

ХҮРЭН НҮҮРСЭНД ЦАЦРАГ ИДЭВХИЙН
ТЭНЦВЭРИЙГ ТОДОРХОЙЛСОН НЬ

Н.Норов, Ж.Ганзориг, С.Даваа

1. УДИРТГАЛ

Дорнод монголын хүрэн нүүрсний зарим орд газрын нүүрс нь уранаар баяжсан болохыг бид судалж тогтоосон бөгөөд эдгээр орд газрын нүүрс уранаар баяжих процессын зүй тогтол, нүүрсэн дэх ураны тархалтанд үнэлгээ өгөхөд нүүрсэнд агуулагдах байгалийн цацраг идэвхт элемент уран-радийн цацраг идэвхийн тэнцвэрийн асуудал чухал юм. Уранаар баяжсан нүүрсэнд ураны бүлийн нуклидуудын хооронд цацраг идэвхийн тэнцвэр алдагдах үзэгдэл нь уран, түүний задралын бүтээгдэхүүнүүдийн шилжилт болон радийн задралаас хий байдалтай үүсэх радон алдагдах процесстэй холбоотой байж болох юм. Ураны задралын хатуу бүтээгдэхүүний шилжилт нь гол төлөв тэдгээрийн химийн шинж чанартай холбоотой байдаг бол харин радоны шилжилт хөдөлгөөн нь уулын чулуулын ан цав болон усан дуслын нүх сүвээрх хөдөлгөөнөөр тодорхойлогдох физик процесстэй холбоотой байдаг. Байгалийн цацраг идэвхит задралын бүл дэх бүтээгдэхүүний тоо хэмжээ (идэвх) нь тухайн (N_2) нуклидын өөрийн задралаар буурахын хамт анхдагч цацраг идэвхит (N_1) нуклидын задралаар нөхөгдөнө.

$$dN_2/dt = -\lambda_2 N_2 + \lambda_1 N_1$$

Хэдэн сая жилийн турш тогтсон цацраг идэвхийн тэнцвэрийн нөхцөл нь хэмжилт хийх хугацаанд $dN_2/dt = 0$ болно. Өөрөөр хэлбэл цацраг идэвхт бүлийн анхдагч нуклидын атомын тоо буурахгүй гэж үзэж болох бөгөөд

$$N_1 \lambda_1 = N_2 \lambda_2 = \dots = N_i \lambda_i \text{ буюу}$$

$$N_1/T_1 = N_2/T_2 = \dots = N_i/T_i \text{ болно.}$$

Үүнд N_i - цацраг идэвхит нуклидын атомын тоо.

λ_i - Задралын тогтмол

T_i - хагас задралын үе.

Энэхүү задралын бүтээгдэхүүн бүрийн атомын тоо ба тэдгээрийн задралын хурдны харьцаа нь задралын бүлд цацраг идэвхийн тэнцвэр тогтсон нөхцөлд биелэгдэх юм.

Цацраг идэвхийн тэнцвэрт байдлыг тоо хэмжээний хувьд тодорхойлдог хэмжигдэхүүн бол цацраг идэвхийн тэнцвэрийн коэффициент (k) юм. Цацраг идэвхит бүлийн тухайн нуклидын тоог түүний өмнөх эсвэл анхдагч (эх) нуклидын тоонд харьцуулсан харьцааг цацраг идэвхийн тэнцвэрийн коэффициент гэж нэрлэдэг. Хэрэв цацраг

идэвхийн тэнцвэр алдагдаагүй бол $k=1$ байна. Геологийн дээжний хувьд ради ураны цацраг идэвхийн тэнцвэрийн коэффициент $k = Ra/U(3.4 \cdot 10^{-7})$ -ыг гол төлөв авч үздэг.

2. ХЭМЖИЛТИЙН ҮР ДҮН

Цацраг идэвхийн тэнцвэрт байдлыг гамма спектрометрээр судлахад ураны задралын бүлийн гамма цацрагийг хэмжиж уран-ради, ради-радоны (түүний задралаар үүсэх богино наст бүтээгдэхүүн) цацраг идэвхийн тэнцвэрийг хэмжих арга зүйг боловсруулах асуудал чухал юм. Судалж буй дээжээ битүүмжлэн ради-радоны бүтээгдэхүүнээс гарах гамма цацрагийн эрчимээр тодорхойлж болдог боловч радоны хагас задралын үе 3.8 хоног учир цацраг идэвхийн тэнцвэрт оруулахын тулд удаан (30 хоног) хүлээх шаардлага гардаг. Иймээс бидний боловсруулсан уран радийн нийлбэр 186 КэВ шугамын хүндийн төвийн шилжилтээр цацраг идэвхийн тэнцвэрийг тодорхойлдог аргаар [3] судалгаа хийв. Энэ арга нь ураны сондгой нейтронтой изотоп U-235-ын задралаас үүсдэг 185,75 КэВ-ийн энергитэй гамма квант, ураны тэгш нейтронтой U-238-ын удам Ra-226-ийн задралаас үүсдэг 186,10 КэВ энергитэй гамма квантын эрчимийн харьцааг шууд хэмжих боломж олгодог юм.

