



وزارت آموزش و پرورش
سازمان ملی پرورش استعداد های درخشان

به نام خدا

سومین کارسوق فراگیر فناوری هسته ای
سازمان ملی پرورش استعداد های درخشان
اداره کل آموزش و پرورش استان بوشهر

جلسه چهارم:

نیروگاه های هسته ای چگونه
کار می کنند؟

زمستان ۱۴۰۴

انرژی جاذب و مد

انرژی آبی

انرژی باد

انرژی خورشیدی

سوخت های فسیلی

پیل سوختی

انرژی زیست توده

انرژی زمین گرمایی

انرژی هسته ای

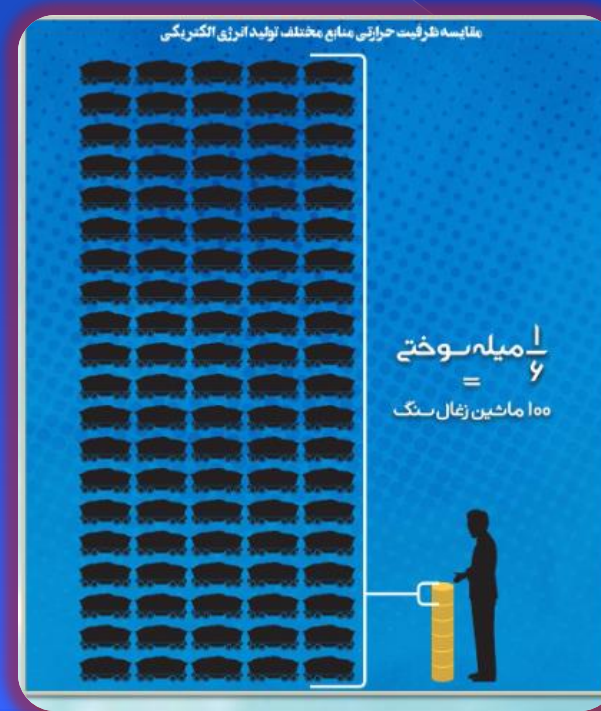
تا نیمه ۲۰۲۵

ظرفیت کل نصب شده ۳۹۳/۵ گیگا وات

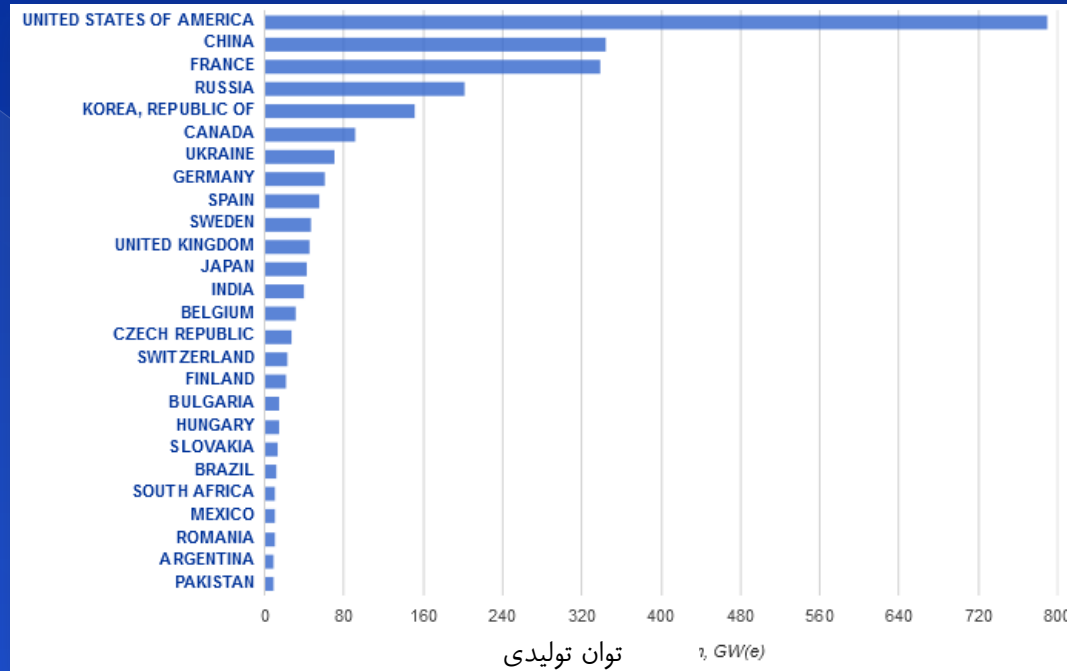
۴۳۹ راکتور مورد استفاده

ظرفیت ۵۳/۷ مگا وات

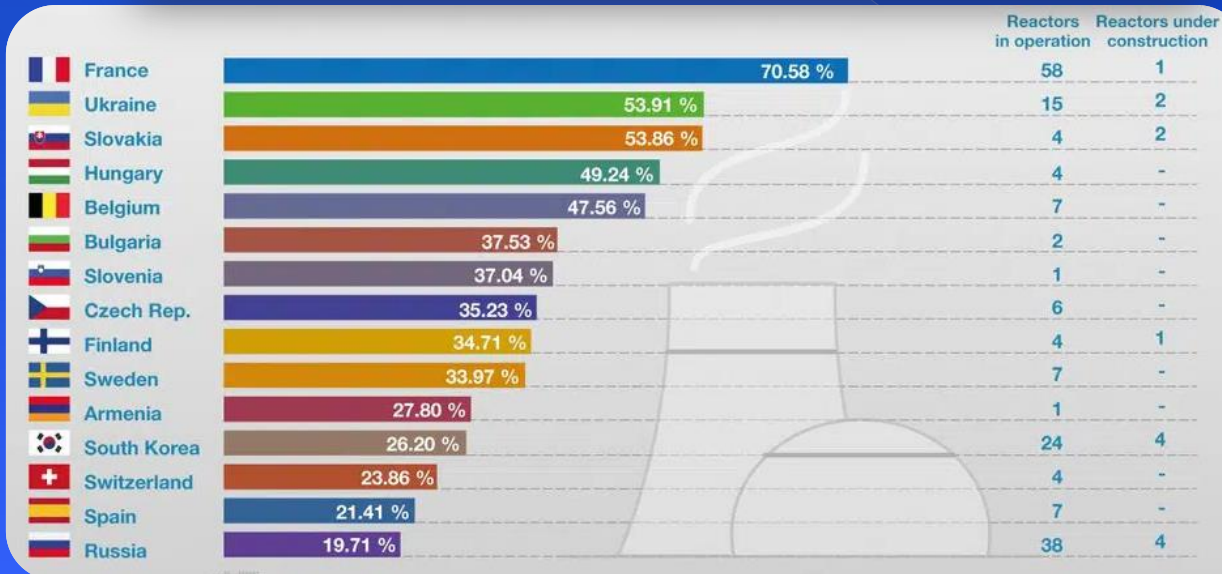
۵۲ راکتور در حال ساخت



منابع تولید انرژی



مقایسه توان تولیدی
انرژی هسته ای در
بین کشورهای جهان



مقایسه درصد تولید
انرژی الکتریکی از
طریق نیروگاه های
هسته ای در بین
کشورهای جهان



جایگاه انرژی هسته ای تولیدی برای ایجاد انرژی الکتریکی در میان سایر منابع انرژی





عملکرد نیروگاه های هسته ای مشابه نیروگاه های حرارتی است با این تفاوت که حرارت لازم برای تولید بخار آب از واکنش های شکافت هسته اورانیوم (سوخت هسته ای) به دست می آید.

بخار آب، برای چرخاندن توربین استفاده می شود، در نتیجه ژنراتور به حرکت در آمده و باعث تولید برق می شود.



