



## МОНГОЛ ОРНЫ ХАЙЛУУР ЖОНШ ДЭЛХИЙН ЗАХ ЗЭЭЛД ГАРАХДАА ЯМАР ТЕХНОЛОГИОР БОЛОВСРОГДОН ГАРДАГ ТАЛААР

**Б.Нямдаваа, С.Баяраа**

*Эрдэс боловсруулалтын технологийн хүрээлэн, ШУА  
Цахим шуудан: narsar54@yahoo.com, s.bayar9@gmail.com*

### **Хураангуй**

*Судалгааны энэхүү өгүүлэлд хайлуур жоншны хэрэглээ, зах зээл, Монгол орны хайлуур жоншны баяжуулалтын арга хэв маяг, төлөөлөл болгож Хэнтий аймгийн Бор-Өндөр суманд орших “Хүдрийн биет 16-3” ордын дээжинд баяжигдах чанарын судалгаа явуулан үр дүнг оруулав.*

*Түлхүүр үг. Хайлуур жоншны орд, баяжуулалт, боловсруулалт, металл авалт-ε, агуулга-β, гарц-γ*

### **ОРШИЛ**

Манай улс хайлуур жоншны арвин их нөөцтэй хэдий ч эцсийн бүтээгдэхүүн болгон орчин үеийн технологиор боловсруулж нэмүү өртөг шингээн олон улсын зах зээлд гаргаж чадахгүй байна. Өөрөөр хэлбэл гар аргаар ялган түүхийгээр нь экспортлож байгаа нь тухайн хайлуур жоншийг үнэлүүлэх чадамж нь муу байгаа юм. Монгол орны зүүн урд хэсгээс эхлэн Хэнтий аймгийг дайран хайлуур жоншны томоохон бассейн (илэрц) байдаг бөгөөд энэ бүсэд жоншны баяжмалыг үйлдвэрлэлийн түвшинд боловсруулан гаргаж байгаа үйлдвэр Бор-Өндрийн уулын баяжуулах үйлдвэрээс өөр үйлдвэр одоог хүртэл ажиллаагүй байгаа нь экспортын жонш хямд үнээр гарж байгааг илэрхийлж байна. Ирээдүйд жоншны ордуудыг даган баяжуулах үйлдвэрүүд баригдан ажиллахаар төсөл боловсрогдон эхнээсээ барилын ажилаа эхлүүлж байгаа нь сайшаалтай юм. Бор-Өндөр, Дорноговийн бүсийн жонш олборлогчид агуулга хөөн сорьцлон олборлож байгаа нь ирээдүйд жоншны нөөцийг бууруулж болзошгүй байна. Мөн

үлдсэн бага агуулгатай жоншны хүдрийг дараа нь олборлон баяжуулахад хүндрэлтэй байх болно. Иймд энэ бүс газар жонш баяжуулах бага оврын үйлдвэрүүд баригдаж жонш олборлогчид бага агуулгатай хайлуур жоншийг баяжуулах нь эдийн засаг хувьд өгөөжтэй алхам юм.  $\text{CaF}_2$  –ийн агуулгаар нь хайлуур жоншийг зэрэглэн (1-р хүснэгт) үзэж зах зээлд борлуулдаг байна.

### **Хайлуур жоншны үйлдвэрлэл, хэрэглээ.**

1868 оны үеэс энэхүү эрдсийг дэлхий нийтээрээ “Fluorite” хэмээн нэрлэх болсон бөгөөд энэ нь Латин хэлний “Fluere” буюу “урсах” гэсэн үгнээс гаралтай. Тухайн үеэс жоншийг гоёл чимэглэл, гар урлал, засал чимэглэлд хэрэглэхээс гадна ган хайлуулахдаа шингэрүүлэгч болгон хэрэглэж байжээ. Хайлуур жоншны найрлагын 51.1 хувийг кальци (Ca), 48.9 хувийг фтор (F) бүрдүүлдэг, метал бус эрдэс юм. 19-р зуунд ган хайлуулахад хайлуур жоншийг өргөн хэрэглэдэг байсан бол өнөө үед гангийн буюу төмрийн хайлш бэлтгэх, хөнгөн цагааны үйлдвэрлэл, гагнуурын электродын бүрхүүл, гангийн цутгуур, цементийн үйлдвэр, тусгай зориулалтын оптик шил үйлдвэрлэх, фторт устөрөгчийн



