



## Бодончийн голын гялтгануурын найрлага, шинж чанарын судалгаа

Ц.Золзаяа\*, Г.Оюун-Эрдэнэ, Ж.Тэмүүжин

Шинжлэх ухааны академи, Хими, химийн технологийн хүрээлэн, Улаанбаатар 13330, Монгол улс

\*E-mail: ts.zolzayaa@yahoo.com

Хүлээн авсан: 21.10.2019

Хяналтанд: 23.10.2019

Хэвлэлтэнд авсан: 14.11.2019

**Хураангуй:** Монгол оронд гялтгануурын орд газрууд цөөнгүй байдаг хэдий ч гялтгануурын нөөцийг нарийвчлан тогтоож, химийн найрлага болон эрдэс зүйн судалгааг хийсэн дорвитой судалгааны ажил төдийлөн байхгүй байна. Бид энэхүү судалгааны ажилдаа Ховд аймгийн, Алтай сумын Бодончийн голын гялтгануурын ордын ил газрын гадарга (гялтгануур-1) болон гүнийн (гялтгануур-2) гэсэн хоёр дээжийг сонгон авч шинж чанар, эрдэс бүрдэл зэргийг нарийвчлан судаллаа. Энэхүү судалгааны ажлын гол ач холбогдол нь өөрийн орны шаварлаг эрдсийг ашиглан шинэ материал гарган авах буюу өөрөөр хэлбэл, шаварлаг эрдсийг янз бүрийн нөхцөлд хүчлийн уусгалтанд оруулан нано нүх сүвэрхэг материал гарган авах ажлын үндсэн суурь судалгааны материал болох юм.

Гялтгануурын дээжнүүдийн химийн найрлагыг рентгенфлуоросценц (XRF), эрдсийн найрлагыг рентгендиффрактометр (XRD), функциональ бүлгүүдийг нил улаан туяаны спектроскопийн арга (FTIR) болон нунтгийн хувийн гадаргуугийн талбайг багажит шинжилгээний аргаар (BET) тус тус тодорхойллоо.

Химийн найрлагын хувьд гялтгануур-1 дээжинд цахиурын оксид 45.68%, хөнгөнцагааны оксид 31.22%, гялтгануур-2 дээжинд цахиурын оксид 45.2%, хөнгөнцагааны оксид 38.5% тус тус агуулагдаж байна. Мөн бага хэмжээний төмөр болон магни агуулсан байгааг тогтоолоо. Дээжнүүдийн хувийн гадаргуугийн талбай 13.11 - 14.65 м<sup>2</sup>/г байна. Гялтгануурын эрдсийн найрлагын судалгаагаар дээрхи 2 дээжинд голлон мусковитын (KAl<sub>2</sub>(AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>)(OH)<sub>2</sub>) төрлийн эрдэс байгааг тогтоолоо.

**Түлхүүр үг:** гялтгануур, мусковит, шаварлаг эрдэс, биотит .

### ОРШИЛ

Шаварлаг чулуулаг нь түгээмэл тархацтай байгалийн эрдэс түүхий эдийн ангилалд багтах ба түүний эрдэс зүй болон физик химийн шинж чанараас хамаарч барилгын болон сантехникийн керамик эдлэл, барьцалдуулагч материалын үйлдвэрлэл, гоо сайхны бүтээгдэхүүн зэрэг үйлдвэрлэлийн бүхий л салбарт ашиглаж ирсэн түүхтэй. Технологийн дэвшлийн эрин үед шаварлаг эрдсийн үйлдвэрлэлийн хэрэглээ нь нанотехнологийн түвшинд хүрсэн явдал түүний кристалл бүтцийн онцлогийг нарийвчлан судлаж тогтоосонд оршино [1].

Шаварлаг эрдсийг хүчлийн уусгалтанд оруулснаар ихэвчлэн аморф цахиурын оксид үүсдэг. Гэвч, ижил төрлийн шаварлаг эрдсийн урвалын бүтээгдэхүүний химийн найрлага нь агуулагдаж буй хольцоосоо хамаардаг [2]. Гялтгануур байгаль дээр талст байдлаар нилээд элбэг тохиолдоно. Гялтгануурын бүлэгт байгаль дээр тархсан төрөл бүрийн найрлагатай гялтгануурууд орно. Үүнд, кали ба натритай гялтгануур (мусковит) KAl<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>], төмөр, магнитай гялтгануур K(Mg,Fe)<sub>3</sub>(OH,F)<sub>2</sub>, лититэй

