



**УУЛ УУРХАЙ  
ХҮНД ҮЙЛДВЭРИЙН ЯАМ**



# **МОНГОЛ УЛСЫН АШИГТ МАЛТМАЛЫН БАЯЛАГ, ОРДЫН НӨӨЦИЙН АНГИЛЛЫГ ТУХАЙН ТӨРЛИЙН АШИГТ МАЛТМАЛД ХЭРЭГЛЭХ**

## **АРГАЧИЛСАН ЗӨВЛӨМЖ**

**(ХӨНГӨН ЦАГААН)**

**УЛААНБААТАР  
2021**

## **Мэдэгдэл**

Энэхүү тайлан, илтгэлийг Австрали Улсын Засгийн газар, Австралийн Гадаад хэрэг, худалдааны яам санхүүжүүлсэн боловч тус тайланд тусгасан үзэл санаа нь Австрали Улсын Засгийн газар бус гагцхүү зохиогчийн үзэл бодол болно. Мөн түүнчлэн энэ тайланд тусгасан үзэл баримтлалыг Австрали Улсын Засгийн газар дэмжиж байгаа гэж ойлгож болохгүй. Тус улсын Засгийн газар энэ тайланд багтсан мэдээллийн бүрэн болон үнэн зөв эсэхийг батлахгүй. Энэхүү хэвлэлд орсон тоо баримт, мэдээ материал алдаа мадагтай, дутуу хагас байж болзошгүй бөгөөд түүнээс үүдэн гарах аливаа хохиролд Австрали Улсын Засгийн газар, хариуцлагатай албан тушаалтан, ажилтан, албан хаагч, гэрээт ажилчид ямар нэг хариуцлага хүлээхгүй болно.

Энэхүү тайлан нь ерөнхий мэдээлэл өгөх зорилготой. Аливаа шийдвэр гаргахаас өмнө тайланг уншиж, хэрэглэж буй тал мэдээллийн анхдагч эх сурвалжтай холбогдон, мэдээ баримтаа лавшруулан шалгаж, бие даасан судалгаа хийн, зөвлөгөө авах нь зүйтэй.

Адам Смит Интернэшнл олон улсын байгууллага нь Австрали Улсын Засгийн газрын санхүүжилтээр Австрали Монголын Эрдэс баялгийн салбарын хамтын ажиллагааны хөтөлбөр (АМЕП)-ийг хэрэгжүүлж байна.

**Adam Smith**  
International

Монгол Улсын Эрдэс баялгийн мэргэжлийн зөвлөлийн 202Х оны ... дугаар сарын ...-ны өдрийн ... дугаар хуралдаанаар хэлэлцэн Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 20.. оны ... дугаар сарын ..... ны өдрийн ... тоот тушаалаар батлав.

Монгол Улсын ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангиллыг тухайн төрлийн ашигт малтмалд хэрэглэх Аргачилсан зөвлөмж:

## **ХӨНГӨН ЦАГААН**

Байгууллагын харъяалал, эзэмших эрхийн хэлбэрийг харгалзахгүйгээр газрын хэвлийн ашиглалтын хүрээнд үйл ажиллагаа явуулагч аж ахуйн нэгж, үйлдвэрийн газруудын ажилтнуудад зориулав. Геологи-хайгуулын мэдээллийг олж авах, түүний чанар болон бүрэн байдал нь цаашдын геологи-хайгуулын ажил явуулах шийдвэрийг гаргахад, эрэл-хайгуул хийгдсэн ордуудын нөөцийг үйлдвэрлэлийн эргэлтэнд оруулахад, мөн ашигт малтмалын олборлолт, боловсруулалт хийж байгаа үйлдвэрүүдэд шинэчлэл хийхэд, шинэ үйлдвэрүүдийг барьж байгуулахад аргачилсан зөвлөмж болох боломжтой.

Редакцийн зөвлөл:

Хянан тохиолдуулсан шинжээчид:

## Гарчиг

1. Оршил
2. Ерөнхий ойлголтууд
3. Хайгуулын зорилгоор ордыг геологийн тогтоцын нийлмэл байдлаар бүлэглэх нь
4. Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүний судалгаа
5. Хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа
6. Ордын гидрогеологи, инженер геологи, геотехник, геоэкологийн ба байгалийн бусад нөхцлийн судалгаа
7. Ордын нөөцийн тооцоолол ба баялгийн үнэлгээ
8. Ордын судлагдсан байдал
9. Ордын нөөцийг дахин тооцоолж, баталгаажуулах
10. Ашигласан материал
11. Хавсралт

## Нэг. Оршил

Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2018 оны А/20 дугаар тушаалаар “Ашигт малтмал эрэх, хайх үйл ажиллагааны журам”, Уул уурхайн сайдын 2015 оны 203 дугаар тушаалаар батлагдсан “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”-ын 3.7-д түүнийг тухайн төрлийн ашигт малтмалын онцлогт тулгуурлан гаргасан зааварт нийцүүлж болохоор заасанд үндэслэн энэхүү зөвлөмжийг боловсруулав.

Энэхүү аргачилсан зөвлөмж нь хатуу ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангиллыг хөнгөн цагааны ордод хэрэглэх аргачилсан зөвлөмжүүдээс гадна хайгуул хийж, нөөцийг тооцоолон тайланг боловсруулж, улсын ашигт малтмалын нөөцийн нэгдсэн бүртгэлд бүртгүүлэх, нөөцийн хөдөлгөөн хийх хайгуулын ба ашиглалтын тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч аж ахуйн нэгж, геологичид, уурхайчдад практик туслалцаа үзүүлэхэд чиглэгдэнэ.

Үйлдвэрлэлийн эрдсийн түүхий эд (industrial minerals)-ийн нэг болох хөнгөн цагааныг металлурги мөн металлургийн бус олон талын (металл хөнгөнцагаан, бокситыг цемент, зүлгүүр-өнгөлгөө, галд тэсвэртэй гэх зэрэг) хэрэглээ нь дэлхийн хэмжээнд буурахгүй, эрэлт ихтэй болох нь харагдаж байна.

Хэдийгээр тропикийн уур амьсгалтай Африк (Гвиней), Өмнөд америк (Бразил), Австрали, Ази (Индонез, Вьетнам, Энэтхэг, Хятад) гэх зэрэг нутагт хөнгөн цагаанаар баялаг латерит буюу гиббсит бүхий боксит зонхилж байгаа ч Монгол орны нутагт хөнгөн цагааны гарал үүсэл, үйлдвэрлэлийн үндсэн төрөл болох эртний чулуулагт боксит, нефелинт чулуулаг, алунитын төрлийн хүдэржилтийн геологийн суурь нөхцөл хангалттай бий (Зайцев, 1981) гэж үздэг. Тухайлбал  $Al_2O_3$ -ын агуулга 47% хүрдэг Алаг-Уулын диаспортой боксит, түүнчлэн нефелин агуулсан шүлтлэг магмын чулуулгийн массивуудын хэмжээнд Өвөрмараат, Дөшийн гол, Бэлтэсийн голын бүлэг орд, мөн гидротермал метасоматит хувирал эрчимтэй хөгжсөн галт уулын систем бүхий бүсүүдийн хэмжээнд алунитын бүсийн төрлийн хүдэржилт олон газар нэгэнт тогтоогдсон. Түүнээс гадна Алтайн нуруунд Алаг Тэхтийн уулын дүүрэг, Бүтээлийн нуруу зэрэг дистен-силлиманит-андалузит (ставролит, кордиерит) агуулсан протерозойн хувирмал чулуулаг тархсан нутагт хөнгөнцагааны хүдэржилт, эрэл хайгуул талаас хангалттай судлагдаагүй байна. Ордын энэ төрлийг судлаачид тунамал бокситын үе өндөр зэргийн метаморфизмд автагдахад үүсдэг гэж үздэг ба түүнийг олборлох технологийн боломжийг эрэлхийлсээр байна.

Манай улсад хөнгөнцагааны дээрх 3 ордын нийт нөөц нь В+С зэргээр 130664.16 мян.тн, мөн хэдэн арван илрэл тогтоогдсоноос гадна геологийн зураглал, сэдэвчилсэн судалгаагаар хөнгөн цагаанаар баялаг чулуулаг илрүүлэгдсээр байна. Иймд хөнгөнцагааны хүдэржилтийг эрэх, хайх, нөөц баялгийг тодорхойлох аргачилсан зөвлөмжийн ач холбогдол өндөр болохыг үүгээр дурдаж байна.

## Хоёр. Ерөнхий ойлголтууд

2.1. Хөнгөн цагаан нь аж үйлдвэрийн салбарт голлох байр суурь эзэлдэг металл юм. Үйлдвэрлэл болон хэрэглээгээрээ төмрийн дараа дэд байрт бичигддэг бол өнгөт металлын дунд эхний байрт орно. Энэ нь түүний бага нягттай ( $2.7 \text{ г/см}^3$ ), цахилгаан дамжуулах чадвар өндөр, уян хатан, зэврэлтэд тэсвэртэй шинж чанартай, техникийн бүх салбарт өргөн хэрэглэдэг зэрэг нь шууд холбоотой.

2.2. Нисэх, автомашины салбар, барилга, хими, механик инженерчлэл, цахилгаан үйлдвэрлэл, сав баглаа боодлын үйлдвэрлэлд өргөн хэрэглэгддэг байна. Хэрэглээний хамгийн чухал салбар бол автомашин, барилга (цемент), баглаа боодол (тугалган цаас, лааз) юм. Хэрэглээний бүтцийг харвал гоо сайхан (косметик), ундааны сав, баглаа боодлын материал, барилгын гадна тохижилт, аяга таваг угаагчаас эхлээд удаан эдэлгээтэй бүтээгдэхүүний үйлдвэрлэлийн эзлэх жин жигд өсч байна. Металл ба металл бус элементүүдийг хүчилтөрөгчит нэгдлээс нь ялган авах зорилгоор нунтаг хэлбэрээр байгаа хөнгөн цагааныг ашиглах нь нэмэгдэж байгаа бол цэвэр хөнгөн цагааныг тугалган электролитийн конденсатор, криоэлектроник, хагас дамжуулагчийн үйлдвэрлэлд өргөн хэрэглэж байна. Түүний хэрэглээ нь жилд 350-400 сая тн-д хүрдэг байна.

2.3. Бокситын орд нь 30 сая тн-оос их бол том, 3–30 сая тн бол дунд, 3 сая тн хүртэл нөөцтэй бол жижиг ордод хамааруулдаг байна. Монгол орны болон бүс нутгийн судалгаанд үндэслэн судлаачид Хөнгөн цагааны ордын хэмжээг гарал үүслийн төрөлтэй нь уялдуулан том, дунд, жижиг ангилалд, тухайлбал боксит >50, 5-50, <5, нефелины хүдэр >300, 100-300, <100, алунит >60, 5-60, <5 сая тн гэж ангилсан байдаг. Хөнгөн цагааны тогтоогдсон нөөц 2020 оны байдлаар Гвиней 7400 сая тн, Австрали 5100 сая тн, Вьетнам 3700 сая тн, Бразил 2700 сая тн, Ямайкад 2000 сая тн, Индонези 1200 сая тн, Хятад 1000 сая тн, Энэтхэг 660 сая тн, ОХУ 500 сая тн, Саудын Араб 190 сая тн, Малайз 170 сая тн, Казахстан 160 сая тн гэж нөөц тогтоогдсон байна.

2.4. Хөнгөн цагаан нь чулуулаг үүсгэгч литофилийн элемент бөгөөд дэлхийн царцдас дахь кларкийн агуулга нь 8%. Чулуулагт хөнгөн цагааны хэмжээ нь 0.45% (хэт суурьлаг чулуулагт) аас 10.45% (шавар болон занарт) хүртэл хэлбэлздэг. Хөнгөн цагаан агуулсан голлох эрдсийг хүснэгт 1-д харуулав.

### Хөнгөн цагаан агуулсан голлох эрдсүүд

Хүснэгт 1

Эрдэс	Химийн томъёо	Ислийн агуулга, %
Гиббсит	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	65.40
Бёмит	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	84.97
Диаспор	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	84.97
Каолинит	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	39.5
Корунд	$\text{Al}_2\text{O}_3$	100
Нефелин	$(\text{Na}_x, \text{K}_y)_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	32.0–35.0
Алунит	$(\text{Na}_x, \text{K}_y)_2 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{Al}(\text{OH})_3$	37.0
Лейцит	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$	22.0–24.0
Кианит	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$	63.0
Андалузит	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$	63.0
Силлиманит	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$	63.0

Үйлдвэрлэлийн ач холбогдол өгдөг гол эрдсүүд нь түүний бокситын хүдрийн усан ислүүд болох: бёмит ( $\text{AlOOH}$ ), гидраргилит буюу гиббсит [ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ], диаспор ( $\text{HAlO}_2$ ) юм. Бокситод чухам ямар эрдэс давамгайлж байгаагаас нь хамаарч гиббситийн, шамозит-бёмитийн, шамозит-бёмит-гиббситийн, гиббсит-бёмитийн (хааяа диаспортой) бёмит-каолинит-гиббситийн ба каолинит агуулсан гиббситийн төрлүүд ялгадаг.

2.5. Хөнгөн цагааны үйлдвэрлэлийн гол түүхий эд нь боксит хэдий ч зарим оронд өндөр чанартай бокситын нөөц хязгаарлагдмал байдгаас улбаалан хөнгөн цагааны үйлдвэрлэлд бусад төрлийн түүхий эдийг (апатит-нефелиний, нефелиний, алунитын хүдэр) ашигладаг. Түүнийг боловсруулж хөнгөн цагаан гаргах явцад ванади, галлийг давхар гаргаж авдаг. Хөнгөн цагааны ордын үйлдвэрлэлийн үндсэн төрлүүдийг хүснэгт 2-т харуулав.

Боксит нь үндсэндээ хөнгөн цагааны гидроксид/усан исэл (гиббсит, бёмит, диаспор)-оос болон төмрийн исэл, гидроксид, шаварлаг эрдсүүдээс бүрдсэн хүдэр юм. Бокситод хөнгөн цагааны ислийн агуулга 37–50%, хүдэр дэх хөнгөн цагааны ислийг цахиурын исэлд харьцуулсан харьцаа буюу цахиурын модуль нь 2–12 байдаг. Бокситийн цахиурын модуль нь 0.85-аас бага бол сиаллит, 0.85-2.0 бол аллит гэж нэрлэнэ.

Эрдсийн бүрдлээсээ хамаарч боксит нь моногидратын -  $\text{HAlO}_2$  (бёмитын, диаспорын), тригидратын -  $\text{Al}(\text{OH})_3$  (гиббситийн) гэсэн 2 үндсэн төрөлд хуваагдана. Нөгөө талаар бёмитын, диаспорын боксит илүү эртний настай чулуулагт, харин гиббситийн боксит нь орчин үеийн тропикийн уур амьсгалтай нутагт элбэг тархалттай ажээ.

Цахиурын исэл нь гол хортой хольц бөгөөд боксит болон шаварлаг буюу каолинит, галлуазит, накрит, диккит, хлорит (шамозит), гидрогялтгануур зэрэг эрдсүүдэд чөлөөт кварц хэлбэрээр агуулагна.

Төмрийн эрдсүүдээс бокситод гематит, гётит, гидрогематит, гидрогётит, лепидокрокит, маггемит, магнетит агуулагдана. Эдгээр нь бокситод харилцан адилгүй тархалттай ба чөлөөт хөнгөн цагааны ислийн хольц хэсэгт колломорф структур үүсдэг. Бокситод сидерит тохиолдох нь элбэг. Хоёрдогч хольц эрдсүүд нь фосфат, цеолит, алунит байдаг бол акцессор эрдсүүдээс рутил, циркон, сфен, эпидот, турмалин, ильменит, эвэр хуурмаг, гранат тохиолдоно. Бокситод химийн үндсэн элементүүдээс гадна галли, ванади, сканди, уран сарнимал байдлаар агуулагдана.

Үндсэн бүрэлдэхүүн хэсгийн эрдсийн төрөл, хэлбэр нь бокситын технологийн боловсруулалтын горимыг сонгоход нөлөөлдөг ба хөнгөн цагааны ислийн эрдсүүдийн шүлтийн уусмалд урвалд орох чадвар нь харилцан адилгүй байдаг.

Хөнгөн цагааны ордын хүдрийн төрлийг ангилахдаа зөвхөн эрдсийн төрлөөр нь бус литологийн шинж чанараар бокситыг ангилах нь оновчтой. Бокситыг литологийн ялгаатай байдлаар нь (чулуурхаг буюу нягт хатуу, сэвсгэр, шаварлаг гэх мэт) дэд хэсгүүдэд хуваан ангилах нь маш чухал ач холбогдолтой бөгөөд ихэнх тохиолдолд хүдрийн технологийн болон физик, механик шинж чанарууд нь тэдгээртэй шууд

холбоотой байдаг. Тухайлбал, байгальд нягт, чулуужсан хатуу боксит нь шаварлаг бокситтой нь харьцуулахад цахиурын модулиараа илүү өндөр байдаг.

### Хөнгөн цагааны ордын үйлдвэрлэлийн төрөл ба хүдрийн үндсэн төрөл

Хүснэгт 2

Ордын үйлдвэрлэлийн төрөл	Хүдрийн байгалийн төрөл	Хүдрийн эрдсийн төрөл	Дундаж агуулга $Al_2O_3$ , $(SiO_2)$ , %	Дагалдах бүрдвэр	Хүдрийн технологийн төрөл	Ордын жишээ
Боксит-латеритын	Магмын, тунамал шугаман талбайн өгөршлийн метаморф, чулуулгийн болон латерит	Гётит-шамозит-бёмитын	49 (8)	Ga	Металлургийн хөнгөн цагаан (пиро - болон гидрометаллургийн)	Висловск, Мелихово-Щебекинск, Верхне-Щугорск (ОХУ)
	Магмын, тунамал талбайн өгөршлийн (хучаас) метаморф, чулуулгийн латерит	Гиббситийн	46–54 (1–5)	–	Дээрхийн адил	Боке, Фриа (Гвиней), Тромбетас (Бразил), Джарела (Энэтхэг)
Холимог /полиген/ бокситын	Терриген болон карбонат чулуулаг дахь мэшил хэлбэрийн хэвтэш ба элювийн/байран болон шилжилт бүхий хучаас	Гётит-шамозит-бёмитийн	46–51 (5–9)	Ga, V	Дээрхийн адил	Вежаю-Ворыквинск (ОХУ)
	Терриген чулуулагт хөгжсөн элювийн болон шилжилт бүхий өгөршлийн хучаас	Гиббситийн	53–59 (3–10)		Дээрхийн адил	Уэйпа (Австрал)
Бокситын тунамал чулуулаг бүхий терриген зузаалаг	Боксит агуулсан терриген (терриген чулуулгийн хотгор структурыг дүүргэсэн мэшил хэлбэрийн болон давхарга маягийн хэвтэш)	Каолинит-гиббсит-бёмитын	45–53 (15–18)	Ga, V	Металлургийн хөнгөн цагаан (соронзон-флотац-пиро болон гидрометаллургийн)	Иксинск, Плесецк, (ОХУ)
	Боксит агуулсан терриген (карбонат, терриген чулуулгийн гүехэн/жигжиг ба дунд зэргийн дүүрсэн хотгор структуруудыг дүүргэсэн мэшил хэлбэрийн хэвтэш)	Каолинит-гиббситийн	40–43 (4–8)	Ga, V	Дээрхийн адил	Амангельдин (Казахстан) Татарск, Верхотуровск, Центральное (ОХУ)
Бокситын тунамал карбонат зузаалаг	Боксит агуулсан терриген-карбонат (карбонат чулуулаг дахь карстын хөндийг дүүргэсэн мэшил хэлбэрийн болон давхарга маягийн хэвтэш)	Бёмит-диаспорын, гиббситийн	50–54 (2–11)	Ga	Металлургийн хөнгөн цагаан (пиро- болон гидрометаллургийн)	Кальинск, Черемуховск (ОХУ), Манчестер, Сент-Элизабет (Ямайка), Халимба (Унгар), Алаг уул (Монгол)



Нефелинийн	Шүлтлэг габброид (шток ба дэл судлын биетүүд)	Нефелиний	22,5 (18–24)	–	Металлургийн хөнгөн цагаан (соронзон-флотац-пироболон гидрометаллургийн)	Кия-Шалтыр, Горячегорск (ОХУ)	
	Агпаитын сиенитийн төрлийн (давхарга биетүүд)	нефелин төвийн интруз, маягийн	Апатит-нефелиний	13,6	Апатит, сфен, Ga, Rb, Cs	Дээрхийн адил	Расвумчорск, Кукисвумчорск, Юкспорск (ОХУ), Ужигийн гол (Монгол)
Алунитын	Туф болон кварц дахь маягийн, биетүүд	хоёрдогч давхарга судлын	Алунитын	20–25	V, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , квасцы	Металлургийн хөнгөн цагаан (пироболон гидрометаллургийн)	Фан-Шань, Тайху (БНХАУ), Заглик (Азербайжан), Босагеинск (БНКаЗУ)

2.4. Бокситыг комплекс түүхий эд гэж тооцох болсон шалтгаан нь түүнд хөнгөн цагаанаас гадна ванади, галли зэрэг элемент практик сонирхол татах болсон. Байерын аргаар хөнгөн цагааныг боловсруулахад эдгээр металлууд нь ихэнхдээ уусмалд хамт шилждэг тул уусмалаас ванади, галлиг эдийн засгийн ашигтайгаар ялган авах боломжтой. Харин хүдрийн бусад бүрдвэрүүд болох төмөр, титан, скандий, хром нь үйлдвэрлэлийн агуулгаараа одоогоор практик ач холбогдолгүй байна.

