فناوری و انرژی هسته ای

Journal home page: http://Nucte.sbu.ac.ir

فصلنامه فناوری و انرژی هسته ای، دوره اول، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱، ۴۴-۵۱

شبیه سازی ضریب هدایت حرارتی و انتقال حرارت سوخت پراکنده با استفاده از نرم‌افزار Fluent

عباس رضایی*[۱]، پوریا کاکایی

۱.دانشگاه شهید بهشتی،دانشکده مهندسی هسته ای،گروه راکتور

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۵

چکیده

استفاده بهینه از سوخت هسته ای درون قلب راکتور، با توجه به کمبود منابع اورانیوم طبیعی، هزینه های تولید و فرآوری اورانیوم مورد استفاده، همواره از مهترین مسائل در امر مدیریت سوخت می باشد.برای استفاده حداکثری از سوخت راکتور باید مصرف سوخت را افزایش داد.،علاوه بر این دانسیته قدرت قابل حصول از یک راکتور بستگی به مقدار انتقال حرارتی دارد که بدون آسیب رساندن به مواد ساختاری راکتور و یا میله های سوخت حاصل می شود.بنابریان شرکت های طراحی سوخت همواره به دنبال راهکاری هستند که بتوانند به افزایش دانسیته توان دست یابند. یکی از راه های دستیابی به این مهم، تغییر حالت شیمیایی سوخت، و یا افزایش ضریب هدایت حرارتی میله های سوخت می باشد. برای رسیدن به این هدف می توان به جای استفاده از سوخت معمول uo2، از سوخت های سرامیکی پراکنده دی اکسید اورانیوم با دیگر عناصر نظیر زیرکونیوم وآهن استفاده نمود. در تحقیق حاضر با استفاده از نرم افزار Fluent شبیه سازی حالت های مختلف سوخت پراکنده نظیر uo2-zr، uo2-Fe، انجام شده است .این موضوع نشان می دهدکه استفاده از سوخت پراکنده تاثیر بسزایی در افزایش ضریب هدایت حرارتی سوخت راکتور دارد.بنابراین دانسیته توان حرارتی راکتورهای نسل فعلی بنحو قابل ملاحظه ای افزایش می یابد،علاوه بر این با نشت کمتر پاره های شکافت، طول سیکل راکتور نیز افزایش می یابد.

واژه های کلیدی: راکتور هسته ای، سوخت سرمت، هدایت حرارتی موثر،میله سوخت،راکتور Nuscale، نرم‌افزار Fluent.

۱- مقدمه

برای افزایش بازدهی سوخت درون قلب راکتور، همچنین کاهش هزینه های اقتصادی ناشی از تعویض سوخت، می توان از سوخت پراکنده و ترکیب سوخت دی اکسید اورانیوم و دیگر عناصر نظیر زیرکونیوم استفاده نمود. از اواخر قرن نوزدهم، مدل‌های زیادی که امکان پیش‌بینی هدایت گرمایی انواع مختلف مواد ناهمگن را فراهم می‌کردند، ارایه شدند. مساله افزایش انتقال حرارت در مواد مرکب به کارهای اولیه ماکسول و رایلی بر می‌گردد.

ماکسول اولین کسی بود که بیان تحلیلی برای هدایت حرارتی مواد ناهمگن ارایه داد. او ذرات کروی پر کننده با هدایت حرارتی معلوم K1 را به صورت رندوم

* Corresponding Author E-mail: Abbas rezayi1994@gmail.com

درون ماتریکسی با هدایت حرارتی معلوم Km در نظر می گرفت، او در نهایت ضریب هدایتی موثر ماده مرکب را از طریق معادله زیر محاسبه کرد:

$$\frac{K_{eff}}{K_m} = 1 + \frac{3\,\emptyset}{\left(\frac{K_1+2K_m}{K_1-K_M}\right)-\emptyset} \qquad (1)$$

$\emptyset$ درصد حجمی ذرات پرکننده می باشد.

