ به *KEDO* ملحق شد.

ژاپن قراردادی را در می ۱۹۹۹ امضاء کرد که طی آن در سال ۱۹۹۸ متعهد شد تا ۱ میلیارد دلار از بودجه راکتورهای آب سبک جدید تأمین کند، عملی که با آزمایش موشک آمریکای شمالی به تعویق افتاد. انتظار می‌رفت تا پروژه حدود ۴,۶ میلیارد دلار هزینه بر پا شد که کره جنوبی بیشترین سهم بودجه یعنی حدود ۳,۲ میلیارد دلار را تهیه کرد آمریکا و اتحادیه اروپا در تقسیم بودجه‌ها مشارکت داشتند.

ساخت راکتورهای آب سبک تحت قراردادی که با *KEPCO* در دسامبر سال ۱۹۹۹ اجرا گردید. آمادگی‌های اولیه کار در محل مورد نظر انجام شد و محکم‌سازی بنا در اگوست ۲۰۰۲ صورت گرفت پروژه با تاخیر زیادی مواجه شد و تکمیل اولین راکتور حداقل تا سال ۲۰۰۸ به تعویق افتاد در حالیکه شروع پروژه سال ۲۰۰۳ بود.

مانعی که پروژه با آن مواجه بود مسئله تضمین قابلیت اعتماد نیروگاه بود. *General Electric* اصولاً برای تولیدکنندگان انتخاب شده بود اما زمانیکه پروژه به حد مطلوب نرسید از پروژه خارج شد. در ژانویه سال ۲۰۰۱ اعلام شد که یک کنسرسیوم از شرکت‌های ژاپنی که توسط *Toshiba*, *Hitachi* رهبری می‌شد ژنراتورها را تأمین می‌کند.

در اکتبر ۲۰۰۲ طی افشاگری توسط آمریکای شمالی که یک برنامه سلاحهای هسته‌ای مخفیانه داشته است، پایه و اساس را تحت *Agreed Francoth* جهت ادامه ساخت راکتورها زیر سوال برد. در ۲۱ نوامبر سال ۲۰۰۳ *Executive Board of Kedo* که شامل آمریکا، ژاپن، کره جنوبی و اتحادیه اروپا می‌شود تصمیم رسمی گرفت که آمریکای شمالی مفاد لازم برای ادامه پروژه راکتور آب سبک را برآورد (رعایت) نکرده‌است. پروژه در حدود ۱ سال معلق ماند و (که از تاریخ ۱ دسامبر این دوره شروع می‌شود) آینده پروژه قبل از تمام شدن این دوره توسط *Excutive Board* مورد بحث و تصمیم‌گیری قرار می‌گیرد.

پاکستان

در سال ۲۰۰۳، حدود ۲,۴ درصد از بازده برق پاکستان از طریق انرژی هسته‌ای تولید می‌شد. پاکستان ظرفیت ۱۸ گیگاواتی تولید برق را دارد. نیروگاههای گرمایی که از نفت، گاز طبیعی و ذغال سنگ استفاده می‌کند حدود ۷۰٪ این ظرفیت *(Hydro) Hydroelectricity*

حدود ۲۸٪ و نیروگاههای هسته‌ای ۲/۵٪ این ظرفیت را تشکیل می‌دهند. ظرفیت کلی تولید برق پاکستان در سالهای اخیر به سرعت افزایش یافته‌است و دلیل این امر سرمایه‌گذاری کشورهای خارجی است که منجر به کاهش کمبود برق که اغلب در زمانهای اوج مصرف برق است می‌باشد. اگر چه خاموشی دوره‌ای هنوز در برخی نقاط لازم است. قحطی‌های دوره‌ای در وجود *HYDRO POWER* تاثیر می‌گذارد. با وجود اکثریت مناطق روستایی پاکستان که هنوز منتظر دریافت انرژی برق هستند و کمتر از نصف جمعیت روستایی به شبکه ملی متصل هستند نیاز در حال افزایش برق در طولانی مدت انتظار می‌رود، اگر چه در کوتاه مدت پاکستان ظرفیت تولید اضافه را نیز دارد. بخش انرژی برق در پاکستان برای خود دولت می‌باشد اگر چه برنامه خصوصی‌سازی نیز مورد بحث است. مهمترین تجهیزات کشور *WATER AND POWER DEVELOPMENT AUTHORITY (WAPDA)* و *KARACHI ELECTRICITY SUPPLY CORPORATION (KESC)* می‌باشد که تنها به *KORACHI* و مناطق اطراف را تحت پوشش می‌گیرد. *WAPDA* و *KESC* با هم همه برق پاکستان را منتقل و پخش می‌کنند که حدود نصف مصرف‌کنندگان خانگی و حدود یک سوم مصرف‌کنندگان صنعتی و بقیه مصرف‌کنندگان تجاری و دولتی می‌باشند.

رومانی

در سال ۲۰۰۳، انرژی هسته‌ای ۹/۳ درصد بازده برق رمانی را تشکیل داده‌است. نیروگاه هسته‌ای *CERNAVODA* در رمانی حدود ۱۰٪ تولید برق این کشور را در سال ۲۰۰۱ به خود اختصاص داده است. در سال ۲۰۰۳ رمانی در حال کارکردن بر روی رآکتور دوم می‌باشد و امیدوار بود تا در سال ۲۰۰۶ کار خود را به اتمام برساند. در اکتبر ۲۰۰۳، دولت رمانی اعلام کرد که نقشه‌هایی برای تجدیدنظر بخش برق کشور دارد (بعد از خاموشی‌ها در سال ۲۰۰۲) برنامه دولت قصد هزینه کردن ۱۰/۴ میلیارد دلار برای توسعه تجهیزات تولید هیدروالکتریک و هسته‌ای و به روز رسانی تاسیسات انتقال برق کشور تخصیص داده شده بود. انرژی هیدروالکتریک نیز نقش مهمی را در رمانی اجرا می‌کند (۳۰٪ تولید برق در سال ۲۰۰۱ از طریق انرژی هیدروالکتریک بوده است)

روسیه

در سال ۲۰۰۳، ۱۶/۵ درصد بازده برق روسیه از طریق انرژی هسته‌ای تامین می‌شد. بخش انرژی روسیه شامل ۴۴۰ نیروگاه گرمایی و هیدروپاور (حدوداً ۷۷٪ آن‌ها زغال سنگی هستند) و ۳۰ رآکتور هسته‌ای می‌باشد. ظرفیت تولید برق کلی سیستم ۲۰۵/۶ میلیون کیلووات بوده و در سال ۲۰۰۲ حدود ۸۵/۶ میلیارد کیلووات ساعت انرژی برق تولید کرده است. بعد از فروپاشی اتحادیه شوروی تولید برق هم افت چشمگیر و هم بهبودی تدریجی (بالای ۸٪ بین سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۲) از خود نشان داده است. مثل الگوهای مشابه نفتی، گاز طبیعی و زغال‌سنگ، تولید برق با شرایط اقتصادی بدی که پس از فروپاشی اتحادیه شوروی بود کاهش یافت. بهبود اقتصادی موجب افزایش مصرف برق از ۷۱۵ *BKWH* در سال ۱۹۹۸ به حدود ۷۸۰ *BKWH* در سال ۲۰۰۲ تبدیل شد که موجب افزایش تولید برق شد. انرژی گرمایی (گاز، نفت و زغال سنگ) حدود ۶۳٪ *HYDRO POWER* حدود ۲۱٪ انرژی هسته‌ای حدود ۱۶٪ تولید برق روسیه را تشکیل می‌دهند دولت روسیه اعلام کرد که در آینده قصد دارد تا نقش انرژی هسته‌ای و *HYDRO POWER* را به منظور صادرات بیشتر سوخت فسیلی افزایش دهد. روسیه ظرفیت تولید ۲۱/۲ میلیون کیلو وات انرژی هسته‌ای را دارد که بین ۳۰ رآکتور هسته‌ای فعال در ۱۰ مکان و همگی در غرب کوه‌های *VEAL* وجود دارند.

روسیه تعدادی از رآکتورهای کهنه که بیش از ۳۰ سال کار کرده بودند غیر فعال کرده بود، بسیاری دیگر از رآکتورها هم بیش از ۲۰ سال کار کرده‌اند. تا سال ۲۰۱۰ روسیه برنامه دارد تا پنج نیروگاه جدید را در سطح کشور بسازد. وزارت انرژی اتمی روسیه پیش‌بینی کرده که تا سال ۲۰۲۰ تولید انرژی هسته‌ای می‌تواند به ۳۰۰ *BKWH* برسد که این میزان بیش از دو برابر مقداری است که در سال ۲۰۰۲ تولید می‌شده.

رآکتورهای ساخته شده روسیه: اتحادیه قبلی شوروی فدراسیون جدید روسیه مدل‌های مختلف رآکتور را ساخته‌اند. رآکتورهای آب سبک فشرده تنها رآکتورهایی هستند که توسط فدراسیون ساخته شده‌اند اما ۲ طراحی دیگر نیز هنوز مورد استفاده‌اند.

اسلواکی

در سال ۲۰۰۳، ۵۷/۴ درصد بازده برق جمهوری اسلواکی از طریق انرژی اتمی تامین می‌شد. در سال ۲۰۰۱، اسلواکی دو نیروگاه هسته‌ای داشت که حدود ۵۴٪ بازده برق اسلواکی را تامین می‌کردند. نیروگاه جسلوسک بوهینس در ترناوا ۴ رآکتور هسته ای ۴۰۸۶ مگاواتی دارد که در حال فعالیت هستند.

آفریقای جنوبی

در سال ۲۰۰۳، ۶٪ بازده برق آفریقای جنوبی از طریق انرژی هسته ای تامین می‌شد.

برق

یکی از بزرگترین تجهیزات در جهان تقریباً همه برق آفریقای جنوبی (حدود ۹۵٪) را تامین می‌کند. ظرفیت تولید *ESKON* ۳۸/۲۱۱ مگاوات است که شامل یک نیروگاه هسته‌ای در کوبرگ (۶۶۱MW) و ۲ تجهیزات توربین گاز (۱۴۰۰MW)، شش نیروگاه هیدروالکتریک غیر اتمی (۶۶MW) و دو نیروگاه ذخیره پمپ هیدروالکتریک ($۱/۴۰۰\text{MW}$) می‌باشد. اسکوم همچنین شامل ۴ تجهیزات ذغال سنگی می‌باشد که ظرفیت ۳/۸۰۰ مگاواتی دارند. شهرهای آفریقای جنوبی دارای ظرفیت تولید ۲/۴۳۶ مگاوات می‌باشند که اکثریت آن ($۱/۹۳۲\text{MW}$) ذغال سنگی هستند. ظرفیت تولید اضافه ۸۳۶ مگاواتی نیز به‌طور خصوصی اضافه شده است.

کره جنوبی

در سال ۲۰۰۳، ۴۰ درصد بازده برق کره جنوبی از طریق انرژی هسته‌ای تامین می‌شد. کره جنوبی از مجموعه ظرفیت انرژی گرمایی (نفت، گاز و ذغال سنگ) و انرژی هسته‌ای و هیدروالکتریک جهت برآوردن نیازش به برق استفاده می‌کند با شروع سال ۲۰۰۲، ظرفیت کلی تولید حدود ۵۲ گیگاوات می‌باشد.

دولت کره جنوبی تخمین زده که تا سال ۲۰۱۵ نیاز به برق سالانه ۴ درصد افزایش یابد. در سپتامبر ۱۹۹۸، *KEPCO* به طور رسمی اعلام کرد که رآکتور شماره ۳ *ULCHIN* و ساخت نیروگاه شماره ۵ و ۶ را آغاز کردند. *ULCHIN* شماره ۳ ظرفیت تولید ۱ گیگاوات و اولین نیروگاه هسته‌ای که از اول طراحی تا آخر را خود با تکنولوژی کره جنوبی ساختند.

نیروگاه شماره ۴ *ULCHIN* در اواخر سال ۱۹۹۹ و شماره های ۵ و ۶ انتظار می روند تا سال ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ تکمیل می شود.

دولت کره جنوبی با برنامه هایی جهت خصوصی سازی

دولت کره جنوبی قصد داشت که *KEPCO* تولید برق خود را به نیروگاه های جداگانه تبدیل و انتقال و تولید تبدیل کرد. در اوائل سال ۲۰۰۱، *KEPCO* تولید برق خود را به ۶ زیرمجموعه تبدیل کند.

و ششمین نیروگاه، شامل همه نیروگاه های هسته ای *KEPCO* می باشد که قرار است تحت دارایی دولت با همدیگر همکاری کنند برنامه خصوصی سازی بحث برانگیز بوده است (با ترس بیکاری اتحادیه ها توسط مدیریت جدید و تعدادی از مخالفت های سیاستمداران به صاحبان خارجی)

در حالی که اکثر ظرفیت تولید کره جنوبی هنوز توسط *KEPCO* کنترل می شود. تعداد کمی از تولیدکنندگان قدرت غیروابسته نیز وجود دارند. قدرت *LG* که برای مجتمع گروه *LG* می باشد و نیروگاه برق غیر وابسته ای را با ظرفیت ۵۴۰ مگاوات در *BUGOK* حوالی *ASAN BAY* فعال ساخته است.

تاسیسات قرار است کار خود را در آوریل ۲۰۰۱ شروع سازد *LG POWER* نیروگاه های *ANYANG* و *PUCHON* را در جون ۲۰۰۰ خریداری کرد (با ظرفیت ترکیبی ۹۵۰ مگاواتی از *KEPCO* بعد از مناقصه رقابتی)

نیز در یک نیروگاه با ظرفیت ۵۱۹ مگاواتی *IPP* در *TULCHAN* با همکاری *HY UNDER* سرمایه گذاری کرده است. و دیگر توسعه پر اهمیت *IPP* اصلی کره جنوبی به نام *HANWHA* می باشد.

اسپانیا

در سال ۲۰۰۳ حدود ۲۳/۶ درصد بازده برق اسپانیا از طریق انرژی هسته ای تامین می شده است. در سال ۲۰۰۲، اسپانیا پنجمین بازار برق از لحاظ بزرگی در اتحادیه اروپا می باشد. (بعد از آلمان، فرانسه، انگلیس و ایتالیا) برای یک سال اسپانیا حدود ۲۱۸ میلیارد کیلو وات ساعت مصرف برق داشته که با افزایش ۳/۳٪ سالانه مواجه بوده است. از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۲ مصرف برق اسپانیا سالانه حدود ۶٪ افزایش پیدا کرده است. تولید برق اسپانیا شامل منابع

زیر می‌باشد. انرژی گرمایی (گاز طبیعی، نفت و زغال سنگ) که حدود ۵۲/۳٪ هیدرو حدود ۲۵/۲٪ و انرژی هسته‌ای که حدود ۱۴۰۹٪ و دیگر منابع تجدیدپذیر (بیشتر باد) ۷/۶٪ درصد تولید برق اسپانیا را بر عهده دارند. اسپانیا ۹ رآکتور هسته‌ای فعال و یک رآکتور غیرفعال به نام *VANDELLOSI* می‌باشد که در جولای ۱۹۹۰ از کار افتاد. *UNION FENOS* از قرار معلوم، قرار بوده نیروگاه هسته‌ای خود به نام *ZORITA* را در ۲۶ آوریل ۲۰۰۶ را ببندد (تعطیل کند)

در سال ۲۰۰۲ رآکتورهای هسته‌ای اسپانیا حدود ۵۹/۹ میلیارد کیلو وات ساعت تولید کرده (که با ۱٪ کاهش سالیانه روبراست).

بر طبق برنامه انرژی ۱۰ ساله جاری، قرار شده است که ظرفیت را بالا ببرند که به ترتیب گاز طبیعی و منابع تجدید پذیر سهم خود را به طور قابل توجهی در تولید برق حدود ۳۳/۱ درصد و ۲۸/۴ درصد تولید برق کلی را تا سال ۲۰۱۱ بر عهده بگیرند در حالی که انتظار می‌رود ذغال سنگ و نفت و انرژی هسته‌ای درصد کمتری از تولید برق را بر عهده بگیرند.

سوئیس

در سال ۲۰۰۳، ۳۹/۷ درصد بازده برق سوئیس را از طریق انرژی هسته‌ای تامین می‌شده است.

برق

بخش انرژی اوکراین از نظر ظرفیت دوازدهمین کشور جهان از لحاظ بزرگی محسوب می‌شود که حدود ۵۴ گیگاوات ظرفیت دارد که کمی بیشتر از ظرفیت ۵۲ گیگاواتی کره جنوبی می‌باشد. اگرچه تولید و مصرف به دلیل غیر وابسته بودن در حد زیادی کاهش یافته است و در سال ۲۰۰۱، ۶۰٪ تولید کره جنوبی می‌باشد. اوکراین در حال تغییر بخش برق با خصوصی سازی تجهیزات موسسات می‌باشد و همچنین کامل کردن ۲ نیروگاه هسته‌ای جدید در اوکراین، نیروگاه‌های انرژی گرمایی (نفت، گاز طبیعی، زغال سنگ) حدود ۵۰٪ انرژی هسته‌ای می‌باشد که ۴۰٪ انرژی هیدروالکتریک ۱۰٪ سهم تولید برق را به خود اختصاص داده‌اند. اوکراین این ظرفیت را دارد تا دو برابر احتیاجش انرژی تولید کند. سیستم برق کشور به سرمایه‌گذاری و حفاظت زیادی جهت انتقال برق نیاز دارند. زیرا در بین راه مقدار زیادی از برق هدر می‌رود.

در آوریل ۲۰۰۳، رئیس جمهور اوکراین آقای *KUCHMA* اعلام کرد که تمام ۲۷ شرکت‌های تقسیم برق منطقه‌ای اوکراین در ۲۰۰۳، ۲۰۰۴ باید خصوصی‌سازی شوند. اخیراً تنها ۶ شرکت توزیع برق به طور کامل خصوصی‌سازی شده‌اند.

تغییرات

در اوکراین ۴ نیروگاه انرژی هسته‌ای دارد. روی هم رفته این نیروگاه‌ها ۱۲/۸ گیگاوات برق تولید می‌کنند که ۲۴٪ ظرفیت تولید برق کشور را تشکیل می‌دهد. انرژی هسته‌ای اوکراین ۴۰٪ انرژی کشور را تشکیل می‌دهد که با کارآمدی و تعمیرات زمانگیری روبرو بوده است. در ۱۵ دسامبر ۲۰۰۰ اوکراین واحد ۹۲۵ مگاواتی نیروگاه *CHORNOBYL* برای جایگزینی برق تولید شده توسط چرنوبیل که مقامات اوکراینی می‌گویند حدود ۵۰٪ کل تولید کشور می‌باشد.

ساخت *KHMELINISKY2* و *RIYNOL* تحت نظر اتحادیه شوروی آغاز شده و کار هر دو حدوداً ۸۰٪ تمام شده بود که اوکراین غیروابسته شد و دچار کمبود بود چه شد. اوکراین می‌خواست تا ساخت هر دو رآکتور را با کمک گرفتن‌هایی از بانک اروپایی انجام دهد.

ایران

در سپتامبر ۲۰۰۴ هیچ نیروگاه هسته‌ای در ایران در حال کار نبوده است. ۲ رآکتور در حال برنامه‌ریزی برای روی کارآمدن است.

اخیراً ایران رآکتورهای حقیقی کوچک متعددی داشته است، به علاوه نیروگاه انرژی هسته‌ای در مقیاس بزرگ که در جنوب شهر بوشهر در حال ساخت است. ایران که انرژی هسته‌ای را برای اهداف صلح‌آمیز می‌خواهد و این موضوع به صادر کردن گاز طبیعی به خارج و همچنین به درآمد دولت کمک می‌کند.

ایران بر این اعتقاد است که تا سال ۲۰۲۰ حدود $7000 MW$ مگاوات انرژی هسته‌ای تولید خواهد کرد که ۱۰ درصد ظرفیت تولید انرژی کشور محسوب می‌شود. در سپتامبر ۲۰۰۳ آژانس انرژی اتمی بین‌الملل و تا ۳۱ اکتبر فرصت داد تا ضمانت کند که برنامه انرژی هسته‌ایش برای اهداف صلح‌آمیز است و آژانس از نیروگاه‌ها بازرسی سرزده به عمل آورد. در ۶ اکتبر ۲۰۰۳ آقای علی اکبر صالحی فرستاده ایران به آژانس گفت که اگر فشارهای غربی ادامه پیدا کند ایران از *NUCLEAR NON-PROLIFEROFIAN TREATY*

(*NNPI*) کناره گیری خواهد کرد. در ۳۰ اکتبر رئیس آژانس محمد البرادعی اعلام کرد که گزارش ایران بر سر فعالیتهای هسته‌ای به نظر جامع می‌رسد اما هنوز بر سر آن سوالات زیادی هست. در ۱۴ نوامبر وزیر خارجه ایران آقای کمال خرازی اعلام کرد که گزارشات از شفافیت کامل برخوردارند و همچنین اضافه کرد که گزارش آژانس روشن کرد که برنامه‌های انرژی هسته‌ای با اهداف صلح آمیز بوده است. در ۱۸ دسامبر ایران پروتکلی برای *NPT* امضاء کرد که طی آن به آژانس این اجازه را داد تا دستیابی وسیع تری بر روی نیروگاه‌های ایران داشته باشد. مشخص نیست که ایران چه زمانی پروتکل را تصدیق می‌کند. در اواسط مارس ۲۰۰۴ ایران اعلام کرد که بازرسان انرژی هسته‌ای را برای مدت نامشخصی بعد از اینکه آژانس لایحه‌ای از تصویب کرد که ایران در فاش کردن جزئیات فعالیت‌های قبلی هسته‌ایش شکست خورده است اگر چه ایران مختصراً اجازه‌ای جهت ادامه به آژانس داد.

در سپتامبر ۲۰۰۲ ایران و روسیه پروتکلی را برای همکاری صلح آمیز در انرژی هسته‌ای امضاء کردند. روسیه در نیروگاه هسته‌ای بوشهر به ایران کمک کرد که این همکاری ابتدا با آلمان غربی شروع شد اما در پی انقلاب ۱۹۷۸/۱۹۷۹ توقف پیدا کرد. مقدار قابل توجهی پول احتمالاً میلیاردها دلار در آن زمان در بوشهر خرج شد. در پی جنگ ایران-عراق (۱۹۸۸-۱۹۸۰) که در طی آن بوشهر ۶ دفعه بمباران شد و به شدت تخریب شد، پیشرفت در نیروگاه در زمانی که روسیه قرار داد ۸۰۰ میلیون دلاری در سال ۱۹۹۵ امضاء کرده بود از سر گرفته شد. قرار داد با روسیه برای کامل کردن *1000 MW* رآکتور آب سبک فشرده شده و همچنین عرضه دو نیروگاه مدرن *WER-440*. تا آن زمان کار به آهستگی پیش می‌رفت اگر چه گزارشات در اوایل مارچ ۲۰۰۳ نشان می‌داد که بوشهر ۷۰٪ کامل شده است و انتظار می‌رفت تا در مارچ ۲۰۰۴ شروع به کار کند. تاریخ تکمیل پروژه ۱ بوشهر یک سال به تعویق (۲۰۰۵) افتاد. در اوایل سپتامبر ۲۰۰۳ سخنگوی وزیر انرژی اتمی روسیه اعلام کرد که حدود ۱/۳-۱/۲ میلیارد دلار جهت کامل کردن ساخت و ساز نیروگاه ۱ بوشهر پول نیاز است. در نوامبر ۲۰۰۳ روسیه مطرح کرد که نیروگاه دوم بوشهر را با ساختار کاملاً جدید ایجاد کرد (به جای کامل کردن نیروگاهی که در اواخر ۱۹۷۰ آغاز کرده بود).

اگر چه ایران عضو *NPT* می‌باشد و بر صلح آمیز بودن برنامه هسته‌ای خود پافشاری می‌کند (مثلاً تولید انرژی) آمریکا به شدت با پروژه خرمشهر مخالفت می‌کند و در مه ۲۰۰۵ (*ENERGY SECRETARY SPENCER* آمریکا آقای آبراهام با *ALEXANDER*

RUNYANTSAR رئیس آژانس هسته‌ای روسیه ملاقات کرد و این مسئله را با او مطرح کرد *RUNYANTSER* مقام روسی اعلام کرد که بوشهر منبع توسعه مواد هسته‌ای نیست. در اواخر مارس ۲۰۰۳ معاون وزیر آمریکا برای کنترل ارتش‌ها آقای جان بلتن در پی آمد عراق برخورد کردن با برنامه سلاح‌های هسته ایران اهمیت یکسانی با برخورد کردن با مسئله برنامه هسته‌ای کره شمالی دارد. در آوریل ۲۰۰۳ روسیه و ایران به توافق رسیدند تا سوخت استفاده شده هسته‌ای را از بوشهر جهت پردازش مجدد به روسیه برگردانند. روسیه امید دارد تا حدود ۴۰ میلیون دلار سالیانه سوخت هسته ای عرضه کند و سوخت مصرف شده را با کشتی حمل کند. ایران و روسیه در رابطه با ایجاد نیروگاه‌های جدید در ایران نیز بحث کردند.

در فوریه ۲۰۰۳، ایران اعلام کرد که معدن اورانیوم در (یزد) شهر مرکزی ایران بود حفر کرده است و همچنین نیروگاه غنی سازی اورانیوم در نطنز که در ۳۰۰ کیلومتری تهران قرار داد در حال ساخت است.

در مارس ۲۰۰۳، ۸ آژانس انرژی اتمی بین الملل نیروگاه نطنز را بررسی کردند و آنرا با شکوه توصیف کردند. دیگر گزارشات خبری نشان می دهد که نطنز به طور قابل توجهی پیشرفت نموده است و شامل هزاران سانتیفریوژ برای تولید اورانیوم غنی شده می باشد. بعضی از تجزیه و تحلیل ها بر این اعتقاد بودند که تأسیسات یزد و نطنز قسمتی از تلاش ایرانیان برای بدست آوری چرخه سوخت کامل هسته ای بوده است. در کنار نطنز آژانس انرژی هسته‌ای بین‌الملل به بازرسی نیروگاه آب سنگین در اراک نیز علاقه نشان داد و تأسیسات قم در حال تأسیس می‌باشد.

ژاپن

در سال ۲۰۰۳ حدود ۲۵ درصد بازده برق ژاپن از طریق انرژی هسته‌ای تامین می‌شده است. با بالا رفتن اتکای بر تولید برق هسته‌ای ژاپن امیدوار به کم کردن صدور کربن دی اکسید می‌باشد. برنامه انرژی ۱۰ ساله جاری ژاپن در مارس ۲۰۰۲ مورد تصویب واقع گردید و برای گسترش تولید انرژی هسته‌ای در حدود ۳۰٪ تا سال ۲۰۱۱ آماده گردید. که طبق این برنامه انتظار می‌رود تا بین ۹ الی ۱۲ نیروگاه انرژی هسته‌ای جدید با ظرفیت $17/5GW$ ایجاد گردد. دولت ژاپن همچنین قصد دارد تا پیشنهادهای برای یارانه جهت ساخت نیروگاه هسته‌ای بدهد. برای جبران فشارهای نزول قیمت پیش بینی شده بر تجهیزات برای حذف

نظارت دولت که ممکن است منجر به اتکای زیاده روی سوخت های فسیلی برای تولید برق می باشد. اخیراً ژاپن از نظر ظرفیت نیروگاه های هسته ای ساخته شده جزء سومین کشور رتبه بندی شده است که رتبه های قبلی را آمریکا و فرانسه به خود تخصیص داده اند. ژاپن دارای حدود ۵۱ رآکتور با ظرفیت $45GW$ می باشد. دولت ژاپن نشان داده که هنوز خواستار افزایش ظرفیت تولید انرژی هسته ای می باشد اما خیلی از تجزیه و تحلیل کنندگان غیر وابسته بر این اعتقادند که هدف برنامه انرژی هسته ای ۴۱ درصدی سهم تولید برق تا سال ۲۰۱۱ دست نیافتنی است.

مخالفت عمومی به برنامه هسته ای ژاپن در عکس العمل به سری تصادفات در نیروگاه های هسته ای افزایش یافته است، مخصوصاً تصادفی که نیروگاه پردازش اورانیوم *TOKAIMURA* در سپتامبر ۱۹۹۹ اتفاق افتاد، در معلق شدن رآکتور *TEPCO* در سال ۲۰۰۲ و ترکیدن لوله بخار در نیروگاه هسته ای *MIHAMA* که در آگوست ۲۰۰۴ اتفاق افتاد و منجر به کشته شدن ۴ کارگر شد.

در آگوست ۱۹۹۸ *ATOMIC ENERGY COMMISSION* موافقت کرد تا یک رآکتور آب سبکی در *HIGASHIDORI* واقع در ژاپن شمالی ساخته شود. همچنین در مارس ۱۹۹۹ کمیته امنیت هسته ای ژاپن برای شرکت برق *HOKURIKU* جهت ساخت نیروگاه هسته ای جدیدی در شهر مرکزی *SHIKA* برنامه هایی را در نظر گرفت که در سال ۲۰۰۶ عملی خواهد شد. برای ارتقاء سطح ایمنی، دولت ژاپن از بازیافت اورانیوم و پلوتونیوم از طریق پردازش مجدد سوخت مصرف شده حمایت کرد. *(PNC) THE POWER REACTOR, NUCLEAR FUEL DEVELOPMENT CORPORATION* نیروگاه پردازش مجددی را با ظرفیت سالانه ۹۰ تن اداره می کردند، اما نیروگاه پردازش مجدد بزرگتری با نام *ROKHASHO- MURA* با ظرفیت سالانه ۸۰۰ تن برنامه ریزی شد که تا جولای ۲۰۰۵ آماده گردد که تحت اقدام است. پردازش مجدد گران است و ممکن است مخارج با مواد مورد نیاز امین و توسعه تکنولوژی های جدید، به سرعت بالا رود. در سال ۱۹۹۳ تخمین زده شده بود که ۸ میلیارد دلار باشد اما اخیراً این مقدار بسیار بالاتر رفته است. ژاپن با یک شرکت فرانسوی به نام *COGEMA* مذاکراتی جهت پردازش مجدد سوخت های مصرف شده در فرانسه داشته است. *COGEMA* احتمال دارد به پردازش مجدد

بخشی از سوخت‌های مصرف شده حتی بعد از تکمیل شدن نیروگاه *ROKHASHO* ادامه دهد. ژاپن علاقه خود را نسبت به بازیافت پلوتونیوم ابراز کرده است. (در سال ۱۹۹۱)

لیتوانیا

در سال ۲۰۰۳ ۷۹/۹ درصد بازده برق از طریق انرژی هسته‌ای تولید می‌شود. که این مقدار بزرگترین بازار سهم برای انرژی هسته‌ای در هر کشوری است.

الکتریسیته: بازار دینامیک.

استونیا و لیتوانیا صادرکننده برق نیستند آن‌ها مقادیر اضافه تولید خود را به همسایگی *LITRIA* و بخش‌هایی از شمال غربی روسیه می‌فرستند. در سال ۲۰۰۶، استونیا حدود ۷/۹ میلیارد کیلو وات برق تولید کرد، که از نیروگاه‌های *NARVA* می‌آمدند. لیتوانیا در سال ۲۰۰۱، ۱۴/۶ میلیارد کیلو وات برق تولید کرده است که از نیروگاه انرژی هسته‌ای *IGNALINA* که از دوره شوروی در کشور بوده است می‌آید. که قرار است در دو مرحله یکی در آغاز سال ۲۰۰۵ و در اواخر ۲۰۰۹ بسته شود در حالیکه لیتوانیا موافقت کرده تا تجهیزات هسته‌ای خود را به جهت امنیت قوی از طریق *EU* تعطیل کند، لیتوانیا علاقه خود را برای بهبود یک تجهیزات هسته‌ای جدید نشان داده است. این پیشنهاد از طرف *ESTONIA* حمایت شده است.

مکزیک

در سال ۲۰۰۳، ۵/۲ درصد بازده برق مکزیک از طریق انرژی هسته‌ای تامین می‌شد. در سال ۲۰۰۲ ظرفیت تولید برق مکزیک ۱۹۸/۶ میلیارد کیلو وات ساعت از برق، که تولید حدود ۸۱٪ نیروگاه نفت برای بزرگترین سهم تولید الکتریکی گرمایی مکزیکو بود، اما خیلی از این نیروگاه‌ها به گاز طبیعی تبدیل می‌شوند. بر طبق *SENER*، سوخت نفت ۴۹/۴٪ گرمایی در سال ۲۰۰۲ محاسبه می‌شود. در سال ۲۰۱۲ پیش بینی شده که گاز طبیعی ۶۳٪ بازده انرژی مکزیکو را در برگیرد در حالیکه انتظار می‌رود که سهم سوخت به ۲۴/۲٪ برسد. در سال ۲۰۰۲ *HYDRO POWER* حدود ۱۲٪ تولید کل برق مکزیک را تشکیل می‌دهد و همچنین ۴/۵٪ از انرژی هسته‌ای و با ۲/۵٪ *GEOMTHERNAL* می‌باشد. مکزیک دارای نیروگاه انرژی باد نیز در *OAXALA* می‌باشد که حدود ۰/۰۰۵٪ کل تولید برق را شامل می‌شود. برنامه‌هایی برای افزایش ظرفیت انرژی باد مکزیک نیز وجود دارد.

۳- نیروگاه هسته‌ای در ژاپن *KASHIWAZAKI-KARIWA POWER PLANT*

به عنوان نمونه در مسائل نیروگاه‌های هسته‌ای، نکاتی در خصوص این نیروگاه (*kknpp*) تذکر داده می‌شود.