Латеритийн төрлийн ордууд нь дэлхийн бокситын нөөцийн дийлэнх хувийг эзэлдэг. Тэдгээрийн үүсэл нь чийглэг эсвэл халуун орны хувьсамтгай чийглэг уур амьсгалтай, янз бүрийн найрлага, нас бүхий алюмосиликат чулуулгийн химийн маш гүн өгөршилтэй холбоотой юм. Ихэнх ордууд нь Африк, Энэтхэг, Өмнөд Америкийн эртний хавтан болон томоохон антеклиз структурт дээр байрлана. Бокситын хэвтэш нь нөмрөг, хучаас хэлбэрийн байх ба ийм орд нь үлэмж их хэмжээний нөөцтэй, сайн чанарын боксит хүдэртэй байхаас гадна олборлолт, ашиглалт явуулахад таатай нөхцөлтэй байдаг байна. Бокситын ордын гадаргуугийн бүрхүүл буюу дээд хэсгийн зузаан нь плато маягийн өндөрлөг толгод хэсэгтээ 5-10 м хүрнэ. ОХУ-д энэ төрлийн Висловское орд нь түрүү карбоны настай, хүдэр агуулагч гол эрдэс нь бёмит юм.

Холимог/полиген гарал үүсэлтэй ордууд нь терриген зузаалгийн латерит болон тунамал завсрын/шилжилтийн гарал үүслийн шинжтэй. Эдгээр ордын гол онцлог нь латерит болон тунамал гарал үүсэлтэй бокситийн том ба дунд зэргийн хэмжээтэй мэшил маягийн, хэвтэш хэлбэртэй. Гарал үүсэл, хэлбэр, морфологийн хувьд янз бүр хөндий, депрессийг дүүргэсэн биетүүдүүсгэдэг ба томоохон нь хучаас маягийн хэвтэш юм. Энэ төрлийн ордын гол төлөөлөгч бол Австралийн зүүн хойд хэсгийн неогены настай гиббсит бүхий бокситийн орд юм. Бокситын зузаалагт 2 эсвэл 3 горизонт ялгагдах ба тэдгээр нь нүх сүвэрхэг, зангилаа, хавтгай-табуляр, пизолит маягийн бокситтой ба химийн болон эрдсийн бүрдлээрээ ижил төрлийн сэвсгэр материалаар цементлэгдсэн байдаг. Хүдрийн чанар сайн боловч латерит

ордуудтай харьцуулахад бага. ОХУ-ын хувьд энэ төрлийн ордод хамаарах орд нь хожуу девоны настай Вежаю-Ворыквинскийн орд бөгөөд хүдрийн гол эрдэс нь бёмит юм. Терриген зузаалагт үүссэн тунамал ордууд нь ОХУ, БНХАУ болон хойд Америкийн хавтан структууудад тархалттай. Бокситын ордууд нь ихэвчлэн нүүрс агуулсан зузаалагтай холбоотой байх боловч боксит ба нүүрсний хуримтлал нь цаг хугацаа, орон зайн хувьд тодорхой хэмжээгээр өөр хоорондоо ялгагагддаг.

ОХУ-ын Тихвинийн боксит агуулсан дүүрэгт жалга-хөндийн төрлийн орд тохиолдох ба гол шинж чанар нь жижиг, нарийн шугаман структур дагасан, уртааш сунасан мэшил маягийн хэвтэш үүсгэнэ. Давхарга маягийн төрөлд хамаарах бокситын хэвтэш нь гадаргууд зөв биш хэлбэрээр хүрээлсэн, зузаан нь тогтмол бус, голдуу бёмит, гиббсит эсвэл бёмит-гиббситээс бүрдсэн бокситтой. Карстын төрлийн ордын онцлог нь жижиг үүр хөндийг дүүргэсэн маш олон боловч хэмжээний хувьд бага хэвтэш хэлбэрийн биелүүд байдаг. Хэвтэшийн байршил нь хүдрийн өмнөх суурь карбонат чулуулгийн геологийн тогтоцоор тодорхойлогдож хэлбэр, хэмжээ нь түүнийг агуулагч хөндийн онцлогоос хамаарна. Хүдрийн биетийн зузаан нь гол төлөв хэмжээгээрээ том (150 м) байдаг ба жижиг хэмжээтэй хүдрийн биетэд нөөц бага байх бөгөөд харьцангуй чанар муутай байна. Боксит агуулсан зузаалагт бокситоос гадна их хэмжээгээр сайн чанарын, галд тэсвэртэй шавар агуулагдана. Дотоод бүтэц нь маш нийлмэл буюу боксит, шаврын үеүд нь сөөлжилж, салаавчилсан байдалтай байдаг.

Бокситийн химийн болон литологийн найрлага нь тогтвортой биш, мезокайнозойн настай хурдас чулуулгийн хэмжээнд гиббсит зонхилох бол палеозойн хурдсанд бёмит найрлагтай боксит давамгайлна. ОХУ-д энэ төрлийн ордод хамаарах ордууд нь түрүү карбоны настай Искинск, Тимшерско-Пузлинскийн ордын хүдрийн голлох эрдэс нь бёмит байдаг бол цэрд-палеогенын настай Центральное, Верхотуровское, Суховское, Еденисское гэх ордуудын хүдрийн голлох эрдэс нь гиббсит байдаг байна.

Диаспор агуулсан ордын жишээнд урьд кембрийн настай Алаг уулын фосфоритын ордыг хамааруулж болно. Мөн Хүрэн голын нүүрс агуулагч формацын хурдаст 5-10 см зузаантай тунамал бокситын 5-10 см зузаантай үеүдэд  $Al_2O_3$  20,03-22,71% болох нь тогтоогдсон.

Карбонат зузаалгийн тунамал ордууд нь герциний болон альпийн атираат мужуудад тохиолддог онцлогтой. Хүдэржилтийн өмнөх карстын гадаргуу үүсэх, бокситын хуримтлал үүсэх үйл явц нь голдуу гүехэн усны рифийн шохойн чулуунд явагдсан байдаг. Карст-давхарга маягийн төрлийн ордод хүдрийн биетийн хэлбэр нь давхарга, мэшил маягийн байна. Хүдрийн биетийн тааз нь голдуу тэгш, зарим тохиолдолд долгиолсон хэлбэртэй бол харин ул нь тэгш биш байдаг. Хэвтэшийн хэмжээгээр том эсвэл дунд зэрэгт хамаарах ба ордын үргэлжлэх суналын хэмжээ нь хэдэн зуун метрээс километр хүртэл үргэлжлэх бол зузаан нь 5-7-оос эхлэн 10-

12 метр хүрдэг. Бокситын чанар нь маш сайн, тогтвортой, моногидратын диаспор, диаспор-бёмит, бёмит агуулна.

Карстын төрлийн ордын үүсэл нь карстын бүс нутагтай холбоотой байх ба бокситын хэвтэшийн хэлбэр, хэмжээг тодорхойлдог өргөн цар хүрээтэй карстын хотгорт давамгайлан хөгжсөн байдаг. Бокситын чанар нь маш сайн. Энэ төрлийн ордын жишээ бол Ямайкийн ордууд юм. Карст-мэшил төрлийн орд нь карст-давхарга төрлийн ордоос хэмжээний хувьд бага боловч бокситын чанар сайтай байдаг. Энэ төрлийн орд нь Газар дундын тэнгисийн орнуудад практик ач холбогдол өндөртэй. Карст-хоолойн төрлийн орд нь үүр, хоолой маягийн олон жижиг хэмжээтэй хэвтшүүд үүсгэсэн байдгаараа онцлогтой. Геологийн орчин, хэвтэш, хүдрийн чанар нь карст-мэшил төрлийн ордтой ижил. ОХУ-д энэ төрлийн Кальинское, Ново-Кальинское, Черемуховское зэрэг ордууд нь хожуу девоны настай ба хүдрийн гол эрдэс нь диаспор юм.

Нефелиний хүдэр нь хөнгөн цагааны үйлдвэрлэлийн ач холбогдлоороо хоёрдугаарт орох ба энэ нь зөвхөн ОХУ, Монгол зэрэг зарим улс оронд хамааралтай. Нефелинт чулуулгийн үнэ цэнийг тодорхойлогч нь нефелин эрдсийн агуулга юм. Нефелиний найрлага:  $Al_2O_3$  29-35%;  $SiO_2$  43-48%;  $R_2O$  17–20% байх бол  $Na_2O$  нь 10–20%  $K_2O$ -оор түрэгдсэн байж болох ба  $CaO$ ,  $Ga_2O_5$ ,  $V_2O_5$ ,  $Fe_2O_3$  хольц байдлаар тохиолдоно.

Нефелин агуулсан чулуулаг нь шүлтлэг бүрдэл бүхий шток, дэл судлууд заримдаа лакколитыг үүсгэж байдаг нь хэт суурьлаг, суурьлаг, хүчиллэг магматай холбоотой. Шүлтлэг чулуулаг нь эртний хавтан, плитээс гадна болон ороген мужид илүү хөгжсөн.

Ийм төрлийн ордын жишээнд Хөвсгөлийн дүүрэгт доод-дунд девоны Ужиг бүрдлийн шүлтлэг габбро-нефелин сиенит, дээд карбоны Дунд хэм гол бүрдэлд хамаарах шүлтлэг сиенит-нефелин сиенит массивууд, тэдгээртэй гарал үүслийн холбоотой нефелиний Бэлтэсийн гол, Дөшийн гол, Өвөр мараат гэх зэрэг орд, илрэл, хүдэржилт тэмдэглэгддэг. Тухайлбал Бэлтэсийн голын хувьд өмнөт биет нь 3,8 км<sup>2</sup> талбай бүхий бүслүүрлэг тогтоцтой дугуй хэлбэрийн биетээс тогтоно. Ийолитоос бүрдсэн гаднах бүс 75-150 м, дунд бүс 100-250 м өргөнтэй ийолитуртитаас тогтоно. Төв бүс уртитаас нефелинитэд шилжих 50-100 м жижиг хэмжээтэй биетээс тогтоно. Түүний баялгийн хэмжээг 222,0 сая тн гэж (1985) таамагласан.

Нефелинээр харьцангуй баян уртит (Кия-Шалтырское орд) бол 75-85% нефелин, 10-15% пироксен агуулсан чулуулаг бөгөөд ийм хүдрийг баяжуулах шаардлага байхгүй. Шүлтлэг габброид нь 50% хүртэлх хар бараан өнгийн эрдсүүд, 30-50% нефелин болон хээрийн жонш агуулдаг ийолит, тералит (габброид) ба эдгээрээс нефелиний баяжмал гарган авах боломжтой. Мурманск мужид апатит-нефелиний хүдрийн их хэмжээний нөөц, баялаг тогтоогдсон ба түүний боловсруулалтын хаягдал нь хөнгөн цагааны ислийн сайн чанарын комплекс түүхий эд юм.

Нефелин агуулсан чулуулаг нь комплекс түүхий эд бөгөөд 2 үзүүлэлтээр үнэлнэ. Үүнд:

1. Шүлтийн модуль ( $K_2O+N_2O/Al_2O_3$  молекуляр харьцаа),
2.  $SiO_2/Al_2O_3$  молекуляр харьцаа.

Нефелиний хүдрийг хамгийн үр ашигтай боловсруулан баяжуулах харьцааг хүчлийн модуль 1-тэй ойролцоо,  $SiO_2/Al_2O_3$  молекуляр харьцаа нь 3.3-3.4-өөс ихгүй байх гэж тодорхойлогддог.

Алунитын хүдрийн орд нь залуу галт уулын үүсэлтэй холбоотой ба дэлхийн царцдасын хөдөлгөөнт бүсэд буюу Ази, Австрали, хойд болон өмнөд Америкийн номхон далайн эргийн арлан нум, хойд Африк ба Евразийн альпийн тектоникийн бүсэд орчин үед байршина. Алунит хөнгөн цагаан ба шүлтийн металлын давхар сульфатын бүлэгт хамаарах ба 37%  $Al_2O_3$ , 38,6%  $SO_3$ , 11,4%-ийн шүлт агуулна. Тийм ч учраас алунитын хүдрийг хөнгөн цагааны исэл, калийн бордоо, хүхрийн хүчлийн цогц түүхий эд болгон ашигладаг. Алунитын эрдэсжилт геологийн янз бүрийн орчинд, тухайлбал галт уул, хоёрдогч кварцитын (кварц-алунит) бүсэд, нүүрс агуулсан зузаалагт, сульфидын ордын исэлдлийн бүсэд үүснэ.

Алунит нь хүхрийн хүчлээр баяжсан хүхрийн хий ба уусмал агуулагч чулуулагт нөлөөлсөнтэй холбоотойгоор үүсдэг тул том ордод судлын болон метасоматит хувирлын нөлөөгөөр бий болсон давхарга маягийн хүдрийн биетүүд тохиолддог.

Дэлхийд томоохонд тооцогдог орд нь зүүн өмнөд Хятадын Фан-Шань, Тайху ордууд ба ОХУ-ын нутаг дэвсгэрт Загликское, Гушсайское, Беганьковское, Пекинское гэх зэрэг томоохон ордууд бий. Харин Монгол орны хэмжээнд харьцангуй элбэг тархалттай галт уулын эпитеpmаль хүдэржилттэй холбоотой олон тооны алунитын илрэлүүд тогтоогддог ч хөнгөнцагаан агуулсан шаварлаг эрдсийг ашиглах боломж, технологийн судалгаа буюу хөнгөнцагааны түүхий эдийн талаас төдийлөн сайтар судлагдаагүй байна.

Хөнгөн цагаанаар баялаг тунамал хурдас метаморфизмд ороход хөнгөн цагааны ислүүдийн дахин талсжилт явагдаж голдуу дистен-андалузит-силлиманиттай занар бүрэлдэх ба эдгээрийг хөнгөн цагааны хүдэр болгон ашиглах боломжтой гэж үздэг. Мөн нүүрсний үнснээс (хүрэн нүүрсний үнс  $Al_2O_3$  10-25% ба түүнээс их) хөнгөн цагааныг ялган авах туршилт хийгддэг байна.

2.5. Хөнгөн цагаан болон түүний хайлшийн хэрэглээ, эрэлт нэмэгдэж байгаа үед хөнгөн цагааны исэл үйлдвэрлэх салбарт шинэ төрлийн түүхий эдийг гаргаж ирэх шаардлагатай байна. Тухайлбал хөнгөн цагааны өндөр агуулга бүхий шаврыг (АНУ), лейцит (Итали) ба андалузит (Швед) агуулсан чулуулгийг, лабрадоритыг (Норвеги), алунит ба хөнгөнт цагаант занарыг (Япон) хөнгөн цагааны ислийн өндөр агуулга бүхий шаврыг нүүрсний үнстэй (ХБНГУ) холин хөнгөн цагааныг гарган авах түршилтын ажлууд олон улс оронд хийгдсээр байна. Гэхдээ эдгээр аргаар ялган

авсан хөнгөн цагаан нь сайн чанарын бокситийг боловсруулан ялган авснаас 4-5 дахин өндөр өөрийн өртөгтэй байна.

Каолин  $Al_4[(OH)_8Si_4O_{10}]$ -ны 40% хүртэл  $Al_2O_3$  хөнгөн цагаан агуулсан ордууд ОХУ-д байдаг ч ашиглалтын түвшинд хүрч судлагдсан нь хараахан алга байна. Хөнгөн цагааны ислийн өндөр агуулга бүхий каолин ба шаврын ордуудаас гадна нуурын гаралтай эвапорит хурдас хуримтлалтай холбоотой үүсдэг давсонит  $[NaAlCO_3(OH)_2]$  нь натри ба хөнгөн цагааны хувьд ирээдүйд олборлох боломжтой, хэтийн төлөвтэй потенциал түүхий эдэд тооцогдож байна.

### **Гурав. Хайгуулын зорилгоор ордыг геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар бүлэглэх нь**

3.1. Хүдрийн биетийн хэлбэр, хэмжээ, тэдгээрийн зузаан, дотоод бүтэц, бокситын ордын ашигт малтмалын чанар зэргийг харгалзан Монгол Улсын Уул уурхайн сайдын 2015 оны 09 дүгээр сарын 11-ний өдрийн 203 дугаар тушаалаар баталсан “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”-ын дагуу I, II, III бүлгийн ордын аль нэгт хамааруулна.

I бүлгийн бокситын ордод энгийн геологийн бүтэцтэй хүдрийн биеттэй, том хэмжээний талбайтай (0.5 - н10х км<sup>2</sup>), давхарга маягийн хэвтэш нь эвдрээгүй буюу эвдрэлд бага автсан, зузааны хувьд өөрчлөлт багатай (22-оос 10-15 м), бокситын чанар нь тогтвортой орд хамаарна.

II бүлгийн бокситын ордод геологийн тогтоцын хувьд нийлмэл, мэшил хэлбэрийн-давхарга маягийн, мэшил маягийн том, дунд хэмжээтэй хүдрийн биет бүхий (талбай нь 0.3-1.5 км<sup>2</sup>), зузааны хувьд өөрчлөлттэй (1.5-32 м дунджаар 4-7 м), бокситын чанар харьцангуй тогтвортой, том хэмжээний талбайтай (0.5-аас 1.2 км<sup>2</sup>), карст-давхарга маягийн хэвтэштэй, тэгш таазтай, тэгш бус ултай, зузааны хувьд өөрчлөлттэй (1-30 м, дундаж нь 4-6 м), бокситын чанар тогтвортой бус бокситын орд хамаарна. Үүнээс гадна том болон дунд хэмжээтэй, тэгш хэмтэй шток маягийн биет, параметрын хувьд тогтвортой нефелинийн ордуудыг мөн энэ бүлэгт хамааруулна.

III бүлгийн бокситын ордод геологийн тогтоц нь маш төвөгтэй, дунд болон жижиг хэмжээний хүдрийн биет бүхий (талбай нь 0.2-1 км<sup>2</sup>), мэшил маягийн, нүх сүвэрхэг хэвтэштэй, зузааны огцом өөрчлөлттэй (0.5-аас 8-10 м) бокситын орд хамаарна.

