

نیروگاه اتمی بوشهر تجلی خودباوری و تخصص

نیروگاه اتمی بوشهر به عنوان یکی از بزرگ‌ترین طرح‌های ملی کشور در آستانه راه‌اندازی و تجلی خودباوری و تخصص جوانان ایرانی است...



نیروگاه اتمی بوشهر به عنوان یکی از بزرگ‌ترین طرح‌های ملی کشور در آستانه راه‌اندازی و تجلی خودباوری و تخصص جوانان ایرانی است.

به گزارش خبرگزاری فارس از بوشهر، نیروگاه اتمی بوشهر علاوه بر جنبه‌های سیاسی و اجتماعی که در کشور و جهان داشته، با استفاده از فناوری‌ها و تکنولوژی‌های روز در آن و حضور جوانان متخصص ایرانی در اجرای پروژه‌های مختلف، به عنوان نماد خودباوری و توانمندی ایرانیان در عرصه علم و تکنولوژی است. در این گزارش فرآیندهای مختلف نیروگاه اتمی بوشهر از جمله فرآیند عملیاتی، شکافت هسته‌ای و راکتور و توربین تشریح می‌شود.

* شرح فرآیند عملیاتی

با وجود پیچیدگی تکنولوژیکی یک نیروگاه هسته‌ای از نوع نیروگاه بوشهر، فرآیند عملیاتی نیروگاه کاملاً ساده است، فرآیند تولید انرژی الکتریکی در نیروگاه هسته‌ای را می‌توان به سه مرحله مدار اول، مدار دوم و مدار خنک‌کننده تقسیم کرد.

– مدار اول:

شکافت اورانیوم غنی شده در راکتور منبع تولید انرژی به صورت گرمایی است. این انرژی گرمایی توسط آب مدار اول که در یک مسیر بسته جریان دارد به مولدهای بخار منتقل می‌شود. مولد بخار یک مبدل حرارتی است که آب مدار اول دورن لوله‌های با شکل فولادی آن جریان دارد و آب مدار دوم در یک سیکل کاملاً مجزا با گردش در اطراف این لوله‌ها ضمن برداشت حرارت به بخار تبدیل می‌شود. آب مدار اول پس از خروج از مولد بخار توسط پمپ مدار اول برای برداشت مجدد گرما به راکتور بازگردانده می‌شود.

– مدار دوم:

در مدار دوم بخار تولید شده در مولد بخار به توربین هدایت شده و در آنجا به انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود سپس بخار خروجی از توربین به وسیله کندانسور به آب تبدیل شده و مجدداً برای تکمیل و تکرار این چرخه به مولد بخار بازگردانده می‌شود.

– مدار خنک‌کننده:

برای چگالش بخار خروجی از توربین، آب دریا به عنوان خنک‌کننده در یک مدار کاملاً مجزا از مدار دوم توسط پمپ‌های سیرکولاسیون به کندانسور هدایت می‌شود و پس از برداشت گرما از طریق یک کانال روباز به طول 400 متر و به دنبال چهار تونل 1200 متری در زیر بستر دریا در عمق 7 متری به دریا باز می‌گردد.

* شکافت هسته‌ای

نقش اصلی راکتور در نیروگاه هسته‌ای تولید انرژی گرمایی است. فرآیندی که در این راکتور سبب تولید گرما می‌شود شکافت نام دارد. شکافت فرآیندی است که در طی آن یک هسته اتم سنگین به دو یا چند هسته کوچک‌تر تبدیل می‌شود و ضمن این عمل مقداری انرژی به صورت گرما تابش ساطع می‌شود.

در نیروگاه هسته‌ای با آب سبک فرآیند شکافت غالباً توسط نوترون‌های حرارتی انجام می‌شود، هسته اورانیوم 235 پس از جذب نوترون ناپایدار شده به دو یا چند جز به نام شکافپاره تقسیم می‌شود، علاوه بر شکافپاره‌ها و د تا سه نوترون به علاوه مقداری انرژی و ذرات آلفا، بتا و تابش گاما نیز در هر شکافت به دست می‌آید.

به این ترتیب یک عمل شکافت می‌تواند منجر به شکافت‌های دیگری نیز شود که آن‌ها نیز به نوبه خود شکافت‌های دیگری را به دنبال دارد، به این واکنش که به صورت تسلسل شکل ادامه می‌یابد واکنش شکافت زنجیره‌ای می‌گویند ضمن اینکه پایدار ماندن واکنش زنجیره‌ای در قلب راکتور مستلزم وجود جرم بحرانی در قلب راکتور است.

انرژی آزاد شده از فرآیند شکافت به گرما تبدیل می‌شود حرارت تولید شده توسط آب مدار اول برداشت شده به آب مدار دوم انتقال می‌یابد و در مدار دوم برای تولید بخار و چرخاندن توربین مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تنظیم مقدار انرژی آزاد شده در یک راکتور هسته‌ای با تعداد شکافت‌هایی که اتفاق می‌افتد کنترل می‌شود.

این عمل با کنترل کردن تعداد نوترون‌هایی که برای انجام عمل شکافت موجود است صورت می‌گیرد هر چه تعداد شکافت‌ها نیز کمتر است یکی از روش‌های رسیدن به چنین کنترلی است که ماده را در راکتور قرار دهند که به آسانی نوترون‌ها را جذب کند بنابراین با تنظیم مقدار این ماده در راکتور، تعداد نوترون‌های موجود برای عمل شکافت می‌تواند به میزان مطلوب تنظیم شود.