هزینه ساخت نیروگاه که توسط شرکت‌های توشیبا و هیتاچی و *GE* ساخته شد. برای هر کیلووات ساعت با ارزین ژاپن از ۱۰۰۰ ین برای هر کیلو وات ساخت کاهش داده شده و متعاقباً از ۳۳۰ و ۳۶۰ برای هر کیلو وات به ۳۱۰ ین نزول و سپس به ۴۲۰ ین افزایش و در وضعیت فعلی به ۲۸۰ ین کاهش یافته است که ایجاد ظرفیت به مبلغ ۲۸۰ ین در کیلو وات، با همکاری مشترک شرکت‌های هیتاچی/ جنرال الکتریک و توشیبا به وجود آمده است. در جدول پیوست میزان تولید واحدهای مختلف تاسیسات این شرکت به مقیاس تریلیارد وات در ساعت حسب توسعه‌هایی که بین سالهای ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۶ در این نیروگاه به وجود آمده است ملاحظه می‌شود که ظرفیت تولید این شرکت از ۴/۹۶ تریلیارد وات ساعت به ۵۰/۷۹ تریلیارد وات ساعت افزایش یافته (تقریباً ۱۰ برابر) تولید این نیروگاه در سال ۲۰۰۲ به $\frac{1}{3}$ نسبت به اوج تولید آن کاهش یافته است که تا حدودی به سال ۲۰۰۳ نیز کشیده شد و واحدهای ۱ تا ۳ به تعطیل کشیده شدند.

مشکلات سوختی این نیروگاه به دلیل استفاده اورانیوم‌هایی است که به صورت ناقص غنی گردیده بود، در هر صورت طبق طرح *TEPCO* مقرر بوده که نوع سوخت *XOM* جهت استفاده تجویز گردیده است. در (۲) واحدهای جدید ساخته شده این نیروگاه از روش *ABWR* (*Advanced Boiling Water Reactors*) استفاده شده است که تکنولوژی جدید است که البته طبق یک نظر خواهی ۵۳ درصد مردم به کاربیا علیه این نوع روش در سوخت رای دادند ناگفته نماند که کشور ژاپن با زلزله‌های ۰/۸ ریشتر به بالا روبرو می‌باشد و واحدهای ۴ و ۷ حسب زلزله سال ۲۰۰۴ جهت ایمن سازی تعطیل شدند تا اصلاح و به تولید باز گشتند، مرکز این زلزله در فاصله ۲۰ کیلومتری این تاسیسات بود که درجه لرزش آن $6/8 m/s^2$ ریشتر بود.

در خصوص نکات ایمنی در مناطق زلزله‌خیز، و با توجه به اینکه مناطق اتمی تولید برق ایران در بوشهر از مناطق و نزدیک مناطق زلزله خیز می‌باشد و شباهت با ژاپن دارند و اخیراً زلزله منطقه خمیر از استان هرمزگان با ۶ دهم ریشتر به وقوع پیوسته است. نکات ایمنی نیروگاه *KKNPP* باید در نیروگاه‌های جدید رعایت گردد. و لذا مسائلی که در زلزله در ۱۶ جولای

۲۰۰۷ در این تاسیسات به وجود آورد، و گزارش های مختلف آن مرور می گردد. تا چیزی در زمان سوخت نیروگاه های جدید از قلم نیافتد.

- (به دنبال زلزله ۴ نوامبر ۲۰۰۴ و پس از داشتن تجربه ها در این سال این مسائل مهم می باشند).
 - تاسیسات نیروگاه اتمی تولید برق چیوا ۱ و ۲ فرانسه (*EDFS CHIVAX*) یکی دیگر از پروژه های مهم تولید برق جهان در فرانسه می باشد (که به دلیل بحران و تحریم لعنتی اعراب یعنی ۱۹۷۳ در جنگ رمضان به وقوع پیوست و قیمت سوخت های فسیلی ناگهان چند برابر شد). این پروژه از پروژه های *N4 SERIES* می باشد.

در نتیجه، وابستگی فرانسه به انرژی هسته ای برای سه ربع نیازهای برقی، این کشور دومین تولیدکننده برق این نیرو در جهان می باشد و به صورت نمایان در موازات با ایالات متحده برتر از ژاپن، آلمان و روسیه می باشد و از آخرین تاسیسات این کشور پرواز *CHIVAUX* می باشد.

مشخصات پروژه های چیوا ۱ و ۲

این پروژه ها در ردیف ۵۷ و ۵۸ رآکتورهای اتمی فرانسه می باشد، آن ها در کنار رودخانه *VIENNE* در قسمت جنوب *POLITIERS* می باشد و سومین و چهارمین واحد توسعه یافته فرانسه می باشد که *MW ۱/۴۵۰* رآکتور سری *N4* می باشد. *EDF* شروع به یافتن اعتبار برای نیروگاه در ۱۹۸۶ می باشد و اختیار نهایی آن را از دولت فرانسه به دست آورد و ساختمان آن در ۱۹۹۳ شروع شد.

این پروژه در سال ۱۹۹۷ به شبکه وصل گردید و آزمایشات خود را تا ۱۹۹۸ انجام داد. قبل از آن که شروع به رفتن عملیات تجاری شود برنامه اصلی آن در ۱۹۹۸ انجام شد. یک نشت در برج خنک کننده منجر به تعطیل سیستم شد و مجددا اصلاح گردید و چهار رآکتور *N4* به کار افتاد (در ۱۹۹۹) که آخرین نوع تاسیسات (از سری *N4*) می باشد و تاکنون *MW ۱۲۰۰۰* اضافه ظرفیت تولید آن هاست و چنین پروژه ای جهت توسعه ساختمان در آن پیشنهاد نشده است (تا طراحی جدید *FQANCO- GERMAN*) به عنوان نسل جدید *EUROPEAN EPWR* *PRESSURISED WATER REACTOR* تکمیل گردد.

طرح N4

هزینه تاسیسات واحدهای چیوا ۱/۴ میلیارد دلار بوده است گفته می شود که سایر تاسیسات از این نوع ۶۰ درصد هزینه این طرح را داشته و ۴۰ درصد ارزانتر تهیه شده است این پروژه

۱/۳۴۹ دلار برای هر کیلو وات انرژی خرج کرده که بسیار کمتر از سایر پروژه های از این نوع در جاهای دیگر می باشد و حتی در قیاس با نیروگاه ذغال سنگی می باشد. در صورت محاسبات بادیده بالا انجام گرفته است. در وضعیت تولید در تاسیسات $N4$ که واحدهای عادی گرمایشی را دارند، EDF بیان نموده که هزینه تولید $CHOOZ B1$ ، ۱۵ سانتیمتر (۲/۹ سنت) در هر کیلو وات ساعت و هر سه تولید در نیروگاه ذغال سنگی ۲/۵ سنت در هر کیلو وات ساعت می باشد.

سرمایه گذاری در فرانسه

در EDF سرمایه گذاری موازی انجام شده است تا به صنایع فرانسه کمک کند و شرکتهای داخلی بکار گرفته شوند. و اجزای را خود تولید نماید و سرمایه گذاران خارجی یک نقش فرعی در آن دارند گرچه شرکت $WESTING HOUSE$ تامین کننده تکنولوژی اصلی این نیروگاه در قسمتهای اولیه بوده است. EDF تخمین زده است که عمر این تاسیسات ۳۰ سال باشد اما در سال ۲۰۰۸ عمر این تاسیسات را ۴۰ سال عملیاتی دانست. در سال ۲۰۲۵ به نظر می رسد که در حدود $\frac{1}{3}$ نیروگاه اتمی برای ۴۰ سال خود در فعالیت باشند.

راکتورها

طراحی راکتور تبدیل شد به نوع $N4$ برای این که تولید را از $MW 1,300$ به $MW 1,450$ افزایش دهد. مقدار تاسیسات سوختی از ۱۹۳ به ۲۰۵ افزایش یافت. هر کدام از این تاسیسات سوختی دارای ۲۶۴ رایزر به میزان ۴/۲۶ متر در طول می باشد و سل های فولادی (SS) این راکتور دارای ۲۳ سانتی متر ضخامت می باشد که بهترین در نوع خود می باشد در حالی که بعضی راکتورها ۱/۲ متر سیمان و ۵۰ سانتی متر فضای هوای کمپرس شده و نهایتاً ۶۰ سانتی متر سیمان مسلح تراکم دارد. و خاموش کردن نیروگاه فقط ۲/۱۵ ثانیه طول می کشد. شرکت های $GEC ALSTHOM$ مناقصه تامین $MW 1,500$ توربو ژنراتور برای این نیروگاه را برنده شدند و توربین هایی از این نوع بسیار گران قیمت می باشد و طول آن ۵۱/۲ متر و عرض آن ۱۲/۸ متر و وزن آن ۲,۸۱۰ تن می باشد. علیرغم اندازه توربین ها ۱۲٪ سبک تر و کوتاهتر (۷متر) و دارای نیروی بیشتر می باشد و در مقابل خسارات دارد بر تصفیه های توربین اصلاحاتی در آن به عمل آمده است.

دستورات و کنترل سیستم

شرکت *ANGLO- FRENCH SEMA GROUP* برنده کنترات بلند مدت برای سیستم *N4* می باشد که گردش آن حدود ۲۰۰ میلیون دلار ارزش دارد. این سیستم شامل پایه اطلاعات کامپیوتری *DATA BASE* برای ۱۵ سال (حدود ۶۰۰ راکتور) برای عملیات اطلاعاتی برای این نیروگاه می باشد و می تواند در شرایط اضطراری از شبکه مستقیما به تاسیسات هیدروپلانت پشتیبانی می شوند.

گزارشات ایمنی راکتور

نسل جدید راکتور چیوا تا حدود بسیار زیادتری وابسته به کامپیوتر و سیستم کنترلی آن دارند (به نسبت به سیستمهای دیگر قدیمی). کامپیوترهای چیوا در سال ۲۰۰۰ توسعه یافته و بدون هیچ مشکلی تولید نموده است. همچنان که در سایر راکتور سیستمهای ایمنی پایه آن وابسته به کامپیوتر بوده و قابل *SUBS CAPITAL* به مسائل $K\frac{1}{p}$ نمی باشد. در سال ۲۰۲۵ حدس زده می شود که $\frac{1}{p}$ نیروگاه های این کشور به مدت ۴۰ سال فعال می باشد البته همان طور که ذکر شده این پروژه به دلیل نشت در برج خنک کننده در ما می ۱۹۹۸ دچار توقف عملیات گردید. ترک در قسمت های جوشکاری اتصالات باعث تور بالانس جریان سرد و گرمی زانوی *UPSTREAM* گردید. لوله *RHR* طراحی و جایگزین شدند در هر چهار واحد *EDF N4* و بای پی آن نیز جایگزین کردند.

عارضه *A MOEBAE*

مرض فوق ابتدا در ۱۹۹۸ در سیستم خنک کننده نیز دیده شد مانند نیروگاه (*Dampierre* *Golfch and Chooz*) به نظر می رسد که عارضه فوق در تیوب کندانسور تیتانیوم پروژه چیوا به وجود آمده است مضاف بر آن کلوراین و پری استیک جهت بهبود چرخه سردساز مصرف شده در جاهای دیگر نمی تواند در چیوا استفاده گردد چون نرخ جاری سرعت رودخانه بسیار کم می باشد که می تواند فاضلاب سمی شیمیایی این تاسیسات را تحمل کند. این گزارش مستقیما خواننده را به صورت اتوماتیک در جریان امور قرار می دهد که چگونه باید تجهیزات لازم را معمول دارند. در زلزله جولای ۲۰۰۷ با درجه ۶/۸ درجه در مقیاس ریشتر، در واحدهای ۱ در قسمت شرقی- غربی که برای مقدار $4/5 m/s^2$ طراحی شده بود

به دلیل زلزله در حال تعطیل بود. واحدهای ۵ و ۶ نیز به همین مقدار لرزیده بود. در توربین‌های این واحد مقدار $20/58m/s^2$ رکود شده است. آن تیغه دودی که بعداً مشخص شد که ترانسفور بوده است مربوط به واحد ۳ بود که در آتش سوخته بود. آتش در ظهر خاموش شد در روز زلزله، ۲ ساعت بعد از استقامت ترانسفورمر در ۳ طبقه ای تقریباً به طور کامل از هم پاشیده شده بود. واحدهای ۲ و ۳ و ۴ و ۷ به طور اتوماتیک خاموش شده بوده (مسائل ایمنی در مقابل زلزله) واحدهای ۱ و ۵ و ۶ نیز قبلاً برای نشت عادی متوقف شده بودند. *Tepeco* قبلاً شروع به تاسیس مجدد بعضی واحدها در روز بعد داشت، اما وزارت بازرگانی سفارش تاسیس را داده و برای باقی مانده شرایط ایمنی مضاعف ایمنی که بایستی کاملاً چک می شد در ریشتر در ۱۸ جولای شهردار کاشی وازکی دستور عملیات در طرح را برای ایجاد ایمنی در شرایط مناسب را تایید کرد. *NIKKEI* گزارش داد که بررسی ایمنی دولت می تواند یک سال به تاخیر بیافتد بدون اینکه منابع اطلاعاتی مشخص شوند. برای مقایسه در سال ۲۰۰۵ یک رآکتور در *ONAGANA NPP* تعطیل شده (به مدت ۵ ماه و به دنبال این زلزله).

بازرسی آژانس انرژی اتمی، پیشنهاد یک بازرسی مجدد را برای بازرسی تاسیسات اتمی نمود. حکومت محلی نیگاتا یک بیانیه تهیه و متعاقباً به عنوان اخطار به *Shinzoabe* ارسال نمود در ۲۲ جولای، *nisa* اطلاع داد که یک بازرس از سازمان ملل جهت برآورد خسارت به آن جا می آید. یک تیم از آژانس بین المللی اتمی جهت تحقیقات به این تاسیسات ارسال شد تا یک تحقیقات ۴ روزه را با *Nuclear and industrial safety agency (NISA)* و *Nuclear safety commission (NSC)* و *TEPCO (Tokyo electricity power)* ادامه یافت و *IAEA* گزارش داد که تاسیسات به صورت ایمنی متوقف شده است و خسارات وارده کمتر از حد انتظار بوده است. در اوت *IAEA* گزارش داد که برای امور ایمنی و سایر تاسیسات، خسارات قابل ملاحظه ای قابل ذکر نیست گرچه امور غیرایمنی در ساختمان و سیستم و اجزای آن خسارات عمده ای را متحمل شده اند در خصوص ایمنی بعد از ۴ روز بازرسی سایر گزارش ها حاکی از مراتب ذیل می باشد.

ایمنی مربوط ساختمان، سیستم و سایر تاسیسات در حالت عمومی و مصرفی می باشند، بیشتر موثرند که مورد انتظار بود و برای زلزله حتی قویتر از این هم با این تاسیسات مناسب است.

ملاحظات محافظه کارانه در تاسیسات و ساختمان و اجزاء آن برای خطرات بیش از این هم در مفاد ذیل مناسب است:

۱. بررسی مجدد ایمنی / کنترلی.

۲. جزئیات فیزیکی تحقیقات

گزارش تشعشعات

اصولاً فکر می شد که مقداری آب (در حدود ۱/۵ لیتر) از استخر تغذیه به دریای ژاپن در اثر زلزله جریان یافته است. متعاقباً گزارشات بیشتری تایید شده و گزارشات باید بیش از این فعال تر از منابع تشعشع طبیی بوده است. بر اساس گزارش *NISA* این اولین باریست که نشت مواد رادیواکتیو کمتر از تمام منابع تشعشع است. و نتیجه به شرح ذیل است:

- ۰/۶ لیتر رادیواکتیو بسیار نشت نموده از طبقه سوم واحد ۶ ساختمان رآکتور که شامل ۲۸۰ *Becquerels* فعال بوده است (به عنوان نمونه به یک دتکتور، یک خانوار، انتشار ۳۵۰۰۰ *Bq* گاز را نشان می دهد).
- ۰/۹ لیتر، به طور جدا گاز، آب، رادیواکتیو از طبقه سوم واحد ۶ رآکتور شامل ۱۶۰۰۰ *Bq* می باشد.
- از واحد ۶، ۱/۳ متر مکعب آب از استخر آب نشت یافته و از طریق لوله خروجی جریان یافته و به دریای ژاپن ریخته شده که شامل ۸۰ *bq/L* در لیتر بوده است. مضافاً یک *ONSEN* در منطقه *MISASATORI* در ژاپن، آبی که استفاده می کند، دارای ۹۳۰۰ *Bq/L* بوده و آب درز کرده از تاسیسات دارای ریسک کم بوده است.
- در چهارشنبه ۱۸ ژوئن در واحد ۷ رادیواکتیو بوداین کشف شد، که از آگروز لوله نشت یافته بود به وسیله بازرسی دولتی و این نشت بین سه شنبه و چهارشنبه تایید گردید که دوشنبه و سه شنبه متوقف شد. میزان رادیواکتیو ، که به هوا انتشار یافته بود، حدود ۴۰۲ *Bq/L* بوده است. گفته شده، یک ده میلیونم میزان قانونی بوده است. حدس زده می شود که *Dose* عمومی آن در یک نیروگاه در ژاپن در یک سال حدود ۱۱۰۰ *msv* می باشد. با توجه به این مسئله *Y. Shozaki* کسی که این یک اشتباه با بکار نگرستن راهنماها می باشد، زیرا باید مدخل آب می بایست بسته می شد.

سایر مسائل

حدود ۴۰۰ بشکه فضولات اتمی سوخت ذخیره شده، شوک بردار است، ۴۰ عدد دریچه سربی از آن ها از بین رفت. مسئولین شرکت در ۱۷ جولای گزارش دادند که مواد رادیواکتیو کبالت، یوبنده، کرومیوم به فضا انتشار یافت، که در نتیجه از بین رفتن دریچه‌های آبی بوده است.

انتقاد از مسئولین رانت شامل زمانی است که کمپانی برای گزارشات شواهد و مدارک در برگرفته، که می‌توانست مناطق انتشار مسائل را روشن کند، رئیس شرکت *TEPCO* طی یک بیانیه‌ای اعلام داشت که چیزی که نمایانگر خسارت باشد، حاصل نشده است. بعد از زلزله این شرکت باید ۵۰ گزارش مختلف را در خصوص عملکرد نامناسب ارائه می‌داد که این مقدار به ۶۳ گزارش رسید، حتی سنسورهای رادیواکتیو در زمان زلزله به‌طور نرمال وجود دارند. محاسبات داده شده به درجات محیط بدهکاری یک معذرت‌خواهی در زمان زلزله باشد که در زمان گزارش متوقف بوده است.

کاربرد نیروی هسته‌ای

کاربرد نیروی هسته‌ای بسیار و در درجات توسعه جهانی قرار دارد، مصرف تکنولوژیکی با محاسبات پیشرفته، بهداشتی و نیاز فوق‌العاده‌ایمنی است و دارای ابعاد مثبت و منفی در ژرفنای سیستم می‌باشد، از مصارف منفی کاربرد بمب اتمی در جنگ، کاربرد مصرف برقی آن و نیز انواع مصارف بهداشتی، کشاورزی، پزشکی و از انواع مصارف صلح‌جویانه آن، نیروی برق می‌باشد.

الف: نیروگاه‌های برق از اجزا مختلف ساختمانی، تجهیزات، نیروی انسانی، تکنولوژی‌های کاربردی، مهندس و مدیریتی در تمام ابعادی محاسباتی، طراحی، اجرایی و مصرف دارد. (سیستمها، توانیر، مصرف، سایر)

ل: سیستم‌های نیروگاه‌های برق شامل اجزاء ذیل می‌باشد.

در سیستم‌های تولید برق و یا نیرو، عامل انرژی (ورودی) برای نیروگاه یک سوخت (کپسول‌های اورانیوم غنی شده تا ۳ درصد و یا گاز، برق، باد، آفتاب، آب و گازهای دفیت‌ها و گلخانه‌ای می‌باشد) که این انرژی، از طریق جوشیدن آب و تولید بخار و ورود آن به توربین بخار و سپس چرخش توربین و انتقال نیرو به ژنراتور انجام می‌پذیرد و یا این که گاز و هوا ذغال سنگ باعث چرخش سقف توربین و نهایتاً ژنراتور را می‌چرخاند تا برق تولید شود.

راکتورها برای تبدیل کپسول اورانیوم به گرما می‌باشد که به روش *FUSION* یا انتشار رادیواکتیو انجام می‌شود که نوع دیگر آن تمرکز بر اصول *FUSION* می‌باشد.

در زمانی که یک هسته اتمی *FISSILE* (اورانیوم ۲۳۵، پلوتونیوم ۲۳۹ یا پلوتونیوم ۲۴۱) یک نوترون را جذب می‌کند شکافت اتمی اتفاق افتاده است.

ملکولها سنگین به دو یا چند سلول کوچکتر تبدیل می‌شود و انرژی سینتیک آزاد می‌شود و نوترون رها می‌شود، و تولید خروجی *FISSION* می‌کند. بخشی از این نوترون ممکن است بعداً جذب شوند توسط سایر اتم‌های *FISSIO* و *FISSION* بیشتری را باعث شود و به همین ترتیب ادامه می‌یابد.

زنجیره شکافت می‌تواند کنترل شده به وسیله دو *POISON* نوترون ها و نوترون *MODERATOR* برای شکستن نوترون‌ها که سبب شکست بیشتر اتم‌ها شود. در مهندسی هسته‌ای، یک نوترون *MODERATOR* واسطه است که کاهش می‌دهد *VOLOCITY* سریع نوترون‌ها را با هدایت دادن آنها به یک هسته گرمایشی که دارای ظرفیت جانشین زنجیره چرخش واکنش درگیر اورانیوم ۲۳۵ می‌باشند.

معمولاً *MODERATOR* شامل آب سبک عادی (۷۵ درصد راکتورهای جهان)، *SOLIDE GRAPHIT* (۲۰ درصد راکتورهای گرافیتی) و (۵ درصد راکتورها) آب سنگین وجود دارند.

روش *BERYLLIUM* نیز یک روش تجربی است که وجود دارد و نوع هیدروکربن‌ها روش پیشنهادی است که یک روش ممکن دیگر می‌باشد. افزایش و یا کاهش میزان درصد *FISSION* نیز کم و زیاد می‌کند. (انرژی‌های خروجی راکتورها).

تولید گرما:

راکتورها به طرق مختلف ایجاد گرما می‌کنند:

- چرخش توربین → تولید بخار آب → تولید آب جوش → تولید گرما → جذب نوترون → شکست هسته
- انتقال برق → تولید برق → چرخش ژنراتور → چرخش شفت توربین متصل به ژنراتور →
- انرژی جنبشی تولید شده شکست اتم تبدیل به انرژی گرما می‌شود در زمانی که هسته برخورد می‌کند یا اتم اطرافش .
- بعضی از اشعه ها در زمان شکست اتم به وسیله راکتور جذب می‌شود و انرژی آنان تبدیل به گرما می‌شوند.

- گرما به وسیله فرسایش هسته رادیواکتیو تولید شده و مواد می تواند فعال شوند. با جذب نوترون این منبع تشعشع تا مدتی باقی می ماند (تا بعد از خاموش کردن راکتور)
- ۱ کیلوگرم اورانیوم 235 از طریق پروسه هسته ای شامل حدود ۳ میلیون بار بیشتر از انرژی ۱ کیلوگرم ذغال سنگ می باشد.

→ برای هر کیلوگرم اورانیوم 235 ژول $7,2 \times 10^{13}$

(انرژی هر کیلوگرم ذغال سنگ $2,4 \times 10^7$ ژول انرژی در مقابل و معادل)

خنک کردن

شکستن و فعل و انفعالات هسته‌ای و ایجاد گرما نیاز به تاسیسات سردسازی دارد. سردسازی یک راکتور هسته‌ای معمولاً از طریق آب، گاز، مایعات فلزی و یا نمک گداخته انجام می‌شود که به چرخش درمی‌آید در راکتور و گرما را جذب می‌کند، گرما از راکتور عبور می‌کند و سپس توربین را می‌چرخاند، اغلب سیستم‌های راکتورها به کار می‌گیرند سیستم خنک‌کننده‌ای را که به طور فیزیکی، تفکیک شده از آب جوش می‌آید، برای تولید فشار در توربین بخار و به کار می‌رود مانند "آب فشاردار راکتور"، اما بعضی از راکتورها آب توربین بخار را مستقیماً به وسیله راکتور به جوش می‌آورند. (به عنوان مثال راکتور آب جوش).

کنترل راکوتیها

تولید نیروی راکتور، با کنترل کردن همراه است، (کنترل اینکه چند نوترون ممکن است بیشتر تشعشع کند).

کنترل میله رادیواکتیو، به وسیله جذب نوترون انجام می‌شود و دارای چند نوترون می‌باشد. برای پیش راندن عمیق تر میله کنترل به در راکتور، باعث کاهش نیروی خروجی می‌شود و خروجی کنترل میله افزایش می‌یابد.

در بعضی راکتورها، عمل سردسازی حکم مدراتور نوترون را دارد.

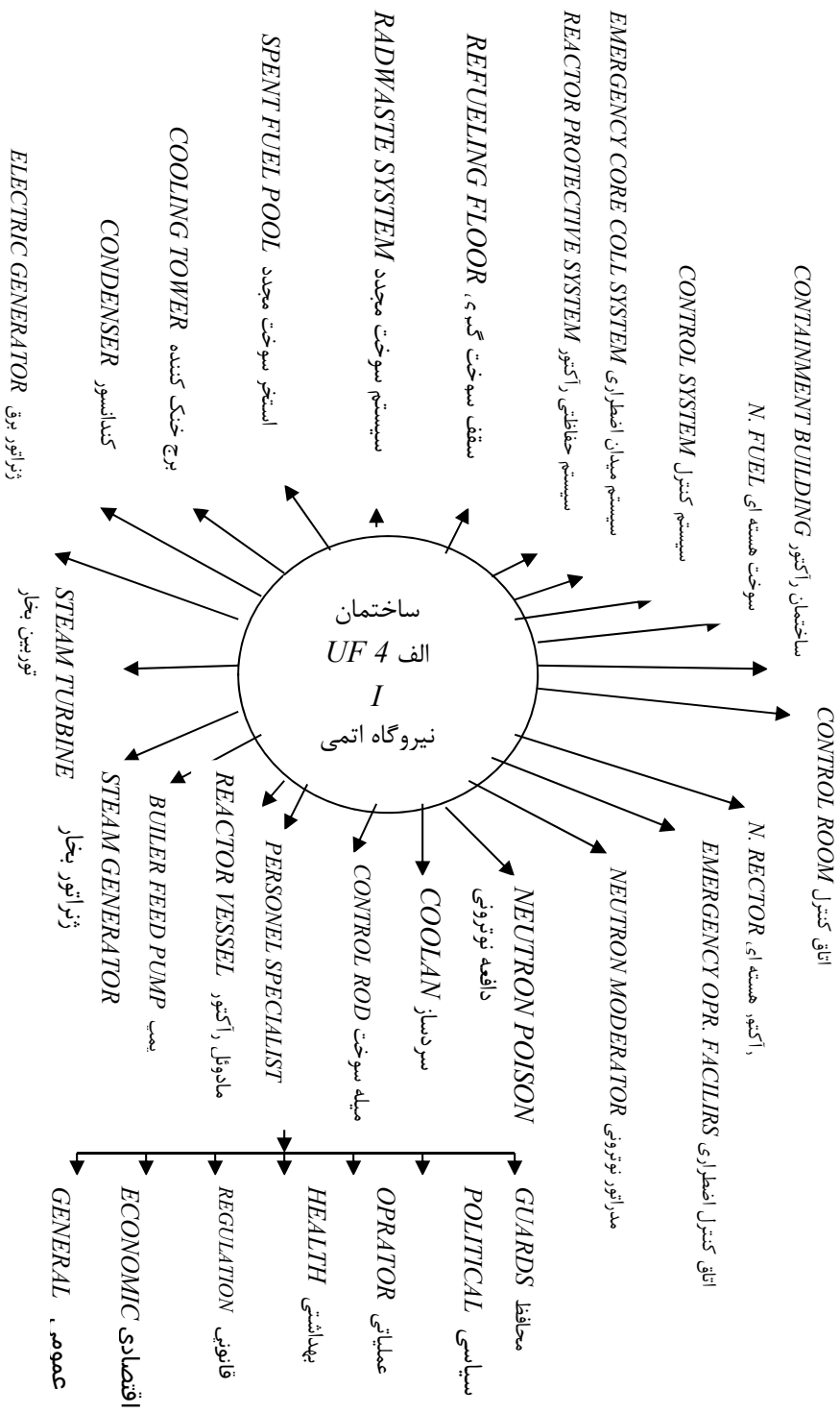
یک *MODERATOR* افزایش می‌دهد نیروی راکتور را با تحرک دادن به نوترون که آزاد می‌شود از شکستن (با از دست دادن انرژی) و تبدیل میشود به نوترون گرمایشی.

نوترون گرمایشی بیشتر از نوترون سریعتری است که سبب شکستن می‌شود بنابراین افزونی *MODERATION* بعضی نیروی بیشتر خروجی راکتور می‌باشد.

اگر سردسازی یک *MODERATOR* است، بنابراین تغییر دما می‌تواند بر دانسیته سردسازی *MODERATOR* اثر بگذارد و باعث تغییر خروجی گرما گردد. دمای بیشتر سردساز می‌تواند به دانسیته کمتر و بنابراین اثر کمتر به مدراتور میباشد. در بعضی از راکتورهای سردساز، عمل فرسایش و تشعشع با جذب نوترون به همان شکل است که کنترل میله انجام می‌دهد. در راکتورها خروجی یکرو میتواند افزایش یابد، افزایش باید با افزایش گرمای سردساز که باعث دانسیته کمتر تشعشع میشوند. راکتور هسته‌ای عموماً دارای سیستم اتوماتیک و دستی برای ورود میزان زیادی تشعشع میباشد و اکثر با یورون یا اسیدبوریک در راکتور برای خاموش کردن تشعشع به میزان پائین در شرایط غیر ایمنی (که هشدار میدهد).

II: تجهیزات مورد نیاز (NUCLEAR) POWER PLANT

- R-1: سوخت هسته ای
- R-2: راکتور CORE
- R-3: مدراتور نوترون
- R-4: POISION نوترون
- R-5: برج سردکننده
- R-6: میله های کنترل
- R-7: مبدل های حرارتی راکتور
- R-8: پمپ تزریق آب به دیگ بخار
- R-9: ژنراتور بخار (در بعضی از سیستم ها)
- R-10: توربین بخار
- R-11: ژنراتور برقی
- R-12: کندانسور
- R-13: برج خنک کننده
- R-14: فاضلاب رادیواکتیو
- R-15: دریاچه آب مصرفی
- R-16: سیستم حفاظتی راکتور
- R-17: مخزن سوخت مجدد
- R-18: سیستم حفاظتی
- R-19: ساختمان ترکیبات
- R-20: اتاق کنترل
- R-21: تسهیلات عملیات اضطراری
- R-22: مبدل حرارتی راکتور



مولد نیروی الکتریکی:

انرژی تولید شده از پروسه شکست هسته تولید گرما می‌کند، بعضی از آنها می‌تواند تبدیل به انرژی قابل استفاده شود.

یک متد معمول سخت‌سازی این انرژی گرمایی برای تولید آب داغ می‌باشد که ایجاد فشار بخار می‌نماید، که باعث چرخش توربین بخار می‌شود تا تولید برق انجام شود. با مقدمه فوق به تشریح بخش‌های مختلف تولید برق هسته‌ای می‌پردازیم.

R-1: سوخت اتمی

سوخت اکسید MOX, UOX ، سوخت فلزی $ACTINIDE, TRIGA$ و... سوخت هسته‌ای، موادی هستند که به هر صورت بتوان با به کارگیری آن انرژی هسته‌ای را به کار انداخت، در قیاس با سوخت شیمیایی که می‌سوزد تا انرژی را به چرخش درآورد. مهمترین نوع سوخت از طریق شکست هسته‌است که تحت یک سری چرخه‌های زنجیره‌ای هسته‌ای در راکتور هسته‌ای به دست‌آید. سوخت مولکولی، نوع دیگر سوخت در یک سیکل سوخت می‌باشد که می‌توان به مواد با شکل فیزیکی آن پرداخت (مثال، سوخت مجموعه‌ها، ترکیب از میله‌های سوختی)، ترکیبی از مواد سوختنی، شاید یک ترکیبی از مواد سوختنی با ساختار ترکیبی، از نوترن کنترل شده مواد نوترن آن را ایجاد نمود.

مهمترین نوع سوخت اتمی $PU239, U235$ و معدن‌داری فعال، پالایش، خالص‌سازی و نهایتاً ارائه آن و ترکیب آن با یکدیگر ایجاد سیکل ترکیبی به وجود آید که توسعه آن برای سوخت اهمیت دارد، (برای نیروگاه‌های تولید انرژی و سلاح‌های هسته‌ای).

این بدین معنی است که تمام سوخت‌های هسته‌ای در چرخه زنجیره‌ای شکافت هسته‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عنوان مثال $PU238$ و یک سری مواد دیگر برای مصرف مقدار کم نیروی هسته‌ای توسط رادیواکتیوهای علمی در ژنراتورهای رادیو ترمال و سایر باتری‌های اتمی به کار می‌رود.

ایزوتوپ‌های سبک مانند H^3 ($TRITIUM$) به کار می‌رود به عنوان سیکل ترکیبی اگر یک نگاه کورکورانه یک ایزوتوپ مشخص بنمائیم، می‌توان انرژی از ترکیب بسیاری از عناصر با عدد اتمی کمتر از آهن و ایزوتوپ‌های شکسته شده با اعداد اتمی بالاتر از آهن به دست آورد.

R-2: میدان راکتور هسته ای:

این میدان قسمتی از راکتور است که شامل مجموعه سوخت هسته‌ای است که در آن قسمت واکنش هسته‌ای انجام می‌شود. میدان راکتور هسته‌ای (یا راکتور *CORE* و یا به طور خلاصه *KORE* (میدان)، ناحیه‌ای است در یک راکتور هسته‌ای که مجموعه ترکیبی سوخت در آن قرار دارد که نهایتاً واکنش هسته‌ای در آنجا اتفاق می‌افتد.