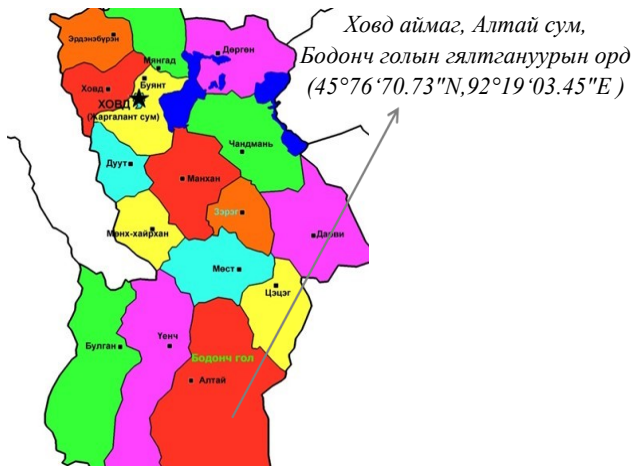
гялтгануур (лепидолит) KLi<sub>1.5</sub>(F,OH)<sub>2</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>], цинвальдит KLiFeAl(AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>) зэрэг багтдаг [3]. Гялтгануурын талст бүтэц нь монтмориллониттэй төстэй боловч силикатын үеүд эмх замбараагүй байрласан, үеүдийн завсар хооронд бага хэмжээний ус агуулагдсан байдгаараа ялгаатай юм [4]. Эрдсийн химийн найрлага нь түүний бүтэц болон цаашлаад хүчилтэй урвалд орох чанарыг тодорхойлдог. Гялтгануурын үелсэн бүтэц буюу 2:1 харьцаатай байдаг ба 2:1 үелсэн торон бүтэцтэй эрдэсүүд ерөнхийдөө гадаргуугын талбай их цахиурын оксидыг үүсгэдэг. Учир нь тетраэдр үеийн цахиурын оксид хүчлийн уусалтанд илүү тэсвэртэй байдаг [5]. Мусковит нь ерөнхийдөө хуудаслаг үелсэн бүтэцдээ кали агуулсан мөн октаэдр болон тетраэдр бүтэцдээ цахиур ба хөнгөнцагаан агуулсан байдлаар тохиолддог [6].

Энэхүү судалгааны ажлын зорилго нь шаварлаг эрдэс болох гялтгануурын хими болон эрдэс зүйн найрлагыг нарийвчлан судалж үнэлэлт дүгнэлт өгөх явдал юм. Монгол орны гялтгануурын эрдсийг химийн боловсруулалтанд оруулж, нүх сүвэрхэг материал гарган авсан судалгааны ажил одоогоор

хийгдээгүй байгаа тул энэхүү ажил нь гялтгануурын эрдсийг хүчлийн уусгалтанд оруулж, нүх сүвэрхэг материал гарган авах технологийн судалгааны үндсэн суурь судалгааны материал болно.

### СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ, АРГА ЗҮЙ

Ховд аймгийн Алтай сум нь нийслэл Улаанбаатар хотоос 1750 км, зайтай оршдог. Бодончийн голын гялтгануурын ордын геологийн судалгааг анх 1972



Зураг 1. Алтай сум, Бодонч гол

онд хийж байсан бөгөөд энэхүү судалгаагаар гялтгануурын найрлага дахь мусковитын эзлэх хувь зэргээс хамааран 4 бүлэгт хуваасан байна. Үүнд: мусковит 80-100%, биотит-мусковит 50-80%, мусковит-биотит 20-50%, биотит -0-20% [7].



Зураг 2. Бодонч голын гялтгануурын гадаад байдал

Ховд аймгийн Алтай сумын Бодонч голын (Зураг 1) гялтгануурын ордын дээж (Зураг 2)-ээс авч химийн найрлагыг рентгенфлуоросценцын (XRF), эрдэсийн найрлагыг рентген диффрактометр (MAXima\_X XRD-7000) болон нил улаан туяаны спектрометр (IRPrestige-21), гадаргуугийн талбайг (BET) тус тус

Хүснэгт 1. Гялтгануурын бүлгийн эрдсийн химийн найрлага, % [2]

