



راکتور گازی سریع (راکتور بتا)

امیر رضا بابادی^{1*}، وحید ابراهیمی²

1- امیر رضا بابادی (B Nazanin 12 pt) (فونت: B Nazanin، اندازه فونت 12)

2- وحید ابراهیمی (B Nazanin 12 pt) (فونت: B Nazanin، اندازه فونت 12)

چکیده:

در راکتور بتا که در این مقاله به آن می‌پردازیم نشان می‌دهیم که چگونه با قرار دادن یک انشعاب جدید در راکتور هسته ای راندمان و بهروری آن را چند برابر کرده و انرژی هدر رفته آن را کاهش داده این انشعاب استفاده شده در این راکتور باعث افزایش زیاله های پرتوزای آن نمی‌شود بلکه باعث کاهش زیاله ها می‌شود و استفاده کردن از اورانیوم طبیعی یعنی اورانیوم 238 است که طول عمر آن بیش تر از همه است.

کلمات کلیدی: راکتور گازی- گازی سریع-بتا- انرژی- بهره وری

1. مقدمه

استفاده از انرژی سبز و حرکت به سوی صنعتی پایدار یکی از امید های جامعه ماشینی هزاره سوم است. ارتقاء کار آمدی ابزار کار، اختراع و تولید ماشین آلات مدرن با بهروری بالا و استهلاک و آلودگی حداقل از مهمترین انگیزه های محققان محسوب می‌گردد. در این میان انرژی هسته ای از جمله انرژی هایی محسوب می‌گردد که اگر انسان توانایی به خدمت گرفتن امن آن را پیدا کند می‌تواند از اساسی ترین منابع تولید انرژی در جهان محسوب گردد. در این مقاله سعی شده طرح پیشنهادی برای استفاده از یک سلول هسته ای در یک سازه امن و با راندمان بالای تولید انرژی الکتریسیته توضیح داده شود.

2. پیشینه موضوع

قبل از توضیح دادن روش کار کردن راکتور بتا لازم است با عملکرد چند راکتور دیگر آشنا بشویم به عنوان مثال:

روش عملکرد راکتور کاندو: نیروگاه تولید الکتریسیته کاندو در یک مد مشابه به عنوان یک ایستگاه تولید قدرت با سوخت فسیلی به شمار می‌رود. گرما توسط سوخت سوزانده شده تولید می‌شود و گرما برای چرخاندن توربین بخار به کار می‌رود که به‌طور معمول در جداکننده «سالن قدرت» نمایش داده می‌شود. در حالی که یک نیروگاه سوخت زغال سنگ، زغال سنگ با هوا می‌سوزد و اغلب تولید کربن دی‌اکسید و خاکستر می‌نماید، اما راکتور کاندو سوخت هسته‌ای در داخل مصرف می‌کند، زمانی که سوخت می‌سوزد گرما از راکتور خارج می‌شود و باقی‌مانده حاوی سطح بالای مواد رادیواکتیو می‌باشد. واکنش‌های شکافت در درون هسته راکتور به آب سنگین فشرده شده که در حلقه اولیه خنک‌کننده قرار دارد انجام می‌شود. یک مبدل گرما که به عنوان یک تولیدکننده بخار نیز به