نوع آبی راکتورهای ترکیبی

از میله‌های سوختی هسته‌ای در میادین، اکثراً راکتورهای آب جوش، فشار آبی استفاده می‌شود که اندازه آن $3/7$ متر طول دارد و در دسته‌های صدتایی چیده می‌شود که به آن مونتاژ سوخت و یا مجموعه سوخت *FUEL ASSEMBLY* گفته می‌شود.

در هر یک از میله‌های سوختی، ورقه‌های اورانیوم یا اکسید اورانیوم در ته آن نصب شده است و در داخل میدان و کنترل میدان واقع است، که همراه با پالت‌های مواد *HAFNIUM* یا کادمیوم است که آماده دریافت نوترون می‌باشند و شبکه میله‌های کنترل پائینتر از میدان قرار دارند. و نوترون جذب می‌نمایند و بنابراین در زنجیره واکنش شرکت می‌کنند در مقابل و در جاییکه میله‌های کنترل بالاتر از آنجا قرار می‌گیرند، بیشتر دچار واکنش شکست U_{235} و یا پلوتونیوم 239 در نزدیک هسته میله سوختی قرار می‌گیرند و زنجیره‌های واکنش انبساط می‌یابد.

گرمای واکنش شکست هسته‌ای به وسیله آب جابجا می‌شود که به عنوان هماهنگ کننده واکنش نیز می‌باشد.

یک شکل سبز سوخت هسته‌ای شکست اورانیوم U_{233} می‌باشد که به وسیله بمباران هسته‌ای توریم 232 به دست می‌آید.

همچنین، شکست اورانیوم 234 به عنوان انتقال مضاعف U_{235} (در زمانی که U_{235} یافت می‌شود) می‌باشد.

هر دوی آنها سوخت مناسب هسته‌ای هستند.

راکتورهای تنظیم کننده گرافیتی (مورد استفاده نیروگاه چرنوبیل)

یک سری راکتورهای تعادلی گرافیتی نیرو مورد استفاده می‌باشد.

یک نوع گرافیک جامد تعادلی نوترنی دارای سردکننده آبی وجود دارد که توسط شرکت *RBMK* سازنده راکتورهای برق هسته‌ای ساخته شده است. این نوع راکتورها همان نوع است که در فاجعه چرنوبیل استفاده شد.

در راکتورها بیشتر که با سردکننده گازی کار می‌کند، یک نوع بریتانیایی آن وجود دارد که دارای میدان ساخته شده از تشکیل دهنده نوترونی گرافیتی می‌باشد که در محل سوخت قرار دارد. گاز دی اکسیدکربن عامل سردکننده آن است که جریان چرخشی حرارت را انجام می‌دهد.

همچنین تعداد زیادی راکتور تجربی از نوع گرافیکی آن وجود دارد، مانند *PEBBL BED REACTOR* و نیز راکتورهای تجربی با خنک‌کننده نمک گداخته شده.

R-3: NEUTRON MODE RATOR (مدراتور نوترونی)

در مهندسی هسته‌ای، مدراتور نوترونی، یک عامل هماهنگ‌کننده و میانه روی برای تقلیل سرعت نوترون‌های سریع می‌باشد که آنها را تبدیل می‌کند به نوترون‌های حرارتی باقابلیت، جایگزینی با یک واکنش زنجیره‌ای هسته‌ای که در رابطه با $U235$ می‌باشد. مقایسه نوع راکتورهای نیروگاه‌های هسته‌ای که امروزه فعال می‌باشند.

کشور	شرکت طراحی	تعداد راکتورها	<i>MODERATOR</i>
بریتانیا، لیتوانی، روسیه	<i>AGR, MAGNOX, RBMK</i>	30	گرافیتی
کانادا، هند، کره جنوبی	<i>CANDU</i>	42	آب سنگین
۲۷ کشور	<i>PWR, BWR</i>	359	آب سبک

حسب یک منبع اطلاعاتی، موارد *MODERATOR*‌های مورد استفاده شامل نوع معمولی آب سبک (تقریباً ۷۵ درصد راکتورهای جهان)، *SOLID GRAPHIC* (۲۰ درصد راکتورها) و آب سنگین (۵ درصد راکتورها) را می‌باشند و راکتورهای *BERYLLIUM* تجربی می‌باشد.

MODERATOR OATION (چیزی شبیه COOLANT)

نوترون‌ها در هسته هستند و به صورت آزاد در طبیعت وجود ندارند، نوترون غیر محصور دارای نیم عمر زیر ۱۵ دقیقه می‌باشد. نوترون آزاد باید از هسته آزاد شود و برای این کار لازم است که غالب شود بر انرژی محصور شده هسته، که نوعاً $7-9 \text{ MEV}$ برای اکثر ایزوتوپ‌ها می‌باشد.

باشد. منابع نوترون آن آزاد می سازد به وسیله انواع واکنش هسته، شامل $N.FISSION$ و $N.FUSION$ هر چه که منبع نوترون باشد، آنها آزاد می شوند با انرژی متعدد MEV . اگر E انرژی سینک باشد، طبق فرمول انیشتن انرژی تولید شده

$$KBT \frac{3}{2} MV^2 = \frac{1}{2} E = \text{که میزان دما } T \text{ به دست می آید:}$$

مشخصات دمای نوترون متعدد MEV نوترون، چند میلیون درجه سانتیگراد می باشد. از آنجا که انرژی موجود حفظ شده، کاهش انرژی سینیتیک اتفاق می افتد به وسیله انتقال انرژی به ماده ای به نام $MODERATOR$ که معروف است به $NEUTRON SLOWING DOWN$ (از آنجائیکه همراه با انرژی به دست آمده در سرعت کاهش می یابد).

احتمال پراکندگی نوترون از یک هسته به وسیله دیاگرام پراکنده مشخص می شود. اولین زوج برخورد کننده با مدراتور تولید مقدار انرژی تولیدکننده با برخورد $INELASTIC$ می باشد و از آنجائیکه مقداری از انرژی انتقال می یابد به انرژی بالقوه با ایجاد ارتعاش بعضی از درجات درونی آزادی هستند (برای شکل دادن به مجموعه).

همان طور که درجه انرژی کمتر می شود، برخوردها به صورت دامنه دار $ELASTIC$ می شوند. مثلاً کل انرژی سینک و $MOMENTOM$ سیستم (مربوط به نوترون و هسته) حفظ می شود. فرمول داده شده کشش دامنه برخورد، همان طور که نوترون در مقابل با بسیاری هسته ها سبک است بهترین راه انتقال انرژی سبک از نوترون به وسیله انتخاب، هسته $MODERATING$ نزدیک توده های یکسان پدید می آیند.

تصادفی یک نوترون که جرم آن ۱ یا یک هسته IH (۱ پروتون)، می تواند منجر به از دست دادن یک نوترون و طبیعتاً تمام انرژی آن در یک تصادم تنها شود، مضافاً لازم است که این را به حساب بیاوریم تصادم آبی و بعدی آن را. میانگین لگاریتمی کاهش نوترون انرژی در هر تصادم بستگی دارد فقط به جرم اتمی A و هسته و لذا رابطه

$$\xi = LN \frac{E_0}{E} = 1 + \frac{(A-1)^2}{2A} LN \left(\frac{A-1}{A+1} \right)$$

که می توان به طور منظمی نزدیک به فرم ساده $\xi \cong \frac{2}{A+1}$

می توان کسر نمود n ، تعداد تصادم‌های مورد انتظار نوترون یا هسته داده شده یک نوع که نیاز به کاهش انرژی سینیتیک یک نوترون از E_0 به E را دارد.

$$E : n = \frac{1}{\xi} (\ln E_0 - \ln E)$$

آزادی انتخاب مواد MODERATOR

بعضی هسته ها دارای جذب بیشتر در محور در مقایسه با دیگران را دارد که انتقال می دهد نوترون های آزاد را از بی ثباتی بنابراین یک معیار اضافی برای کارایی MODERATOR برای پارامتر کوچک می باشد. کارایی MODERATING ارائه دهنده میزان پراکندگی قسمت ماکروسکوپی که $\sum s$ که WEIGHTED به وسیله ξ تقسیم بر آن نوع جذب

$$\sum a^{i.e...} \frac{\xi \sum s}{\sum a}$$

برای مجموعه MODERATED از ترکیب بیش از یک عنصر مانند نور یا آب سنگین لازم است در نظر بگیریم که MODERTING و اثر جذب هر دو ایزوتوپ اتم هیدروژن و اکسیژن برای محاسبه E برای آوردن یک نوترون حاصل از شکست انرژی $1 eV$ ، E به E_0 $2 MeV$ باعث n مورد نظر ۱۶ و ۲۹ تصادم برای H_2O و D_2O به ترتیب می باشد.

بنابراین نوترون ها با سرعت بیشتر MODERTE می شوند به وسیله آب سبک، همان طور که H دارای یک میزان بیشتر $\sum s$ است در هر صورت مضافاً برای $\sum a$ بیشتر به طوری که

کارایی MODERATOR بسیار مناسب، جرم کمتر (LOWMASS) پراکندگی بیشتر در ناحیه (HIGH SCATT. CROSS. SEC) و جذب کمتر LOW ABSORPTION CROSS SECT باشد.

توزیع سرعت (VELOCITY) های ناگهانی یک مدراتور

بعد از ارتباطات کافی، سرعت نوترون به طور قابل مقایسه به نسبت سرعت هسته می باشد که به وسیله حرکت گرمایی به وجود می آید. این نوترون به نوترون گرمایی نامگذاری شده و پروسه ممکن است نهایتاً باعث گرمایش شود. معادله و تعادل در یک دمای داده شده، در سرعت توزیع شده (انرژیها) ارائه می دهد، یک پراکندگی پوششی که به وسیله توزیع

MAXWEU – BOLTZMAN در دو طرف پیش آمدکنند. این تفکیک در یک مدراتور وافقی منوط است به سرعت (انرژی) که بستگی دارد به جذب در عرض اکثر مواد، به طوریکه نوترون های کم سرعت را ترجیحاً جذب کنند، به طوریکه سرعت توزیع در میدان، گرمتر از میزان مورد انتظار باشد.

مدراتور راکتور *REACTOR MODE RATORS*

در یک راکتور هسته‌ای حرارتی، هسته‌ها یک عنصر سوختنی سنگین با متد جذب اورانیوم، با حرکت آرام نوترون غیر پایدار می‌شود و سپس شکاف برمی‌دارد به دو اتم کوچکتر (*FISSION PRODUCT*). پروسه شکار هسته U_{235} ارائه می‌دهند دو محصول شکست، دو تا سه نوترون با متحرک زیاد، باضافه یک مقداری انرژی اولیه که در انرژی سینیتک (ذکر آن سرعت)، تولید محصول مرجوعی شکست هسته تبیین شده است.

سه نوترون آزاد خارج می‌شود به وسیله انرژی سینیتک هر کدام $2MeV$.

به خاطر آزاد شدن نوترون‌های بیشتر که آزاد می‌شوند با شکست اورانیوم در مقابل نوترون‌های حرارتی نیاز به به وجود آوردن شرایط متقابلی دارند که تبدیل شوند به خود نگهدار، (در یک چرخه واکنش در شرایط و کنترل شده و لذا آزادسازی میزان زیادی انرژی)

احتمال شکست موارد بیشتر، به وسیله شکست ناحیه‌ای تعیین می‌شود که بستگی دارد به سرعت (انرژی)، نوترون‌های اتفاقی برای راکتورهای حرارتی، نوترون دارای انرژی زیاد در دامنه MeV کمتر از آن است که سبب شکست بیشتر شود. نوترون‌های تازه آزاد شده سریع، که حدوداً ۱۰ درصد سرعت بالا را دارند باید آرام شوند (یا *MODERATE* شوند). نوعاً برای سرعت‌های چند کیلومتر در هر ثانیه، اگر به نظر برسد که باعث شکستن بشر در مجاورت می‌شود. باعث می‌شوند هسته U_{235} به روند واکنش زنجیره‌ای ادامه دهد. این سرعت اتفاق می‌افتد تا ایجاد تعادل حرارتی در دامنه چند درصد سانتیگراد شوند

در تمام راکتورهای با *MODRATE*، مقداری از انرژی در تولید شکست می‌افتد مانند نوترون سریع. بعضی از راکتورها کاملاً حرارتی می‌باشد نسبت به سایرین، به عنوان مثال در یک راکتور با طراحی و ساخت راکتور *CAND* تقریباً تمام واکنش‌های شکافتی به وسیله نوترون‌های حرارتی تولید می‌شوند در حالیکه در یک راکتور فشاری *PWR* یک مقدار قابل

توجه شکست توسط نوترون‌های دارای انرژی بیشتر می‌باشد، در آب سنگین در نظر گرفته شده، راکتورهای آبی بسیار جنجالی، *SCWR*، قسمت شکست سریع ممکن است از ۵۰ درصد تجاوز کند و از لحاظ تکنیکی باعث تولید یک راکتور دارای نوترون سریع شوند. راکتورهای سریع که از *MODERATOR* استفاده نمی‌کنند و وابسته به شکافت تولید شده به وسیله نوترون‌های سریع *ONMODERATE* برای کاهش زنجیره واکنشی می‌باشد.

در بعضی از راکتورهای سریع تا ۲۰ درصد می‌تواند مستقیماً از طریق شکافت نوترون اورانیوم ۲۳۸ را به دست آورد. یک ایزوتوپ که دارای شکست در تمام نوترون حرارتی می‌باشد. *MODERATE* در منابع نوترونی غیر واکنشی مورد استفاده قرار می‌گیرد، مانند نوع *BERYLLIUM* پلوتونیوم و منابع *SPALLATION*.

اشکال و مکان (*FORM AND LOCATION*)

شکل و مکان مدرتها می‌تواند توسط هزینه و ایمنی راکتور اثرگذار باشد، به طور سنتی، مدراتورها، یک تکه ماشین ظرفیت با خلوص زیاد بالای گرافیت و قابلیت کاهش حرارت و در سال حرارت‌ها به بیرون می‌باشد.

آنها در داغ‌ترین مرکز راکتور قرار دارند و لذا محکوم به خورده شدن و از بین رفتن هستند. در بعضی مواد مانند گرافیت، رابطه نوترون‌ها با مدراتورها می‌تواند علتی بر افزایش میزان زیادی انرژی خطرناک *WIGNER* باشد. در *WINDSCALE* این مسئله منجر به بروز آتش‌های غیر معمول می‌شود.

مدراتور بعضی از راکتورهای دارای بستر ریگی مانند نه تنها ساده می‌باشد بلکه ارزان هم هستند. فاصله بین توپها به عنوان یک مجرا (قنات) استفاده می‌شود. راکتورها کار می‌کند در بالای درجه حرارت میانگین *WINGER* به طوری که گرافیت نمی‌تواند جمع‌آوری کند میزان خطرات انرژی *WIGNER* را.

در راکتورهای *PWR, CANDU*، مدراتورها آب می‌باشند، در موارد حادثه از دست دادن سرما در یک راکتور *PWR* مدراتور دچار کاهش و واکنش نیز متوقف می‌شود. این ضرائب منفی هم بستگی عامل مهم ایمنی در راکتورها می‌باشند.

در مدراتورهای *CANDU* ، مدراتورهای آب عامل تفکیک آب سنگین در محیط می‌باشند که محاصره می‌کند کانال‌های آب سنگین سردسازهای فشاری را. این طراحی ارائه می‌دهد راکتورهای *CANDU* با یک ضریب ایمنی ، گرچه نوترون‌های آهسته‌تر انرژی سینیتک، سیستم‌های مدراتورهای آب سنگین، مصرف می‌کند که منجر می‌شود به ایمنی قابل قیاس با *PWRS*.

ناخالصی‌های مدراتور:

یک مدراتور خوب، باید بدون ناخالصی در نوترون جذب شده باشد مانند *BORON* در راکتورهای نیروگاهی تجاری معمولاً مدراتورهای دارای *BORON* جذب نشده می‌باشند. چیدمان سردساز یک راکتور نیروگاه می‌تواند به وسیله اپراتور تغییر به با اضافه کردن اسید بور یک و یا دقیق‌سازی نیروی راکتور. در جنگ جهانی دوم برنامه‌های اتمی از فقدان مواد *SET BACK* رنج می‌بردند، در حالیکه هم مدراتور دارای گرافیت ارزان بودند و هم در کارایی *FAIL* می‌کردند. در آن زمان بیشتر گرافیت‌ها در الکترودهای *BORON* ذخیره می‌شوند و در گرافیت‌های تجاری آلمان شامل تعداد زیادی *BORON* بود، در زمان جنگ دوم این مسئله کشف شد آنها مجبور بودند که استفاده کند. از مدراتورهای گران قیمت آب سنگین. (در آمریکا *LEO SZILARD* یک مهندس شیمی این مسئله را کشف نمود).

مدراتور - غیر گرانیتهی

بعضی از مدراتورها کاملاً گران می‌باشد. برای مثال در *BERYLLIUM* و راکتورهای آب سنگین.

راکتورهای آب سنگین باید ۹۹/۷۵ درصد خالص باشند تا بتواند در رابطه با غنی‌سازی توان واکنش داشته‌باشند. این مشکل است که فراهم‌آوریم آب سنگین و آب معمولی را به شکل شیمیایی یکدیگر آن هم تقریباً در یک جهت و در فقط سرعت‌های مختلف مقطعی. بیشتر مدراتورهای ارزان آب سبک (مخصوصاً با آب بسیار خالص) که جذب کند مقدار زیادی نوترون را برای استفاده از اورانیوم‌های طبیعی غنی‌نشده و بنابراین اورانیوم‌های

غنی شده و یا سخت غنی سازی شده نیاز به عمل در چنین راکتورها را دارند که سبب افزایش هزینه‌های کلی می‌شود.

غنی سازی و پروسه تکراری غنی سازی خیلی گران و از لحاظ تکنولوژی پیشرفته می‌باشد و مضافاً غنی سازی و انواع پروسه مجدد غنی سازی می تواند مورد استفاده قرار گیرد تا با مواد قابل استفاده از سلاح‌های اتمی که سبب ایجاد سرطان نیز می‌شود. در طرح‌های پروسه مجدد مقاومت بیشتری برای تکثیر آن در طرح توسعه می‌باشد.

مدراتور راکتورهای CANDU ۲ برابر می شود که به همان صورت که ایمنی افزایش می‌یابد. یک تانک برگ دمای پائین فشار پائین و مدراتور آبی، نوترون و می تواند عمل می‌کند به طور بسیار مناسب و مدیریت کند، نوترون‌ها را که عمل کند.

به عنوان فرو نشاننده دما از دست دادن سردساز، در شرایط حادثه‌ها. این مجموعه تفکیک شده از میله سوخت است که عملاً حرارت تولید میکند. آب سنگین بسیار موثر است در کم کردن (مدرات کردن) نوترون‌ها و ارائه می دهد به راکتورهای CANDU اهمیت و تعریف مشخصات بسیار اقتصادی نوترون.

طراح سلاح های هسته ای:

در اولین اقدامات انجام شده در خصوص سلاح های اتمی، فرض می شد که یک بمب اتمی دارای میزان زیادی مواد تولید شده از شکست هسته ای، به وسیله مدراتورها، نوترونی مدیریت می باشد. عموماً در ساختمان یک راکتور یا PILE. فقط در پروژه MANHATAN این عقیده وجود داشت که ایده واکنش های زنجیره ای نوترون‌های تند با اورانیوم متالیک ویاپلوتونیوم طراحی شد.

سایر طراحی‌های MODERATE شده، به عنوان طراح‌های آمریکایی مطرح شده و پیشنهادات شامل استفاده از URANIUM HYBIRO می‌شد (به عنوان مواد شکافت شده).

در ۱۹۴۳ روبرتو نیاز بوهر و عقیده بر احتمال استفاده یک PILE به عنوان سلاح می‌شد انگیزه ها بر استفاده از MODERATOR گرافیک بود که عقیده داشتند که احتمال دارد به واکنش های زنجیره ای بدون استفاده از تفکیک ایزوتوپ‌ها منجر شود.

در اوت ۱۹۴۵ وقتی که اطلاعات حاصله از بمب اتمی هیروشیما بر اساس نظریات دانشمندان آلمانی ارائه شد. در *FARMUILL* انگلستان رئیس دانشمندان ورنهایزگ بر این فرضه بودند که کار و اساس آن چیزی شبیه به راکتور هسته می‌باشد. (با نوترون های آرام شده به وسیله دمای زیاد با مدراتور).

بعد از پروژه مانهاتان، تمام مولکول های اصلی پروژه سلاح بر اساس استفاده نوترون های سریع در طراحی سلاح ها عمل شد. قابل ذکر است که انشاء آن بود که تست های انفجاری *RAX, RUTH* با عملیات *UPSHOT – KNOTHOLE* انجام شود.

هدف آزمایشگاه پرتو نگاری، لابراتور دانشگاه کالیفرنیا، طراحی بر اساس تولید یک انفجار قدرتمند (به اندازه کافی) برای شروع ساحت یک سلاح هسته ای با حداقل میزان مواد شکافته شده باشند. میدان شامل *URANIUM HYBIRD* با هیدروژن و یا در خصوص مواد *CRAL* دو تریم به عنوان یک مدراتور نوترون عمل خواهد کرد.

پیش بینی معین این بود که $\frac{1}{5}$ تا 3 KT برای *RAY* باشد که آزمایشات انجام شده ۲۰۰ تن *TNT* برای هر کدام بود. و هر دو آزمایش در نظر گرفته شد که *FIZZLES* باشد.

مزیت اصلی استفاده از مدراتورها در انرژی هسته ای است که میزان شکست مواد نیاز به رسیدن به بحرانی است که ممکن است به صورت زیادی کاهش یابد.

آرام کردن نوترون های سریع در واکنش زنجیره در محور جذب نوترون، (تقلیل می‌دهد جرم بحرانی را.)

عوارض این است که به هر صورت در پیشرفت واکنش زنجیره ای، مدراتور گرمایش دارد، بنابراین باعث از دست دادن توان برای سردسازی نوترون می باشد.

اثر دیگر مدراتورهای مدرن، این است که بین ترادف نوترون های تولید شده افزایش می‌یابد، آرام سازی واکنش را باعث مسائل انفجاری می‌شود. مسئله این است که استفاده از

بمب های *Confine Implosion* قادر نخواهد بود که واکنش ها را محدود کنند. نتیجه نهایی ممکن است *FIZZLE* باشد به جای *BANG* نیروهای انفجاری یک انفجار کاملاً

مدراتور (بنابراین) محدود است، در بدترین وضع ممکن است که انفجارهای شیمیایی معادل باشد با جرم مشابه. مضافاً هاینیرگ عقیده دارد که یک نفر نمی تواند یک انفجار ایجاد کند

(نه با نوترون های آرام نه حتی با ماشین آب سنگین) و سپس نوترون فقط همراه هسته با

سرعت گرمایشی با این نتیجه که واکنش‌ها نیز آرام هستند انجام می‌دهد که مواد زودتر انفجار یابد، قبل از این که واکنش‌ها کامل باشند. در هر زمانی که در بمب اتمی کار بر روی نوترون‌های حرارتی مکن است قابل تجربه باشد با طراحی‌های بدون سلاحی که ممکن است هنوز سود برساند از بعضی سطوح مدرن.

در *BERUIUM* ممکن است از انعکاس نوترون‌های حرارتی نیز به عنوان عمل یک مدراتور استفاده شود.

مواد مورد استفاده:

- هیدروژن یک مورد آب سیک می باشد، زیرا در *PROTIUM* نیز دارای خاصیت عام برای جذب یک مقدار محدود مدراتور ممکن است بدون از دست دادن تعداد زیادی نوترون، نوترون‌های موخر نسبتاً شبیه این است که به دست آید به وسیله U_{238} و کمتر مانند شکافت U_{235} می باشد و لذا راکتور آب سیک نیاز به غنی شدن اورانیوم برای استفاده دارد.

○ هم چنین پیشنهاد استفاده از ترکیب شکل یافته به وسیله واکنش شیمیایی اورانیوم متالیک و هیدروژن (هیدرات اورانیوم *UH3*) به عنوان ترکیب سوخت و مدراتور در انواع جدید راکتورها وجود دارد.

○ هیدروژن نیز مورد استفاده به شکل مایع کرایوژنیک متان و بعضی اوقات مایه هیدروژن به عنوان منبع نوترون سرد در بعضی تحقیقات راکتوری می‌باشد که ارائه می‌دهد یک توزیع *MAXWELL-BOLTZMAN* برای نوترون‌هاییکه حداکثر آنها انتقال می‌یابد به انرژی‌های بسیار پائین‌تر.

- دتوریوم *DETORIUM* به شکل آب سنگین، یک راکتور (مثال *CANDU*) می‌باشد. راکتورهای جدید با آب سنگین می‌تواند از اورانیوم طبیعی غنی نشده استفاده کنند.

- کربن به صورت راکتور درجه بندی شده گرافیک و یا *PYRO LYTIC CARBON* در (مثال *RBMK*) و راکتورهای رسوبی استفاده می‌شود و یا ترکیباتی (مثال دی اکسید کربن).

- راکتورهای با درجه حرارت کمتر برای ساخت انرژی *WIGANGR* در مواد به کار می‌رود می‌مانند راکتورهای به صورت *DEUTERIUM- MODERATE* در بعضی از راکتورها می‌تواند استفاده شود با استفاده از اورانیوم‌های طبیعی غنی نشده.
 - گرافیت نیز طوری طراحی شده که می‌تواند گرمائی در حدود $2000K$ یا بیشتر را در بعضی راکتورهای تحقیقاتی برای تولید منابع نوترون داغ استفاده شود با توجه به توزیع *MAXWELL- BOLTZMAN* که با کر توزیع شده به اطراف تولید انرژی نوترونی بیشتر را می‌کند.
 - *BERLLIUM* به شکل فلز، گران قیمت است و دارای کاربرد محدود می‌باشد.
 - *LITHIUM-7* به شکل فلوراید نمک، نوعا در برخورد با فلوراید بریلیوم می‌باشد (*FLIR*) این نوع عمومی ترین نوع مدراتور در راکتورهای نمک گداخته می‌باشند.
- سایر مواد سبک قابل استفاده به دلایل مختلف می‌باشد.
- هلیوم یک گاز است و امکان بهره برداری دارای ه کافی نمی‌شد.
- لیتوم ۶ و ۱۰- *BORON* جاذب نوترون می‌باشد.

***R-4: N. POISON* (نوترون پویزون):**

NUCLEAR POISION و یا *NEUTRON POISION* ماده قابل کاربرد *NETUTRON ABSORPTION CROSS SECTION* (جذب طولی نوترون) شبیه به یک راکتور می‌باشد (در زمانی که جذب اتم به صورت مورد رضا اتفاق نمی‌افتد). در هر صورت ماده جذب کننده نوترون به سموم معروف است که در بعضی از راکتورهای برای کاهش راکتیو سوخت اولیه انجام می‌شود که بعضی از موارد *POISION* فرسوده میشود همان طوریکه به جذب نوترون در هنگام عملیات می‌پردازند، در حالیکه بقیه در حالت ثابت قرار دارند.

انتقال شکافت تولید *POISION*

بعضی از تولیدات شکافت هسته در زمان یک واکنش هسته ای رخ میدهد که دارای ظرفیت بالای جذب نوترون می‌باشد مانند *XONON-1* , *SAMARIUM-149* زیرا این دو

تولید شکافتی انتقال می دهد، نوترون را از راکتور و باعث می شود که یک سری عکس العمل های جدی به *STAND STILL* برسد.

X-135 به خصوص دارای میزان بالای برخورد یا عملاً تماس با راکتورهای در هسته را دارد. ناتوانی در استارت راکتورها به دلیل اثرات *XE135* در به *XENON PRECLAUDED* *START- UP* مشهور است زمان کشته شده ای که راکتور قادر نیست به فعالیت بیش از حد برسد، به زمان *XENON DEAD TIME* و یا *POISON OUTAGE* معروف است (در زمان عملکرد مداوم، سطح ثابت).

NEUTRON FLUEN زمان تعادل بین ساختار کنسانتره *XE-135* (به وضعیت تعادل) حدود ۴۰-۵۰ ساعت میباشد. (وقتی که نیروی راکتور افزایش یافت، *XE-135* کاهش می یابد زیرا جوش آمدن افزایش می یابد.) تقریباً در سطح جدید نیرو زیرا ۹۵ درصد تولید *XE-135* از لایه *IODINE-135* می باشد که دارای ۶-۷ ساعت نیم عمر دارد و تولید *135-135* *XE* ثابت می ماند در این نقطه *XE-135* به حداقل میرسد. کنسانتره سپس افزایش می یابد به سوی تعادل برای سطح نیروی جدید، در همان زمان تقریباً بین ۴۰-۵۰ ساعت. کارایی و نرخ شارژ کنسانس بین ۴-۶ ساعت اول در پی این تغییرات، بستگی دارد به سطح نیروی اصلی و میزان تعمیرات در سطح. و تعمیرات کنسانتره *XE-135* بیش از تغییرات سطح نشر در نیرو.

چون *SM-149* رادیواکتیو نمی باشد (و تغییر نمی دهد لایه را). بین این مسئله است که مسائل ملاحظاتی متفاوت با مسائل *XE-135* می باشد. تعادل کنسانتره (دارای اثر *POISION*) باعث ساخت یک ارزش تعادلی. در عملیات راکتور در حدود ۵۰۰ ساعت (حدود ۳ هسته) و سپس *SM-149* پایدار می شود و کنسانتره باقی می ماند در زمان عملیات آینده.

ACCUMULATING FISSION POSION

تعداد زیادی تولیدات *FUSSION* وجود دارد که در نتیجه کنسانتره و جذب عرضی نوترونی حرارتی، دارای اثر *POISION* در هنگام عملیات راکتور می باشد. به طور فردی مقدار کمی پس لرزه عملیاتی دارد اما با در نظر گرفتن هر دو فاکتور، آنها دارای آثار مهم هستند،

این‌ها دارای صفات محقرشده تحت عنوان *UMPED FOSIONS PRODUCT* و نیز جمع‌بندی شده در یک نرخ میانگین *BARN50* در هر اثر فیوژن در راکتور می‌باشد. پیدا شدن *FISION* تولیدات سوخت منجر به کاهش در کارایی راکتور می‌گردد.

به این دلیل است که پروسه مجدد زباله یک فعالیت مفید است، مواد جامد سوخت شامل حدود ۹۷ مواد تشکیل می‌دهد که امروزه در صنایع استفاده می‌کنند. در شکست شیمیایی تولیدات راکتور *FISSION*، قابل استفاده مجدد می‌باشد. سایر امکانات بالقوه تولیدات شکست هسته‌ای شامل تغییرات مواد و سوخت حل جامد است که اجازه فرار تولیدات را می‌دهد یا به صورت سوخت گاز مایع و یا راکتور نمک گداخته شده راکتور همگن آبی. این مسائل مشکلات تولیدات *FISSION* می‌باشد در سوخت اما ارائه دهنده مسائل اضافی اتمی است که انتقال می‌یابد و ذخیره می‌شود در تولیدات *FISSION*.

سایر تولیدات *FISSION* دارای جذب نسبتاً مناسب در منطقه عرضی میدان راکتور شامل KR^{83} , MO^{55} , ND^{143} , PM^{147} می‌باشد در این ماده، حتی تعدادی ایزوتوپ دارای قسمت‌ها با جذب زیاد وجود دارد، که اجازه می‌دهد یک هسته را تماماً جذب کند نوترون را (به صورت تکثیری).

رفتار شکست سنگین تولیدات *ACTINITEA* بیشتر از تولیدات سنگین *FISSION* در مقطع *LANTHANID* می‌باشد. به طوریکه مجموعه نوترون‌ها جذب شده عرضی از تولیدات *FISSION* بیشتر است.

در یک راکتور سریع، تولیدات *POISION* ممکن است تفاوت در دامنه باشد زیرا جذب نوترون در طول میدان می‌تواند متفاوت از نوترون نرمال و نوترون سریع باشد.

در *IN THE PBEC-M LEAD- BISMUTH KOOLCD FAST REACTOR*، تولیدات هسته‌ای با جذب نوترون بیش از ۵ درصد کل تولیدات جذب شده دارای نظم *CS-* $133, RU101, RH-103, TC-90, PD-105, PP-107$ در میدان با *SM-149* جایگزین *PP-107* برای ششمین ردیف در جای خالی می‌باشد.

DECAY POISSION

مضاف به تولیدات *POISSION* سایر مواد در محفظه راکتور، به عنوان نوترون عمل می‌کند. مثال در محفظه *TRITIUM* به *HELIUM (HE-3)* می‌باشد. از آنجائیکه *TRITIUM* نیم عمر ۱۲/۳ ساله دارد معمولاً این محفظه به طور مشخص بر عملیات راکتور اثر گذار نیست، نرخ دامنه اورانیوم سیار آرام است. به هر صورت اگر *TRITOM* تولید شود در یک راکتور و سپس اجازه داده می‌شود که در زمان طولانی شدن *SHUTDOWN* به مدت چند ماه بماند آن هم به صورت میزان کافی از *TRITIUM*، ممکن است تا تبدیل شود به *HE-3* برای اضافه کردن مقدار واکنش مجدد. هر *HE-3* تولیدی در راکتور در زمان خاموشی، جابجا می‌شود (در پرییود زمان بعدی عملیات بوسیله واکنش نوترونی - پرو تونی).

کنترل POISSION

هنگام عملیات یک راکتور، میزان سوخت مشمول در میدان به صورت مخصوص فرسایش می‌یابد. اگر یک راکتور باید عمل کند برای یک برهه زمان طولانی، سوخت مازاد بر نیاز برای میزان مشخص بحران باید اضافه نمود (به نسبت به زمان مصرف که در زمان ساخت راکتور بوده است).

واکنش مثبت در زمان افزونی سوخت که باید بالانس شده با شرایط منفی واکنشی از مواد جذب شده باشد.

میله های قابل جایگزین شامل مواد جذب نوترون، یک متر است، اما میله کنترل به تنهایی برای بالانس افزونی واکنش ممکن است تجربی باشد برای میدان مشخص طراحی، که طراحی شده. (مثال ممکن است فضای کافی برای میله های مکانیزم داشته باشد).