Karol Pietrak و همکاران[۱] طی تحقیقات خود به معرفی انواع مدل های تحلیلی برای پیش بینی هدایت حرارتی مواد مرکب پرداختند.مدل های اولیه تنها برای ذرات کروی شکل بیان شده بودند اما مدل های بعدی ،ذرات با اشکال متفاوت را شامل می شد،و مقاومت حرارتی سطحی را نیز در نظر می گرفتند. Karol Pietrak و همکاران با توجه به شکل ذرات و خواص فاز های تشکیل دهنده، مناسب ترین روش ممکن برای پیش بینی هدایت حرارتی را ارائه داده اند.

Jianfeng Wang و همکاران[۲] یک روش جدید برای مدل‌سازی هدایت حرارتی موثر مواد ناهمگن ارائه داده اند.آنها یک یک معادله متحد کننده برای پنج مدل اصلی هدایت گرمایی (سری، موازی، دو حالت ماکسول - اوکن، نظریه متوسط موثر) بدست آورده اند. این پنج مدل ساختاری پایه با استفاده از قوانین ترکیبی ساده براساس کسر حجمی ساختار پیشنهاد شده است. مدل‌های ترکیبی نسبت به دیگر مدل‌های عمومی مانند مدل نیمه تجربی کریچر مزایایی دارند، که در آن هر یک پایه فیزیکی متمایزی دارد، و به هیچ پارامتر تجربی وابسته نیستند.

Mourad Chikhi و همکاران[۳] با استفاده از نرم افزار شبیه سازی کامسول، هدایت حرارتی موثر را برای دو نوع کامپوزیت متفاوت، محاسبه و نتایج شبیه سازی را با داده های تجربی و مدل های تحلیلی ارائه شده نظیر ماکسول و براگمن و... مقایسه کرده¬اند.تحقیقات آنها نشان می دهد که حجم ذرات و اندازه ذرات دو عامل مهم برای تایین هدایت حرارتی خواهد بودبدین صورت که با افزایش درصد حجم ذرات و کاهش اندازه ذرات، بیشترین اثر را روی هدایت حرارتی خواهند داشت.

Juliane Floury و همکاران[۴] از روش های المان محدود سه بعدی، برای پیش بینی هدایت حرارتی مواد مرکب استفاده کرده اند.تحقیقات آنها نشان می دهد، زمانی که هدایت حرارتی ذرات پر کننده کمتر از هدایت حرارتی فاز پیوسته باشد ؛هدایت حرارتی بدست آمده به مقادیر پیش بینی شده از مدل های تئوری نزدیک تر خواهد بود.در مقابل اگر اگر هدایت حرارتی ذرات بیشتر باشد خطای اندازه گیری کمی بیشتر خواهد بود.

از جمله کارهایی که روی سوخت های پراکنده صورت گرفته است می توان به تحقیقات Tae Won Cho و همکاران[۵] اشاره کرد.طی این تحقیقات با استفاده از نرم افزار آباکوس اثر شکل ، اندازه ، تولید حرارت و مقاومت حرارتی سطحی ،بر روی هدایت حرارتی سوخت U–Mo/Al بررسی کرده اند.مشاهده شده است که شکل ذرات، تاثیری در هدایت حرارتی محاسبه شده نخواهد داشت. در مقابل با در نظر گرفتن مقاومت حرارتی سطحی بین ذرات سوخت و ماتریکس، با افزایش اندازه ذرات ،هدایت حرارتی سوخت افزایش می یابد.

در سال ۲۰۱۳، Dong-Joo Kim و همکاران[۶] به منظور ارزیابی هدایت حرارتی سوخت های پراکنده،قرص سوخت Zr + 30 vol% ZrO2 را با استفاده از روش hot-pressing ،در شرایط خلا، دمای ۸۰۰ درجه سانتی گراد و فشار ۲۰ مگاپاسکال تهیه نموده اند.پس از شبیه سازی قرص، با استفاده از روش های آزمایشگاهی ضریب هدایت حرارتی سوخت پراکنده اندازه گیری شده است. در نهایت با توجه به داده های آزمایشگاهی ثبلت می شود که عملکرد و ایمنی سوخت پراکنده نسبت به سوخت معمولی افزایش می یابد؛زیرا با افزایش هدایت حرارتی، دمای مرکز سوخت کاهش می یابد.