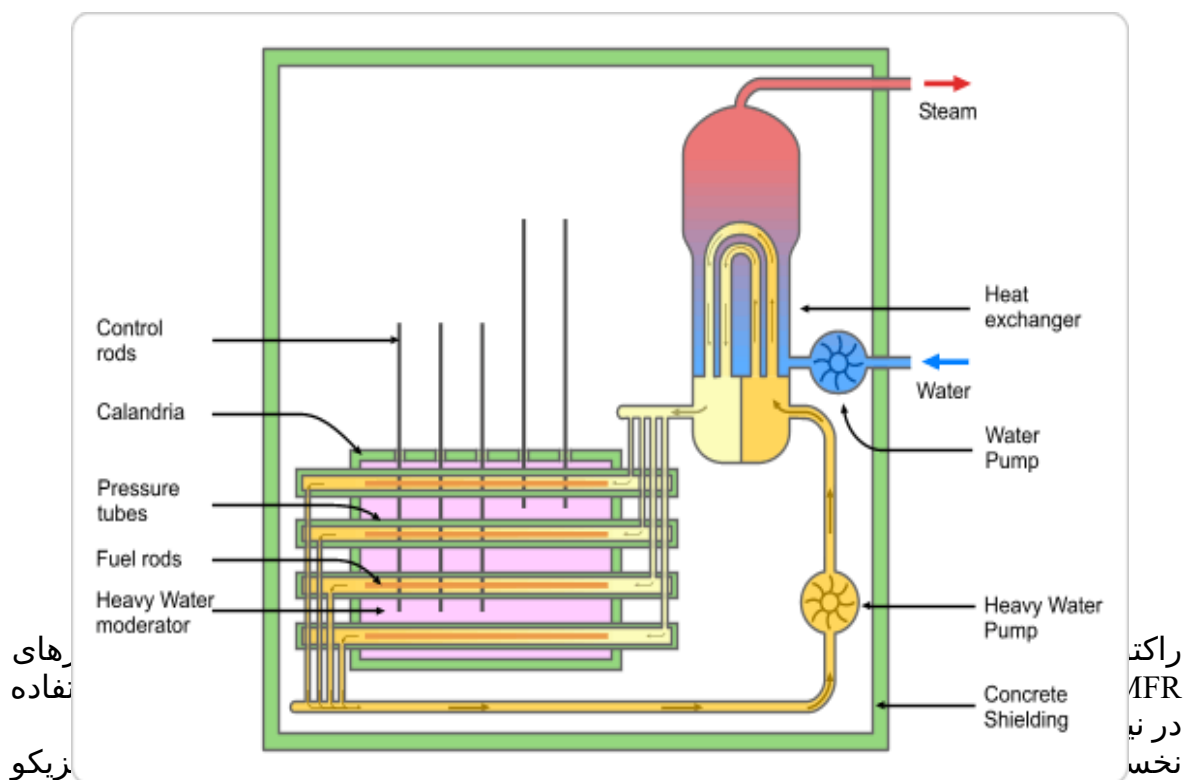
*1- امیر رضا بابادی کارشناس مکانیک خودرو

2- وحید ابراهیمی کارشناس شیمی محض.