دسته بندی راکتورهای هسته ای بر اساس ماده کندکننده

راکتورهای گازی

راکتورهای گرافیتی

راکتورهای آب سنگین

راکتورهای آب سبک

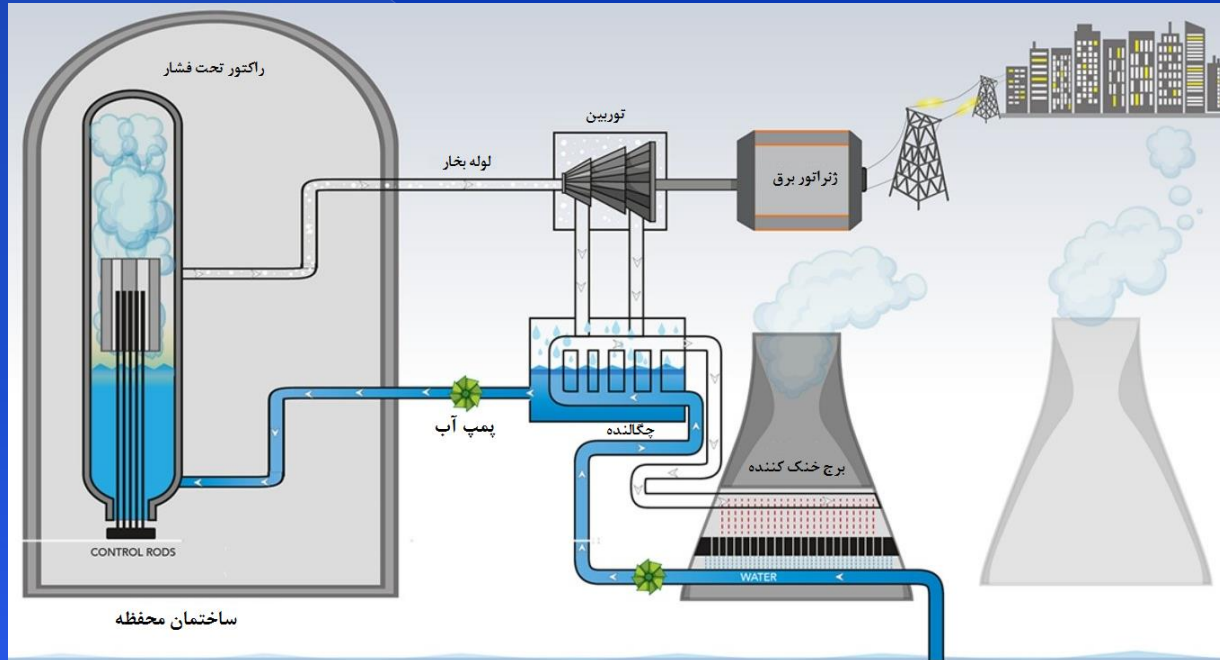
راکتورهای D2G

راکتورهای BWR

راکتورهای PWR

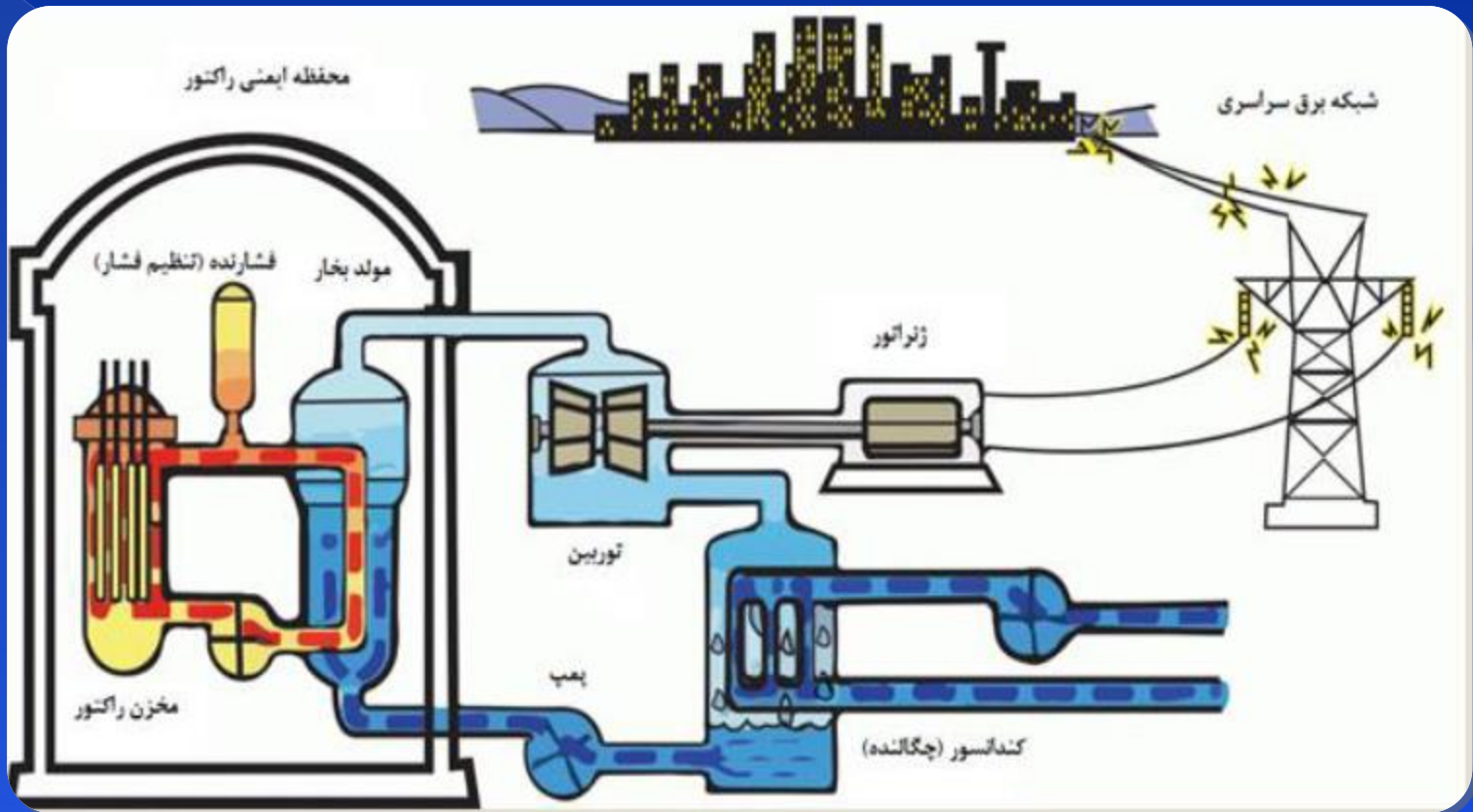
راکتورهای آب سبک

اجزای راکتورهای هسته ای



دیواره های بتونی محفظه نگهدارنده ۱ تا ۲ متر ضخامت دارد

ارتفاع برج خنک کننده تا ۲۰۰ متر می رسد



□ رآکتورهای آب سبک تحت فشار (PWR) متداولترین رآکتورهای هسته ای هستند.

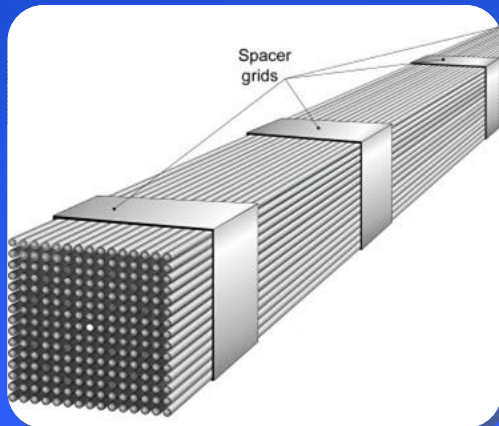
□ در این نوع رآکتورها مدارهای آب مجزا از یکدیگرند.