همان طور که قبلا گفته شد، سوخت‌های هسته‌ای پراکنده به دلیل دمای سوخت داخلی پایین و انرژی ذخیره‌شده کم تر، پتانسیل قابل‌توجهی برای بهبود عملکرد سوخت دارند. ترکیب این مزایا با مقاومت در برابر تکثیر ذاتی، و خواص مطلوب سوخت توریم، گزینه‌های جذابی را برای چرخه‌های سوخت هسته‌ای پیشرفته ایجاد می‌کنند. Mcdeavitt و همکاران[۷] جنبه‌های طرح تحقیقاتی انرژی هسته‌ای را با دو هدف اصلی توصیف کرده اند: (۱) ارزیابی اجرای چرخه

سوخت توریم در راکتورهای پیشرفته با استفاده از سوخت پراکنده زمینه زیرکونیوم، و (۲) توسعه فن‌آوری‌های لازم برای کاربرد اقتصادی این نوع سوخت جدید.

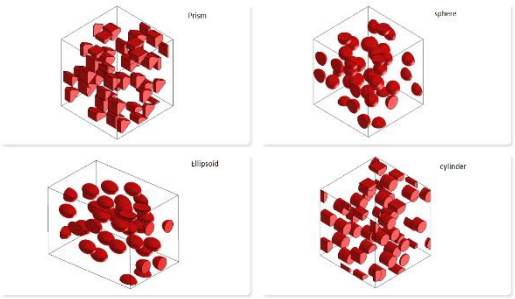
همواره یکی از عوامل مهم در زمینه سوخت های هسته ای،بحث ایمنی راکتور بعد از حادثه می باشد.به همین دلیل سوخت ریزکپسوله شده تمام سرامیک(FCM) به عنوان نوعی سوخت مقاوم در برابر تصادفات، پس از حادثه فوکوشیما در ژاپن پیشنهاد شد. سوخت FCM شامل ذرات همسانگرد سه ساختاری است که به طور تصادفی در ماتریس سیلیکون کاربید(SiC) پراکنده شده‌اند. Yoonhee Lee و همکاران[۸] پارامترهای همگن شده، سوخت FCM که در آن ذرات همسانگرد سه ساختاری به طور تصادفی در ساختار شبکه ریز تصادفی پراکنده می‌شوند، با استفاده از (۱) انطباق راه‌حل‌های تحلیلی حالت پایدار با نتایج انتقال ذره روش مونت کارلو برای مسائل هدایت حرارتی، و (۲)حفظ آنتالپی‌های کلی در هسته‌های سوخت و ماتریکسSiC به دست آورده اند.

در سال های اخیر با استفاده از نیروی محرکه الکتریکی هسته‌ای(NEP) مزایای منحصر به فردی را برای اکتشافات بین سیاره‌ای فراهم کرده اند. در آینده با توجه به بازده تبدیل بسیار بالای مگنتو¬هیدرودینامیک این راکتور ها، آن ها را به یک منبع توان فضایی بسیار بالقوه ، به ویژه برای سیستم‌های NEP تبدیل می‌کند. Jian Song و همکاران[۹] تحقیق بر روی راکتور با دمای فوق بالا که برای تبدیل توان مگنتوهیدرودینامیک مناسب است را انجام داده اند.سوخت پراکنده پس از مقایسه دقیق با سوخت مبتنی بر گرافیت U,ZrC و سوخت مخلوط کاربید به عنوان سوخت رآکتور انتخاب شده است. علاوه بر این، محاسبه اولیه ایمنی حساسیت هسته‌ای در طول حادثه سقوط هواپیما نیز ارائه شده‌است. نتایج محاسبات نشان می‌دهد که طراحی فعلی می‌تولند الزامات ایمنی را به خوبی برآورده کند.