хүчил болон бусад фторт нэгдлүүдийг гарган авахад ашиглаж байна. Өнөөгийн байдлаар дэлхийн хэмжээнд жилд 5.7-

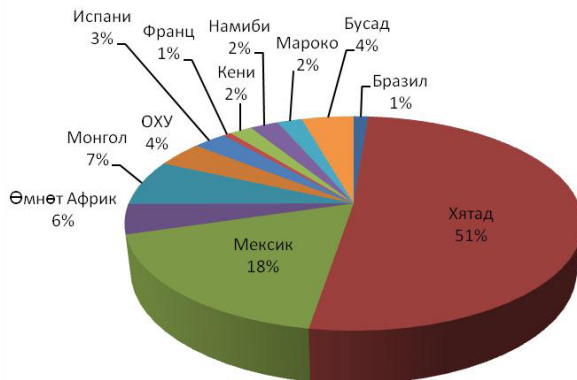
6.0 сая орчим тонн хайлуур жоншны бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэж, хэрэглэж байна. (Зураг 1, 2, 3)

Хүснэгт 1

Металлургийн жоншны ангилал

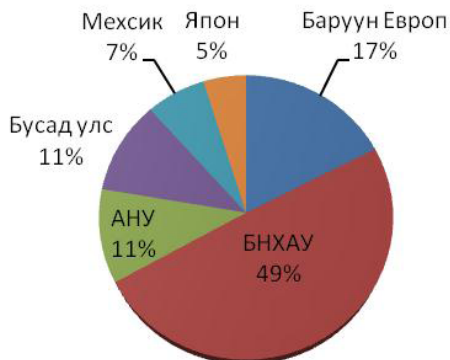
Зэрэг	$\geq \beta_{CaF_2}, \%$	Хорт хольц ( $\leq$ ), %			Зориулалт
		SiO <sub>2</sub>	S	P	
1	95	4.7	0.1	0.06	Онцгой төрлийн ган, хайлш боловсруулахад
2	90	9.0	0.1	0.06	Онцгой төрлийн ган, хайлш боловсруулахад
3	85	14.0	0.1	0.06	Дээд зэргийн ган боловсруулахад
4	80	19.0	0.15	0.06	Ердийн ган боловсруулахад
5	75	23.0	0.15	0.06	Ердийн ган, төмөр боловсруулах, төмөр хайлах
6	70	28.0	0.15	0.06	Төмөр хайлах, боловсруулахад
7	65	32.0	0.15	0.06	Төмөр хайлах, боловсруулахад

Дэлхийн хайлуур жоншны үйлдвэртэлийн хувь хэмжээ (улсаар)



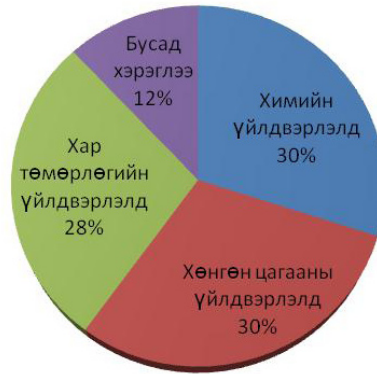
1-р зураг.

Дэлхийн хайлуур жоншны хэрэглээ (улсаар)



2-р зураг

**Хайлуур жоншны хэрэглээ  
(салбараар)**



3-р зураг.

**Монгол улсын хайлуур жоншны  
бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэл**

Монгол улс жилд 300–460 мянган тонн

хайлуур жоншны бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэж байна. Хайлуур жоншны бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэлтийн сүүлийн 10 жилийн хэмжээг Хүснэгт 1-д үзүүлэв.

Хүснэгт 2

	Бүтээгдэхүүн	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*
1	Бүхэллэг жонш, мян.тн	233.4	239.4	245	219.1	244.2	278.2	300.0
2	Флотацын баяжмал, мян.тн.	93.7	108.3	131.8	142.9	115.3	140.7	116.4

Манай орны хувьд хайлуур жоншны бүтээгдэхүүнээ ОХУ, БНХАУ, АНУ, Украин,

БНСУ, Энэтхэг, Япон зэрэг улс орнуудад экспортлож байна.