B.P BURNABLE POSIONS

برای کنترل میزان سوخت اضافی رادیواکتیو بدون کنترل میله‌ها باید *POISSIONS* های قابل اشتغال را به میدان راکتور ارسال نمود. این مواد همان نوترون های جذب شده در محور است که انتقال می‌یابد

کمی جذب در محوطه عملیات در نتیجه جذب پیش می‌آید.

با توجه به سوختن مواد *POISIONS* واکنش منفی این *B.P* ها کاهش می دهد. عمر میدان را به صورت ایده آل آن *B.P* تقلیل می دهد واکنش منفی در همان زمان که میزان سوخت اضافی رادیواکتیو به نسبت استهلاک می یابد.

B.P ثابت معمولاً به کار می رود به شکل حاله *BORON* و یا *GADOLINIUM* که به شکل تفکیک شده *PIN* و یا ورقه بشقابی درمی آید و یا خود را به شکل افزودنی سوخت عرضه می کند. از آن جائیکه آنها معمولاً می توانند به شکل منظم تر توزیع شوند (در قیاس با میله های کنترل)، این *P* ها کمتر باعث مزاحمت در میدان توزیع نیرو شوند. میزان ثابت *B.P* ممکن است مستقیماً به جای مشخص در میدان برای شکل و یا کنترل عمل کنند.

برای جلوگیری از افزایش و رسیدن به نقطه اوج فلان نقطه میدان راکتور. اقدامات به هر صورت باید از *B.P* ثابت در مجموعه استفاده شود.

POISIONS های نسوز *N.B.P*

این نوع *P* ها به صورت واکنش مداوم/منفی به ارزش حیاتی میدان می افزاید، در حالی که *P* های بدون نوترون به صورت خیلی محدود و نسوز با مداد مشخص می تواند به عنوان نسوز در شرایط مشخص بماند، به عنوان مثال *HAFNIUM* زدودن (به وسیله جذب نوترون) یک ایزوتوپ *HAFNIUM* منجر به تولید یک جاذب نوترون و ادامه از طریق تحریکات چرخه ای زنجیره ۵ جاذب می باشد. این زنجیره جذب در یک پروسه قابل سوخت بلند مدت انجام می شود. (با مشخصات تقریباً نسوز)

POISION حلال *S.P*

این نوع *POISION* با نام دیگر *CHEMICAL SHIM* به خصوص در جذب نوترون های هم شکل در برج حذف کننده حلال می شود. نوع معمولی تجاری *S.P* در راکتورهای آبی/فشاری (*PWR*)، اسیدبوریک می باشند.

که اغلب با نام *SOLUBLE BORON* و یا خلاصه تر *SOLBOR* به کار برده می شود. اسیدفولیک در یک پروسه سردسازی، تقلیل می دهد عامل حرارتی را و باعث کاهش در رادیواکتیو می شود. با تغییر در کنسانتره اسیدبوریک در برج خنک کننده، یک پروسه به نام *BORATION/ DILUTION* (ترفیق / مهمل) ایجاد می شود.

راديوآکتیو بودن میدان می تواند به سادگی تغییر یابد، اگر کنسانتره *BORON* افزایش یابد. *COOLANT/MODERATOR* نوترون بیشتر جذب می کند (با اضافه کردن راديوآکتیو منفی).

اگر کنسانتره *BORON* کاهش می یابد (*DILUTION*) راديوآکتیو به نسبت افزوده می شود. تغییر کنسانتره *BORON* در یک *PWR* یک پروسه آرام و در بدو امر استفاده می شود برای مصرف (برای سوخت یا تولید *POSION*).

تغییرات در کنسانتره *BORON* باعث می شود که میله کنترل (*C.ROD*) برای *MINIMUM* سازی مورد استفاده قرارگیرد که نتیجتاً در محور یورش در میدان راکتور دچار دوگانگی گردد (که می تواند تولید شود با ورودی میله کنترل).

FLATTER FLUX PROFILE رخ می دهد به دلیل عدم وجود فضای کاهش *FLUX* مانند آن چه که تولید شده در حمایت از میله ورودی کنترل است.

این سیستم دارای استفاده گسترده در صنعت نمی باشد، زیرا کارایی منفی ضرائب و فاکتورهای دمای راکتو *MODERATE* کمتر می باشد.

S.P همچنین مورد استفاده سیستم های *SHUT DOWN* برای توقف عملیاتی می باشد. در زمان *SCRAM*، اپراتورها می توانند تزریق نمایند محلول حلال *POISION* نوترون را مستقیماً از طریق سردسازی. راکتور (راه حل های مختلف شامل پلی بریت سدیم، نیترات *GD(NO3)3.XH2O* می باشد).

R-5: سردساز:

سردسازها با انواع گازی، مایع، جامد می باشند که برای سردسازی، ساختمان ها، دستگاهها و سیستم های تاسیساتی به کار برده می شود و لذا در بعضی موارد سیستم سردسازی (در نیروگاه های اتمی) درجات اول اهمیت را دارد و عنصر اصلی تاسیسات محسوب می گردد. به طور کلی تاسیسات نیروگاهی و پالایشگاهها دارای سیستم های بسیار قوی سردسازی و مبدل های حرارتی و ... می باشد.

به دلیل هزینه‌های زیاد سردسازی، مسائل تکنیکی، مسائل محیط‌زیست نوع مواد سردسازی بسیار اهمیت دارد و چیزی شبیه به مواد آتش‌نشانی دارد که باید طبق تشخیص، آب، *FOAM* و کاهش درجه حرارت و برای فرونشاندن آتش از آن استفاده شود.

مواد سردساز *COOLANT* عبارتند از سیال‌هایی است که در طول سیستم در جریان می‌باشند تا از ایجاد گرمای بیش از حد جلوگیری نمایند و به زبان دیگر کاهش درجه حرارت را به نحو مقتضی، محاسباتی و... را انجام دهند.

بنابراین سردسازها باید دارای ظرفیت گرمایی، ویسکوزیته پایین، هزینه کم، و نیز غیرسمی باشد و از لحاظ شیمیایی بدون واکنش منفی باشند و عامل افزایش خوردگی در سیستم سردسازی نشود و گاهی دارای عایق برقی باشد. در حالی که اگر سردسازها، حرارت را به درجات خیلی پایین‌تر از یخچال برسانند به آنها یخچال، تونل انجماد، فریزر گفته می‌شود که در این مباحثه جایی ندارند.

سردسازگازی:

هوا نوع عمومی سردسازگازی است که مستقیماً و یا با جریان چرخش تقلیل دما می‌دهد. در سال ۱۹۳۱ شرکت *DAYTON* به نام *DAYTON POWER & LIGHT CO.* اولین سردسازی با هیدروژن را برای توربور ژنراتور ساخت جهت سردسازی.

HYDROGEN- COOLED TURBO GENERATOR

از گازهای *INERT* کمتر مورد استفاده سردسازها در یک راکتور اتمی جهت سردسازی استفاده می‌شود. نیتروژن، دی‌اکسید کربن، معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرد.

هگزافلوراید گوگرد، برای سردسازی و عایق سازی سیستم‌های ولتاژ بالا استفاده می‌شود مانند *CIRCUIT BRCAKER SWITCHES* بعضی ترانسفورمورها استفاده می‌شود.

بخار می‌تواند مورد استفاده ظرفیت‌های مخصوص طراحی قرار گیرد، در مناطق گازی و دارای خوردگی زمانی که آب داغ برای انجام امور جذب مورد استفاده قرار گیرد.

سردساز مایع:

مهمترین ماده سردسازی مایع آب می‌باشد که در موارد استفاده کارخانه ای و نیروگاهی و پالایشگاهی به خصوص در مناطق دارای رطوبت، گرما و رسوب دارد، باید همراه محلول‌های

ضد خوردگی، ضد باکتری و ضد یخ می باشد (اتیلنگلیکول، دی اتیلن گلیکول، پروپیلن گلیکول) به خصوص زمانی که هوا زیر ۵ درجه سانتیگراد برود یا نقطه جوش باید افزایش یافته است. *BETAINE* یک سردساز مشابه می باشد با استثناء اینکه، از عصاره خالص مخصوص ساخته می شود لذا مخالف محیط زیست نمی باشد.

آب خالص یون زدایی شده، با توجه به این که رسانای نسبتا پایین برقی دارد، برای بعضی از نیروگاهها به کار برده می شود آب سنگین برای راکتورها به عنوان نوترون مدراتور استفاده می شود.

PAG یا *POLY ALKYLENE GLYCOD* برای دمای خیلی بالا استفاده می شود که از لحاظ پایداری گرمایی انتقال حرارت جلوگیری می کند در قبال اکسیداسیون *PAG* های مدرن نیز غیر سمی و نیز خطرناک باشند. روغن ها به کار برده می شود در جاهایی که آب برای سیستم مناسب نمی باشند.

با حرارت بیشتر در دمای آب جوش روغن می تواند برای حرارت های بالا استفاده شود (دمای بالای ۱۰۰ درجه) بدون فشار بالا که شامل یک سیستم *LOOP* نمی باشد.

- روغن هایی معدنی به عنوان سردساز روغن کاری در چرخ دنده ها مورد استفاده قرار می گیرد، روغن کرچک در این مواد نیز استفاده می شود با توجه به دمای بسیار بالای جوش روغن های گیاهی در روغن های معدنی و رادیاتورهای الکتریکی مورد استفاده در منازل قرار می گیرد.

- روغن سیلیکون بسیار مطلوب برای فاصله بالای عملیات حرارتی اما به دلیل گرانی کمتر مطلوب است.

- روغن فلئورکن برای بعضی موارد به کار برده می شوند.

- برای ترانسفورهای برقی، روغن ترانسفور برای سردسازی و عایق بیشتر برقی به کار برده می شود.

از مواد گداختنی برای سردسازی تاسیسات فوق العاده گرم می توان استفاده کرد سدیم و یا سدیم- پتاسیم می تواند مورد استفاده قرار گیرد در مواردی *LITHIUM* می تواند کاربرد داشته باشد. سرب از موارد فلزات گداختنی جهت سردسازی می باشد و بعضی از راکتورها از جیوه استفاده می کنند.

CONTROL ROD-R-6 (میله های کنترل):

یک کنترل راد ساخته شده از عناصر شیمیایی، دارای ظرفیت برای جذب بسیاری از نوترون‌ها بدون شکافت در بین خود آنها می‌باشند. آنها در راکتورها استفاده می‌شود. (برای کنترل شکافت اورانیوم و پلونیوم)، زیرا این عناصر دارای انرژی‌های متنوع جهت کنترل میزان خود می‌باشند. ترکیب میله های کنترل باید طراحی شود برای نوترون‌های احتیاطی راکتور، که برای کنترل در نظر گرفته شده است. راکتور آب سبک (*BWR, PWR*) و راکتورهای آب سنگین که عمل می‌کند همراه با نوترون‌های گرم‌زا، (در حالی که راکتورهای سردکننده عمل می‌کند با نوترون سریع).

اصول عملیاتی:

میله‌های کنترل معمولاً ترکیب شده است در مجموعه میله‌های کنترل، نوعاً ۲۰ میله در راکتورهای فشاری تجاری محصور شده است و به درون جدار راهنما با عنصر سوختی می‌باشد. یک میله کنترل از/یا داخل میدان مرکزی راکتور هسته‌ای برای کنترل نوترون‌های غیر لازم است که باعث کاهش و یا افزایش نوترون‌های می‌شود که ایجاد شکست و تفکیک مجدد می‌کند. این اثر در نیروی گرمایش راکتور است مقداری تولید بخار می‌کند و لذا برق تولید می‌شود.

میله‌های کنترل اغلب به صورت عمودی در میدان جداسازی شده است. در *PWR* آنها داخل شده‌اند از بالا مکانیزم میله‌های کنترل چیده شده در بالای استوانه راکتورهای فشاری. با توجه به نیاز یک خشک‌کننده بخار بالای میدان راکتور *BWR*، این طراحی نیاز دارد به میله کنترل از پائین میدان.

میله‌های کنترل به طور تکه‌ای انتقال می‌یابد از میدان تا باعث شود که واکنش زنجیره‌های رخ دهد.

تعداد میله‌های کنترل وارد شده و فاصله گرفته به نحوی هستند که ورودی آنها می‌تواند به صورت متنوع می‌باشد در کنترل واکنش‌های راکتور.

مواد مورد استفاده:

عناصر شیمیایی با توان زیاد در "جذب نوترون" فاکتور اصلی انتخاب مواد برای تهیه میله کنترل می‌باشد. این عناصر شامل نقره، *INDIUM*، کادیوم و سایر عناصر از قبیل بورون، کیالت، *ERBIUM, SAMARIUM, DYSPROSIUM, HAFNIUM*، زیرکونیم، دیپراتیتانیوم، *GADOLINIUM*، تیتانات *DYSPROSIUM* می‌باشد. انتخاب مواد با توجه به نفوذ انرژی نوترون در راکتور بررسی می‌گردد، مقاومت آنها در افزونی کاهش نوترون محدوده‌های عمومی و نیازهای مکانیکی از عوامل انتخاب مواد ساخت *ROD* می‌باشد.

میله‌ها ممکن است به شکل بتوب فولادی و همراه با پالت‌های جذب نوترون و یا نیرو می‌باشند، فزونی مواد در نوترون‌های فرسوده می‌تواند علت تغییر شکل *ROD* شوند، که منجر به تعویض بیش از موعد آنان شود، سوختن ایزوتوپ‌های جاذب علت دیگر محدودیت طول عمر محسوب می‌گردد.

***SILVER - INDIUM - CADMIUM* (کادیوم، ایندیوم نقره)**

آلیاژ ۸۰ درصد نقره، ۱۵ درصد ایندیوم و ۵ درصد کادیوم، عموماً مواد تولید میله کنترل می‌باشند. که برای راکتورهای فشار آبی استفاده می‌شود، نواحی جذب انرژی مقاومت مواد عامل تولید آلیاژ بسیار عالی برای جذب نوترون می‌باشد. *BORON* این مواد دارای ظرفیت انبساطی دارند و می‌توانند به سادگی ساخته شود و باید ضد خوردگی باشند تا از خوردگی در آب داغ جلوگیری شود. یورون از مواد عمومی جذب نوترون می‌باشد با عنایت به دنباله‌های عرضی مختلف قسمت B^{10} و B^{11} مخلوط، مواد *BORON* غنی شده به B^{10} با ایزوتوپ شکل مورد استفاده عادی می‌باشد.

جذب گسترده نوترون‌های مهمل توسط یورون باعث انتخاب این نوترونی می‌گردد. جایگاه و ارزش‌های مکانیکی عنصر *BORON* بسیار قابل ترجیح می‌باشد، بنابراین این آلیاژ و یا مخلوط به جای سایر به کار گرفته می‌شود. انتخاب مواد عموماً بر فولاد *HIGH-BORON* و کار باید برون می‌باشند.

HAFINIUM

- دارای محدوده‌های بسیار عالی برای هر دو نوع راکتورهای دارای مدراتور و یا سردساز می‌باشد.
- دارای انبساط مکانیکی، ساخت ساده، مقاوم در مقابل خوردگی آب داغ، می‌باشد و می‌تواند آلیاژ شود با میزان کم سایر فلزات (مانند *FIN* و اکسیژن برای انبساط‌های و انقباض‌های محاسبه نشده، آهن، کرومیوم *NIOBIUM* برای مقاصد ضد خوردگی و *MOLY BDENUM* برای مقاومت در قبال آب، سختی، توان ترکیب و هم‌سازی می‌باشد.
- چنین آلیاژی متشکل شده به *HAFALOY-NM, HAFALOY-N, HAFALOY-* به *M, HAFALOY* هزینه زیاد آن و فقدان دسترسی به فلز محدودیت در استفاده را در راکتورهای خصوصی دارد و بنابراین در جاهایی که مانند راکتورهای نیروی دریایی آمریکا استفاده می‌شود.

***DYSPROSIUM TITANATE* (تیتانیت، دیسپودیوم):**

یکی از فلزات جدیدی که اخیراً مورد بررسی ساختی *ROD* برای راکتورهای با فشار آب مورد استفاده قرار می‌گیرد (*PWR*) تیتانیت دیسپودیوم می‌باشد، که عامل خوبی برای جاشنی آلیاژ *AG- GN- CD* می‌باشد زیرا دارای نقطه ذوب بالاتر می‌باشد و تمایلی به ایجاد واکنش مواد *CLADDING* ندارد و برای تولید ساده و زباله رادیواکتیو تولید نمی‌کند و افزایش پیدا نمی‌کند و تولید گاز نمی‌کند، این نوع فلز در روسیه مورد استفاده برای راکتور *RBMK, VVER* می‌باشد.

***HAFNIUM DIBORIDE* (دیبراید هانیوم)**

این مواد می‌تواند به صورت مخلوط پودر کار باید برون و هانیوم بهتر گردد و یک ماده جدید محسوب می‌شود.

مقررات مضاعف رادیواکتیویته:

معمولاً مسائل دیگری در خصوص کنترل رادیواکتیو وجود دارد، در طراحی *PWR* جذب کننده نوترون‌های قابل حل اسیدبوریک، به سردساز راکتورها اضافه می‌شود که باعث جذب

کامل میله کنترل شود (در زمانی که عملیات نیرو گاهی اطمینان می دهد). توزیع مناسب نیرو و توزیع *FLUX* را در کل محوطه میدان راکتور..

درزگیرهای شیمیایی همراه با استفاده از *POISON* های نوترونی قابل سوخت. همراه با پالت سوخت مورد استفاده برای کمک به مقررات بلند مدت رادیواکتیو میدان راکتور قرار می گیرد. درحالی که میله کنترل مورد استفاده برای تغییر در سرعت نیروی راکتورها می شود (مثلا برای خاموش و یا روشن کردن نیروگاه).

عملیات *PWR* ها با استفاده از سردساز از طریق میدان برای کنترل رادیواکتیو تغییر می دهد سرعت راکتور را با پمپ های سیکل مجدد. (یک افزایش در جریان سردسازی)، اصلاح می کند. مسئله جا به جا کردن حباب های بخار را، و بنابراین افزایش می دهند دانسیته سردسازی مدراتور را همراه با افزایش در نیرو).

ایمنی:

در طراحی بیشتر راکتورها (به عنوان عامل ایمنی)، میله های کنترل ضمیمه ماشین آلات بالا رونده به وسیله الکترو مگناتیک می باشد به کار گرفته می شود (در مقایسه با به کارگیری سیستم مکانیکی).

این بدان معنی است که به طور اتو مکانیکی در موارد ناتوانی نیرو و یا در مواقع مشکلات در رابطه با ناتوانی دستگاهی، میله های کنترل از کار می افتد، (در ثقل به *PILE* می افتد) و باعث توقف واکنش می گردد.

یک استثناء قابل ذکر، در خصوص شرایط فقدان ایمنی سیستم عملیات، در امثال *BWR*، نیاز به استفاده از میله کنترل در شرایط استراتژیک و اضطراری خاموشی سیستم دارد که با استفاده از آب از تانک مخصوص انجام می گیرد که در زیر فشار فوق العاده نیتروژن می باشد. خاموشی یک راکتور در این خصوص *SCRAMMING THE REACTOR* نامیده می شود.

SCRAM و یا مرد ایمنی کنترل (*SAFETY CONTROL ROD AXE MAN*) و یا مردی که گماشته شده که چنان چه یک اتفاق ناجوری افتاد مرد طناب به دست طناب رو

منبسط با کنترل راد با تکان (مانند آتش نشان ها) می دهد و راد کنترل در دهانه راکتور قرار گیرد و آن را توقف دهد و خطر رفع گردد.

جلوگیری از حوادث بحران زا:

سوء مدیریت یا به کارگیری کنترل راد نامناسب، اغلب مایل به شکایات برای حوادث بوده‌اند که شامل انفجار در *SL-1* نیروگاه (فاجعه) چرنوبیل در شوروی سابق (اکراین) می‌باشد. نوع هموزن جاذب نوترون اغلب مورد استفاده در مدیریت بحران است که در رابطه است با راه حل *AQUEOUS* برای انکسارات فلزی به طور عموم در حوادث هر کدام از *BORAX* (بوریت سدیم) و با ترکیب *CADMIUM* که به سیستم اضافه شده است. کامدیوم در اسید باعث تولید کامدیوم در *SITU* می‌باشد.

در یک راکتور دارای سیستم سردساز دی اکسیدکربن مانند *AGR* است. اگر کنترل راد جامه نتواند عمل کند میله‌های جامد کنترل دارای مشکل بوده که توانسته است کنترل کندواکنش‌های گاز نیتروژن که تزریق شده بطور مداوم در سیستم سردساز راکتور و این عجز به علت این است که نیتروژن دارای میزان بیشتری جذب در محور برای نوترون می‌باشد (درقیاس باکربن یا اکسیژن و یا اکسیژن) و لذامیدان، کمتر واکنش می‌دهد. همان‌طور که انرژی نوترون‌ها افزایش می‌یابد، ایزوتوپ‌های جرم در محوطه نیتروژن کاهش می‌یابد و ایزوتوپ 10^B *BORON* مسئول عمده جذب نوترون می‌باشد. *BORON* شامل موادی است که می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، (وقتی که لایه حفاظتی نوترون کاهش می‌دهد). واکنش‌های مربوط به میدان راکتورها را.

REACTOR VESSEL-R-7 (R.V) (مخازن واره های راکتور)

نوع بشکه مانند پوششی راکتورها و یا جامد این مجموعه اتمی، *R.V* نامیده می‌شود که یک *VESSEL* فشاری است که شامل سردساز و میدان راکتور می‌باشد و مجموعه‌ای شامل محفظه‌ها و جای کنترل و واکنش شیمیایی می‌باشد. پروسه شیمیایی را قادر می‌سازد که به مواد خام تبدیل شوند به تولید نهایی. تحت شرایط فشار و دمای داده شده به آنها در هنگام واکنش لازم می‌شود که تغییر مکان بدهیم، اضافه نیاز حرارتی را تا کنترل به طور مناسب انجام شود.

*VESSEL*ها ساخته شده‌اند برای ابقاء فشار در سیستم *R.V* که تهیه شده است با یک یا چند دیواره سیال به سیال مضاعف برای چرخش سیال‌های سردساز برای دادن گرما که کاربرد آن خیلی مفید است در پروسه های سمی و مجموعه‌های خطرناک و مرگ آور. تمام راکتورهای نیرو، دارای *R.V* نمی‌باشند و نیروها راکتور عموماً طبقه بندی می‌شوند با نوع سردساز آن (تا این که) حسب شکل *R.V* مورد استفاده در تاسیسات سردساز و طبقه بندی به شکل ذیل می‌باشد:

- *R.V* های سیک، مانند *PWR, BWR* که غالب راکتورها را شامل می‌شوند.
- راکتور مدرات گرافیتی، که مانند راکتور چرنوبیل (*RMBK*) است دارای راکتورهای بسیار زیاد غیر معمول است که مجموعه شکل آن قابل مقایسه با عموم نیروگاههای دیگر در روسیه می باشد (و در جهان).
- راکتورهای حرارتی با سردسازی گازی که شامل *GAS COOLED FAST BROD* و *(GCFR) REACTOD* و یا *HTGR*، که نمونه یک راکتورگازی شرکت انگلیسی *BRITISH MAGNOT* می‌باشد.
- راکتورهای آب‌سنگین که به کار می‌گیرد آب سنگین را و یا آب را که هیدروژن آن بالاتر است، از ایزوتوپ دیتریوم در بعضی موارد، به هر صورت *P₂O* (آب سنگین) بسیار گرانتراست و ممکن است به عنوان اجزاء اصلی به کار رود، اما لازم نیست که مانند موارد *COOLANT* باشد. نمونه راکتور آب سنگین راکتور *CANDU* می‌باشد.
- راکتور فلزات، مایع سردساز، که کارسازی می‌کند فلزات سیال را مانند سدیم و یا سرب برای سردسازی راکتور میدان راکتور.
- راکتور نمک گداخته سردساز ارگانیک مخصوص، مورد استفاده در این طراحی قرار می‌گیرد، مانند *MSBR* در رده‌های کلاس بندی راکتور با یک *PWR, PROSSUR* در *VESSEL* منحصراً در *P.V* رنج می‌برد از یک نوع به خصوص تشعشعات نوترون (معروف به *FLUENCO*) در هنگام عملیات و ممکن است دچار شکستگی شود، در طول عملیات در این مورد به خصوص *P.V* های راکتور *BWR* دارای پوشش حفاظتی بهتر می‌باشند، به طوری که نیاز به هزینه‌های بیشتر ساخت دارد (در همان وهله اول) به

خاطر اندازه بالای آن *P.V* های امروزه توسط شرکت *AREVA* ساخته می شود و توسط *PWR* ها کار می کنند.

انواع:

طراحی شرکت و ستیگهاوس *COMBUSTION ENGINEEFY* دارای تیوب عمودی و *TUBE* تبدیلی می باشد. برای آب اولیه، کانادایی ها، ژاپنی ها، فرانسوی ها و آلمانی ها تولیدکنندگان *PWR* از نوع *Vertical Configuration* استفاده می کنند. روس ها از طراح راکتور *VVER* افقی مولد بخار استفاده می کنند که تیوب ها به صورت افقی چیده شده اند، شرکت *BABCOK* , *WILCOX* (۳ مایل آیلند) دارای مولد بخار کوچکتر بودند که انتقال میدادند آب را از طریق بالای *OTSGS* (از طریق مولد بخار به سوی *F.BACK*) (*Once-Throught Steam Genenator, Countor-Flow To The feed back*) و در این ها باید چرخش مجدد کند به وسیله پمپ سردساز راکتور. طراحی افقی، دارای انواع استعداد ثابت شده برای درجه بندی طراحی *U-TUBE* عمودی می باشند.

انواع *TYPICAL OPERATING CONDITION*

مبدل های تجاری نوعاً *PWR* در ایالات متحده دارای شرایط

<i>Side</i>	<i>Pressure MPA (Absolute)</i>	<i>In Let Tempratuor</i>	<i>Out Let Temp*</i>
قسمت اولیه <i>TUBSIDE</i>	۱۵/۵ پوند	۳۱۵ درجه (آب مایع)	۲۷۵ درجه
قسمت ثانویه <i>SHELL</i>	۶/۲ پوند	۲۲۰ درجه (آب مایع)	۲۷۵ درجه

آلیاژ تیوب های عمودی، دارای عملکرد بسیار خوب بود که برای ژنراتور بخار به کار می رود که شامل فولاد *SS-316* و آلیاژ *400* و *ALLOY 600 MA* , *ALLOY 600 TT* (گرمایشی) و *ALLOY 800 MOD* , *ALLOY 600 TT* می باشند.

BOILER FEED WATER PUMP (پمپ تزریق آب دیگ بخار) R-8 **B.F.W.P**

این نوع تلمبه برای تزریق آب داغ به داخل دیگ بخار به کار می‌رود. آب ممکن است از طریق بازگشت کندانس شده آب برگشتی داغ که توسط بویلرها به وجود آمده است تاثیر گردد. این نوع پمپ معمولا دارای واحدهای فشار زیاد است که با استفاده از مکش از سیستم برگشتی کندانسور می‌تواند از طریق یک پمپ سانتریفیوژ (گریز از مرکز) و یا نوع *POSITIVE DISPLACEMENT* تامین گردد.

STEAM GENERALOR (N. POWER) ژنراتور بخار (نیروی اتمی) R-9

ژنراتورهای بخار همان مبدل‌های حرارتی هستند که آب را تبدیل به بخار می‌کنند تا این بخارها بتوانند توربین را حرکت دهند و توربین بتواند شفت ژنراتور را بچرخاند تا برق تولید شود. این کالا در راکتورهای *PRESSURIZED WATER* بین دو *COOLANT LOOP* قرار دارند.

هر کدام از نیروگاههای توربینی می‌تواند تا ۷۰ فوت ارتفاع و ۸۰۰ تن بارگیری آب نمایند و هر کدام دارای ۳۰۰۰ تا ۶۰۰۰ تیوب است که هر کدام ۳۰/۴ اینچ قطر دارند و سردساز (*TREAT WATER*) که این لایه‌ها برای مقاومت در مقابل حرارت زیاد است که جلوگیری که از داغی انجام شده در میدان راکتور اتمی گرما، انتقال می‌یابد بین میدان راکتور و چرخش می‌دهد و *COOLANT* و سپس پمپ می‌شود از طریق لایه *TUBE* اولیه، بخاری که تولید می‌شود به وسیله پمپ سردساز و قبل از بازگشت به میدان راکتور شد. که به این حرکت *LOOP* اولیه گفته می‌شود. آب جریان می‌یابد از طریق آب جوش ژنراتور بخار در قسمت *SHELL* برای تولید بخار در *LOOP* دوم که انتقال می‌یابد به توربین برای تولید برق بخار بعداً کندانس برای آب سرد از منطقه *LOOP* و بازگشت به ژنراتور بخار برای حرارت مجدد منطقه آب سرد ممکن است چرخش یابد به سوی برج خنک‌کننده (در جایی که باقیمانده گرمای مانده قبل از بازگشت به کندانس بخار بیشتر می‌رود).

از طریق فضای سردسازی ممکن است که در صورت دیگر یک رودخانه، *LAKE* و دریا انجام شود. این طرح سیستم سردساز منطقه ای، ثانویه و اولیه که بسیار عمومی می‌باشند، اهمیت که استخراج انرژی های لازم را از واکنش کنترل شده هسته ای.

این حلقه های دارای نقش ایمنی مهم هستند، زیرا آنها تشکیل یک ماجرای اولیه را بین رادیواکتیو و طرف غیر رادیواکتیو تاسیسات اولیه سردساز تبدیل به رادیواکتیو در میدان رآکتیو شود.

به همین دلیل اهمیت *TUBING* مهم است، (در کاهش تست آب بین دو قسمت تاسیسات) و یک چیز بالقوه ای است که تیوب ناگهان پر می شود (در زمان عملیات) و مجموعه بخار می تواند رها کند خود را مستقیماً به *LOOP* ثانویه سردساز. بنابراین در زمان خروجی باقیمانده چیزی شبیه به توقف بعضی تیوب های ژنراتور بخار بازرسی وسیله آزمایشی *EDDY-CURRENT* می شود.

در سایر انواع راکتورها، مانند *PWR*، طراحی *CANDU*، مایع اولیه آب سنگین است. سردساز فلزات مایع در روسیه (راکتور *BN-600*) نیز از میدلهای حرارتی بین دو سردساز اولیه و ثانویه *WATER COOLANT, METAL COOLANT* استفاده می شود. راکتورهای آب جوشان از بخار آب استفاده می کنند با بخاری که از طریق مبدل فشاری تولید می شود.

ساختمان و عملیات:

این نوع پمپ در دامنه های مختلف اسب بخار موتورهای الکتریک مختلف معمولاً تفکیک شده از بدنه پمپ به وسیله بعضی از کوپلینگ های مکانیکی می باشد. از پمپ های بزرگ صنعتی کندانسور نیرو گاهی به جای این پمپ استفاده می شود. این پمپ کار می کند، تا سطح مایع در دیگ بخار افزایش یابد. بعضی از این نوع پمپ ها دارای دو سویچ *STAGE* می باشد. پمپ اول برای ادامه تزریق سیالات می باشد و چنانچه سیال دچار نقصان شد این *STAGE* به کار می افتند.

STAGE برای خاموش نمودن و تعادل تجهیزات دیگ بخار (پرهیز دادن دیگ بخار از خشک سوزی و سر رفتن سیال) که هر دو با زنگ خطر همراه است.

نوع دیگر تلمبه تزریق آب، مداوم رفتن آب که فراهم می نماید با حداقل جریان سیال برای توقف فشار بیش از حد به تلمبه می باشد. حداقل جریان، معمولاً باز می گردد به تانک و یا

DEARATOR

پمپ های با نیروی بخار *STEAM POWERED PUMP*

لوکوموتیو بخار و موتور بخار درکشی ها و نیرو کاربردهای ایستگاهی مانند نیروگاهها نیز نیاز به تلمبه های تزریقات دارند در این وضعیت معمولاً پمپها با استفاده از موتورهای کوچک توربینی کار می کنند بخار توسط *BOILER* تامین می شود.

یک مسئله باید در نظر گرفته شود که شارژ آب در بدو امر باید به دیگ باشد (قبل از این که نیروی بخار آماده باشد برای عملیات پمپ آب). پمپ از نوع *POSITIVE DISPLACEMENT* می باشد که دارای شیر بخار و سیلندر می باشد در یک رو دارای یک سیلندر تزریق آب می باشد در سوی دیگر آن و نیاز به استارت *CRANK SHAFT* ندارد.

STEAM TURBINE R-10 توربین بخار

توربین بخار برای چرخاندن شفت ژنراتور جهت تولید برق به کار می رود و در بخار تولید شده مبدل های حرارتی که با نیرو محرکه انرژی هسته ای تولید شده کار می کند. یک توربین بخار یک مجموعه مکانیکی هستند که انرژی گرمایی را با فشار بخار و آن را تبدیل به یک محور چرخان می کند. مدل جدید توربین بخار توسط *PARSON* در سال ۱۸۸۴ درست شد. توربین بخار جایگزین پمپ رفت و برگشتی با نیرو محرکه بخار (در وهله اولیه به خاطر کارایی حرارتی بیشتر و نرخ نیروی بیشتر به وزن بیشتر قابل ترجیح است.) به خاطر حرکت دوار توربو ژنراتور قادر است که یک ژنراتور حدود ۸۰ درصد ژنراتورهای برقی جهان از توربین بخار استفاده کند.

تاریخچه ساخت توربین بخار:

در سال ۱۵۵۱ نفی الدین در امپراطوری عثمانی مصر در اسکندریه، یک شماییلی از توربین را ساخت.