3.2. Ордын аль бүлэгт хамаарахыг нийт нөөцийн 70%-аас багагүй хэсэг ноогдож байгаа үндсэн хүдрийн биетийн геологийн тогтоцын төвөгтэй байдлын зэргээр нь тодорхойлно.

3.3. Ордыг тодорхой бүлэгт хамааруулахдаа зарим тохиолдолд хүдэржилтийн үндсэн шинж чанаруудын хэлбэлзэлийн үзүүлэлтийг ашиглаж болно (Хүснэгт 3).

3.4. Орд, түүний хэсгийг аль бүлэгт хамааруулах нь ордын нийт нөөцийн 70-аас багагүй хувийг агуулж байгаа үндсэн хүдрийн биетийн геологийн тогтоцын нийлмэл байдлын зэргээр тодорхойлогдоно.

3.5. Хайгуулын системийн сонголт, хайгуулын торын нягтрал нь үндсэндээ хэд хэдэн байгалийн хүчин зүйлээс хамаардаг. Үүнд хүдрийн биетийн байршиж буй нөхцөл ба структур-геологийн онцлог (хүдрийн биетийн хэлбэр дүрс ба өөрчлөлтийн байдал, хил заагийн шинж байдал) болон ашигт бүрдвэрийн тархалт (хүдрийн биетийн хэмжээнд ашигт малтмалын чанарын өөрчлөлтийн түвшин) зэрэг болно.

Геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар ордыг тодорхой бүлэгт хамааруулах зорилгоор хүдэржилтийн үндсэн шинж чанарын өөрчлөлтийн тоон үзүүлэлтүүдийг ашиглаж болно. Үүнд: хүдэржилттэй огтлолын хүдэржилтийн итгэлцүүр ( $K_x$ ), нийлмэл байдлын үзүүлэлт ( $q$ ), зузааны ( $V_m$ ) болон агуулгын ( $V_a$ ) хэлбэлзэл (вариаци)-ийн итгэлцүүр хамаарна. Үүнд: хүдэржилтийн итгэлцүүрийг тасалдсан хүдэржилттэй ордын нөөцийн нэгж хэсэгшлийг ялгахад хэрэглэнэ.  $K_x$ -ийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

$$K_x = \frac{\sum l_i}{L}$$

Энд  $l_i$ -малталт ба цооногоор огтолсон хүдэртэй хэсгүүдийн шугаман хэмжээ,

$L$ -малталт ба цооногоор тогтоосон нийт хүдэржсэн хэсгийн шугаман хэмжээ.

Ордын нийлмэл байдлын итгэлцүүр  $q$ -ийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

$$q = \frac{N_x}{N_x + N_{x_2}}$$

Энд  $N_x$  хүдэржилт огтолсон буюу хүдэртэй малталт ба цооногийн тоо,  $N_{x_2}$  хүдэржилт огтлоогүй буюу хүдэргүй малталт ба цооногийн тоо.

Хүдрийн биетийн зузааны өөрчлөлтийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

$$V_m = \frac{\sigma_m}{\bar{m}}$$

Энд  $V_m$  хүдрийн биетийн зузааны өөрчлөлтийн вариацийн итгэлцүүр,  $\sigma_m$ -хүдрийн биетийн зузааны дисперс,  $\bar{m}$ -хүдрийн биетийн дундаж зузаан.

Ашигт бүрдвэрийн агуулгын өөрчлөлтийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

$$V_a = \frac{\sigma_a}{\bar{a}}$$

Энд  $V_a$  -ашигт бүрдвэрийн агуулгын өөрчлөлтийн вариацийн итгэлцүүр,  $\sigma_a$ -ашигт бүрдвэрийн агуулгын дисперс,

ā-ашигт бүрдвэрийн дундаж агуулга.

Ордын бүлгийг тодорхойлоход ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдлын статистик үнэлгээтэй холбосон дараах хүснэгтийг ашиглах боломжтой.

3.6. Тодорхой бүлэгт ордуудыг хамааруулах шийдвэрийг гаргахдаа хүдрийн биетийн хэлбэр болон ашигт бүрдвэрийн агуулгын хамгийн их өөрчлөлтийг үзүүлэх геологийн бүх л мэдээллийн бүрэн байдлыг харгалзана.

### Ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдлын статистик үнэлгээ ба бүлгийн хамаарал

Хүснэгт 3.

Ордын бүлэг	Ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдлын үзүүлэлтүүд			
	$K_x$	$q$	$V_m$	$V_a$
I бүлгийн орд	>0.7	>0.8	<40	<40
II бүлгийн орд	0.7-0.9	0.6-0.8	40-100	40-100
III бүлгийн орд	0.4-0.7	0.4-0.06	100-150	100-150
IV бүлгийн орд	<0.4	<0.4	>150	>150

### Дөрөв. Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүний судалгаа

4.1. Хайгуул хийсэн ордуудад ордын хэмжээ, геологийн тогтоц, тухайн нутгийн рельефийн төрх байдалд тохирсон масштаб бүхий топографийн суурийг бэлтгэсэн байна. Хөнгөн цагааны хүдрийн ордуудын талбайн топографийн зураг болон плануудыг ихэвчлэн 1:2 000-1:10 000 масштабээр зохионо. Хайгуулын ба ашиглалтын бүх малталтууд (цооногууд, шурф, налуу ба босоо амууд), геофизикийн нарийвчилсан судалгааны шугамууд, хүдрийн хэвтэш, хүдэржсэн бүсийн байгалийн гаршуудыг топографийн зурагт байр зүйн хэмжилтийн багаж төхөөрөмжөөр хийсэн холболтоор буулгасан байх ёстой. Олборлож байгаа ордын уурхайн хүрээ болон газрын доорх малталтуудыг план дээр маркшейдерийн зураглалын үр дүнгээр буулгана. Уулын малталтуудын горизонтуудын маркшейдерийн плануудыг голчлон 1:200-1:1 000 масштабээр, нэгдсэн план зургийг 1:2 000 ба түүнээс том масштабээр зохионо. Цооногуудын хувьд хүдрийн биетийн тааз ба улыг огтолсон цэгүүдийн координатыг тооцоолсон байна. Мөн зүсэлт ба план зургуудын хавтгайд цооногуудын амсар, баганын байрлалыг харуулна.

4.2. Ордын геологийн тогтоцыг нарийвчлан судалж 1:2 000-1:10 000 масштабтай (ордын хэмжээ ба нийлмэл байдлаас нь шалтгаалан) геологийн зураг, планууд, проекцүүдэд/тусгалуудад, шаардлагатай тохиолдолд блок диаграммууд болон загваруудад үзүүлсэн байна. Ордуудын геологийн ба геофизикийн судалгааны материалууд нь хүдрийн биетүүдийн хэмжээ ба хэлбэр дүрс, тэдгээрийн байрлалын

нөхцлүүд, дотоод тогтоц, хүдрийн биетийн өөрчлөлтийн чанар, чулуулгийн литологи-петрографын харилцан хамаарах байдал, атираат структур болон тасралтат хагарлуудтай үүсгэж байгаа харьцаануудын талаар нөөцийн тооцооллыг үндэслэхэд шаардлагатай, хангалттай хэмжээний ойлголт, төсөөлөл өгч чадах хэмжээнд байх ёстой. Ордын хүдэржилтийн геологийн хил хязгаар, илрүүлсэн баялгийг ( $P_1$ ) зэргээр үнэлсэн хэтийн төлөвтэй хэсгүүдийн байрлалыг тодорхойлогч эрлийн шалгууруудыг үндэслэн тогтоосон байх хэрэгтэй.

4.3. Хүдрийн биетүүдийн гарш, өгөршлийн газрын гадарга дээрх гаршууд болон гадарга орчмын хэсгийг уулын малталт, бага гүнтэй цооногуудаар судлахаас гадна геофизикийн сорьцлолтын аргыг хэрэглэн хүдрийн биетийн тархалт, байрлалын нөхцлийг тодорхойлох, өгөршлийн бүтээгдэхүүн, бокситын хэвтшийн тааз болон доод улны геологийн тогтцын онцлогийг судлан хүдрүүдийг үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүдээр нь тус тусад нь нөөц тооцоолоход ашиглах мэдээлэл авах зорилгоор судална.

4.4. Хөнгөн цагааны ордод гүний хайгуулыг голдуу цооногийн аргаар, мөн цооногт болон газрын гадаргад гүйцэтгэсэн геофизикийн аргатай хослуулах замаар хийдэг. Бага гүнд байрших хүдрийн хэвтшийн хувьд цооногоор болон гадаргууд нь уулын малталтаар хайгуулын ажлыг явуулна. Баганат өрөмдлөгийн цооногийн заавар, өрөмдлөгийн технологийн горим нь бокситын хувьд өрөмдлөгийн шингэн, агуулагч чулуулгийн бохирдолгүй кернийг боломжит дээд хэмжээнд нь авахад оршино. Эгц уналтай нефелин, алунитын давхарга, мэшил маягийн хэвтш хүдрийн биеттэй ордын хайгуулын үед гүн, налууугийн өнцөг, цооног хоорондын зай нь давхацсан зүсэлтийг бүрэн тодорхойлсон байх ёстой.

Хайгуулын аргачлалын хувьд геофизикийн судалгааны хэмжээ, төрөл, тэдгээрийн өрөмдлөгийн болон уулын ажлын хамаарал, хайгуулын торын нягтрал, дээжлэлтийн арга аргачлал зэрэг нь ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдлаараа хамаарах бүлэгтэй уялдаж, нөөцийн тооцоолол хийх боломжийг олгосон байх ёстой. Энэ нь уулын, өрөмдлөгийн, геофизикийн хайгуулын багаж хэрэгслийн боломж, ижил төрлийн ордуудын хайгуул, туршлагыг харгалзан хүдрийн биетийн геологийн онцлогт үндэслэн тодорхойлогддог.

4.5. Баганат өрөмдлөгийн цооногийн хувьд өндөр шаардлагыг хангахуйц чөмгийн дээд зэргийн гарц шаардлагатай бөгөөд уг чөмөг нь хүдрийн биетүүд ба агуулагч чулуулгийн байрлалын онцлог, тэдгээрийн зузаан, хүдрийн биетүүдийн дотоод бүтэц тогтоц, хүдрийн байгалийн янз бүрийн төрлүүдийн тархалт, тэдгээрийн структур, текстур, тодорхойлох бүрэн боломжтой, чөмгөөс сорьцлолт хийхэд төлөөлөх чадвар өндөр хэмжээнд байх ёстой. Геологи-хайгуулын ажлын туршлагаас үзэхэд чөмгийн гарц өрөмдлөгийн рейс бүрт 90% ба түүнээс багагүй байх ёстой. Чөмгийн шугаман гарцын тодорхойлолтын үнэн зөвийг жингийн болон эзлэхүүний аргуудаар тогтмол хянаж, түүнийг баримтжуулсан байх шаардлагатай.



Бокситын хайгуулын үед хүдрийн бүсэд өрөмдлөг нь богиносгосон рейсээр явах ёстой ба кернийг бохирдуулахгүйгээр угаалгын шингэнийг ашиглана. Сэвсгэр, суларсан хурдас бүхий хүдрийн биетийн хайгуулын үед материалын гарцыг нэмэгдүүлэхэд зориулсан тусгай өрөмдлөгийн технологийг ашиглах шаардлагатай.

Хүдрийн чанарыг тодорхойлохуйц кернийн гарцын агуулга болон хүдрийн интервалын зузаан нь сэвсгэр хүдрийн жигд бус тархалт, кондицын бус үеүдийн талаарх мэдээллийг баталгаажуулах ёстой. Үүний тулд хүдрийн үндсэн төрлүүдэд түүвэрлэлтийн үр дүнг интервалаар өөр кернийн гарцаар харьцуулах шаардлагатай ба авсан мэдээллийг хяналтын малталт, геофизикийн судалгааны ажлаар баталгаажуулах, кернийн гарц бага буюу муу байх тохиолдолд өөр арга хэрэглэх хэрэгтэй.

Өрөмдлөгөөр оновчтой мэдээлэл авах, мэдээллийн баталгаат байдлыг нэмэгдүүлэхийн тулд тодорхойлсон даалгавар, ордын геологи, геофизикийн нөхцөл байдал, геофизикийн аргын орчин үеийн чадавхид үндэслэн геофизикийн цооногийн судалгааг явуулах хэрэгтэй. Каротажийн цогц судалгаа нь хүдрийн интервалыг тодорхойлох, тэдгээрийн параметрийг гаргах зэрэг ач холбогдолтой байдаг тул ордын бүх цооногт хийх хэрэгтэй. 100 м-ээс их гүнтэй босоо цооног, газар доорх болон бүх хэвтээ цооногуудад 20, 25, 50 м тутамд, боломжтой тохиолдолд тасралтгүйгээр азимут болон цооногийн хазайлтын өнцгийг шалгах хэмжилт хийн үр дүнг геологийн зүсэлтийг зурах, хүдрийн интервалын зузааныг тооцоолох зэрэгт ашиглана. Ашиглалтын үеийн уулын малталтын үед дээрх хэмжээг маркшейдрийн холболтоор тодорхойлно. Цооног нь хүдрийн биетийг доод тал нь 30 градусаас багагүй өнцгөөр огтлох ёстой.

Огцом уналтай хүдрийн биеийг цооногоор огтлохын тулд хазайлтыг зохиомлоор гаргаж өгнө. Хайгуулыг үр дүнтэй явуулахын тулд олон мөргөцөгтэй/дэвүүр-? цооногийг ашиглах нь тохиромжтой ба энэ нь нэгэн ижил диаметртэй цооног байх хэрэгтэй.

4.6. Гүехэн хэвтэш бүхий ордын хувьд уулын малталт нь өрөмдлөгийг шалгах, геофизикийн судалгаа, дээжлэлтийн технологийн сонгох, чийгийн хэмжээг тодорхойлох, хэвтшийн нөхцлийг судлах, морфологи, дотоод бүтэц, эрдэслэг бүрэлдэхүүн, тархалтын шинж чанар, хүдрийн төрлийг судлах зорилгоор уулын малталтыг тодорхой хэсэгт явуулна.

4.7. Хайгуулын малталтын байршил, хоорондох зай нь хүдрийн биетийн структур-морфологийн төрөл, хэмжээ, зузаалаг, геологийн бүтцийн онцлогоос шалтгаалдаг. Тусгаар улсуудын хамтын нөхөрлөлийн орнуудад мөрдөж байгаа хайгуулын үед хэрэглэдэг торын нягтралыг хүснэгт 4-т Монгол Улсын хөнгөн цагааны ордуудад хэрэглэсэн хайгуулын торыг хүснэгт 5-д харуулсан ба нефелин сиенитын төрлийн хүдрийн ордод хэрэглэх жишээгээр оруулсан тул тухайн геологи-хайгуулын ажил төлөвлөх үед заавал энэ торын нягтралыг барих ёстой гэсэн асуудал биш юм. Орд бүхэн геологи, геофизикийн судлагдсан байдал, ашиглалт

явуулсан байдлаасаа шалтгаалан хайгуулын торын нягтыг тодорхойлох эсвэл тухайн ордтой ижил төстэй, хайгуул хийгдсэн ордын торын нягтралаар авна.

4.8. Ордын өөр хэсгийн нөөцийг баталгаажуулахын тулд нарийвчилсан хайгуул явуулна. Хайгуулын үеийн урьдчилсан ТЭЗҮ-д эдгээр нарийвчлал хийх хэсгийн хэмжээ, тоо зэргийг газрын хэвлийг ашиглагч нь тодорхойлох ба бусад хэсэгт ашигласан торын нягтаас илүү нягтруулах шаардлагатай. I бүлгийн ордын хайгуулаар баттай болон бодитой (A+B) зэрэглэлээр, II бүлгийн ордын хайгуулаар бодитой (B) зэрэглэлээр нөөцийг тооцоолно. III бүлгийн ордод хамаарах ордын хувьд торын нягтралыг боломжтой (C) зэрэглэлээр тогтоосон хайгуулын ажлын торын нягтралаас 2 дахин илүү нягтруулахыг зөвлөдөг байна.

### Тусгаар улсуулын хамтын нөхөрлөлийн орнуудад хэрэглэж байгаа ордуудын хайгуулын өрөмдлөг, малталтуудын торын нягтрал

Хүснэгт 4

Бүлэг	Хүдрийн биетийн структур-морфологийн төрөл	Малталтуудаар хүдрийн биет огтлогдсон цэгүүдийн хоорондох зай (м)					
		Баттай (A)		Бодитой (B)		Боломжтой (C)	
		Суналын дагуу	Уналын дагуу	Суналын дагуу	Уналын дагуу	Суналын дагуу	Уналын дагуу
I	Том хэмжээний давхарга маягийн хэвтэш, бокситын чанар болон зузаан нь тогтвортой: Хэлбэр нь тэгш хэмтэй	100	100	200	200	400	400
	Суналын дагуу урт сунасан	100	100–50	200	100	400	200
II	Мэшил хэлбэрийн болон давхарга маягийн хэвтэш, зузаан тогтворгүй боловч бокситын чанарын өөрчлөлт багатай: Хэмжээ том, суналын дагуу урт сунасан	–	–	150–75**	100–50**	300	100
	Хүдрийн биет тэгш хэмтэй, том, дунд хэмжээтэй	–	–	100	50	200	200
	Нийлмэл тогтоцтой томоохон карст-давхарга маягийн хэвтэш, тааз нь тэгш, ул нь тэгш бус	–	–	100	100	200	200
	Өөрчлөлттэй зузаалаг, нягт цул	–	–	100***	100***	200***	200***
	Зузаалаг нь огцом өөрчлөлттэй, хүдэргүй хэсэг хааяа тохиолдолдоно	Төвийн цооногтой					
Хэмжээ дунд, карст-хотгор маягийн хэвтэштэй, нийлмэл тогтоцтой, зузаалаг нь өөрчлөлттэй, чанар нь тогтмол бус боксит	–	–	50–100	50–100	100–200	50–100	
III	Маш нийлмэл тогтоцтой, мэшил маягийн зузаалаг болон чанарын огцом өөрчлөлттэй боксит						

	Хэмжээгээрээ дундаж	-	-			100-50	100-50
	Жижиг эвсэл маш бага	-	-			25-50	25-50

\* Алунит, нефелинитын төрлийн ордын хайгуулын торын нягтралыг энэхүү өгсөн хэмжээгээр хязгаарлаж үл болно. Зарим алунитын ордод хайгуулын торын нягтралыг баттай (А) зэрэглэлд 100х100 м, (В) зэрэглэлд 200х200 м, С зэрэглэлд 400х400 м гэж авсан байхад нефелиний хүдрийн ордод хайгуулын малталтын торын нягтралыг баттай (А) зэрэглэлд 200х200 м, бодитой (В) зэрэглэлд 200х400 м, боломжтой (С) зэрэглэлд 400х400 м гэж авсан байдаг.

\*\* Торлол нягтрах хэсэгт.

\*\*\*Хайгуулын ажлаар нөөцийн тооцоолол хийх үед ашиглалт болон хайгуулын үеийн өгөгдлийг харьцуулах замаар алдааг багасгах коэффициент/итгэлцүүр ашиглана.

Тодруулга. Үнэлгээ хийж байгаа ордод хайгуулын ажлын торын нягтралыг илрүүлсэн баялаг (Р)-ийн хувьд боломжтой (С) зэрэглэлтэй харьцуулахад ордын геологийн нийлмэл тогтцоос хамаарч 2-4 дахин сийрэгжүүлэх ба заавал цооноогоор баталгаажуулах албагүй.