Хүснэгт 3

*Дэлхийн хайлуур жоншны нөөц*

Улс орнууд	Бодит нөөц		Боломжит нөөц	
	Хэмжээ, мян.тн	Хувь, %	Хэмжээ, мян.тн	Хувь, %
Бразил	1000.0	0.4	3000.0	0.6
Хятад	21000.0	8.8	110.000	22.9
Мексик	32.000	13.3	40.000	8.3
Өмнөд Африк	41.000	17.1	80.000	16.7
Монгол	12.000	5.0	16.000	3.3
ОХУ	-	-	18.000	3.8
Испани	6.000	2.5	8.000	1.7
Франц	10.000	4.2	14.000	2.9
Кени	2.000	0.8	3.000	0.6
Намиби	3.000	1.3	5.000	1.0
Мороко	-	-	-	-
Бусад	112.000	46.7	183.000	38.1
<b>Дүн</b>	<b>240.000</b>	<b>100.0</b>	<b>480.000</b>	<b>100.0</b>



**Хэнтий аймгийн Бор-Өндөр сумын  
“Хүдрийн биет 16-3” ордын хайлуур  
жоншны хүдрийг баяжуулсан  
судалгааны үр дүн**

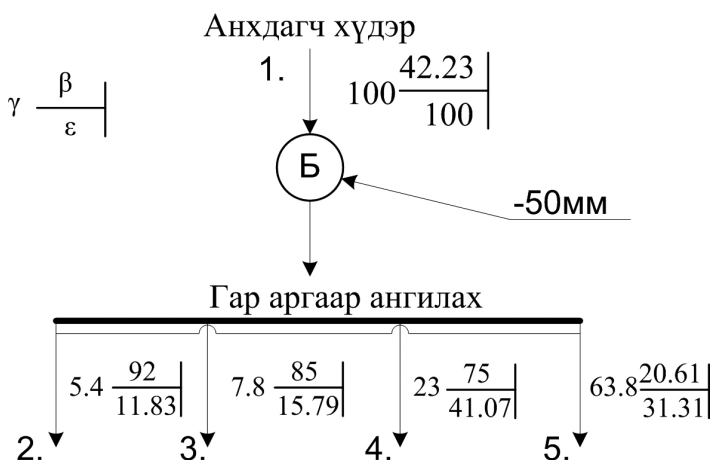
Тус ордын хүдрийн дээжний бодисын найрлагын судалгаа, спектрийн, эрдсийн, химийн, шигшүүрийн шинжилгээнүүдийг хийлээ. Хайлуур жоншны баяжуулалтын туршилтыг 2 хувилбараар явуулах схем зохиож, 1-р хувилбар нь хүдрээс хайлуур жоншны баяжмалыг \75--92%-ийн\ гар аргаар ялгаж авах боломжийн судалгаа, туршилт; 2-р хувилбар нь хүдрийг флотацийн аргаар баяжуулж супер баяжмал гарган авах ажлуудыг гүйцэтгэв. Флотацийн туршилтыг явуулахын тулд нунтаглалтын зохистой хугацааг тодорхойлох туршилтуудыг явуулсан. Туршилтын үр дүнгээр дээжийг 40 минут нунтаглаж нийт 10 минут

флотацилах хугацаа хамгийн зохистой гэж үзэн сонгов. Урвалжийн зохистой горим тодорхойлох туршилт судалгааг цуглуулагч урвалж болох олеат натри, дарагч- шингэн шил, хөөсрүүлэгч -Т-66 зэргийг ашиглан явуулж хамгийн сонгомол зарцуулалтыг технологийн үзүүлэлтүүд дээр тулгуурлан тогтоов. Флотацийн кинетик явуулж үндсэн болон хяналтын баяжуулалтын зохистой хугацааг тодорхойлсон. Үндсэн флотацийг 6 минут, хаягдал дахь  $\text{CaF}_2$ -ийн алдагдлыг багасгахын тулд хяналтын флотацийг 4 минут байхаар тогтоов. Бүтээгдэхүүн дэхь  $\text{CaF}_2$ -ийн агуулгыг нэмэгдүүлэх боломжийн судалгааг явуулав. Үүний тулд баяжмалыг 2 удаа цэвэрлэхэд \олеат натри, дарагч зэргийг бууруулсан тунгаар өгч  $\text{CaF}_2$ -ийн агуулгыг өсгөн 93,5% -ийн чанартай, 82,52%-ийн авалттай хайлуур жоншны баяжмал гарган авч болохыг тогтоов.

