جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

۷ و ۸ اسفند ماه ۱۳۹۲
رشت– دانشگاه گیلان
بیستمین کنفرانس هسته‌ای ایران
Nuclear society of Iran
20th Iranian Nuclear Conference
26-27 February , 2014
University of Guilan Rasht - Iran

تحلیل و بررسی محاسبات مصرف سوخت یک مجتمع سوخت VVER-۱۰۰۰ LEU با استفاده از کد دراگن

محسن، اکبرزاده*[۱]؛ کمال، حداد [۲]؛ احمد، پیروزمند [۳]

۱- دانشگاه شیراز، دانشکده مهندسی مکانیک، گروه راکتور
۲- دانشگاه شیراز، دانشکده مهندسی مکانیک، گروه راکتور
۳- دانشگاه شیراز، دانشکده مهندسی مکانیک، گروه راکتور

چکیده

دراگن یک کد شبکه می باشد که می تواند محاسبات مصرف سوخت را برای یک مجتمع سوخت انجام دهد. ماژولی که دراگن بدین منظور از آن استفاده می نماید EVO: می باشد.در این مقاله، یک مجتمع سوخت از نوع VVER-۱۰۰۰ LEU شبیه سازی شده است و تغییرات دانسیته اتمی ایزوتوپ ها و k_{inf} بر حسب مصرف سوخت محاسبه شده است. نتایج بدست آمده مطابقت خوبی با نتایج بدست آمده از سایر کدها دارد.

واژه‌های کلیدی: دراگن،مصرف سوخت، مجتمع سوخت VVER-۱۰۰۰ LEU

مقدمه

در یک راکتور از محاسبات مصرف سوخت به منظور بررسی مصرف ایزوتوپ ها مختلف بر حسب زمان، استفاده می شود.پیش بینی دقیق پارامترهای نوترونیک راکتور نیازمند شبیه سازی دقیق فرآیند ترابرد[۱]ذرات با استفاده از حل معادله ترابرد می باشد.کدهایی از قبیل کد WIMS، MCNPX و دراگن می توانند محاسبات مربوط به تهی شدن[۲] را انجام دهند. به منظور انجام این محاسبات کد دراگن از ماژول EVO: استفاده می نماید.این ماژول محاسبات تهی شدن درون قلب[۳] و خارج[۴] آن را با استفاده از دو روش زیر انجام می‌دهد:

۱- حالت شار ثابت[۵]
۲- حالت توان ثابت[۶]

---

[۱] transport
[۲] depletion
[۳] In-core
[۴] Out-of-core
[۵] Constant flux depletion
[۶] Constant power depletion

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

در این مقاله صحت کد دراگن با استفاده از پیش بینی رفتار نوترونی یک مجتمع سوخت VVER-۱۰۰۰ LEU می باشد که این مجتمع سوخت حاوی UO_2 و UO_2GdO_3 می باشد.

محاسبات مصرف سوخت در کد دراگن[۲]

معادلات تهی شدن برای ایزوتوپ های مختلف یک کتابخانه با استفاده از مصرف سوخت حل می شوند.در حالت محاسبات تهی شدن در درون قلب،فرض می‌شود که تغییرات شار برای هر مرحله زمانی[۱] (دوره تابشی[۲]) به صورت خطی باشد. تمامی اطلاعات مورد نیاز برای محاسبات مصرف سوخت پی‌درپی در - ساختارهای داده مربوط به مصرف سوخت ذخیره می‌گردد.بنابراین، در هر زمان می توان به گام زمانی ماقبل رجوع کرد و محاسبات را دوباره از آنجا شروع نمود.

در هر مخلوط ایزوتوپی در یک سلول واحد، تهی شدن k ایزوتوپ در بازه زمانی $(t., t_f)$ به صورت زیر خواهد بود:

$$\frac{dN_k}{dt} + N_k(t)\Lambda_k(t) = S_k(t) \qquad (۱)$$

$$\Lambda_k(t) = \lambda_k + \langle \sigma_{a,k}(t)\varphi(t) \rangle \qquad (۲)$$

$$S_k(t) = \sum_{l=1}^{L} Y_{kl} \langle \sigma_{a,k}(t)\varphi(t) \rangle N_l(t) + \sum_{l=1}^{K} m_{kl}(t) N_l(t) \qquad (۳)$$

$$\langle \sigma_{x,l}(t)\varphi(t) \rangle = \int_0^\infty \sigma_{x,l}(u)\varphi(t,u)du \qquad (٤)$$

$$\sigma_{x,k}(t,u)\varphi(t,u) = \sigma_{x,k}(t_0,u)\varphi(t_0,u) + \frac{\sigma_{x,k}(t_f,u)\varphi(t_f,u) - \sigma_{x,k}(t_0,u)\varphi(t_0,u)}{t_f - t_0}(t - t_0) \qquad (٥)$$