**Монгол Улсын хөнгөн цагааны ордуудад хэрэглэсэн хайгуулын тор**

Хүснэгт 5

Бүлэг	Ордын нэр	Хайгуул хийсэн он	Хүдрийн биетийн хэлбэр, хэмжээ	Малталтуу дын төрөл	Хүдрийн биет огтлогдсон цэгүүдийн хоорондын зай (м)		Тайлбар
					Бодитой (В)	Боломжтой (С)	
I	Дөшийн гол	1969, 1985, 2012-2013	“Хойт” биет нь гадаргууд 0.84 км <sup>2</sup> талбайтай, зуйвандуу дугуй хэлбэртэй габбро, тералит, ийолит, урритаас тогтсон Дөшийн голын массивт тогтоогдсон. Массив нь Баянзүрх формацийн гантигжсан шохойн чулуун дотор илэрсэн. Массив нь зүүнээс баруун тийш габбро-тералит-ийолит-уртит гэсэн бүслүүрлэг бүтэц ажиглагдах ба Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8-11% (шүлтлэг габбро), 31% (уртит) хүрнэ.	Шурф, Өрөмдлөг (509.4 м хүртэл гүн): 12436.8 т/м	100x200	200-400	200-578 м гүн цооногоор Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (19.42%) нөөц “Хойд” буюу I биетэд бодитой (В) 28.6 сая тн, боломжтой (С) 16.2 сая тн.
			“Өмнөд” биет нь “Хойт” биетээс урагш 900 м-т венд-доод кембрийн Баянзүрх формацийн гантигжсан шохойн чулуун дотор агуулагдах 0,8x0,25 км хэмжээтэй зуйвандуу дугуй хэлбэртэй, ийолит, урритаас тогтсон массив, ба скарнжилт илэрсэн. Нийт ордын хэмжээнд 59,3 сая тн хүдэр Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> гэж тухайн үед (1985) таамагласан.		100x200	200-400	192.0-416.4 м гүн цооногоор Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (19.42%) нөөц “Өмнөд” буюу II биетэд бодитой (В) зэргээр 4.2 сая тн, боломжтой (С) 3.5 сая тн
I	Өвөр Мараат	1969, 1985, 2012-2013	Баянзүрх формацийн доод мэмбэрийн шохойн чулууг зүссэн доод девоны Ужигийн голын бүрдлийн хожуу өрнөлийн бүслүүрлэг бүтэцтэй ювит, фойяит. Тэдгээрийн хил заагийг дагасан 5,5 км урт, 0,3-0,4 км өргөнтэй аажим шилжилтийн зурвас илэрсэн. Нефелинит 1,5-2,0 км талбайд идиоморф талсттай, шигтгээлэг структуртай. Тухайн үед 545,9 сая тн гэж таамагласан.	Өрөмдлөг: 874 т/м	-	200x400 (600x500)	Ювитад Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -26,7%, фойяитад Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -20,8%, ювит-фойяитын заагийн шигтгээлэг ювитэд Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -23,32%, Боломжтой (С) зэргээр 73.9 сая тн, баялаг (Р) 47.4 сая тн.
II	Алаг уул	1978, 2010-2012	Нийлмэл геологийн тогтоцтой, тасрал, эвдрэл болон хувиралд орсон ба ЗХ40° сунасан, нийт 5 км урт, 800 м өргөнтэй “Хойд” “Урд” гэж хоёр хүдрийн биет хэсэг ялгасан. Хэт суурилаг чулуулаг дотор зүүн хойш чиглэлтэй сунаж тогтсон диаспорын бокситын үеүд цооногт 1-22 м зузаантай.	Өрөмдлөг: 1008.8 т/м, 15 цооног	100x50-100	200x100	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> дундаж агуулга 33.3%, 4.5 сая тн нөөц: Бодитой (В) 2,39 сая.тн хүдэрт 798 мян.тн исэл (33.3%), боломжтой (С) 9.6 сая тн хүдэрт 3.2 сая тн (33.8%) исэл.

Хайгуулыг нарийвчлан явуулах хэсэгт хүдрийн биет (хэвтэш)-ийн байршлын нөхцөл, нөөц тооцсон хүдрийн биетийн хэлбэр, чанар зэрэг нь бусдаасаа онцлог, ялгаатай байна. Энд нөөц бодсон хүрээн дотор, зарим тохиолдолд ордын хэмжээн дэх геологийн тогтоц, хүдрийн чанар, уул-геологийн нөхцөл зэргээс өөр байж болно.

Нарийвчлал хийх хэсгээс олж авсан мэдээлэл нь ордын нийлмэл байдал, геологийн тогтоцод нь хамаарах хайгуулын торын нягтрал, дээжлэлтийн үр дүнгийн найдвартай байдлыг үнэлэх, тооцооллын параметр гэх мэт бүхэлд нь ордыг төлөөлөх мэдээлэлд ашиглагдана. Эдгээр зорилгоор хайгуул хийгдсэн ордод ашиглалын үеийн хайгуулын ажлын мэдээллийг ашиглана.

Нарийвчлан хайх хэсгүүдийн нөөцийн тооцоололд интерполяцийн аргуудыг хэрэглэж байгаа бол (геостатистик, урвуу зайн арга г.м.) хайгуулын огтлолуудын нягтрал нь интерполяцийн оновчтой тэгшитгэлүүдийг үндэслэхэд хангалттай байх хэмжээнд байх ёстой.

4.9. Нийт хайгуулын малталтууд, хүдрийн биетийн гарш, гадаргуу дээрх өгөршил зэрэг нь баримтжуулагдсан байх хэрэгтэй. Сорьцлолтын үр дүнг анхдагч баримтжуулалтын зураг, схем дээр буулгах ба геологийн бичиглэлээр шалгана.

Анхдагч баримтжуулалтын бүрэн бүтэн байдал ба чанар, тэр нь ордын геологийн онцлогтой тохирч байгаа эсэх, структурын элементүүдийн орон зайн байрлалыг зөв тодорхойлсон эсэх, зураг схемүүдийг зохиосон байдал, тэдгээрийн бичиглэлийг хийсэн байдлыг тогтсон журмын дагуу байгууллага нь итгэмжлэгдсэн мэргэжилтэн томилж байгаль дахь байдалтай нь тулган шалгах ажлыг тогтмол хийж байх нь оновчтой. Түүнээс гадна анхдагч баримтжуулалтын нэгтгэсэн геологийн материалуудтай тохирч байгаа эсэхэд хяналт тавьж байх шаардлагатай. Сорьцлолтын чанарыг (сорьцын жин ба сорьцлолтын огтлол тогтвортой эсэх, хэсгийн геологийн тогтоцын онцлогт сорьцлолтын байрлал нь тохирсон эсэх, сорьц авсан нягт ба тасралтгүй үргэлжлэх байдал, хяналтын сорьцлолт хийсэн, үр дүн нь байгаа эсэх) үнэлэх шаардлагатай.

4.10. Ашигт малтмалын чанарыг судлах, хүдрийн биетүүдийн хүрээ хязгаарыг татах, нөөц тооцоолоход зориулан хайгуулын малталтуудаар нээгдсэн хүдрийн бүх интервалууд болон хүдэржсэн байгалийн гаршуудыг бүгдийг нь сорьцолсон байх ёстой.

4.11. Сорьцлолтын сонголт болон аргуудын сонголтыг ордын геологийн тогтцын онцлог, хүдэр ба агуулагч чулуулгийн физик шинж чанар, хайгуулыг явуулж байгаа техник тоног төхөөрөмжөөс шалгаалан ордын үнэлгээний болон хайгуулын ажлуудын эхний шатанд хийнэ. Сорьцлолт (геологийн болон геофизик)-ын сонголт болон арга (керний, ховилон ба хуссан сорьц) ашиглаж байгаа тохиолдолд сорьцлолтын чанар ба сорьц боловсруулалтыг тодорхойлоход, сорьцлолтын аргуудын үнэмшлийг үнэлэхэд зохих аргачлалын баримт бичгүүдийг ашиглах, баримтлах хэрэгтэй. Сорьцлолт хийхээр сонгож авсан арга аргачлал, сорьцлолт

хийх арга замууд нь хөдөлмөрийн бүтээмж өндөртэй, эдийн засгийн хувьд үр ашигтай байдлаар үр дүнг олж авах үнэмшлийг хангасан байх ёстой.

4.12. Хайгуулын огтлолын сорьцлолтыг дараах нөхцлийг баримтлан явуулна. Үүнд:

– Сорьцлолтын торлол тогтвортой, түүний нягтшил нь ордын судалж байгаа хэсгүүдийн геологийн онцлогоор тодорхойлогдсон байх ёстой бөгөөд голчлон ижил төсөөтэй ордуудын хайгуулын туршлагад үндэслэн тогтоогддог бол, шинэ объектууд дээр туршилтын замаар тодорхойлогддог. Хүдэржилт хамгийн их өөрчлөлттэй байгаа чиглэлд сорьцуудыг авах,

– Сорьцлолтыг хүдрийн биетийн бүх зузааныг хамарсан байдлаар агуулагч чулуулаг руу оруулан, жишгийн дагуу үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой хүрээ буюу хүдрийн биет доторх хоосон болон жишгийн бус үеүдийн зузаанаас илүү гарч байх урттайгаар тасралтгүй хийх ёстой. Геологийн тодорхой буюу эрс хил зааггүй хүдрийн биетийн хувьд хайгуулын малталт, цооногуудын чөмгийг бүхэлд нь хамруулан, геологийн тод хил заагтай хүдрийн биетүүдийн хувьд хүдрийн биетийг нь хамруулан сийрэгжүүлсэн тороор сорьцлолт хийнэ. Үндсэн хүдрийн гаршаас бусад хайгуулын малталтуудад өгөршлийн бүтээгдэхүүнээс сорьцлолт авна.

– Сорьцлолтыг хүдрийн төрлөөр (чулуулаг, сэвсгэр, шаварлаг, бусад боксит, уртит, тералит, нефелин-сиенит) нь тус тусад нь хийнэ. Хэсэг бүрийн урт нь хүдрийн биетийн дотоод бүтэц, эрдэслэг бүрэлдэхүүний өөрчлөлт, хүдрийн бусад физик-механик шинж чанаруудаас хамаарч тодорхойлогдоно. Янз бүрийн гарцтай керний огтлолуудыг тус тусад нь сорьцлоно. Ямар ч тохиолдолд бокситын сорьцыг агуулагч чулуулаг болон шаварлаг хэсгийг өрөмдлөгийн шингэн (шавар уусмал)-ээр бохирдуулахгүй байх хэрэгтэй.

4.13. Хүдрийн үндсэн төрлүүдээр хийгдэж байгаа сорьцлолтын арга аргачлал тус бүрээр сорьцлолтын чанарыг тогтмол хянаж үр дүнгийн үнэмшил, нарийвчлалыг үнэлж байх ёстой. Геологийн тогтоцын элементүүдэд сорьцууд яаж байрлаж байгааг хянаж, хүдрийн биетүүдийг зузаанаар нь хүрээлэх буюу хил заагийг тогтооход найдаж болох эсэх, сорьцуудын үзүүлэлтүүд тогтвортой байгаа эсэх, дээжийн жин нь ховилон сорьц авахаар төлөвлөсөн огтлолын тооцооны жинтэй болон керний сорьцын жин нь гаргаж авсан керний тооцооны жинтэй тохирч байгаа эсэхийг (хүдрийн нягтын өөрчлөлтийг харгалзан үзэхэд ийм зөрөө нь  $\pm 10-20\%$ , түүнээс ихгүй байх) шалгаж, хянаж байх ёстой. Чөмгөн сорьцлолтын нарийвчлалыг өрмийн керний хувьд тус чөмгийн үлдсэн талыг сорьцлох замаар шалгана.

Байгалийн гаршид геофизикийн хэмжилт хийх үеийн багаж хэрэгслийн ажлын тогтвортой байдал ба ижил нөхцөлд үндсэн ба хяналтын хэмжилтийг дахин хийх боломжийг хянах явдал юм. Геофизикийн сорьцлолтын үнэмшил нь геологийн болон геофизикийн сорьцлолтыг өндөр гарц бүхий (90%, түүнээс дээш) тулгуур цооногийн керний сорьцлолтын үр дүнгүүдээр баталгаажсан байна. Сорьцлолтын үр дүнг мэдэгдэхүйц гажуудуулж байгаа чөмгөн сорьцны сонгомол элэгдэл байгаа

тохиолдолд, түүний цооногуудын үнэмшлийг зэрэгцээ уулын ажлуудын сорьцлолтоор шалгана.

Цооногийн сорьцлолтын үнэмшил болон кернийн гарц янз бүр гарах тохиолдолд уулын малталтаар, гүн хэвтэш бүхий байвал геофизикийн сорьцлолтын өгөгдлөөр баталгуулна.

Хяналтын сорьцлолтын хэмжээ нь статистик боловсруулалт хийхэд хангалттай, системтэй алдаагүй байх ёстой ба шаардлагатай тохиолдолд алдааг багасгах итгэлцүүрийг ашиглана.

4.14. Сорьц боловсруулалтыг орд тус бүр дээр эсвэл тухайн ордтой ижил төстэй жишээ болгож болохуй орд дээр боловсруулсан бүдүүвч (схем)-ийн дагуу хийнэ. Үндсэн ба хяналтын сорьцуудыг ижил бүдүүвчээр боловсруулна.

Боловсруулалтын чанарыг бүх үйл ажиллагаа тус бүрээр, тухайлбал “к” итгэлцүүрийн үндэслэл болон боловсруулалтын бүдүүвчийг баримталж байгаа байдлыг тогтмол хянана.

Хяналтын томоохон хэмжээтэй сорьцын боловсруулалтыг тусгай хөтөлбөрөөр хийнэ.

4.15. Хүдрийн химийн найрлагыг судлахдаа үндсэн, дагалдах ашигт бүрдвэр болон хортой хольц байгаа эсэхийг хими, спектр эсвэл бусад аргаар тогтооно. Хүдэр дэх дагалдах бүрдвэрийн судалгаа нь тусгайлан гаргасан аргачилсан зөвлөмжийн дагуу тодорхойлно.

Бокситод дараах бүрдвэрүүдийг тодорхойлно:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{C}$ (орган),  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Ga}$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Sc}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Хайгуулын ажлын бүх үе шатуудад  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -ыг энгийн бүх сорьцонд, бусад элементүүдийн агуулгыг бөөний сорьцонд тодорхойлно. Бокситын ордын ба нөөцийн хэсэгшлийн нөөцийг блокоор тооцоход  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$  (шамозит агуулсан хүдэрт),  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Ga}$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ -ыг тодорхойлох хэрэгтэй.

Нефелиний хүдэрт дараах бүрдлүүдийг тодорхойлно. Үүнд:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{Ga}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Cs}$ ,  $\text{Sc}$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ . Хайгуулын ажлын бүх үе шатуудад  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ -ыг энгийн бүх сорьцонд, бусад элементүүдийн агуулгыг бөөний сорьцонд тодорхойлно. Нефелинийн хүдрийн нөөцийг ордын, түүний хэсгийн, нөөцийн хэсэгшилд нөөцийг тооцоолоход дээрх бүрдвэрүүдийг заавал тодорхойлох ёстой.

Алунитын хүдэрт  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (ни.),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (алунитын бус),  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Ga}$ ,  $\text{FeO}$ -ыг тодорхойлно. Хайгуулын ажлын бүх үе шатуудад  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (нийт.),  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (алунитын бус),  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ыг энгийн бүх сорьцонд тодорхойлно.

Ердийн сорьцуудыг бүлэгчилэн нэгтгэх, тэдний тархалтын төрх ба ерөнхий тоо хэмжээг тогтооход, хүдрийн үндсэн төрлүүдийн хувьд дагалдагч ба хортой

хольцуудыг тодорхойлоход, мөн хүдрийн биетийн унал ба суналын дагуу тэдгээрийн агуулгын өөрчлөлтийн зүй тогтлыг илрүүлэхэд хүдрээс жигд сорьцолсон байх нь оновчтой.

4.16. Сорьцуудын шинжилгээний чанарыг тогтмол хянаж, хяналтын үр дүнгүүдийг цаг тухайд нь зохих аргачлалын дагуу боловсруулна. Геологийн хяналтыг лабораторийн шинжилгээний хяналтаас хамаарахгүйгээр ордын хайгуулын туршид хийж байна. Хяналтад бүх үндсэн ба дагалдагч, ашигт болон хортой хольцуудын шинжилгээний үр дүнг хамруулна.

4.17. Тохиолдлын буюу санамсаргүй алдааны хэмжээг тогтоохын тулд шинжилгээний сорьцуудын дубликатаас авсан хяналтын сорьцуудад нууцалсан дугаар өгч, үндсэн шинжилгээг нь хийсэн лабораторит өгч шинжлүүлдэг дотоод хяналтыг ашиглана. Байнгын буюу системтэй алдааг илрүүлж үнэлэхийн тулд хяналт хийх эрх авсан өөр лабораторит гадаад хяналт хийлгэнэ. Гадаад хяналтын шинжилгээнд үндсэн шинжилгээ хийсэн лабораторит хадгалагдаж байгаа ба дотоод хяналт хийсэн сорьцуудын дубликатыг илгээнэ. Судалж шинжилж байгаа сорьцуудтай ижил төсөөтэй найрлагын стандарт сорьцууд байгаа тохиолдолд стандарт сорьцуудыг шифрлэсэн дугаараар шинжилгээ хийлгэх гэж байгаа ердийн сорьцуудынхаа дотор багцлан оруулж үндсэн шинжилгээ хийсэн лабораторит илгээн шинжлүүлэх замаар гадаад хяналтыг хийнэ.

Дотоод болон гадаад хяналтад илгээж байгаа сорьцууд нь ордын хүдрийн бүх төрлүүд, агуулгын бүлгүүдийг төлөөлж чадах хэмжээнд байна. Шинжилгээнд хамрагдсан сорьцуудын хэт өндөр агуулга өгсөн дээжийг дотоод хяналтанд илгээх шаардлагатай.

4.18. Дотоод ба гадаад хяналтын хэмжээ нь шинжилгээ хийгдсэн үе шат бүрээр (улирал, хагас жил г.м.), агуулгын бүлэг бүрээр, тэднийг төлөөлөх хэмжээнд байна. Агуулгын бүлгүүдийг ялгахдаа нөөцийн тооцоололд хэрэглэх жишгийн буюу захын ба хамгийн бага үйлдвэрлэлийн агуулгын шаардлагыг тооцон үзнэ. Шинжлүүлж байгаа сорьцын тоо маш их (жилд 2000, түүнээс их) бол хяналтын шинжилгээнд тэдний 5%-тай тэнцэх тооны сорьцыг илгээнэ. Агуулгын бүлэг бүрээр дээрхээс бага тооны сорьцуудыг шинжлүүлсэн бол хяналтын хугацаанд тэдгээрт тус бүрээс 30, түүнээс багагүй тооны хяналтын шинжилгээ хийлгэнэ.

4.19. Агуулгын бүлэг тус бүрээр дотоод ба гадаад хяналтын мэдээллийн боловсруулалтыг тодорхой давтамжтай (долоо хоног, сар, улирал, хагас жил, жилээр)-гаар шинжилгээний төрөл ба үндсэн шинжилгээ хийсэн лаборатори тус бүрээр хийнэ. Стандарт сорьцын шинжилгээний үр дүнгээр гарсан системтэй зөрөөний үнэлгээг шинжилгээний өгөгдлийн статистик боловсруулалт хийх аргачлалын дагуу хийнэ. Дотоод хяналтын үр дүнгээр тооцоолсон тохиолдлын (харьцангуй дундаж квадрат) алдаа нь хүснэгт 6-д заасан хэмжээнээс хэтрэхгүй байна. Хэтэрсэн тохиолдолд тухайн агуулгын бүлгийн үндсэн шинжилгээний үр дүн болон тухайн лабораторийн уг шинжилгээг хийсэн хугацааны бүх сорьцуудын үр



дүнг хүчингүйд тооцож сорьцуудад дахин шинжилгээг дотоод хяналттай хамт хийнэ. Үндсэн шинжилгээг хийсэн лаборатори нь ийм алдаа гарах болсон шалтгааныг олж зохих арга хэмжээг авах ёстой.