**ХАЙЛУУР ЖОНШНЫ БҮХЭЛ БАЯЖМАЛ ГАРГАН АВАХ ТУРШИЛТ**

Анхдагч хүдрийн хамгийн том мөхлөгийн хэмжээ -200+20мм. Гарялгалтад -100+20мм-ийн хэмжээтэй бүхэл хэсэг хамрагдав. Гар аргаар  $\text{CaF}_2$ -н өндөр, дунд, бага агуулгатай бүхэллэг баяжмалын бүтээгдэхүүн болох

хэсгийг нүдэн баримжаагаар дөрвөн төрөлд ялгаж авсаны дараа бүхэллэг баяжмалын агуулгыг химийн шинжилгээгээр тогтоосон болно. Үр дүнг хүснэгтэнд үзүүлэв.



4-р зураг Хайлуур жоншны баяжмалыг гар аргаар ялгах схем

Гар аргаар ялган авсан хайлуур жоншны баяжмалын технологийн үзүүлэлтүүд

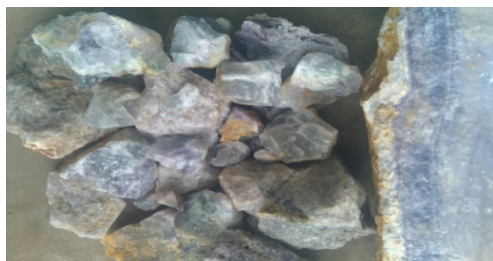
Бүтээгдэхүүн	Гарц, кг	Гарц %	Агуулга CaF <sub>2</sub> , %	Жонш авалт, %	CaCO <sub>3</sub> , %	SiO <sub>2</sub> , %
92%-ийн агуулгатай жонш	3.96	5.40	92	11.83	0.96	6.5
85%-ийн агуулгатай жонш	5.72	7.80	85	15.79	0.81	12.3
75%-ийн агуулгатай жонш	16.86	23.00	75	41.07	0.79	21
Хаягдал 23%-ийн агуулгатай жонш	46.77	63.80	20.61	31.31	0.82	58.24
Анхдагч хүдэр	73.3	100.00	42	100	0.82	43.3



5-р зураг. 92%-ийн CaF<sub>2</sub>-ийн агуулгатай бүхэллэг хайлуур жонш



7-р зураг. 75%-ийн CaF<sub>2</sub>-ийн агуулгатай хайлуур жонш



6-р зураг. 85%-ийн CaF<sub>2</sub>-ийн агуулгатай бүхэллэг хайлуур жонш



8-р зураг. 20.61%-ийн CaF<sub>2</sub>-ийн агуулгатай флотацийн хүдэр

## ХАЙЛУУР ЖОНШНЫ ФЛОТАЦИЙН ТУРШИЛТ ШИНЖИЛГЭЭ

1. Флотацийн туршилтыг явуулахын тулд гар аргаар ялгалт явуулсан хүдрийн хамгийн ядуу агуулгатай (CaF<sub>2</sub> –н агуулга-20.61%) жижиг ширхэгтэй үлдэгдэл хэсгийг баян хүдэртэй нийлүүлэн CaF<sub>2</sub> –ийн агуулгыг 38-42%-ийн агуулгатай болтол дундажлан бэлтгэх

ажиллагааг явуулсан. Үүний үр дүнд флотацид орох хүдрийн дундаж агуулга 41,10% болсон. Агуулгыг химийн шинжилгээгээр тогтоосон болно.

2. Флотацийн схемийн горимыг боловсруулан туршилт шинжилгээг явуулсан. Цуглуулагч - олеат



натри, дарагч- шингэн шил, орчин тохируулагч –содын, хөөсрүүлэгч-Т-66 урвалжуудыг сонгон авсан. Урвалжуудын сонголтыг хийхдээ тэдгээрийн түгээмэл хэрэглээ, үнэ ханш болон хамгийн гол үзүүлэлт болох үйлчлэлийн идэвхи зэргийг харгалзан авсан болно.

