

$^{235}\text{U}(n_{\text{th}}, f)$ - УРВАЛЫН БҮТЭЭГДЭХҮҮНИЙ МАСС ТҮГЭЛТ

С.Одмаа, Н.Норов, Г.Хүүхэнхүү, Д.Баатархүү
Монгол улсын их сургууль, Цөмийн судалгааны төв

Түлхүүр үг: дулааны нейтрон, ураны хуваагдал, хөнгөн
цагаан ялтас, гүйлт, масс түгэлт

Товч утга. Энэ ажилд дулааны нейтроноор ^{235}U цөм хуваагдахад үүсэх хэлтэрхийнүүдийг нимгэн хөнгөн цагаан ялтсанд шигтгэн авч, үүссэн цацраг идэвхийг хэмжих замаар тэднийг таних арга боловсруулж, хуваагдлын бүтээгдэхүүний масс түгэлтийг байгуулж, бусад судлаачдын дүнтэй харьцуулав.

ОРШИЛ

Хуваагдлын хэлтэрхийн гаралт нь түүнийг тодорхойлох цөмийн физикийн чухал хэмжигдэхүүний нэг юм. Үүнийг мэдсэнээр цөмийн реакторт ураны хуваагдлаар үүсэх цацраг идэвхт изотопын төрөл, тэдгээрийн цацраг идэвхийн хэмжээ, ялгарах энерги зэргийг тооцох боломжтой болно. Өнөө үед цөмийн реакторт ураны хуваагдлаар үүссэн урт настай цацраг идэвхт изотопыг трансмутаци хийж цацраг идэвхгүй юмуу богино настай болгох арга их хөгжиж байна. Гаралтын тухай мэдээллийг цөмийн реакторын технологид цацрагийн хамгаалалт, аюулгүй байдалтай холбоотой тооцоо, цацраг идэвхт хаягдлыг трансмутаци хийх болон цөмийн физикийн судалгаанд хэрэглэдэг.

Энэ ажлын зорилго нь электроны цикл хурдасгуур МТ-22 дээр электрон тормозлох бай танталаас гарах гамма квант ураны хувьсгуур (конвертор) дээр (γ, n) урвал явуулахад үүсэх фотонейтрон бал чулуунд удаашран бий болох дулааны нейтроноор ^{235}U цөм хуваагдах процессын бүтээгдэхүүнийг нимгэн хөнгөн цагаан ялтсанд шигтгэн авч, тэдгээрийн гамма цацрагийг гамма-спектрометр дээр хэмжиж, хуваагдлын бүтээгдэхүүний масс түгэлтийг тодорхойлох аргачлал боловсруулахад оршино.