که درآن داریم:

تعداد ایزوتوپ هایی که تهی می شوند K

تعداد ایزوتوپ های شکافت پذیر که محصولات فیژن تولید می نمایند. L

---

[۱] Time stage

[۲] Irradiation period

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

دانسیته k امین ایزوتوپ که وابسته به زمان می باشد	$N_k(t)$
سطح مقطع وابسته به زمان و لتارژی[1] مربوط به k امین ایزوتوپ	$\sigma_{x,k}(t,u)$
x=a واکنش جذب ، x=f واکنش فیژن ، x= γ ، واکنش radiative capture	
شار نوترون وابسته به زمان و لتارژی	$\varphi(t,u)$
بازده فیژن برای تولید محصول شکافت k ناشی از فیژن ایزوتوپ شکافت پذیر ، l	Y_{kl}
تابت واپاشی رادیواکتیو در ترم $\langle\sigma_{x,l}(t)\varphi(t)\rangle$ برای تولید ایزوتوپ k بوسیله ایزوتوپ l	$m_{kl}(t)$
تابت واپاشی رادیواکتیو برای ایزوتوپ k ام	λ_k

دراگن محاسبات تهی شدن را به دو روش زیر انجام می دهد:

۱–حالت شار ثابت

۲– حالت توان ثابت– در این حالت، توان آزاد شده به ازای عنصر سنگین اولیه در ابتدای مرحله و انتهای آن برابر با مقدار ثابت W می باشد

تعریف مسئله

مجتمع سوخت VVER-۱۰۰۰ [۱] مورد نظر به صورت هگزاگونال بوده و شامل یک کانال مرکزی، ۳۱۲ میله سوخت(۱۲ عدد آن حاوی U/Gd می باشد) و ۱۸ عدد کانال هدایت کننده می‌باشد. گام شبکه این مجتمع سوخت برابر ۲۳/۶ سانتی متر بوده و غلاف میله ها آلیاژ Zr-Nb می‌باشد.گام میله های سوخت درون مجتمع برابر ۱/۲۷۵ سانتی متر بوده و قطر داخلی و خارجی غلاف سوخت به ترتیب برابر ۰/۷۷۲ و ۰/۹۱۰ سانتی متر می باشد.در جدول–۱ ترکیب سوخت و کند کننده آورده شده است.