### Нунтаглах хугацааны өөрчлөлт бүрээр явуулсан туршилтын дүн

Лабораторийн туршилтын Үр дүнгээс баяжмалын гарц болон металл авалт нунтаглах хугацаа нэмэгдэх тусам буурч байна. Үүнд дээжийг 40 минут нунтаглаж, 10 минут флотацлахад баяжмалын гарц 78,99%; авалт 96,76% хүрэв. Харин нунтаглах хугацааг цаашид нэмэхэд баяжмалын чанар нэлээд буурах хандлагатай байгаа тул нунтагласан хүдэр дэх зохистой ангийн агуулга (-75мкм) 77,80% буюу нунтаглах хугацаа 40 минут байхаар тогтов.

### Орчин тохируулагч урвалж содын ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) зарцуулалтыг тогтоох

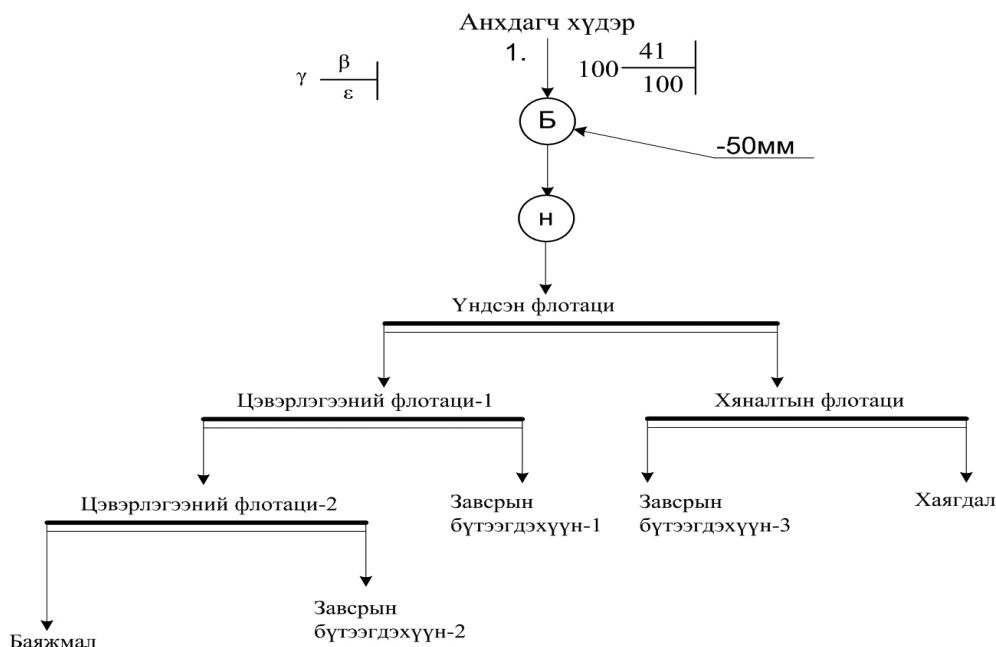
Туршилтын үр дүнгээр содын зарцуулалтын 1000 г/т-д бохир баяжмалын гарц 42,69%, авалт 87,91%-д хүрэв.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -ийн зарцуулалт нь 1500г/т дээш  $\text{CaF}_2$ -н авалт буурах хандлага харагдаж байна.

### Дарагч урвалжийн зарцуулалтыг тодорхойлох туршилт

Туршилтын үр дүнгээр  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  -500г/т зарцуулалтыг сонгов. Түүнээс дээш зарцуулалтад хайлуур жоншны авалт буурах төлөвтэй бана.

### Цуглуулагч урвалжийн зарцуулалтыг тодорхойлох туршилт

Туршилтын үр дүнгээс харахад олеат натрийн зарцуулалт 300г/т –д жоншны агуулга 84,64% хүртэл өсч, авалт 87,91%-д хүрэв. Гарц 42,69% байна. Цуглуулагчийн зарцуулалтыг цаашид нэмэгдүүлэх тусам авалт өссөөр байна.