۲. شبیه سازی

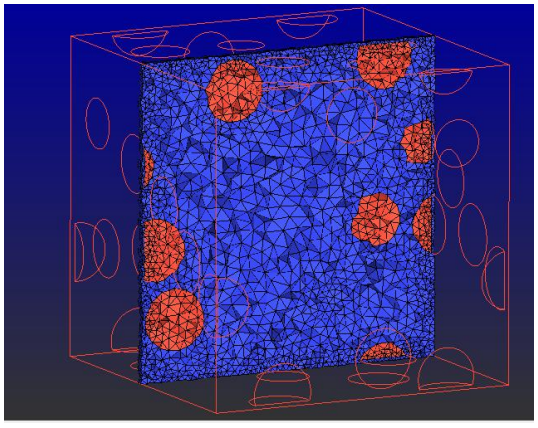
شبیه سازی و محاسبه ضریب هدایت حرارتی سوخت های پراکنده:

در این مقاله با توجه به اینکه حالت های مختلفی از مواد ناهمگن با شکل ذرات متفاوت از جمله کره، استوانه،منشور،وبیضی شبیه سازی شده است،ابتدا مقایسه ای با مدل ماکسول که حل تحلیلی برای مواد ناهگن با ذرات پر کننده کروی شکل ارائه داده بود انجام می دهیم تا از صحت نتایج بدست آمده از فلوئنت آگاه شویم سپس به شبیه سازی هر یک از موارد فوق می پردازیم. برای ایجاد هندسه از نرم افزارDigimat که قابلیت توزیع پراکنده ذرات درون ماتریکس را دارد استفاده شده است.(شکل ۱)



شکل ۱. ایجاد هندسه توسط نرم افزار Digimat.

بعد از ایجاد هندسه باید آن را توسط نرم افزار ICEM المان تولید کنیم.با توجه به توزیع پراکنده ذرات درون ماتریکس، از مش بی سازمان برای شبیه سازی استفاده می شود (شکل ۲).



شکل ۲. مش بی سازمان برای حالت ذرات کروی شکل.

در نهایت فایل خروجی مش را وارد نرم افزار فلوئت می کنیم و با اعمال شرایط مرزی مورد نظر، ضریب

هدایت حرارتی موثر را محاســـبه می کنیم.با توجه به اینکه ذرات به صورت رندوم توزیع می شوند و ماتریکس مکعبی شـــکل اســـت ضـــریب هدایت حرارتی تنها در راســـتای x محاســـبه می شـــود.بنابراین شـــرط مرزی دو صـــفحه عمود بر محور x به صـــورت دما معلوم وتمام صفحات جانبی دیگر عایق فرض می شوند.

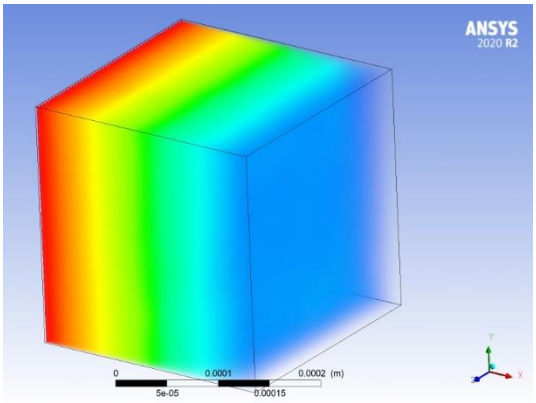
جدول ۱. خلاصه شرایط مرزی و ابعاد هندسه مورد نظر.

طول مکعب	m۰.۰۰۵۲۰۲۴۶۹
دمای دیواره سمت چپ مکعب	k۶۰۰
دمای دیواره سمت راست مکعب	k۳۰۰
ضریب هدایت حرارتی دی اکسید اورانیوم	w/m.k۸.۶۸
ضریب هدایت حرارتی زیرکونیوم	w/m.k۲۴
ضریب هدایت حرارتی آهن	w/m.k۸۰