№	Эрдсүүд	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	K <sub>2</sub> O
1	Мусковит	45.2	38.5	-	-	11.8
2	Парагонит	47.1	40.1	-	-	-
3	Биотит	32.83-44.94	9.43-31.69	0.13-27.6	0.28-28.34	6.18-11.43
4	Депидолит	46.9-60.6	11.33-28.8	-	-	4.82-13.85
5	Цинвальдит	41.6-46.74	19.61-25.7	-	-	2.86-4.55
6	Росколит	49.88	9.61	-	-	-



Зураг 3. Ил газраас авсан дээж (2018 он)



Зураг 4. Гүнээс авсан дээж (2019 он)

тодорхойлсон. 2018 онд Бодончийн ордын ил газраас авсан гялтгануур-1 (Зураг 3) дээж, 2019 онд далд буюу 10м орчим гүнээс гаргаж авсан гялтгануур-2 (Зураг 4) дээжүүдийг харьцуулж судалгаа явууллаа. Гялтгануурын эрдэс нь хуудаслаг үелсэн бүтэцтэй байдаг тул ган бөмбөлөг, чичиргээт тээрэмд (ВМЦ-3), нунтаглаж 1 мм шигшүүрээрээ нэвтэрсэн дээжийг судалгаанд ашиглалаа.

### ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

#### Химийн судалгаа

Гялтгануурын эрдсүүдийг химийн найрлагаар нь дотор нь 6 бүлэгт хуваадаг бөгөөд энэхүү ангилалыг Хүснэгт 1-д [3], Бодончийн голын гялтгануур-1 болон 2 дээжний химийн найрлагын дүнг Хүснэгт 2-т тус тус үзүүлэв.

Гялтгануурын дээжнүүдийн химийн найрлагыг, гялтгануурын эрдсийн химийн найрлагаар нь ангилсан Хүснэгт 1-тэй [3] харьцуулж харууллаа. Хүснэгт 2-оос харахад, гялтгануур-1 дээжинд цахиурын оксид (SiO<sub>2</sub>) 45.68%, хөнгөнцагааны оксид (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 31.22% тус тус агуулагдаж байна. Мөн бага хэмжээний төмөр болон магни агуулсан бол гялтгануур-2 дээжинд цахиурын оксид (SiO<sub>2</sub>) 45.2%, хөнгөнцагааны оксид (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 38.5% тус тус агуулагдаж байна. Хүснэгт 1-тэй харьцуулахад, бидний сонгож авсан 2 дээж мусковитын төрлийн гялтгануурын төрөлд багтаж байна. Нүх сүвэрхэг материалын шингээлтийн багтаамжийг үнэлэх чухал үзүүлэлт бол хувийн гадаргуугийн талбай юм [8]. Шаварлаг эрдэс болох монтмориллонитын шаврын хувийн гадаргуугийн талбай 31.3 м<sup>2</sup>/г байсан бөгөөд 2 М (молийн) давсны хүчилд (HCl) - д 80°C-ийн температурт уусгахад дараа 93.9 м<sup>2</sup>/г нэмэгдэж байсан байна [2]. Гялтгануурын дээжнүүдэд урвалын идэвхтэй хэсгийн хэмжээ ямар хэмжээнд байгааг гаргах зорилгоор нунтаглаж бэлтгэсэн дээжний хувьд хувийн гадаргуугийн талбайг тодорхойлж

**Хүснэгт 2. Гялтгануурын химийн найрлага (XRF, 2019)**

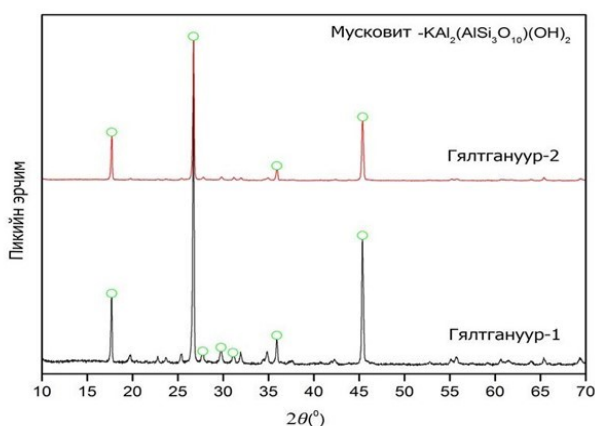
Дээж	Элементийн агуулга, %					Гадаргуугийн талбай, м <sup>2</sup> /г
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	K <sub>2</sub> O	
Гялтгануур-1	45.68	31.22	4.16	1.27	10.51	14.65
Гялтгануур -2	44.8	38.5	3.17	0.31	10.31	13.11

үзэхэд гялтгануур -1 дээжний хувийн гадаргуугийн талбай 14.65 м<sup>2</sup>/г, харин гялтгануур -2 дээжний хувийн гадаргуугийн талбай нь 13.11 м<sup>2</sup>/г байна.