9-р зураг. Флотацийн аргаар баяжуулсан технологийн задгй схем



флотацийн баяжуулалтын металлын баланс

Бүтээгдэхүүний нэр	Гарц	Агуулга, %	Авалт, %	Туршилтын нөхцөл
	%	CaF <sub>2</sub>	CaF <sub>2</sub>	
Баяжмал	36,15	93,81	82,52	Нунтаглалт -40 минут <u>үндсэн фл.</u> : Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -1000 г/т Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> -500г/т Олеат натри -300г\т Т-66 -50г\т <u>хяналт.фл.</u> : Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> - 100г/т, Т-66 - 50 г/т, t <sub>фл</sub> =6 <sup>l</sup> +4 <sup>l</sup>
Завсрын бүтээгдэхүүн 1	3,23	31,44	2,48	
Завсрын бүтээгдэхүүн 2	1,15	51,44	1,44	
Завсрын бүтээгдэхүүн 3	2,15	27,98	1,47	
Хаягдал	57,31	8,67	12,09	
Анхдагч хүдэр	100,0	41,10	100,0	

### ДҮГНЭЛТ

1. Хүдрийн баяжигдах чанарын судалгааны дүнд дараах үр дүнг гарган авсан. Үүнд: хайлуур жоншийг гар аргаар 4 төрлийн бүхэллэг баяжмал нүдэн баримжаагаар ялган авсан ба баяжмал бүрийн CaF<sub>2</sub>-ын агуулга 92,0%, 85,0%, 75,0% , 20,61% байв. Тэдгээрийн гарц харгазан - 3,96%, 5,76%, 16,86%, 46,77% ба авалт харгалзан 11,83%, 15,79%, 41,07%, 31,31% байна.
2. Гар аргаар ялгасан анхдагч хүдрийн үлдэгдэл хэсгийг \20,61%-ийн CaF<sub>2</sub>-ын агуулгатай\ баян хүдэртэй нийлүүлэн дундажлан флотацид бэлтгэн флотацийн аргаар баяжуулах туршилт шинжилгээг явуулан баяжмалын CaF<sub>2</sub>-ын агуулга 93,15%, гарц-36,15%, авалт 82,52%-тай бүтээгдэхүүн гарган авсан. Флотацийг 2 цэвэрлэгээтэй явуулсан бөгөөд баяжмал нь хайлуур жоншны ФФ-92 маркийн техникийн шаардлага хангасан бүтээгдэхүүн

болно. Баяжмалын чанарыг өсгөж түүнд агуулагдах кварц, карбонатын агуулгыг бууруулахад \брикетийн шинжилгээний үр дүн\ цэвэрлэгээний флотацийн тоог нэмэгдүүлэх шаардлагатай. Тэр тохиолдолд 96-98%-ийн CaF<sub>2</sub>-ын агуулгатай ФФ-98 маркийн хайлуур жоншны стандарт баяжмал гарган авна. Флотацийн аргаар баяжуулах урвалжийн горимыг дараах байдлаар тогтоов. Үүнд: Үндсэн флотацид: Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-1000 г/т, Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>-500г/т, олеат натри -300г\т, Т-66 -50г\т; хяналт.фл.: Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>- 100г/т, Т-66 - 50 г/т, t<sub>фл</sub> =6<sup>l</sup>+4<sup>l</sup>.

3. Жонш олборлогч компани, иргэн бүр баяжуулах үйлдвэр барьж байгуулах боломжгүй тул гар аргаар ангилалт хийсний дараа үлдсэн бага агуулгатай жоншоо Бор-Өндрийн баяжуулах үйлдвэр болон бусад шинээр баригдах үйлдвэрүүдэд нийлүүлэн хаягдлыг CaF<sub>2</sub> багатайгаар боловсруулах боломжтой болох нь туршилт судалгааны ажлаас харагдаж байна.



### Ашигласан бүтээлийн жагсаалт

1. Жонш олборлогчдын зөвлөлгөөний эмхэтгэл. Бор-өндөр. 2012 он.
2. “хүдрийн биет 16-3” ордын жонш баяжуулах технологийн туршилтын тайлан УБ 2012 он
3. Henry Tebar., “Overview of the GAT fluorspar project in Mongolia” London. 2009.
4. Уул уурхайн үйлдвэрүүдийн 2009 оны бүтээгдэхүүн гаргалтын судалгаа. АМГ. 2010 он.
5. [www.mram.gov.mn](http://www.mram.gov.mn)