جدول–۱ ترکیب سوخت و کند کننده در مجتمع سوخت مورد نظر

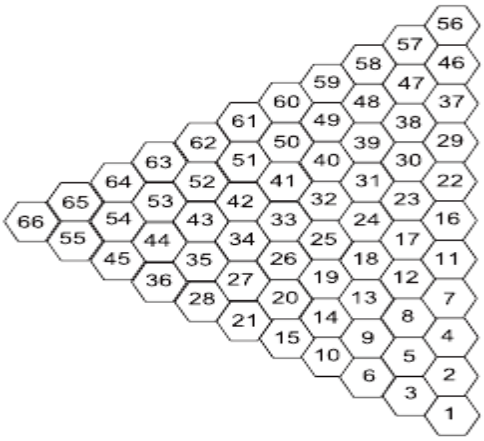
[1] Lethargy

نام ماده مورد نظر	ترکیبات	غلظت (at./b-cm)	
$UO_۲$	سوخت LEU با غنای ۳/۷ ٪	^{۲۳۵}U ۸,۶۲۶۴E-۴ ^{۲۳۸}U ۲,۲۱۶۹E-۲	^{۱۶}O ۴,۶۰۶۳E-۲
U/Gd	سوخت LEU با غنای: ۳/۶٪ از U-۲۳۵ ۴ ٪ از $Gd_۲O_۳$	^{۲۳۵}U ۷,۲۸۷۵E-۴ ^{۲۳۸}U ۱,۹۲۶۸E-۲ ^{۱۶}O ۴,۱۸۵۴E-۲	^{۱۵۵}Gd ۱,۸۵۴۱E-۴ ^{۱۵۷}Gd ۲,۵۱۵۹E-۶ ^{۱۵۸}Gd ۳,۰۷۱۵E-۴ ^{۱۵۶}Gd ۲,۵۶۰۲E-۴ ^{۱۵۴}Gd ۲,۷۳۰۳E-۵ ^{۱۶۰}Gd ۲,۶۷۰۶E-۴ ^{۱۵۷}Gd ۱,۹۴۸۰E-۴
غلاف	آلیاژ زیرکونیم	Zr ۴,۲۵۹E-۲ Hf ۶,۵۹۷E-۶	Nb ۴,۲۲۵E-۴
کند کننده	آب سبک با غلظت بورون ۰,۶ g/kg دمای کند کننده = ۵۷۵ K دانسیته = ۰,۷۲۳۵ g/cc	H ۶,۷۱۷E-۲ ۱۶O ۳,۳۵۸E-۲	۱۰B ۴,۷۹۴E-۶ ۱۱B ۱,۹۴۲E-۵

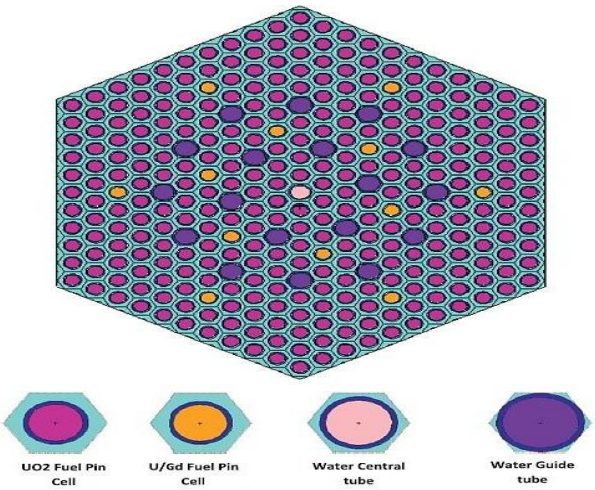
نتایج

محاسبات صورت گرفته برای بنچ مارک مورد نظر تحت شرایط زیر می باشد:

$T_{سوخت}$ = ۱۰۲۷ K, $T_{کندکننده}$ = ۵۷۵, ^{۱۳۵}Xe and ^{۱۴۹}Sm (غلظت تعادلی)



شکل ۱ – شماره گذاری سلول های مجتمع سوخت مورد نظر برای تقارن ۱/۶

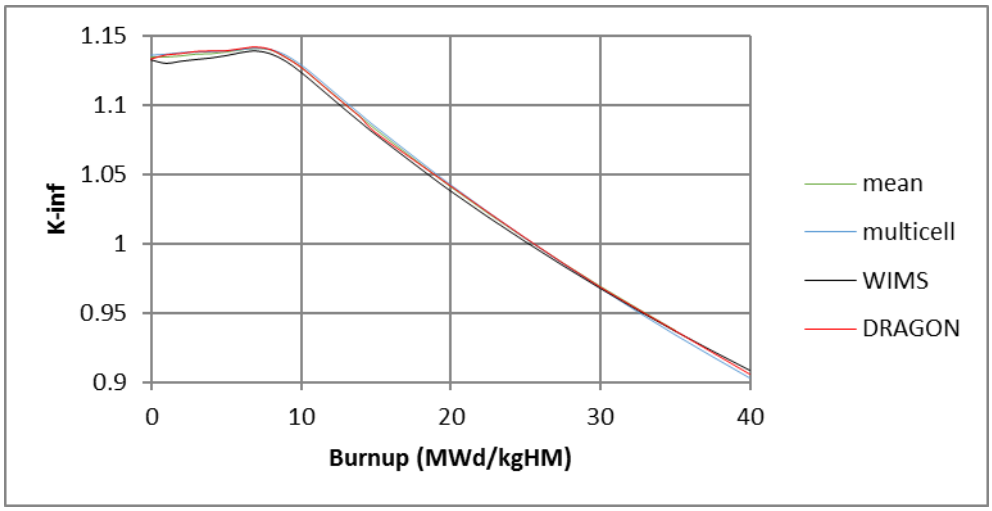


شکل ۲- مجتمع سوخت VVER-۱۰۰۰ LEU [۳]