**Эрдэс бүрдэлийн судалгаа**

Гялтгануурын эрдсийн найрлагыг тогтоох зорилгоор рентгендифракцийн судалгааг хийхэд голлох эрдэс нь мусковит (KAl<sub>2</sub>(AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>)(OH)<sub>2</sub>) эрдэс болохыг тогтоолоо (Зураг 5). Мусковитын эрчмүүд нь 2q = 20.856, 26.638, 36.541, 39.466, 45.79° шугамууд дээр голлон илэрдэг байна [9]. Манай 2 дээжний хувьд мусковитын эрчмүүд нь 2q = 17.76, 19.65, 19.87, 22.79, 23.65, 26.79, 45.42° шугамууд дээр тодоор илэрсэн. Өөрөөр хэлбэл, Бодонч голын ордын

бүтцийн нэгжүүд, функциональ бүлгүүдийг тодорхойлох боломжтой байдаг [10]. Хэвлэлийн материалаас үзэхэд, цахиурын бүлэг нь 1100-900, 830-740, 500-400 см<sup>-1</sup>, карбонатын бүлэг нь 1500-1400 см<sup>-1</sup>, гидроксилын бүлэг нь 3450, 1650 см<sup>-1</sup> мужуудад тод илэрдэг байна [11]. НУТ-ны спектроскопийн үзүүлэлтийг Хүснэгт 3-д үзүүлэв. Мөн гялтгануурын нил улаан туяаны нэвтрүүлэлтийн эрчмийн үр дүнг Зураг 6-д үзүүлэв. Хүснэгт 3-аас үзэхэд ОН бүлгээс үүсэх шингээлтийн зурвас нь зөвхөн валентын хэлбэлзэлд хамаарах ба 3500-3200 см<sup>-1</sup> долгионы тооны мужид илэрнэ. Усны молекул нь 3500-3200 см<sup>-1</sup> ба 1650-1620 см<sup>-1</sup> долгионы тоонд харгалзах мужид шингээлтийн

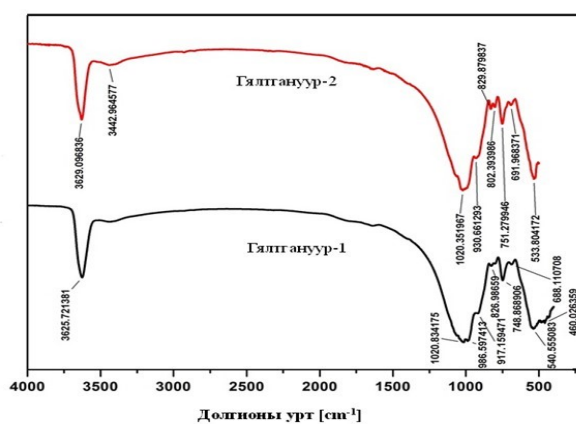


**Зураг 5. Гялтгануурын дээжнүүдийн эрдэс бүрдэл.**

гялтгануурын дээжний химийн болон эрдсийн найрлагын шинжилгээний дүнгүүдээс үзэхэд, уг судалгаанд авсан дээж нь мусковитын эрдэс зонхилсон, цахиурын оксидын агууламж багатай шаварлаг эрдэс болох нь харагдаж байна.

**Нил улаан туяаны (НУТ) спектрийн судалгаа**

Оптикийн спектроскопийн олон төрлүүдээс орчин үед судлаачдын өргөн хэрэглэдэг арга нь НУТ-ны спектроскопийн арга юм. Энэ аргаар тухайн бодисын төлөв байдал, хэмжээнээс үл хамааран



**Зураг 6. Гялтгануурын дээжнүүдийн НУТ-ны спектрометрийн бичлэг.**

зурвас ажиглагдана. Хүчилтөрөгчийн атомууд хоёр цахиурын атомын хооронд гүүрэн Si-O-Si холбоосоор эсвэл нэг атомтой төгсгөлийн Si-O холбоосоор холбогдсон байж болно. Тухайлбал, 1090-990 см<sup>-1</sup> долгионы тоонд харгазах зурвасууд нь Si-O-Si(Al) гүүрэн холбоосын валентын хэлбэлзлийг илэрхийлнэ. 750-550 см<sup>-1</sup> долгионы тоонд харгазах сул шингээлтийн зурас нь тетраэдр ба октаэдр бүтэцтэй Si-O-Si(Al) холбоос буйг үзүүлнэ. Al-O холбоосыг Si-O холбоостой харьцуулахад илүү урт,