سپس جیوانی *BRANCA* در سال ۱۶۲۹ و سپس *J. WILKINS* در ۱۶۴۸ در انگلیس شبیه چنین چیزهایی را ساختند. توربین های جدید در سال ۱۸۸۴ توسط پارس ساخته شد که ۷/۵ کیلو وات برق تولید از توربین امروز 50000 KW رسید که در زمان خود پارس به ۱۰ هزار برابر رسید.

شرکت *DELAVAL TURBIN* یک توربین بخار را ایجاد نمودند و سپس *CURTIS* توربینی توسط شرکت *U.S COMPANY INT, L CURTIS MARINE CO* توسعه یافت در ۱۹۹۰ شرکت *J.B BROWN&CO* توربین دیگری برای کشتی جنگی آمریکا ساخت.

توربین های کوچک (*IHP(0/75 KW*) از پمپ استفاده می کرد و مورد پیشرفته به *HP ۲۰۰۰۰۰ (1,500,000 KW)* تبدیل شد. طبقه بندی های مختلف مسائل توربین به شرح ذیل می باشد.

- تولید بخار وضعیت خروجی (مسائل نوع *CONDENSING*، غیر کاندنسینگ، *INDUCATION, EXTRABTION, REHEAT* نوع غیر کاندنسینگ *BACK PRESSORE* توربین هایی هستند که اغلب کاربردهای پروسه بخار را دارند. *EX-PRESSUR*

- به وسیله شیر رگولاتور برای نیازهای پروسه بخار توربین به کار می رود. این نوع توربین ها در پالایشگاهها به کار برده می شود. صنایع کاغذ تاسیسات نمک یدها و خلاصه اماکنی که دارای فشار پایین بخارات کاربرد دارد. *CONDENSING TURBINE*، در نیروگاههای برق کاربرد دارد و نوعا در نواحی با ۹۰ درصد فشار زیر آب برای کاندنس کردن به کار برود.

توربین *REHEAT* (گرمای مجدد) نیز فقط در نیروگاهها مورد استفاده قرار می گیرد در این نوع، جریان بخار از قسمت فشار بالا توربین به دیگ بخار (جائیکه دمای بالا دارد) اضافه می شود و بخار بازمی گردد به بخش میانی فشار توربین و انتشار آن ادامه می یابد.

توربین *EXTRACTIVE*، نوع عمومی این توربین ها از لحاظ کاربرد است در این نوع، بخار آزاد می شود از روزه های (*STAGE*) مختلف توربین و در پروسه کاری برای نیازهای آب *HEATFR* دیگ بخار برای تقویت کارایی سیکل مربوطه به کار می رود که جریان بخار می تواند به وسیله شیر آلات و یا ... جریان می یابد.

توربین *INDUCATION* یک توربین فشار پائین است در یک *INTERMEDIATE STAGE* (برای تولید نیروهای اضافی).

سیستم تنظیم شفت یا *CASING*

این سیستم شامل *CASING* تنها، مجموعه *TANDON COMP* و توربین *CROSS*، *COMPOUND* می باشد که این واحد در نوع اصلی شفت و *CASING* با یکدیگر به یک ژنراتور با هم متصل می شوند.

TANDON COMPANY در جایی که ۲ یا *CASING* مستقیم و یا به طور تنهایی یک ژنراتور را می چرخاند، به کار برده می شوند.

یک توربین *CROSS COMPOUND* دارای ۲ یا چند شفت. به طور تنهایی و نه به شکل چرخاندن بیش از یک ژنراتور به کار می رود. (که غالباً دارای سرعتهای متفاوت می باشند) این نوع دارای موارد استفاده بسیار است.

اصول عملیاتی و طراحی:

یک توربین بخار مطلوب دارای یک پروسه ایزوتوپ می باشد و یا دارای پروسه ثابت *ENTROPY* می باشد که آنروپی وارد توربین معادل آنروپی بخار موجود در توربین است. و نه تنها آنها واقعاً *ISENTROPIC* می باشد به هر صورت آنها در دامنه های ۹۰-۲۰ درصد کارایی دارند که بر اساس کاربرد سفارشات است. داخل توربین ها شامل *SET* های مختلف تیغه یا *BUCKETS* مرتبط با شفت می باشد و دارای حداقل *CLEARANCE* می باشد با توجه به اندازه آنها کارایی متفاوت دارند برای افزایش بخار در هر *STAGE*.

کارایی توربین:

کارایی توربین منوط به کارایی بخار/ کار ژنراتور و تعداد *STAGE* می باشد که منوط به این است که چگونه انرژی از آنها گرفته شده که به *IMPULSE* و یا *REACTION* (توربین) معروف می باشند و مجموعه ای از طراحی های واکنشی و طراحی *IMPULSE* می باشد و هر *STAGE* عمل می کند (در رابطه جزء و یا دیگری عمل می کند) اما در توربین *OVERALL* هر دو مورد استفاده قرار می گیرد.

نوعاً قسمت فشار بالا نوع *IMPULSE* و قسمت پایین نوع *REACTION* می باشد. توربین *IMPULSE* دارای *NOZZLE* های ثابت جریان بخار به طراحی *H.SPEEDJE* می باشد که این *JET* ها شامل مقادیر زیادی انرژی سینک می باشد که تیغه های روند به

شکل *BUCKET* و مرتبط با چرخش همان طور که جهت *JET* بخار تغییر می کند و فشار اضافی در تیغه های توربین با افزایش خالص در تراکم بخار در طول *STAGE* می باشند.

R-II: ژنراتورهای برقی:

ژنراتور در واقع ارائه دهنده نتایج نهایی کار یک نیروگاه می باشد و تمام اقدامات برای چرخاندن شفت ژنراتور می باشد که خروجی آن برق است. این ژنراتورها و یا به اشکال دینام در دو چرخه ها و یا در اتموبیل ها عامل تولید برق می باشند. در دو چرخه ها، پره های دینام به لاستیک چرخان دو چرخ می چرخد و برق تولید می شود و در اتموبیل تسمه های متصل به دینام محور دینام را می چرخاند و برق تولید می شود و در ژنراتورهای برقی، توربین ها (گازی، بخاری، گازوئیلی، آبی، بادی، ...) محور ژنراتور را می چرخاند و برق حاصل می شود. امروز محور ژنراتورهای، دیزلی / برقی و یا توربینی می باشد و می چرخد.

در مقوله انرژی اتمی، مسئله ژنراتور، یک مسئله به حساب می آید که باید در کتاب های مولدهای برقی به آن اشاره نمود. اما تا آن جا که ارتباط تنگاتنگ با مسائل نیروگاه اتمی دارد به طور خلاصه مسائلی مورد بحث قرار می گیرد.

حسب تعریف، ژنراتورهای برقی تبدیل کنندگان انرژی مکانیکی به انرژی الکتریکی می باشند. البته همان طور که پمپ آب ماشین آب را در دستگاههای اتموبیل می چرخاند، اما تولیدکننده آب نسبت، ژنراتورها هم همین طور عمل می کند.

توسعه تاریخی و سوابق:

قبل از کشف روابط بین مغناطیس و برق، ژنراتور برقی اختراع شده و بر اساس اصول الکترو استاتیک عمل می کند و تولید آن به صورت ولتاژ بالا و جریان پائین بود. برای عمل مولد، به وسیله نسخه های الکتریکی بشقاب ها دیسک انتقال دهنده شارژ به الکترودهای پتانسیل بالا می رود انجام می شد و به هر ترتیب برق تولید می شد.

امروزه ژنراتورهای قوی یا آویزه های ساخت شرکت های از دیرویت، کاترپیلار کامینز، ساخت *G.M* و یا *A.M* و توربین های ۲۵۰ مگاواتی ساخت شرکت های هیتاچی، *G.E*، *SOLAR*، زیمنس، آلستوم، سولرز، براون باوری، با مدل های تیفون، *TD* ها ساترن و

*TD*ها و هزاران مدل های از ۰/۵ تا ۳۰۰ مگاوات تولید می شود، که هر کدام دارای مدل های و تشکل های مخصوص به خود ساخته می شود.

که انواع *STEAM* آن در *NRC* و در کشورهای آمریکا، روسیه، ژاپن، فرانسه، سوئیس، هلند و آلمان ساخته می شود.

در سال ۱۸۲۷ توسط مجارها، فارادی در ۳۲-۱۸۱۳، دیسک های مولد ساخته شده به اشکال *DC* و اولین ژنراتورهای برقی برای صنایع به شکل *DYNAMO* ساخته شد (۱۸۳۲).

که اکثر آلترناتورهای به طریق *SYNCH. ROUNOUS SINGLY- FED- GENERATOR* بود.

ژنراتورهای *MAGNETO HYDRODYNAMIC* مستقیماً به وسیله استخراج نیروی برق با استفاده از گاز داغ، از طریق سیستم مغناطیسی ساخته شد که بدون استفاده از ماشین های الکترو مغناطیسی چرخان انجام می شد. در *MHD*، ژنراتورها توسعه یافت با خروجی ژنراتور پلاسی *MHD* که دارای *FLAME* از طریق تزریق گرمابه بویلرهای نیروگاههای بخاری تولید می شد. که طرح های اولیه آن *AVCO MK. 25* در ۱۹۶۵ توسعه یافت و متعاقباً توسط آمریکائیه با ظرفیت *25MW* در ۱۹۸۷ به وجود آمد. در روسیه در ۸۰-۱۹۷۲ تاسیسات *MHD, U25* به خدمت نیروگاههای تجاری در سیستم تولید برق در مسکو عمل کرد که ظرفیت *25MW* که بزرگترین در زمان خود بود که این نوع در سال های ۲۰۰۷ دارای کارایی کمتر نسبت به سیکل های ترکیبی توربین های گازی تشخیص داده شد.

دو قسمت اصلی ژنراتورها چه مکانیکی و چه الکتریکی عبارتند از *ROTOR* و استاتور که یکی دارای سیم پیچ دورانی و دیگری ثابت بود.

آرما تور: اجزا مولد برق یک ماشین الکتریکی است در یک ژنراتور، آلترناتور و یا دینام، تولید برق *CURRENT* می شود. و می تواند روتور و یا استاتور باشد.

میدان: میدان مغناطیسی یک ماشین الکتریکی می باشد که می تواند به وسیله الکترومغناطیس و یا *PERMANENT MAGNETS* سوار شده بر روی روتور و یا و یا استاتور باشد.

چون نیرو انتقال می‌یابد به میدان *CIRCUIT*، بسیار کمتر از *ARMATURE* است، ژنراتورهای *AC* همواره دارای میدان *WINDING* ورتور و استاتور به عنوان *ARMATURE WINDING* می‌باشد. فقط یک مقدار کم از جریان میدان الکتریکی باید به روتور انتقال می‌یابد برای *SLIP RING* استفاده شود. ماشین های *DC* لزوماً دارای *CUMMUTATOR* در سقف های چرخنده می‌باشد.

ژنراتورها:

ژنراتورهای مختلف شامل *ENGIN-GENERATOR, VEHICLE- MOUNTED GENERATOR* و ژنراتورهای برقی با نیروی انسانی می‌باشد که در نوعی از آن در جبهه‌های برای استفاده از نیروی برق در سیستمهای مخابراتی استفاده می‌شود.

R-12: کندانسور *SURFACE CONDENSER*

کندانسورها عامل مایع سازگارها عموماً برای مبدلهای حرارتی *SHELL – TUBE* در خروجی توربین های در نیروگاههای حرارتی وجود دارند. آنها مبدل های حرارتی هستند که تبدیل می کند بخار را از حالت گازی به مایع در فشاری کمتر از فشار جو در جائیکه سردساز آبی در مضیقه باشد. نوع کندانسور با خنک کننده هوایی آن گرانتتر می باشد و نمی توان از آن به عنوان توربین بخار فشار یا به عنوان کندانسور *SURFACO* استفاده نمود. کاربرد *S.C* بیشتر در صنایع می باشد تا در خروجی توربین بخار در نیروگاهها.

هدف:

یک نیروگاه حرارتی در وحله اول را برای جنگ سازی و تبدیل بخار به مایع آب از توربین بخار می باشد که بتواند حداکثر کارایی را از بخار به آب در (دیگ) *BOILER* تغذیه و ژنراتورهای بخار استفاده می نماید.

عوامل لازم:

توربین بخار یک دستگاهی است که تبدیل می کند بخار توربین را به یک نیروی مکانیکی (برای چرخاندن ژنراتور تولید برق) مقاومت بین توربین گرمایش بخار در واحد وزن در

ورودی به توربین و گرمایش بخار در هر واحد وزن در خروجی آن، همین است که گرما تبدیل نیروی مکانیکی شده است و بنابراین هر چه تبدیل گرما در هر پوند و یا کیلوگرم بخار به نیروی مکانیکی در توربین بیشتر باشد ارزش آن بیشتر است.

با کندانس کردن بخارهای خروجی توربین در فشار پائینتر از اتمسفر، فشار بخار کاهش می‌یابد بین ورودی و خروجی توربین افزایش می‌یابد که این میزان افزایش گرما آماده برای تبدیل به نیروی مکانیکی می‌باشد. بیشتر گرماهای آزاد می‌شود که با توجه به کندانس کردن بخار خروجی که همراه است همواره با سردسازخانه (آب/ هوا) که مورد استفاده کندانسور قرار می‌گیرد.

طراحی کندانسورهای SURFACE با خنک‌کننده آبی:

افزودن دیاگرام انواع سردساز آبی، کندانسور مورد استفاده در نیروگاهها برای کندانس کردن بخار خروجی از توربین بخار می‌باشد که از یک خروجی ژنراتور انتشار می‌یابد که باعث چرخش ژنراتور برای تولید برق می‌باشد.

شل: شل‌ها بدنه خروجی مبدلهای حرارتی می‌باشند. شل از بشقاب‌های کربن استیل (که با طراحی‌های مختلف و درخواستی) ساخته می‌شود یا طراحی مشخص، بشقاب‌های مشخص، نصب می‌شوند تا به عنوان بشقاب‌های *BAFFLE* تهیه کنند که با مراحل مختلف جریان موردنظر بخار، کندانس طراحی شده است.

بشقاب‌ها بخار کندانس شده تهیه می‌کنند، (برای جلوگیری کندانس مایع تیوب‌های بلند عرضی).

که در ته شل جایی که کندانس شده‌ها جمع‌آوری می‌کند، خروجی‌ها نصب می‌شوند در بعضی طراحی‌ها، یک مجموعه (اکثراً بر می‌گردد به عنوان *HOTWELL*) تهیه می‌شود. کندانس شده‌ها پمپ می‌شوند از خروجی و چاله داغ برای استفاده مجدد به عنوان تزریق آب *BOILER*.

بیشتر کندانسورهای سردسازنده آب‌جنگ، سل‌ها تحت مکش می‌باشد در شرایط عملیات نرمال.

سیستم مکش:

برای کندانسورهای (با سردساز آبی)، واکيوم کننده‌های *SHELL* معمولاً با یک سیستم تزریق کننده بخاری جت همراه می‌باشد.

چنین سیستم به کار می‌گیرد سیال را برای جابجایی گازهای غیر پایدار ممکن است وجود داشته باشد، در روی کندانسور. اثر *VENTUR* یکی از اصول *BERNOULLI* می‌باشد که به کار می‌رود، برای عملیات در تزریق کننده جت بخار.

پمپ‌های خلا مو توری، مانند نوع *LIQUID RING* آن نیز دارای مصرف عمومی برای این خدمات می‌باشد.

تیوب شیت *TUBE SHEETS*:

در ابتدای هر *SHELL* یک ورقه با ضمانت کافی با فولاد *STAINLEC STEEL (SS)* فراهم شده، برای تیوب های دارای سوراخ که در درون و به صورت دورانی قرار می‌گیرد. ورودی این دو سر تیوب ها نیز به شکل رنگ می‌باشد.

و برای اجتناب از گردش در ورودی‌های هر تیوب می‌باشد که باعث لرزه می‌شود و جلوی بخارهای اضافی قرار می‌گیرد. بعضی از فروشندگان تیوب‌های ورودی پلاستیک می‌باشد.

در بعضی تولیدکنندگان از *EXPANSION JOINT* استفاده می‌کنند. با کیفیت بهتر در واقع میزان بیشتری از بخارات تبدیل به مایع می‌گردد.

با در نظر گرفتن بخار خروجی توربین در فشار زیر اتمسفر، فشار بخار کاهش می‌یابد (بین ورودی و خروجی) و دارای بیشتر گرمای کنترل شده با توجه به کندانس شدن بخار خروجی به بیرون می‌رود و به وسیله سردساز میانه (هوا/ آب) و به وسیله *S.C* مورد استفاده قرار می‌گیرد.

TUBE:

عموماً تیوب ها فولاد انعطاف پذیر و آلیاژ مس مانند برنز و یا براس، نیکل یا تیتانیوم (بستگی به معیارهای مختلف در بخش های دستگاه) می‌باشد. آلیاژهای مشتق از مس مانند براس یا کوپر نیکل به ندرت در تاسیسات مورد استفاده قرار می‌گیرد. (منوط به محیط‌های مربوطه و آلیاژ مس سمی آن می‌باشد). مضافاً بستگی دارد به میزان سیکل آب

داغ چرخان که به دیگ می رود، پرهیز قابل ملاحظه اینست که ممکن است لازم باشد، که از مصرف مواد مشتقی آلیاژ سمی پرهیز شود.

تیوب های کندانسورهای تیتانیوم معمولاً بهترین انتخاب میباشد که منوط به افزایش و کاهش هزینه مواد است.

طول تیوب ها ۵۵ فوت (۱۷ متر) برای نیروگاه مدرن می باشد که بستگی به اندازه کندانسور دارد. مقدار انتخاب شده براساس قابلیت حمل از کارخانه به شکل اندازه و قابل عمود بودن آن در هنگام حمل قطر خارجی تیوب کندانسورها نوعاً بین $\frac{3}{4}$ اینچ تا $1\frac{1}{4}$ اینچ می باشد که بر اساس میزان آن کندانسور توسعه می یابد.

جعبه آب *WATER BOX*

در انتهای تیوب کندانسور یک محفظه آبی قرار دارد که به آن جعبه آب گفته می شود که دارای اتصال به تیوب شیب و یا محفظه کندانسور است و معمولاً دارای یک سوراخ برای بازرسی می باشد که شامل فلنج، لوله کوچک خروجی، شیر دستی، پنکه هوای چرخان در قسمت بالا می باشد و دارای شیر دستی علیه آب برای تغییرات می باشد که به همان ترتیب در خروجی سیستم حاکم است. به همین ترتیب جعبه ترمومتر در لوله های خروجی و داخلی برای محاسبه منطقه درجه حرارت آب سردساز می باشد.

در واحدهای کوچکتر، تولیدکنندگان یک کندانسور *V-B* یا *CAST/TRON* می سازند.

خوردگی *CORROSION*

خوردگی در قسمت آبی کندانسور وجود دارد مواد ساختمانی برای ساخت تیوب ها و واتر باکس ممکن است از رادهای مختلف ساخته شود که در رابطه با آب باشند که بستگی به ترکیب آب دارد که عمل می کند به عنوان الکترولیت در ترکیب تیوب های واتر باکس عمل می کند و باعث می شود خوردگی الکتریت را از مواد آند در وحله اول شروع کند.

کندانسورهای آب دریا:

آب دریا معمولا بدترین نوع خوردگی را دارد و به همین ترتیب آب رودخانه ها نیز دارای شرایط مطلوب برای کندانسورها می باشد و لذا باید از مجموعه ماده شیمیایی برای جلوگیری از خوردگی استفاده نمود یکی از مدل ها، استفاده از هیپوکلراید سدیم و یا کلروین می باشد که اطمینان می دهد که رشد در لوله ها و تیوب ها وجود ندارد. تمرکز روی گازهای حل نشدنی در تیوبها در مناطق گرمائی به میزان زیادی وجود دارد. بنابراین این تیوب ها در معرض بیشتر درجه خوردگی می باشند، بعضی اوقات این تیوبها در معرض ضربه خوردن و فشار خوردگی و یا فشار اولیه تولید را آسان نمی کند و برای فائق آمدن بر اثرات خوردگی مضر را می دهد باید تهیه نمائیم و تیوبها را با بیشتر در محیط بررسی نمائیم.

اثرات خوردگی

همانطور که تیوب ها خورده می شود احتمال نشست آب سرد خانه ها وجود دارد برای بخارهای کندانس شدن کندانسورها که تولید آن خطرناک است، و قسمت های دیگر جعبه ممکن است ضربه بلند، اگر این کار طول بکشد و تعمیرات در آن انجام می گیرد.

جلوگیری از خوردگی:

حفاظت کاتودیک، به کار گرفته می شود برای غلبه بر این مشکلات از آندهای فنا شوند روی (ارزانترین) بشقابهای کاربردی در درون *W.BOX* می باشد که در وحله اول خوردگی آن در درجات پایین می باشد و لذا این آندهای نیاز به بازرسی مختلف زمانی و جایگزینی قطعات دارد که زمان بعدی کوتاهتر می شود و واثر باکس های فولادی به وسیله رنگ زدن (*EPOXY*) استفاده می شود.

سایر کاربردهای کندانسور:

- تبخیر مکشی
- تبخیر سردساز
- *OTEC* انرژی گرانی دریا
- جایگزینی با رومتری کندانسور در سیستم های توربینی با نیرو محرکه بخار

- پوشش انرژی ژئوترمال (گاز دفینه)
- سیستم نمکزدا

COOLING TOWER :R-13 برج خنک کننده:

یکی از عوامل شناسایی تاسیسات بزرگ صنعتی مانند نیروگاهها و ... برج خنک کننده است که از فواصل دور نمایان می‌باشند. کار تاسیسات برج خنک کننده، انتقال حرارت زیادی از نیروگاه به بیرون است در این تاسیسات است که ممکن از تبخیر آب برای انتقال گرما و سرما و سیال‌های فعال، به شکل حباب هوا و یا هوا دما را در محیط کار کاهش دهد تا سیستم بتواند به فعالیت خود ادامه دهد. از برج های سردساز، نوع گردش آبی در پالایشگاهها و تاسیسات شیمیایی و نیروگاهها استفاده می شود. اندازه این برجها از کوچک به بالا متفاوت است و متغیر است بین انواع *SMALL ROOFUNIT* و واحدهای سقف کوتاه تا نوع *HYPERBOLOID* (مانند کدو حلوايي) می باشد و ارتفاع آنها تا ۲۰۰متر و تا ۱۰۰متر قطر و یا اضلاع مستطیل شکل دارند که تا ۴۰ متر ارتفاع و ۸۰متر طول دارند. انواع خنک کننده هیپربولوید، کار *FREDRIK VAN ITERLON* وجود دارد *KYPERS* (تولید ۱۹۱۸) می باشد.

برج‌های خنک کننده می‌تواند به انواع *HVAC* (ایرکاندیشن/تهویه) و یا کاربرد کارخانه‌ای باشد.

HVAC، برج‌های خنک کننده از زیر مجموعه‌های برج‌های خنک کننده است که وظیفه زدایش گرما را از یک سردکننده به عهده دارند. چیلرهای با سردساز آبی کارایی بیشتری نسبت به نوع چیلرهای با سردساز هوا را دارند. سردسازهای *AIR-COOLED* باید گرما را در حباب‌های خنک گرا بزدايد و لذا دارای میانگین سیکل *CARNOT* معکوس می‌باشد. ادارات دارای اتاق‌های زیاد هتل‌ها، بیمارستان‌ها و مدارس و ... معمولا از برج‌های خنک کننده به عنوان بخشی از سیستم تهویه هوا عموماً برج‌های خنک کننده صنعتی بلندتر از *HVAC* می‌باشد.

برج‌های خنک کننده مجموعه‌ای از چیلرهای سردساز آب و یا کندانسور سردساز می‌باشد. یک دستگاه تهویه هوا می‌تواند 12000 BTU/ HOURS (۱۲۰ هزار ساعت/ بی تی U) (معادل 3715 W) جابجایی هوا انجام دهد و معادل این برج خنک کننده و عملاً گرما زدایی

۱۵۰۰۰ BTU/HOURS (یا W ۴۳۹۷) را معادل گرمایی نیازهای انرژی برای به کار انداختن کمپرسور سردساز باشد.

معادل ۱ تن تعریف شده به عنوان: زدایش از سرما به میزان ۳ گالن آمریکایی در دقیقه (۱۵۰۰ پوند)، آب، ۱۰ فارنهایت (۵/۵۶ سانتیگراد)، که میزان ۱۵۰۰۰ ساعت/ BTU و یا معادل ضریب همبستگی عملکرد یک چیلر (COP) 4. که معادل است با کارایی انرژی معادل ۱۳/۶۵ (EER) باشد.

برج خنک کننده صنعتی:

این برج در سردسازی می تواند برای زدودن انواع حرارت از مواردی مانند ماشین آلات، موادی که در پروسه حرارتی وجود دارند استفاده شود، که برای تاسیسات بزرگ جذب حرارت از طریق چرخش سیستم آب در برج های خنک کننده می باشد (در پالایشگاه، پتروشیمی ها، پروسه های تصفیه و مایع سازی گاز، تاسیسات غذایی بزرگ، تاسیسات کانداکتور و سایر تاسیسات صنفی)، نرخ چرخش سرد سازهای آب نوعاً 700 MW و برای سردسازهای ۷۱۶۰۰۰ مترمکعبی در حدود ۳۱۵ هزار گالن آمریکایی مایع در دقیقه می باشد. چرخش آب و عرضه آب با نرخ حدود ۵ درصد (۳۶۰۰ متر مکعب بر ساعت).

نرخ معادل در چنین تاسیساتی از طریق (بدون برج خنک کننده آب) و از طریق آب می باشد نیاز به ۱۰۰۰۰۰ فوت مکعب مایع در ساعت خواهد بود و میزان آب که باید مرتباً به دریا باز گردند و یا به رودخانه بریزند و یا از طریق عرضه آب به تاسیسات می باشد. مضافاً تخلیه این مقدار آب ممکن است افزایش دهد، دمای دریافتی از طریق رودخانه و یا دریاچه ها برای کاهش در سطح آب، پیش آمد کند برای اکوسیستم آب دریافتی از این منابع می تواند مقادیر زیادی آبیان را بکشد، یک برج خنک کننده برای هدر دادن گرما به هوا، در مقابل باد و هوای تزریق، افزایش می دهد سرعت گرما را به اندازه ای که آب داغ بتواند توزیع کند گرما را در بدن آب.

بعضی از مواد سوختنی ذغال سنگ و نیروی اتمی که در سواحل قرار دارند، باعث مصرف آب در حد OCC می باشد. حتی اگر در آن جا تخلیه آب خروجی از یک طراحی برای پرهیز از مسائل محیطی می باشد. پالایشگاهها، نیز دارای چنین برج خنک کننده ای می باشد.

یک پالایشگاه معمولی حدود ۴۰۰۰۰ متر یک تن نفت خام در روز (۳۰۰,۰۰۰ بشکه در روز)، به چرخش می اندازد حدود ۸۰۰۰۰ متر مکعب آب را در ساعت از طریق سیستم برج خنک کننده عبور می دهد.

بزرگترین برج خنک کننده حدود ۲۰۰ متر بلندی بر *NIEDERAU SSEN POWER STATION* ساخته شده است.

متدهای انتقال گرما *(H.T.M) HEAT TRANSEER METHOD*

انواع *H.T.M* با توجه به کارگیری متدهای انتقال حرارت عبارتند از:

- *W.C.T* (برج های خنک کننده نمناک) و یا به عبارت دیگر برج های خنک کننده که بر اساس اصول تبخیر آب عمل می کنند. عمل کننده های سیال و یا بخار (معمولاً H_2O)، مانند یکدیگر می باشد.

- *D.C.O* و *DRY COOLER* (سرد کننده های خشک)

متدهای خنک کننده های خشک به وسیله انتقال حرارت از طریق دهانه تفکیک می کند؛ سیال های به کار گرفته شده را در درجه حرارت محیط، (مانند مبدل های حرارتی) و یا به کار می گیرد انتقال دهنده های گرمایشی حرارت را که از تبخیر کننده ها استفاده نمی کنند.

- *FLUID COOLER* به صورت *HYBRIDS* می باشند که انتقال می دهند، سیال های به کار گرفته شده را از طریق تیوب بانل *TUBE BUNDLE*، براساس، آب که منجر می شود عمل می کند و کاهش می دهد میزان کاربرد سیال را. نتیجه عملیات انتقال گرما بیشتر شبیه هستند به نوع برج های خنک کننده همگون، که مزیت آن با سرد کننده خشک حفاظت می کند سیال های به کار گرفته شده را (از انتشار آن در محیط زیست).

در یک برج خنک کننده، آب داغ می تواند تا درجه حرارت محیط زیست کاهش داده شده، را تا درجه حرارت حباب های خنک (اگر هوا نسبتاً خشک باشد). همان طور که هوای محیط باز می گردد هوا را به جریان آب منجر می شوند.

تبخیر در نتیجه شرایط هوای اشباع شده می باشد و باعث کاهش دمای آب در حباب‌های همگون دمای هوا می شود، که کمتر از دمای هوای محیط درجه حرارت حباب‌های خشک می باشند. میزان تفاوت به وسیله شرحی هوای محیط خواهد بود.

برای رسیدن به عملکرد بهتر (بیشتر خنک کنندگی)، نصب یک "FILL" برای افزایش فضای بیشتر بین هوا و جریان آب لازم است.

SPLASH FILL شامل موادی است که قطع می کند جریان آب را که باعث *SPLASHING* می شود.

SPLASH FILL مجموعه ای است از یک ورقه نازک در جداره جریان آب است که هر دو این بندها باعث افزایش محیط *SURFACE* می شوند.

AIR FLOW GENERATION METHOD (متد تولید جریان هوا):

از طریق روش های چرخش هوا در برج، سه نوع متد را می توان تبیین نمود. *NATURAL DRAFT* در این روش به کار می رود یک لایه بویه ای را که از طریق دیواره دودکش هوای طبیعی گرم و همگون افزایش می یابد که منجر می شود به تفاوت در دانستینه جهت خشک نمودن کولر هوای بیرونی. هوایی همگون گرم دارای وزن مخصوص کمتر از هوا خشک کن که با همین فشار می باشد عایق همگون هوای بویه، تولید می کند یک جریان هوا را از طریق برج خنک کننده.

– **MECHANICAL DRAFT**: در این روش از نیروی موتور فن برای هل دادن باد به داخل برج استفاده می شود.

– **INDUCED DRAFT**: این سازه یک برج مکانیکی است با پنکه تخلیه که هوا را از برج می مکد. پنکه کاهش می دهد حرارت نمکون آب خارج از خروجی را. این موضوع باعث تولید باد با دانستینه کم از ورودی و خروجی می شود و کاهش می دهد امکان چرخش مجدد در خروجی جریان باد به داخل منفذ ورودی هوا. این تنظیم (*FAN/FIL*) به نام *DRAM- THROUGH* نیز معروف است.

– **FORCED DRAFT**: یک برج با سازه مکانیکی با یک پنکه دمنده در ورودی هوا می باشد. این پنکه هل می دهد هوا را به درون برج و تولید باد قوی ورودی می کند که هوا

با وزن مخصوص کم می‌باشند. این هوای موجود سبک بیشتر برای چرخش مجدد می‌باشد. با وجود فن در ورودی هوا، دارای توان برای پیچیدگی با توجه به شرایط یخ زدن را دارد. یکی دیگر از مضرات مصرف این سیستم، ایجاد فشار طراحی نوع است که نیاز به نیروی موتور بیشتر در قیاس با معادل خود *INDUCED DRAFT DESIGN* می‌باشد.

مزیت روش *F.D* توان کار با فشار استاتیک زیاد می‌باشند و می‌توانند نصب شود در فضای جمع و جورتر و حتی در بعضی از فضاهای داخلی به شکل هندسی *FAN/ FILL* به *BLOW- THROUGH* معروف است.

- ***FAN ASSISTED NATURAL DRAFT***: یک نوع *HYBRID* است که به صورت نفوذ هوای طبیعی در جریان باد همراه با پنکه می‌باشد.

برج خنک‌کننده *HYPERBDAD*، دارای استاندارد برای تمام برج‌های خنک‌کننده *NATURAL- DRAFT* می‌باشد، زیرا دارای ساختمان گرد و دارای حداقل مصرف مواد می‌باشد و شکل آن کمک می‌کند برای افزایش تصاعدی جریان باد به بالا، برای اصلاح، کارایی سرد سازی آنها به صورت مردمی مخروج شده است با تاسیسات نیروگاه‌های هسته‌ای. به هر صورت این مجموعه باعث گمراه کردن همین نوع برج‌های خنک‌کننده بخار است که در تاسیسات نیروگاهی ذغال سنگ کاربرد دارد و تشابهاً این که، تمام نیروگاه‌های دارای برج خنک‌کننده و بخار آن از مبدل‌های حرارتی در کنار از آب رودخانه، یا دریا استفاده می‌کنند.

طبقه بندی حسب جریان همواره و با آب

AIR- WATER FLOW CATEGORIZATION

دو نوع *COUNTER FLOW* , *CROSS FLOW* از این سازه قابل بحث می‌باشد.

(CR.F) CROSS FLOW

در این نوع طراحی، جریان هوا مستقیماً به داخل جریان آب می‌رود، جریان هوا وارد یک یا چند وجه برج خنک‌کننده می‌رود تا به سوی مواد *FILL* برخورد کند. جریان آب (تنظیم شده به وسیله هوا) تزریق می‌شود به وسیله گرانروی خود. جریان هوا ادامه می‌یابد به سوی *FILL* و لذا جریان آب گذر می‌کند به یک محوله *DISTRIBTION .PLENUM* و یا

BASIN آب گرم مشکل از یک ورقه با سوراخ و یا نازل ورقه آن است که کارسازی می شود در برج جریان آب. گرانیوی توزیع می کند آب را از طریق حفره های منظم در طول *FILL MATERIAL*

:(C..F) COUNTER FLOW

در طراحی *C.F* هوا مستقیماً به طرف مخالف جریان آب می‌رود. جریان هوا ابتدا وارد محوطه باز پشت *FILL MCDIA* می‌رود و سپس تخلیه می‌شود و به طور عمودی، آب به صورت گرد به اطراف نازل ها و به طرف پایین از طریق *FILL* (مخالف جریان هوا) می‌رود.