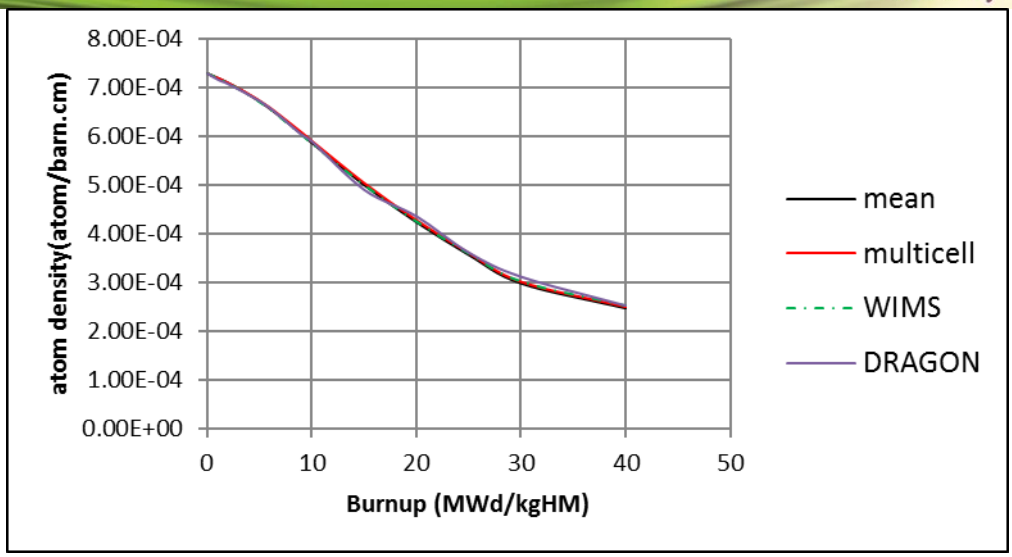
دانسیته توان مورد نظر برابر ۱۰۸MWt/m۳ بوده و مصرف سوخت مورد نظر تا مقدار MWd/kgHM ۴۰ در نظر گرفته شده است.تمامی محاسبات کد دراگن تحت شرایط مرزی زیر صورت گرفته است:

۱–جریان برابر صفر است ۲– نشت محوری برابر صفر است

نتایج محاسبات با نتایج بدست آمده از کدهای WIMS۸A, Multicell و نتایج موجود در بنچ مارک مورد نظر مقایسه گردید. به علاوه، پارامتر k_{inf} برای مجتمع سوخت مورد نظر محاسبه گردید و تغییرات آن بر حسب مصرف سوخت در نمودار شکل–۳ آورده شده است. نمودار شکل–۴ تغییرات دانسیته اتمی $U^{۲۳۵}$ در سلول شماره ۲۴ را برحسب مصرف سوخت نشان می‌دهد.شماره بندی سلول ها در مجتمع سوخت در شکل–۱ آورده شده است.نمودارهای ۳ و ۴ نشان می دهند که نتایج بدست آمده از کد دراگن مطابقت خوبی با سایر نتایج دارند.برای مجتمع LEU ، در ابتدا، میزان راکتیویته با افزایش مصرف سوخت افزایش می‌یابد تا زمانی که Gd کاملا تهی می‌شود و سپس به صورت یکنواخت کاهش می‌یابد. دانسیته اتمی اورانیوم ۲۳۵ بر حسب مصرف سوخت کاهش می یابد که این امر نشان دهنده مصرف آن می باشد. ایزوتوپ های ^{155}Gd و ^{157}Gd سطح مقطع جذب بالایی در ناحیه حرارتی دارند، به همین خاطر تا زمان مصرف کامل آنها(حدود ۱۰ MWd/kgHM) راکتیویته افزایش نسبی خواهد داشت و پس از ان راکتیویته روند کاهشی خواهد داشت.



شکل۳- تغییرات k_{inf} برحسب مصرف سوخت



شکل ۴- تغییرات دانسیته اتمی U-۲۳۵ برحسب مصرف سوخت

مراجع

[۱] NEA/NSC/DOC ۱۰, ۲۰۰۲. A VVER-۱۰۰۰ LEU and MOX Assembly Computational Benchmark. Nuclear Energy Agency, Organization for Economic Co-operation and Development.

[۲] Marleau, G., Hebert, A., Roy, R. ۲۰۱۱. A user guide for DRAGON Version۴. Institute de genie nuclear, Polytechnique de Montreal, Quebec, Canada.

[۳] Bakkari, B. et al., ۲۰۱۲. Accuracy assessment of a new Monte Carlo based burnup computer code. Ann. Nuclear Energy ٤٥, ٢٩–٣٦ .