۲. بحث و نتایج

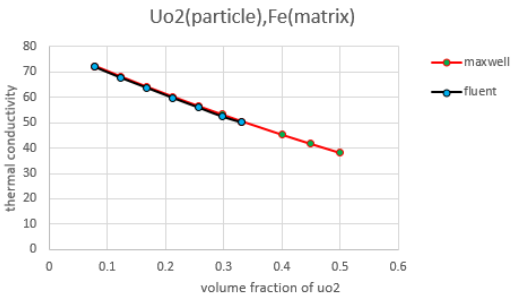
همان طور که در شکل ۳ نشان داده شده است با رسم کانتور دمایی و محاسبه شار حرارتی توسط نرم افزار فلوئنت، می توان برای درصـــد حجمی متفاوت ذرات، طبق فرمول زیر ضـــریب هدایت حرارتی موثر سوخت پراکنده را محاسبه کرد:

$$k = q'' * \frac{\Delta x}{\Delta T} \qquad (۲)$$

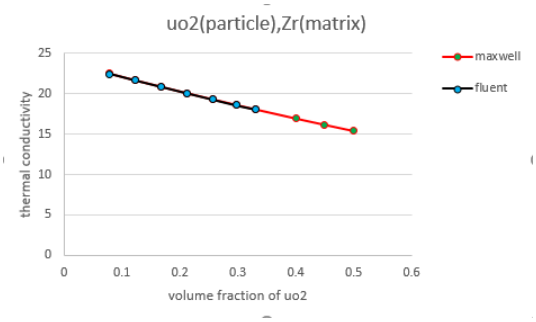


شکل (۳). کانتور دما

طبق نمودار های ارائه شده در شکل ۴ و۵ می توان فهمید که نتایج بدســـت آمده از فلوئنت کاملا با تئوری ماکســـول هم خوانی دارد، و با توجه به صـــحت نتایج بدســـت آمده برای ذرات پرکننده کروی شـــکل،می توان ذرات با اشکال دیگر را نیز شبیه سازی کرد.



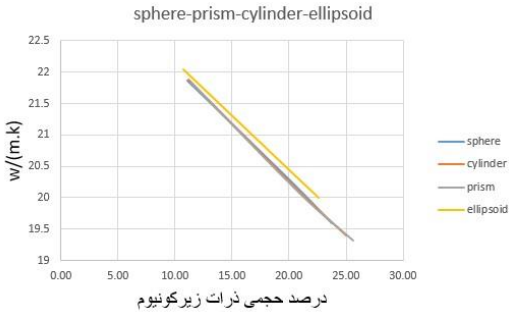
شکل ۴. مقایسه نتایج فلوئنت باتئوری ماکسول



شکل ۵. مقایسه نتایج فلوئنت باتئوری ماکسول

بعد از اینکه ذرات کروی شـــکل را شـــبیه ســـازی کردیم،این امر را برای چندین ذره با اشـــکال متفاوت دیگر نیز انجام می دهیم . همان طور که در شـــکل ۶

نشـان داده شـده اسـت شـکل ذرات تاثیر زیادی روی هدایت حرارتی سوخت ندارد وتنها اندازه ذرات است که می-تولند روی هدایت حرارتی موثر واقع شـــودبا فرض اینکه ذرات از جنس دی اکســید اورانیوم و ماتریکس از جنس زیرکونیوم باشـــد مقادیر هدایت حرارتی برای درصد حجمی های مختلف تقریبا یکسان خواهد بود:

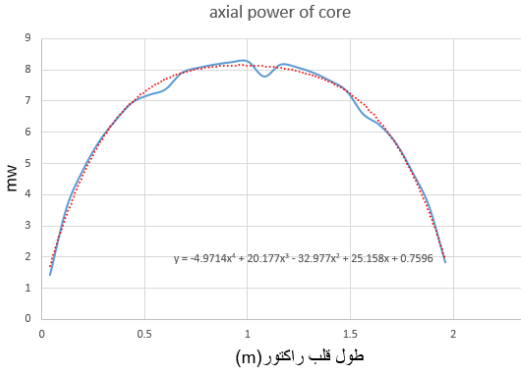


شکل ۶. .محاسبه هدایت حرارتی با استفاده از اشکال متفاوت

اکنون با دانســتن این نکته که اســتفاده از ســوخت های پراکنده باعث افزایش هدایت حرارتی ســـوخت راکتور می شـــود؛بدنبال آن هســـتیم که میله ســـوخت راکتور ماژولار کوچک Nuscale را شبیه شـبیه سـازی کنیم و به جای اسـتفاده از سـوخت دی اکسـید اورانیوم معمول از ســـوخت پراکنـده دی اکســـید اورانیوم و زیرکونیوم اسـتفاده کنیم.در اینجا فرض می شـود، ذرات دی اکســید اورانیوم کروی شــکل هســتند و فقط ۳۰ درصد حجمی سوخت را شامل می شوند.