**Бүрдвэрүүдийн агуулгын ангилалд харгалзах  
тохиолдлын алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээ**

Хүснэгт 6

Бүрдвэр	Хүдэр дэх агуулгын ангилал, % (Ga болон Ge, г/т) *	Харьцангуй дундаж квадрат алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээ, %	Бүрдвэр	Хүдэр дэх агуулгын ангилал, % (Ga болон Ge, г/т) *	Харьцангуй дундаж квадрат алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээ, %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	>70	13	Na <sub>2</sub> O	>25	4.5
	50–70	15		5–25	6.0
	30–50	25		0.5–5	15
	25–30	35		<0.5	30
	15–25	45		>5	6.5
SiO <sub>2</sub>	20–50	25	K <sub>2</sub> O	1–5	11
	5–20	55		0,5–1	15
	1.5–5	11		<0.5	30
TiO <sub>2</sub>	>15	25	п. п. п.	20–30	2
	4–15	60		5–20	4
	1–4	85		1–5	10
	<1	17		<1	25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20–30	25	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	>1	8
	10–20	30		0.5–1.0	12
	5–10	60		0.2–0.5	15
	1–5	12		0.1–0.2	20
CaO	1–7	11		0,01–0,1	25
	0.5–1	15		<0.01	30
	0.2–0.5	20	>50	18	
	<0.2	30		10–50	24
MgO	0.5–1	16	Ga	<10	30
	0.05–0.5	30		>50	18
	<0.05	30			10–50
S	0.5–1	12	Ge		<10
	0.3–0.5	15			
	0.1–0.3	17			

\* Хэрэв ордууд дээр ялгасан агуулгын бүлгүүд энэ хүснэгтэд заасан агуулгын бүлгүүдээс ялгаатай байгаа бол харьцангуй дундаж квадрат алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээг интерполяцаар тодорхойлно.

4.20. Гадаад хяналтын шинжилгээний үр дүнгээр үндсэн ба хяналт хийсэн лабораториудын шинжилгээний үр дүнгүүдийн хооронд системтэй зөрөө илрэх тохиолдолд хөндлөнгийн хяналтын шинжилгээг олон улсын итгэмжлэл бүхий лабораториор хийлгэнэ. Гадаад хяналтын лабораторийн шинжилгээнд нийт сорьцын 10-15%-тай тэнцэх хэмжээний сорьцуудыг санамсаргүй ба санаатайгаар

сонгон авна. Сорьцуудыг гадаад хяналтын шинжилгээнд илгээхдээ ижил төрлийн шинжилгээ, ижил аргачлалыг сонгох нь үндсэн ба хяналтын сорьцын алдааг багасгадаг. Хөндлөнгийн хяналтад лабораторит хадгалагдаж байгаа ба ердийн болон гадаад хяналтын шинжилгээний үр дүн бүхий ердийн сорьцуудын дубликатыг (зайлшгүй тохиолдолд шинжилгээ хийсэн сорьцын үлдэгдэл) илгээнэ. Хяналтанд системтэй зөрүү илэрсэн агуулгын бүлэг бүрээс 30-40 сорьц шинжлүүлнэ. Шинжилж байгаа сорьцтой ижил найрлагатай, урьдчилан бэлтгэсэн стандарт сорьцыг хөндлөнгийн шинжилгээнд явуулах сорьцын багцад хийж илгээнэ. Стандарт сорьц тус бүрээр хяналтын шинжилгээний 10-15 сорьц үр дүнтэй байна.

Хөндлөнгийн шинжилгээгээр системтэй алдаа байгаа нь тогтоогдвол түүний шалтгааныг олж, арилгах арга хэмжээ авч, бүлэг тус бүрийн бүх сорьцуудыг дахин шинжлэх, үндсэн лабораторийн уг сорьцуудын шинжилгээг хийсэн цаг үеийн бүх шинжилгээний үр дүнгүүдийг хүчингүйд үзэх, эсвэл зохих засварын итгэлцүүр хэрэглэх эсэхийг шийдвэрлэх шаардлагатай. Хөндлөнгийн шинжилгээ хийлгүйгээр засварын итгэлцүүр хэрэглэхийг хориглоно.

4.21. Сорьц авалт, боловсруулалт, шинжилгээний талаар хийсэн хяналтын үр дүнгээр хүдрийн огтлолуудыг ялгахад болон тэдгээрийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлоход гарсан байж болох алдааг үнэлсэн байна.

4.22. Хүдрийн байгалийн ба үйлдвэрлэлийн төрлүүдийн эрдсийн найрлага, тэдний структур-текстурын болоод физик шинж чанарын онцлогуудыг минералогипетрографи, физик, хими болон бусад шинжилгээг (XRF, ICP-MS, ICP-OES, AAS гэх мэт) ашиглан судалсан байна.

Литологоор өөр төрлийн бокситын хувьд хөнгөн цагааны исэл (гиббсит, бёмит, диаспор, корунд)-ийн эрдсийн хэлбэрийг тодорхойлох шаардлагатай. Энэ тохиолдолд шамозит агуулсан бокситын сортын ялгагдах байдлыг анхаарах хэрэгтэй.

Нефелинитын хүдрийн хувьд хөнгөн цагааны исэл агуулсан минералогийн бичиглэлийн хамт тэдний тоо хэмжээ, тодорхой бүлгүүдийн хоорондын хамаарал, өөр эрдэстэй хамтдаа ургасан эсэх зэргийг анхаарч, тодорхойлно.

Үндсэн, дагалдах ашигт бүрдвэр, хортой хольцын тархалтыг судлах шаардлагатай ба эрдсийн нэгдлийн хэлбэрээр тэнцэл гаргах хэрэгтэй.

4.23. Хүдрийн эзэлхүүн жин ба байгалийн чийгшлийг хүдрийн төрөл болон жишгийн бус үеүдэд тодорхойлохдоо холбогдох аргачлалыг мэргэшсэн этгээдээр боловсруулан, баримтлах хэрэгтэй. Нягт бүтэцтэй хүдрийн эзэлхүүн жинг шаардлага хангасан сорьцод хийх ба сэвсгэр, ан цав ихтэй, нүх сүвэрхэг хүдрийн эзэлхүүн жинг парафенаар (лааны тосоор) бүрж тодорхойлох шаардлагатай. Үүнийг ордын талбай болон гүний хэмжээнд аль болох жигд тархалттай, чулуулгийн төрөл тус бүрийг бүрэн хамруулан хэмжиж судлах хэрэгтэй. Хяналтын ажлыг шаардлагатай хэмжээнд хийх бөгөөд шаардлагатай тохиолдолд эзэлхүүн жинг сарнимал гамма туяагаар шарж шингээх аргаар тодорхойлж болно. Эзэлхүүн жинг

тодорхойлсон сорьцод хүдрийн чийгшил, сүвэрхэг чанарыг хамт тодорхойлно. Эзэлхүүн жин болон чийгшил тодорхойлсон сорьцууд нь минералогийн хувьд урьдчилан бичиглэл хийгдсэн ба үндсэн бүрдвэрүүдийн агуулгын шинжилгээ хийгдсэн байна.

4.24. Хүдрийн химийн болон эрдсийн найрлага, структур-текстурын онцлогууд, физик шинж чанаруудыг судалсны үр дүнд хүдрийн байгалийн төрлүүдийг тогтоож, ангилан олборлолт хийж тусад нь боловсруулах шаардлагатай үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүдийг урьдчилан тогтооно. Хүдрийн үйлдвэрлэлийн төрлүүд болон сортуудын эцсийн төрлийг ордуудад илэрсэн хүдрийн байгалийн төрлүүдийн технологийн судалгааны үр дүнд үндэслэн ялгана.

### **Тав. Хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа**

5.1. Хүдрийн технологийн шинж чанарыг лабораторийн ба хагас үйлдвэрлэлийн нөхцөлд минералоги-технологийн, лабораторийн, томсгосон лабораторийн болон хагас үйлдвэрлэлийн сорьцуудад судалдаг. Бокситын технологийн шинж чанарыг мөн адил лабораторийн нөхцөлд судална. Хүдрийг үйлдвэрт боловсруулсан туршлага байгаа тохиолдолд бокситын литологи, минералоги, химийн шинж чанарын лабораторийн судалгаагаар баталгаажуулсан аналог аргаар ашиглахыг зөвшөөрнө.

Тусгаар улсуудын хамтын нөхөрлөлийн орнуудад бокситуудыг урьдчилж баяжуулахгүйгээр буталсны дараа шууд түүхий эд болгон ашигладаг байна. Тухайлбал алунитын хүдрийг механик аргаар баяжуулдаггүй бөгөөд бокситын үндсэн хэсгийг буталсаны дараа цэврээр хэрэглэдэг.

Нефелиний хүдрийг баяжуулах аргаар хөнгөн цагааны исэл үйлдвэрлэхэд бэлтгэдэг бөгөөд үүнд нойтон соронзон ангилан ялгалт болон флотацийг багтаасан.

Нефелин болон алунитын хүдрийн технологийн шинж чанарыг лабораторийн болон хагас үйлдвэрлэлийн нөхцөлд судална.

5.2. Хүдрийн технологийн төрөл болон сортыг ангилан ялгахад геологи-технологийн зураглалыг хийдэг бөгөөд байгаль дээрх хүдрийн сөөлжилсэн байдлын тоо хэмжээ, давтамжаас нь шалтгаалан сорьцлолтын торыг сонгоно.

Тодорхой торлолоор авдаг минералоги-технологийн болон бага хэмжээний технологийн сорьцуудыг орд дээр тогтоогдсон хүдрийн байгалийн бүх төрлөөс авна. Тэднийг туршсан үр дүнгээр ордын хүдрийн геологи-технологийн төрлүүдийг тогтоож, хүдрийн үйлдвэрлэлийн төрлүүд, сортуудыг ялгаж ангилан, ялгасан үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүдийн хэмжээнд хүдрийн бодисын найрлага, физик-механикийн ба технологийн шинж чанаруудын орон зайн өөрчлөлтийг судлан, хүдрийн геологи-технологийн зураг, зүсэлтүүдийг байгуулна.

Лабораторийн болон лабораторийн томсгосон сорьцуудад үйлдвэрлэлийн (технологийн) шинж чанаруудыг судлахдаа хүдрийг боловсруулах технологийн оновчтой бүдүүвчийг сонгох, баяжуулалтын технологи, гол үзүүлэлтүүдийн тоон утгыг тогтоосноор баяжуулалтын сонголтуудыг тодорхойлж болох шаардлагатай

хэмжээнд хийсэн байна. Хагас үйлдвэрлэлийн технологийн сорьцуудыг баяжуулалтын технологийн бүдүүвчийг шалгах, лабораторийн технологийн сорьцуудад тогтоосон хүдрийн баяжилтын үзүүлэлтүүдийг тодруулахад ашиглана.

5.3. Технологийн туршилт хийдэг мэргэшсэн байгууллага нь ашигт малтмалын тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч байгууллагатай хамтран төслийг хэрэгжүүлэхэд холбоотой бусад байгууллагатай зохицсон хөтөлбөрийн дагуу лабораторийн болон хагас үйлдвэрлэлийн түвшинд технологийн туршилтыг явуулна. Технологийн сорьцыг холбогдох журмын дагуу авч акт хөтөлнө.

5.4. Лабораторийн томсгосон ба хагас үйлдвэрлэлийн технологийн сорьцууд нь тухайн хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлийн химийн ба эрдсийн найрлага, физикийн ба бусад шинж чанаруудын дундаж найрлагыг төлөөлөх чадвартай байх бөгөөд боломжит бохирдлыг тооцож үзсэн байна.

5.5. Хүдрийн технологийн туршилтыг хүдэр боловсруулах технологийн бүдүүвчийг сонгоход хангалттай болон үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой дайвар бүрдвэрийг иж бүрнээр ялгаруулах талаар анхдагч мэдээлэл авахуйцаар судалсан байна. Хүдрийн үйлдвэрлэлийн буюу технологийн төрлүүдийг холбогдох жишгийн үзүүлэлтүүдийн дагуу тодорхойлох шаардлагатай.

5.6. Хүдрийн бутлагдах чанарын судалгааг хийхдээ бокситын хүдрийг -50 ба -3 (1) мм, нефелиний хүдрийг -5 мм хүртэл буталж, эрдсийн технологийн аргыг хэрэглэдэг. Хүдрийн исэлдэлтийн зэрэг, эрдэс ба химийн найрлага, структур, текстурын шинж чанар, хүдрийн нунтаглагдах чадвар, эрдсийн физик, химийн ба комплекс шинж чанарууд, эдгээр шинж чанаруудын ялгаатай байдлын зэргийг тогтооно. Бутлалтын янз бүрийн зэргээс хамаарсан хөнгөн цагааны эрдсүүдийн фазын ялгарлын үр ашгийг тодорхойлох ба хүдрийн шигшүүрийн болон гравитацийн шинжилгээг хийн хөвүүлэн баяжуулах, хүндийн хүчээр болон соронзон сепаратороор баяжигдах боломжийг тодорхойлно. Хүдрийн боловсруулалт нь үндсэн 2 үе шатыг дамжина. Үүнд хөнгөн цагааны ислийг пиро ба гидрометаллургийн аргаар гаргаж авах, хөнгөн цагааны ислийг хөнгөн цагааны хайлмал фторын давсны электролизоор авах металлургийн дээд хязгаарыг тогтоох. Хортой хольцын агуулга ихтэй зарим төрлийн боксит (гиббсит, каолинит-гиббсит) ба нефелины хүдрийг заавал урьдчилсан соронзон-хүндийн хүчний баяжуулалтанд оруулна.

5.7. Бокситийг хөнгөн цагааны исэл болгон боловсруулах хамгийн чухал арга бол Байерийн гидрохимийн арга юм. Процессын ерөнхий схем хувьд, эхлээд нунтагласны дараа бокситийг идэмхий натрийн концентрацитай уусмал эсвэл эсрэгээр хөнгөнцагааны шүлтлэг уусмалаар боловсруулна. Ингэснээр бокситод агуулагдах хөнгөн цагааны исэл нь натрийн алюминат буюу  $\text{NaAlO}_2$  гэсэн уусмалд шилжинэ. Байерын арга нь энгийн бөгөөд хямд, агшаах/хайлах (спекание) арга хэрэглэснээс 4 дахин бага эрчим хүч зарцуулдаг хэдий ч энэ аргыг зөвхөн цахиурын агуулга багатай бокситийг боловсруулахад л хэрэглэнэ.

Цахиурын агуулга өндөртэй бокситоос хөнгөн цагааны ислийг гаргаж авахдаа бокситийг шохойн чулуу ба содтой холин 1150-1250°C температурт хайлуулж, дараа нь сул концентрацитай эргэлтийн шүлтлэг уусмалаар уусган баяжуулдаг. Ийм аргаар хэт цахиурлаг ба хэт карбонатлаг бокситыг боловсруулан баяжуулна.

Алаг уулын боксит нь цахиур багатай, төмөр өндөртэй, диаспорын боксит гэж тогтоогдсон ба минералогийн шинжилгээгээр глинозём агуулсан гол эрдэс нь диаспор ( $\text{AlOOH}$ )-оос гадна шпинель ( $\text{Fe}_{0.5}\text{Mg}_{0.5}\text{Al}_2\text{O}_4$ ) болон корунд  $\text{Al}_2\text{O}_3$  тодорхойлогдсон. Судалгаанаас харахад автоклавын уусгалт (Байер)-ын үед төмрийн гидрооксид усаа алдсанаар нарийн ширхэгтэй, төмрийн усгүй ислийг үүсгэдэг байна. Гидрогематит ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )-ын хувьд энэхүү процесс эргэлт буцалтгүй явагддаг. Автоклавын уусгалтын явцад усгүй болсон гётит  $\alpha$ - $\text{FeOOH}$  ба гидрогётит өтгөрүүлэлтийн явцад дахин устай болсноор хөнгөн цагааны уусмалаас улаан шламыг ялган авахад хүндрэл учруулдаг, өөрөөр хэлбэл бокситад төмрийн исэл өндөр агуулагдаж байгаа бол төмрийн исэл технологийн процесст мэдэгдэхүйц сөрөг нөлөө үзүүлдэг байна. Харин диаспорын бокситоос хөнгөн цагааны ислийг гаргаж авахад гематит ба пирит бараг нөлөөлдөггүй байна. Автоклавын уусгалтын үед алюминатын уусмалаар хлорит бүрэн задарч натрийн гидроалюмосиликат ба нарийн ширхэгтэй магнетитыг үүсгэдэг. Эндээс харахад төмрийн өөр өөр эрдсүүд бокситын боловсруулалтын явцад өөр өөр нөлөө үзүүлдэг байна. Алаг уулын бокситын хувьд төмрийн эрдсүүд нь бокситын хөнгөн цагааны ислийг уусмалд шилжих үед онц нөлөө үзүүлдэггүй байна.

ОХУ-ын хөнгөны цагааны зарим үйлдвэрт кальцийжуулсан содыг технологийн горимд нэмэн Байерын болон хайлах аргыг хослуулан хэрэглэдэг нь нэгэн зэрэг янз бүрийн чанартай бокситыг боловсруулж байна.

Нефелиний түүхий эдийг (хүдэр эсвэл баяжмал) нь шохойн чулуутай хамт 1250–1300° С температурт шатаан дараа нь цахиурыг ангижруулах зорилгоор хос кальцийт силикатын сул уусмал нэмэн боловсруулна. Үүссэн нэгдлийг натрийн шүлт-хөнгөнцагааны уусмалаар уусган, натрийн ба калийн алюминат дундуур дамжуулан гаргахад хос кальцийт силикат тунадасжин ялгарна.

Цахиураас ангижруулсны дараа алюминатын уусмалыг нүүрстөрөгчийн исэл агуулсан хийгээр карбонатжуулж натри ба калийн алюминатыг задална. Карбонатжуулалтын явцад хөнгөн цагааны ислийн гидрат нь тунадасжина. Шүүгдсэн болон шохойжуулсан хөнгөн цагаан ислийн гидрат нь арилжааны эцсийн бүтээгдэхүүн болно. Сод ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), поташ ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ )-ыг шүүж гарган авах ба цагаан лагийг портланд цементийн үйлдвэрлэлд хэрэглэнэ. Хөнгөн цагааны 1 тн ислийн үйлдвэрлэлийн үед дагалдах байдлаар 1 тн сод ба поташийн бүтээгдэхүүн, 10 тн цемент авдаг тул нефелинийн түүхий эдийн бүх бүрдвэр нь бүгд ашиглагддаг байна. Хөнгөн цагааны ислийн бүтээгдэхүүний гарц 80-83%, сод агуулсан бүтээгдэхүүн 80% орчим байна.

Алунитын хүдрийг нунтагласны дараа "шингэн суурьтай" зууханд шарж/шатааж, дараа нь ангижирсан алунитийг байнгын эргэлтэт шүлтээр (130 г/л Na<sub>2</sub>O) 80°С температурт уусгаж, улаан лагийг/шламыг хаягдал руу явуулна.

Хөнгөн цагаан агуулсан уусмалыг цахиургүйжүүлж, тунгалагжуулж ууршуулсны дараа хөнгөн цагааны ислийн гидратыг тусгаарлаж, угааж шохойжуулна. Ууршилтанд ялгарсан сульфатын давсыг калийн сульфат болгон боловсруулж, "шингэн суурьтай" шатаах зуухнаас гарах хүхрийн хийг хүхрийн хүчил болгон боловсруулдаг.

Хөнгөн цагааны хүдэр боловсруулах ирээдүйтэй аргуудад том буталгаат хүдрийн цулыг радиометрээр ялгах; төмрийн ба цахиурын агуулгаар хүдрийн жишгийн шаардлагад нийцүүлэн бөөнөөр ялгах; мөн өндөр эрчимтэй соронзон орон бүхий эргэлтэт сепаратор ашиглан жижиг хэмжээтэй (-10 мм) материалыг соронзон аргаар ялгах зэрэг хамаарна.

5.8. Хөнгөн цагааны хүдрийн боловсруулалт баяжуулалтын арилжааны бүтээгдэхүүн нь хөнгөн цагааны исэл юм. Түүний чанарын үндсэн шаардлага нь гол ашигт бүрдвэр (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ба хортой хольц (SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O агуулгыг Na<sub>2</sub>O-д шилжүүлсэн нийлбэр агуулга)-ын агуулгаар тодорхойлогдоно.