Адуунчулуун, Багануурын орд газрын нүүрсний өнгөн давхаргын захын исэлдсэн хэсгийн дээжинд уран, радийн агуулга харьцангуй их байдгийг бид урьд хийсэн судалгаагаар тогтоосон юм [1, 2].

Энэ зүй тогтлыг судлах зорилгоор дээрх орд газруудын исэлдсэн нүүрснээс ялан авсан гумины хүчил болон үлдэгдэлд цацраг идэвхт элементүүдийн агуулгыг тодорхойлсон дүнг 1, 2-р хүснэгтэд үзүүлэв.

1-р хүснэгт

Адуунчулуун, Багануурын исэлдсэн нүүрсэнд
байгалийн цацраг идэвхийн тэнцвэрийг
судалсан дүн

Дээж	Хувийн идэвх, Бк/кг			Элементийн агуулга, г/т		Цацраг идэвхийн тэнцвэр, U/Ra
	U-238	Ra-226	Th-232	U	Th	
Багануур: исэлдсэн нүүрс	1726	206	-	138	-	8.4
Гумины хүчил	161	161	21	13	5.2	1.0
Үлдэгдэл	1620	167	-	129	-	9.7
Адуунчулуун: исэлдсэн нүүрс	1962	79	32	77	8.1	12.1
Гумины хүчил	162	154	11	13	2.7	1.1
Үлдэгдэл	848	14710	10	68	2.5	5.8

Нүүрсний дээжийг 1 цаг хэмжихэд хэмжилтийн алдаа ураны хувьд 10%, торийн хувьд 15% байв. Дээжийг хэмжих хугацааг уртасгаж хэмжилтийн алдааг багасгаж болно.

2-р хүснэгт

Багануурын нүүрс, түүнээс ялгаж авсан
гумины хүчил ба үлдэгдлийн цацраг идэвхийг
судалсан дүн

Дээж	Хувийн идэвх, Бк/кг			Элементийн агуулга			Цацраг идэвхийн тэнцвэр, U/Ra
	U-238	Ra-226	Th-232	U, г/т	Th, г/т	k, %	
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Исэлдсэн нүүрс	145.2	35.8	750.0	19.6	8.8	2.5	1.6
а) Гумины хүчил	104.6	19.2	360.0	26.4	4.7	1.2	3.1
б) Үлдэгдэл	22.4	34.0	1206	3.2	8.3	4.0	1.8

1	2	3	4	5	6	7	8
2. Анхдагч нүүрс	115.3	16.4	308.1	22.2	4.0	1.0	2.4
а) Na-гумат	189.4	12.1	120.5	15.9	3.0	4.0	1.0
б) K-гумат	97.4	15.7	365.8	12.6	3.8	12.8	1.6
3. Исэлдсэн нүүрс	106.9	26.4	367.6	20.1	6.5	1.2	2.3
а) Na-гумат	216.1	23.5	550.0	15.9	5.8	1.8	0.9
б) K-гумат	72.7	31.2	391.3	15.8	7.6	13.1	2.4
в) Гумат	59.1	13.2	637.5	10.5	3.2	2.1	2.2

Хүрэн нүүрснээс шүлтийн сул уусмалаар хандлаж, хүхрийн хүчил нэмэх үед шүлтийн хандаас тунадас хэлбэрээр унадаг хэсгийг гумины хүчил (органик нэгдэл) гэдэг. Харин хүчлийн шүлтлэг хандыг зайлуулсны дараах органик бодисын үлдэгдлийг гуматад хамааруулав.

Нүүрсний органик нэгдэл, эрдэсийн бүрэлдэхүүний алинтай нь уран холбоотой болохыг тогтоохын тулд судалж байгаа дээжүүдийг массын нягтаар 1.6 г/см^3 -ээс их буюу бага гэж бүлэглэв. Тэгвэл нүүрсний хөнгөн жинтэй бүлэг ($\rho < 1.6 \text{ г/см}^3$)-т байгаа уран нь нүүрсний органик нэгдэлтэй холбоотойг, хүнд бүлэг ($\rho > 1.6 \text{ г/см}^3$)-т байгаа уран нь энэ хэсэгт өөрийнх нь эрдэс байгааг тус тус харуулж байна. Уран нь нүүрсний органик ба эрдэсийн бүрэлдэхүүний аль алинд байгаа болох нь 3-р хүснэгтээс харагдаж байна.