مطابق آنچه درfsar آورده شـده اسـت،توزیع توان در راســتای محوری متغیر اســت و می توان یک رابطه درجه چهار برای آن در نظر گرفت(شـکل۷). همان طور که در شکل پیدا است توان در بعضی قسـت ها مقداری افت پیدا می کند،این بدان دلیل اسـت که شـبکه های نگهدارنده جاذب نوترون هستند و شار نوترون را کاهش می دهند.

برای اینکه بتوان توان متغیر را در نرم افزار فلوئنت لحاظ کنیم ابتدا با نوشـــتن کد udf که به زبان برنامه نویسـی c و مختص خود فلوئنت اسـت، کد مورد نظر را ایجاد می کنیم.

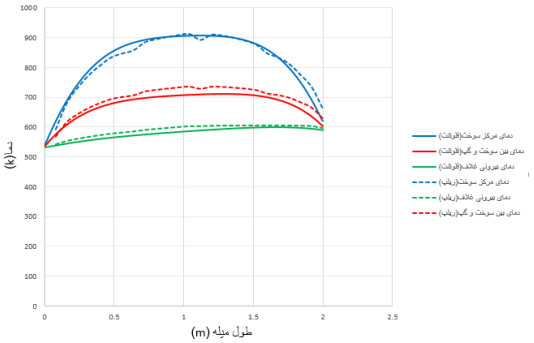


شکل ۷. توزیع محوری توان در قلب راکتور

با توجه به اینکه برای شـــبیه ســـازی میله ســـوخت راکتور Nuscale،مدل کاملا دقیقی وجود ندارد،وتوزیع توان بصـــورت میانگینی از کل میله ها در نظر گرفته شده است،ابتدا به شبیه سازی میله سوخت با استفاده از ســـوخت معمول می پردازیم و نتایج را با داده های fsar و کد ریلپ که مدل دقیق تری از مجتمع سـوخت ارائه داده اســت مقایســه می کنیم.ابعاد میله ســوخت راکتور Nuscale در جدول ۲ ارائه شده است:

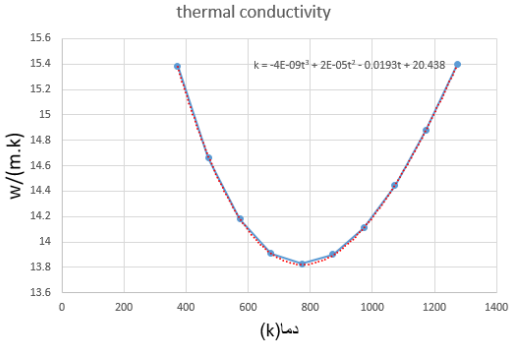
جدول ۲. خلاصه شرایط مرزی و ابعاد میله سوخت راکتور Nuscale.

طول میله سوخت	mm۲
شعاع بیرونی سوخت	mm ۴.۰۵۷۷
شعاع بیرونی گپ	mm ۴.۱۴۰۲
شعاع بیرونی غلاف	mm ۴.۷۴۹۸
شعاع بیرونی سیال اطراف میله	mm ۶.۲۹۹۲
دبی ورودی	kg/s۰.۰۵۵۷۲۳

