

Гамма идэвхжилийн аргаар нүүрсэнд элементийн агуулгыг судалсан дүн

Ц.Амартайван¹, Д.Баатархүү, Н.Гансүх, Ш.Гэрбиш
Б.Далхсүрэн, З.Дамдинсүрэн², П.Зузаан, С.Мягмарсүрэн³

Результаты исследований элементного состава углей методом гамма-активации

Представлены первые результаты исследований элементного состава углей Западной Монголии методом фото-активационного анализа на микротроне МТ-22 в центре ядерных исследований МонГУ. Показана возможность одновременного определения более 25 элементов.

Нүүрс бол эрчим хүчний гол үүсгүүр төдийгүй эрдэс баялагийн үнэт түүхий эд билээ. Нүүрсний геохимийн бүтэц, шинж чанарыг тодорхойлох, нүүрс ашиглах технологийг боловсронгуй болгох асуудалд нүүрсний эрдэс найрлагыг сайн судалсан байх ёстой юм.

Нүүрсийг их хэмжээгээр манайх түлшинд хэрэглэж байгаагаас байгаль орчныг бохирдуулах сөрөг нөлөөтэй. Үүнтэй уялдан сүүлийн жилүүдэд нүүрсний эрдэсийн найрлагыг судлах ажил дэлхийн олон улс, оронд эрчимтэй өрнөж байгаа бөгөөд ховор, үнэт элементийг ялган ашиглах, хортой хүнд металл, цацраг идэвхт элементийн агуулгыг нарийн тогтоож, хүрээлэн байгаа орчинд шаталтаас үүсэх хортой бүтээгдэхүүнийг багасгахын тулд нүүрсийг иж бүрдлээр нь судлах шаардлагатай байна.

Нүүрсний бүтэц, найрлагыг уламжлалт химийн ба оптикийн шинжилгээний аргаар судлахад зарим нэг бэрхшээлтэй тал байдаг[1]. Ер нь нүүрсэнд 50 гаруй химийн элемент байдаг нь тогтоогдсон бөгөөд үүнээс зөвхөн 12-16 элементийг тодорхойлоход уламжлалт спектр шинжилгээний аргын мэдрэх чадвар хүрдэг байна[2].

Манай орны хувьд нүүрсний орд газрын тоо олон, нөөц асар их тул цөмийн физикийн аналитик аргаар нүүрсэн дэх элементийн агуулгыг тодорхойлох оролдлого хийв.

Хөшөөт, Хар тарвагатай, Нүүрст хотгорын нүүрсний дээж дэх элементийн агуулгыг тодорхойлохын тулд гамма идэвхижлийн анализын аргыг хэрэглэв. Үүний тулд 2-3 г жинтэй нүүрсний дээжийг 35 мм голчтой, 5мм өндөр полиэтилен цилиндр саванд хийж, дээрээс нь 5-10 мкм лавсанар таглан бэлтгэж, нүүрсний стандарт 2685а, ОХУ-ын уулын чулуулгын стандарт СА-гийн хамт-ЦФСТ-ийн электроны хурдасгагч МьТ-22 -ийн [3] гамма сувгийг ашиглан хоёр хоёр цагаар ээлжлэн гамма багцын урсгалын чиглэлд нийт 4 цагаар шарав. Ээлжлэн шарах шалтгаан бол байнаас дээж холдох бүрийд тормослог цацралын эрчим сулардагтай холбоотой бөгөөд шарах дээжийн тоог стандарт дээжийн тоог оролцуулан

¹ Химийн технологийн хүрээлэн

² Физик технологийн хүрээлэн

³ МУИС-ийн Ховд хот дахь сургуулийн багш

10 байхаар авав. Нүүрстөрөгч дээр фотонейтроны урвал үүсэхгүй байхаар хурдасан электроны энергийн хамгийн их утгыг 18 МэВ-ээр сонгож авсан юм. Шарж байгаа гамма квантын урсгалын өөрчлөлтөд засвар хийхийн тулд дээж бүрийнхээ хооронд зэс ялтас тавив. Хурдасан электроны дундаж гүйдэл 12-16мкА, электроны энерги 19 МэВ. Гамма спектрийг V=53 см куб эзлэхүүнтэй цэвэр Ge детектор бүхий гамма спектрометр ашиглан хэмжилт хийв. Элементийн агуулгыг тодорхойлохдоо агуулга нь мэдэгдэж байгаа стандарт дээжтэй харьцуулах замаар олов. Шарагдсан дээжүүдээ 5 мин, 30 мин, 1 цагийн хугацаагаар гамма спектрометрээр хэд хэдэн өдөр үргэлжлүүлэн хэмжиж олон тоотой элемент тодорхойлох зорилго тавив. Хэмжилтийн алдаа 10%. Элементийн агуулгыг тодорхойлохдоо дараах томъёог ашиглав

$$C_x = C_{st} I_{x\mu_{st}} m_{st} / I_{st} \mu_x m_x \exp 0.693(\Delta t_x - \Delta t_{st}) / T_{1/2} \quad (1.)$$