اجزای مخزن رآکتور

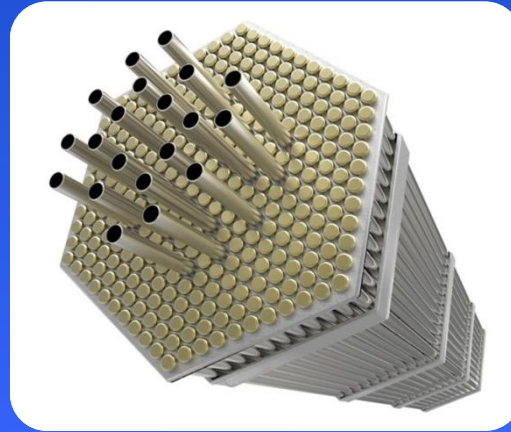


مجتمع‌های سوخت

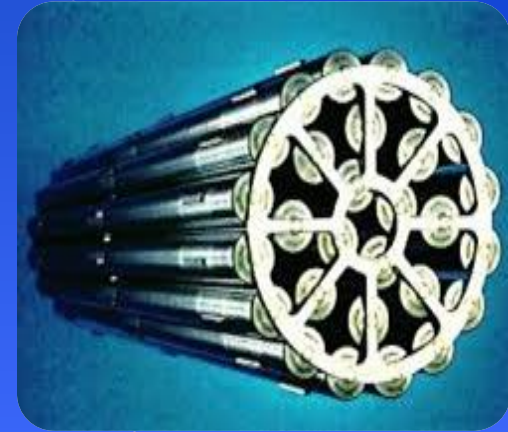
سطح مقطع مربعی

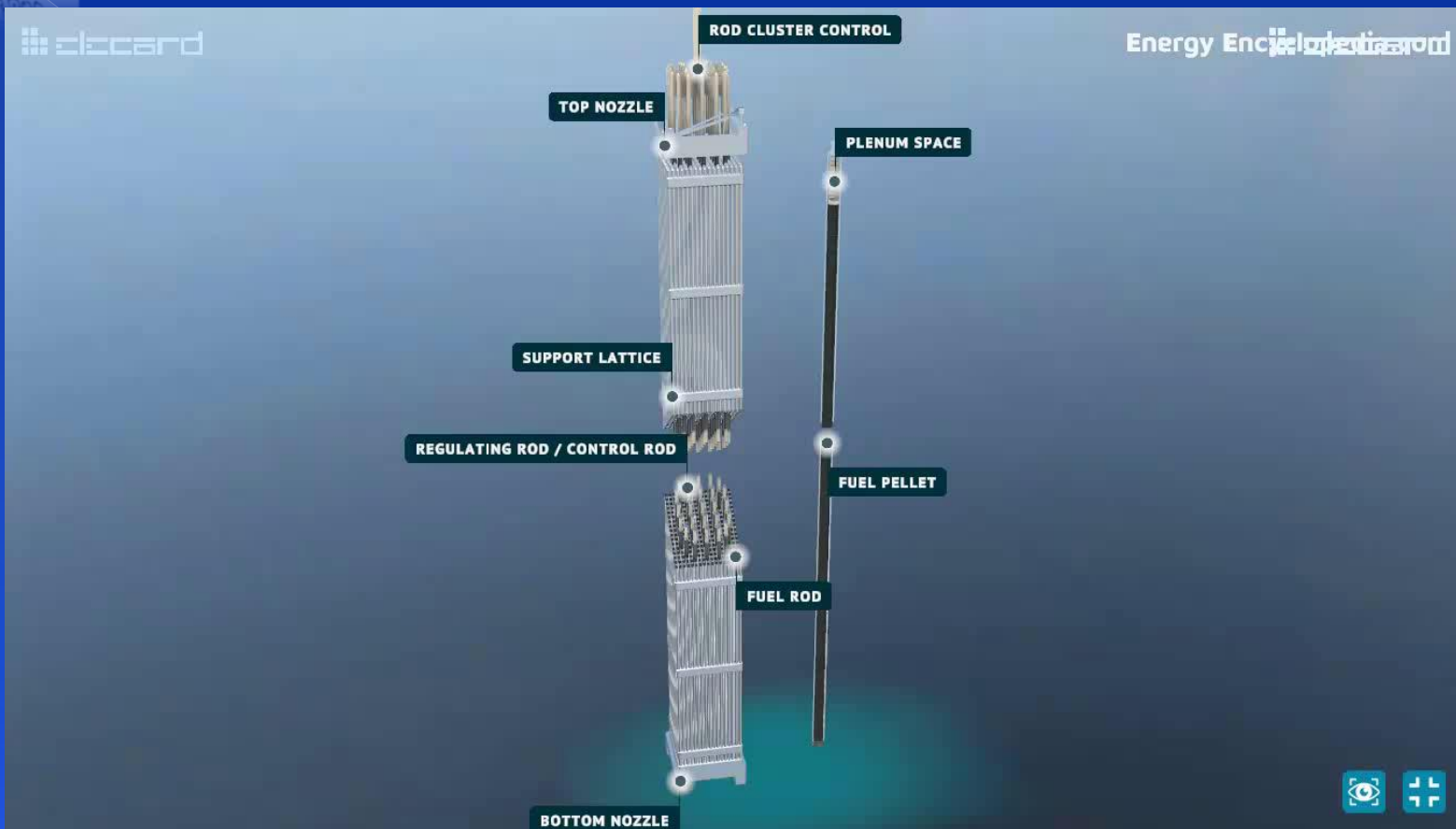


سطح مقطع شش‌وجهی



سطح مقطع دایره‌ای





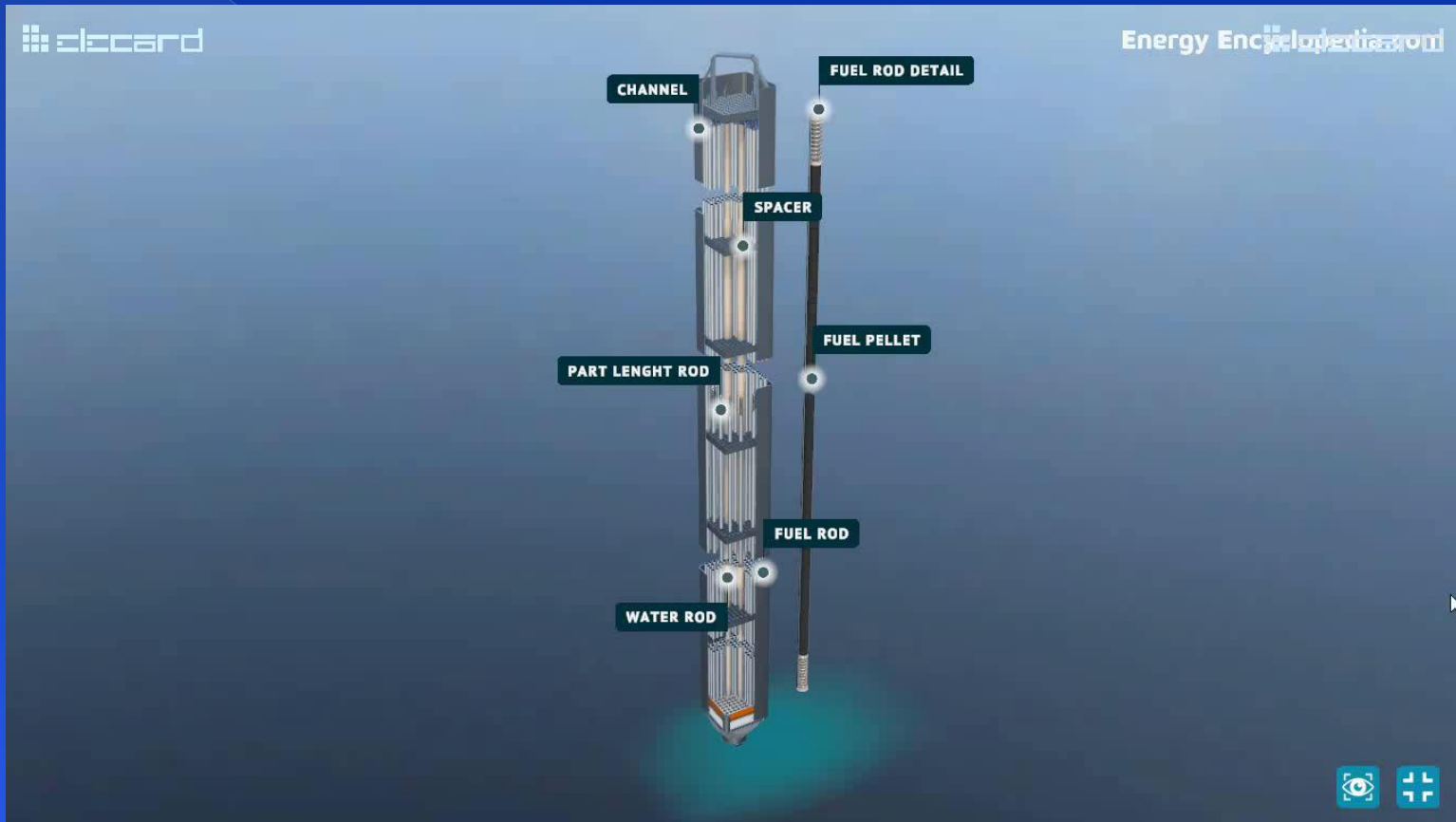
میله های سوخت میله هایی تو خالی از جنس آلیاژ زیر کونیوم هستند که سوخت دی اکسید اورانیوم به شکل قرص در داخل این میله ها قرار داده می شود.

قرص ها را پس از مصرف و کوچک شدن، توسط فنرهای جایگذاری شده در انتهای میله سوخت فشرده شده و به هم نزدیک می شوند.

Type	14×14		15×15	17×17
	10ft	12ft	12ft	12ft
ارتفاع کلی مجتمع سوخت (متر)	Approx. 3.5	Approx. 4.1	Approx. 4.1	Approx. 4.1
ارتفاع کلی میله سوخت (متر)	Approx. 3.2	Approx. 3.9	Approx. 3.9	Approx. 3.9
قطر میله سوخت (میلی متر)	10.7		10.7	9.5
تعداد میله های سوخت	179		204	264
قطر قرص (میلی متر)	9.3		9.3	8.2
تعداد قرص ها	Approx. 240	Approx. 300	Approx. 300	Approx. 400

تعداد مجتمع سوخت راکتور به اندازه راکتور بستگی دارد که در راکتورهای بزرگ تا ۲۰۰ مجتمع نیز می رسد

اجزای راکتور BWR





با آغاز فرآیند زنجیره ای نوترون پر انرژی وارد کند کننده (مانند آب معمولی) و در زمانی حدود یک میلی ثانیه کند شده و می تواند موجب شکافت شود

□ وقتی به طور میانگین هر شکافت به شکافت دیگری منجر شود، گفته می شود که راکتور در حالت عادی یا اصطلاحاً در حالت بحرانی است.