Бокситын хүдрийн чанарыг ханган нийлүүлэгч (уурхай) ба металлургийн үйлдвэрийн хооронд байгуулсан гэрээгээр зохицуулдаг ба эсвэл боловсруулах аргыг харгалзсан хүдэрт тавих техникийн шаардлага; хүлээн авах дүрэм; хүдрийн туршилтын аргууд; тээвэрлэлт ба хадгалалтын нөхцөл, нийлүүлэгчийн баталгаа зэргийг тусгасан одоо мөрдөж буй стандарт, техникийн нөхцлийг дагаж мөрдөх ёстой.

Хамтын нөхөрлөлийн орнуудад ашиглаж байсан газрын хэвлийгээс гаргаж авсан бокситын агуулга, бокситын физик-химийн үзүүлэлтүүд ба хөнгөн цагааны чанарт тавигдах шаардлагуудыг хүснэгт 7-9 д жишиг болгон харуулав.

### **Бокситийн хүдрийн маркууд ба хэрэглээний төрлүүд**

Хүснэгт 7

Марк	Хэрэглээний үндсэн чиглэл
ЭБ-1	18А маркийн электрокорундын үйлдвэрлэл
ЭБ-2	14А, 15А маркийн электрокорундын үйлдвэрлэл
ЦБ-1	Хөнгөн цагааны ислийн цементийн үйлдвэрлэл
ЦБ-2	Цементийн үйлдвэрлэл
ОБ	Галд тэсвэртэй материалын үйлдвэрлэл
ГБ	Хөнгөн цагааны ислийн үйлдвэрлэл
МБ	Мартен зууханд ган боловсруулалт

### **Бокситын физик-химийн үзүүлэлт**

Хүснэгт 8

Үзүүлэлт	Хүдрийн маркийн шаардлага						
	ЭБ-1	ЭБ-2	ЦБ-1	ЦБ-2	ОБ	ГБ	М Б
Чанарын цогц үзүүлэлт “Б”, багагүй	41	31	31	0	6	6	0
Хөнгөнцагааны исэл (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) эзлэх хувь, %, багагүй	–	43	34	28	–	28	28
Бусад нэгдэл, %, ихгүй							
S	0.3	0.3	0.8	–	0.5	–	0.2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.5	0.5	–	–	–	–	0.6
CaO	0.1	0.25	2.0	–	1.5	–	–
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	–	–	–	3.0	–	–

Тэмдэглэгээ. Чанарын цогц үзүүлэлт “Б” нь  $Al_2O_3 - a_1SiO_2 - a_2Fe_2O_3 - a_3CO_2 - a_4S + a_5CaO + a_6 p.p. - a_7$  хэлбэрийн илэрхийлэл юм;  $a_1 \dots a_7$  тоон коэффициентүүдийн утгыг орд тус бүрт техник эдийн засгийн тодорхой тооцоогоор тодорхойлно.

**Хөнгөн цагааны ислийн чанарт тавигдах шаардлага  
(нэгдүгээр үзүүлэлт-дээд сортын, хоёрдугаар үзүүлэлт-доод сортын)**

Хүснэгт 9

Үйлдвэрлэл	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> агуулга, %, багагүй	Хольцын агуулга, %, ихгүй			Шохойжуулах үеийн жингийн алдагдал, %, багагүй
		SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O-ийн хувьд Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	
Электолиитоор гарган авсан анхдагч хөнгөн цагаан ба тусгай маркийн керамикууд	30–25	0,02–0,05	0,03–0,05	0,4–0,5	0,08–1,0
Электолиитоор гарган авсан анхдагч хөнгөн цагаан	30–25	0,08–0,2	0,03–0,05	0,5–0,6	0,9–1,1
Цагаан электрокорунд	70	0,08	0,2	0,3	0,4
Тусгай төрлийн электрокерамикууд	95–93	0,1	0,4	0,1–0,2	0,2
Цахилгаан тусгаарлагч бүтээгдэхүүн ба тусгай төрлийн керамикууд	93	0,15	0,6	0,3	0,2
Ширэм үйлдвэрлэлийн катализаторууд	25 (ихгүй)	0,05	0,4	0,4	1,5

5.9. ОХУ-д нефелиний баяжмал ба уртитийг Пикалевийн ба Ачинскийн хөнгөн цагааны боловсруулах үйлдвэрт амжилттай боловсруулдаг хэдий ч хөнгөн цагааны исэл үйлдвэрлэх гол түүхий эд болох нефелины хүдрийн дээрх техникийн нөхцөл нь төдийлөн ил тод байдаггүй байна.

5.10. Хөвсгөлийн нефелин сиенитын хүдрийн технологийн судалгаагаар шүлтийн модуль - 0,45, цахиурын модуль - 1,73, ийолит-уртитад Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 24,9%, чанарын хувьд хүдрийг тухайн үед ОХУ-д (1975 он) мөрдөгдөж байсан ангиллаар нэгдүгээр зэргийн хүдэрт хамааруулсан байдаг. Дөшийн гол, Өвөрмараатын ордын үндсэн үзүүлэлтүүдийг хавьцуулсан харьцааг дараах хүснэгт 10-т үзүүлэв.

**Дөшийн гол, Өвөрмараатын нефелиний хүдрийн чанарын зарим үзүүлэлт**

Ордын нэр	Дундаж агуулга, жин %			
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Дөшийн гол	19.42	2.2	6.3	0.55
Өвөрмараат	25.56	1.97	0.87	0.55
Ийолит-уртитад тавигдах үйлдвэрийн шаардлага	21.0-24.0-с багагүй	3.3-3.4-с ихгүй	5-7	1-ээс бага

5.11. Дагалдах ашигт бүрдвэрүүдийн хувьд ОХУ-ын Байгалийн нөөцийн яамнаас тогтоосон журмаар батлагдсан "Ордыг иж бүрэн судлах, дагалдах ашигт малтмал, бүрдвэрүүдийн нөөцийг тооцох аргачилсан зөвлөмж"-ийг ашиглан тэдгээрийн завсрын бүтээгдэхүүн (хөнгөнцагааны уусмал) ба хөнгөнцагааны үйлдвэрлэлийн хаягдал дахь агуулга, орших хэлбэр ба тэдгээрийг боловсруулан ялгаж авах нөхцөл, боломж, эдийн засгийн үр ашгийг тогтоож болно.

5.10. Бүх төрлийн хөнгөн цагааны хүдрийг боловсруулахдаа усан хангамжийн эргэлтийг судлах, тодорхой үйл ажиллагааны явцад эргэлтэнд нэмэх цэвэр усны хувийн зарцуулалт, үйлдвэрлэлийн бохир усыг цэвэрлэх, хөнгөнцагааны ислийн үйлдвэрлэлийн хаягдлыг зайлуулах аргыг тодорхойлон тогтоосон байх шаардлагатай.

5.11. Засгийн газрын 2011 оны 193 дугаар тогтоолоор баталсан ашиглалтын тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчийн уурхайн эдэлбэр газраас олборлож худалдсан, эсхүл худалдахаар ачуулсан болон ашигласан бүх төрлийн бүтээгдэхүүнд ашигт малтмалын нөөц ашигласны төлбөрийг тогтооход ашигт малтмалын хүдэр, баяжмал, эцсийн бүтээгдэхүүний боловсруулалтын түвшинд тавигдах үндсэн шаардлага, тооцох зарчмыг тодорхойлох аргачлалыг баримтална. Уг баримт бичигт хөнгөн цагааны хүдэрт тавих шаардлагад хөнгөн цагааны хүдэр-боксит нь хөнгөн цагааны исэл, пулсагийн гидрат, төмрийн исэл ба кремни зэргээс бүрдэх ба боксит дахь пулсагийн агуулга 40-60% болон түүнээс дээш, харин баяжмалд >45% агуулгатай байхаар заажээ. Энд нефелинт болон алунитын талаар дурдаагүй байдаг.

### **Зургаа. Ордын гидрогеологи, инженер геологи, геотехник, геоэкологийн ба байгалийн бусад нөхцлийн судалгаа**

6.1. Хайгуулын явцад ордын гидрогеологийн нөхцлийг судлан уурхайг усанд автахаас сэргийлэх арга замыг тодорхойлох, ирээдүйн баяжуулах болон боловсруулах үйлдвэрийн усан хангамж, ахуйн хэрэглээний усан хангамжийн асуудлуудыг шийдвэрлэх зорилгоор явуулна.

Ордын гидрогеологийн нөхцлийн судалгааг Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2017 оны 12 дугаар сарын 12-ны өдрийн А/237 тоот тушаалаар батлагдсан "Сэдэвчилсэн болон дунд, том масштабын гидрогеологийн зураглал, ашигт малтмалын хайгуулын ажлын явцад ордын гидрогеологийн судалгаа хийх заавар, түүнд тавигдах шаардлага"-ыг баримтлан явуулна.



Ордын гидрогеологийн нөхцлийн судалгаанд ус агуулсан давхаргуудын судалгаа тэргүүлэх ач холбогдолтой байна. Уст давхарга бүрээр тэдгээрийн литологийн найрлага, тархалт байршил, зузаан, коллекторын төрөл, тэжээгдэх нөхцөл, уст давхаргуудын өөр хоорондын болон гадаргуугийн устай үүсгэх холбоо хамаарал, цооног ба малталтууд дахь гүний усны түвшин, ундарга, уурхайд ирэх усны хэмжээ болон бусад үзүүлэлтүүдийг тодорхойлно. Мөн уурхайн усны химийн найрлага, бактериологийн нөхцөл, уурхайн бетон, төмөр болон полимер хийцүүдэд үзүүлэх нөлөөлөл, уурхайн усан дахь ашигтай ба хортой хольц, нэгдэлүүдийн агууламжийг тодорхойлно. Мөн дараах зүйлүүдийг судалж үнэлсэн байх ёстой. Үүнд:

- Ордын газрын доорх усны химийн найрлага, бактериологийн төлөв байдал, бетон бүтэц, металл, полимерт үзүүлэх идэмхий чанар, уг усан дахь ашигтай ба хортой хольцыг тодорхойлсон байх, олборлож байгаа ордуудад уурхайн ус, хаягдлуудаас гарч байгаа усны химийн найрлагыг тодорхойлж өгнө.

- Уурхайн усыг усан хангамжинд ашиглах, мөн түүнээс ашигт бүрдвэрүүдийг гаргаж авах боломжид үнэлсэн, түүнчлэн орд орчимд газрын доорх усыг хуримтлуулагч усан сан руу уг ордын (газрын доорх) усыг шавхах, зайлуулахад үзүүлэх боломжит нөлөөллийн үнэлгээг өгөх;

- Дараагийн шатны нарийвчилсан онцлог судалгааны ажил шаардлагатай эсэх талаар зөвлөмж өгч, уурхайн усны хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийг үнэлэх;

- Ирээдүйн олборлох ба боловсруулах үйлдвэрийн хэрэгцээт ахуйн болон техникийн усан хангамжийн боломжит эх үүсвэрийг тодорхойлох;

- Уурхайгаас шавхан гаргаж байгаа усыг ашиглахаар төлөвлөж байгаа тохиолдолд ашиглалтын нөөцийн үнэлгээг зохих норматив, аргачлалын баримт бичгүүдийг удирдлага болгон хийнэ.

Хатуу ашигт малтмалын ордуудын үйлдвэрлэлийн ач холбогдлын үнэлгээний хүрээнд уулын олборлох үйлдвэрийн ахуйн усан хангамжийн асуудлуудыг түүний боломжит, хайгуул хийгдсэн ба ашиглагдаж байгаа эх үүсвэрүүдийн түвшинд шийдвэрлэнэ. Гидрогеологийн судалгааны үр дүнгээр уурхайг ашиглах төсөл боловсруулах талаар дараах асуудлуудаар зөвлөмж өгнө. Үүнд, геологийн цул (массив)-ыг хатаах, усыг зайлуулах, зайлуулж байгаа усыг ашиглах, ус хангамжийн эх үүсвэр, байгаль орчныг хамгаалах тухай асуудал хамаарна.

6.2. Хайгуулын үед ордуудад хийгдэх инженер-геологи, геотехникийн судалгаа нь олборлолтын төслийг боловсруулахад карьер ба хамгаалалтын цул (целик)-ын үндсэн үзүүлэлтийн тооцоо хийх, өрөмдлөг-тэсэлгээний болон бэхэлгээний ажлын паспорт боловсруулах болоод уулын ажлын аюулгүй нэвтрэлтийг дээшлүүлэхэд шаардлагатай мэдээллээр хангах зорилготой.

Ирээдүйн газрын доорх болон гадарга дээрх байгууламжийн инженер геологи, инженер-геотехникийн шаардлагыг Барилга хот байгуулалтын сайдын 2019 оны 138 дугаар тушаалаар баталсан “Барилга, байгууламжийн инженерийн судалгааны

нийтлэг үндэслэл” /БНБД 11-07-19/-ийн норм, дүрмийн хүрээнд зохицуулагдаж байна. Тухайн нутаг дэвсгэр, талбай, зурвасын хүрээнд хот суурин, барилга байгууламжийг төлөвлөх, барих, ашиглах явцад нөлөөлөх газрын гадаргын төрх байдал, геологийн тогтоц (ул хөрсний бүрэлдэхүүн, төлөв байдал, тэдгээрийн байрлалын нөхцөл, шинж чанар) гидрогеологийн нөхцөл, геологи болон инженер-геологийн үзэгдэл үйл явц зэрэг үзүүлэлтийн цогцолборыг инженер геологийн нөхцөл гэж ойлгоно.

Инженер-геологи, геотехникийн судалгаагаар хүдэр, агуулагч чулуулаг, хучаас хурдас чулуулгийн байгалийн нөхцөл дэх болон усаар ханасан үеийн бат бэх чанарыг тодорхойлогч физик-механикийн шинж чанаруудыг судалсан, ордын хурдас чулуулгийн массивуудын инженер-геологи, геотехникийн онцлогууд, тэдний анизотроп чанар, хурдас чулуулгийн найрлага, ан цавшил, тектоник хагаралд автсан байдал, текстурин онцлогууд, карстад автсан байдал, өгөршлийн бүс дэх эвдрэл, мөн ордын олборлолтын асуудлыг хүндүүлж болох орчин үеийн геологийн процесуудыг тодорхойлсон байх шаардлагатай. Тектоникийн хагарлууд, ан цавшил ихтэй бүсүүд, чулуулаг, хүдрийн бутлагдах шинж чанар ба түвшин, хагарлуудын дүүргэгчид, хагарлуудын сунал ба уналын дагуу усны урсгал илрэх боломж, массивын структурын тогтоц зэрэг геотехникийн нөхцөлд онцгой анхаарал хандуулах шаардлагатай.

Олон жилийн цэвдэгшилттэй нутаг дэвсгэрийн хувьд хурдас чулуулгийн температурын горимыг, цэвдгийн дээд ба доод хил зааг, хайлсан хэсгүүдийн тархалтын хил зааг ба гүн, цэвдэг хайлах, мөн эргэн хөлдөх үеийн чулуулгийн физик шинж чанарын өөрчлөлтийг тодорхойлсон байх ёстой.

Геотехникийн мөн инженер-геологийн судалгааны үр дүнд уулын малталтын тогтвортой байдлын таамагласан үнэлгээ хийх болон ил уурхайн ханын, мөргөцгийн налуугийн өнцөг гэх зэрэг үндсэн үзүүлэлтүүдийн тооцоонд ашиглах материалуудыг бүрдүүлсэн байх ёстой.

Уг ордын дүүрэгт үйл ажиллагаагаа явуулж буй ижил төрлийн гидрогеологийн болоод инженер-геологи, геотехникийн нөхцөлд байгаа далд ба ил уурхай байгаа бол энэ төрлийн шинж байдлыг тодорхойлохдоо уг далд ба ил уурхайн усжилт болон инженер-геологи, геотехникийн нөхцөлүүдийн талаарх мэдээллийг ашиглах хэрэгтэй.

6.3. Байгалийн хий (метан, хүхэрт устөрөгч г.м.) байгаа нь тогтоогдсон ордуудад хийн найрлага ба агуулга нь ордын талбайн хэмжээнд болон гүн рүү тархаж буй өөрчлөлтийн зүй тогтлыг судалсан байх ёстой.

6.4. Хүний эрүүл мэндэд нөлөөлөх хүчин зүйлүүдийг (уушгинд нөлөөлөх, өндөр цацраг идэвхжил, геотермийн нөхцөл гэх зэрэг) судалж тогтоосон байх ёстой.

6.5. Шинэ ордуудын дүүрэгт үйлдвэрлэлийн болон орон сууц-иргэний зориулалттай объектууд, хоосон чулуулаг (хөрс)-ийн ба баяжуулалтын хаягдлыг

байрлуулахад ашигт малтмалгүй болох нь тогтоогдсон талбайг судалж, тодорхойлж өгөх шаардлагатай. Орон нутгийн хэрэглээний барилгын материалууд байгаа эсэх, судлаж байгаа ордын хучаас болон агуулагч чулуулгийг барилгын материал болгон ашиглах боломж байгаа эсэх талаар мэдээлэл өгнө.

6.6. Геоэкологийн судалгаагаар дараах зүйлүүдийг судлан тогтоосон байх шаардлагатай. Үүнд: хүрээлэн буй орчны нөхцөл байдлын (цацрагийн түвшин, газрын дээрх, газрын доорх ус ба агаарын чанар, хөрсөн бүрхэвч, ургамал ба амьтадын шим ертөнцийн шинж байдал г.м.) суурь утгуудыг тогтоох, төлөвлөж байгаа объектыг барьж байгуулахад хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх хими, физикийн нөлөөллийг урьдчилан (хүрээлэн буй орчны газар нутгийн тоосжилт, уурхай, овоолгоос, мөн баяжуулах үйлдвэрийн хаягдлаас гарах усны урсгалаас болж газрын дээрх болон доорх ус ба хөрсний бохирдол, агаарын бохирдол г.м.) таамаглах, үйлдвэрлэлийн хэрэгцээг хангахад байгалийн баялгуудаас авч хэрэглэх хэмжээг (ойн сан, техникийн зориулалттай ус, үндсэн ба туслах үйлдвэрлэл явуулах, хучаас ба агуулагч чулуулаг, жишгийн бус хүдрийн овоолго хийхэд хэрэгцээтэй газрууд г.м.) тогтоосон, үйлчлэлийн шинж байдал зэрэг аюулыг үнэлсэн, бохирдлын эх үүсвэрүүдийн динамик болон тэдгээрийн нөлөөллийн бүсүүдийн хил хязгаарыг үнэлсэн байдал зэрэг хамаарна.

Биологийн нөхөн сэргээлт хийхтэй холбоотой асуудлуудыг шийдвэрлэхэд хөрсний бүрхэвчийн зузааныг тодорхойлох, сэвсгэр хурдсын агрохимийн судалгааг явуулах, мөн хучаас хурдсын хор нөлөөний түвшинг болон тэдгээр дээрх ургамалын бүрхэвч үүсэх боломжийг тодорхойлсон байх ёстой.

6.7. Агуулагч болон хучаас хурдас дотор бие даасан биетүүд үүсгэж байгаа, бусад төрлийн ашигт малтмалуудын хэвтэшүүд байгаа тохиолдолд тэдгээрийг судлан, үйлдвэрлэлийн ач холбогдол, хэрэглэх боломжит салбаруудыг тодорхойлсон байх шаардлагатай.

6.8. Инженер-геотехникийн хайгуулыг инженер-геологийн судалгааны бүрэлдэхүүн хэсэгт оруулж авч үзэх ба үүнийг Барилга хот байгуулалтын сайдын 2019 оны 138 дугаар тушаалаар баталсан Барилга, байгууламжийн инженерийн судалгааны нийтлэг үндэслэлийн норм, дүрмийн хүрээнд хэрэгжүүлнэ.