C_{st} - стандарт дахь тодорхойлох элементийн агуулга (% эсвэл г/т)

m_x, m_{st} - тодорхойлох элемент ба стандарт дээжийн масс (г)

μ_x, μ_{st} - мониторийн идэвхжилээр дээж стандарт дахь гамма квантын урсгалд оруулсан засвар

$(\Delta t_{st}, \Delta t_x)$ - стандарт дээжийг хэмжиж эхлэснээс дараагийн хэмжилт хүртлэх хугацааны завсар (мин)

$T_{1/2}$ - хагас задралын үе

Идэвхжүүлэх анализын үед тухайн элементийг түүний задралын энерги, хагас задралын үеэр нь таньж эрчмээр нь уг түүнд тоон үнэлгээг өгдөг. Бид судалгааны дээжинд ($\gamma.n$), ($\gamma.p$) урвалаар үүссэн богино настай цөмийн хувьд энерги, хагас задралын үеэр нь тухайн элемент мөн эсэхийг шалган тогтоосон юм. Тухайлбал нүүрсний дээж дэх Fe, Sr-ийн хагас задралын үеийг тодорхойлоход Sr-ийн хувьд 164 мин, Fe-т 149,8 мин гэж олсон нь тэдгээрийн байх ёстой хагас задралын үетэй тохирч байсан. Элементийн агуулгыг үнэлэхийн тулд гамма шугамын талбайг S-100 болон APTEC программаар боловсруулсан. Стандарт дээжинд хийсэн шинжилгээний дүнг 1-р хүснэгтэд үзүүлэв

Дээж		Mg(г/т)	Sc(г/т)	Cs(г/т)	Ba(г/т)
CA-1	Стандарт	13200±600	19±2	6.3±1.2	1000±10
	хэмжилт	15032±1250	18.1±2.3	5.6±0.9	846±110
2685a	стандарт	1000	3.7	1.3	105
	хэмжилт	830±155	4.5±0.9	1.8±0.4	103±10

Судалгааны дээжүүдийн зарим элементийн агуулгыг 1-р томъёогоор бодсон дүнг 2-р хүснэгтэд үзүүлэв.

2-р хүснэгт

	Шивээ овоо (г/т)	Хөшөөт (г/т)	Нүүрс хотгор (г/т)	Хар тарвагатай (г/т)
Mg	2725	274	264	-
Sc	-	1.847	-	-
Cs	-	-	-	54.58
Ba	-	319	54	142
Sb	0.291	0.416	0.249	0.398

Судалгааны дээжинд илэрсэн зарим элемент харьцуулах стандарт дээжинд байхгүй байх, эсвэл стандартад байгаа элемент судалгааны

дээжинд илрэхгүй зэрэг шалтгаанаас болж цөөн хэдэн элементийн агуулгыг тодорхойлсон юм. Нүүрсний янз бүрийн орд газрын дээжинд илэрсэн тодорхойлж болох элементүүдийн энерги, харьцангуй эрчим, хагас задралын үе болон явагдах урвалыг 3-р хүснэгтийн а, б в, г, д тус тусад нь харуулав.

3-р хүснэгт (а)

элемент	Нүүрст Хотгор			
	урвал	энерги (кэВ)	$T_{1/2}$ (мин)	Талбай
Mg	$^{25}\text{Mg}(\gamma, p)^{24}\text{Na}$	1368(100)	900	0.01549
Sr	$^{88}\text{Sr}(\gamma, n)^{87m}\text{Sr}$	388(83)	168.6	1.488
Fe	$^{57}\text{Fe}(\gamma, p)^{56}\text{Mn}$	846(99)	154.6	0.09567
Zr	$^{90}\text{Zr}(\gamma, n)^{89}\text{Zr}$	909(99)	4704	0.07986
Sb	$^{123}\text{Sb}(\gamma, n)^{122}\text{Sb}$	565(63)	3861	0.08931
Ba	$^{136}\text{Ba}(\gamma, n)^{135}\text{Ba}$	268(16)	1722	0.1196
Sm	$^{154}\text{Sm}(\gamma, n)^{153}\text{Sm}$	103(29.5)	2808	0.1081

3-р хүснэгт (б)