**Хүснэгт 3. Гялтгануурын дээжнүүд болон НУТ-ны спектрийн зурвасын үзүүлэлтүүд**

Давтамж (см <sup>-1</sup> )	Хэлбэлзлийн төрөл
3500-3000	Валентын хэлбэлзэл (-ОН, НОН)
1650-1620	Деформацийн хэлбэлзэл (НОН)
1090-900	Тэгш хэмгүй валентын хэлбэлзэл (Т-O-Si, Т=Si эсвэл Al)
750-550	Тэгш хэмтэй валентын хэлбэлзэл (Si-O-Si, Al-O-Si)
470-430	Деформацийн хэлбэлзэл(Si-O-Si, Si-O-Si)

сул тул түүний бат бэх 1.5-1.7 дахин бага байна. Si-O бүлгийн НУТ-ны шингээлтэнд 1090-900 см<sup>-1</sup> долгионы тооны мужид орших валентын хэлбэлзлийн зурвасууд хамаарна.

Зураг 6-аас харахад гялтгануур -1 болон гялтгануур-2 дээжний хувьд 986.59, 1020.83 см<sup>-1</sup> болон 930.66, 1020.35 см<sup>-1</sup> долгионы тооны мужид илэрсэн шингээлтийн зурвасууд нь төрөл бүрийн силикат ба алюмосиликатын болон аморф фазын ердийн орто ба диортосиликатын анионуудын Si-O гүүрэн бус холбоосын валентын хэлбэлзлийг үзүүлж байна. Мөн (450.03, 476.90, 533.80, 540.56, 668.11, 671.97, 748.87 см<sup>-1</sup>) кварц болон Si-O-Si(Al) холбоос байгааг илэрхийлж байна. 3625.72 болон 3620.09 см<sup>-1</sup> долгионы тооны мужийн шингээлтүүд нь ОН бүлгийн валентын хэлбэлзэлд хамаарч байна.

### ДҮГНЭЛТ

Гялтгануур -1 дээжинд цахиурын оксид (SiO<sub>2</sub>) 45.68%, хөнгөнцагааны оксид (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 31.22%, калийн оксид (K<sub>2</sub>O) 10.51% тус тус агуулагдаж байна. Мөн бага хэмжээний төмөр болон магни өөртөө агуулсан бол гялтгануур -2 дээжинд цахиурын оксид (SiO<sub>2</sub>) 45.2%, хөнгөнцагааны оксид (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 38.5%, калийн оксид (K<sub>2</sub>O) 10.31% тус тус агуулагдаж байгаа бөгөөд гялтгануурын төрлийн эрдсийн химийн найрлагатай харьцуулж үзэхэд мусковитын төрлийн шавар болохыг тогтоов.

Судалгаанд авсан нунтаглан гялтгануур -1 дээжний хувийн гадаргуугийн талбай нь 13.11 м<sup>2</sup>/г, гялтгануур -2 дээжний хувьд 14.65 м<sup>2</sup>/г байгаа нь дараагийн уусгалтын туршилтанд тохиромжтой гэж үзэж байна.

Рентгенфазын шинжилгээгээр гялтгануурын дээж нь мусковит (KAl<sub>2</sub>(AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>)(OH)<sub>2</sub>) эрдэс болохыг тогтоосон нь өмнөх химийн найрлагын судалгааны дүнг баталж байна.

Гялтгануур -1 болон гялтгануур -2 дээжний хувьд 986.59, 1020.83 см<sup>-1</sup> болон 930.66, 1020.35 см<sup>-1</sup> долгионы тооны мужид илэрсэн шингээлтийн зурвасууд нь төрөл бүрийн силикат ба алюмосиликатын болон аморф фазын ердийн орто ба диортосиликатын анионуудын Si-O гүүрэн бус холбоосын валентын хэлбэлзлийг үзүүлж байна. Мөн (450.03, 476.90, 533.80, 540.56, 668.11, 671.97, 748.87 см<sup>-1</sup>) кварц болон Si-O-Si(Al) холбоос байгааг тогтоолоо.