### **Долоо. Ордын нөөцийн тооцоолол ба баялгийн үнэлгээ**

7.1. Хөнгөн цагааны хүдрийн ордын нөөцийн тооцоолол, баялгийн үнэлгээ хийхэд Уул уурхайн сайдын 2015 оны 9 дүгээр сарын 11-ний өдрийн 203 дугаар тушаалаар батлагдсан “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”-ын шаардлагыг баримтална.

7.2. Нөөцийн тооцооллыг хэсэгшлүүдэд тооцоолох ба энэ нь дараах шинж байдлаар тодорхойлогдсон байна. Үүнд:

- Хүдрийн чанар ба тоо хэмжээг тодорхойлогч үзүүлэлтүүд хайгуул хийгдсэн ба судлагдсан байдлаараа нэг ижил байх,

- Геологийн тогтоц нь нэг ижил буюу хүдрийн биетүүдийн зузаан, дотоод тогтоц, найрлага, нөхцөл байдал, чанарын үндсэн үзүүлэлтүүд, технологийн шинж чанаруудын өөрчлөлт нь нэг ижил буюу ойролцоо байх,
- Хүдрийн биетүүдийн байрлалын элемент тогтвортой, хэсэгшил нь структурын нэг элементэд (атирааны жигүүр, цөм, тасралтат хагарлуудаар хязгаарлагдсан тектоникийн блок) байршсан байх,
- Олборлолтын уул-техникийн нөхцөл нь нэг ижил байх.

Хүдрийн огцом уналтай биетүүдийн уналын дагуу тооцооллын хэсэгшлүүдийг малталтууд эсвэл цооногуудын горизонтуудаар, суналын дагуу нь хайгуулын шугамуудаар нөөцийг ашиглахаар төлөвлөсөн дарааллыг харгалзан тусгаарласан байна.

Хүдрийн биетүүд, хүдрийн технологийн төрлүүдийн орон зайн байршлын хэлбэр дүрс (геометрижилт) ба хүрээ хязгаарыг тогтоох боломжгүй бол нөөцийн хэсэгшил дэх хүдрийн нөөцийн чанар ба тоо хэмжээг геостатистик аргаар тодорхойлно.

7.3. Нөөцийн тооцоололд хөнгөн цагааны хүдрийн ордуудын онцлогийг илэрхийлэгч дараах нэмэлт нөхцлүүдийг тооцож үзэх шаардлагатай. Үүнд:

Баттай (А) зэрэглэлийн нөөцийг I бүлгийн ордын нарийвчлан судлагдсан хэсэгт тооцоолно. Хэсэгжлийн хилийг зөвхөн малталт ба цооногоор хязгаарлана.

Олборлож буй ордод ашиглалтын хайгуул болон уулын бэлтгэл малталтын ажлын үр дүнгээр олборлоход бэлтгэж байгаа болон бэлэн болсон нөөцийг мөн баттай зэрэглэлээр тооцоолно. Баттай (А) зэрэглэлийн нөөц нь Монгол Улсын “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”-т тусгагдсан баттай зэрэглэлийн нөөцөд тавигдах шаардлагуудыг бүрэн хангасан байна. Хайгуулын ажлын үр дүнгээр I бүлгийн ордод баттай зэрэглэлээр тооцоолсон нөөцийн хэмжээ нь олборлох үйлдвэрийн анхны хөрөнгө оруулалтыг нөхөх хугацаанд хүрэлцэхүйц хэмжээний нөөц байна.

Бодитой (В) зэрэглэлийн нөөцийг I ба II бүлгийн ордын нарийвчлан судлагдсан хэсэгт тоолцоолно.

Хэсэгжлийн хилийг малталт ба цооногоор хязгаарлана. Хүдрийн биетийн зузааны өөрчлөлт, үндсэн ашигт бүрдвэрийн тархалтын зүй тогтол зэрэг ордын төрхийг тодорхойлогч үндсэн үзүүлэлтүүд, уул-геологийн нөхцлийг сайтар судалж тогтоосон нөхцөлд бодитой зэрэглэлийн хилийг хязгаартай экстраполяцын хүрээнд тогтоож болно.

Олборлож буй ордод нөөцийг тодотгон хийж байгаа гүйцээх хайгуул, ашиглалтын хайгуул болон уулын бэлтгэл малталтын ажлын үр дүнгээр мөн бодитой зэрэглэлээр нөөц тооцоолно. Бодитой (В) зэрэглэлийн нөөц нь Монгол улсын “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”-т тусгагдсан

тухайн зэрэглэлийн нөөцөд тавигдах шаардлагуудыг бүрэн хангасан байна. II бүлгийн ордод нөөцийн дийлэнх хэсгийг бодитой зэрэглэлээр тооцоолно.

Боломжтой (C) зэрэглэлийн нөөцийг ордын хайгуулын торын нягтрал нь мөн зэрэглэлийн нөөцийн шаардлагыг хангах хэмжээнд хүртэл нягтарсан хэсэгт тооцоолно.

Боломжтой зэрэглэлээр нөөц тооцоолж буй хэсгийн хайгуулаар тогтоосон мэдээлэл, үр дүн нь ордын нарийвчилсан судалгаа хийсэн хэсгийн үр дүнгээр, эсвэл олборлож буй ордод ашиглалтын үр дүнгээр баталгаажсан байна. Боломжтой зэрэглэлийн нөөцийн хилийг геостатистик аргаас гадна хайгуулын малталт, цооногийн үр дүнд тулгуурлан ордын геологийн тогтоц, ашигт бүрдвэрийн тархалт, хүдрийн биетийн зузаан ба морфологийн өөрчлөлт, геофизикийн судалгааны үр дүн зэргийг харгалзан эксраполяцын аргаар тодорхойлно.

Боломжтой (C) зэрэглэлийн нөөц нь Монгол Улсын “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”-т тусгагдсан тухайн зэрэглэлийн нөөцөд тавигдах шаардлагыг хангасан байна.

III бүлгийн ордод нөөцийн дийлэнх хэсгийг боломжтой (C) зэрэглэлээр тооцоолно.

Илрүүлсэн баялгийн ( $P_1$ ) үнэлгээг цөөн тооны малталт ба цооногоор нээсэн хүдрийн биетэд, нөөц тооцоолсон хэсэгшлүүдтэй залгаа орших хүдрийн биетийн захын болон гүний хэсгүүдэд өгнө. Илрүүлсэн баялгийн ( $P_1$ ) үнэлгээ өгч байгаа хэсэгшлийн хилийг ордын геологийн тогтоц, геофизикийн судалгааны ажлын үр дүн зэрэгт тулгуурлан боломжтой зэрэглэлд хэрэглэсэн хайгуулын торын нягтралыг баримтлан, эсвэл түүнийг сийрэгжүүлэн, мөн эрлийн шатанд тогтооно.

7.4. Ордын геологийн нөөцөд тулгуурлан түүнийг олборлох техник эдийн засгийн үндэслэлийг боловсруулна. Энэхүү үндэслэлээр олборлох уурхайн хязгаарт багтаж байгаа, олборлолтын хаягдал ба бохирдлыг тооцсон геологийн нөөцийн хэсгийг үйлдвэрлэлийн нөөцөд хамааруулах бөгөөд үйлдвэрлэлийн нөөцийг батлагдсан ( $A'$ ), магадласан ( $B'$ ) гэж ангилан дараах шаардлага хангасан байхаар “Ашигт малтмалын нөөц, баялгийн ангилалын заавар”-т тусгасан.

Батлагдсан ( $A'$ ) үйлдвэрлэлийн нөөц. Хайгуулын ажлаар тогтоогдсон баттай (A), бодитой (B) зэрэглэлийн геологийн нөөцөд тулгуурлан уулын үйлдвэрийн техник, технологийн сонголт, тооцоо, хүдрийн технологийн шинж чанарыг үйлдвэрлэлийн технологийн туршилтын түвшинд судлан, инженерийн шийдэл, байгаль орчин, хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуй, эрх зүй, хүний нөөц, удирдлага зохион байгуулалт, дэд бүтэц хангамж, нийгэм, ахуй үйлчилгээ, эдийн засгийн үр ашгийн тооцоо, болон холбогдох хүчин зүйлийг нарийвчлан тооцсон “Ашигт малтмалын ордыг ашиглах техник, эдийн засгийн үндэслэл”-ээр тогтоосон байна.

Магадласан ( $B'$ ) үйлдвэрлэлийн нөөц. Хайгуулын ажлаар тогтоогдсон бодитой (B), боломжтой (C) зэрэглэлийн геологийн нөөцөд тулгуурлан уулын үйлдвэрийн

техник, технологийн сонголт, тооцоо, хүдрийн технологийн шинж чанарыг үйлдвэрлэлийн технологийн туршилтын түвшинд судлан, инженерийн шийдэл, байгаль орчин, хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуй, эрх зүй, хүний нөөц, удирдлага зохион байгуулалт, дэд бүтэц хангамж, нийгэм, ахуй үйлчилгээ, эдийн засгийн үр ашгийн тооцоо, болон холбогдох хүчин зүйлийг нарийвчлан тооцсон “Ашигт малтмалын ордыг ашиглах техник, эдийн засгийн үндэслэл”-ээр тогтоосон байна.

7.5. Олборлож байгаа ордуудад хөрс хуулсан, бэлтгэгдсэн, бэлэн болсон, мөн уулын цул ба бэлтгэл малталтуудын хамгаалалтын цул дахь хүдрийн нөөцүүдийг тэдгээрийн судалгааны түвшнээс нь хамааруулан харгалзах нөөцийн зэрэглэлд ангилж, тооцооллыг нь хийнэ.

7.6. Усан сан, ойн сан бүхий газар, гол мөрнүүд, хүн ам оршин суудаг газрууд, барилга байгууламжууд, ХАА-н объектууд, дархан цаазат газрууд, байгалийн, түүхийн ба соёлын дурсгалт газруудын хамгаалалтын бүсүүдэд байгаа хүдрийн нөөцийг баталсан жишгийн дагуу тооцоолж нөөц баялагт хамааруулна.

7.7. Олборлож байгаа ордуудад өмнө нь бүртгэгдсэн нөөцийг бүрэн олборлож байгаа эсэхийг хянах болон шинээр тооцоолж байгаа нөөцийн үнэмшлийг тооцоолохдоо хайгуулаар тогтоогдсон нөөц, хүдрийн биетүүдийн байршлын нөхцөл, хэлбэр дүрс, зузаан, дотоод тогтоц, ашигт бүрдвэрийн агуулгын мэдээллийг олборлолтын үед тогтоогдож байгаа байдалтай нь тогтсон журмын дагуу харьцуулалт хийж үзэж байх ёстой.

Харьцуулалтын материалуудад өмнө нь улсын байгууллага бүртгэсэн ба хасалт хийсэн (түүнээс олборлосон ба хамгаалалтын цулд үлдсэн) нөөцүүдийн хил заагууд, батлагдаагүй гэж хассан, нөөц өсгөсөн талбайн хил зааг, мөн Улсын нөөцийн балансад бүртгэгдсэн нөөцийн талаарх мэдээлэл (түүний дотор өмнө нь бүртгэгдсэн нөөцийн үлдэгдэл), нөөцийн хил заагуудыг харуулсан байх шаардлагатай. Ордын хэмжээнд бүхэлд нь болон хүдрийн биетүүд, нөөцийн зэрэглэл бүрийн нөөцийн хөдөлгөөний хүснэгт хийсэн байна. Хассан нөөцийн хүрээн дэх хүдэр ба металлын баланс, Эрдэс баялгийн мэргэжлийн зөвлөлийн (ЭБМЗ) хурлаар хэлэлцэж бүртгэсэн нөөцийн гүйцээх хайгуулаар гарсан өөрчлөлтийг тусгасан байх хэрэгтэй. Олборлолт, тээвэрлэлтийн явц дахь хаягдал, бүтээгдэхүүний гарц, хүдрийг боловсруулах үеийн хаягдлыг үзүүлнэ. Харьцуулалтын үр дүн нь ордын уул-геологийн нөхцлүүдийн талаарх өөрчлөлтийг харуулсан графиктай байх шаардлагатай.

Хэрвээ хайгуулын мэдээллүүд нь олборлолтоор бүхэлдээ батлагдаж байвал, эсвэл бага хэмжээний зөрүү гарсан нь уулын үйлдвэрийн техник-эдийн засгийн үзүүлэлтэд нөлөөлөхгүй байвал хайгуул ба ашиглалтын мэдээллүүдийн харьцуулалтад геологи-маркшейдерийн тооцооны үр дүнгүүдийг ашиглаж болно.

Ашигт малтмалын тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчийн үзэж байгаагаар ЭБМЗ-ийн хурлаар хэлэлцэж бүртгэсэн хүдрийн нөөц ба чанар нь ордын ашиглалтын явцад

батлагдахгүй байгаа бол өмнө нь баталсан хэмжигдэхүүнүүд болон нөөцөд засварын итгэлцүүрүүд оруулах шаардлагатай бөгөөд гүйцээх, нэмэлт хайгуул болон ашиглалтын хайгуулын мэдээллээр нөөцийн тодотгол тооцооллыг дахин хийж, энэ ажлуудын үр дүнд олж авсан үр дүнгийн үнэмшлийг үнэлэх шаардлагатай. Харьцуулалтын үр дүнд хийсэн дүн шинжилгээг бүртгүүлсэн нөөцийн тооцооны хэмжигдэхүүнүүд (нөөцийн тооцооны талбай, ашигт бүрдвэрийн агуулга, хүдрийн биетүүдийн зузаан, хүдэржилтийн коэффицентууд, эзлэхүүний жин г.м.), нөөцүүд, хүдрийн чанар нь гүйцээх хайгуул болон олборлолтын дүнд хэрхэн өөрчлөгдсөн тоо хэмжээг тогтоож, эдгээр өөрчлөлтүүд гарах болсон шалтгааныг тайлбарлана.

7.8. Сүүлийн жилүүдэд хүдрийн ордуудын нөөцийн тооцооллыг хийхдээ судалж байгаа шинж чанаруудын (ашигт бүрдвэрүүдийн агуулга, хүдрийн огтлолуудын зузаан) орон зайн тархалтын зүй тогтлуудыг судлахад геостатистик загварчлалын (кригинг) аргыг өргөн хэрэглэх болсон.

Кригингийн аргыг хэрэглэхэд үр дүн нь нилээд хэмжээгээр хайгуулын анхдагч мэдээллийн тоо хэмжээ ба чанар, хайгуул хийгдсэн тухайн ордын геологийн тогтоцын онцлогт (тооцооны хэмжигдэхүүнүүдийн тархалтын зүй тогтлууд, тренд-хандлага ба анизотропын шинж, структурын хил заагуудын нөлөөлөл, экспериментал вариограммуудын структур ба чанар, хайлтын эллипсоидын хэмжигдэхүүнүүд г.м.) тохируулан хийх анхдагч өгөгдлүүдийн дүн шинжилгээ ба загварчлалын аргачлалуудтай холбоотой. Кригингийн аргыг ашиглахад хайгуулын огтлолуудын тоо хэмжээ ба нягтрал нь интерполяцийн оновчтой тэгшитгэлийг үндэслэхэд хангалттай (хоёр хэмжээст загварчлалд хайгуулын хэдэн арваас доошгүй огтлолууд, гурван хэмжээст загварчлалд багадаа хэдэн зуун сорьцлолтын үр дүн) байх шаардлагатай.

Орон зайн хувьд хувьсамтгай шинж чанаруудын судалгааг нарийвчлан судалсан хэсгүүдэд хийхийг зөвлөж байна.

Вариограммын тооцооллыг том хэмжээний эрдэсжсэн бүс хэлбэрийн ордуудад ил уурхайн мөрөгцөгийн өндрөөр тогтоосон урт бүхий бүлэглэсэн сорьцуудаар, хэрвээ бүлэглэсэн сорьцуудаар босоо өөрчлөлтийн судалгааг хийх боломжгүй үед дээжлэлтийн огтлолуудаар (интервалуудаар) хийнэ.

Ордын хэсэгшлийн геостатистик загварыг байгуулахдаа тооцооллын энгийн хэсэгшлийн байж болох хамгийн их хэмжээг төлөвлөж байгаа олборлолтын технологоос, хамгийн бага боломжит хэмжээг (уурхайн хамгийн бага нэгж хэсэгшил) хайгуулын торын нягтралаас (энгийн хэсэгшлийн талуудын хэмжээ нь хайгуулын торын дундаж нягтралын дөрөвний нэгээс ( $1/4$ ) бага) шалтгаалан сонгоно.

Нөөцийн тооцооллын үр дүнг дараах хоёр байдлаар үзүүлж болно. Үүнд:

1. Нэг ижил тэнцүү чиглэсэн хэсэгшлийн тороор тооцоолохдоо бүх энгийн хэсэгшлээр кригингийн дисперсийн утгуудынх нь хамт тооцооллын хэмжигдэхүүнүүдийн хүснэгт зохиох,

2. Геологийн томоохон хэсэгшлээр тооцоо хийхдээ хэсэгшил бүрийг орон зайд холбож, нөлөөллийн бүсэд орсон дээжүүдийн жагсаалтыг хийсэн байх.

Тоон өгөгдөлүүдийн бүх массивуудыг (дээжлэлтийн өгөгдлүүд, дээжүүд болон хүдрийн огтлолуудын координатууд, структурын функц-вариограммуудын дүн шинжилгээний илэрхийлэлүүд г.м.) экспертиз хийхэд боломжтой ба хамгийн түгээмэл хэрэглэгддэг программын цогцолборуудыг (Жишээ нь Excel, Access, Surpac, Micromine, Leapfrog г.м.) ашигласан үр дүнгээр танилцуулах шаардлагатай. Системчилсэн дахин үүсгэлтүүд, трендүүд, вариограммууд болон бусад хэмжигдэхүүнүүдийг дүн шинжилгээ хийсэн болоод бичиглэл хийсэн байдлаар танилцуулна.

Нөөцийн тооцооллын геостатистик арга нь тооцооллын хэсэгшлүүд, хүдрийн биетүүд, ордын хэмжээнд бүхэлд нь гоц өндөр агуулгатай сорьцуудын нөлөөллийг багасгах онцгой аргууд хэрэглэлгүйгээр хөнгөнцагааны дундаж агуулгын хамгийн сайн үнэлгээг тогтоох боломжийг өгдөг, маш нийлмэл хэлбэр дүрс ба дотоод тогтоцтой хүдрийн биетүүдийн хүрээ хил заагийг тогтооход гарах алдааг бууруулдаг, ордын олборлолтын технологийг оновчтой болгодог гэж үзэх болсон ч нөөц бодсон геостатистик арга нь түүнийг хэрэглэхэд шалгах боломжтой байх, ордын геологийн тогтоцын онцлогт захирагдсан байх ёстой. Геостатистик загварчлалын ба үнэлгээний үр дүнгүүдийг төлөөлөх чадвартай хэсгүүдэд уламжлалт аргаар хийсэн нөөцийн тооцооллын үр дүнтэй харьцуулан дүн шинжилгээ хийсэн байх хэрэгтэй.

7.9. Нөөцийн тооцооллыг программ хангамж ашиглан компьютерээр хийх үед анхдагч мэдээллүүдийг (хайгуулын малталтуудын координатууд, хазайлт-инклинометрийн өгөгдлүүд, хил заагийн өндөржилтүүд, дээжлэлт сорьцлолтын үр дүн г.м.) үзэж шалгах, засвар хийх боломжийг хангасан, завсарын тооцоонууд ба байгуулалтуудын үр дүнгүүдэд (жишгийн дагуу ялгасан хүдрийн огтлолуудын жагсаалт, үйлдвэрлэлийн хүдэржилтийн хил зааг бүхий геологийн зүсэлтүүд ба планууд, хэвтээ ба босоо хавтгай дахь хүдрийн биетүүдийн проекцүүд, хэсэгшлүүд, мөргөцөгүүд болон зүсэлтүүдийн тооцооны хэмжигдэхүүнүүдийн жагсаалт) болоод нөөцийн тооцооны нэгдсэн үр дүнд шалгалт хийх боломжийг хангасан байх ёстой. Гаргасан баримт бичгүүд болон компьютер ашиглан хийсэн графикууд нь энэ төрлийн баримт бичгүүдийн шаардлагуудыг хангасан байх ёстой.