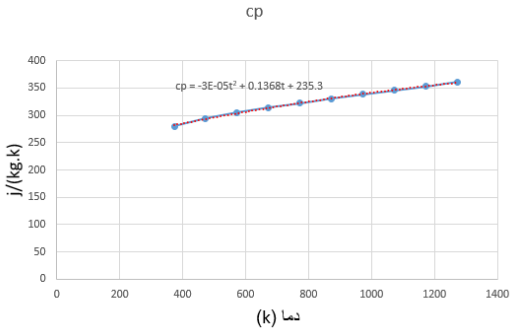


شکل ۸. صحت سنجی دماهای محاسبه شده در میله سوخت معمول

همانطور که مشاهده می شود با وجود اینکه مدل کاملا دقیقی از میله سوخت ارائه نشده است ولی نتایج تا حدود زیادی با داده های راکتور انتطباق دارد. برای شبیه سازی میله سوخت،بهتر است به این نکته دقت شود که دقیق بودن خواص سوخت مورد استفاده،مانند هدایت حرارتی وگرمای ویژه می تولند تاثیر زیادی روی نتایج شبیه سازی داشته باشد.بنابراین بهتر است خواص مورد نظر را بصورت تابعی از دما وارد نرم افزار فلوئنت کنیم. برای محاسبه خواص سوخت پراکنده، باید برای چندین دمای متفاوت هر یک از خواص مورد نظر را توسط نرم افزار فلوئنت استخراج و پس از رسم نمودار،یک رابطه چند جمله ای بر حسب دما برای هر یک از خواص بدست آوریم (شکل ۹-۱۰).



شکل ۹. هدایت حرارتی وابسته به دما برای سوخت پراکنده



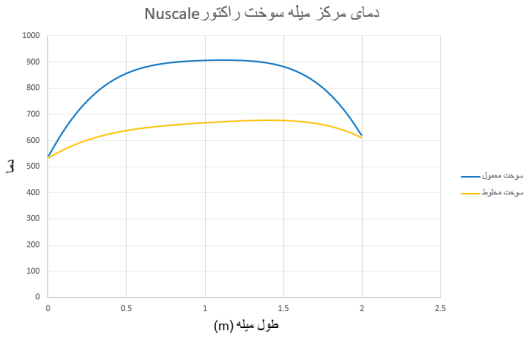
شکل ۱۰. گرمای ویژه وابسته به دما برای سوخت پراکنده

اکنون با محاسبه ضریب هدایت حرارتی و گرمای ویژه، به شبیه سازی میله سوخت راکتور Nuscale با استفاده از سوخت پراکنده می پردازیم.در اینجا بدلیل ویژگی های سوخت پراکنده ازشبیه سازی گپ میله سوخت که از ماده هلیوم تشکیل شده است صرف نظر می کنیم و فرض می کنیم میله سوخت بصورت یکنواخت از سوخت پراکنده تشکیل شده است. ابعاد میله سوخت جدید در جدول۳ ارائه شده است:

جدول ۳. شرایط مرزی و ابعاد میله با استفاده از سوخت پراکنده.

طول میله سوخت	mm ۲
شعاع بیرونی سوخت	mm ۴.۶۴۹۸
شعاع بیرونی غلاف	mm ۴.۷۴۹۸
شعاع بیرونی سیال اطراف میله	mm ۶.۲۹۹۲
دبی ورودی	kg/s۰.۰۵۵۷۲۳

همانطورکه در شکل ۱۱ مشاهده می شود هنگام استفاده از سوخت پراکنده بدلیل افزایش هدایت حرارتی، مقدار دمای ماکزیمم در مرکز میله سوخت بشدت کاهش می یابد:



شکل ۱۱. مقایسه دمای مرکزی میله سوخت با استفاده سوخت معمول و سوخت پراکنده

۴. نتیجه گیری

بحث استحکام و پایداری همواره ازمهم ترین مسائل طراحی سوخت های هسته ای می باشد. استفاده از سوخت های پراکنده به جای سوخت معمول، می‌تواند مقدار دمای بیشینه مرکز میله سوخت را به مقدار قابل قبولی کاهش دهدبا کاهش دمای سوخت، پاره های شکافت تولید شده،کمتر می توانند به بیرون سوخت نشت پیدا کنند و در نتیجه با کاهش ترک خوردگی استحکام و پایداری سوخت بالاتر می‌رود.

استفاده از سوخت پراکنده دی اکسید اورانیوم و زیرکونیوم به جای سوخت معمول UO_2 به وضوح دارای تاثیر مثبتی در افزایش طول سیکل راکتور نیز خواهد بود.زیرا با افزایش هدایت حرارتی سوخت، بیشترین دمایی که در مرکز سوخت رخ می دهد کاهش می یابد، با کاهش دما، میزان آسیبی که به سوخت وارد می‌شود کمتر می‌شود و می توان از سوخت در مدت زمان بیشتری استفاده نمود.این بدان معنی نیز خواهد بود که می‌توان با استفاده از سوخت های جایگزین دانسیته توان راکتور را نیز مقداری بالاتر برد.

مراجع

1. Pietrak, K. and T.S.J.J.o.P.T. Wiśniewski, *A review of models for effective thermal conductivity of composite materials*. 2014. **95**(1): p. 14-24.
2. Wang, J., et al., A new approach to modelling the effective thermal conductivity of heterogeneous materials. 2006. **49**(17-18): p. 3075-3083.
3. Chikhi, M., et al., Numerical modelling of the effective thermal conductivity of heterogeneous materials. 2013. **26**(3): p. 336-345.
4. Floury, J., et al., Modelling thermal conductivity in heterogeneous media with the finite element method. 2008. **1**(2): p. 161-170.
5. Cho, T.W., et al., Thermal conductivity of U–Mo/Al dispersion fuel: effects of particle shape and size, stereography, and heat generation: Special Issue for ANFC2014. 2015. **52**(10): p. 1328-1337.
6. Kim, D.-J., et al., Thermal Conductivity Measurement of Zr-ZrO 2 Simulated Inert Matrix Nuclear Fuel Pellet. 2013.
7. McDeavitt, S.M., et al. Thoria-based cermet nuclear fuel: cermet fabrication and behavior estimates. in International Conference on Nuclear Engineering. 2002.
8. Lee, Y. and N.Z.J.A.o.N.E. Cho, Steady- and transient-state analyses of fully ceramic microencapsulated fuel loaded reactor core via two-temperature homogenized thermal-conductivity model. 2015. **76**: p. 283-296.
9. Song, J., et al., Neutronics and thermal hydraulics analysis of a conceptual ultra-high temperature MHD cermet fuel core for nuclear electric propulsion. 2018. **6**: p. 29.

Nuclear Technology and Energy

Journal home page: http://Nucte.sbu.ac.ir

Nuclear Technology and Energy, Vol. 1, No. 3, Fall 2022, 44-51

simulation of thermal conductivity and heat transfer of cermet fuel using Fluent software

A. rezayi,*[1], P. kakaee1

[1]Faculty of Nuclear Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Received: 06 - 03 - 2021
Accepted: 26 - 05 - 2021

Abstract

Optimal use of nuclear fuel inside the core of the reactor, due to lack of natural uranium resources, production costs and processing of uranium used, is always one of the most important issues in fuel management. In order to maximize the use of reactor fuel, fuel consumption must be increased. In addition, the density power obtained from a reactor depends on the amount of heat transfer that is achieved without damaging the structural materials of the reactor or the fuel rods. Fuel design companies are always looking for a solution that can increase power density.One way to achieve this is to change the chemical state of the fuel, or to increase the thermal conductivity of the fuel rods. To achieve this goal, instead of using the usual uo2 fuel, uranium dioxide dispersed ceramic fuels with other elements such as zirconium and iron can be used(cermet). In the present study, using Fluent software, simulation of different dispersed fuel modes such as uo2-zr, uo2-Fe, has been done. This shows that the use of cermet fuel has a significant effect on increasing the thermal conductivity of reactor fuel. The thermal power density of the current generation reactors increases significantly, in addition, with less leakage of fission fragments, the burn up of reactor also increases.

Keywords: Nuclear reactor, Cermet fuel, Effective thermal conductivity, Fuel rod, Nuscale reactor, Fluent software.

*** Corresponding Author E-mail: Abbas rezayi1994@gmail.com**