### ТАЛАРХАЛ

Боловсрол, Соёл, Шинжлэх Ухаан, Спортын Яамны захиалгаар, Шинжлэх Ухаан, Технологийн сангийн санхүүжилтээр 2019-2021 оны хооронд хэрэгжиж буй “Нано бүтэцтэй функциональ материалыг эрдэс түүхий эдээс нийлэгжүүлэх судалгаа болон хэрэглээ” сэдэвт суурь судалгааны төслийн хүрээнд энэхүү судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэв.

### АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. Б. Намжилдорж. (2018). Монгол орны шаварлаг түүхий эдийн судалгаа, туршилт боловсруулалт, *ШУТИС-ийн хэвлэх үйлдвэр*, Улаанбаатар.
2. J. Temuujin, Ts. Jadambaa, G. Burmaa, Sh. Erdenechimeg, J. Amarsanaa, K.J.D. MacKenzie (2004) Characterisation of acid activated montmorillonite clay from Tuulant (Mongolia). *Ceramics International*. 30. p. 251-255
3. С. Дашдаваа, Л. Жаргал. (2000) Эрдэс чулуулаг ба судлал, *ШУТИС-ийн хэвлэх үйлдвэр*. Улаанбаатар.
4. K. Lammers, M.M. Smith A. Carroll. (2017). Muscovite dissolution kinetics as a function of pH at elevated temperature. *Chemical Geology*. 4. p. 149-158.
5. K.J.D. MacKenzie, K. Okada, J. Temuujin. (2004) Nanoporous inorganic materials from mineral templates. *Current Applied Physics*. 4. p. 167-170.
6. Б. Намжилдорж, (2017) Монгол орны шаварлаг чулуулаг, *ШУТИС-хэвлэх үйлдвэр*. Улаанбаатар.
7. Министерство общественной безопасности монгольской народной республики Геолого-промышленная оценка бодончинеского месторождения мусковита - Том 1. 1972 год. Уланбатор.
8. J. Luo, T. Jiang, (2017) Porous Materials from Thermally activated Kaolinite: Preparation, Characterization and Application. *Materials*. 10. p. 647.
9. A.V. Chichagov, (1990) Information-Calculating System on Crystal structure data of minerals (MINCRYST), *Кристаллография*. 35(3). p. 610-616.
10. Д. Монхообор, Г. Батчимэг, (2009) Молекулын бүтэц ба спектроскопи, *БИТПЕСС ХХК*. Улаабаатар.
11. И.И. Плюснина, (1977) Инфракрасные спектры минералов, *Изд-во Моск.ун-та*. с. 137-139.

## Characterization of mica from bodonchiin gol deposit (mongolia)

Ts.Zolzaya\*, G.Oyun-Erdene, J.Temuujin

*Institute of Chemistry and Chemical Technology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar 13330, Mongolia*

\*E-mail: ts.zolzayaa@yahoo.com

---

Хүлээн авсан: 21.10.2019

Хяналтанд: 23.10.2019

Хэвлэлтэнд авсан: 14.11.2019

---

**Abstract:** Although there are many mica deposits in Mongolia, there is no substantial study of the composition of the mica and the chemical composition and on their utilization. In this work, we characterized the minerals composition of two different samples which was located on the surface (mica-1) and in 10 m depth from the surface (mica-2) of the Bodonchin river deposit from Altai sum, Khovd province (Mongolia). The main objective of this research work was to prepare nanoporous materials from clay minerals by a different acid leaching condition. In order to evaluate the leaching characteristics, the chemical composition, mineral composition, bonding characteristics and specific surface area of mica samples were determined by X-ray fluorescence, X-ray diffractometer, FTIR and BET method, respectively. The main chemical composition of mica sample-1 consists of silicon dioxide 45.68%, and aluminum oxide 31.22%, potassium oxide 10.51% while mica sample-2 contains silicon dioxide 45.2%, and aluminum oxide 38.5%, potassium oxide 10.31%, respectively. These samples also contained the lesser amount of iron and magnesium. The specific surface areas vary from 13.11 to 14.65 m<sup>2</sup>/g. The main mineral compound of both mica samples was muscovite (KAl<sub>2</sub>(AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>)(OH)<sub>2</sub>). There is negligible influence of the sample's location on the chemical and mineralogical compositions of the mica.

**Keywords:** mica, muscovite, clay minerals, biotite.

---

© The Author(s). 2019 **Open Access** This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

DOI: <https://doi.org/10.5564/bicct.v0i7.1269>