

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



PROPOSAL

پروپوزال

مركز آموزش
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



مركز آموزش
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

کارگاه آنلاین
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



ISI
Scopus

مركز آموزش
آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترکیه های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترکیه های جستجو

اندازه گیری شار نوترونی در قلب رآکتور تحقیقاتی تهران به کمک فعال سازی میله مسی

رضوی، محمدعلی؛ رضایی راینی، محمدرضا؛ نگارستانی، علی

دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، دانشکده برق و کامپیوتر، گروه مهندسی هسته ای، کرمان، ایران

چکیده

اندازه گیری شار نوترون داخل قلب رآکتور از اهمیت بالایی برخوردار است یکی از روش های اندازه گیری شار، محاسبه اکتیویته موادی از قبیل مس است که به راحتی توسط نوترون ها فعال می شوند. در این مقاله فعال سازی به کمک میله مسی با کد $mcnpx2.6$ شبیه سازی شد. جهت نرمالیزه کردن نتایج عملی نیز از محاسبه اکتیویته پولک طلای قرار داده شده روی میله مسی و محاسبه شار آن درحالی که پولک در یک مکان خاص روی میله باشد بهره می بردند. این روش داخل قلب فقط در مکان خاصی که آشکارساز تعبیه می شود امکان پذیر بود. در حالی که توسط کد نوشته شده نقشه شار نوترونی داخل قلب رآکتور در هر جا که اراده کنیم با جابه جایی چند کلید واژه امکان پذیر است.

Measurement of neutron flux within the Tehran Research Reactor core by using copper rod activation

Razavi, Mohammadali; Rezaeirayeni, Mohammadreza; Negarestani, Ali

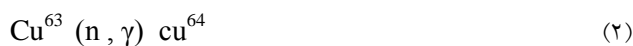
Department of Nuclear Engineering, Faculty of Electrical and Computer Engineering, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran

Abstract

Measurement of neutron flux inside the reactor core is high importance. One of these methods is the calculated activity of materials such as copper which can be easily activated by neutrons. In this paper, by copper rod activation was simulated with $mcnpx2.6$ code. To normalize practical results, a golden foil was located on the copper rod and then it's flux was calculated in a certain place. This method is only possible inside the core where of the detector is installed at a particular place. Whereas with the written code on neutron flux map inside the reactor core, it is possible in any place we wish by moving a few key words.

PACSN0.28

گیراندازی نوترون و سپس شمارش تابش گسیل شده از آن رادیو ایزوتوپ است. این واکنش ها مطابق معادلات ۱ و ۲ به صورت زیر می باشد.



سیم مسی با طول ۸۰ سانتی متر (به اندازه ارتفاع قلب رآکتور) و قطر تقریبی ۳ میلی متر باید داخل استرینگری قرار گیرد. از فعال سازی میله مسی می توان برای شمارش نوترون های گرمایی و فوق گرمایی استفاده کرد ولی برای اندازه گیری انرژی نوترون های گرمایی به دلیل اینکه سطح مقطع جذب مس در انرژی های پایین کم است به کار نمی رود [۱].

مقدمه

اطلاع از چگونگی توزیع شار نوترونی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بعلاوه، اطلاع از توزیع شار نوترونی برای اطلاع از میزان واکنش داخل رآکتور نیز ضروری می باشد. بنابراین اطلاع از توزیع شار در فضای سه بعدی قلب، بویژه در محل های تابش دهی، مورد نیاز کاربران رآکتور می باشد. همچنین اطلاع از نقشه شار نوترونی برای تعیین فاکتور قله سازی^۱ از اهمیت ویژه ای برخوردار است. اصولاً یکی از روش های اندازه گیری قدرت در رآکتورهای با قدرت کم استفاده از نقشه شار نوترونی و تعیین فضای زیر سطح سه بعدی شار می باشد. آشکارسازی نوترون با فعال سازی میله مسی بر پایه تولید یک رادیو ایزوتوپ به کمک

mcnpx2.6 نوشته شده رآکتور تحقیقاتی تهران [۱] ابتدا یک سلول استوانه ای از جنس مس با ترکیب ۶۹/۲ درصد ^{63}Cu و ۳۰/۸ درصد ^{65}Cu تعریف شده است. برای محاسبه شار نسبی درون میله مسی که دارای روکش پلی اتیلنی است، سیم نازکی از جنس مس داخل آن در راستای ارتفاع فعال قلب (تقریباً ۸۰ سانتی متر) قرار داده شد و شار نسبی در طول میله مسی از مش تالی استوانه ای با دستور شار نوترونی که مش بندی آن در ارتفاع قلب صورت گرفته، محاسبه شده است.