سبزوار

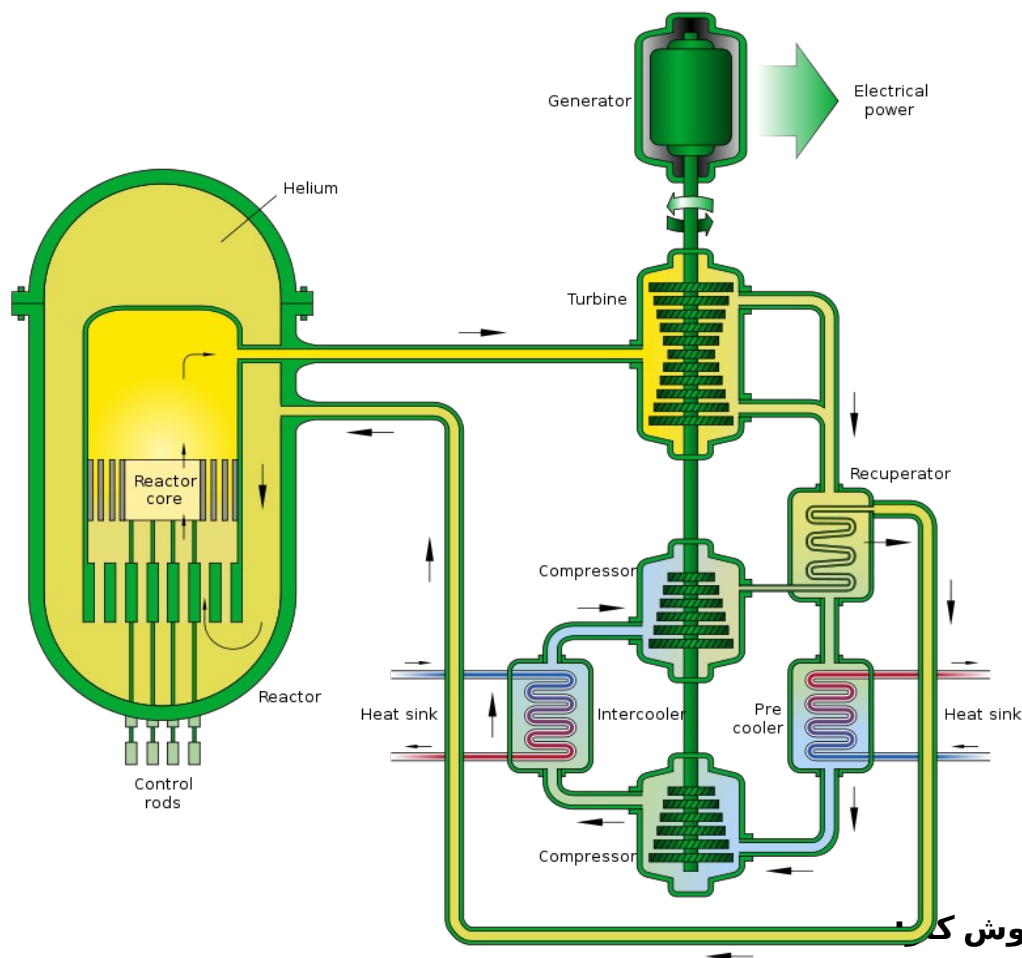
کار می‌رود، گرما را به آب سبک در حلقه دوم خنک‌کننده منتقل می‌کند که توان یک توربین بخار با ژنراتور تولید الکتریسیته به آن بستگی دارد (برای یک نوع از سیکل رانکین ترمودینامیکی).

پس از آن، بخار خروجی از توربین‌ها خنک می‌شوند و به عنوان خوراک برای تولید بخار به کار می‌رود. اغلب خنک کاری آب با منبع نزدیک به آن صورت می‌گیرد، مانند دریاچه، رودخانه، یا اقیانوس، و از یک پخش‌کننده برای گسترده شدن دمای خروجی در یک حجم زیاد، و داشتن تأثیرات محدود در محیط استفاده می‌شود. یک برج خنک‌کننده نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد اما با کاهش راندمان و افزایش قیمت خنک کاری همراه می‌شود.



راه‌اندازی شد. این راکتورها از چرخه سوخت اورانیوم-پلوتونیومی استفاده می‌کنند، و از خنک‌کننده فلز مایعی همچون سدیم، جیوه، سرب، قلع یا آلیاژ سدیم-پتاسیم بهره می‌برند. از راکتورهای مشهور این نوع می‌توان راکتور مونجو در ژاپن، و راکتور سوپر فینیکس [فرانسه]، راکتورهای BN-350 reactor، BN-600 reactor، BN-800 reactor در روسیه و قزاقستان اشاره کرد. این نوع از راکتورها، کاربرد خود را در زیردریایی‌های نظامی مثل زیردریایی کلاس نوامبر، زیردریایی کلاس آلفا شوروی و زیردریایی یواس‌اس سی‌ولف (اس‌اس‌ان-۵۷۵) آمریکا پیدا کردند.