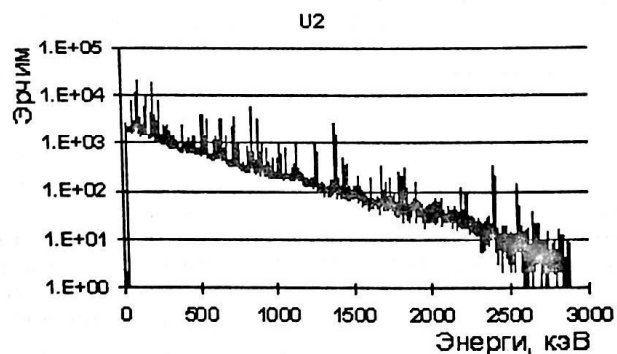
ТУРШИЛТЫН ХЭСЭГ

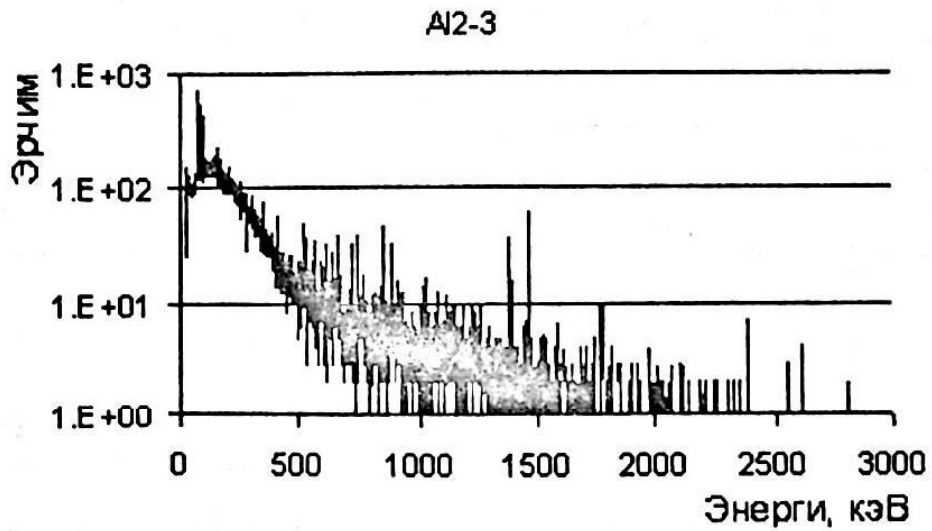
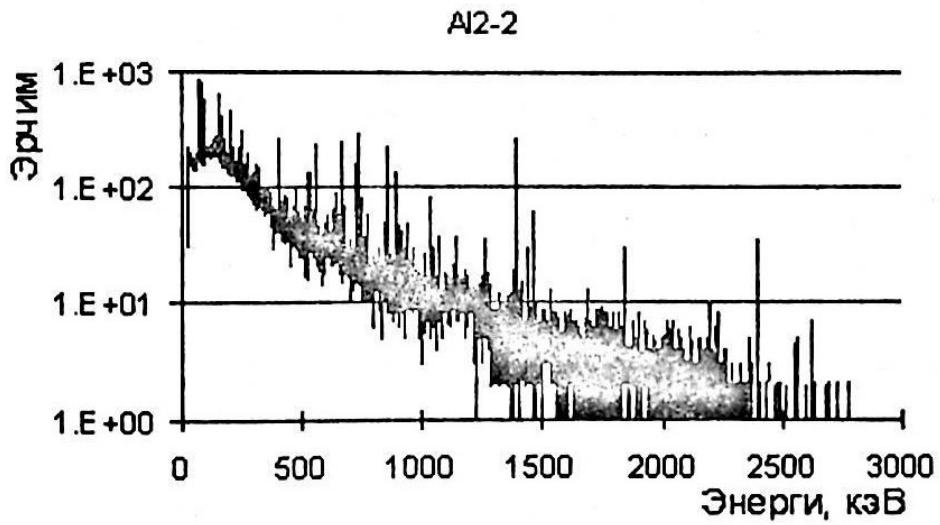
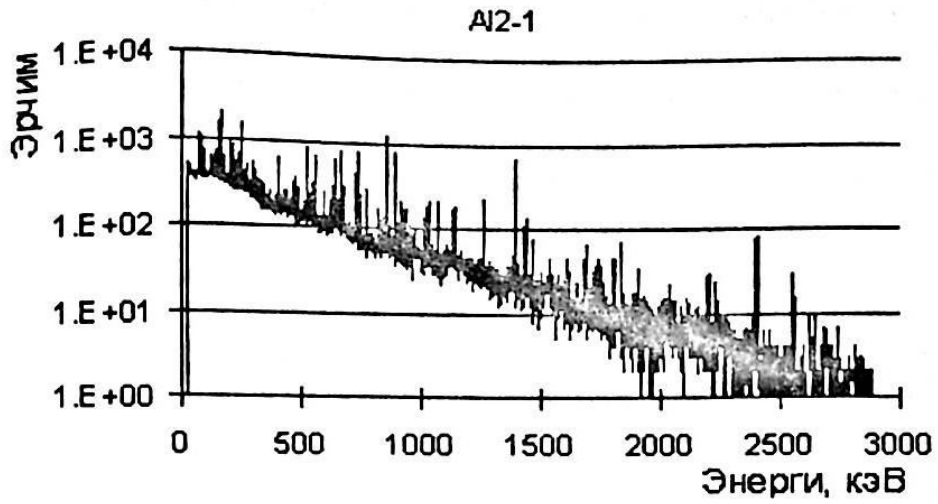
Микротроны хурдассан электроны энерги 22 МэВ, дундаж гүйдэл 12 мкА байх горимд U^{235} -аар 5 % ба 0.3 % баяжуулсан ураны түрхэц бүхий хөнгөн цагаан ялтсыг (ураны бай) олон давхарласан нимгэн ($d=5$ мкм) Al ялтсанд ороон дээж шарах сувагт байрлуулж фотонейтрон бал чулуунд удаашрахад үүсэх дулааны нейтроноор 4 цаг шарав.