مرحله دوم اندازه گیری مطلق شار در یک نقطه خاص است. در عمل، با استفاده از یک پولک طلا و استقرار آن به محاذات یکی از نقاط سیم مسی به بمباران آن مبادرت کرده و پس از طی مدت زمان مشخصی از رآکتور ترخیص و به آزمایشگاه اندازه گیری انتقال داده می شود. میزان اکتیویته پولک متناسب با شار نوترونی در محل پولک است که این بار قرار است مقدار مطلق آن بدست آید. بنابراین نیاز به دانستن اکتیویته واقعی پولک می باشد که لازمست با یک دتکتور دارای راندمان بالا اندازه گیری گردد. در عمل از دو پولک طلا، یکی لخت و دیگری با پوشش کادمیوم استفاده می شود. پولک طلای لخت در اثر هر دو گروه نوترون های حرارتی و فوق حرارتی اکتیو می شود. در حالی که پولک با پوشش کادمیوم فقط با نوترون های فوق حرارتی اکتیو می گردد. لذا مقدار اکتیویته در فرمول فوق، برای حالت نوترون های فوق حرارتی حاصل تفریق این دو اکتیویته است. برای بدست آوردن شار مطلق از رابطه اکتیویته (A) استفاده می کنیم (معادله ۳):

$$A(d.p.s) = N \cdot \phi \cdot (1 - e^{-\lambda t_a}) \cdot e^{-\lambda t_d} \cdot \delta_a \quad (3)$$

که در آن N تعداد ذرات به تعداد $3/21 \times 10^{19}$ ذره، δ_a سطح مقطع میکروسکوپی برابر ۹۸/۸ بارن، λ ثابت واپاشی برابر $1/7861 \times 10^{-4}$ بر ثانیه، t_a زمان تابش دهی که در آزمایش عملی ۱۰ دقیقه و در شبیه سازی انجام شده با دستور ctme این زمان لحاظ شده است، t_d زمان واپاشی نمونه مورد نظر که به صورت عملی زیر دتکتور رفته ۲۸۸۰ دقیقه می باشد که در حالت شبیه سازی چون عبارت $e^{-\lambda t_d}$ به یک نزدیک می شد این زمان صفر در نظر گرفته شد. حال با توجه به معادله ۳ و جاگذاری مقادیر در آن شار مطلق حرارتی با ضریب $2/047 \times 10^6$ و شار مطلق فوق حرارتی با ضریب

اطلاع از نقشه شار نوترونی داخل رآکتور تحقیقاتی تهران تاکنون با استفاده از فعال سازی میله مسی قرار داده شده داخل قلب صورت گرفته است. مشکلات اساسی این روش را می توان به صورت زیر بیان کرد:

- در عمل میله مسی را فقط در یک مکان مشخص شده از قلب که قبلاً برای این کار تدارک دیده شده می توان قرار داد و اطلاعاتی از شار در مکان های دیگر قلب به راحتی امکان پذیر نبود.

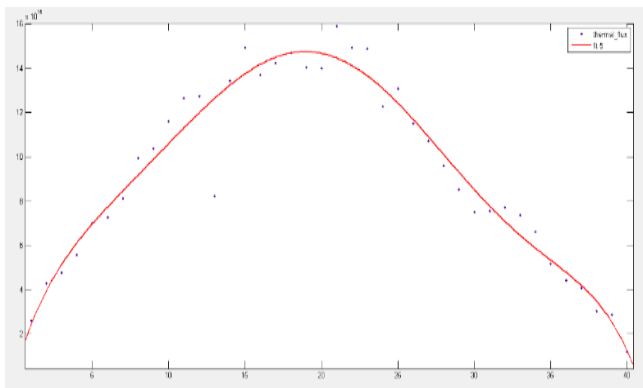
- سیم مسی بعلت ناخالصی دارای دانسیته طولی و جنس یکسانی نیست و اندازگیری شار با استفاده از آن با خطا همراه است.

برای رفع این مشکلات و مطالعه دقیق تر نقشه شار نوترونی داخل رآکتور تحقیقاتی تهران، از فایل ورودی کد mcnp2.6 رآکتور تهران که با استفاده از مشخصات دقیق این رآکتور نوشته شده و صحت نتایج آن نیز توسط مدرج کردن میله های کنترلی در این رآکتور بررسی شده، که همخوانی خوبی با نتایج عملی [۲] داشتند.