* راکتور

راکتور نیروگاه هسته‌ای بوشهر از نوع آب سبک تحت فشار است که توان تولید 3 هزار MW انرژی گرمایی را داشته و متشکل از یک پوسته از جنس فولاد کربنی است که با فولاد ضد زنگ پوشش داده شده است و درون آن قلب راکتور، سیر حرارتی و نوترونی، نگهدارنده قلب، محافظ کانال‌های هادی قرار گرفته و توسط درپوش راکتور بسته می‌شود.

آب که به عنوان کندکننده نوترون و خنک‌کننده استفاده می‌شود توسط پمپ‌های مدار اول با فشار 157bar و حرارت 291°C از طریق 4 نازل خط سرد وارد راکتور می‌شود و پس از برداشت حرارت از قلب راکتور با حرارت 321 از طریق 4 نازل خط گرم به سمت مولدهای بخار هدایت شده و در آنجا با تبادل حرارت با آب مدار دوم بخار تولید می‌شود.

منبع تولید گرما، سوخت هسته‌ای از نوع دی‌اکسید اورانیوم غنی شده با غنای 4/02 درصد، 3/62 درصد، 2/4 درصد و 1/6 درصد است. سوخت هسته‌ای به صورت قرص‌های استوانه‌ای به قطر 7/57 و ارتفاع 12 میلی‌متر ساخته شده که درون میله‌های سوخت قرار دارد. تعداد 311 میله سوخت با آرایش شش ضلعی یک مجتمع سوخت را می‌سازند و تعداد 163 مجتمع سوخت در کنار هم قلب راکتور را تشکیل می‌دهند.

مکانیزم تولید گرما، واکنش هسته‌ای شکافت اورانیوم و تبدیل آن به پاره‌های شکافت سبک‌تر است که همراه با آزاد شده انرژی و تولید نوترون برای ادامه این زنجیر است.

کنترل واکنش هسته‌ای و در نتیجه کنترل راکتور به کمک اسیدبوریک محلول در آب به همراه میله‌های کنترل به محرک‌های سیستم کنترل و حفاظت متصل است انجام می‌شود.

* توربین

مجموعه توربین بخار k-1000-60/3000-3 با قدرت نامی هزار مگاوات و سرعت 3 هزار دور در دقیقه برای به حرکت درآوردن ژنراتور جریان متناوب به کار می‌رود. ژنراتور به همراه مجموعه توربین به روی یک سازه بتنی سوار شده که این سازه به صورت مجزا از سازه اصلی ساختمان توربین، به روی فنرهای مخصوصی قرار گرفته است.

توربوست نیروگاه اتمی بوشهر شامل چهار توربین از جمله یک توربین فشار بالا و سه توربین فشار پایین است. مجموعه توربین مذکور تک محوری و هر چهار توربین از نوع دو طرفه متقارن است که در هر طرف دارای 5 ردیف پره هستند، روتور توربین‌های فشار پایین و فشار بالا به روش آهنگری و به صورت یکپارچه و بدون سوراخ مرکزی ساخته می‌شود که این کار موجب تمرکز تنش در روتور می‌شود.

سیکل آب و بخار نیروگاه اتمی بوشهر این گونه است که بخار تولید شده در مولدهای بخار به ساختمان توربین هدایت و با حداکثر رطوبت 0/2 درصد و فشار 58/8 بار وارد توربین فشار قوی شده و پس از انجام کار به علت کاهش فشار و حرارت اولیه مرطوب می‌شود.

برای اینکه این رطوبت به پره‌های توربین فشار ضعیف آسیب نرساند بخار خشک و مجدداً گرم می‌شود تا پارامترهای مطلوب دست یابد و پس از آن با فشار 6/8 بار به توربین فشار ضعیف هدایت می‌شود، به دنبال آن در کندانسور تغییر حالت داده و طی مراحل احیا شده و مجدداً به مولدهای بخار باز می‌گردد.

واحد توربین نیروگاه اتمی بوشهر دارای مدار پیشرفته احیا از جمله چهار مرحله هیتر فشار پایین، دتراتور، یک مرحله هیتر فشار بالا و پمپ انتقال کندانس بخار گرم‌کننده است.

تمام هیترهای فوق به غیر از دتراتور که از نوع مخلوطی است از نوع تبادل حرارت سطحی هستند. تمام هیترهای احیاکننده غیر از هیتر فشار پایین شماره چهار و دتراتور شامل دو پوسته هستند و در دو خط موازی قرار دارند.

* ژنراتور:

ژنراتور نیروگاه اتمی بوشهر از نوع سنکرون سه فاز است که سیم پیچ استاتور آن با آب خنک می‌شود، خنک‌کننده روتور و هسته استاتور آن نیز هیدروژن است.

قدرت خروجی آن هزار مگاوات و دارای دو قطب بوده و با مارک T3-27-1000-tbb معرفی می‌شود و ولتاژ خروجی استاتور آن نیز 27 kv است.

* پست:

نیروگاه اتمی بوشهر دارای دو پست 230 و 400 کیلو وات است که پست 400 کیلووات از نوع GIS بوده و از طریق دو خط به پست چغادک و شبکه سراسری متصل می‌شود و پست 230 کیلو وات از نوع AIS است و اتصال آن به شبکه سراسری توسط دو خط و از طریق پست بوشهر انجام می‌شود.