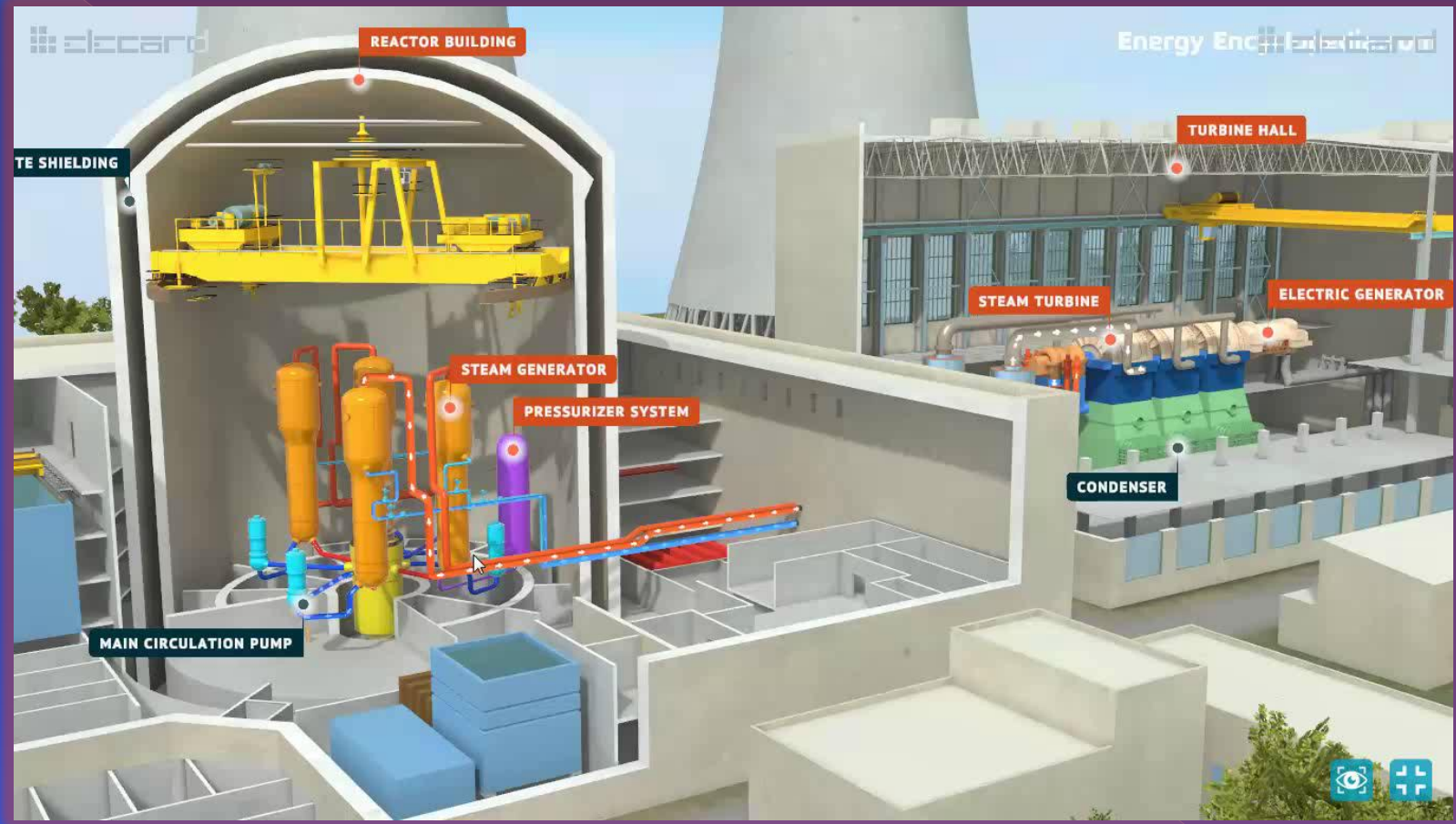
□ اگر به طور میانگین، نوترون های آزاد شده از هر شکافت، کمتر از یک شکافت بعدی را انجام می دهند راکتور در حالت زیر بحرانی است و سرانجام واکنش زنجیری متوقف می شود.

□ وقتی به طور میانگین، نوترون های هر شکافت بیشتر از یک شکافت بعدی را انجام دهند، راکتور فرا - بحرانی است.