7.10. Дагалдах ашигт малтмалууд болон ашигт бүрдвэрүүдийн нөөцийн тооцооллыг холбогдох баримталж ирсэн журмын дагуу хийнэ.

7.11. Нөөцийн тооцоолол бүхий тайланг Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2018 оны А/20 дугаар тушаалаар батлагдсан “Ашигт малтмал эрэх, хайх, ашиглах үйл ажиллагааны журам”-ын дагуу хийнэ.

### **Найм. Ордын судлагдсан байдал**



Ашигт малтмалын орд (түүний хэсэг)-ыг судлагдсан байдлаар нь 2015 оны 203 дугаар тушаалаар баталсан “Монгол улсын ашигт малтмалын нөөц, баялагийн ангиллын заавар”-ын дагуу үнэлгээ өгсөн, хайгуул хийгдсэн гэж ангилна.

Үнэлгээ өгсөн ордын судлагдсан байдлын түвшин нь тухайн объект дээр хайгуулын ажил хийх боломжийг тодорхойлох бол хайгуул хийгдсэн ордын хувьд үйлдвэрийн аргаар олборлоход бэлэн байдлыг тодорхойлно.

8.1. Үнэлгээ хийгдсэн хөнгөн цагааны ордуудад хийгдсэн геологи-хайгуулын ажлын үр дүнд хайгуулын ажлын үе шатыг явуулах шаардлага байгаа эсэх, ордын үйлдвэрлэлийн боломжит үнэ цэнийн тухай асуудлыг тодорхойлох, ордын ерөнхий хэмжээг тогтоож, дараагийн хайгуул болон түүнээс уламжлан олборлолтын ажлууд явуулах үндэслэлтэй хэтийн төлөвтэй хэсгүүдийг ялгасан байх ёстой.

Нөөцийн тооцоонд хэрэглэх жишгийн үзүүлэлтүүдийг шинээр нээгдсэн ордуудын үнэлгээний ажлын үр дүнгийн талаарх тайлангуудад үндэслэлтэй боловсруулсан хайгуулын түр жишгийн урьдчилсан ТЭЗҮ дээр суурилан, бүх ордын хэмжээнд болон түүний хэсгийн хэмжээнд ордын урьдчилсан геологи-эдийн засгийн үнэлгээ хийхэд хангалттай хэмжээнд тогтоосон байх ёстой.

Ордын олборлолтын арга, системүүд, олборлолтын боломжит хэмжээний талаарх төсөөллүүдийг ашигт малтмалын хайгуул, ашиглалтын тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч ижил төстэй байдалд үндэслэн нилээд томсгосон байдлаар үндэслэнэ. Түүхий эдийг бүрэн гүйцэд ашиглах тооцоотойгоор баяжуулалтын технологийн бүдүүвч, бүтээгдэхүүний боломжит гарц болоод чанарыг лабораторын технологийн туршилтын үндсэн дээр тодорхойлно. Үйлдвэрийг байгуулах капитал зардлууд, бүтээгдэхүүний өөрийн өртөг болон эдийн засгийн бусад үзүүлэлтүүдийг адилтган харьцуулалтын (ижил төстэй байдлын) үндсэн дээр томсгосон тооцоогоор тодорхойлно.

Хатуу ашигт малтмалын ордуудын үйлдвэрлэлийн ач холбогдолын үнэлгээ хийхэд уулын олборлох үйлдвэрүүдийн болон ахуйн-ундны усан хангамжийн асуудлуудыг одоо ашиглаж байгаа, хайгуул хийгдсэн болон бусад боломжит эх үүсвэр дээр суурилан урьдчилсан байдлаар тусгана.

Ордуудын ашиглалын үйл ажиллагаа нь хүрээлэн буй орчинд үзүүлж болох нөлөөллүүдийг нэг бүрчлэн авч үзэн үнэлнэ.

Үнэлгээ хийгдсэн ордуудын хүдрийн биетүүдийн хэлбэр дүрс, бодисын найрлага, хүдрийн баяжуулалтын технологийн бүдүүвчийг боловсруулах нарийвчилсан судалгааг хийх зорилгоор туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт, боловсруулалт хийж болно. Үүнийг ордын ихэнх хэсгийг төлөөлж чадах шинж чанартай, ордод хамгийн түгээмэл хүдрийн биетүүдийг агуулсан хэсгүүд дээр 3 жилээс илүүгүй хугацаанд мэргэжлийн хяналтын байгууллагын зөвшөөрөлтэйгээр хайгуулын үе шатны ажлын төслийн хүрээнд явуулна. Энэ ажлын хэмжээ ба хугацааг Монгол Улсын экологи, технологи, цөмийн асуудал хариуцсан мэргэжлийн хяналтын байгууллагуудтай

тохиролцсон байх ёстой. Туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт, боловсруулалтыг явуулах зайлшгүй шаардлага байгааг тодорхой тохиолдол бүрт түүний зорилго ба шийдвэрлэх асуудлыг тодорхойлж үндэслэсэн байх ёстой.

Туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт, боловсруулалтыг хүдрийн биетүүдийн геологийн тогтоцын онцлогууд (дотоод тогтоц ба хэлбэр дүрсийн өөрчлөлт), олборлолтын уул-геологийн ба уул-техникийн нөхцлүүд, хүдрийг олборлох ба баяжуулах технологийг (хүдрийн байгалийн ба технологийн төрлүүд, тэдгээрийн хоорондын харьцаа, баяжигдах онцлогууд, хагас үйлдвэрлэлийн туршилтууд г.м) тодруулах зорилгоор явуулна. Эдгээр асуудлуудыг хүдрийн биетүүдийг нилээд гүн бөгөөд урттайгаар нээсэн малталтууд хийсэн үед л шийдвэрлэж болдог. Энэ туршилтын ажлыг ашигт малтмалын олборлолтонд шинэ аргуудыг нэвтрүүлэх үед, тухайлбал их ба бага гүний суларч сийрэгжсэн, сэвсгэржсэн хүдрийг цооногоор гаргаж авах, хүдрийн уламжлалт бус шинэ төрлүүдийг олборлох үед явуулна. Түүнээс гадна том, маш том ордуудыг эзэмших үед том фабрикууд барихын өмнө, жижиг хэмжээний баяжуулах фабрикуудад боловсруулсан технологийн бүдүүвчийг туршин үзэж сайжруулахын тулд явуулна.

8.2. Хайгуул хийсэн ордуудыг үйлдвэрлэлийн эргэлтэд оруулах нөхцлүүд ба холбогдох журмыг хэрэгжүүлэх, ТЭЗҮ боловсруулахад хэрэгцээтэй, хангалттай мэдээллийг авахын тулд, мөн уулын олборлох үйлдвэрийг барьж байгуулах ажлын төсөл боловсруулах, тийм үйлдвэрүүдэд шинэчлэл хийхэд зориулан ордын нөөцийн хэмжээ, хүдрийн чанар, технологийн үзүүлэлт, олборлолтын гидрогеологийн, уул-техникийн ба экологийн нөхцлүүдийг цооногуудаар болон уулын малталтуудаар судласан байх ёстой. Хайгуул хийгдсэн ордууд нь судалгааны түвшнээрээ дараах шаардлагуудыг хангасан байх ёстой. Үүнд:

- Ордын геологийн тогтоцын нийлмэл байдлын бүлэгт тохирох зэрэглэлд нөөцийн ихэнх хэсгийг ангилах боломжийг хангасан байх;
- Ашигт малтмалын үйлдвэрлэлийн төрлүүд ба сортуудын технологийн шинж чанаруудыг үйлдвэрлэлийн ач холбогдол өгч байгаа бүх ашигт бүрдвэрүүдийг нийтэд нь гаргаж авах баяжуулалтын оновчтой технологийн төсөл боловсруулах, үйлдвэрлэлийн хаягдлыг ашиглах чиглэлийг тодорхойлох, тэдгээрийг хамгийн оновчтой хадгалах хувилбарыг нөхцлийг хангах түвшинд нарийвчлан судласан байх;
- Хамт оршиж байгаа ашигт малтмалууд, ашигт бүрдвэрүүд агуулсан бүрдлүүд тухайлбал, хучаас хурдас, газрын доорх усыг оролцуулаад тэдгээрийн нөөцийг тооцоолох, тэдгээрийг жишгийн үндсэн дээр геологийн нөөцөд, эсвэл баялагт хамааруулах, тэдгээрийн тоо хэмжээ болон ашиглах боломжит чиглэлийг тодорхойлж болох хэмжээнд хангалттай судалж, үнэлсэн байх;
- Гидрогеологи, инженер-геологи, геокриологи, уул-геологийн болон байгалийн бусад нөхцлүүдийг уулын ажлын аюулгүй байдал, байгаль орчны

талаарх хууль тогтоомжуудын шаардлагуудыг тооцон үзээд ордын олборлолтын төсөл боловсруулахад хангалттай байх хэмжээний нарийвчлалтай судласан байх;

- Геологийн тогтоц, хүдрийн биетүүдийн байрлалын нөхцлүүд, хэлбэр дүрсүүд, нөөцүүдийн тоо хэмжээ ба чанарын тухай мэдээллүүдийн үнэмшлийг ордыг бүрэн төлөөлж чадах тогтоцтой хэсгүүд дээр нарийвчилсан ажил хийж баталгаажуулсан байх ба ийм хэсгийн хэмжээ ба байрлалыг тодорхой тохиолдол бүрт ордын геологийн онцлогуудаас хамаарч тодорхойлсан байх;

- Ордыг олборлосноор хүрээлэн буй орчинд үзүүлж болох нөлөөллийг авч үзээд таамаглаж байгаа экологийн сөрөг үр дагаваруудын түвшинг бууруулах, зайлуулах талаар зохих эрх зүй, стандарт, нормчлолын баримт бичгүүдтэй зохицуулан зөвлөмжүүдийг өгнө;

- Нөөцийн тооцоололд хэрэглэх жишгийн үзүүлэлтүүдийг үнэмшлийн шаардлага хангах түвшинд, ордын үйлдвэрлэлийн ач холбогдол ба масштабыг тодорхойлж болох боломж олгосон техник-эдийн засгийн тооцооны үндсэн дээр тогтоосон байх;

Хайгуул хийсэн ордын янз бүрийн зэрэглэлийн нөөцийн зохистой харьцааг тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч болон хөндлөнгийн, мэргэшсэн шинжээчид бизнесийн эрсдэлийн түвшинг харгалзан тогтооно. Ордын олборлолтын төсөл боловсруулахад боломжтой (С) зэргийн нөөцийг бүрэн, эсвэл түүний хэсгийг ашиглах боломжийг тодорхой тохиолдол бүрт улсын мэргэшсэн шинжээч тодорхойлж, зөвлөмж хэлбэрээр шийдвэр гаргана. Энэ тохиолдолд шийдвэрлэх хүчин зүйлүүд нь хүдрийн биетүүдийн геологийн тогтоцын онцлогууд, тэдгээрийн зузаан ба тэдгээр дэх хүдэржилтийн тархалтын шинж чанар, хайгуулын боломжит алдаануудын ( аргуудын, техникийн багаж төхөөрөмжүүдийн, дээжлэлтийн, шинжилгээний г.м) үнэлгээ, мөн ижил төсөөтэй ордуудын хайгуул ба олборлолтын туршлагыг харгалзан үзэх явдал юм. Хайгуул хийгдсэн ордуудыг энэхүү зөвлөмжүүд дэх зүйлүүдийг хэрэгжүүлсэн байхаас гадна нөөцийг нь тогтсон журмын дагуу бүртгүүлсний дараа үйлдвэрлэлийн зориулалтаар эзэмшихэд бэлтгэгдсэн гэж үзнэ.

### **Ес. Ордын нөөцийг дахин тооцоолж, баталгаажуулах**

Нөөцийн дахин тооцоолол ба дахин бүртгэлийг тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч, төрийн захиргааны болон мэрэгжлийн хяналтын байгууллагуудын гаргасан саналаар нэмэлт хайгуулын ба ашиглалтын ажлын үр дүнд ордын нөөцийн чанар ба хэмжээний талаарх ерөнхий байдал, түүний геологи-эдийн засгийн үнэлгээнд мэдэгдэхүйц их хэмжээний өөрчлөлт гарсан тохиолдолд тогтсон журмаар гүйцэтгэнэ.

Үйлдвэрийн эдийн засгийн нөхцөл байдал эрс муудах тохиолдолд тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчийн санаачлагаар нөөцийг дахин тооцоолох, баталгаажуулах ажлыг дараах тохиолдолд хийнэ. Үүнд:

- Өмнө нь баталсан нөөцийн хэмжээ, түүний тодорхой хэсгийн хэмжээ болон чанар нь их хэмжээгээр батлагдахгүй байгаа тохиолдолд;

- Үйлдвэрлэлийн өөрийн өртгийн түвшинг хадгалж байхад бүтээгдэхүүний үнэ бодитой, мэдэгдэхүйц хэмжээгээр (20%, түүнээс их) тогтмол унаж байгаа тохиолдолд;

- Эрдэс түүхий эдийн чанарт тавих үйлдвэрлэлийн шаардлага өөрчлөгдсөн;

- Гүйцээх болон ашиглалтын хайгуул, олборлолтын үед нөөцийн нийт хэмжээ, хассан ба хасахад бэлтгэсэн нөөцүүдийн батлагдаагүй хэмжээ, мөн техник-эдийн засгийн шалтгаанаар олборлох боломжгүй болсон нөөцийн хэмжээ нь уулын үйлдвэрийн балансаас ашигт малтмалын нөөцийг хасах журмын тухай тогтоогдсон байгаа нормативаас их гарсан (20%, түүнээс их) тохиолдол хамаарна.

Тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчийн эрх ашиг зөрчигдсөн, ялангуяа татвар оногдуулах суурь үндэслэлгүй бууралт тогтоогдсон зэрэг дараах нөхцлүүдэд хяналтын ба мэргэжлийн хяналтын байгууллагуудын саналаар нөөцийг дахин тооцоолж, дахин бүртгүүлэх ажлыг хийнэ. Үүнд:

- Өмнө батлагдсан буюу бүртгэгдсэн нөөцөөс бүртгэгдсэн нөөцийн хэмжээ 50% ба түүнээс их хэмжээгээр өссөн тохиолдол;

- Үйлдвэрийн бүтээгдэхүүний дэлхийн зах зээлийн үнэ мэдэгдэхүйц хэмжээгээр, тогтвортой өсөж байгаа (жишигт тусгасан үнээс 50% ба түүнээс их хэмжээгээр өссөн) үед;

- Үйлдвэрлэлийн хүчин чадлыг их хэмжээнд дээшлүүлж чадах шинэ технологи боловсруулагдсан ба нэвтэрсэн тохиолдолд;

- Хүдэр ба агуулагч чулуулаг дотор ордын үнэлгээ хийх, үйлдвэрлэлийн төсөл боловсруулах үед тооцож үзээгүй ашигт бүрдвэрүүд болон хорт хольцууд илэрсэн тохиолдол хамаарна.

Түр зуурын шалтгаанаас (геологийн, технологийн, гидрогеологийн ба уул-техникийн нөхцөлд нийлмэл хүндрэлтэй байдал үүссэн, бүтээгдэхүүний дэлхийн зах зээлийн үнийн түр зуурын уналт) үүдэлтэй үйлдвэрлэлийн эдийн засгийн асуудлыг ашиглалтын жишгийн механизмын тусламжтайгаар шийдвэрлэх бөгөөд нөөцийг дахин тооцоолж, дахин баталгаажуулах, бүртгүүлэх шаардлагагүй.

### **Арав. Ашигласан материал**

1. Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар. Уул уурхайн сайдын 2015 оны 9 дүгээр сарын 11-ний өдрийн 203 дугаар тушаал.

2. “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангиллыг тухайн төрлийн ашигт малтмалд хэрэглэх аргачилсан зөвлөмж” төслийн даалгавар. Уул уурхай, хүнд үйлдвэрлэлийн сайдын 2018 оны 08 дугаар сарын 13-ны өдрийн Д/195 дугаар тушаалын хоёрдугаар хавсралт.

3. Ашигт малтмал баяжуулах үйлдвэрийн зураг төсөл. Гарын авлага. 2013.
4. Ашигт малтмалын хүдэр, баяжмал, бүтээгдэхүүний боловсруулалтын түвшинд тавигдах шаардлага, ангилал, тооцох үндсэн зарчим, аргачлал. Засгийн газрын 2011 оны 193 дугаар тогтоол.
5. Ашигт малтмал эрэх, хайх, ашиглах үйл ажиллагааны журам. Уул уурхай, хүнд үйлдвэрлэлийн сайдын 2018 оны 02 дугаар сарын 05-ны өдрийн А/20 дугаар тушаалын хавсралт.
6. Барилга, байгууламжийн инженерийн судалгааны нийтлэг үндэслэл /БНБД 11-07-19/-ийн норм, дүрэм. Барилга хот байгуулалтын сайдын 2019 оны 138 дугаар тушаал
7. Геодезийн солбицлол, өндөр тусгагийн нэгдсэн тогтолцоог батлах тухай. Монгол улсын засгийн газрын тогтоол, Дугаар 25, Улаанбаатар хот. 2009 оны 1 дүгээр сарын 28-ны өдөр.
8. Геофизикийн судалгаа хийх заавар. Монгол Улсын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд хийгдэх цахилгаан, соронзон, гравиметр, агаарын геофизикийн зураглалын ажлыг гүйцэтгэх ба тайлагнах заавар, тавигдах шаардлага. 2019 он. Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2017 оны А/237 дугаар тушаал.
9. Докембрийские диаспоровые бокситы Монголии. 1981. Монгол-Зөвлөлтийн хамтарсан Эрдэм шинжилгээний экспедици. Н.С.Зайцев, В.Лувсанданзан нар.,
10. “Ордыг иж бүрэн судлах, дайвар бүрдвэрүүдийн нөөцийн тооцоолол хийх зөвлөмж”. ОХУ. Москва. 2007.
11. Сэдэвчилсэн болон дунд, том масштабын гидрогеологийн зураглал, ашигт малтмалын хайгуулын ажлын явцад ордын гидрогеологийн судалгаа хийх заавар, түүнд тавигдах шаардлага. 2019 он. Монгол Улсын Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2017 оны 12 дугаар сарын 12-ны өдрийн А/237 тоот тушаал.
12. Метал ашигт малтмал. 2017 он. С.Жаргалан, Б.Энхжаргал, Д.Алтанхуяг.
13. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Аллюминиевые руды. Москва, 2007.
14. CIM Mineral Exploration Best Practice Guidelines, CIM Mineral Resource and Mineral Reserve Committee, Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, Canada 2018 ([mrmr.cim.org](http://mrmr.cim.org), [www.cim.org](http://www.cim.org)).
15. “Ашигт малтмал баяжуулах, үйлдвэрийн зураг төсөл” гарын авлага. УУЯам, АМГ, ШУТИС, Уул уурхайн инженерийн сургууль, Улаанбаатар 2013 он.
16. <http://webmineral.com/>

17. Countries with the largest bauxite reserves 2020. Published by M. Garside, Feb 18, 2021. <https://www.statista.com/statistics/271671/countries-with-largest-bauxite-reserves/>

**Australia Mongolia Extractives Program**  
**2A Temple View Residence**  
**Suhbaatar District-1**  
**Ulaanbaatar**  
**Mongolia**  
**T: +976 7000 8595**

**[www.amep.mn](http://www.amep.mn)**  
**[facebook.com/AMEP2](https://facebook.com/AMEP2)**  
**[Twitter.com/AusMonXtractive](https://twitter.com/AusMonXtractive)**