راکتور سریع خنک شده گازی به انگلیسی: Gas cooled fast reactor) یا راکتورهای GCFR، یکی از انواع راکتور هسته‌ای از نوع راکتورهای بریدری است که به منظور استفاده در نیروگاه‌های هسته‌ای کاربرد دارد که از انرژی هسته‌ای استفاده می‌کند. این راکتورها نتیجه تکاملی راکتورهای HTGR (راکتور دمای بسیار بالا امروزی) هستند، و با هلیوم خنک می‌شود. سوختش مخلوطی از PuO_2 و UO_2 است. اینها برخلاف راکتورهای LMFR (intermediate heat exchangers) نیاز به سیستم‌های تبادل گرمایی ندارند. برخی معتقدند که این نوع راکتورها از نظر اقتصادی از بقیه اقسام راکتورها مقرون به صرفه‌ترند



3. روش ک

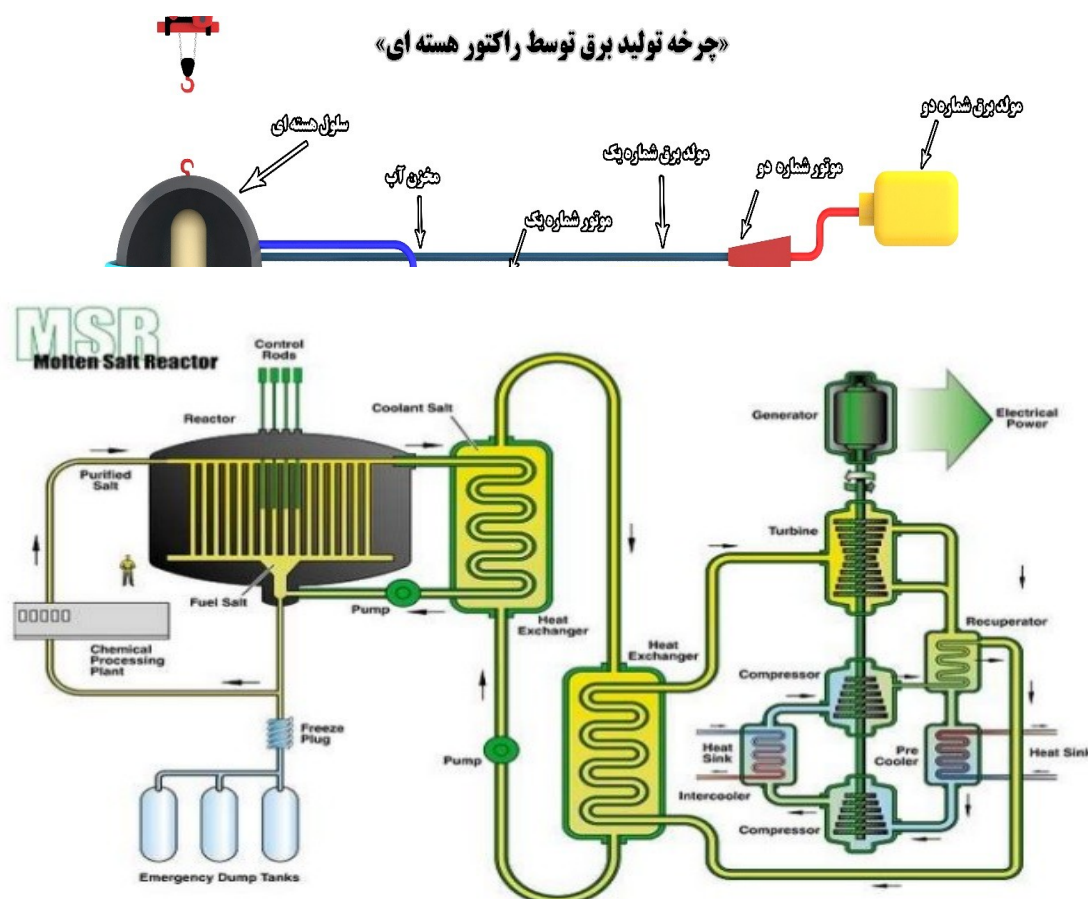
در راکتورهای هسته ای که امروزه استفاده می شود، راکتورها عموماً تنها توانایی چرخش یک توربین را دارند. اما در راکتوربتا که زیر که زیر مجموعه از راکتورهای گازی سریع است می تواند 2 تا 4 توربین را چرخاند که این باعث بالا رفتن راندمان تولید انرژی و کاهش هدر رفتن انرژی می شود. روش کار آن به این صورت است که محفظه سلول هسته ای که در آن آب سنگین تحت فشار با دمای بالا برای محافظت و حفظ قرص های اورانیوم قرار دارد و این آب سنگین در لوله های فنری شکلی درون مخزن آب قرار گرفته سپس آب سنگین به درون سلول هسته بازمی گردد و آب معمولی که با آب سنگین در تماس بوده است به بخار آب تبدیل می شود اما در راکتوربتا برای بالا رفتن بهروری لوله های آب به صورت فنری شکل را به دور سلول هسته قرار می دهیم که به دلیل بالا بودن دمای سلول، آبی که درون لوله های فنری قرار می گرد تبدیل به بخار شده و این سلول هسته ای از دو انشعاب بخار آب را به سمت توربین ها هدایت می کند و این بخار آب توربین ها را می چرخاند و مولد های برق که به توربین ها وصل هستند این انرژی جنبشی را تبدیل به انرژی الکتریکی می کنند سپس بخار آب برای تبدیل شدن به آب مایع به سمت چگالندها یا همان سرد کننده ها حرکت می کنند و در آنجا تبدیل به آب می شود آب بدست آمده به سمت مخزن ها 1 و 2 می روند تا دمای آنها یکسان شوند و این چرخه دوباره تکرار می شود. البته لازم به ذکر است که برای حفظ امنیت بیش تر در قسمت سرد کننده های 1 و 2، دو دماسنج قرار داده تا دما آب را اندازه گیری کند و نتیجه را به دستگاه مرکزی ارسال کند و همچنین برای هر مخزن یک شیر آب تعبیه شده است که در صورت نیاز به آب امکان آن پیش بینی شده باشد چرا که میزان حجم موجود در مخزن ها از طریق سنسوری به دستگاه مرکزی ارسال می شود با توجه به قابل تغییر بودن