Ураны бай болон нимгэн Al ялтсанд шигдсэн хуваагдлын бүтээгдэхүүнүүдээс гарах тодорхой энергитэй гамма квантуудыг хагас дамжуулагч цэвэр Ge детектороор бүртгэж, тэдгээрийн спектрийг олон сувагт гамма-спектрометр гаргаж авав.

$^{235}U(n_{th},f)$ урвалаас үүсэх хуваагдлын хэлтэрхийнүүд хүнд, хөнгөнөөсөө хамааран гүйлт нь янз бүр тул давхарлан тавьсан Al ялтсанд харилцан адилгүй гүнд шигдэнэ. Ураны хуваагдлын хэлтэрхий хөнгөн цагаан ялтсанд гүйх гүйлтийн хамгийн их утга нь тооцоогоор $R < 20$ мкм байдаг [1] учраас бидний энэ туршилтанд 4-р болон түүнээс хойших Al ялтсанд хэлтэрхий шигдээгүй. Иймд $d=5$ мкм зузаантай хөнгөн цагаан ялтсыг 4-өөс дээш давхарлах шаардлагагүй болохыг тогтоов.

Ураны бай болон нимгэн хөнгөн цагаан ялтсын хэмжилтийн спектрийг харьцуулан харахад хуваагдлын хэлтэрхийнүүдийн гамма шугамууд давхцаж байгаа боловч нимгэн хөнгөн цагаан ялтсын хувьд фон нь ураны байгаас ялангуяа бага энергийн мужид олон дахин бага байна.





Дээрх зургуудад ураны бай болон түүнийг ороосон нимгэн хөнгөн цагаан ялтсанд шигдсэн хуваагдлын бүтээгдэхүүний гамма шугамын энергийн спектрийг харуулав. Энд: U2 нь 5 % баяжилттай U²³⁵-ийн бай; Al2-1, Al2-2, Al2-3 нь түүнийг ороосон 1, 2, 3-р Al ялтаснуудад шигдсэн хуваагдлын бүтээгдэхүүний гамма спектр болно.