□ در حالت فرا بحرانی، توان خروجی راکتور افزایش می یابد و اگر کنترل نشود، می تواند به ذوب شدن بخشی یا تمام قلب راکتور منجر شود

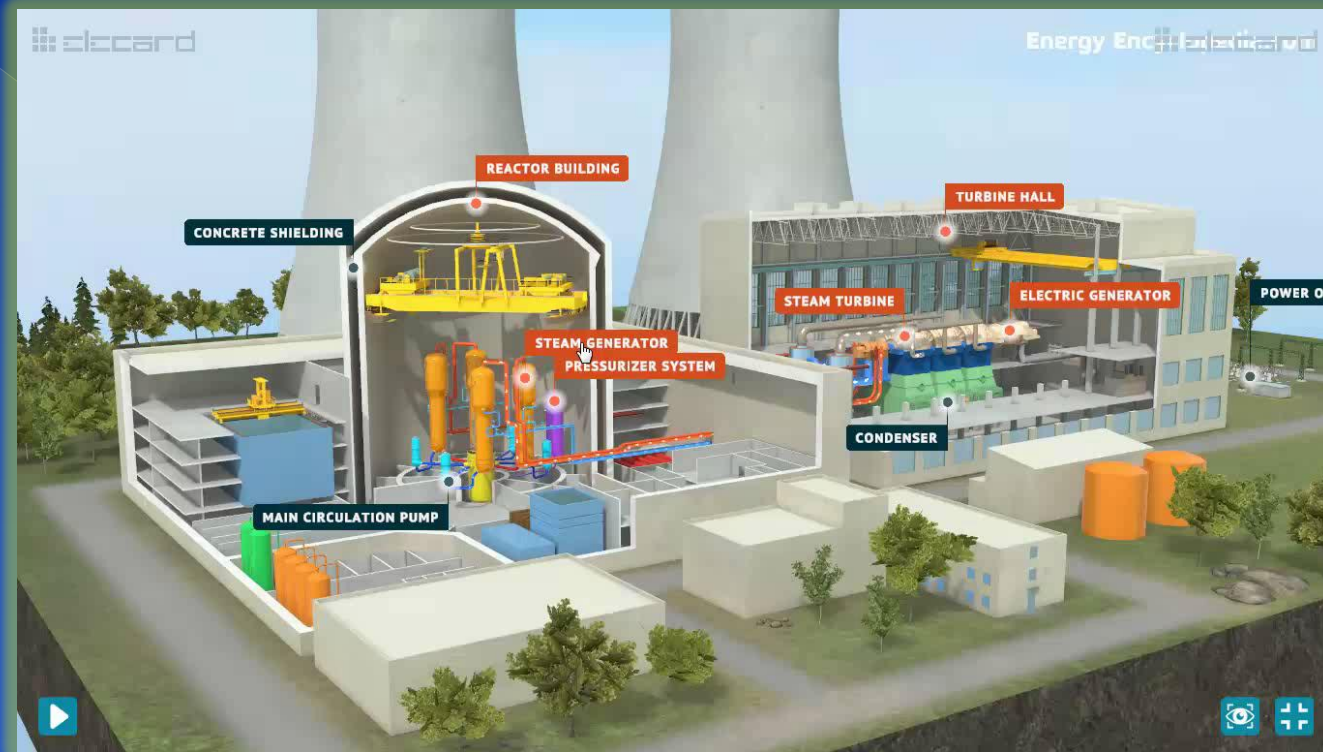
برای حفظ راکتور در حالت بحرانی و ثابت نگه داشتن تعداد نوترون ها از میله های کنترل استفاده می شود

جنس میله های کنترل ترکیبی از عناصری مانند بور، ایندیم، کادمیم و نقره هستند



ارتفاع محفظه فشار رآکتور به ۱۲ متر می رسد.

کاربرد اصلی آن افزایش دمای جوش آب (۳۰۰-۳۳۰ درجه سلسیوس) از طریق افزایش فشار درون مخزن تا ۱۶۰kPa