элемент	Хөшөөт			
	урвал	энерги (кэВ)	$T_{1/2}$ (мин)	Талбай
Mg	$^{25}\text{Mg}(\gamma, p)^{24}\text{Na}$	1368(100)	900	0.01538
Sc	$^{45}\text{Sc}(\gamma, n)^{44}\text{Sc}$	1157(99.8)	235	0.01383
Sr	$^{88}\text{Sr}(\gamma, n)^{87m}\text{Sr}$	388(83)	168.6	12.82
Fe	$^{57}\text{Fe}(\gamma, p)^{56}\text{Mn}$	846(99)	154.6	0.1161
Zr	$^{90}\text{Zr}(\gamma, n)^{89}\text{Zr}$	909(99)	4704	0.2909
Sb	$^{123}\text{Sb}(\gamma, n)^{122}\text{Sb}$	565(63)	3861	0.1292
Ba	$^{136}\text{Ba}(\gamma, n)^{135}\text{Ba}$	268(16)	1722	0.6237
Sm	$^{142}\text{Ce}(\gamma, n)^{141}\text{Ce}$	145(49.5)	46800	0.7594

3-р хүснэгт (в)

элемент	Шивээ Овоо			
	урвал	энерги (кэВ)	$T_{1/2}$ (мин)	Талбай
Mg	$^{25}\text{Mg}(\gamma, p)^{24}\text{Na}$	1368(100)	900	0.1108
Ca	$^{48}\text{Ca}(\gamma, n)^{47}\text{Ca}$	1296(75)	6538	0.1511
Sr	$^{88}\text{Sr}(\gamma, n)^{87m}\text{Sr}$	388(83)	168.6	10.51
Fe	$^{57}\text{Fe}(\gamma, p)^{56}\text{Mn}$	846(99)	154.6	0.537
Zr	$^{90}\text{Zr}(\gamma, n)^{89}\text{Zr}$	909(99)	4704	0.08625
Sb	$^{123}\text{Sb}(\gamma, n)^{122}\text{Sb}$	565(63)	3861	0.68118
Sr	$^{86}\text{Sr}(\gamma, n)^{85m}\text{Sr}$	231(85)	68	0.3117
Sm	$^{154}\text{Sm}(\gamma, n)^{153}\text{Sm}$	103(29.5)	2808	0.140

элемент	Нүүрсний стандарт			
	урвал	энерги (кэВ)	$T_{1/2}$ (мин)	Талбай
Mg	$^{25}\text{Mg}(\gamma, p)^{24}\text{Na}$	1368(100)	900	0.01538
Sc	$^{45}\text{Sc}(\gamma, n)^{44}\text{Sc}$	1157(99.8)	235	0.67325
Sr	$^{88}\text{Sr}(\gamma, n)^{87m}\text{Sr}$	388(83)	168.6	11.72
Fe	$^{57}\text{Fe}(\gamma, p)^{56}\text{Mn}$	846(99)	154.6	0.3254
Zr	$^{90}\text{Zr}(\gamma, n)^{89}\text{Zr}$	909(99)	4704	0.1379
Sb	$^{123}\text{Sb}(\gamma, n)^{122}\text{Sb}$	585(63)	3861	0.1189
Ba	$^{136}\text{Ba}(\gamma, n)^{135}\text{Ba}$	268(16)	1722	0.2198
Cs	$^{133}\text{Cs}(\gamma, n)^{132}\text{Cs}$	667(65)	9317	0.059

Дүгнэлт

1. МУИС-ийн ЦФСТ-ийн микроотрон МТ-22 -ийг ашиглан анх удаа Баруун гурван аймгийн нүүрсний орд газрын дээжүүдэд Mg, Sc, Cs, Ba, Sb зэрэг элементүүдийн агуулгыг тодорхойлов.

2. Нүүрсний стандартыг шарж шинжилсэн дүн түүний аттестачлагдсан утгатай тохирч байгаа нь бидний хийсэн судалгааны хир зэрэг үнэмшилтэй болсныг харуулж байна.

3. Дөрвөн цагийн нэгэн удаагийн шаралтаар 30 орчим элементийг зэрэг тодорхойлох боломжтойн гадна эдгээр элементийг агуулсан стандартын хамт шарвал нүүрсний агуулгын талаар нарийн мэдээлэл авч болох юм.

Ашигласан ном зохиол.

1. Клер В.Р Изучение сопутствующих полезных ископаемых при разведке угольных месторождений. "Недра" М 1979.
2. Н.Содном, Ш.Гэрбиш, В.Е.Жучко, и др
Многоэлементный гамма активационный анализ углей.
Препринт ОИЯИ Дубна 18-87-406 1987г
3. С.П.Капица Микроотрон Атомиздат 1970