مسائل عمومی هر دو طراحی:

- روابط متقابل هوا و آب، که باعث تبخیر و تعادل سازی آب می باشد.
 - هوا، اشباع شده با آب، تخلیه می شود از طریق برج خنک کننده
 - جمع آوری و یا *COLD WATER BASIN* به کار می رود که به دست آورد آب را از طریق عمل متقابل جریان هوا.
- از هر دو روش می توان در *MECHANICAL/ NATIRAL DRAFT* استفاده نمود.

COOLING TOWER ASAFLU GAS STAK

در بعضی ایستگاههای مدرن نیروگاهها و یا پالایش گاز مانند نیروگاه، *POWER STATION STAUDINGER GPOSS KROTZENBURG, POWER STATION ROSTOCK* یک برج خنک کننده می تواند در عوض *FLUE GAS STACK* به کار گرفته شود تاسیسات، بدون خالص سازی گازی همراه است با خوردگی.

بالانس مواد در برج های خنک کننده رطوبتی:

از لحاظ کمیتی، بالانس مواد در اطراف یک سیستم خنک کننده تبخیری که با رطوبت کار می کنند. اثر تبخیرهای عمل برای به وجود آوردن نرخ جاری ساختار، تبخیر و از دست دادن باد و نرخ از دست دادن و حاصل سیکل تمرکز عبارتست از:

$$M = E + D + W$$

بالانس در کل سیستم

نرخ تبخیر (*E*) دارای نمک ید بالا کلراید در اطراف سیستم عبارتست از:

$$M(X_M) = D(X_C) + W(X_C) = X_C(D+W)$$

$$M \div (D+W) = M \div (M-E) = I + [E \div (D+W)] \quad \text{و لذا}$$

و به طور ساده تعادل گرما در محور برج خنک کننده عبارت است از:

$$E = C \cdot \Delta T \cdot C_p \div H_V$$

$$M = \text{آب لازم در سیستم } M^3 / HR$$

$$C = \text{آب چرخان } M^3 / HR$$

$$D = \text{آب خروجی } M^3 / HR$$

$$E = \text{آب تبخیری } M^3 / HR$$

$$W = \text{کاهش باد- در آب } M^3 / HR$$

$$X = \text{نمک کاملاً حلال در آب... معمولاً کلرایدها} \text{ تمرکز در } PPMW$$

$$X_M = \text{تمرکز کلراید در آب قابل استفاده } PPMW (M)$$

$$X_C = \text{تمرکز کلراید در آب چرخان } PPMW (C)$$

$$CYCLE = \text{ابعاد } XCFXM = \text{تمرکز سیکل}$$

$$PPMW = \text{به وزن } PART \text{ PER } MILLION$$

$$H_V = \text{گرمای تبخیر آب } CA.12060 \text{ KJ/KG}$$

$$\Delta T = \text{به سانتیگراد } C^\circ \text{ تفاوت دمای آب از بالای برج به پایین برج}$$

$$C_p = \text{گرمای مخصوص آب } Ca.4.184 \text{ KG/ (KG. } C^0)$$

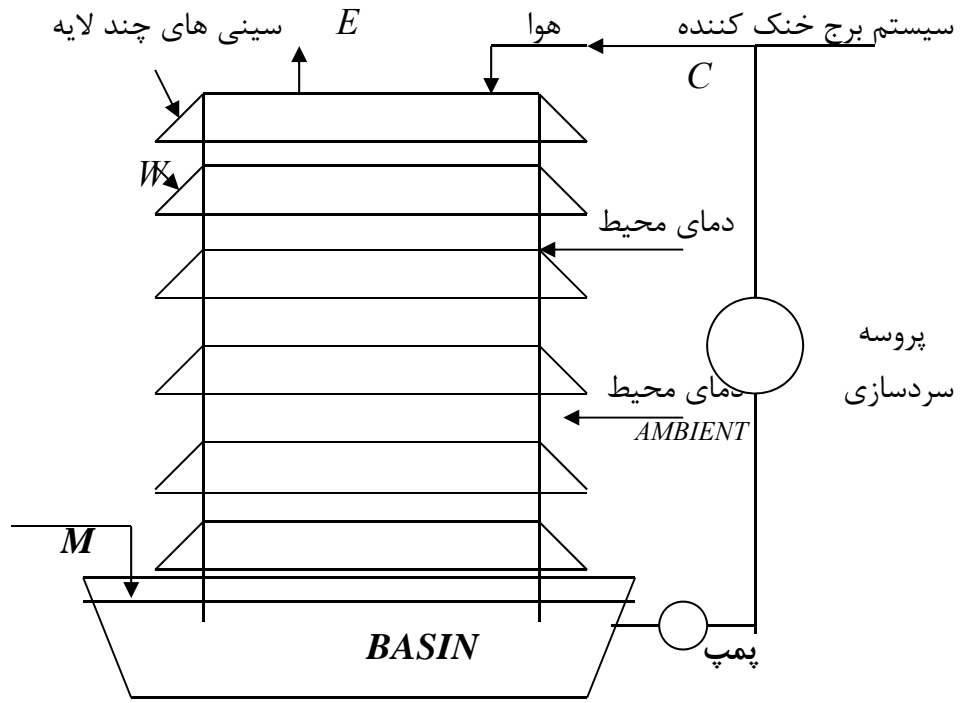
سیکل های متمرکز بین جذب مواد حل نشده در چرخ مجدد آب سردکننده. (DRAW-OFF) و یا BELOW DOWN اصولاً برای کنترل و بازسازی برای کنترل این مواد می باشد.

تعمیرات آب (از دست دادن) W ، از یک برج خنک کننده در سطح صنعتی در فقدان اطلاعات سازندگان به شرح ذیل فرض می شود.

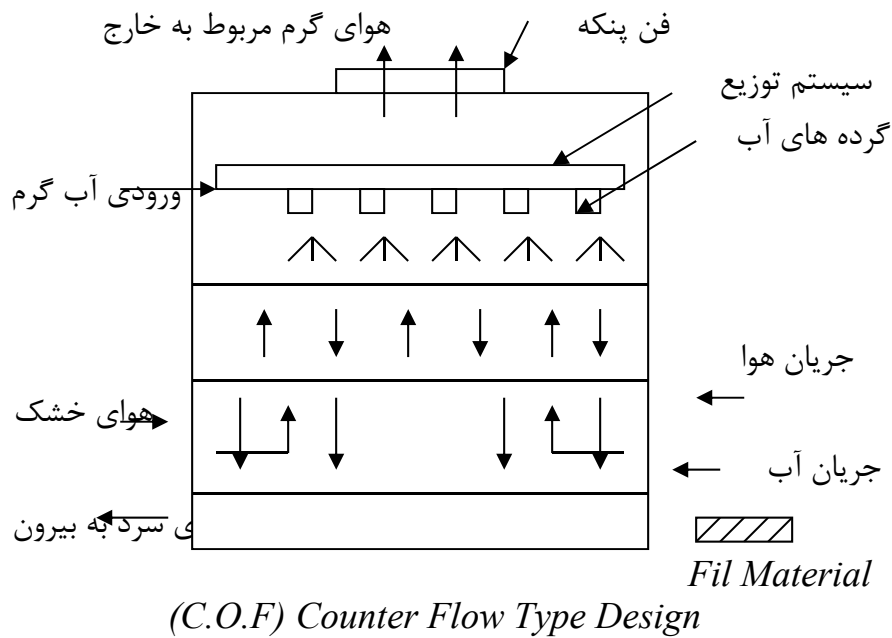
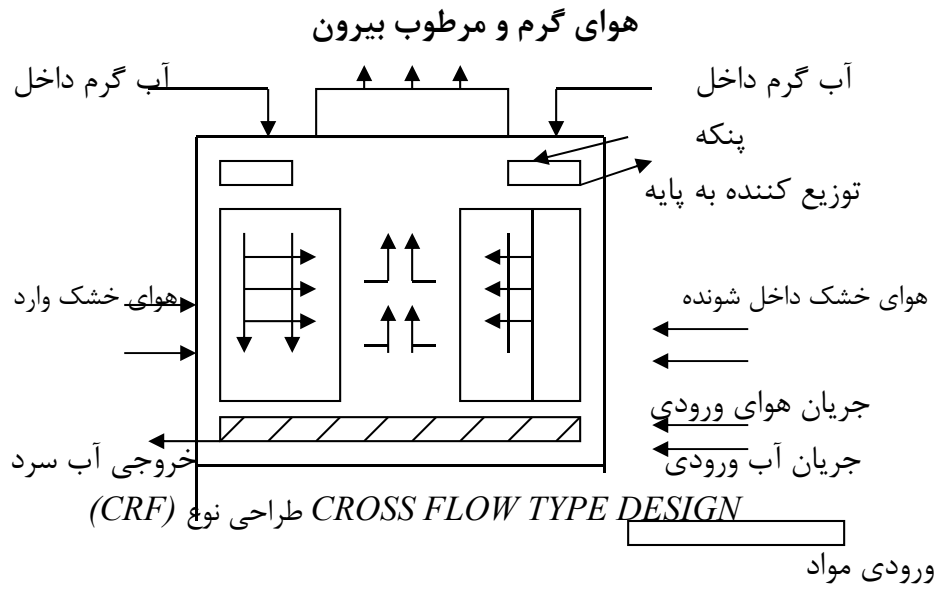
$$W = \text{از دست دادن باد بدون برج خنک کننده برای از دست دادن طبیعی درصد درجه } 1.0 \text{ تا } -0.3$$

$$W = \text{از دست دادن باد بدون برج خنک کننده کاهش یافته شده درصد درجه سانتیگراد } 0.3 \text{ تا } 0.1$$

$$W = \text{اگر برج خنک کننده دارای سیستم کاهش باد اضافی باشد درصد درجه سانتیگراد } 0.005$$



برج خنک کننده



برج خنک کننده و عوارض لژیونری:

COOLING TOWER AND LEGIONNAIRS DISEASE

یکی از دلایل مهم استفاده از مواد شیمیایی *BIOCIPE* و برج های خنک کننده برای جلوگیری از رشد لژیونا می باشد، شامل گونه هائی است که عامل بیماری های ریوی یا بیماری های لژیونا می باشد مثال ذات الریه انواع مختلف، گونه های این بیماری های لژیونا است بیماری ها و انتقال آن از طریق انتشار در فضا و ترکیب مواد ناجور می باشد. استنشاق مواد ریزشی مانند باکتری از منابع اصلی بیماری های لژیونای حاصله از برج خنک کننده است که برای چرخش مجدد بخارهای سیستم خنک کننده آب می باشد و نیز چیزهایی که بدین ترتیب وارد آب آشامیدنی در جوامع نزدیک این برج ها می باشند که به منابع طبیعی شامل مانند رودخانه ها و دریاها وارد می شود محیط های کشاورزی را نیز آلوده می سازد.

محققین فرانسوی بررسی نموده اند که لژیونلا، انتشار می یابند از طریق هوا تا ۶ کیلومتر اطراف برج های خنک کننده در تاسیساتی مانند *PAS-DE-CALAIS* فرانسه که گستردگی آن ۲۱ نفر را از ۸۶ نفر کشته است و آزمایشگاهها، بیماریها را تایید نمودند.

کلمه *DRIFT* (یا *WINDAGE*) به معنی قطرات آبی نشست می کند. در پروسه انتشار قطراتی است که از برج خنک کننده حاصل می شود، کاهش و حذف *DRIFT* برای نگهداری به عنوان ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۰۵ درصد میزان جریان چرخش می باشد. نوعاً کاهش چنین عاملی برای به وجود آوردن تغییر جهت در جریان چرخش هوا می باشد، درحالی که حفاظت قرار و نشست آب می باشد. یک سازه حذف این نشست می تواند به اندازه زیادی باعث کاهش آب از دسته رفته و نیروی بالقوه برای انتشار مواد شیمیایی و لژیونا باشد. بسیاری از موسسات دولتی و سازندگان برج خنک کننده، ارگان های واسطه، توسعه داده اند طرح و سیستم راهنمایی استفاده از روش های تعمیراتی و نگهداری برای جلوگیری و یا کنترل رشد میزان لژیونا در برج های خنک کننده است که ذیلاً لیست منابع برای راهنمایی ها به شرح ذیل می باشد:

- مرکز بیماری های کنترل و جلوگیری از (*PDF* با ۱/۳ مگابایت) پروسه برای تمیز کردن برج خنک کننده و تجهیزات مربوطه (شامل ۲۳۹ صفحه و ...)

- انستیتوی تکنولوژی سردسازی (PDD با KB240) بهترین تصویر برای کنترل لژیونا
جولای ۲۰۰۶
- موسسه تکنولوژی آب (۹۶۴ کیلو بایت)- لژیونا ۲۰۰۳
- کمیسیون انرژی کالیفرنیا (۱۹۴ کیلو بایت) مدیریت پروژه‌های آب خنک‌کننده،
راهنمایی برای برج‌های خنک‌کننده HYBRID و تاسیسات برق
- SPX تکنولوژی‌های سردسازی (119KB)، پروسه نگهداری برج‌های خنک‌کننده
- SPX تکنولوژی‌های سردسازی (789 KB) راهنمایی ASHRAE (۲۰۰۰-۱۲) کاهش
ریسک لژیونا
- SPX تکنولوژی (Kb83/1, PDF) بازرسی نوع اوج برج سردساز (به خصوص صفحات
۳-۷).

مکانیزم

*GE INFRASTRUCTURE WATER & PROCESS TECHNOLOGY BETZ
DEAR BORN PDF (195 KB)- CHEMICAL WATER TREATMENT
RECOMMENDATION FOR REDUCTION OF RISKS ASSOCIATED
WITH LOGIONELLA IN OPEN RECIRCULATHE COOLING WATER
SYSTEM*

ابر برج خنک‌کننده: COOLING TOWER FOG

در شرایط بعضی درجات حرارت، نرده بخار آب (ابر) می‌تواند دیده شود که از یک خروج برج خنک‌کننده بیرون می‌آید که ممکن است تصور شود که دود آتش باشد، اگر هوای بیرون نزدیک به اشباع باشد و برج مقدار بیشتری آب به خارج وارد شود، هوای اشباع شده با قطرات آب چکان می‌تواند خارج شود که به شکل مه در می‌آید. این پدیده نوعاً در حالت سرما و روزهای مربوط و به ندرت در سایر شرایط آب و هوایی رخ می‌دهد.

عملیات برج تقطیر در هوای منجمد

COOLING TOWER OPERATION IN FREE WEATHER

برج‌های مقعد دچار سوء عمل می‌شوند و دچار انجماد در هوای سرد در کناره‌های برج خنک‌کننده می‌شوند که در نتیجه تقلیل درجه حرارت بیشتر می‌آید و قطرات آب منجمد شده و به صورت باران فرود می‌آیند و باعث افزایش بار در تاسیسات می‌شود. برای مثال

بعضی از قسمت های برج خنک کننده که به طور مستمر فعال می باشد در درجات F^0 ۴۰ درجه (4^0C) ترک آب دارند در پائین هیترها برج های تخلیه و بندهای مختلف جلوگیری از انجماد که در زمستان به کار گرفته می شود عبارتند از:

- برجها بدون توجه عمل نکنند!
- بدون گرمایش کافی، برج های خنک کننده عمل نکنند (که شامل هیترها و عوامل انتقال حرارت می شوند، هیترها باید در درجه حرارت آب در یک سطح قابل قبول بمانند و انتقال حرارت یک عامل حساس است که همراه با لوله های آب کار می کند در شرایط مختلف هوا برای جلوگیری از انجماد!
- طراحی های جریان آب در برج لازم در *FILL*
- متحرک کردن جریان درجه آب مورد استفاده به نقطه بالاتر از انجماد.

کلمه های مورد استفاده در صنایع برج تقطیر:

DRIFT: قطرات آب چکان از برج خنک کننده بیشتر شده از خروجی، که دارای ناخالص های ورودی آب به برج می باشد که با به کارگیری دستگاههای *BAFFLE- LIKE* و یا حذف کننده *DRIFT* انجام می شود که آب باید از طریق آن گذر کند و پس از عبور از *FILL* و منطقه نازل گردد یا انجام شود.

BLOW- OUT: قطرات ریزشی آب از برج خنک کننده که به همراه یاد می باشد که از ورودی برج حاصل می شود، آب ممکن است از دست برود. با فقدان باد، از طریق ترشح این پرده ترشح باعث محدود شدن انتقال دهنده می باشد.

PLUME: جریان خروجی بخار هوای اشباع شده برج خنک کننده که هنگام تبخیر آب مشخص و شامل کند این ها در مواجهه با هوای سرد سازی در شرایط مشخص خروجی یک برج خنک کننده *PLUME* ممکن است نمایان سازد یخهای خطرناک که محاصره شده اند ضمناً آب های تبخیر شده در محیط می باشد پروسه و برج خنک کننده ، خالص در مقایسه با درصد *DRIFT* و انتشار آب در هوای ورودی می باشد.

BLOW-DOWN: میزان آبیست که در جریان چرخش آب کاهش می یابد تا سطح آب های سیال های حل نشده و نا خالصی های دیگر در شرایط متعادل باشند که باید گفت

TDS (در تمام سیال‌های حل نشده) موجود در محلول نتیجه پتانسیل بیشتر کارایی برج تقطیر می‌باشند. به هر صورت *TDS* بیشتر یعنی ریسک بالاتر در مقیاس و رشد عوامل بیولوژیک و خوردگی.

LEACHING: از دست دادن، بر حسب شیمیایی‌های حفاظی با جو، عملیات شستشوی جریان آب از طریق یک اسکلت چوبی برج تقطیر انجام می‌شود.

NOISE: صداهای تولید شده به وسیله پنکه‌های گردکننده آب دارای صداهای بسیار از فواصل دور باشد که با گردش آب و هوا و توسط نتیجه‌های پنکه، موتور و تسمه‌های چرخ دنده ایجاد می‌شود.

APPROACH: عبارت فوق به معنی، تفاوت بین درجه حرارت بین درجه آب سردساز و دمای حباب هوای دریافتی نمگون (*TWB*) می‌باشد. از آن جایی که در برج خنک‌کننده بر اساس اصول سردسازی بخار، محاسبه کارایی حداکثر نوع دما که عامل عکس‌العمل محوطه فیزیکی یک سیستم با مخلوط گاز، بخار (معمولا هوا) و آب بخار شده می‌باشد.

RANGE: دامنه تفاوت حرارتی بین آب ورودی و آب خروجی می‌باشد.

FILL: درون برج، *FILL* اضافه می‌شود به میزان افزایش بر خورد *SURFACE* به همان صورت تماس زمانی بین هوا و آب می‌باشد. بنابراین آنها فراهم می‌کنند، انتقال حرارت بهتر را. کارایی برج همچنین بستگی به آنها دارد و از دو نوع *FILL* ممکن است استفاده شود.

- *FILM TYPE FILL* (باعث پخش آب در یک لایه فیلمی مانند می‌باشد).

- *SPLASH TYPE FILM* (فاصله انقطاع آب و انقطاع پیشرفت عمودی خود می‌باشد).

خطر آتش سوزی:

برج‌های خنک‌کننده که در محوطه‌های دارای مواد سوختنی است باید وسایل آتش نشانی را تبخیر کنند. نتیجه خسارات می‌تواند به طور موثر کم باشد (به خاطر نیازهای جابجا کردن سلول و یا ساختمان برج).

برای این منظور بعضی از کدهای استاندارد لازم است که بتواند با سیستم‌های خود کار آتش نشانی تجهیز شده باشند و آتش نشانی بتواند به صورت خودکار در درون عمل کند، در زمان

تعمیرات و نگهداری در زمانی که سلول‌ها در حال عملیات می‌باشند (و چنین است برای نگهداری و ساخت) و لذا حتی وقتی که برج در عملیات می‌باشند به خصوص آنها که تقلیل *DRAFT* می‌دهند (به خاطر وجود محیط خشکی با برج).

STABILITY

در ساختارهای بزرگ برج‌های خنک‌کننده، روندهای تخریبی باد بسیار زیاد بوده که در گذشته اتفاق افتاده است. در نیروگاه *FERRY BRIDGE* در ۱ توامبر ۱۹۶۵، *SITE* دچار نقصان شدند، در زمانی که ۳ برج خنک‌کننده از دچار تصادم شدند به وسیله بادی به سرعت ۸۵ مایل در ساعت، اگر چه ساختار ساختمانی برای سرعت باد بیشتری ساخته شده بود، شکل برج خنک‌کننده برای این است که باد تزریق شده باشد. و برج‌ها مجدداً ساخته شده و در ۸ برج توسعه یافت، کدهای ساختمانی تغییر یافته و موضوع ساختار حفاظتی ساختمان‌ها نیز برای تست ملزم به تابعیت از استانداردهای جدید شدند.

ROACTOR PROTECTIVE SYSTEM R-16

(RPS) (سیستم راکتور حفاظتی)

RPS مجموعه ایمنی هسته‌ای در نیروگاه اتمی طراحی شده برای خاموش کردن ایمنی راکتور می‌باشد که جلوگیری می‌کند از آزاد شدن مواد رادیو اکتیو، سیستم می‌تواند به‌طور اتوماتیکی *TRIP (INIATING SCRAM)* کند و یا می‌تواند *TRIP* کند و در عملیات، *TRIP* رخ می‌دهد که پارامترها می‌رسند و یا افزون بر محدوده *SETPPOINT* می‌باشند. ترتیب در *RPS* باعث *TNSERTION* (به وسیله ثقل در راکتور فشار آبی و یا تزریق سرعت زیاد در آب دیگ‌خار راکتور در میله‌های کنترل و خاموشی راکتور پیش می‌آید).

RACTORهای فشار آبی PRESSURIZED WATER REACTION

- بعضی از پارامترهای مورد محاسبه برای این نوع تاسیسات در آمریکا عبارتند از:
- *HIGH POWER* (انرژی بالا)، رابطه بین نیروگاه‌های با قدرت زیاد و حرارت *HIGH*
- *(DETA T) DIFFERENTIAL* بین ورودی و خروجی راکتور *VESSOR* (اندازه نیروی گرمایی برای یک *(RCA) FLOWRATE* داده شد.
- اندازه زیاد *START UP* (فعال زیر ۴-۱۰ درصد نیرو در سطوح نیروی پایین .

- فشار، فشار دهنده بالا.
 - دمای حاشیه/ فشار پایین (نیروی راکتور در مقابل فشار RCS)
 - فشار بالای محافظ
 - پایین، ژنراتور بخار
 - سطح بالای ژنراتور بخار
 - از دست دادن بار (توربین اصلی).
- هر کدام از پارامترهای محاسبه شده برای ۴ کانال مستقل مانند *ACTUATION*، ۲ کانال باعث *SCRAM* اتوماتیک و یا خاموشی راکتور می گردد. ناتوانی هر کدام از کانالها باعث و یا جلوگیری کننده یک خاموشی اتوماتیک نمی باشد. هم چنین سیستم اجازه می دهد عملیات دستی *ACTUATION* را.

راکتورهای آب جوش:

این پارامترها در سیستم حفاظتی راکتور (قسمت راکتور آب داغ).

SPENT FUEL POOL R-17: (مخزن ذخیره سوخت مصرف شده) (*SFP*)

مخازن نگهداری سوخت های مصرف شده راکتورها نوعا در چاه با عمق ۴۰ فوت یا بیشتر گذارده می شود که با تجهیزات لازم برای نگهداری مجموعه سوخت های بازیافتی راکتور باشد. این مخزن سوخت ها به طور مخصوص طراحی شده در راکتور می باشد به طوری که سوخت، به طور مناسب در راکتور گذاشته نمود.

در بسیاری از کشورها مجموعه سوختی بعد از استفاده راکتورها بین ۶-۳ سال، ذخیره می شوند (در زیر آب برای ۲۰-۱۰ سال قبل از ارسال آن برای پروسه مجدد و یا ذخیره خشک).

و با آب سرد سوخت را می سازد و آماده می کند آن را برای قرار دادن در محفظه از تشعشع. در زمانی که ۸ فوت آب برای جلوگیری از سطح تشعشع زیر سطح قابل قبول، عرض زیادی فراهم نیاورد. یک حاشیه ایمنی است و جلوگیری می کند از مخزن سوخت و تحرک بدون پوشش به خصوص برای حفظ عملیات .

عملیات:

حدود یک ربع تاریک مثلث سوخت‌های ذخیره شده راکتورها از میدان آن به اطراف در حد ۱۸-۱۲ ماه جابجا می‌شود با سوخت‌های جدید. سوخت‌های مصرفی تمایل زیادی به تشعشع‌های خطرناک و ایجاد گرما دارند که در خود دارند. سوخت از راکتور جابجا می‌شود و در مخازن و یا اصطلاح استخر مربوطه جای می‌گیرد به وسیله وسایل اتومکانیکی حمل و نقل گرچه بعضی از سیستم‌های دستی هنوز کارایی دارد. مجموعه دسته‌های سوختنی تازه از میدان تفکیک می‌شوند طی ماههای مختلف برای سردسازی و قبل از ذخیره‌سازی. در قسمت دیگر این استخر و آماده می‌شوند برای مسائل سوختنی آینده و مواد تفکیک‌کننده، سوخت‌ها را به صورت امن نگهداری و از بحران‌ها و خطرهای نجات می‌دهند (که ممکن است در واکنش‌های زنجیره‌ای رخ دهد). کیفیت آب، معمولاً به وسایل مختلف ارزیابی می‌شود و جلوگیری می‌نماید سوخت را از کاهش ارزش عملیاتی آن. مقرررات فعلی اجازه می‌دهد مدیریت مناسب را برای ذخیره‌سازی میله‌های سوختی را که دارای حداکثر کارایی خواهند بود.

حداکثر دمای سوختی، میله‌های مصرف شده کاهش یابد بین ۴-۲ سال و یا ۶-۴ سال آب استخر، مرتباً به وسیله سرد سازها خنک می‌شوند تا جابجا کند، گرمای تولید شده را که به وسیله سوخت‌های زباله‌ای عارض می‌شود. پمپ‌های مخصوص این عمل را انجام می‌دهند (به وسیله انتقال آن به مبدل‌های حرارتی و بالعکس به استخر آب) رادیو *RADIO* *ANALYSIS* مولکول‌های مصرف شده به وسیله پرتو، عامل مهم نظارت در مخازن نمگین می‌باشد، به همان ترتیب که ممکن است شکسته شوند به وسیله تشعشعات و گاز هیدروژن که افزایش می‌دهد ریسک انفجار را. برای این منظور هوای اتاق استخر مانند آب نمگون است و ابتدا باید به وسیله مانیتور آن را بررسی نمود.

سایر مسائل تشکل مجموعه:

مضاف بر مدیریت بسیار قوی استخرها موجودی سوخت برای کاهش احتمال رادیو اکتیوهای ناشی از شکست مواد، چینی‌ها در حال ساخت یک مجموعه ۲۰۰ مگاوات تن راکتور هسته‌ای هستند که از ایستگاه‌های هسته‌ای نیرو برای تولید گرما در محدوده گرمایشی و

زدایشی می‌باشند. اصولاً یک *SFP* به شکل یک راکتور عمیق استفاده می‌شود، که عمل می‌کند، در شرایط فشار جو که کاهش می‌دهد نیازهای کارهای مهندسی را برای ایجاد ایمنی، سایر تحقیقات در خصوص یک راکتور فشار پایین با استفاده از سوخت مصرف شده به جای محدود کردن آن در تولید هیدروژن به وسیله *RADIOLYSIS* می‌باشد که تشویق شدند با استفاده از کاتالیست‌های اضافی و یون گیرها برای آب سرد. این نوع هیدروژن سپس جابجا می‌شود و به جای سوخت از آن استفاده می‌گردد.

R-18: سیستم‌های ایمنی هسته‌ای: *NUCLEAR SAFETY SYSTEM*

سیستم‌های ایمنی نیروگاه‌های اتمی توسط *NRC* برای خاموش کردن راکتور، تعمیرات در شرایط توقف نیروگاه و جلوگیری از انتشار مواد رادیو اکتیو در هنگام حوادث تبیین گردیده‌است و هدف استفاده از راه‌های مختلف ایمنی و تجهیزات برای حل مشکلاتی است که به صورت‌های مختلف رخ می‌دهد که خلاصه آن به شرح ذیل می‌باشد:

- سیستم حفاظت از راکتورها *RPS*

○ میله‌های کنترل

○ تزریق با ایمنی / کنترل سیالات آماده استفاده

- سیستم اضطراری میدان سردساز

○ سیستم تزریق سردسازهای فشار قوی *HPCI*

○ سیستم ضد افزایش فشار *APS*

○ سیستم تزریق سردسازهای فشار پایین *LPCI*

○ سیستم گرده افشانی (آب) در میدان اصلی

○ سیستم گرده افشانی مجموعه‌ها

○ سیستم سردسازی ایزوله

- سیستم اضطراری برقی:

○ دیزل ژنراتور

○ موتور ژنراتور چرخ استارترها

○ باتریها

- سیستم مجموعه های درون پوسته راکتور
 - پوسته راکتور
 - مجموعه های اولیه داخل راکتور
 - مجموعه های ثانویه داخل راکتور
- حفاظت از اشعه ها و تبادل تهویه راکتور در سردسازها
 - تهویه مجموعه پوسته
 - تهویه اتاق کنترل

سیستم حفاظت راکتور RPS

- این سیستم مجموعه‌ای از سیستم است، که طراحی شده برای خاموش کردن راکتور در اسرع وقت، (در حالی که راکتور فعال است) واکنش راکتور ادامه به تولید گرما داده و پرتو افشانی می‌کند که به وسیله قطع کردن زنجیره‌ای منبع گرمایشی راکتور می‌توان از خطر جلوگیری نمود شاید سیستم‌ها بتواند ادامه به کار دهد تا این گرمای میدان مناسب شود. تمام تاسیسات یک نوع از این سیستم حفاظتی را دارند.
- میله‌های کنترل: یک سری میله هستند که به سرعت می‌تواند وارد میدان شود تا جذب کنند نوترون‌های اضافی و راکتور هسته را افزایش شکل نجات دهد.

سیستم ایمنی تزریق / کنترل سیالات ذخیره

- یک راکتور اتمی میتواند با تزریق سیالاتی متوقف شود که بتواند مستقیماً نوترون ها را از میدان جذب کنند.
- در راکتورهای آب جوش این سازه متشکل از محلول‌هایی شامل BORON (مانند اسیدبوریک) می‌باشد که تزریق می‌شود برای جایگزینی آب در میدان. نمونه راکتورهای فشار آبی، از یورون استفاده می‌کنند برای کنترل راکتور مضاعف میله‌های کنترل به طوری که تمرکز به صورت ساده افزایش و یا کاهش دهد و یا توقف در راکتور را بنماید.

سیستم سردسازی اضطراری ECCS

- در این سیستم که مجموعه‌ای از یک سری ساب سیستم می‌باشد، طراحی شده است برای توقف راکتور به صورت ایمن در زمان حوادث. در شرایط عادی گرما انتقال می‌یابد از یک

راکتور به وسیله کندانس بخار از طریق گذر از توربین. سیستم اجازه می دهد که تاسیسات بتوانند عکس العمل مناسب در مقابل حوادث مختلف را نشان دهند آن هم در یک زمان سیستم *HPCI* و تزریق سردساز فشار قوی، شامل پمپ‌هایی هستند که دارای فشار کافی برای تزریق سردساز در *VESSEL* راکتور باشند (زمانی که در فشار می‌باشد) و طراحی شده برای نشان دادن سطح سردساز در پوسته راکتور که به طور اتوماتیک تزریق می کند بنحوی که سطح نقصان زیر میزان لازم. دارای سیستم به طور نرمال، (اولین پرده دفاع برای راکتور که می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد در حالیکه پوسته راکتور باز هم به صورت قوی دارای فشار شود).

سیستم *ADS* سیستم تخلیه فشار:

این سیستم متشکل از تعداد *VALVE* است که به شیر بخار وصل می‌شود، با فاصله در جلوی یک استخر بزرگ آب مایع (*LPEI (WAT WELL/ TORUS)*) متشکل از پمپ و یا پمپ تزریق سرد اضافی که در پوسته راکتور در زمان تخلیه فشار می‌باشد. *CORE SPRAY SYSTEM*: در این سیستم از *SPARGER* در پوسته فشار راکتور و یا مستقیماً آب در میله سوخت خود استفاده می‌نماید. *CONTAINMENT SPRAY*: شامل یک سری پمپ و آب پاش (نازل مخصوص) که گرده آب را به درون سردساز می برد می باشد.

CONTAINMENT BUILDING R-19 ساختمان گنبدی شکل:

ساختمان گنبدی شکل موجود در تاسیسات هسته‌ای که نمودی برای شناسایی تاسیسات می‌باشند و از فولاد و بتون بسیار متراکم برای حفاظت راکتور ساخته شده که در هر شرایط اضطراری از خروج اشعه ها و پرتو های در هر فشاری رادیو اکتیو جلوگیری کند. که بین ۶۰ تا *PSJ ۲۰۰ (۱۰ تا ۴۱۰ KPA)* باشد. این پوسته بتونی آخرین باصطلاح خاکریز برای جلوگیری از انتشار اشعه های رادیو اکتیو می‌باشد که دارای پوسته های سرامیک (یک لایه) تیوب‌های حافظ سوخت فلزی، و لایه سوم، راکتور *VESSEL* و سیستم سردساز می‌باشد. ساختمان مجموعه خود به خود دارای شکل فولاد آبدیده، دارای مصالح به کلی نفوذ ناپذیری برای اشعه ها، از فضای بیرون می باشد. یک لایه آهنی به قطر چند سانت و یک لایه بتونی

چند ده سانتی و یا هر دو لایه با فاصله و یا بی فاصله، می تواند یک طاقدیسی قابل اطمینان را باعث شود.