روش کار

جهت محاسبه شار در رآکتور تحقیقاتی تهران، از روش آنالیز فعال-ساز نوترونی^۲ استفاده شده است. محاسبه توزیع شار در رآکتور در سه مرحله صورت پذیرفته است و نتایج آن با مقادیر اندازه گیری شده مقایسه شده است.

مرحله اول اندازه گیری توزیع نسبی شار است. در این مرحله معمولاً از فعال سازی سیم مسی استفاده می گردد. در روش عملی فرض بر این است که سیم مسی در تمام طول خود یکنواخت بوده و جنس آن در سرتاسر طول سیم یکسان می باشد. با استفاده از دتکتور تک کانالی، یکی از قله های گاما انتخاب و شمارش آن معیاری از میزان اکتیو شدن مس و شار نوترونی حاکم در آن منطقه است. با اندازه گیری میزان اکتیویته هر بخش کوچکی از سیم مسی که به زیر دتکتور می رود شار نوترونی نسبی برای آن نقطه به دست می آید. با رسم این مقادیر بر حسب طول سیم و با نظر داشت اینکه هر قطعه از طول سیم در محاذات چه ارتفاعی از قلب بوده است به سادگی شکل نسبی تغییرات شار در امتداد سیم (یعنی در امتداد محور عمودی قلب) بدست خواهد آمد. در شبیه سازی با کد، در مجتمع سوخت استاندارد مرکزی فایل ورودی کد



نمودار ۲: شارحرارتی اندازه گیری شده در آزمایشگاه روی رآکتور تحقیقاتی تهران

شبیه سازی در سه مرحله صورت گرفته است. نتایج آن در هر مرحله به صورت زیر اعلام می گردد.

نتایج شبیه سازی با استفاده از کد `mcnp2.6` نوشته شده به این صورت اند که، ابتدا شار نسبی در قلب رآکتور تهران با استفاده از سیم مسی که با دستور `mesh` تالی استوانه ای با شار نوترونی در راستای ارتفاع قلب، محاسبه شده، بدست می آید. در این مرحله قدرت چشمه حرارتی و فوق حرارتی را برابر ضرایب ذکر شده در مرحله نرمالیزاسیون قرار داده و برای اینکه نتایج با شار مطلق در مرحله بعد همگون باشند دستور `nps` را هم برابر ضرایب ذکر شده در مرحله دوم روش کار قرار می دهیم. سپس با استفاده از کد `mcnp2.6` نوشته شده و ضرایب استفاده شده بالا، شار مطلق در قلب رآکتور تهران با استفاده از اکتیویته پولک طلا مستقر در ۱۰ نقطه روی میله مسی که اکتیویته آن با استفاده از کارت `fm4` تالی `f4` استخراج شده در راستای ارتفاع قلب محاسبه شده است. و نتایج آن در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است.

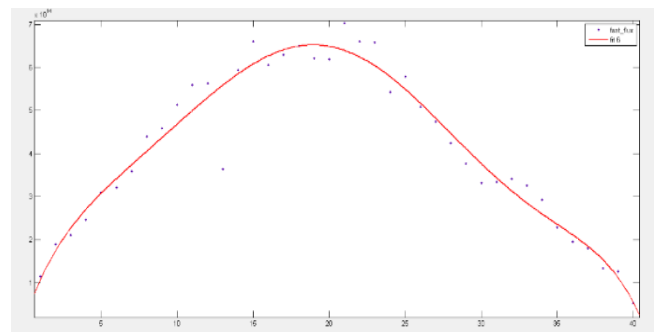
جدول ۱: نتایج حاصل از قرار گیری پولک طلا روی میله مسی جهت محاسبه شار مطلق در نقطه خاص در شبیه سازی صورت گرفته بانوترون های حرارتی

ارتفاع	اکتیویته بانوترون های حرارتی توسط کد <code>mcnp2.6</code>	خطای اندازه گیری کد <code>mcnp2.6</code>	شارحرارتی $\times 10^{16}$
۵	۰/۰۲۷۷	$\pm ۰/۰۰۰۱۴۵$	۱/۴۱۴
۱۰	۰/۰۹۵۲	$\pm ۰/۰۰۰۲۷۴$	۴/۸۵۳
۲۰	۰/۱۶۸۶	$\pm ۰/۰۰۰۳۱۵$	۸/۵۹۲
۲۵	۰/۱۰۸۶	$\pm ۰/۰۰۰۲۵۸$	۵/۵۳۴
۳۰	۰/۱۹۲۳	$\pm ۰/۰۰۰۱۶۲$	۹/۸۰۵