ارتفاع مولد بخار ۲۱ متر و جرم آن حدود ۸۰ تن است

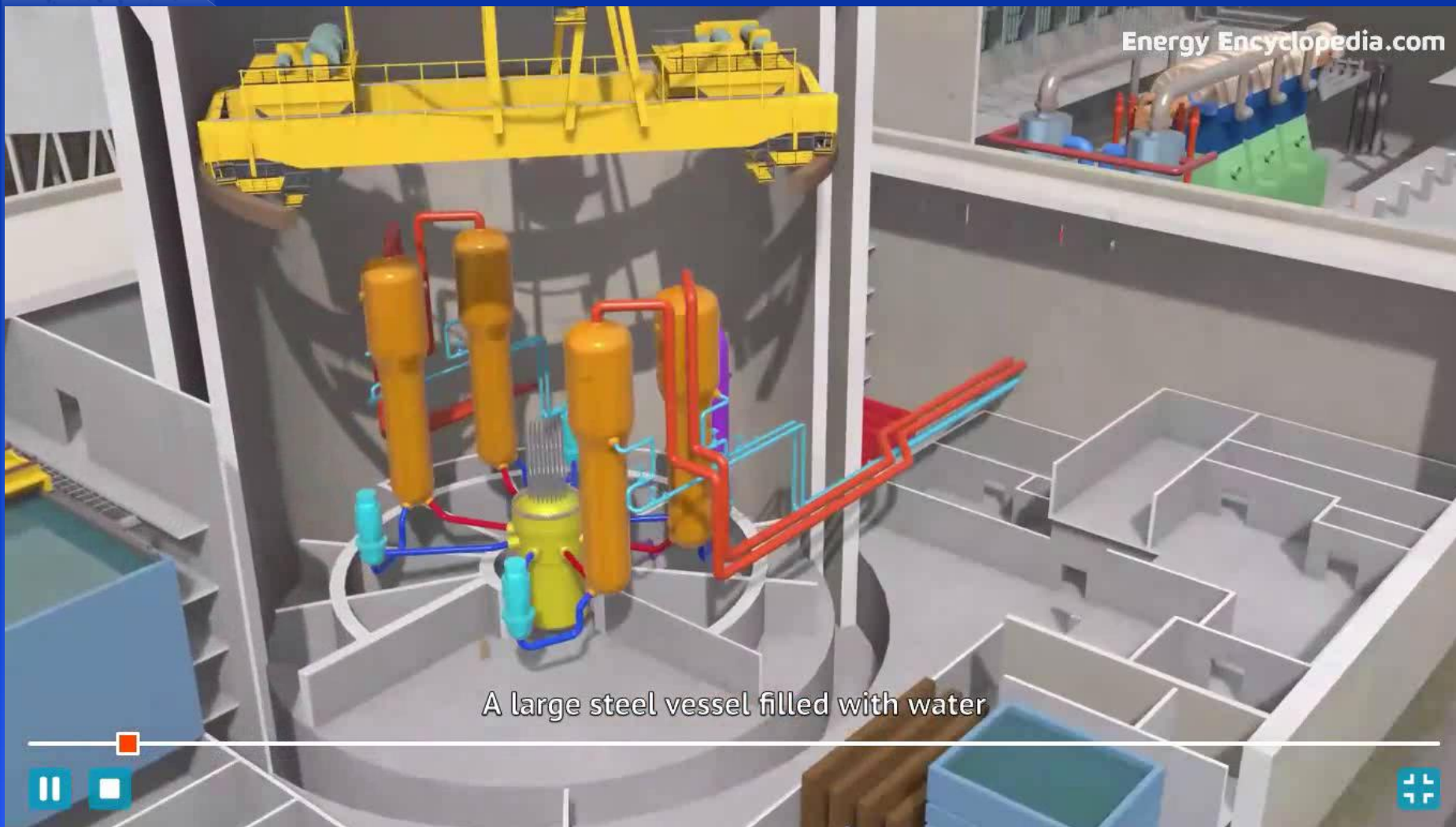
آب را به بخار تبدیل می کند. بخار تولیدی به کمک ساختارهای پره ای و کرکره ای تعبیه شده، خشک شده به سمت توربین می رود.

پمپ ها آب خروجی از مولد بخار را به سمت راکتور به گردش در می آورند.

توان پمپ ها حدود ۹ MW است



رآکتور آب سبک تحت فشار (PWR)

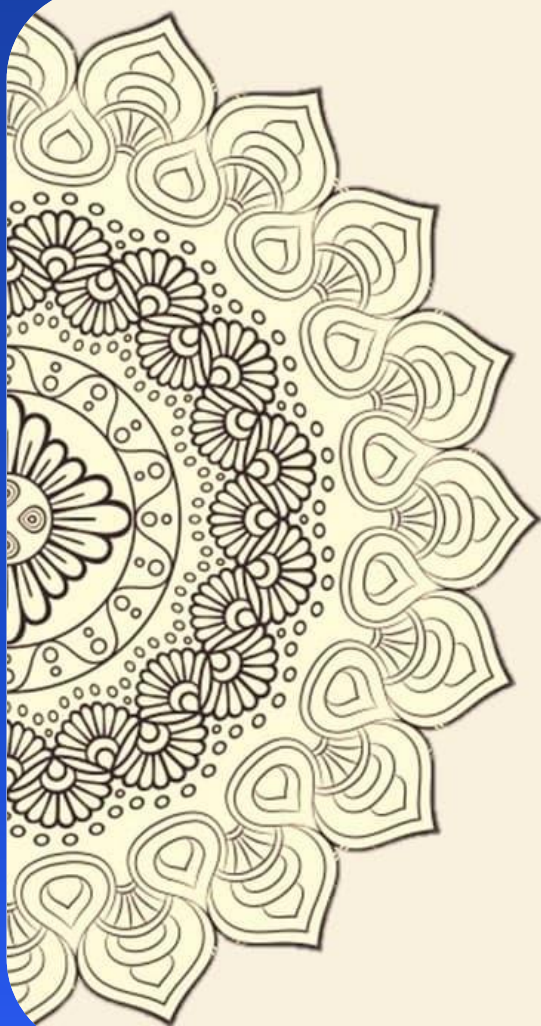


A large steel vessel filled with water



- ✓ رآکتور واحد یکم نیروگاه هسته ای بوشهر از نوع رآکتور آب سبک تحت فشار (PWR) است.
- ✓ توان حرارتی در حدود ۳۰۰۰ مگاوات و توان الکتریکی در حدود ۱۰۰۰ مگاوات است.
- ✓ مدار اول آن دارای ۴ مولد بخار و ۴ پمپ اصلی آب خنک کننده است.
- ✓ قلب رآکتور در محفظه فولادی قرار گرفته است و شامل ۱۶۳ مجتمع سوخت است.
- ✓ فشار آب خنک کننده درون محفظه در حدود ۱۵/۷ مگاپاسکال و دمای آن در حدود ۳۲۰ درجه سانتیگراد است.





با تشکر از توجه شما