در کشور آمریکا ضخامت طاقدیسی موشکی مانند حامل مجموعه راکتور هسته ای حسب قانون فدرال آمریکا (استاندارد *10 CFR 50.55A*) می باشد. این طاقدیسی بزرگترین عامل در جلوگیری از انتشار رادیو اکتیو در محیط می باشد. این طاقدیس دارای نقش اساسی بوده و لذا طراحی آن باید به همان پیچیدگی و دقت بود و باید برای مسائل بررسی کنترل کندانس کردن بخارهای ورودی کوتاه مدت (برای مواقع خطر بزرگ) و نیز انتقال بلند مدت گرمایش به وسیله سیستم های درگیر باشد. ساختمان طاقدیس جزیره *3.M.ISLAND* مقدار زیادی فشار در اطراف خود است، اما به دلیل ناکافی بودن سیستم سردساز (بعد از حادثه)، گاز رادیواکتیو به اطراف پراکنده شده که به دلیل تقلیل در ایفاد فشار به هوای بیرون ارسال شده که این موضوع مضاف بر سایر فاکتورهای ایجاد حادثه است که باعث خروج مواد رادیواکتیو و ایجاد فاجعه می شود. (که در *3.M.I* شد)

انواع طاقدیسی ها:

سیستم *CONTAINMENT* برای راکتورهای نیروی اتمی با توجه به اندازه، شکل فیزیکی، مواد مورد استفاده در سیستم ساختمان و سیستم امنیتی طبقه بندی می گردد و حسب نوع راکتور، تولیدات راکتور و نیازهای مختلف تاسیساتی طبقه بندی دیگر می باشد. سیستم های ایمنی بسیار مهم است و باید آنالیزهای دقیق در ساخت سیستم و مسائل مربوط به آزاد شدن بخار و سیستم های سردساز و خواه تعادل سازی در فشار محیط لازم است و لذا مبدل های حرارتی با توجه به درجات هوای محیط در بالای طاقدیسی و طراحی با توجه به طبقه بندی های محیط و سیستم های *LARGE- DRY* و *SUB-ATMOSPHERIC* و یا *ICE-CONDENSER* در *CONTAINMENT* انجام شود.

***PRESSURIZED WATER REACTOR* راکتور فشار آبی (*PWR*)**

در یک *PWR* ساختمان طاقدیسی، شامل ژنراتور بخار و *PRESSURIZER* و ساختمان راکتور می باشد و شکل آن مانند سیلندر و یا طاقدیس و یا گنبدی شکل می باشد. در *PWR* که نوعا ۱۰ برابر بزرگتر از *BWR* (*BOILING W.R*) می باشد، ساختمان بسیار بزرگ

می باشد که چون نیاز به حجم زیاد برای بخار آب و هوا می باشد که در نتیجه حادثه از دست دادن سردساز و توسعه در محیط و محدودیت کنترل فشار نهایی (حامل نشت شده قوی) است که به ساختمان وارد می شود. (طراحی های اولیه شرکت آلمانی زیمنس).

(COMBUSION ENGINEERING) C.G.E

اغلب به شکل قوطی با بتون فشرده می باشد. چون بتون فشرده قابل مقاومت زیادی در قیاس با نوع *TENSILE* دارد و لذا این نوع طراحی مواد با توجه به تراکم بسیار سخت قسمت بالایی آن دارای نیروی فوق العاده به درون برای جلوگیری از بعضی کشش های فشاری که ناگهان ایجاد می شوند، را دارند که طراحی راکتور در واقع طراحی اشکال نیمکره ای شکل برای *PWR* می باشد، ساخته می شود و بر اساس مواد مورد استفاده اشکال نیمکره بهترین نوع ساختمان ساده برای فشار می باشد. (کشتی های *LNG* گاز مایع نیز دارای چنین اشکالی است).

طراحی اکثر *PWR* های شامل ۲ قسمت است. قسمت سیلندری پایین و نیمه کره ای در بالا می باشد در طراحی های جدید تمایل به ساخت ساختمان های فولادی می باشد، در بعضی موارد از آهن در درون بتون فشرده استفاده می شود که بتون تحمل فشار بشری را بنماید. مثلاً *EPRP, API1000* (راکتور فشار بالای) که توان تحمل فشار بالای داخلی را داشته باشد. در *AP1000* طراحی به شکلی که در پایین ساختمان فولاد در درون به کار رود و سازه فولادی به شکل فونداسیون (قفل و مرتبط شبکه ای در درون بتون) می باشد به نحوی که هوا بتواند در درون این ساختار حرکت و سردسازی در شرایط حوادث بزرگ را بکند که این شرکت چگونه با برج کننده کار می کند.

طراحی ۳ مایل ایرلند ایالت میشیگان آمریکا *PWR* توسط *BABCOCK* انجام شد و نوع فرانسوی

BRENNILIS N.P. PLANT به شکل بشکه و طراحی دوقلوی راکتور *PWR* در *COOK.N.P* در میشیگان و در آلمان نوع *PWR* معمولاً به کار گرفته شده است.

طراحی *VVER* مانند نوع غربی *PWR* می باشد در واقع این ساختار شکل قدیمی طراحی *AP RBMK* می باشد و از نوع چرنوبیل آن نمی باشد.

PWR راکتورهای آب داغ استراتژی ساخت اتاق طاق‌دیسی کمی متفاوت است و شامل چاه خشک، درجات است که راکتور و تجهیزات سردساز در منطقه چاه قرار دارد. *DRY WELL* بسیار کوچکتر از طاق‌دیسی *PWR* بوده و دارای نقش مهمتری می‌باشد. در زمان نشت در این طرح (در زمان حادثه)، سردساز راکتور *FLASH*ها رها می‌شوند (برای ایجاد بخار در *D.WELL*) و به طور مکرر فشار می‌آورند. لوله سردساز و یا تیوب از *D.WELL* مستقیماً در سطح پایین‌تر از آب باقیمانده در *WET WELL* (چاه‌تر) که به نام *TORUS* و یا *SUPPERSSION POOL* معروف می‌باشند، باقی می‌ماند و با توجه به کندانس شدن بخار، به محدوده فشار نهایی می‌رسد.

WCT WELL و *DRY WELL* به وسیله ساختمانی دوم طاق‌دیس در شرایط اتمسفر یک و با فشار منفی در زمان نرمال عملیات می‌رسند و از عملیات جلوگیری می‌کند. طراحی از نام *MARKT (TOURS)* چاه خشک) گردیده شده و *MARK II, III* طراحی‌های جدیدتر می‌باشد و هر سه نوع آن از آب و استخر برای در هم کوبیدن بخار آزاد شده از سیستم راکتور در زمان انتقال استفاده می‌شود. از بعضی لحاظ‌ها، طراحی *PWR, BWR* به خاطر شکل *SQUAR* در *BWR* وجود دارد، ضمناً در این طراحی یک حلقه بین توربین و راکتور وجود دارد و بخار رادیو اکتیو از طریق توربین عبور می‌کند و لذا قسمت توربین باید دارای لایه حفاظتی بسیار خوب باشد و این طراحی باعث ساخت ساختمان دوقلو می‌باشد که ساختمان بلندتر برای راکتور و ساختمان کوچکتر برای توربین و سیستم حفاظتی آن و به صورت هم شکل ساخته می‌شود.

تاسیسات CANDU

در قیاس با سایر سیستم‌ها، سیستم معروف *CANDU* (کانادایی) از سیستم‌هایی است که دارای تنوع در طراحی سیستم *SUPPRCSSION* و طراحی *CONTAINMENT* می‌باشد و به خاطر این حرارتی، میزان نیروی تولید شده بیشتر از سایر انواع *PWR* می‌باشد که نوآوری‌ها در این سیستم باعث کاهش در تسهیلات اضافی خواهد شد. تاسیسات چند واحدی های *CANDU*، به کار می‌گردند گرد آب را که مجهز به ساختمان مکش می‌باشد تمام واحدهای *CANDU* به سرعت مرتبط با ساختمان *VACUUM* می‌شوند و با یک لوله

بزرگ به ساختمان تخلیه به سرعت مایع می‌سازد، بخارهای نشست شده به *POSTULATED BREAIL* می‌رود و اجازه می‌دهد که فشار واحد برگردد و به حالت آتمسفر و کاهش می‌دهند هر نوع انرژی حاصله از شکافت اتم‌ها را که بیش از حد باشند، البته طراحی‌هایی هستند که از *CONTAINMENT* های مضاعف استفاده می‌کند که شامل ۲ واحد مرتبط به هم و حجم بیشتر داخل برای حوادث کلی می‌باشد، که البته هندیها نوع *HWR* را با استخر *SUP* به کار گرفته‌اند.

در هر صورت طراحی‌های اخیر *CANDU* براساس طاق‌دیس خشک برای هر واحد می‌باشد.

طراحی و تست های لازم

عنوان تست های بازرسی قانون فدرال آمریکا *PART50*، صفحه *A* از *GENERAL (DESIGN CRITERIA, 54-57-GDC)*، طراحی های دیگر فراهم می‌آورد. طراحی اصلی و معیارهای لازم برای ایزوله کردن خطوط نفوذی و دیوارهای ساختمان طاق‌دیس مانند خط جریان بخار دارای شیر ایزوله شدن می‌باشد و دارای منظم قانونی شده‌اند، (به عنوان مثال ۲ عدد شیر). برای واحدهای کوچکتر یک و یا یک شیر در خارج جداره و ... برای موارد خطوط پرفشار، یکجا برای شیر فشارشکن و یا طراحی نصب و یا استوار شیر ایزوله‌سازی، در جایی که خط و خروجی بخار وجود دارد (در بدنه طاق‌دیس) در شرایط نشست در لوله های فشار قوی بخار در سردساز راکتور، این شیرآلات به سرعت بسته می‌شوند تا جلوگیری کند از انتشار رادیو اکتیو از ساختمان طاق‌دیس. شیر آلات در خطوط باید برای سیستم به طور نافذ در شرایط بسته شوند. شیر انقطاع طاق‌دیس ممکن است بسته شوند به دلایل مختلف و علائم دیگر مانند وجود فشار زیاد، که به دست نیاید در زمان توقف خط انرژی بسیار زیاد (در جریان عبور بخار اصلی و یا خط تزریق آب).

ساختمان طاق‌دیس، درست می‌شود تا مدیریت کند فشار تولیدی / بخار را، اما یک نوع مترادف رادیولوژیکی همراه با چنین توقف‌هایی در یک راکتور فشار آبی همراه است.

در زمان عملیات نرمال، ساختمان طاق‌دیس برای چرخش باد و دست‌یابی آن به بخاری توقف هوا می‌شود. فشار بالای هوا و تشعشع از میدان در زمان محدود می‌باشد، که به دقیقه محاسبه می‌شود و مردم می‌تواند در درون ساختمان ایجاد کند، در حالی که تاسیسات

عملیاتی در قدرت کامل باشند. در موارد بدترین شرایط اضطراری آن طراحی اساسی حوادث در قوامین *NRC* گفته می شود، ساختمان طاقدیس باید به طور کامل عایق بندی و نفوذناپذیر باشد.

R-20: اتاق کنترل CONTROL ROOM

اتاق کنترل جهت کنترل مرکزی بر عملیات در نظر گرفته که تمام سر نخ های اقدامات، در آن قابل رویت باشد(فشار/درجه حرارت، سرعت جریانات، سیال و نیروهای برقی، میزان رادیواکتیویته، اطلاعات مربوط به سوخت، انتقال نیرو . . .) تمام این جریانات باید به وسیله عقربه ها و درجات ترانسیمیترها و... در اتاق کنترل نشان داده شده و تحت عملیات نظارتی شده که معمولاً با تلویزیون همراه است.

- در تولیدات تلویزیونی در اتاق کنترل یک استودیو تلویزیونی وجود دارد که رنجش تمام برنامه ها را رصد می کند.
- هرکدام از استودیوها نوعاً دارای اتاق کمتری می باشد که در واقع ثبت آن اتمام می شود.
- یک کنترل پرواز در *NASA* که اتاق کنترل پرواز را در ساختار دارد که در ماموریت های مربوطه به سفرهای فضایی به لابراتوار *JET PROPULSION* دارای اتاق کنترل مخصوص دارد.
- در تاسیسات نیروگاه انرژی هسته ای، و نیز پالایشگاه ها دارای اتاق کنترل می باشد گاهی به عنوان اتاق پناه گاه اطلاعاتی از آن استفاده می شود.
- تجهیزات مختلف نیروهای تعالی در ابعاد مختلف مربوط به موشک های زمین هوا *NORAD* دارای اتاق کنترل می باشد.
- مرکز تلفن اتاق کنترل ارتباطات شریان و خدمات تلفنی و شرکت های خدماتی اطلاعات عمومی مرکز تلفن می باشد.
- اتاق کنترل خدمات آتش نشانی، به مرکز جدید در انگلستان نمونه یک اتاق کنترل آتش نشانی در انگلیس می باشد.

خطرهای مخصوص:

یک اتاق کنترل می تواند در هر زمان طراحی شود به عنوان مناطق امن، مخصوصا در تجهیزات فوق العاده ریسکی مانند نیروگاه اتمی و با تاسیسات پتروشیمی، به عنوان یک مرکز آتش نشانی که می تواند خدمت کند، به عنوان هشدارهای اولیه برای محیط اطراف، به عنوان یک منطقه پناهندگی، اشغال کنندگان باید تهیه کند عوامل حفاظتی و گارانتی ایمنی و مسائل مخصوص مربوط به عملکردها که تمایل به کنترل آن را دارند برای حدس زدن میزان آتشی که ممکن است به وجود آید و ...

این مسئله غیرممکن نیست که برای اتاق های کنترل، سیستم حفاظتی / گازی آتش نشانی برای ایمنی مجموعه حصار شده.

تجهیزات اولیه اتاق کنترل به صورت کابینت های چند طبقه وجود دارد، از آنجا که کنترل تجهیزات تمام به کنترل سایر اقسام نیز دارد. اتاق کنترل اکثرا ضد آتش می باشد. توقف عملیات و توسعه آتش در مسائل گازی در حداقل زمان ممکن باید خاموش گردد.

III: راکتورها

حسب یک گزارش ۵۰ راکتور جدید در ۱۳ کشور در حال ساخت می‌باشد. بیشتر سفارشات راکتور مربوط به نواحی آسیائی می‌باشد، بنابراین کمتر مربوط به اروپا، آمریکا و روسیه می‌باشد. توسعه ظرفیتهای دیگر مربوط می‌شوند به ارتقاء ظرفیت تأسیسات ۴۳۶ راکتور در ۳۰ کشور باضافه تایوان که دارای ظرفیت ۳۷۰ GWE برق می‌باشند که در ۲۰۰۸ به تولید ۲,۶۰۰ میلیارد KWH برق می‌پردازند که ۱۵ درصد از تولید برق جهان را بعهده دارند. اکثر راکتورهای جدید برای چین، کره جنوبی و روسیه می‌باشد. در حال حاضر حدس زده می‌شود (که توسط IAEA)، که حدود ۷۳ GWE تا سال ۲۰۲۰ به ظرفیت تولید اضافه شود و بین ۸۰۷-۵۱۱ GWE تا ۲۰۳۰ ظرفیت اضافه گردد که عملاً ۳۷ تا ۱۱۶ درصد افزایش نسبت به ۳۲۵/۵ GWE عملیاتی سال (۲۰۰۹) می‌باشد و OECD حدس می‌زند که این میزان ۶۸۰ GWE تا ۲۰۳۰ افزایش ظرفیت وجود داشته باشد. تعمیرات براساس طرحهای مختلف عملیاتی و تعمیرات و نیز کشورها می‌باشد، شامل چین، هند، روسیه، فنلاند، فرانسه که تحت نظارت مقررات کیوتو بوجود آید. حسب پروژه IAEA نیروگاه اتمی مسئله معادل ۱۳/۵ تا ۱۴/۶ درصد تولید برق در ۲۰۳۰ خواهد داشت و بالاترین میزان رشد مربوط به آسیاست. در ۱۹۸۰، حدود ۲۱۸ راکتور نیرو شروع به کار کرد (بطور متوسط در هر ۱۷ روز یک عدد)، که شامل ۴۷ عدد در آمریکا، ۴۲ عدد در فرانسه و ۱۸ عدد در ژاپن، که به تولید ۹۲۳/۵ MWE می‌پرداختند بنظر می‌رسید این رشد زیاد باشد، در سال ۲۰۱۵، تقاضا به دو برابر ۱۹۸۰ خواهد بود.

که بطور نرمال معادل ۱۰۰۰ MWE در جهان در هر ۵ روز می‌باشد.

افزایش ظرفیت راکتورها

در بعضی کشورها افزایش ظرفیت مربوط می‌شود به توسعه تأسیسات بوجود خیلی در آمریکا، بلژیک، سوئیس، آلمان ظرفیت ها بطور نرمال با افزایش می‌یابد. در سوئیس ظرفیت ۵ راکتور آن بمیزان ۱۲/۳ رشد یافته است.

در آمریکا *MRC* تایید نمود. ۱۲۴۰ طرح افزایش ظرفیت رابه میزان مجموع ۵,۶۰۰ *MWG* از ۱۹۷۷ و تاکنون در بعضی موارد ۲۰ درصد توسعه یافته است.

در اسپانیا افزایش ظرفیت به میزان ۸۱۰ *MWG* (۱۱٪) را میخواهد که ۹ رآکتور موجود باعث ۱۳ درصد افزایش ظرفیت می شوند.

میزان ۵۱۸ *MWG* قبلاً افزایش داده شده، بعنوان مثال در طرح *ALM REB* با ۵ درصد افزایش (به مبلغ ۵۰ میلیون دلار) انجام شده است.

در فنلاند، در طرح *Glkilueito* تأسیسات به میزان ۲۹ درصد ارتقاء ظرفیت داشته (به *MWE* ۷,۱۰۰) این تأسیسات با دو رآکتور سوئدی در سال ۱۹۷۸ و ۱۹۸۰ به روش رآکتور *BWRS* انجام شد، و لیسانس تمدید مهلت تولید تا سال ۲۰۱۸ را یافتند.

در تأسیسات *Lovista*، با دو رآکتور *WER-440* مجوز افزایش نیرو تا *MWE* ۹۰ (۱۰ درصد) را گرفتند.

بیشتر تأسیسات جدید در حال ساخت در منطقه آسیائی است که با رشد سریع اقتصادی بدلیل نیاز به برق روبرو هستند.

کشورهای آرژانتین، برزیل، بلغارستان، کانادا، فرانسه، روسیه، چین، هند، پاکستان، هند، ژاپن، رومانیع اسلواکی و کره جنوبی و آفریقای جنوبی، اکراین، آمریکا و انگلستان تمایل به توسعه رآکتورها در کنار رآکتور قدیمی می باشند.

بطور کلی ۱۳۰ رآکتور با ظرفیت حدود *MWE* ۱۵۰,۰۰۰ طراحی شده و ۲۵۰ عدد دیگر در مرحله پیشنهاد میباشند افزایش قیمت گاز و مسائل گازهای گلخانه‌ای در اثر تولید برق ذغال سنگی باعث رشد فزاینده رآکتورهای هسته شده که در آمریکا و اروپا نیز بشدت اثر گذاشته است در آمریکا ۲۰ رآکتور جدید در حال تأسیس است که ۱۷ عدد از آنان به پروانه ساخت منتهی شده، که از نوع نسل سوم رآکتورها می باشد و دو عدد از آنان از نوع واحدهای *ABWR* می باشد و بنظر می رسد که تا سال ۲۰۲۰ حدود ۴ تا ۸ عدد آنها به بهره‌برداری برسد، کانادا در صدد افزایش *MWE* ۳۵۰۰ ظرفیت در انتاریو می باشد و نیز طرحهائی در آلبرتا در جریان است مانند راکتور عظیم در *New Brunswick*، و در فنلاند رآکتور بسیار بزرگ (پنجم) به خط تولید در ۲۰۱۲ خواهد رسید و در فرانسه یک نیروگاه شبیه با ظرفیت *MWE* ۱۶۰۰ در *FLAMANVILL* برای بهره‌دهی در ۲۰۱۲ و دیگری بعد از آن در حال

ساخت است، در اسلواکی یک نیروگاه ۴۷۰ MWE در MOCHOVCE برای بهره برداری بین ۱۲-۲۰۱۱ آماده می شود و بلغارستان در حال شروع رآکتورهای با ظرفیت ۱۰۰۰ MWE با روسیه در BELENE می باشد.

در روسیه ۶ رآکتور بسیار بزرگ در حال ساخت می باشد که یکی از آنها، رآکتور نوترون سریع می باشد، ۷ رآکتور در حال بازسازی و در ۲۰۱۶ ده رآکتور جدید با ظرفیت کل ۹/۸ GWE باید به تولید برسد.

طرح رآکتورهای دیگر جدیدی برای ساخت تا سال ۲۰۲۰ در دست اقدام و مجوز پارلمان می باشد، که ظرفیت تولید قبلی کشوی روسیه را از ۲۱/۷ GWE به ۴۳ GWE در ۲۰۲۰ خواهد رساند مضافاً باینکه ۵ GWE ظرفیت حرارتی طراحی شده. نیروگاه مشاور، در حال تکمیل و طراحی برای بهره برداری در سالهای ۲۰۱۲ و ۲۰۲۰ می باشد. لهستان طرحهای ایجاد ظرفیت با مشارکت لیتوانی و استونی و لتونی دارد. در کره شمالی و جنوبی نقش مهمی در آینده بازی خواهد کرد.

کره جنوبی ۸ رآکتور جدید تا سال ۲۰۱۶ را به ظرفیت کشورش اضافه می کند. که مجموعاً به ۹,۲۰۰ مگا می رسد. که ۶ عدد آنها تحت ساختمان و ۴ عدد آن در حال اخذ پروانه طرح OPR-1000 می باشد. SHIN-KORI 3,4 , SHIN-ULCHIN 1 , 2 از نوع رآکتورهای PWRS با ظرفیت ۱۴۰۰ MWE تا سال ۲۰۱۶ که از نوع طرح APR-1400 آمریکائی با پروانه (NRS) می باشد.

ژاپن یک رآکتور در حال ساخت و دیگری در وضعیت شروع به ساخت در سال ۲۰۱۱ دارد و دارای یک طرح ۹ رآکتوری بظرفیت مجموعاً ۱۳,۰۰۰ MWE دارد که در سال ۲۰۲۰ به بهره برداری برسد در چین ۱۱ رآکتور در حال کار می باشد و ۲۲ رآکتور دیگر در حال ساخت و یا نزدیک به شروع در ۲۰۱۰ دارد. که شامل اولین رآکتور وستینگنهاوس AP1000 می باشد که با روش تولید درجه حرارت بالا با سردسازگازی می باشد.

۲۷ رآکتور دیگر در حال شروع در سه سال آینده دارد که با روش CPR-1000 عمل می کند. چین ظرفیت تولید و ساخت رآکتورهای خود را به چهار برابر در سال ۲۰۲۰ خواهد رساند تایوان ۲ رآکتور پیشرفته BWRS در منطقه LUNG MEN در حال ساخت دارد. هندوستان ۶ رآکتور در حال ساخت دارد که امسال (۲۰۱۰) به بهره برداری می رسد.

که شامل ۲ رآکتور روسی، و یک رآکتور *FAST BREEDER* می‌باشد که سوخت آن *THORIUM* می‌باشد.

در تابستان یک رآکتور *MWE ۳۰۰* تحت ساخت در *CHASMA* با حمایت رومانی و چین را دارد.

در قزاقستان در یک معامله عمومی با روسها، شرکت *Atomstroyexport* در حال ساخت و مدرن کردن رآکتورهای ظرفیت-متوسط موجود را دارد که با ظرفیت *MWE ۳۰۰* شروع به کار خواهند کرد.

در ایران رآکتور ساخت زیمنس قرار بود که در سال ۱۹۷۹ به بهره برداری برسد که در ۲۰۲۰ عملی می‌شود.

امارات متحده ۲۰/۴ میلیارد دلار قرارداد برای ساخت رآکتورهای (۴ عدد) *MWE ۱۴۰۰* با کنسرسیومی از کره جنوبی رسیده است و اندونزی می‌خواهد یک نیروگاه *MWE ۲۰۰۰* را بسازد و ویتنام اولین رآکتور خود را سفارش داده تا در سال ۲۰۱۷ به بهره برداری برسد.

افزایش عمر رآکتورها

بیشتر رآکتورها و تأسیسات اتمی برای مدت ۴۰ تا ۲۵ سال طراحی شده اند، اما اقدامات فنی در حال اجرا برای توسعه طول عمر و رآکتورها می‌باشد.

در آمریکا ۶۰ رآکتور مجوز تمدید عمر خود را تا ۶۰ سال دریافت‌اند و اصلاحات فنی در آنها تحت اقدام است و در ژاپن طول عمر را میخواهند ۷۰ سال برسانند.

طرحهای اولیه در انگلستان در سال ۱۹۵۰ (*CHAPELLCROSS, CALDER HALL*) برای ۲۵-۲۰ سال طراحی شده اند که تا ۵۰ سال تمدید شد ۲۱ بدلیل اقتصادی سیستم شد و سایر طرحهای *MAGNOX* برای ۴۰ سال طراحی شده بود.

تغییرات در تأسیسات در اجزاء رآکتورها بدلیل فنی/اقتصادی تحت بررسی می‌باشد (رآکتورها، توربین های بخار، در رآکتورهای *PWR* و تیوبهای فشار در رآکتورهای مدل *CANDU* (آب سنگین) امکان تعویض دستگاهها در تأسیسات، باعث طول عمر رآکتورهای تأسیسات برق اتمی موجود می‌باشد.

در سوی دیگر، بعضی از رآکتورها، بدلائیل اقتصادی، ملاحظات سیاسی، محیط زیست، بسته شده‌اند که در آمریکا از ۱۱۰۰ واحد به ۱۰۴ واحد تقلیل یافته‌اند.

لیست رآکتورها

رآکتور در دست ساخت (نام، سال بهره برداری و نوع و ظرفیت)

ظرفیت (مگاوات)	نوع رآکتور	نام رآکتور	طرح-محل پروژه	سال شروع بهره برداری
۲۰۲	PHWR	راداتا ۵	NPCIL- هند	۲۰۱۰
۲۰۲	PHWR	KAIGA ۴	NPCIL- هند	۲۰۱۰
۲۰۲	PHWR	راداتا ۶	NPCIL- هند	۲۰۱۰
۹۵۰	PHWR	کودان کولام ۱	NPCIL- هند	۲۰۱۰
۹۵۰	PWR	بوشهر ۱	AEQI- ایران	۲۰۱۰
۹۵۰	PWR	۲ روستوف	انرگواتم- روسیه	۲۰۱۰
۷۶۹	PHWR	بروس ۱	بروس پاور- کانادا	۲۰۱۰
۷۶۹	PHWR	بروس ۲	بروس پاور- کانادا	۲۰۱۰
۱۰۰۰	PWR	شین گن ۱	KHNP- کره	۲۰۱۰
۱۰۸۰	PWR	کینگائو II-2S	CGNPC- چین	۲۰۱۰
۸۹۲	PHWR	آتوجا ۲	آرژانتین	۲۰۱۰
۹۵۰	PWR	کودان کولام ۲	NPCIL- هند	۲۰۱۱
۴۷۰	FBR	کال پاکام	NPCIL- هند	
۱۳۰۰	ABWR	لانگ من ۱	POWER تایوان	
۹۵۰	PWR	کالنین ۴	امزگواتم روسیه	
۱۰۰۰	PWR	شین کوری ۲	KHNP- کره	
۶۵۰	PWR	کین شال ۱-۴	CNNC- چین	
۱۰۸۰	PWR	لین گائو ۱-۲	OGNPC- چین	
۳۰۰	PWR	چشما ۲	PAEC- پاکستان	
۱۳۷۵	PWR	شیمان ۲	چوگوکو- ژاپن	

ظرفیت (مگاوات)	نوع رآکتور	نام رآکتور	طرح-محل پروژه	سال شروع بهره برداری
۶۵۰	PWR	کین شان ۲-۴	CNNC - چین	۲۰۱۲
۱۳۰۰	ABWR	لانگ من ۲	تایوان پاور	
۱۰۰۰	PWR	شین وسیونگ ۱	KHNP - کره	
۱۶۳۰	PWR	ملاماتویل ۳	EDF - فرانسه	
۷۰	PWRX2	ویلیوشینگ	امزگواتم - روسیه	
۱۰۷۰	PWE	نو و ونتر ۱-۱۱	امزگواتم - روسیه	
۴۴۰	PWR	موچوز ۳	SE - اسلواکی	
۱۰۸۰	PWR	هونگان ۱	CGNPC - چین	
۱۸۰	PWR	نینگد ۱	CGNPC - چین	
۱۱۰۰	PWR	سان من ۱	CNNPC - چین	۲۰۱۳
۱۰۸۰	PWR	نانگد ۲	CGNPC - چین	
۱۱۸۰	PWR	واتزبار ۲	TVA - آمریکا	
۱۰۷۰	PWR	لنینگراد ۱-۱۱	امزگواتم - روسیه	
۱۳۵۰	PWR	شین کوری ۳	KHNP - کره	
۱۰۸۰	PWR	یانگینگ ۱	CGNPC - چین	
۱۷۰۰	PWR	تاشان ۱	CGNPC - چین	
۱۰۰۰	PWR	نانگی شان ۱	CNNC - چین	
۱۰۸۰	PWR	هالفروان ۲	CGNPC - چین	
۴۴۰	PWR	موچولس ۴	SE - اسلواکی	
۱۱۰۰	PWR	سان من ۲	CNNC - چین	۲۰۱۴
۱۱۰۰	PWR	هایانگ ۱	CPI - چین	
۱۰۸۰	PWR	نیناد ۳	CGNPC - چین	
۱۰۸۰	PWR	هانگ یانته ۳	CGNPC - چین	

ظرفیت (مگاوات)	نوع رآکتور	نام رآکتور	طرح-محل پروژه	سال شروع بهره برداری
۱۰۰۰	PWR	مانایالاشان ۲	CNNC- چین	۲۰۱۴
۱۰۰۰	PWR	فرچنگ	CNNC- چین	
۲۰۰	HTR	شیداوان	شین هواتگ- چین	
۱۳۵۰	PWR	شون کوری ۴	KHNP- کره	
۱۳۵۰	PWR	فوکیشیما	فپکو- ژاپن	
۱۳۵۰	ABWR	اهما	EPDC/J POWER- ژاپن	
۱۰۰۰	PWR	بلن ۱	NEK – بلغارستان	
۱۰۷۰	PWR	رستوف ۳	امزگواتم- روسیه	
۷۵۰	FNR	بلوپادسک ۴	امزگواتم- روسیه	
۱۲۰۰	PWR	لنینگراد ۱-۱۱	امزگواتم- روسیه	
۱۰۸۰	ABWR	فوکی شیما ۸-۱	TEPCO- ژاپن	۲۰۱۵
۱۰۸۰	PWR	یانگی یانا-۲	CGNPC- چین	
۱۷۰۰	PWR	تایشان-۲	CGNPC- چین	
۱۱۰۰	PWR	هایانگ	CPI- چین	
۱۳۵۰	PWR	شین ۱۰ لاک چین ۱	KHNP- کره	
۱۰۷۰	PWR	نوا و رونژ	موانرگواتم- روسیه	
۱۳۸۵	ABWR	هیگا شیدوی ۱	TEPCO- ژاپن	
۱۳۷۳	ABWR	کالی نوسکی ۱	شانگ کو – ژاپن	
۶۵۵	PHWR	سرناودا ۳	SNN – رومانی	۲۰۱۶
۱۲۰۰	PWR	روستف ۴	ENERGOATOM- روسیه	
۱۲۰۰	PWR	بالتیک ۱	ENERGOATOM- روسیه	
۱۲۰۰	PWR	لینگراد ۳-۱۱	ENERGOATOM- روسیه	

راکتور CANDU

این راکتور ساخت کانادایی‌ها می‌باشد و سیستم *PWR* و ش تکنولوژی راکتور می‌باشد که بین سالهای ۶۰-۱۹۵۰ به وسیله (*ATOMIC ENERGY OF CONDA LIMITED*) *AECL* و شرکت برق

ONTARIO HYDRO HYDRO-ELECTRIC POWER COMMISSION به وجود آمد. شرکت جنرال الکتریک کانادا و یا *OF ON TARIO*

یک شرکت خصوصی است که با این شرکت فعالیت دارد *CANDU* نام تجاری سازمان انرژی کانادا *ATOMIC ENERGY OF CANADA LTD* می‌باشد که برای *CANADA DEUTRIUM URANIUM* کار می‌کند. که این نام برداشی از مدراتور اکسید دویتریوم (آب سنگین) و سوخت اورانیوم (اکثراً طبیعی) می‌باشد و تمام راکتورهای موجود در کانادا از این نوع (*CANDU*) می‌باشند.

در سال ۲۰۰۹ دولت کانادا اطلاع داد که به دنبال سرمایه گذاری می‌باشد و بخشی از این شرکت را می‌فروشد، این راکتورها مورد استفاده نیروگاه برقی برای تولید نیروی اتمی از سوخت هسته‌ای می‌باشند. نیرو راکتورهای *CANDU* تقریباً شبیه به راکتورهای آب سبک می‌باشد گرچه تفاوت هایی در جزئیات دارد.

در این راکتور، از روش شکافت هسته (*FISSION*) که از آب سنگین به عنوان سیال حرارتی استفاده می‌شود.

برج خنک کننده به نحوی طراحی شده که دارای نقطه جوش بالاتر باشد (در فشار بیشتر) و اجتناب شده است از تشکیل (به خصوص) بخار در میدان راکتور و آب سنگین، تولید می‌شود به وسیله حلقه اولیه سردساز به مبدل حرارتی و آب سبک حرارت داده می‌شود با فشار کمتر در حلقه ثانویه برج خنک کننده ثانویه. این آب تبدیل به بخار شده و به توربین نیرو می‌دهد و توربین نیز ژنراتور را به دوران می‌آورد و برق تولید می‌شود و سپس بخار به محیط اطراف به اشکال گوناگون پخش می‌شود که اکثراً به قسمت‌های اصلی منابع آب سرد مانند دریا، رودخانه، برکه های آبی وصل می‌باشند.