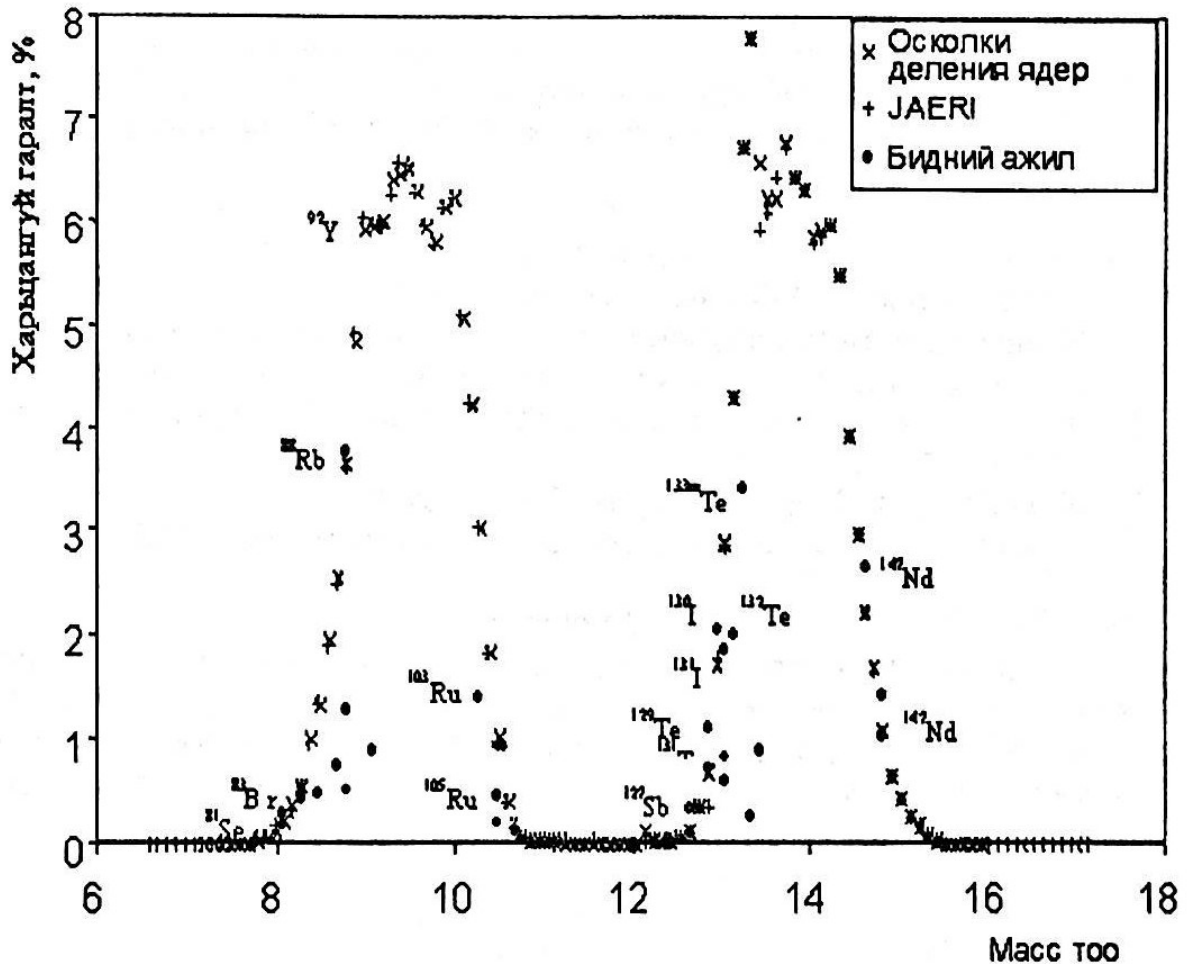
Хүснэгт 1. ²³⁵U(*n_т,f*) урвалын бүтээгдэхүүний үзүүлэлтүүд

хуваагдлын бүтээгдэхүүн	T _{1/2}	E _γ , кэВ	K _γ , %	≤R _{тип} , мкм	R, мкм [1]
Se ⁸¹	18.6 м	180.18	100	15	-
Br ⁸³	2.41 ц	529.43	1.2	15	-
Rb ⁸⁶	17.8 м	1382.17	0.86	15	-
Y ⁹²	3.53 ц	845.93	90	15	-
Ru ¹⁰³	39.6 х	554.89	0.84	15	13.22
Ru ¹⁰⁵	4.44 ц	675.67	15	10	-
Sb ¹²⁷	3.9 х	722.97	1.8	15	12.04
Te ¹²⁹	42 м	461.76	8.9	15	12.37
I ¹³⁰	12.4х	741.89	79	15	-
I ¹³¹	8.05 х	640.02	6.9	15	12.48
Te ¹³¹	25 м	933.24	3	5	-
Te ¹³²	78 ц	228.2	85	15	12.4
Te ^{133m}	50 м	883.04	4	15	-
Nd ¹⁴⁷	11.1 х	277.68	0.72	15	-
Nd ¹⁴⁹	1.8 ц	210.01	28	15	-
I ¹³³	21ц	529.43	89	15	-
I ¹³⁴	52 м	1071.49	12.3	5	-
I ¹³⁵	6,7ц	1258.48	34.9	5	-
Ce ¹⁴¹	32 х	145.4	49	10	9.9
Kr ⁸⁷	1.3 ц	402.1	48.3	15	15
Kr ⁸⁸	2.8 ц	165.63	6.8	15	-
Te ¹³⁴	42 м	765.9	27	15	-
La ¹⁴⁰	1.7 х	487	45	15	11.2
Ba ¹³⁹	1.38 ц	165.7	22	10	-
Sr ⁹¹	12.5 м	1022.74	3.4	15	14.9
Mo ⁹⁹	2.8 х	140.5	95.1	15	14.7