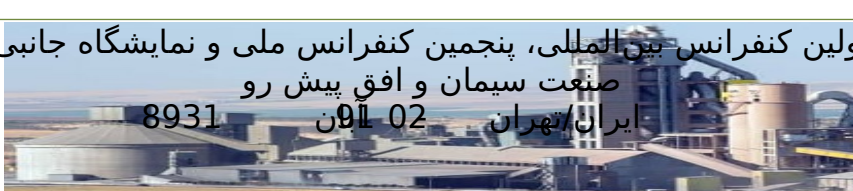
سبزوار

سلول های هسته ای در مدار میزان گرما تولید شده متغیر است چنانچه از حداکثر توان راکتور استفاده نشود پمپ های تعویبه شده در سیستم سرعت گردش آب را افزایش داده و از این طریق ضمن حفظ دمای مطلوب راکتور بخار آب بیش تری تولید می شود . مخزن آب سنگین پشتیبانی برای راکتور است که در شرایط ویژه بتوان از آن استفاده کرد . یکی از نکات مهم ایمنی که در این سیستم در نظر گرفته شده قلاب ایمنی است چنانچه خواهیم سلول هسته ای از مدار خارج کرده یا مورد حمایت قرار دهیم می توان از این قلاب استفاده نمود . البته در مورد ارتقاء راکتور بتا می توان در قسمت مخازن آب با قرار دادن توربین نیروی الکترسیته بیشتری تولید و به جای استفاده از 2 توربین 4 توربین چرخاند که باعث 2 برار شدن انرژی الکترسیته می شود .

کند کننده نوترون : در راکتور بتا برای کند کردن سلول هسته ای از آب سنگین استفاده کرده خنک کننده ها : در راکتور بتا برای خنک کردن سلول هسته ای از توربین ها و آب معمولی استفاده کرد

لازم به ذکر است که این راکتور یکی از راکتور های گازی سریع است که این راکتور توانایی چرخاندن چند توربین آبی دارد ولی تفاوت آن در قدرت و همچنین در تعداد توربین های برق های که می چرخاند است





8. بحث اندازه گیری

در سلول هسته راکتور بتا از اورانیوم 238 استفاده شده زیرا نیمه عمر آن از اورانیوم 235 بیش تر است و اورانیوم 238 بعد از واکنش به $pu239$ تبدیل شده که نیمه عمر آن 24000 سال است و جالب توجه این است که $pu239$ از اورانیوم 235 شکاف پذیر تر است در راکتور بتا می توان از چند نوع ماده ی خنک کننده استفاده کرد مانند آب سنگین و حتی گاز های سر کننده استفاده کرد اما استفاده کردن از آنها مذیت های بسیاری دارد که یکی از مهم ترین های آنها غیر قابل ارتقا بودن آن است که یعنی دیگر توانایی استفاده از 4 توربین را ندارد

یکی از نکات مهم دیگر استفاده کردن از دو سد محافظتی است تا از تابش های رادیو اکتیو جلوگیری کند

نکته قابل توجه میتوان از این راکتور به عنوان آب گرم کن استفاده کرد که این نشان دهنده این است این راکتور علاوه بر برق توانایی تولید کردن آب گرم دارد دیگر لازم به سوزاندن گاز های فسیلی و تولید کردن گاز های کربن دی اکسید و دیگر گاز های خطرناک نمی باشد و باعث ذخیره شدن سوخت فسیلی و استفاده بهتر از آن در صنعت می باشد یکی دیگر از نکات جالب استفاده از این راکتور برای موتور ماشین است که می توان با قرار دادن این راکتور در مقیاس های کوچک تر در موتور خودرو استفاده کرد و با قرار دادن میله های کنترل کننده و همچنین یک اسپری آب برای سرد کردن راکتور در زمانی که سلول از بیش از حد داغ باشد

12. نتیجه گیری

در این طرح با استفاده از یک انشعاب جدید و ملزومات لازم به راحتی راندمان تولید جریان الکتریسته تا دو برابر و حتی بیش تر نیز افزایش می یابد بدون اینکه سلول هسته جدیدی در مدار قرار گیرد بنابراین زیاده ای پرتوهای کمتری تولید می گردد . در چنین سیستم هایی به دلیل مسایل امنیتی و زیست محیطی باید از ساختمان های خاص در فضاهای ویژه استفاده کرد که خود هزینه های زیادی را می طلبد بنابراین افزایش راندمان در



همان سیستم با ایجاد تغییرات مذکور بسیار اقتصادی می باشد که خود سبب می شود سوخت هسته ای جایگها بهتری نسبت به سایر سوخت ها پیدا کند

12. مراجع

1. سایت wikipedia.
2. مبانی راکتورهای هسته ای ، دکتر قلمسیاه
3. مبانی نیروگاههای هسته ای، دکتر دی. جی. نبت- جی.آر. تامسون
4. سوخت هسته ای ، دکتر رضا خزانه
5. تولید قدرت هسته ای
6. دانشگاه علم و صنعت ایران
7. (تجربیات نیروگاههای پیشرفته)
8. انتخاب گزینه انرژی هسته ای برای تولید برق دکتر رضا خزانه

9. D.S-ROW, 1977 " COBRA III-C a Digital Computer Program for ...
10. M .M.EL-WAKIL, 1981 " Nuclear Heat Transport " 3" Edition, ...
11. L.S-TONG, J-WEISMAN " Thermal Analysis Pressurized Water Reactor " 2Jd ...
12. TOHN R. LAMARSH, 1973 " Introduction to Nuclear Engineering" Polytechnic ...
13. JOHN. G-COLLIER, 1972 2" Convective Boiling and Condensation " 1* ...
14. WM _ J-GARLAND _ 1996 " Nuclear Reactor Process Systems ...