قسمت دیگر گرما به برج خنک کننده می رود که البته باعث کاهش کارایی تاسیسات می گردد و در مواقع لازم از آن استفاده می شود. اخیراً تاسیسات *CANDU* در دارلینگتن ساخته شده با روش *DISCHARGE-DIFFUSER*

که محدود می کند آثار گرمایش را در محیط با انواع صعب های. در زمان طراحی کانادا با شکل کمبود صنایع سنگین برای این کار بود (ساخت *VESSEL* های فولادی فشار قوی، در عوض از تیوب های کوچکتر (۱۰ سانتی متر قطر) برای بسته میله سوخت استفاده شد، که این تیوبها از لحاظ ساختن ساده تر از *VESSEL* های فشار قوی می باشد. برای این که فضای آزاد برای نوترون ها به وجود آید و برای گردش بین لایه ها، تیوبها از آلیاژ زیر کونیم (*ZIRCONIUM 205% WT NIOBIUM*) که عمدتاً برای نوترون ها قابل عبور می باشد، استفاده می شود.

تیوب های *ZIRCALOY*، محدود شده بین تانک های فشار پایین بزرگتر که به *CALANDRIA* معروف است که شامل اکثر مدراتورها می باشد.

کانادا، با فقدان تاسیسات غنی سازی اورانیوم نیز روبرو است که بسیار گران تمام می شود. و عملیات آن با شکل روبرو می باشد و بنابراین *CANDU* بر اساس اورانیوم طبیعی به عنوان سوخت (مانند راکتور *ZEEP*) می باشد که اولین راکتور کانادا می باشد.

طراحی های سنتی با استفاده از آب سبک به عنوان مدراتور، جذب می کنند مقدار زیاد نوترون را برای واکنش های زنجیره ای با استفاده از اورانیوم طبیعی با توجه به دانسیته پایین بر عملیات هسته ای آب سنگین، تعداد زیادتری نوترون را نسبت به آب سبک جذب می کند و باعث اقتصادی بودن بیشتر نوترون می شود که باعث نگهداری بیشتر واکنش های حتی در سوخت غنی نشده می شود و همچنین دمای پایین مدراتور (زیر نقطه جوش آب)، کاهش می دهد. تغییرات را که سرعت نوترون به وجود می آورد، از برخورد تحرکات مدراتورهای مختلف (*NEUTRON SCATTERING*)

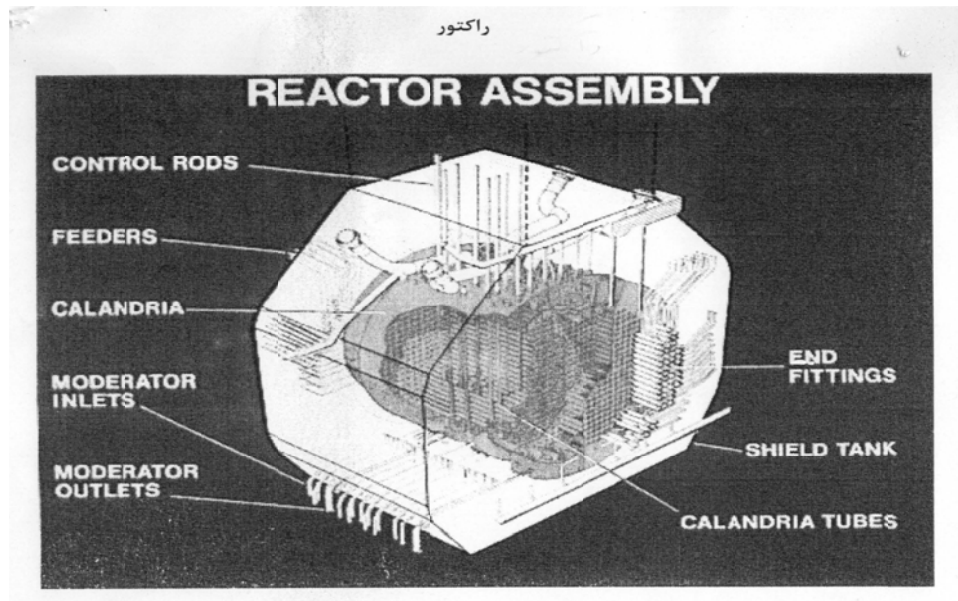
در این صورت نگهداری نوترون نزدیک سرعت مناسب تر مسیر است که باعث شکست شود. آنها دارای خلوص بهتری می باشد (در یک همان) و همچنین پراکنده که ارائه می دهند محدود مناسب کارایی را برای انرژی های نوترون.

توده گرمای زیاد، مدراتورها فراهم می آورد دهانه خروجی گرما را که عمل می نماید به عنوان سیستم ایمنی مضاعف. اگر بسته سوخت بیش از حد دچار گرما، در کانال سوخت شد، نتیجه این تغییرات محیط جغرافیایی اجازه انتقال گرمای زیاد را به مدراتور سرما می دهد. و لذا باعث جلوگیری، نقش کانال سوخت و احتمال گداختن را می شود. مضافاً به خاطر اورانیوم طبیعی برای سوخت این راکتور نمی تواند مقاومت کند در مقابل واکنش های زنجیره ای کانال های هندسی سوخت اصلی که متفاوت است در اشکال مختلف. طراحی در روش های راکتور های سنتی آب سبک *LWR*، تمام میدان راکتور یک *VESSEL* بزرگ فشار است شامل، آب سبک است که عمل می کند (به عنوان مدراتور) در طول میدان. برای جایگزینی سوخت جدید در چنین راکتور، راکتور باید خاموش شود، فشار کاهش یابد و دریچه سر بی برداشته شود. و مقدار مشخص از کمتر موجودی مواد میدان، مانند $\frac{1}{3}$ آن جابجا گردد و در پروسه مرحله دسته بندی.

طراحی *CALANDRIA* بر اساس ارائه امکانات به سینی های سوختی تک تکی است برای جابجا شدن بدون توقف و تغییر در وظایف مختلف چرخش ها و یا عامل ظرفیت می باشد. حقیقت کنترل از راه دور ماشین سوخت، می تواند بررسی کند. انتهای هر سوخت تک تک را. یک ماشین وارد می کند سوخت جدید را در حالی که دیگران دریافت می کند سوخت *DISCHARGE* شده. با دانسیته پایین *U235* عموماً به کار گرفته می شود که میزان کمتری سوخت مصرف شود، به هر صورت با افزایش کارایی در میان سایر منافع مسئله اورانیوم غنی شده تفکیک شده و در راکتورهای *CANDU* حدود ۴۰-۳۰ درصد (کمتر) اورانیوم معدنی راکتورهای آب سبک برای تولید برق لازم است. هر بسته سوخت *CANDU* شامل ۵۰ سانتی متر طول و ۱۰ سانتی متر قطر است که تولید یک *GWH* برق می کند.

یک بسته سوخت شامل تعدادی تیوب زیر کالوی شامل پالت های سرامیکی تمام سوخت ها می باشد که برای قرار گرفتن در یک سیلندر منظم شده برای طراحی این مجموعه دارای ۲۸ یا ۳۷ تیوب سوخت بلند (نیم متر طول) در کانال راکتور می باشد که دارای ۱۲ از این نوع فضاها در ته به ته کانال سوخت وجود دارد. مستقیماً بسته های *CANFLEX* برای ۴ تیوب

با یک پالت می باشد که دارای ۱۰ سانتیمتر قطر و ۰/۵ متر (۲۰ اینچ) می باشد و وزن آن ۲۰ کیلوگرم (44/LB) و با ۳۷ تیوب تعویض میشود.



KEY کلید نقشه

1	<i>Fuel bundle</i> دسته میله های سوخت	8	<i>Fueling machines</i> ماشین های سوخت
2	<i>Calandria (reactor core)</i> میدان	9	<i>Heavy water moderator</i> مدراتور آب سنگین
3	<i>Adjuster rods</i> میله های تنظیم	10	<i>Pressure tube</i> تیوب فشار
4	<i>Heavy water pressure reservoir</i> مخزن فشار آب سنگین	11	<i>Steam going to steam turbine</i> بخار وارده به توربین بخار
5	<i>Steam generator</i> ژنراتور بخاری	12	<i>Cold water returning from turbine</i> آب سرد ساز توربین
6	<i>Light water pump</i> پمپ آب سبک	13	<i>Containment building made of reinforced concrete</i> ساختمان راکتور سیمانی
7	<i>Heavy water</i>		

مدراتور راکتور آب سنگین در CANDU

این مدراتورها به وسیله *AECL* (سازمان انرژی اتمی کانادا با مسئولیت محدود) طراحی شده و یک گزینه نسبت به راکتورهای می باشد که به طور جزئی از اورانیوم غنی شده (که ۵ تا ۲ درصد از $U235$) استفاده می کنند. این سیستم برای کشورهای که فاقد ظرفیت لازم برای ساخت *VESSEL* های فشار مناسب است.

سوخت این راکتور شامل قرص های کپسول مانند دی اکسید اورانیوم با اورانیوم طبیعی (۰/۷ درصد $U235$) می باشد. در نتیجه *CANDU* ارزانتر از سایر سوخت ها و از لحاظ تنوع یک دارای بالاترین عوامل عمر می باشد. جزئیات علل توسعه این سیستم را می توان از سایت کامپیوتری *FAO* نیروی هسته کانادا ملاحظه نمود.

سیستم *CANDU* شامل رایزرهای مبدل (*VESSEL*) افقی است که دارای *TUBE* برای میله های سوخت و آب سنگین برای سردسازی می باشد که بر محور تیوب ها در گردش است که به عنوان *MODERATOR* برای کاهش سرعت نوترون ها به کار می رود. آب سنگین شامل ۲ اتم دوتریم (ایزوتوپ غیر رادیواکتیو هیدروژن) و یک اتم اکسیژن می باشد. اتم های دوتریم شامل ۱/۵ درصد هیدروژن قابل یافت در صنف می باشد. دوتریم دارای کارایی بسیار با بیشتری به عنوان مدراتور دارد تا آب سبک که اجازه میدهد که، از اورانیوم طبیعی به عنوان سوخت استفاده نمود. نمونه آن در تاسیسات *BRUCE* نزدیک تیورتن اونتاریو می باشد که به طور جداگانه با تفکیک آب سنگین از آب طبیعی مصرف می کند. البته سیستم تفکیک دوتریم دارای هزینه القانی سرمایه ای با تفکیک می باشد که عمر سیستم را طولانی تر می کند با هزینه کمتر اورانیوم طبیعی پائینتر.

پمپ های چرخان آب سنگین در سیستم *PWR* از طریق راکتور به سوی مولد بخار در یک مدار بسته جریان می دهند، سیستم مدراتور آب سنگین دارای یک مبدل حرارتی تفکیک شده می باشد که چرخش آب را (برای مدراتور) انجام می دهند. تیوب های خنک کننده راکتورهای *CANDU* تحت فشار تا ۱۵۲۵ پوند در اینچ مربع قرار می گیرند، که سبکتر از فشار آب طراحی شده می باشد. آب سنگین در سیستم مدراتور البته چندان دارای فشار نمی باشد.

راکتور، ماشین سوخت تزریق مجدد، طراحی موقت طی اشکال مختلف در کتاب ملحوظ است. این راکتورها دارای میزان نسبتاً بیشتری نسبت به تجهیزات ثانویه هستند به طوری که سیکل عملیاتی طولانی تر را ممکن می سازند. زمان چرخش حتی به ۸۹۴ روز (اوج ۷ در ۱۹۹۴) و بدین لحاظ طراحی راکتور *CANDU* نوعاً دارای بالاترین عامل ظرفیتی در جهان می باشد. مضافاً سوخت مورد استفاده در *CANDU* بین ۶۵۰۰ تا ۷۵۰۰ *MWD* برای هر تن اورانیوم (*MTU*) میباشد. که این قابل مقایسه است با ۳۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰ *MWD/ MTU*

که به دست می آید توسط راکتورهای *PWR* و یا *BWR*

طراحی واحدهای مضاعف *CANDU* با استفاده از ساختمان های تخلیه شده (*VACUUM*) به عنوان طاقدیسی حفاظتی مخصوص استفاده می شود. (مراتب در بخش ساختمان طاقدیسی *CONTAINMENT*) آمده است که به شکل یک استوانه در پایین و یک طاقدیسی در سقف آن می باشد و امروزه عامل شناسایی نیروگاههای اتمی از فاصله دور می باشد که در پشت چند راکتور میباشد. تفاوت های دیگری نیز در طراحی مدراتورهای راکتورهای *CANDU* مشاهده می شود.

نیروگاه *PICKERING* در تورنتو (انتاریو)، دارای ۱ تا ۸ راکتور در هر *SITE* می باشد و هم چنین تسهیلات *BRUCE* در شمال غربی تورنتو دارای ۸ راکتور در هر سایت می باشد. خروجی اسمی نیروگاه *MWE* ۶۰۰ در هر واحد می باشد. راکتورهای *CANDU* برای تولید نیرو در کیک (انتاریو) و *NEW SRUNWICK* دارای ۳ تاسیسات می باشد.

انواع پرسنل لازم:

- پرسنل مهندسی اتمی
- اپراتور راکتور
- فیزیک بهداشتی
- کمیسیون قانونگذاری هسته ای

کارگران این کار اعضاء اتحادیه (IBEW) یا (AFL- CIO) می باشد.

- *INTL, BROTHER HOOD ELECTRICAL WORKERS UTILITY. WORKERS UNION OF AMERICA.*

از انواع راکتورهای اتمی می توان به ۵ دسته (نوع) طبقه بندی کرد:

A- نوع (FUSION, FISSION) N. REACTION

B- نوع مواد MODERATOR (راکتورهای گرافیتی، آبی، المت آبی، مدرن تکنولوژیک)

C- نوع سردساز (برج خنک کننده) (راکتورهای با خنک کننده آب، مواد مایع فلزی، گاز، نمک گداخته)

D- نوع تولید/ برق (ژنراتور ۱ راکتور، ۳ و ۲ راکتور و ۵ راکتور در حال تحقیق)

E- نوع مصرف (برق، PROPULSION، سایر انواع حرارت، تولید با واسطه، نوع تشعشع نوترونی تحقیقات راکتوری).

انواع نیروگاهها :

A- ژنراتورهای ترموالکتریک رادیوایزوتوپ

B- FISSION راکتور اتمی:

۱- راکتورهای فشار آبی *(PWR) PRESSURIZED WATER REACTOR*

۲- راکتورهای آب جوش *(BWR) BOILING WATER REACTOR*

۳- *(PHWR) PRESSURIZED HEAVY WATER REACTOR*

۴- *REAKTOR BOLSHOY MOSLHNOSTI*

(HIGH POWER CHANNEL REACTOR) RBMK

- *LEAD COOLED*

- *SODIUM COOLED*

LIQUID METAL FAST BREEDER REACTOR

- PEBBLE BLEND REACTOR -۵
- MOLTEN SALT REACTOR -۶
- (AHR) AQUEOUS HOMOGENEOUS REACTOR -۷
- C راکتورهای جدید در حال توسعه PHWR یا PWR و BWR
- ABWR (ADVANCED BOILING WATER REACTOR) -
- INTERNAL FAST REACTOR -
- SSTAR (SMALL SEALED TRANSPORTABLE) -
- SUB CRITICAL REACTOR
- ADVANCED HEAVY WATER REACTOR THORIUM BASED REACTOR
- KAMINI

نسل چهارم راکتورها :

- GAS COOLED FAST REACTOR -
- LEAD COOLED FAST REACTOR -
- MOLTEN SALT FAST REACTOR -
- SODIUM-COOLED FAST REACTOR -
- VERY HIGH TEMP REACTOR -

نسل پنجم:

- LIQUID CORE REACTOR -
- GAS CORE REACTOR -
- GAS CORE EM -
- FISSION FRAGMENT REACTOR -
- FUSION REACTOR -

طبیعت عمل ساخت: نزدیک دریاچه *DRUKSLAI* (در مرز بلاروس) برای تامین آب سردکننده‌ها

کشورهای استونی، لیتوانیا، لتونی، لهستان موافقت نمودند که شرکت *VISAGINAS NUCLEAR P.P* یک نیروگاه به ظرفیت ۳۰۰۰ تا ۳۲۰۰۰ مگاوات برق را بسازد.
(بین سالهای ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸).

انواع راکتورها:

BIOREACTOR راکتور بیولوژیکی

CHEMICAL BIOREACTOR راکتور شیمیایی

BIOREACTOR هسته ای : راکتور هسته ای

FUSION BIOREACTOR راکتور فبوزن

HOVAK BIOREACTOR سیستم سیمولشن فیزیکی

لیست راکتورهای موجود

BWR BOILING WATER REACTOR

HIGH- TEMPERATOR GRAPITITE MODRATE REACTOR HTGR

ADVANCED GAS- COOLED REACTOR AGR.

MAGHOX GAS- COOLED REACTOR

PRESSURIZED- WATER REACTOR PWR

STEAM- GENERATING WATER REACTOR SGHWR

PRESSURIZED HEAVY- WATER REACTOR PHWR

FAST BREEDER REACTOR FBR

تجهیزات لازم برای صنایع هسته ای که در سایر صنایع (مانند نفت، نیروگاهها، *AIR CRAFT*) نیز کاربرد دارند.

صنایع ابزار دقیق (کنترلرها، ثبت کننده ها، سنجش گرها، قیاس کنندگان، هشدار دهنده‌ها، مبین‌ها، انعکاس دهندگان، در قیاس فشار حرارت، آلودگی، عوامل اطلاعاتی و ایمنی)

<u>وسايل الكترومكاتيكي</u>	<u>ايمني</u>	<u>ابزار دقيق</u>
	ANGUS	ABB
AEG	ANSUL	BAILY
		BIOFOLD
		BENTLY NEVADD
		CROSBY
GEOMONT SCHNIDER	TOTALWATER	BLOHM & VOSS
LE GRAND	SMA	ENDRESS-HAUSER
METROLOG		FOXBORO
FUCH	FYRE FYGT	FISHER (ROS, PORT, GE)
THORN AMI	SAVAL	HOPKINSON
GRAYBAR	TRILLBURG	HUTCHUN HAYS
APPLETON	MSA	BLOHM & VOSS
BICC	CHAT-DAVIS	MIDLAND
TOSHIBA	TIDE- LAND	MOOR
SAMSUNG	ORGA	MASONEILAN
OSIRAM		TYCO
		PHILLIPS

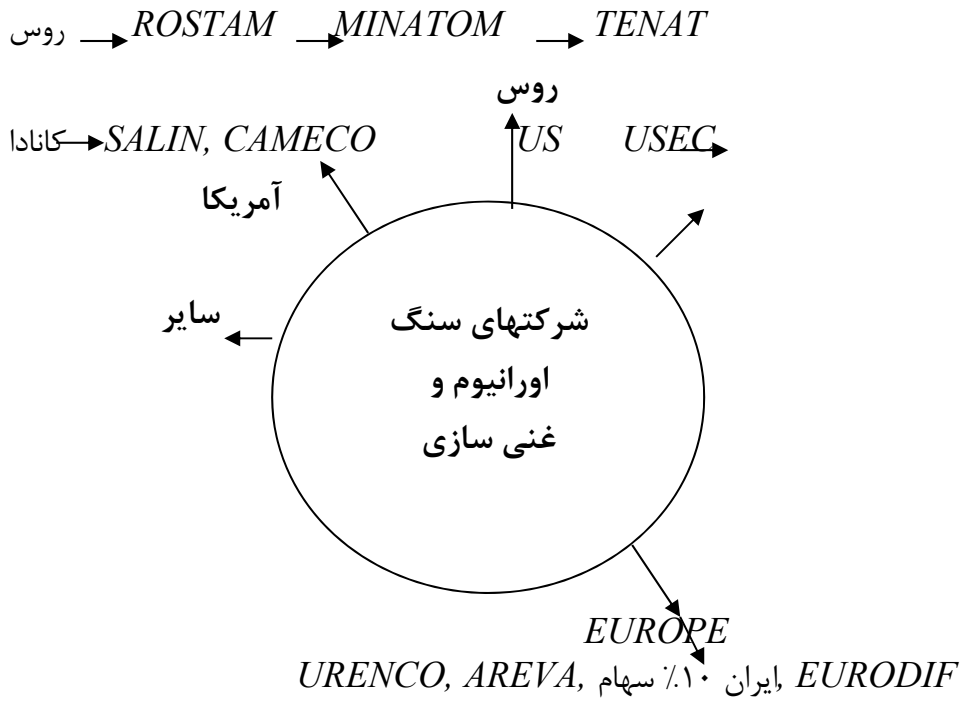
<u>وسايل الكترومكاتيكي</u>	<u>مخابرات</u>	<u>ابزار دقيق</u>
STAHL. AG	THALESS	KENT
TELEPHON.KEM	BELL	
SIEMCNSE (ايران ترانسفو)	ALCATEL	TAILOR
	NOKIA	
	ERICSSON	
	MARCONI	
	MOVORULLA, SONY	WIKA
	SAILOR	
	STORNO, S.P.RADIO	

<u>تأسيسات</u>	<u>قوى/ضعيف</u>	<u>توربين</u>	<u>كمپرسور</u>	<u>پمپ</u>
	<u>PIPE/VALVE</u>			
	CAMERON	G.E	JOY	BORNAMENT
BROWN NATCO	ALSTHOM		WORTHINGTON	SULZER
THOMPSON	PARKEA	RUSTON	ABC	JOHN STON
CLEAVER BROKS	SWAGFLOCK	HISPANO	SURA	MILTON ROY
MECO	JOHNSON		BROWN BAVERI	NIJ HOUSE
PER MITUTE	SOFRESIDE	SOLAR		SHINKO
	FMC	SULZER		ATURIA
ALENWEST	WKM	HITACHI		GOODS
	KITAMURA	mitsui		EBARA
DETROIT D.ENGING	VALLOURE	NOVO PIGNO	NC DAVID	BROWN
DAILMER BENZ				
KATO				
TADANO				
P&H				
LINK BELT BRONSWERK				
OLMI	TENARIS			ITURE
BABCOK, WILCOX	MANNESMAN			

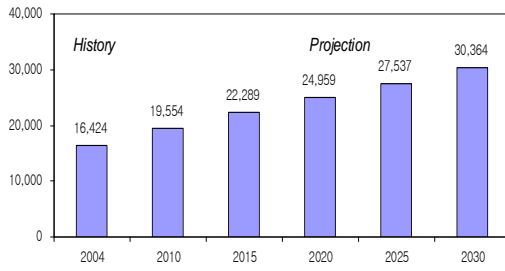
ماشين آلات سنگين

<u>SEAL, EXPANSION..JOINT</u>	<u>فيلتر</u>	<u>تيوماتيک</u> <u>TOOLS</u>
BORG WARNER	VEN BEE	ATLAS COPCO
T.D. WILLIAM SON	FLECT GUARD INEN EOLRAND	
BORG WATER	AAF	FOX BORO

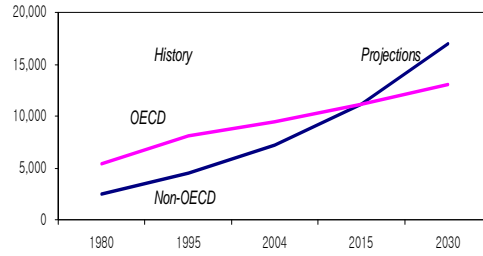
کامپیوتر	شرکت های UTILIZER
IBM	TOTAL
HONEY WELL	SNAM PROJEH
APPLE	HALLIBURTION
MACRO SOFT	MITSUBISHI
	HITACHI
	E.M
	R.D.IHELL



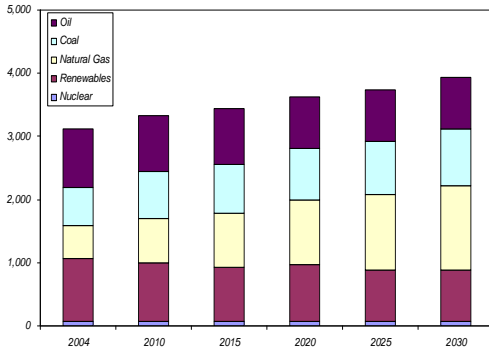
تولید برق جهان در سالهای ۲۰۰۴-۲۰۳۰ (میلیارد کیلووات ساعت)



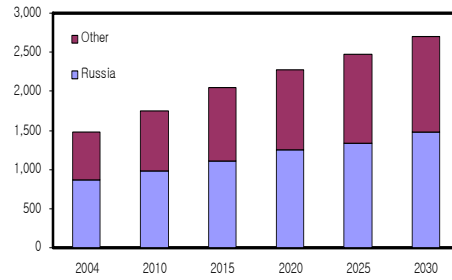
رشد تولید برق جهان بین سالهای ۱۹۸۰-۲۰۳۰ در کشورهای توسعه یافته و نیافته (میلیارد کیلووات ساعت)



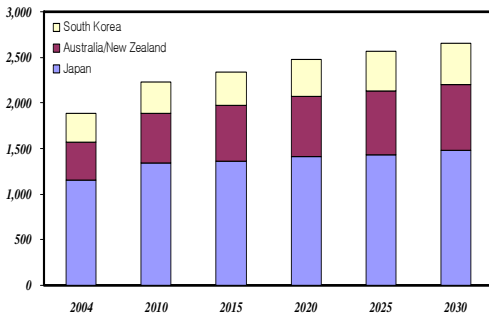
تولید برق در کشورهای توسعه یافته اروپا (سوخت) ۲۰۰۴-۲۰۳۰ (میلیارد کیلووات ساعت)



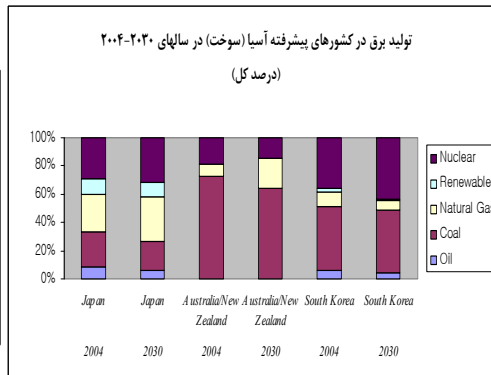
تولید برق خالص در کشورهای غیر پیشرفته اروپا و (اروپا آسیا) در سالهای ۲۰۰۴-۲۰۳۰ (میلیارد کیلووات ساعت)



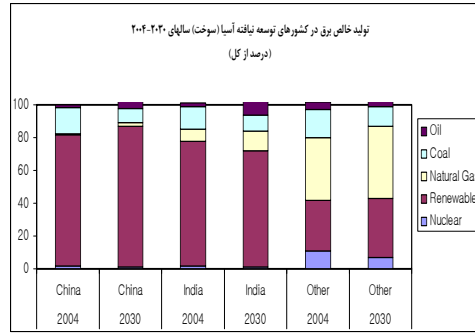
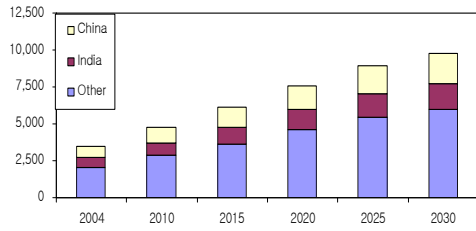
تولید خالص برق در کشورهای پیشرفته آسیای سالهای ۲۰۰۴-۲۰۳۰ (میلیارد کیلووات ساعت)



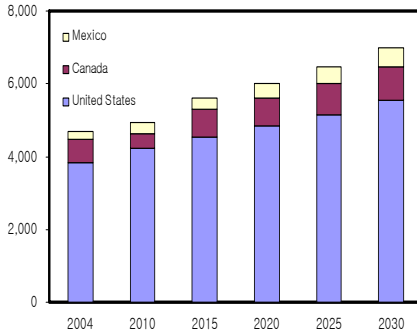
تولید برق در کشورهای پیشرفته آسیا (سوخت) در سالهای ۲۰۰۴-۲۰۳۰ (درصد کل)



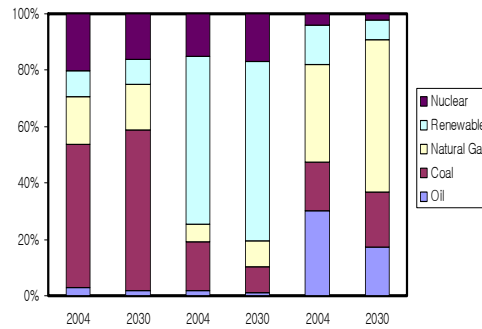
تولید خالص برق در کشورهای توسعه نیافته آسیا (سوخت) در سالهای ۲۰۰۴-۲۰۳۰
(بیلیارد کیلووات ساعت)



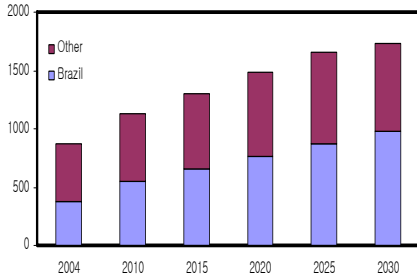
تولید خالص برق در کشورهای توسعه یافته آمریکای شمالی در سالهای ۲۰۰۴-۲۰۳۰
(بیلیارد کیلووات ساعت)



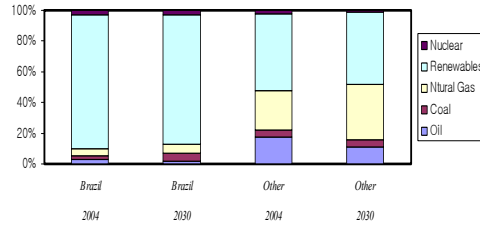
تولید خالص برق در کشورهای توسعه یافته آمریکای شمالی (سوخت) در سالهای ۲۰۰۴-۲۰۳۰
(درصد از کل)



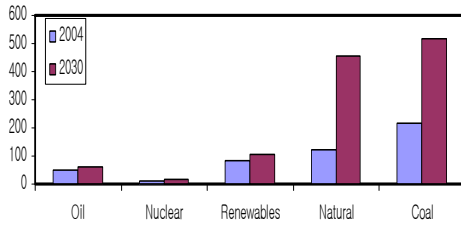
تولید برق در آمریکای مرکزی و جنوبی سالهای ۲۰۰۴-۲۰۳۰
(بیلیارد کیلووات ساعت)



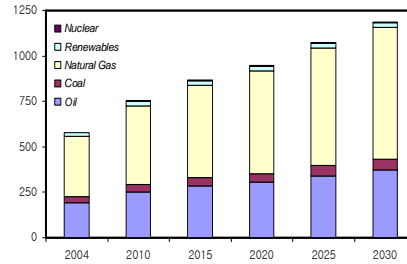
تولید خالص برق در آمریکای مرکزی و جنوبی یا سوخت در سالهای ۲۰۰۴-۲۰۳۰
(درصد کل)



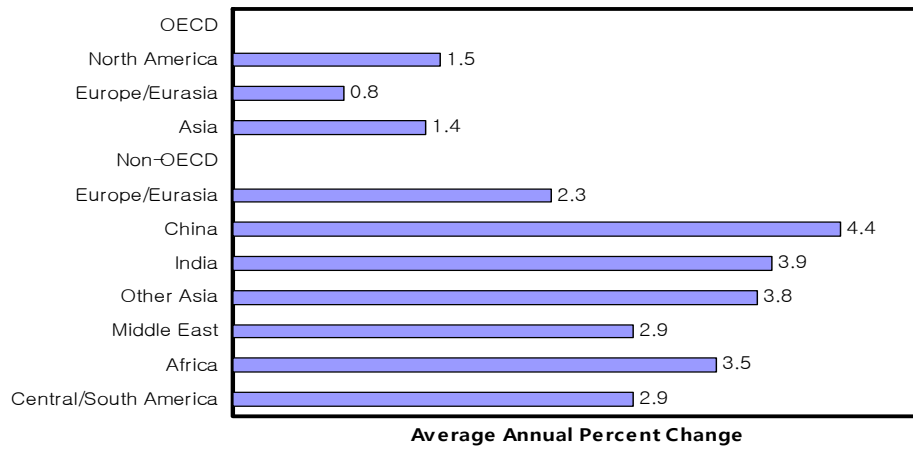
تولید برق آفریقا (سوخت های مختلف) سالهای ۲۰۰۴-۲۰۳۰ (میلیارد کیلو وات)



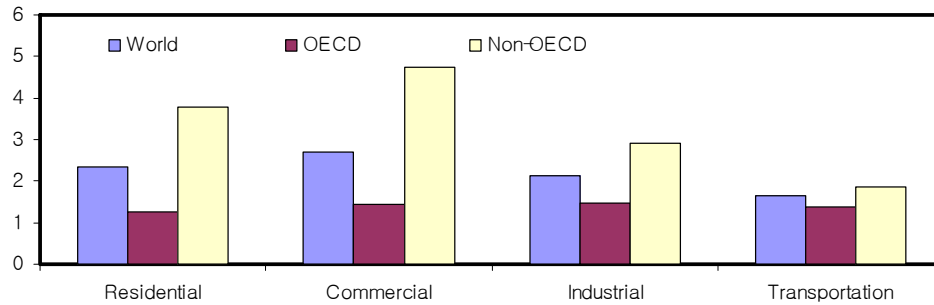
تولید برق خاورمیانه با پایه سوختی لغتی سال ۲۰۰۴-۲۰۳۰ (بیلیارد کیلووات ساعت)



رشد ظرفیت تولید سالانه برق به تفکیک مناطق جهان سالهای ۲۰۰۴-۲۰۳۰ در جهان (درصد رشد)



درصد رشد سالانه تقاضای تولید برق در مناطق جهان در سالهای ۲۰۰۴-۲۰۳۰ (درصد رشد سالیانه تقاضا)



نویسنده : حسین زارع شحنه