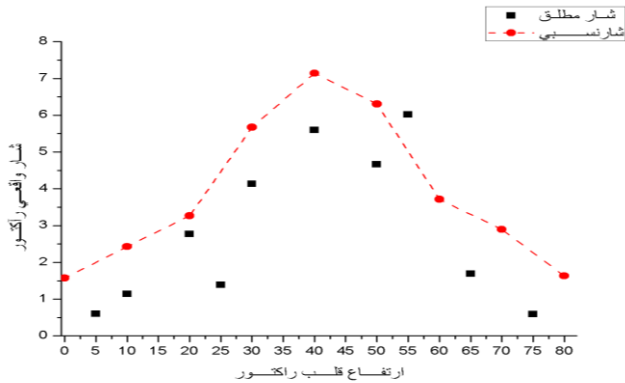
$6/1738 \times 10^5$ به اکتیویته ای که در این مرحله بدست می آید ربط پیدا می کنند. برای محاسبه شار مطلق در یک نقطه خاص در شبیه سازی انجام شده، پولکی از جنس طلا روی میله مسی قرار داده شده و اکتیویته آن با استفاده از کارت `fm4` تالی `f4` استخراج می شود. در مرحله سوم نرمالیزاسیون بر اساس مقادیر نسبی و مطلق شار انجام گرفته است. این شار همان شار واقعی یا شار مطلق است که هدف از مراحل اول و دوم، اندازه گیری آن با استفاده از شار نسبی روی سیم مسی و اکتیویته پولک طلا است، که بوسیله کد `mcnp2.6` شبیه سازی شده است. برای نرمالیزه کردن ضریب $1/1012 \times 10^{11}$ برای شار فوق حرارتی و ضریب $2/4903 \times 10^{11}$ برای شار حرارتی باید در هر دو حالت (شبیه-سازی و عملی) اعمال گردد.

نتایج

سیم مسی برای استقرار در محل مورد نظر قبلاً لازمست روی یک ورقه نازک پلی اتیلن موسوم به استرینگر نصب گردد. پولک های طلا (به قطر ۶ میلی مترو ضخامت ۱ میلی متر) را نیز در یک ارتفاع مشخص روی استرینگر کنار سیم مسی نصب می نمایم. پس از اکتیواسیون سیم مسی، آن را به زیر دکتور تک-کانالی منتقل می نمایم. مکانیزم خاصی بطور اتوماتیک هر بخش از سیم مسی را به نوبت زیر دکتور برده و شمارش برای مدت مشخص انجام می گردد. در پایان اعداد حاصله، به جز برای اولین نقطه، به نسبت ضریب $e^{-\lambda t d}$ تصحیح می گردد [۳]. نمودارهای ۱ و ۲ نتایج عملی ای که در آزمایشگاه فیزیک رآکتور برگزار شده در مهرماه ۱۳۹۱ در رآکتور تحقیقاتی تهران اندازه گیری شده است، را نشان می دهد. این آزمایش ها در قدرت امگاواتی رآکتور تهران انجام شده اند.



نمودار ۱: شارفوق حرارتی اندازه گیری شده در آزمایشگاه روی رآکتور تهران



نمودار ۲: شار واقعی فوق حرارتی حاصله از شبیه سازی راکتور تهران

نتیجه گیری

در مرحله اول شار نسبی در راستای میله مسی با استفاده از مش تالی نوع استوانه ای با شار نوترونی محاسبه شده است. در مرحله دوم با استفاده از اکتیویته پولک طلا در هر مکان خاص روی میله مسی با استفاده از کارت $fm4$ شار مطلق محاسبه شده است. در مرحله سوم با استفاده از دو شار، نرمالیزاسیون و شار واقعی در راکتور تهران محاسبه شد. نتایج شبیه سازی این کد، از مقایسه نمودارهای ۳ و ۴ با نمودارهای ۱ و ۲ صورت می گیرد.

در نهایت نتایج عملی و نتایج شبیه سازی شده برای شار حرارتی با احتمال $۸۱/۲$ و برای شار فوق حرارتی با احتمال $۷۶/۶$ درصد، همخوانی داشتند [۴].