3-р хүснэгт

Нүүрсний бүрэлдэхүүн дэх
ураны тархалт

Дээж	Хувийн идэвх, Бк/кг		Элементийн агуулга, г/т		Цацраг идэвхийн тэнцвэр, U/Ra
	Ra-236	Th-232	U	Th	
1. Багануур:					
а) $\rho < 1.6 \text{ г/см}^3$	240.5	19.8	64.3	4.9	3.4
б) $\rho > 1.6 \text{ г/см}^3$	460.1	9.8	88.7	2.4	2.4
2. Адуунчулуун:					
а) $\rho < 1.6 \text{ г/см}^3$	761.4	23.3	131	5.7	2.2
б) $\rho > 1.6 \text{ г/см}^3$	3701	9.8	583	2.4	2.0

3. ДҮГНЭЛТ

1. Энд судлагдсан орд газруудын исэлдсэн хүрэн нүүрсэнд уран ба түүний задралын бүтээгдэхүүний хооронд цацраг идэвхийн тэнцвэр алдагдсан бөгөөд ураны илүүдэлтэй байна. Энэ нь нүүрс уранаар баяжих процесс нь нүүрс үүсэж бий болсны дараа явагдаж ирсэн буюу одоо ч үргэлжилж байгааг харуулж байна.

2. Исэлдсэн нүүрснээс ялган авсан гумины хүчил дэх ураны хэмжээ 13-28 г/Т хязгаарт тогтмол ханасан төлөвтэй байгаа ба уран радийн цацраг идэвхийн тэнцвэр алдагдаагүй буюу зарим нэг дээжинд радийн илүүдэлтэй байгаа нь харатгаж байна.

3. Багануур, Адуунчулууны уран агуулсан нүүрсний дээжинд хийсэн судалгааны дүнгээс үзэхэд Багануурын нүүрсний органик болон эрдсийн бүрэлдэхүүнтэй бүлгийн аль алинд нь уран жигд тархсан байна. Харин Адуунчулууны нүүрсний 1.6 г/см³-ээс их нягттай бүлэгт уранг хэмжээ анхдагч нүүрснийхээс 5 дахин илүү баяжсан нь харатгаж байна. Энэ нь уран хөрсний уснаас нүүрсэнд шингэн үлдэж нүүрсжих процессын явцад ураны исэл буюу минерал үүсжээ гэж үзэж болох юм.

4. Эрдэсийн бүрэлдэхүүн (1.6 г/см³-ээс их нягттай бүлэг) дэх радийн хэмжээ нь нүүрсний нягт багатай бүлэг-органик нэгдэлийнхээс 2-4 дахин их байгаа нь ради нүүрсний шаварлаг бүрэлдэхүүнд шингэж ордогтой холбоотойг нотолж байна.

A STUDY OF RADIOACTIVITY EQUILIBRIUM IN BROWN COALS.

N.Norov, J.Ganzorig, S.Davaa

This work presents the results of measurements of radionuclide concentrations and radioactivity equilibrium in brown coals of the eastern part of Mongolia.

Using the gamma spectrometry method based on high-purity germanium (HP Ge) detectors, it has been found that U/Ra equilibrium is significantly disturbed ranges from 1.4-15 in brown coal samples.

The mechanism of formation of equilibrium ratios between Natural Radioactive elements in Uranium-containing coal samples are considered.

The results obtained can contribute to the overall picture of studies on the significance of organic matters (humus and humic acids) in the geochemical enrichment of uranium.

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ

1. Н.Норов, Б.Далхсүрэн, О.Отгонсүрэн
Багануурын нүүрсэн дэх ураны хэмжээг цөмийн физикийн аргаар судалсан тухай.
Шинжлэх ухааны Академийн мэдээ, 1991 №1, х.7-11.
2. Н.Норов
Адуунчулууны нүүрс, Чойбалсан хотын цахилгаан станцын үнс, шаарны цацраг идэвх.
"Чойбалсан хотын байгаль орчныг хамгаалах асуудал"
Оюу практикийн бага хурал. 1991. Чойбалсан. х.33-36.
3. D.Chultem, N.Norov, J.Ganzorig and N.Gansukh
A study of Uranium/Radium Disequilibrium by the Spectral Line Centroid Expansion Method.
Nuclear Geophysics, 1991. Vol.5, №4, pp.541-54