1-р хүснэгтэнд 1, 2, 3-р ялтсанд шигдсэн хуваагдлын бүтээгдэхүүнүүд, тэдгээрийн хөнгөн цагаан ялтсанд гүйх гүйлт

болон бусад үзүүлэлтүүдийг үзүүлэв. Хүснэгтээс харахад хөнгөн цагаан ялтсанд хуваагдлын хэлтэрхийн гүйлтийн утга 15 мкм-оос ихгүй байна.

Тухайн хуваагдлын хэлтэрхийн гамма шугамын эрчмийг давтан хэмжих замаар түүний хагас задралын үеийг шалгав. Хагас задралын үе болон гамма спектрометрт бүртгэгдсэн спектрийн гамма шугамуудын энергиэр нь хөнгөн цагаан ялтсанд шигдсэн хуваагдлын хэлтэрхийнүүдийг таньж тодорхойлов. Ажил [2]-д өгөгдсөнөөр ^{92}Y -харьцангуй гаралтын утга (5.96 %) -ийг ашиглан бусад хэлтэрхийн харьцангуй гаралтыг тодорхойлов. Энэ ажлын дүнг бусад судлаачдын үр дүнтэй [2, 3] харьцуулан 2-р зурагт харуулав.



Зураг 2. $^{235}\text{U}(n_{th}, f)$ урвалын хэлтэрхийн масс түгэлт.

ДҮГНЭЛТ

1. Дулааны нейтроноор ураны цөм хуваагдахад үүсэх хэлтэрхийнүүдийг давхарлан тавьсан маш нимгэн хөнгөн цагаан ялтсанд шигтгэн авснаар тэдгээрийн гүйлтийг үнэлэх боломжтой байгааг харуулав.
2. Хуваагдлын хэлтэрхийн гамма спектрээс харахад ураны байн хувьд фон нь нимгэн хөнгөн цагаан ялтсынхаас их байгаа нь ураны байн хувьд Комптон сарнил, ураны цөмийн өөрийнх нь рентген цацрагийн нөлөөтэй холбоотой бөгөөд энэ нь бага энергитэй гамма квант гаргадаг хуваагдлын бүтээгдэхүүнийг судлахад саад болж байна.
3. Бидний байгуулсан хуваагдлын хэлтэрхийн масс түгэлтээс харахад ^{81}Se , ^{83}Br , ^{88}Rb , ^{92}Y , ^{103}Ru , ^{105}Ru , ^{127}Sb , ^{129}Te , ^{130}I , ^{131}I , ^{131}Te , ^{132}Te , $^{133\text{m}}\text{Te}$, ^{147}Nd , ^{149}Nd зэрэг цөмийн хувьд бусад ажлын өгөгдөлтэй таарч байна. Харин ^{87}Kr , ^{88}Kr , ^{91}Sr , ^{134}I , ^{134}Te , ^{135}I зэрэг цөмийн хувьд зөрж байгааг дахин нягталж үзэх шаардлагатай юм.

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ.

1. В.М.Горбачев, Ю.С.Замятнин, А.А.Лбов
Взаимодействие излучений с ядрами тяжелых элементов и деление ядер /Справочник/. Москва, Атомиздат. 1976.
2. JAERI 1320. INDC Nuclear Data Library of Fission Products. Second Version. 1990
3. Ю.П.Гангрский, Б.Далхсүрэн, Б.Н.Марков
Осколки деления ядер. Москва. Энергоатомиздат. 1986.

Abstract

In this work the fission fragments produced by neutron-induced fission of ^{235}U were implanted in thin Al foils and method for identification using the measurement of induced radioactivity was treated. The mass distribution of fission products was determined and compared with other data published in literatures.