پی نوشت ها

1. Peaking factor
2. Neutron activation analysis

مرجع ها

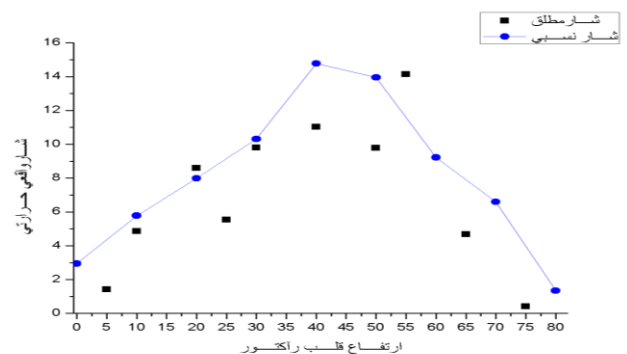
- [۱] قریب، مرتضی؛ ارکانی، محمد «آزمایش های راکتورهای هسته ای»؛ انتشارات اندیشه سرا، ۱۳۸۹، صفحه ۶۷.
- [۲] قریب، مرتضی؛ ارکانی، محمد «آزمایش های راکتورهای هسته ای»؛ انتشارات اندیشه سرا، ۱۳۸۹، صفحه ۴۶ و ۴۷.
- [۳] قریب، مرتضی؛ ارکانی، محمد «آزمایش های راکتورهای هسته ای»؛ انتشارات اندیشه سرا، ۱۳۸۹، صفحه ۷۰.
- [۴] R.A.Fisher and F.Yates, "Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research"; 6th Edition, Longman Group, Ltd, London, Page.570 (1974).

۴۰	۰/۲۱۶۳	$\pm ۰/۰۰۰۲۳۴$	۱۱/۰۲۶
۵۰	۰/۱۹۱۸	$\pm ۰/۰۰۰۲۷۶$	۹/۷۸۰
۵۵	۰/۲۷۷۴	$\pm ۰/۰۰۰۲۲۹$	۱۴/۱۴۰
۶۵	۰/۰۹۱۸	$\pm ۰/۰۰۰۲۸۲$	۴/۶۸۲
۷۵	۰/۰۰۷۹	$\pm ۰/۰۰۰۲۴۵$	۰/۴۰۴

جدول ۲: نتایج حاصل از قرار گیری پولک طلا روی میله مسی جهت محاسبه شار مطلق در نقطه خاص در شبیه سازی صورت گرفته بانوترون های فوق حرارتی

ارتفاع	اکتیویته بانوترون های فوق حرارتی توسط کد mcnp2.6	خطای اندازه گیری کد mcnp2.6	شار فوق حرارتی $\times 10^{14}$
۵	۰/۰۰۸۸	$\pm ۰/۰۰۰۱۶۲$	۰/۶۰۱
۱۰	۰/۰۱۶۷	$\pm ۰/۰۰۰۱۷۵$	۱/۱۳۸
۲۰	۰/۰۴۰۷	$\pm ۰/۰۰۰۱۶۴$	۲/۷۶۶
۲۵	۰/۰۲۰۴	$\pm ۰/۰۰۰۲۷۴$	۱/۳۹۰
۳۰	۰/۰۶۰۸	$\pm ۰/۰۰۰۴۳۴$	۴/۱۳۱
۴۰	۰/۰۸۲۲	$\pm ۰/۰۰۰۳۲۵$	۵/۵۹۵
۵۰	۰/۰۶۸۶	$\pm ۰/۰۰۰۲۳۴$	۴/۶۶۴
۵۵	۰/۰۸۸۴	$\pm ۰/۰۰۰۲۹۳$	۶/۰۱۵
۶۵	۰/۰۲۴۸	$\pm ۰/۰۰۰۳۱۳$	۱/۶۸۷
۷۵	۰/۰۰۸۷	$\pm ۰/۰۰۰۱۹۸$	۰/۵۹۰

نتایج نهایی شبیه سازی شده با استفاده از کد mcnp2.6 نوشته شده شار نرمالیزه شده، در قلب راکتور تهران با استفاده از نتایج مرحله اول و دوم در نمودار ۳ و ۴ نشان داده شده است. برای شار فوق حرارتی ضریب ۱۰^{14} و برای شار حرارتی ضریب ۱۰^{16} در نمودارها لحاظ می شود.



نمودار ۳: شار واقعی حرارتی حاصله از شبیه سازی راکتور تهران

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



PROPOSAL
پروپوزال

پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



ISI
Scopus

آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو