

**УУЛ УУРХАЙ, ХҮНД ҮЙЛДВЭРИЙН ЯАМ  
АШИГТ МАЛТМАЛ, ГАЗРЫН ТОСНЫ ГАЗАР**

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

**АРГАЧИЛСАН ЗӨВЛӨМЖ**

**(ВОЛЬФРАМ)**

**УЛААНБААТАР ХОТ**

**2021 он**

Монгол Улсын Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн яамны захиалгаар Монгол улсын Шинжлэх ухаан, технологийн их сургуулийн Геологи, уул уурхайн сургуулиас ХБНГУ-ын “Геошинжлэх ухаан, Байгалийн нөөцийн хүрээлэн” (BGR)-гийн дэмжлэгээр боловсруулав.

Монгол Улсын Эрдэс баялгийн мэргэжлийн зөвлөлийн 2021 оны ...-р 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:

## **ВОЛЬФРАМ**

Боловсруулсан:

Н. Амитан – Монгол улсын зөвлөх геологч, доктор (PhD)

Н. Цэнгэлбаяр – Монгол улсын мэргэшсэн геологч

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:**

### **Ахлагч**

Б. Бат Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн яамны Геологийн бодлогын газрын дарга, Монгол улсын зөвлөх геологч, (Ph.D)

### **Гишүүд**

Г. Ухнаа ШУТИС. Геологи уул уурхайн сургуулийн профессор, Монгол улсын зөвлөх геологч, (Ph.D)

Г. Дэжидмаа Монгол улсын зөвлөх геологч, (Ph.D)

Г. Жамсрандорж Монгол улсын зөвлөх геологч Ph.D)

Д.Алтанхуяг Монгол улсын зөвлөх геологч, (Ph.D)

### **Нарийн бичгийн дарга**

Ч.Бямбажав Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн яамны Геологийн бодлогын газрын Геологийн судалгаа, төлөвлөлтийн хэлтсийн мэргэжилтэн

**Хянан тохиолдуулсан шинжээчид:**

.....  
.....  
.....

## Гарчиг

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

## **Нэг. Оршил**

“Төрөөс эрдэс баялгийн салбарт баримтлах бодлого”, “Ашигт малтмалын тухай хууль”-ийн 16 дугаар зүйл, “Монгол Улсын Засгийн газрын 2020-2024 оны үйл ажиллагааны хөтөлбөр”, Уул уурхай, уүнд үйлдвэрийн сайдын 2018 оны 2 дугаар сарын 5-ны өдрийн А/20 дугаар тушаалаар батлагдсан “Ашигт малтмал эрэх, хайх үйл ажиллагааны журам”, Уул уурхайн сайдын 2015 оны 9 дүгээр сарын 11-ний өдрийн 203 дугаар тушаалаар батлагдсан “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”-т Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, зааврыг тухайн төрлийн ашигт малтмалын онцлогт тулгуурлан гаргасан зааварт нийцүүлж болно гэж заасан хуулийн заалтууд, тушаал, журам, зааврыг үндэслэн энэхүү зөвлөмжийг боловсруулав. Энэхүү аргачилсан зөвлөмж нь хатуу ашигт малтмалын ордуудын геологийн баялаг, ордын нөөцийн ангиллыг вольфрамын ордод хэрэглэх талаар зөвлөмжүүдийг агуулсан болно.

Аргачилсан зөвлөмж нь вольфрамын ордод эрэл, хайгуул хийх, түүний хэтийн төлөв, баялгийг үнэлэх, нөөцийн тооцоо хийж, “Эрдэс баялгийн мэрэгжлийн зөвлөл”-ийн хуралдааны хэлэлцүүлэгт бэлтгэх шаардлагатай болдог хайгуулчид болон олборлогч байгууллагуудад практик туслалцаа үзүүлэхэд чиглэгдэв.

## Хоёр. Ерөнхий ойлголтууд

2.1. Металл вольфрамыг анх 1783 онд Испанийн эрдэмтэн, химич Фаусто Де Элуар нээжээ. Вольфрамын хувийн жин нь  $19,3 \text{ г/см}^3$ , хамгийн муу хайлдаг (хайлах температур нь  $3395 \pm 15^\circ\text{C}$ , буцлах температур нь  $5930^\circ\text{C}$ ) мөнгөлөг цагаан металл юм. Менделеевийн үелэх системийн 74-р элемент бөгөөд атом жин нь 183,85. Байгальд түүний 8 тогтвортой изотоп байдаг. Вольфрам нь хүчтэй исэлдэх шинж чанартай тул байгаль дээр түүний хүчилтөрөгчит нэгдлүүд зонхилдог. Вольфрамын сульфид болох тунгстенит ( $\text{WS}_2$ ) нь маш ховор тохиолдох эрдсийн нэг болно.

Хайлах температур өндөр, химийн үйлчлэлд тэсвэртэй, электрон ялгаруулах, улайссан үедээ гэрэл цацруулах чадвар, хүйтэн болоод халуун аль ч нөхцөлд өндөр бэхжилттэй, карбид, борид зэрэг маш хатуу, элэгдэл үрэгдэл даах чадвартай нэгдлүүд үүсгэдэг зэрэг шинж чанарууд нь вольфрамын үйлдвэрлэлийн өндөр хэрэглээг, тухайлбал; чанаржуулсан, маш хатуу, хүчилд тэсвэртэй ган гаргахад нэмэлт болгох, цахилгаан техник, радио электроник, болон бусад аж үйлдвэрийн салбаруудад бий болгодог.

Олборлож байгаа вольфрамын дийлэнх хувийг чанаржуулсан гангийн үйлдвэрлэлийн дамжлагад ферровольфрам хэмээх баяжмалын дараагийн шатны завсрын бүтээгдэхүүн байдлаар ашигладаг. Вольфрамын хэрэглээний үлдсэн багахан хэсэг нь үйлдвэрлэлийн өөр бусад салбаруудад зориулагддаг байна. Вольфрамын цувимал утсыг цахилгаан гэрэлтүүлэгт ашигладаг. 1 кг химийн цэвэр вольфрамаар 3,5 км урт цувимал утас, 60 ваттын 23 000 гэрэлтүүлгийн шил үйлдвэрлэхэд хүрэлцдэг аж. 16 % кобальт орсон вольфрам-карбидын “победит” хайлшаар токарийн зүсэх, зүлгэх, зорох, өрөмдөх багажны ир хийдэг бөгөөд хатуулагаараа алмазыг орлодог. Зэс-вольфрамын, мөнгө-вольфрамын хайлшууд цахилгаан залгуурын эдэлгээг 6 дахин нэмэгдүүлдэг. Вольфрамын найрлага бүхий будагт оруулсан нэхмэл галд тэсвэртэй байдаг. Зэс-никель-вольфрамын хайлшаар цацраг идэвхит (уран) бүтээгдэхүүн тээвэрлэх, хадгалах контейнер үйлдвэрлэдэг. Ферровольфрам нь металлургиас гадна сансарын болоод цэрэг зэвсгийн үйлдвэрлэлд ихээр хэрэглэгддэг байна. Мөн вольфрамыг аргон нуман гагнуурт электрод болгож ашигладаг.

2.2. Вольфрам нь газрын царцдас дахь тархалтаараа 28-рт орох ба түүний жингийн кларк  $(1-1.3) \times 10^{-4} \%$ . Вольфрам нь хэт суурилаг чулуулагт  $0,77 \times 10^{-4} \%$ , суурилаг чулуулагт  $0,86 \times 10^{-4} \%$ , саармаг чулуулагт  $1,99 \times 10^{-4} \%$ , хүчиллэг чулуулагт  $2,4 \times 10^{-4} \%$  байдаг. Чулуулаг дахь вольфрамын агуулга цахиурын ислийн агуулгатай шууд хамааралтай байдаг. Вольфрам нь боржин чулуулаг дахь сфен, ильменит, магнетит зэрэг акцессор эрдсүүдэд агуулагддаг. Боржингийн пегматитэд танталит, колумбитын эрдсүүдтэй холбоотой өндөр агуулга өгөхийн зэрэгцээ, вольфрамит бага хэмжээтэй үүссэн байдаг (Баян-Өлгийн Ногооннуур сумын Улаан уулын орд). Вольфрам нь фтор зэрэг галогентэй усанд уусдаг нэгдлүүд үүсгэхийн

зэрэгцээ, вольфраматын шүлтийн металлууд мөн адил усанд уусдаг. Эдгээр уусмал байдалтай нэгдлүүд нь магмын үлдэгдэлд орж зөөгдөх, хуримтлагдах замаар орд үүсэх эволюци явагддаг.

Вольфрам нь нийт 22 эрдсийн найрлагад орсон байдаг боловч зөвхөн вольфрамитын бүлгийн эрдсүүд болон шеелит үйлдвэрлэлийн үндсэн түүхий эд болдог бөгөөд исэлдлийн бүсэд үүсэх тунгстит, ферротунгстит зарим тохиолдолд үйлдвэрийн ач холбогдолтой байна (хүснэгт-1).

### Вольфрамын үндсэн эрдсүүд

Хүснэгт-1.

Эрдсүүд	Химийн томъёо	WO <sub>3</sub> -ийн агуулга, %	нягт, г/см <sup>3</sup>
Ферберит	FeWO <sub>4</sub>	76,3	7,5
Вольфрамит	(Fe, Mn) WO <sub>4</sub>	76,5	7,1–7,5
Гюбнерит	MnWO <sub>4</sub>	76,6	7,1
Шеелит	CaWO <sub>4</sub>	80,6	5,8–6,2
Тунгстит	WO <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>	92,8	
ферритунгстит	Ca <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> <sup>+2</sup> Fe <sup>+3</sup> [WO <sub>4</sub> ] <sub>7</sub> *9H <sub>2</sub> O	75,5	

Вольфрамит нь вольфрам ислийн төмөр ба марганцийн изоморф хольц бөгөөд төмөр давамгайлсан (>80 %) тохиолдолд ферберит, харин марганц давамгайлсан тохиолдолд гюбнерит гэж нэрлэдэг. Вольфрамит нь хар, хар хүрэн, улаавтар хүрэн өнгөтэй, түүний найрлагад дээрхи 3 элементээс гадна, хольц байдлаар тантал (Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,6 % хүртэл), ниобий (Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2,3 % хүртэл), скандий (1 % хүртэл), хааяа индий (In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,016 % хүртэл) байна.

Шеелит нь бараг л химийн цэвэр вольфрамын ислийн кальций бөгөөд цагаан, шар, саарал, боровтор өнгө үзүүлдэг. Шеелит нь ихэвчлэн молибден (Mo 1,0 % хүртэл), барий (BaO 0,1 % хүртэл), стронций (SrO 0,5 % хүртэл), газрын ховор элемент (TeE<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,5 % хүртэл) зэрэг хольц элементүүдийг агуулдаг. Шеелитийн нэг болох молибдошеелитэд молибдений агуулга 6-16 % хүрдэг байна. Шеелит нь хэт ягаан туяанд цэнхэрдүү хөх өнгийн туяа цацруулж гэрэлтдэг ба түүний найрлагад Mo 1,0 %-иас их байх тохиолдолд шар өнгийн туяа цацруулдаг.

Исэлдлийн бүсэд ихэвчлэн тунгстит WO<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>, купротунгстит Cu<sub>2</sub>[(OH)<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>], ферритунгстит Ca<sub>2</sub>Fe<sub>2</sub><sup>+2</sup>Fe<sup>+3</sup>[WO<sub>4</sub>]<sub>7</sub>\*9H<sub>2</sub>O зэрэг хоёрдогч эрдсүүд үүссэн байдаг. (Дорноговийн Хатанбулаг, Ухаа овоо орд).

2.3. Вольфрамын хүдрийг шеелитийн ба вольфрамитын гэж хоёр ангилна. Вольфрамын ордуудын ихэнх нь цогцолбор хүдэржилттэй байдаг.

Вольфрамитын хүдэр нь дараах төрлийн ашигт компонентуудын бүрдэл, тухайлбал; вольфрам-молибден (Сүхбаатар аймгийн Эрдэнэцагаан сумын Егүзэр, Хэнтийн Өмнөдэлгэрийн Өндөрцагаан), вольфрам-цагаан тугалга (Хэнтий Цэнхэрмандалын Баян-Мод, Мандал, Өмнөдэлгэрийн Дээд хөмөр, Сүхбаатарын Эрдэнэцагааны Сайрын худаг, Увсын Ховд сумын Шар ухаа), вольфрам-зэс (Баян-Өлгийн Ногооннуур сумын Цүнхэг, Улаанхус сумын Нуурын гол), вольфрам-зэс-

алтны (Баян-Өлгийн Цэнгэл сумын Мушгуй), вольфрам-молибден-цайр-хартугалга-зэс (Сүхбаатарын Эрдэнэцагаан сумын Арбаян) цогцолбор найрлагатай хүдэр үүсгэнэ.

Шеелитийн хүдэр нь шеелит-молибденитын (Хөвсгөлийн Цагаан-Уул сумын Оглогийн гол, Хэнтийн Цэнхэрмандалын Бэйс), шеелит-сфалерит-магнетитын (Дорноговийн Хатанбулаг сумын Элстэй), молибденит-молибдошеелит-магнетитын (Баян-Өлгийн Ногооннуур сумын Бураат) хүдэржилт үүсгэдэг.

Үндсэн хорт хольцуудад пирит, пирротин, арсенопирит, апатит, барит орно.

Зарим нэг цагаан тугалга, молибден, хар тугалга, төмөр, цайр, сурьма, алтны цогцолбор ордуудад вольфрам дайвар бүтээгдэхүүний хэмжээнд ашиглагддаг.

2.4. Сүүлийн үеийн судалгаагаар дэлхийн вольфрамын нөөцийн (resource) хэмжээ 9.5 сая тн, үүнээс дэлхийн 41 орны газрын хэвлийд 3 сая тн нөөц ашиглах боломжтой нөөцөд (reserve) бүртгэгдсэн байна. Вольфрамын нөөцөөр тэргүүлэгч БНХАУ (60 %), Канад (9 %), ТУХНО (8 %), АНУ (5 %) Өмнөд Америк (3 %) гэх 5 орон болон бүс нутагт батлагдсан нөөцийн 85 % нь төвлөрсөн байдаг.

БНХАУ-ын батлагдсан нөөцийн 40 % нь штокверк, грейзены ордууд, мөн тэр хэмжээнд скарны ордууд, 20 % нь судлын ордууд байдаг. Томоохон штокверк ордуудын  $WO_3$ -н агуулга 0,2-1,0%, нөөцийн хэмжээ хэдэн зуун мянган тн хүрдэг бол баян судлын ордуудад агуулга 0,8-2,2 %, нөөц хэдэн арван мянган тн байдаг.

#### **Дэлхийн хамгийн том 10 ордын гарал үүслийн төрөл болон нөөцийн хэмжээ**

Хүснэгт-2.

Ордын нэр	Улс	Ордын төрөл	Нөөц, мян.тн
Верхний Хайракт	Казакстан	судал	872
Мактун	Канад	скарн	617
Шизчюан	Хятад	штокверк	502
Тырныауз	Орос	скарн	244
Логтун	Канад	штокверк	168
Яньчулинь	Хятад	штокверк	160
Шиньлуокень	Хятад	штокверк	144
Даминьшан	Хятад	давхарга	116
Восток-2	Орос	скарн	102
Та' ергоу	Хятад	судал	100

Олборлолтын хэмжээгээр Хятад улс тэргүүлэх бөгөөд дэлхий даяар 1 жилд олборлож байгаа 100 орчим мян.тн вольфрамын 80 %-ийг үйлдвэрлэж байна.

2.5. Вольфрамын ордуудыг  $WO_3$ -ын нөөцийн хэмжээгээр <20 мян.тн бол жижиг, 20-100 мян.тн бол дунд зэргийн, 100-250 мян.тн бол том, >250 мян.тн бол маш томд тооцно. Үүнээс гадна вольфрамит (заримдаа шеелит, алт, касситериттай амт) үйлдвэрлэлийн шороон ордууд үүсгэдэг байна (Хэнтийн Цэнхэрмандлын

Модот, Төв аймгийн Жанчивлан, Хэнтийн Өмнөдэлгэрийн дээд Хөмөрийн хүдрийн дүүрэг, Ховдын Цэцэг сумын Цагаан эрэг). Вольфрамитын агуулга шороон ордуудад 0,25-1,0 кг/м<sup>3</sup>, түүнээс ч өндөр, Цагаан эрэг, Дээд Хөмөрт 1-10 кг/м<sup>3</sup>, зарим хэсэгт 60 кг/м<sup>3</sup> хүртэл агуулагддаг.

WO<sub>3</sub>-ын дундаж агуулга >10 % бол маш баян, 2-10 % бол баян, 0.3-2.0 % бол боломжийн, 0,15-0,3 % бол ядуу, <0,15 % бол нэн ядуу ордод тооцогдоно.

2.6. Вольфрам болон бусад ховор металлын ордууд олноор үүссэн цаг хугацаа мезозойн тектоник хөдөлгөөний идэвхжилттэй холбоотой байдаг бөгөөд коллизийн үр дүнд хүчиллэг интрузивийн, хэмжээ томгүй биетүүд Монголын нутаг даяар үүсэж хөгжсөн байдаг. Эдгээр нь бараг нэг загварын гэж болох цайвар боржингийн түрэлт бүхий плутон стрүктүрүүд үүсгэж, нэг ийм структурт ихэвчлэн ховор металлын хэд хэдэн орд үүсдэг онцлогтой. Энэхүү загварыг геохимийн онцлогоор нь литий-фторт боржин гэж ялгасаар ирсэн. Литий нь шүлтийн металл-литофиль элемент бол фтор нь галоген-литофиль элемент юм. Дээрх хоёр элементийн цаана, Менделеевын үелэх системийн маш хүчтэй исэлдүүлэгчид болон ангижруулагчийн хоёр бүлэг элемент, нэн тэргүүнд гидрофиль натрий ба хлор их хэмжээгээр хуримтлагдан, гадаргын ус, гүний гарал бүхий литий-фторт “ювелиль” гидротермтэй холилдож, хүдэр агуулагч чулуулгийн цахиржих, грейзенжих, серицитжих, беризитжих зэрэг, ашигт эрдсийн хуримтлал үүсэж хөгжихтэй холбоотой магмын дараах гидротермаль хувирлуудыг дагуулдаг.

Литий-фторт боржин нь хэмжээ томгүй, орон зайн байршлын хувьд дээд палеозой, карбон-пермийн том батолитуудын гетероген үргэлжлэл гэж үзэхээр орших нь түгээмэл тул тэдгээрийг магмын процессын дараах метасоматит хувирлын бүтээгдэхүүн гэж өнгөрсөн зууны 70-д оныг хүртэл үздэг байсан. Гэвч 1970 онд Онгонхайрханы ордын талбайд топаз ба амосонит бүхий цайвар шаргал, ногоон алаг өнгөтэй порфир болон афир структур бүхий хоёр дэл судлын биет илэрсэнийг судалж, эдгээр нь 218 сая жилийн үнэмлэхүй настай, литий-фторт магмын чулуулгийн бялхмал төрөл болох нь тогтоогдсоноор ховор металлын төрөлжилт бүхий боржингийн бие даасан цогцолбор гэдгийг бүх нийтээр хүлээн зөвшөөрөх болсон байна. Энэхүү судлын чулуу, анх олдсон газрын нэр болох Онгонит гэх нэрээр геологийн шинжлэх ухаанд бүртгэгдсэн байдаг.

Неопротерозой, палеозойн тогтоцуудад шеелитийн болон зарим тохиолдолд вольфрамитын шлихийн сарнилын хүрээ тогтоогдох нь ховор биш бөгөөд Скандиновын хойгт дээрх насны маш их нөөцтэй шеелитийн хувирмал ордууд үүссэн байдгийг харгалзвал, энэ төрлийн ордууд Монголд ч нээгдэх боломжтой юм.

2.7. Дэлхийн царцдас дахь вольфрамын кларк 1.3 г/т байдаг бол, боржин, тэр дундаа аляскит юмуу литий-фторт боржинд вольфрамын кларк хамгийн өндөр байдаг. Вольфрамын үйлдвэрлэлийн ач холбогдол бүхий ордууд болон, түүний дагалдах болон индикатор элементүүд литий-фторт боржинтой гарал үүслийн хувьд холбоотой гэж дээр нэгэнт авч үзсэн, вольфрам болон түүний дагуул



молибден, цагаантугалга болон индикатор элементүүдийн төрөл бүрийн чулуулаг дахь кларкийг дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

**Магмын, тунамал чулуулаг дахь вольфрам, түүний дагалдагч, индикатор элементүүдийн кларк**

Хүснэгт-3.

Д/д	Чулуугийн төрөл	Элементүүдийн кларк, г/т					Литий
		Вольфрам	Фтор	Цагаан тугалга	Рубидий	Молибден	
1	Хэт суурилаг чулуу	0,1	100	0.5	2	0.2	-
2	Суурилаг чулуулаг (габбро, базальт)	1.0	370	1.5	45	1.4	-
3	Саармаг чулуулаг (диорит, андезит)	0.7	500	-	100	0.9	-
4	Тунамал хурдас	2.0	500	10	200	2.0	-
5	Хүчиллэг чулуу (боржин, липарит)	1.5	800	3.0	200	1.0	-
6	Палинген үүслийн боржин	1.5	-	-	200	1.0	39
7	Автохтон үүслийн боржин	0.7	-	-	178.4	0.8	-
8	Габброид формацийн боржин	0.7	-	-	37.1	1.3	-
9	Гранодиоритын төрлийн боржин	0.3	650	2.8	100	0.8	20,9
10	Боржин ангиллын боржин	1.0	700	4.5	180	1.5	18,8
11	Аляскит боржин	2.5	1400	10	300	1.5	206
12	Литий-фторт боржин	4.5	3800	20	550	1.5	565

Ховор металлын элементүүд нь геохимийн хэд хэдэн эвшил үүсгэдэг бөгөөд вольфрамын хувьд хоёр тогтвортой ассоциаци (эвшил) байдгийн нэг нь вольфрам-молибден, нөгөө нь вольфрам-цагаан тугалга юм. Харин цагаан тугалга, молибден хоёр өөр хоорондоо эвшил үүсгэдэггүй байна. Вольфрамын гидрооксид (усан исэл) өөрөө усанд уусдаггүй амфотер нэгдэл боловч, натри болон калитай үүсгэсэн давс нь усанд сайн уусдаг. Ийм учраас вольфрамат натрий болон кали нь хөдөлгөөнт нэгдэл болно. Гидротермд фтор байгаа тохиолдолд  $[WO_2F_4]^2$  нэгдлийн хэлбэрээр зөөгдөх боломжтой. Ихэнх онолын номуудад вольфрамын зөөгдлийг фторт нэгдлийн байдлаар явагддаг гэж үздэг байна.

Орд газар вольфрам-молибдений, эсвэл вольфрам-цагаантугалганы эрдсийн төрөл байх нь гидротерм дахь хүчилтөрөгчийн потенциалгаас шалтгаалдаг байна. Хэрэв гидротермд сульфид анион их хэмжээтэй бол Мо нь молибденит байдлаар амархан тунадасждаг. Сульфид, хүхэр хомсдолтой нөхцөлд Мо хөдөлгөөнтэй хэвээр байж, харин цагаан тугалга вольфрамтай хамт үүсэх нөхцөл бүрэлддэг байна. Вольфрам болон түүний дагалдах элементүүд чулуулаг бүрдүүлэгч эрсүүдэд ямар агуулгатай (г/т) байдгийг дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

**Вольфрам болон түүний дагалдах элементүүдийн агуулга**

Хүснэгт-4.

Элементүүд	Эвэр хуурмаг	Биотит	Мусковит	Плагиоклаз	Калийн хээрийн жонш	Кварц
Лити	27.2	916.4	2677.2	24.7	18.2	13.2
Рубиди	19	1054.2	2898.6	107	552.7	33.3
Молибден	3.4	6.0	80.8	1.4	1.5	2.5
Вольфрам	1.4	7.2	30.4	2.2	2.3	2.7
Цагаан тугалга	22.1	76.5	339.2	4.0	3.8	10.5

Фтор	26.0	15567.8	10760	748.3	218	-
------	------	---------	-------	-------	-----	---

Хүснэгтээс харахад вольфрам нь мусковитонд хамгийн ихээр агуулагдаж байна. Статистик судалгааны дүнгээр вольфрам ба калий, рубидийн харьцаа хооронд эсрэг тэмдэгтэй маш хүчтэй холбоо байдгийг тогтоожээ. Энэхүү холбоог үзүүлэгч регрессийн тэгшитгэлийг дараах байдлаар томъёолдог.

$Lg W_{ст} = -1.73 Lg (K:Rb) + 0,256$ . Эндээс үзэхэд вольфрамын таамаг үнэлгээг эх боржингийн рубидий калийн харьцаагаар тодорхойлох боломжтой байна.

2.8. Чулуулагт вольфрамын агуулга өсөж, хуримтлал үүсэх процесс нь хүчиллэг магмын бүрдэл, боржингийн түрэлттэй гарал үүслийн холбоотойгоор хөгжиж, цаашид вольфрамын тодорхой эрдэс (вольфрамит, шеелит) үүсэх байдлаар үргэлжилдэг. Вольфрамын 0,1 % агуулгаас эхлэн үйлдвэрлэлийн сонирхол татдаг. Чулуулаг дахь вольфрамын 0.01 %-иас их 0,1 %-иас бага агуулга нь чулуулагт скарнжилт, грейзенжилт, флюоритжилттэй давхацсан сульфиджилт зэрэг талбайн метасоматит хувирал дагуулж байвал эрлийн найдвартай шалгуур болдог.

2.9. Хүдрийн биетүүд нь эх боржингийнхоо орон зайд ойролцоо, структурын 4 үндсэн давхарга (ярус) үүсгэдэг. 1; Хамгийн доод хэсэгт эх боржинд тектоник идэвхжилтээр томорсон контракци-цавшилт структурт үүсэх кварц- вольфрамитын судлын биетүүд, 2; түүний дээр боржингийн дотоод хилийн орчинд, боржин ба агуулагчийн завсарт үүссэн дан бериллын хүдэржилттэй, пневмоматолит метасоматит грейзений биет, 3; боржингийн гадаад хилийн нөлөөнд үүссэн грейзен, биметасоматит, скарн, роговикийн орон зайд хуримтлагдсан шигтгээ болон массив хүдэржилтүүд болон боржингийн хөрөлт явагдахад нээгдсэн хэвтээ контракцийн кварц-вольфрамитын судалшилт, 4; боржинг бүрхсэн чулуулгийн давхаргын хэмжээнд үүсэх судлууд ба штокверк хүдэржилт, эдгээр болно.

Эх боржингийн дотор үүссэн хүдэржилт вольфрамын ордын элэгдлийн доод түвшинг илэрхийлнэ. Егүзэр, Өндөрцагаан, Онгонхайрхан, Нуурын гол, Цүнхэгийн ордуудад энэ түвшин гадаргууд илрээгүй тул гүний судалгаа хийж, үнэлгээ өгч шалгах нь зүйтэй.

Боржингийн бүнхэрийн хилийн дагуу дан бериллийн хүдэржилт үүссэн байдаг нь Улаан уулын Бураат, Егүзэрийн Центр зэрэг ордууд дээр тодорхой харагддаг. Түүнчлэн боржингийн дотоод хилийн дагуу талбайн грейзены хүдэржилт Шар ухаа, Егүзэрийн ордуудад үүсэж, берилтэй давхацсан байх ба Өмнөд Солонгосын Сандонгийн орд дээр ийм грейзенг 1000 м-ийн гүнд, Өндөрцагаанд 440 м-ийн гүнд тус тус илрүүлсэн байдаг. Боржингийн дотоод хилийн дагуу үүсэх хүдэржилтийн босоо далайц нь ихэвчлэн хэдэн арван м-ээс ихгүй, харин талбайн хэмжээ нь нь янз бүр, бүнхэрийн тогтоц ба бүрхүүр хурдасны физик шинжээс хамаардаг хэвтээ биетүүд байна.

Эх боржин хамгийн хүчтэй нөлөөлсөн бүрхүүр чулуулгийн хэсгийг түүний гадаад хил гэж үздэг. Энд биметасоматоз процессын олон хэлбэрүүд хөгжиж, боржин царцалтын гадаад контракцийн хэвтээ цавшлыг эзлэн (Егүзэр, Цэнхэрмандал, Цагаандаваа г.м.) вольфрамитын хэвтээдүү давхарласан судлууд үүссэн байдаг. Үүнээс гадна энэ орон зайд ховор металлын хүдэржилтийн маш нийлмэл структурууд болон эрдэс химийн олон төрлүүд давхацан үүссэн байх нь цөөнгүй.

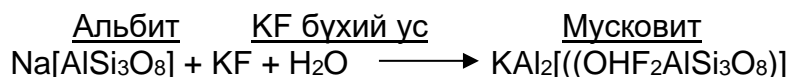
Эх боржингийн сураг ч байхгүй нөхцөлд вольфрамын  $>0,0n$  % агуулга бүхий геохимийн сарнилын хүрээ, эсвэл вольфрамитын шлихийн урсац нь хүдэржилт байх талбайг тодорхойлдог. Вольфрамын хүдрийн биет үүссэн түвшингээс доош эх боржин хүртлэх зайг бүнхэрийн дээрх структур гэж нэрлэж болно. Бүнхэрийн гадаад хил зааг, бүнхэрийн дээрх структурт шилжих зааг орд газруудад өөр өөр байх нь ойлгомжтой боловч, хэвтээ судалшилт үүссэн түвшингээр баримжаалах нь зүйтэй юм. Бүнхэрийн дээрх структурын босоо далайцыг, плутон тектоникийн хэлбэршилт гадаргууд илэрсэн эсэхээр нь хоёр дэд давхарт хувааж болно. Гүний плутон тогтоц Цүнхэгийн орд дээр майхан хэлбэрийн ан цавшилд кварц-вольфрамитын судлууд үүсэж томорсон байдлаар илэрдэг ба агуулга болон хүдрийн нөөцөөр том биетүүд байдаг. Захын судлууд нь бие биенээсээ холдох чиглэлийн уналтай байдаг нь гүнд гранитын массив томрох процесстай холбоотойг харуулна.

Плутон тогтцын төрх газрын гадаргууд илрээгүй, бүнхэрийн хэвтээ масштабас илүү их гүнд орших тохиолдолд хүдэр үүсэлт агуулагч чулуулгийн структурын онцлогт захирагддаг бөгөөд Нуурын голын вольфрамын ордын томоохон хагарлын бүсийг дагаж үүссэн кварц-вольфрамитын судлууд нь 30-270 м, хоорондоо салж нийлсэн, тасарч нарийсаад дахин томрох, хагарлын зарим хэсэгт шугаман штокверк үүссэн байдаг.

2.10. Гидротермаль уусмал дахь хийн фаз болон температур, даралт багасах тусам судлын кварцын хөдөлгөөн хөшин зунгаарч эхлэх бөгөөд хүдэр үүсэх структурын хоосон орон зайд вольфрамын хожуу үеийн үүрүүд үүсч, нарийссан хэсэгт вольфрамын агуулга өндөр болж эхэлдэг. Зарим ордод хүдрийн биетийн жигүүр хэсгийн нарийсал дан вольфрамитаар дүүрч, хүдэр агуулагч цавшил эдгэрсэн байдаг. Улаан уулын 6-р судлын баруун-өмнөд жигүүрт дан вольфрамитын судланцар үүсэж, нарийссан ч хүдрийн ашигт компонентын агууламж, түүний өргөн хэсэгтэй харьцуулахад огт буураагүй байдаг. Ер нь грейзений биетүүдэд ийм ялгарал цөөнгүй бөгөөд Юдэгийн орд дээр цул ферберитийн 0,01-0,1 м зузаан 100-200 м урт, тэр хэмжээгээр гүн рүүгээ тасралтгүй үргэлжилсэн, босоо уналтай 3 судланцар үүссэн байдаг ба эдгээр судланцарууд нь кварцын судлуудтай харьцуулахад ямарч том судлаас дутахгүй агууламжтай байдаг.

Эрдсийн найрлагад судлын кварц, бас флюорит их хэмжээтэй оролцож байдгийг үндэслэн кварц-вольфрамитын судлын үндсэн эрдсүүд нь гидротермд  $[\text{SiO}_2\text{F}_4]^{2-}$  ба  $[\text{WO}_2\text{F}_4]^{2-}$  байдлаар зөөгдөж ирдэг гэж ихэнх судлаачид үздэг. Нэгэнт судлын кварц Юдэгийн ордын биетүүдэд байхгүйг тооцвол, фторт гидротермээс

вольфрамитын судланцар талсжаагүй байна. Флюорит бүхий грейзен нь эрдэс үүслийн дарааллын хувьд түрүү үе юм. Флюорит нь боржингийн грейзенжих процесийн үед бүрэн талсжиж, харин вольфрам нь гидротермд хөдөлгөөнт уусмал хэвээр үлдэх тохиолдол дан вольфрамитын судланцар үүсэх нөхцлийг бүрдүүлсэн байдаг. Боржингийн альбит мусковитжих үзэгдэл нь дараах урвалаар явагдана.



Дээр өгүүлсэнчлэн цахиурын ислийн ( $\text{SiO}_2$ ) метасоматозоор грейзэнд кварц их хэмжээтэй үүсэхэд фторын үүрэг илүү давамгайлдаг. Вольфрамын гидротерм нь фтороор анх зөөгдөн ирдэг боловч, вольфраматын цаашдын хуримтлалд, геохими болон петрохимийн тооцоонд ордоггүй, гидрофиль натрий болон хлорын идэвхтэй оролцоо давамгайлж эхэлдэг. Түүний гидротерм дахь оролцоо нь оромын судалгаанд тулгуурласан баримтууд дээр маш тодорхой байдаг. Гэхдээ хлорын оролцоо эрдэс болж үлдээгүй нь бас ойлгомжтой байж болох юм. Учир нь нэг валенттай хлорт мөнгийг эс тооцвол минералогийн шинжлэх ухаанд усанд уусдаггүй хлорын нэгдэл (эрдэс) бараг байдаггүй.

Хий-шингэний урсвараас хамтдаа ялгарч байсан кварц хөшиж, вольфрам салах болсон шалтгаан нь хийн фаз эргэлт буцалтгүй алдагдаж эхэлсэнтэй холбоотой юм. Кварц, вольфрамат хамтдаа талсжих химийн тэнцвэрийг грейзенжих процесс нөхөж байдаг бөгөөд алдагдлыг нөхөж чадахгүй төмөр, марганц, кальцийн ионы хомсдолтой үед вольфрамат натрий үүсэж, хөдөлгөөнд орших магадлалтай.

Вольфрамат нь хлорын алдагдлыг нөхөх замаар натрийн давс үүссэнээр, судлын структурын захын нарийссан жигүүр хэсэг рүү түрэгддэг байна. Түүгээр ч үл барам метиоритэн усанд орж, эх үүсвэрээсээ алс тасарч, ихэвчлэн суурилагдуу найрлага бүхий магмын чулуулгийн хэвтээ ан цавшилд цул ферберитийн хүдэржилт үүсгэдэг. Ийм замаар үүссэн вольфрамитын ордууд эх боржинтой орон зайн холбоо тасарсан байх ба бага температурын ферберит-алт-сурьма агуулсан гибрид найрлага бүхий ордууд үүснэ.

Эх боржингийн дотоод хилд ихэвчлэн грейзений биетүүд харьцангуй жигд  $\text{WO}_3$  ~ 0,2 % агуулга бүхий хэвтээ байрлалтай, 10-20 м-ээс 70-80 м зузаан (Егүзэр) биет үүсгэдэг. Грейзений ордын Монголын баруун талын төлөөлөл болох Увсын Ховд сумын Шар ухаад грейзений биетүүдийн зузаан нь 0,5-10 м, харин  $\text{WO}_3$ -ын агуулга 0,5 % хүрдэг байна.

Боржингийн гадна хилд гидротемаль хувирлууд скарнжилт (Дорноговийн Хатанбулаг, Элстэй, Хэнтийн Цэнхэрмандлын Бэйс, Баян-Өлгийн Ногооннуурын Бураатад), роговикжилт, сульфиджилт байдлаар (мөн сумын Цүнхэгийн ордод) илэрдэг.

Боржингийн бүнхэр тогтцын дээрх бүрхүүл хурдсанд үүсэх судлууд болон штокверк биетүүдийн үргэлжлэх босоо далайц, нөөцийн хэмжээ хамгийн их байх

магадлалтай. Солонгос геологичдын нотолж буйгаар дэлхийд ховорхонд тооцогдож ирсэн Сандонгийн вольфрамын штокверк ордын нөөцийг үндсэндээ ашиглаж дууссан бөгөөд гүн уруу нь өрөмдсөн цооногуудад 1000 м-ийн доор орших 0,1-0,2 %-ийн агуулга бүхий грейзений биет илрүүлэн, эх боржинд хүрсэн ажээ. Эх боржингийн дотор Улаан уулын орд байгаагаар төсөөлбөл дахин 500 м, нийт вольфрамын хүдэржилтийн босоо далайц 1,5 км хүрэх магадлалтай байна. Энэ баримтыг харьцуулан үзвээс Егүзэрийн ордын дээр “Сандонгийн” хэмжээний вольфрамын нөөц үүсээд элэгдэж алга болсон байх магадлалтай, бас грейзений доор боржинд контракцын судлын нөөц илрэх эсэхийг шалгах нь зүйтэй аж. Вольфрамын нөөц элэгдээд хаачсан байх вэ? Энэ нь вольфрамын байгаль дахь эргэлтийн сарнилын нэг том мөчлөг бөгөөд сарнилт дуусах бас болоогүй, Егүзэр бүрдлийн боржин элэгдлийн дунд түвшинд хүрсэн үед л сая вольфрамын орд үүссэн хуримтлал, бүрэн хэмжээгээр сарниж дуусах ажээ. Вольфрамын нэг хэсэг нь шламжиж, хожмын занарын найрлагад орох, эсвэл уусмал байдлаар нуурын усанд орж, цаашид дегидраци явагдаж бас л шаварлаг хурдсаны найрлагад орж, шеелитийн хувирмал чулуулгийн страти хэлбэртэй ордууд үүсдэг байж болно. Коллизийн үед паленген боржин үүсэхэд эргээд гидротермаль ордууд үүсэх боломж бас нээлттэй байдаг.

Штокверк ордууд нь хэдэн зуун мянгаас, сая тонн хүртэл нөөцтэй (Казахстан, Верхне-Кайрактинское), харин агуулгын хувьд ядуу байдаг. Монголын штокверк ордууд болох Өндөр цагаан 0,12 %, Онгонхайрхан - 0,12 %, Цүнхэг - 0,23 %, Нуурын гол - 0,3 %, Арбаян 0,15 %  $WO_3$ -ын агуулгатай байдаг. Өндөрцагааны ордын  $WO_3$ -ын дундаж агуулга 0,12 %, үйлдвэрийн нөөцийн балансын дундаж 0,138 %, геологийн нөөцийн хэмжээ 250-300 мян.тн, молибдений дундаж агуулга 0,02-0,04 %, нөөцийн хэмжээ 54 мян.тн хэмээн тооцжээ. Энд грейзенжсэн хүдэржилт бүхий боржингийн бүнхэрийг 440 м-ийн гүнд өрөмдөж илрүүлсэн байдаг. Боржингийн үнэмлэхүй нас 192-179 сая жил, хүдэржилтийн нас  $175 \pm 6$  сая жил болохыг К-Аг изотопын аргаар тус тус тогтоожээ. Онгонхайрханы орд дээр боржингийн бүнхэрийг цахилгаан хайгуулын босоо бүсчилэлийн ажлаар 600 м-ийн гүнд тогтоосон байдаг. Онгонхайрханд 23 кварц-вольфрамитын судлууд ба штокверк биет илэрсэн бөгөөд ордын гүний хайгуул бүрэн хийгдээгүй, судалгаа дутуу болсон байна. Цүнхэгийн ордын боржингийн бүнхэр 400 м-т илрээгүй, гэхдээ судлуудын уналын өнцөг бие биенээсээ холдох чиглэлтэй шүхэр хэлбэрийн структур үүсгэдэг нь боржин түрэлтийн нөлөөгөөр томорсон цавшлууд болох нь танигддаг. Цүнхэгийн орд дээр 4-5 %  $WO_3$ -ын агуулгатай судлууд болон 0,23 %  $WO_3$  агуулгатай 70 м хүртэл зузаан хүдрийн биет илэрсэн байдгийг тооцвол Өндөрцагааны штокверкээс агуулгын хувьд өндөр, том биет үүссэн байдаг. Орд дээр хайгуулын ажил бүрэн хэмжээгээр хийгдээгүй байна.

2.11. Вольфрамитын химийн найрлага, дагалдагч эрдсүүдийн ассоциаци ямар байх нь эрэл үнэлгээний шатанд түүний хэтийн төлөвийг таньж мэдэхэд маш чухал ач холбогдолтой. Вольфрам магмын үлдэгдэл хий-шингэний урсвард хүчилтөрөгчийн нэгдлүүд ба галогений комплекс нэгдлүүд байдлаар, цахиурын давхар исэлтэй (кварц) ассоциаци үүсгэн орж ирдэг талаар дээр тайлбарласан.

Гидротемийн цаашдын эволюцэд шүлтийн металлууд голлох үүрэгтэй болж эхэлдэг. Кварц-вольфрамитын судлын кварцад хийсэн оромын судалгаагаар хийшингэний үлдвэрт хоолны давс агуулагддаг бөгөөд заримдаа хатуу кристалл байдлаар ч тааралдана. Вольфрам литофиль элементүүд болох берилл, тантал, ниобий, циркон, ховор шороон элементүүдтэй хамт хуримтлагдаж эхлэх үе шатанд тэдгээрийн агуулга вольфрамитын найрлагад өндөр байдаг. Гэвч вольфрам бүхий уусмал эх үүсвэрээсээ холдох замд дээрх хольцуудаасаа салсан байдаг нь вольфрамат натрийн усанд уусдаг нэгдэл байдлаар хөдөлгөөнд орших магадлалтайг харуулж байна.

2.12. Вольфрамитын судлууд үүсэх процесс, хажуугийн чулуулгаас Fe, Mn-ийг өөртөө нэгтгэх замаар грейзенжих хувирлыг дагуулдаг. Улаан уулын ордын 16-р судлын грейзенжих хувирал, грейзений биетийг нарийвчилсан геохимийн зүсэлтээр зарим элементүүдийн хөдөлгөөнийг аналитик химийн аргаар судалсан дүнг доор үзүүлэв (Н.Амитан, 1993, Авидон, 1976).

Боржин:

$K_{16,32}; Na_{20,26}; Ca_{2,02}; Mg_{1,10}; Mn_{0,07}; Fe^{+2}_{1,31}; Fe^{+3}_{0,34}; Al_{39,96}; Ti_{0,35}; Si_{197,99}; H_{6,71}; O_{484,18}$

Грейзен:

$K_{14,19}; Na_{0,92}; Ca_{1,67}; Mg_{1,41}; Mn_{0,16}; Fe^{+2}_{3,46}; Fe^{+3}_{6,69}; Al_{40,32}; Ti_{0,15}; Si_{209,91}; H_{37,97}; O_{523,38}$

Боржингоос шүлтгүйжсэн	Грейзенд шинээр орж ирсэн
K-1,72, Na-19,34, Ca-0,34, Ti-0,20	Mg-0,31, Mn-0,09, Fe <sup>+2</sup> -2,15,
	Fe <sup>+3</sup> -5,75, Al-0,36, Si-11,92
Бүгд: -21,61	Бүгд: +20,80

Шинжилгээний дүн болон петрохимийн тооцооноос харахад боржингоос K, Na, Ca, Ti шүлтгүйжиж, Fe, Mg, Mn, Si, Al шинээр орж ирэх замаар грейзен үүссэн байна. Цаашид грейзенжих процессыг нарийвчлан судалж үзэхэд вольфрамын эрдсүүдийн суурийн металлууд Fe<sup>+2</sup>, Mn<sup>+2</sup>, Ca<sup>+2</sup> нь дараах замаар татагдан орж ирсэн байдаг. Үүнд: Fe<sup>+2</sup> грейзенжилтийн бүсээс зөөгдөж, хүдрийн грейзен болон кварц-вольфрамитын судалд орсон байх бөгөөд хүдрийн грейзенд шинээр үүссэн мусковит, вольфрамит, пиритийн найрлаганд хамгийн ихээр орсон байдаг. Грейзенжсэн боржинд (Mn<sup>+2</sup>) мангааны агуулга ч их хэмжээгээр багассан байдаг бөгөөд дараа нь хүдрийн грейзен ба кварц-вольфрамитын судалд түүний агуулга тасралтгүй ихэссэн байдаг. Грейзенжих процессын мөн чанар нь хүдэржилт үүсгэгч уусмалаас фтор, хүхэр зэрэг дэгдэмтгий компонентуудыг аль болох бүрэн тунадасжуулахад оршдог гэж үзэж болох юм. Ховор металлын ордуудын агуулагч чулуулгийн биметасоматоз хувирал нь геохимийн хөдөлгөөнд орших ашигт компонентууд эргэлт буцалтгүй тогтвортой эрдэс үүсэх процессын үр дүн гэж ойлгох нь зүйтэй.

2.13. Кварц-вольфрамитын судал дахь эдгээр эрдсүүдийн агуулагдах тоон хэмжээ нь гидротермаль уусмал дахь баялгийн потенциалыг үзүүлэгч байхыг үгүйсгэхгүй. Тийм бол зарим судлуудын нарийн нимгэрсэн жигүүрүүдэд цэвэр

вольфрамит болж кварцаас бүрэн салсан хэсгүүд үүсдэг (Хэнтийн Цэнхэрмандлын Юдэг, Улаан уулын 6-р судлын баруун өмнөд фланг). Түүнээс гадна голдуу хэвтээ байрлалтай ферберитын зурваслаг текстуртай судлуудад кварцын эзлэхүүн агууламж, вольфрамитынхаас олон дахин бага, хүдрийн биетэд  $WO_3$ -н дундаж агуулга 10-40%, зарим тохиолдолд (Баян-Өлгийн Цэнгэлийн Ховдгол, Мушгуй, Дэлүүний Бураат, Сүхбаатарын Эрдэнэцагааны Егүзэрийн хэвтээ судлуудад)  $WO_3$  60-70 % хүртэл агуулагддаг онцлогтой.

2.14. Вольфрамит нь ихэвчлэн молибденит эсвэл касситеритын аль нэгэнтэй үйлдвэрлэлийн ач холбогдол бүхий ассоциаци үүсгэдэг бөгөөд гурвуулаа хамтдаа ассоциаци үүсгэдэггүй. Вольфрамын хүдэржилт бүхий зангилаа, дүүргүүдэд нэг бол молибден (Сагсай, Егүзэр) агуулсан, үгүй бол цагаан тугалгатай хамт комплекс (Дээд Хөмөр, Ачит нуурын ба Модотын дүүрэг г.м.) эрдсийн төрлүүд байна. Эндээс харахад вольфрамын ордуудын үйлдвэрлэлийн эрдсийн үндсэн төрлүүд нь хүдрийн дүүрэг, зангилаагаар ижил байх ба алт, зэс зэрэг бусад металлын ассоциаци тухайлсан хүдрийн талбайн хэмжээнд давхацмал үүсэлтэй эрдсийн төрлүүд байдлаар ялгагдана.

Харьцангуй жижиг ширхэгт хүдэр үүссэн бол ихэвчлэн гюбнерит, гюбнерит давамгайлсан вольфрамит байдаг бол ферберит, ферберит давамгайлсан хүдэрт цул том хэмжээтэй үүр хэлбэрийн агрегат давамгайлах хандлагатай байдаг.

2.15. Боржингийн бүнхэр хэсгийн хожуу царцалтын порфир структуртэй фацууд болон пегматит гарал үүслийн вольфрам, ховор металл, газрын ховор шороо бүхий пневмоматолит нь ихэвчлэн берилл давамгайлсан эрдэсжилтийн төрөлтэй байх бөгөөд түрүү үеийн орон зайд тохиолддог.

Боржингийн бүнхэрийн дээрх шохойн чулууны орон зайд скарны гарал үүсэл бүхий алт-шеелит, молибдошеелит, шеелит-магнетит, молибдошеелит-магнетит (Бураат), шеелит-магнетит-сфалеритын (Элстэй) эрдсийн төрлүүд Монголын нутагт үүссэн байна.

Бүнхэрийн дээрх суурилаг чулуулгийн орон зайд вольфрамын хуримтлал нь алт, мөнгө, зэс зэрэг халькофиль элементүүдтэй ассоциаци үүсгэдэг (Мөнгөн-Өндөр, Цүнхэг, Мушгуй, Нуурын гол г.м.).

Хөвсгөлийн Цагаан-Уул сумын Мандал нэртэй (Оглогийн гол) өндөр агуулгатай молибдений сая тонноор хэмжигдэх нөөц бүхий порфир ордод шеелит, молибдошеелитийн багагүй хэмжээний нөөц дайвар эрдсийн хэмжээнд тогтоогдсон байна.

Вольфрамитын маш баян судалшилт үүсэх процесс гидротермийн үлдэгдэлд вольфрамат натрийн уусмал удаан хугацаагаар хадгалагдах боломжтойг гэрчлэхийн зэрэгцээ, гүний усны найрлагад хүнд металлууд агуулагдан, гидроген хуримтлалын төрөл үүсэх тохиолдол (АНУ, Сөрөл нуур) байдаг. Монголд ураны гидроген ордуудыг ашиглах асуудал тавигдаж байгаа өнөө үед Өмнөд Монголын мезозой-кайнозойн хотгоруудад нефть хайгуулын цооногуудад гүний усанд шингэн төлөвийн вольфраматын судалгаа ач холбогдолтой болж байна. Дорноговийн

Сулинхээрийн нутагт гиперген хувиралд орсон Ухаа овоогийн вольфрамын илрэлд 30 орчим зэрэгцээ судлуудад вольфрамын өндөр агуулга химийн шинжилгээгээр үзүүлдэг ч вольфрамит, шеелитийн аль ч тэр судлуудад байдаггүй. Ухаа овоогийн ойролцоо хотгорт “Сааралын” гэдэг, нэгэн давстай нуурт вольфрамын сарнисан хэсэг хуримтлагдсан байх магадлал тун өндөр. Харамсалтай нь тэр нуурын усанд одоохондоо шинжилгээ хийгдээгүй байна.

2.16. Литий-фторт боржингийн массив гадаргууд дөнгөж илэрч буй үедээ морфоструктурт бөмбөгөрдүү хэлбэртэй өндөрлөг гаршууд үүсгэх ба роговикжсон агуулагч чулуулгийн хэмхэдсүүд нь нэгэн жигд ижил хэмжээтэй байдаг.

Элэгдлийн дунд түвшинд энэ морфоструктурын төрх алдагдаж, вольфрамын хүдэр бүхий судлуудын ёзоор үлдэж болох учир боржингийн элэгдлийн түвшинг судалж тогтоох нь чухал юм.

Боржингийн элэгдлийн түвшинг петрограф, геохими, петрохимийн шинжээр нь тодорхойлох оролдлогууд байдаг.

Шлиф, геохимийн үр дүнгээр элэгдлийн түвшинг тодорхойлдог шинжүүдийг үзвэл (Н.Н. Амшинский, 1976 ) гадаргуудаа бага, гүнд агуулга нь ихэсдэг дэгдэмхий (Ta, To, Mo, Sn) элементүүдийн кларкийн судалгаа, эх боржин үүссэн гүн ихсэх тутам агуулга нь ихэсдэг Cr, Ba зэрэг элементүүдийн кларкийн судалгаа юм. Уг фазын боржинлог ямар гүнд үүссэн байж болох шинжүүдийг авч үзвэл:

- Nb/V, Zn/Pb-ийн харьцаа,
- Гадаргуугаас бага гүнд үүссэн гүний чулуулгийн найрлаганд ордог акцессор эрдэс болох магнетит, сфен, апатит, шлифийн шинжилгээгээр элбэг илэрдэг.
- Чулуулагуудын үүссэн гүнийг Т.Н.Далимовын талсжилтын коэффициентын аргаар тодорхойлох  $K=V_{nb}/V_o$

K - кристаллжилтын коэффициент

$V_{nb}$  - шигтгээнүүдийн эзлэх хувь

$V_{om}$  - үндсэн хэсгийн эзлэх хувь

1.17. Интрузив чулуулаг, боржингийн үнэмлэхүй нас тодорхойлох судалгаа, эрэл зураглал ба эрлийн үед заавал хийгдэх ёстой ажлуудын нэг болно. Сүүлийн жилүүдэд акцессор цирконы, уран торийн болон хар тугалганы изотопын судалгаанаас найдвартай үр дүн гардаг гэж үзэх болсон байна.

Вольфрамын ордуудын үйлдвэрлэлийн төрлүүдийг 5-р хүснэгтэд харууллаа.



## Вольфрамын хүдрийн гарал үүсэл, үйлдвэрлэлийн төрлүүд

Хүснэгт-5.

№	Гарал үүслийн төрөл	Морфологи	Эрдсийн найрлага	Үйлдвэрлэлийн ач холбогдол, товч тодорхойлолт	Ашигт бүрдвэрүүд	Ордуудын жишээ
1	Хожуу майдэюгмын пневмоматолит	Судал, камер, шпир, үүр	Хээийн жонш, кварц, танталониобат, берилл, молибденит, вольфрамит.	Үйлдвэрийн ач холбогдолгүй альбититын ордууд гэж ялгасаар ирсэн уламжлалтай	WO <sub>3</sub> , Ca(II)F <sub>2</sub> , Be, Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , RRE,	
2	Скарн, роговикжих хувирлууд	Скарн, скарнжсан чулуулгийн бүс	Пироксен, амфиболит, кварц, гранат, кальцит, шеелит, магнетит, сфалерит, молибденит, молибдошеелит, алт.	Үйлдвэрийн ач холбогдолтой том ордууд үүсдэг. Шохой болон суурилаг чулуулгийн контактанд үүссэн скарн, боржинтой шууд контакт үүсгэдэггүй	WO <sub>3</sub> - 0.1-3 %, Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> - 30-40 %, Zn-1-2%, Mo - 0,1-0,3 %, Au - 0,5-3 г/т	Элстэй (Дорноговь), Бураат (Баян-Өлгий), Бэйс (Цэнхэрмандал) Восток-2 (ОХУ), Сангдонг (Өмнөд Солонгос, ашиглаж дууссан)
3	Грейзен, грейзенжилт	Боржингийн дотоод ба гадаад хилийг дагаж үүссэн пласт	Кварц, мусковит, пирит, флюорит, арсенопирит, молибденит, касситерит, вольфрамит, шеелит, берилл халькопирит, висмут, висмутин.	Үйлдвэрийн ач холбогдолтой том ордууд үүсдэг.	WO <sub>3</sub> - 0,2-0,5 %, Mo - 0,04-0,06 %, Be - 0,02-0,5 %, Bi- 0,02 %	Югзэр (Сүхбаатар), Шар ухаа (Увс)
4	Кварцын судал ба штокверк	1.Боржингийн контракцын бие биелүүлээ чиглэсэн уналтай судлууд, боржингийн бүхнэр хэсэгт ойролцоо үүссэн хэвтээ судлууд, боржингийн дээр үүссэн бие биенээсээ холдох уналтай судлууд, интрузив тектониктой холбоотой байдаг штокверк. 2.Бүхнэр структурыг давж, интрузив тектониктой холбоогүй судлууд ба штокверк	Вольфрамит ба висмуттай кварцын судал, вольфрамит ба молибдениттай кварцын судал, вольфрамит ба касситериттай кварцын судлууд. Вольфрамит ба шеелиттэй кварцын судал, берилл, халькопирит, лепидолит, зэсийн бүдэг хүдэр.	Үйлдвэрийн ач холбогдол бүхий, жижг дунд ба том ордууд үүсдэг.	1.WO <sub>3</sub> - 1-10%, Bi- 0,04%, 2. WO <sub>3</sub> - 1-10%, Mo-0,06-0,1%, 3. WO <sub>3</sub> - 1-3% , Sn-1-3%, 4. WO <sub>3</sub> - 3-6%, 5. WO <sub>3</sub> - 3-6%, Be- 0,02-0,2%, Cu-0.2-0,5, Li- 0,1	Цүнхэгийн том судлууд, Нуурын гол, Улаан уул, Арбаян, Сайрын ухаа (Сүхбаатар), Цагаан даваа (Төв), Олонтүрүү, Арцат (Өвөрхангай), Дээд хөмрийн хүдрийн зангилаа, Баян модны үндсэн орд, (Хэнтий), Уудав, Нарийн дав (Ховд)

Төсөл

5	Вольфрамын судал үүсэх процесс	Суурилаг болон саармаг чулуулагт үүссэн хэвтээ, бага уналтай судлууд	Ферберит, арсенопирит, антимонит, алт, магнетит,	10-40 %, хэмжээ томгүй жижиг ордууд.	WO <sub>3</sub> - 1-30 %,	Бураат, Мушгуй (Баян-Өлгий), маш баян WO <sub>3</sub>
6	Хожуу палеозойн шүлтлэгдүү адемит	судланцар болон шигтгээ	Шеелит, молибденит, молибдошеелит, магнетит	Шеелит ба молибденитын цогцолбор хүдрийн ордууд	Молибденитын геологийн нөөц 1 сая орчим тн, Шеелит-43 мян.тн бүхий порфир орд.	Оглогийн гол, Мандал орд (Хөвсгөл)
7	Эртний тунамал хувирмал хурдасны шеелитийн орд	Давхарга хэлбэрийн тунамал хурдсанд зөөгдөж орсон вольфрамын шлам, нуурын усны үлдэц зэргээс үүссэн байх магадлалтай.	Шеелит		WO <sub>3</sub> - 1 %, Fe-13-20%, Bi- 0,02	Цагаан гол (Баян-Өлгий), Бэйс (Цэнхэрмандал), Баруун хуурайн бүс, Тува-Монголын массив
8	Шороон орд	Аллюви, пролюви, делюви.	Вольфрамит, шеелит, касситерит, алт, ховор шороон эрдсүүд		0,2-1,0 кг, дээд тал нь 10 кг, зарим зарим хэсэгт 60 кг хүртэл агуулгатай баян, нөөц бага ордууд зонхилдог.	Дээд Хөмөр, Баян мод (Хэнтий), Цагаан эрэг (Ховд), Жанчивлан (Төв)
9	Нуурын усанд ууссан вольфрамат	Серөл нуурын рассолд (АНУ) - WO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> 0,007%		Геологийн таамаг нөөцийн хэмжээг 80000 т гэж үздэг.	Монголын өмнөд говийн бүс нутагт, Мезо-кайнозойн депрессүүдэд энэ төрлийн хуримтлал үүсэх магадлал өндөр.	Серөл нуур (АНУ)

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

3.1. Хайгуулын торын нарийвчлал нь ордын нөөцийн зэрэглэлийг тогтоох үндэс болдог учир хайгуулын ажлын зардлын томоохон асуудлуудын нэг болно. Вольфрамын орд газруудыг хүдрийн биетийн морфологи, хэмжээ, дотоод бүтцийн нийлмэлжилт зэргээс хамаарч, “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар” ёсоор I, II, III ба IV бүлэгт хамааруулна.

I бүлэгт энгийн геологийн тогтоцтой, том хэмжээтэй, энгийн хэлбэр дүрс, дотоод бүтэц бүхий хүдрийн биетүүдэд вольфрамын гуравч ислийн тархалт харьцангуй жигд (агуулын вариацийн коэффициент <40%) орд газруудыг оруулна. Ийм ордод, Дээд хайргат (Казахстан) зүй ёсоор орно. Хүдрийн биетийн хэмжээ нь хэвтээ хавтгай дээр 1 км<sup>2</sup>, уналынхаа дагуу 1 км хүрдэг байна. Монголд ийм нөхцлийг хангах орд хараахан нээгдээгүй байна.

II бүлэгт нийлмэл геологийн тогтоцтой томоохон штокверкүүд болон грейзений биетүүд (Егүзэрийн грейзен, Нуурын голын шугаман штокверк, Арбаянгийн штокверк, Өндөрцагаан-Мөнгөн өндрийн бүс), нийлмэл морфологи, вольфрамын гуравч ислийн жигд бус тархалттай скарны томоохон биетүүд (Элстэй, Дорноговийн Хатагбулаг, Восток-2 ОХУ, ашиглаж дууссан Сангдонг БНСУ), тогтворгүй зузаантай, жигд бус агуулга бүхий томоохон судлууд, судлын бүсүүд бүхий хүдрийн биеттэй ордууд (ашиглаж дууссан Холтсон ОХУ, Цүнхэгийн судлууд, Сүхбаатарын Эрдэнэцагааны Сайрын худаг) орно. Хүдрийн биетийн баримжаа хэмжээ, суналын дагуу 1,5 км хүртэл, уналын дагуу 0,8-1,0 км, зузаан нь 0,8-10 м, (шугаман штокверк, скарны биетүүдийн хувьд 40-70 м хүртэл) байна.

III бүлэгт маш нийлмэл геологийн тогтоц бүхий дунд зэргийн хэмжээтэй, ашигт эрдсүүд нь маш жигд бус тархсан судлууд (Баян-Өлгийн Ногооннуурын Улаан уул, Цэнгэлийн Ховдгол, Төв аймгийн Баянцогтын Цагаандаваа, Баян-Өнжүүлийн Иххайрхан, Ховдын Алтай сумын Уу дав), штокверк (Төв аймгийн Баян-Өнжүүлийн Онгонхайрхан), линз, скарны тогтворгүй зузаантай, хэт хувирамтгай агуулга бүхий хүдрийн биетүүд (Хэнтийн Цэнхэрмандалын Бэйс) бүхий ордууд орно. Хэмжээ, суналын дагуу 0,5-1,0 км, уналын дагуу 400-700 м, зузаан нь 0,2-5,0 м байна.

IV бүлгийн ордууд нь ихэвчлэн үйлдвэрлэлийн бие даасан ач холбогдолгүй гэж үздэг. Гэвч тэдгээр нь судалгааны ач холбогдолтой, гадаргууд илэрсэн энэ бүлгийн ордууд үйлдвэрлэлийн ач холбогдол бүхий далд ордын нээлтэд хөтөлдөг. Ихэвчлэн жижиг, хааяа дунд зэргийн хэмжээтэй линз, багана, хоолой хэлбэрийн тасалдалттай үүр хэлбэрийн (Өвөрхангайн Хужиртын Арцат, Тарагтын Өлзийт, Хэнтийн Цэнхэрмандалын Юдэг, Увсын Ховдын Ачитнуурын судалшилтын бүс, Сүхбаатарын Салаа, Архангайн Хангай сумын бүлэг илэрлүүд зэрэг) хэт их нийлмэл, жижиг хэмжээтэй биетүүдийг энэ бүлэгт хамааруулдаг. Эдгээр нь хэдийгээр үйлдвэрлэлийн бие даасан ач холбогдолгүй гэж тооцогдог ч тухайлбал Арцатын ордын ойролцоо, Олон түрүүгийн илрэлийн хэмжээнд нилээд тогвортой, III бүлэгт хамааруулж болох хүдрийн биет нээгдэж, нөөцийн 70-80 % нь III бүлэгт

орох болсон байна. Юдэгийн ядуу грейзений биетийн дотор 200 м тасралтгүй үргэлжилсэн, дундажаар 3 см цэвэр вольфрамын судланцар үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой хүдрийн биет үүсгэдэг.

2.2. Ордыг аль нэг бүлэгт хамааруулахдаа, тухайн ордын нөөцийн 70-аас доошгүй хувь нь аль бүлэгт хамаарч байгаагаар нь тодорхойлно.

2.3. Ордыг аль бүлэгт хамааруулах асуудлыг шийдвэрлэхэд хүдэржилтийн үндсэн чанаруудын нийлмэл шинжүүдийн тоон үзүүлэлтүүдийг ашиглаж болно.

Хайгуулын торын нягтрал нь хүдрийн биетийн орших геологи-структурын онцлог, ашигт бүрдвэрийн тархалтын зүй тогтол болон түүний жигд бус байдлаас хамаардаг. Ордын нийлмэл тогтцын үзүүлэлтийн тоон хэмжээг хэд хэдэн хэмжүүрээр тодорхойлох боломжтой. Эдгээр нь хүдэржилтийн итгэлцүүр ( $K_x$ ), нийлмэл байдлын үзүүлэлт ( $q$ ), хүдрийн биетийн агуулгын ( $V_a$ ) ба зузааны ( $V_3$ ) вариацийн коэффициент болно.

Хүдэржилтийн итгэлцүүр ( $K_x$ )-ийг тасалдсан хүдэржилттэй ордын нөөцийг тооцоход хэрэглэх ба түүнийг хүдэржилт агуулагч биетийн доторх балансын хүдрийн ( $L_x$ ) интервалуудын нийлбэрийг, түүн дээр хүдрийн интервалуудын хоорондох салаавч, хүдэржилтгүй интервалуудыг нэмж оруулсан нийт ( $L_B$ ) зузаанд харьцуулж гаргана.

$$K_x = \frac{l_x}{l_B}$$

Ордын нийлмэл байдлын үзүүлэлт ( $q$ )-ийг хүдрийн огтлолын тоог ( $N_p$ ) энэхүү нийлмэл биетийг ерөнхийд нь багтааж байгаа хилийн доторхи хүдэртэй хүдэргүй бүх огтлолын нийлбэрт харьцуулж гаргана (хүдрийн биетийн хүрээн доторхи хүдрийн ( $N_p$ ) ба хүдрийн бус ( $N_e$ ) огтлолууд, мөн түүний гаднах огтлолууд ( $N_3$ )).

$$q = \frac{N_p}{N_p + N_e + N_3}$$

Хүдрийн биетийн зузаан ба агуулгын вариацийн коэффициент нь дараах томъёогоор тодорхойлогддог.

$$V_m = \frac{\sigma_m}{m_{cp}} \cdot 100$$

$$V_c = \frac{\sigma_c}{C_{cp}} \cdot 100$$

Энд  $\sigma_m$  и  $\sigma_c$  – хүдрийн биетийн зузаан ба агуулгын дисперс, дундаж квадрат хазайлт,

$m_{cp}$  и  $C_{cp}$  – зузаан ба агуулгын арифметик дундаж үзүүлэлт.

Хүдрийн биетийн нийлмэл байдлын хязгаар үзүүлэлтийг I, II, III, VI бүлгийн ордуудын хувьд ямар байхыг дараах хүснэгтэд үзүүлэв. (Хүснэгт-6)

### Хүдэржилтийн үндсэн шинжүүдийн хувирлын тоон тодорхойлолт

Хүснэгт-6.

Ордын бүлгүүд	Хайгуулын объектын хувирлын үзүүлэлтүүд			
	хэлбэр			агуулга
	$K_p$	$q$	$V_m, \%$	$V_c, \%$
I	0,9–1,0	0,8–0,9	< 40	< 40
II	0,7–0,9	0,6–0,8	40–100	40–100
III	0,4–0,7	0,4–0,6	100–150	100–150
VI	< 0,4	< 0,4	> 150	> 150

Энэхүү тоон үзүүлэлтүүдээр ордыг нийлмэл байдлын аль нэг бүлэгт хамааруулахын тулд дээрх дөрвөн үндсэн тоон хэмжигдэхүүнийг бүгдийг харгалзахын зэрэгцээ, хамгийн их хувиралтыг үзүүлсэн үзүүлэлтийг давхар тооцно.

3.4. Орд газрын хүдрийн биетүүд өөр өөр бүлэгт хамаарч болох нөхцөл вольфрамын ордод нилээд түгээмэл байдаг, II болон III бүлэгт хамаарах нөөцийн хүрээнд, зөвхөн IV бүлэгт хамааруулж болох маш баян үүр, линзүүд ховор биш тохиолдно. Дорнодын Чулуунхороотын ордод 80 тн цэвэр вольфрам агуулсан 6 x 6 м хэмжээтэй, 0,35 м зузаан линз илэрсэн байдаг. IV бүлэгт хамаарах ийм жижиг боловч маш баян биетүүд Түмэнцогт, Бүрэнцогтын ордуудад, бас Иххайрханд илрүүлсэн байдаг.

### Дөрөв. Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн эрдэслэг

#### бүрэлдэхүүний судалгаа

Ордын судалгаа нь региональ болон дүүргийн геологийн судалгааны үед зайлшгүй тодруудах ёстой вольфрамын орд үүсэх геологийн цогц шалгууруудыг таньж тайлсан, судалгааны явцад геологийн таамаглал нь бодитойгоор батлагдсан, хүдрийн дүүргийн ерөнхий потенциалыг тодорхойлсон, хайгуул хийсэн ордын тухайн дүүрэгт эзлэх байр суурийг судалсан материалуудыг багтаасан байна. Энэ нь: Уул, өрмийн ажил явагдаагүй байхад хийгдсэн талбайн зураглал, металлометр, эх боржингийн геологийн үнэмлэхүй нас, геохимийн төлөвшил, литий-фторт боржин болохыг тогтоосон үндэслэл, дүүргийн хэмжээнд үүссэн плутон структурууд, агуулагч чулуулгийн геохимийн найрлага, хүдрийн дүүрэг, зангилаанд үүссэн структурын таатай орчинг тогтоох зэрэг судалгааны ажлууд байх бөгөөд эдгээр судалгаанд үндэслэн вольфрамын хүдрийн ордод хүрч чадсан байвал геологийн шинжлэх ухааны үндэслэлтэй нээлт болно.

Вольфрамын хүдэржилтийн агуулгын түвшингүүдийг судалж, хамгийн баян хүдэр үүсэх геологийн нөхцлийг тогтоож, хайж олдог. Энэ нь ихэвчлэн 4-р бүлэгт хамаарах биетүүд байдаг. Вольфрамын орд газар нь ихэнх тохиолдолд геологийн маршрутаар хүдрийн чулуу олсон, эсвэл геохимийн гажил, шлихийн сарнилын

урсвар шалгах явцад илэрдэг. Илрүүлсэн хойноо ч дээрх өгөгдлүүдийг нөхөн судлаж, орд үүссэн геологийн загварыг зөв гаргаж тавьснаар монголын вольфрамын ордын судлалд шинэлэг зүйл болно гэдгийг анхаарах нь чухал байна.

4.1. Хайгуул хийгдсэн талбайн хэмжээ, газрын рельефийн байдлаас шалтгаалан вольфрамын хүдрийн ордууд дээр ихэвчлэн 1:1000 - 1:10000 масштабаар байрзүйн дэвсгэр зураг зохиож, энэхүү зурагт бүх ашиглалт болоод хайгуулын малталтууд (хайгуулын суваг, шурф, штольн, шахт, цооног болон геофизикийн судалгааны профилиуд), хүдрийн биет, эрдэсжсэн бүсүүдийн байгальд илэрсэн үндсэн гаршуудыг маркшейдерийн хэмжилтээр буулгасан байна. Далд малталтууд болон далд малталтаас өрөмдсөн цооногуудыг маркшейдерийн хэмжилтээр дэвсгэр зураг дээр тэмдэглэсэн байна. Уулын ажлын түвшингийн маркшейдерийн зураг, зүсэлтүүд нь 1:200 - 1:500 масштабаар зохиогдох бөгөөд тэдгээрийг нэгтгэсэн зургуудыг 1:1000-аас жижиггүй масштабаар зохионо. Цооногуудаар хүдрийн биетийн доод дээд хилийг огтолсон цэгүүдийн координатыг тооцоолж гаргасан байх, үүний тулд инклинометрийн хэмжилт хийгдсэн байна. Цооногийн нэвтэрсэн байршлыг дэвсгэр болон зүсэлтийн хавтгай дээр буулгаж үзүүлсэн байна.

4.2. Ордын геологийн тогтцыг нарийвчлан судалж, түүнийг талбайн хэмжээ, геологийн тогтцын нийлмэл байдлаас шалтгаалан 1:1 000-1:10 000-ын масштабын дэвсгэр зураг, геологийн зураг, зүсэлтүүд, тусгалын хавтгайнуудад, шаардлагатай бол блок диаграмм, ордын 3D загвар зураг дээр нарийвчлалтай дүрсэлсэн байна. Ордын хэмжээнд хийгдсэн геологи ба геофизикийн судалгааны материалууд нь хүдрийн биетийн хэмжээ, хэлбэр дүрс, байрших нөхцөл, дотоод бүтэц, тогтвортой байдал, төгсгөвөр болох шинжүүд, хүдрийн биетийн янз бүрийн төрлүүдийн байршил, агуулагч чулуулгийн өөрчлөлтийн онцлог болон хүдрийн биеттэй харилцан оршихуйн төлөв байдал, атриат структур, хагарал тогтоцуудын талаархи мэдээллүүдийг нөөц тооцоолоход шаардлагатай бөгөөд хангалттай хэмжээнд тогтоож, тэдгээрийн талаар бүрэн ойлголт өгсөн байх ёстой. Мөн ордын геологийн хил, эрлийн шалгууруудыг үндэслэн илрүүлсэн баялгийн (P<sub>1</sub>) хэмжээг үнэлсэн, хэтийн төлөв бүхий хэсгүүдийн орон зайн байршлыг тодорхойлсон байна.

4.3. Хүдрийн биетүүд болон эрдэсжсэн бүсүүдийн газрын гадарга дээрх гаршууд ба гадарга орчмын хэсгийг маршрутын судалгаа, геофизикийн, геохимийн аргуудыг хэрэглэн, малталтууд болон бага гүнтэй цооногуудаар судалж, тэдгээрийн сорьцлолтоор хүдрийн биетүүдийн байрших нөхцөл, хэлбэр, хэмжээ, исэлдлийн бүсийн тогтоц, зузаан ба тархацын гүн, хүдрийн исэлдлийн зэрэг, анхдагч, холимог, исэлдсэн хүдрийн эрдсүүдийн найрлага, технологийн шинж чанарыг нарийвчилан тогтоож, ордын нөөцийн тооцооллыг хүдрийн үйлдвэрийн (технологийн) төрлүүдээр нь ангилан хийсэн байна.

4.4. Вольфрамын хүдрийн ордуудын гүний хайгуулын ажлыг өрөмдлөг, уулын малталтын хослолоор (хэт нийлмэл тогтоцтой ордуудын хувьд уулын далд малталтын системээр) хийх ба гадаргуугийн болон цооногуудын, ил далд малталтуудын геофизикийн судалгааны аргуудыг хэрэглэнэ.

Хайгуулын аргачлал болох уулын малталтууд ба цооногуудын тоо хэмжээний харьцаа, уулын малталтын төрлүүд, өрөмдлөгийн арга төрөл, хайгуулын торын хэлбэр болон нягтрал, дээжлэлтийн төрөл ба арга аргачлал нь ордуудын геологийн тогтцын нийлмэл байдлын бүлгүүдэд тохирсон зэргүүдээр нөөцүүдийг тооцоолох боломжийг хангасан байх ёстой. Хайгуулын аргачлал нь ордын геологийн тогтцын онцлог, хайгуул хийх уулын малталтын, өрөмдлөгийн төрөл, геофизикийн тоног төхөөрөмжүүдийг хэрэглэх боломж, мөн ижил төрлийн ордын хайгуул хийсэн болон олборлож байгаа арга туршлагыг харгалзан үзсэний үндсэн дээр тодорхойлогдоно.

Гүний болон гадаргуу орчмын хайгуулын аргачлал, уул, өрмийн ажлын сонголт, хэрэгжүүлэх ажлын харьцаанд уул-техникийн болон газрын гадаргуугийн нөхцөл, рельефийн хэрчигдэл шийдвэрлэх ач холбогдолтой байдаг. Маш их хэрчигдэл бүхий залуу уулсын районд өрөмдлөгийн ажлыг явуулахад асар их хэмжээний зам талбай засаж, газрын гадаргуу, хөрсийг их хэмжээгээр эвдэж, түүнийг эргээд нөхөн сэргээх нь техник технологийн хувьд боломжгүй байдаг. Энэ тохиолдолд хүдрийн тодорхой хэсгийг уулын далд малталтаар судалж, цаашид газрын доорхи малталтуудаас өрөмдлөгийн ажлыг төлөвлөн хэрэгжүүлэх замаар гадаргууд их хэмжээний хөрсний эвдрэл гаргах явдлыг урьдчилан сэргийлэх, цаашилбал ойн сав газруудад ч хэрэглэх боломжтой. Нөгөө талаар III ба IV бүлгийн судлын ордуудад өрөмдлөгийн хайгуулын торын нягтрал нь уулын далд малталт нэвтрэлтийн зардлаас олон дахин өндөр гардаг тул ийм орд газрыг ирээдүйд далд аргаар ашиглах бол уулын далд нэвтрэлтийн хайгуулын аргыг хэрэглэх боломжийг судлан нэвтрүүлэх хэрэгтэй. Хуримтлалын рельеф бүхий тал нутаг, ой мод бүхий нам уулсын нутагт өрөмдлөгийн хайгуулын аргыг түлхүү сонгох, уулын малталтууд нь зөвхөн босоо малталтууд байхаар төлөвлөх нь зүйтэй.

4.5. Баганат өрөмдлөгийн цооногуудын чөмөг дээд хэмжээний гарцтай, бүрэн бүтэн байдал нь сайтар хадгалагдсан байх шаардлагатай бөгөөд хүдэр болон агуулагч чулуулгийн байршил, тэдгээрийн зузаан, хүдрийн дотоод тогтоц, хүдэр орчмын хувирал, хүдрийн байгалийн төрөл, тэдгээрийн текстур, структурыг нарийвчилан тодорхойлох сорьцын төлөөлөх чадварыг бүрэн хангасан байна.

Өрөмдлөгийн технологийн төлөвшил, чанарын түвшинг керний гарц 90 %-иас доошгүй байх үзүүлэлтээр хэмждэг. Энэ шаардлагыг хайгуулын хээрийн судалгааны үйл ажиллагаанд хэвшүүлсэн байна. Гэхдээ керний гарцын шугаман тодорхойлолтын үнэмшлийг жингийн болон эзлэхүүний аргаар тогтмол шалгаж байх хэрэгтэй. Керний гарцыг ингэж тооцохын зэрэгцээ, энд өрөмдлөгийн багажны эргэлтээс үүссэн элэгдэлд ямар нэг физик шинжээрээ ялгаатай эрдсүүдийн сонгогдмол үрэгдэлт явагдаж байгаа, эсэхийг судалж тогтоох ёстой. Ийм судалгааг хэврэг шинж чанартай вольфрамит төдийгүй, бусад хүдрийн бүх эрдсүүдээр тооцож тогтоох шаардлагатай байдаг. Ийм судалгааны арга аргачлал нь янз бүрийн гарцтай рейсүүдээр авсан өрмийн керн ба шламын сорьцуудад хийгдсэн химийн шинжилгээний үр дүнгүүдэд ялгаанд хийсэн харьцуулалт, хяналтын өрөмдлөгийг цохилтот болон кернгүй өрөмдлөгийн шламд хийгдсэн сорьцлолтуудын дүнгийн харьцуулалтаар хийж байсан судалгааны туршлагаас үзэхэд WO<sub>3</sub>-ын агуулга

керний гарц бага рейсүүдэд харьцангуй бага байдаг. Керний сорьцлолтын дүнд агуулга буурсан системтэй алдааг хяналтын малталтаар нарийвчлан тогтоосон тохиолдолд алдааг залруулах итгэлцүүр хэрэглэх үндэслэл бүрдэнэ.

Вольфрамитын том (10 x 10 см түүнээс дээш) хэмжээтэй үүр бүхий (Сүхбаатар, Салаагийн орд), 1 м хүрэхгүй зузаан судлын орон зайн ихэнх хэсэг нь агуулгагүй байдаг. Өрөмдлөгийн керн нь ихэвчлэн хүдэргүй, бага зэрэг нүх сүвжсэн цагаан кварц байдаг. Ийм ордод вольфрамит байгаа нь тодорхой боловч өрмийн кернд баригдах боломж багатай байдаг. Энэ тохиолдолд өрөмдлөгийн голчийн чиглэлээс албаар хазайлгаж, судлын интервалд хоёрдох, гуравдах нэмэлт огтлолууд гарга аргыг хэрэглэж болно. Зарим тохиолдолд судлын интервалд тэсэлгээ (торпед) хийж, суларсан нэмэлт материалыг хуурай өрөмдөж сорьцлох аргыг хэрэглэж болох юм.

Статистикийн судалгаанаас үзэхэд дээрх хэмжээний үүрүүд цооногт илрэх магадлал жижиг, дунд ширхэгтэй шигтгээ хүдрээс 5-10 дахин бага байдаг. Жижиг ба дунд ширхэглэг хүдэр ихэвчлэн гюбнерит, гюбнерит давамгайлсан найрлагатай байдаг бол ферберит ба түүний давамгайлсан судлуудад харьцангуй том, цул үүрүүд үүсэх магадлалтай. Эндээс үзвэл вольфрамитын найрлагыг хайгуулын техник хэрэгслэлийн сонголт хийхэд тооцож байх шаардлагатай.

Вольфрамын том үүрүүд агуулсан, нэг метр хүрэхгүй зузаантай судалд хайгуул хийхэд дараах аргачлал хэрэглэхийг зөвлөж байна. Үүнд эхлээд судлын зарим хэсгийг гадаргууд суналынх нь дагуу уулын ил малталтаар тасралтгүй илрүүлэн, малталтаар илэрсэн хүдрийн хэмхэдсүүдийг түүвэрлэн авах аргаар 10-20 тонн бөөн сорьц болгон боловсруулж, түүний цэвэр вольфрамитын гарцыг тодорхойлдог. Мөн түүнчлэн элювийн хурдаснаас шлихийн сорьцууд авч тэнд хуримтлагдсан вольфрамитын хэмжээг тодорхойлдог. Ашигт бүрдвэрийн агуулга үйлдвэрийн ашигтай түвшинд байвал тухайн орд (биет) дээр хийх сорьцлолтын параметрийг сонгоно. Ферберитын том үүрүүд бүхий 1 метрээс бага зузаантай кварцын судлуудын анизотроп эллипсоидийн урт тэнхлэг нь судлын зузааны чиглэлд, харин хоёр богино тэнхлэг судлын унал ба суналын чиглэлд байдаг. Хайгуулыг суналын чиглэлд судлыг дагуулж нэвтэрсэн траншейгаар, харин гүний чиглэлд судлын суналд эгц хөндлөн өрөмдсөн цөөн тооны цооногуудаар хайгуул хийвэл зардлыг хэмнэх, илүү их мэдээлэл авах үр дүнд хүргэдэг. Цооногийн сорьцлолтын интервалыг огтлогдсон том үүрийн улаар секцэлж, хүдэргүй хэсгийг 3 м-ээс багагүй интервалаар сорьцлож, нийт гүний үнэлгээнд хүдэржилтийн итгэлцүүр хэрэглэх боломжтой.

4.6. Өрөмдлөгийн үнэмшил болон түүний мэдээллийн үр дүнг дээшлүүлэхийн тулд цооногуудад геофизикийн судалгааны аргуудыг хэрэглэх шаардлагатай бөгөөд геофизикийн судалгааны хамгийн оновчтой цогц аргуудыг, шийдвэрлэхээр дэвшүүлж байгаа зорилт, ордын геологи-геофизикийн онцлог шинж, геофизикийн аргуудын орчин үеийн боломжоос шалтгаалан сонгоно.



100 м-ээс дээш гүнтэй босоо цооногууд болон налуу өрөмдсөн бүх цооногт 20-30 м тутамд азимутын болон зенитийн өнцгийг хэмжиж, цооногийн голчийн орон зайн байршлыг тодорхойлсон байна. Геофизикийн хэмжилтийн дүнг босоо хавтгайд байгуулсан геологийн зүсэлт болон хэвтээ хавтгай байгуулсан план зургууд зохиох, хүдрийн интервалуудын зузааныг тооцоолоход зайлшгүй тооцох шаардлагатай. Цооногуудын налууг хүдрийн биетийг  $30^{\circ}$ -ээс багагүй өнцгөөр огтолсон байхаар сонгоно. Босоо уналтай хүдрийн биетийг их өнцөгөөр огтлохын тулд цооногт хиймэл муруйлт хийх нь зүйтэй. Хайгуулын үр дүнг сайжруулах зорилгоор олон салаа мөрөгцөгт цооног өрөмдөх, хэвтээ далд малталтуудаас газрын доор дэвүүр маягийн өрөмдлөг хийх нь ашигтай хувилбар болно. Хүдэрт өрөмдлөгийг нэг диаметрээр өрөмднө.

4.7. Уулын далд малталтууд нь хүдрийн биетүүдийн дотоод бүтэц, хэлбэр дүрс, байршил, тэдгээрийн тасралтгүй үргэлжлэх байдал, хүдрийн бодисын найрлагыг нарийвчлан судлах, мөн өрөмдлөгийн болон геофизикийн судалгаануудын мэдээллийг хянах, технологийн дээж авах үндсэн арга зам болдог. Нөөц тогтоох хайгуулын үндэслэл гаргах, хэт хувирамтгай биетүүдийг өрөмдлөгөөр судалсан дүнг бодитойгоор нь нээж харьцуулалт хийх, хүдрийн биетийн тасралтгүй үргэлжлэлийг судал болоод уналын нь дагуу илрүүлэн, үндсэн параметруудийн хувирамгай шинжүүдийг судлах, бага зузаантай биетүүдийг штрек, восстаюшаар тасралтгүй судлах, зузаан биетүүдийг тодорхой торын зайгаар орт, рассечекүүдээр бүтэн зузааныг тодорхойлох зорилгоор огтолж, тасралтгүй сорьцолно. Уулын малталтын бас нэг чухал зорилго нь геологийн тогтцыг тодруулах болон нөөц тооцоолоход геофизикийн судалгааны үр дүн, цооногийн чөмгөн дээжийн шинжилгээний үр дүнг ашиглаж болох эсэхийг тодруулах, өрөмдлөгийн үед “чөмөг” үрэгдэж хорогдсон байх зэргийг тогтоох явдал байдаг. Уулын далд малталтыг ордын нарийвчлан судлах хэсэгт болон эхний ээлжинд ашиглалт явуулахаар төлөвлөсөн түвшнүүдэд явуулна.

4.8. Хайгуулын малталтуудын байршилт, тэдгээрийн хоорондох зайг структур-морфологийн төрлүүд тус бүрээр тодорхойлох ёстой ба энд хүдрийн багана маягийн тархалттай баяжсан бүс байхын бодолцсон байх шаардлагатай. Нэгж уул, өрмийн малталтанд ноогдох нөөцийн хэмжээг тухайн зэрэглэлийн түвшинд хамгийн их байх зарчмыг баримталж торын зайг нягтруулна. Ордын хэт нийлмэл тогтоцтой хэсгийн нөөцийг тооцоолоход хайгуулын ажлын үр ашгийн эдийн засгийн тооцоогоор зохицуулагдах зарчмыг баримтлах бөгөөд энд хэрээс хэтэрсэн торын нягтралаар хайгуулын ажлыг нарийвчлах нь төдийлөн оновчтой шийдэл, оновчтой үйл ажиллагаа биш гэдгийг анхаарах хэрэгтэй.

Дараах 7-р хүснэгтэд ОХУ болон ХНО (Хамтын нөхөрлөлийн орнууд)-ад вольфрамын хүдрийн ордуудын хайгуулд хэрэглэж байгаа хайгуулын торуудын талаархи мэдээллийг үзүүлсэн ба түүнийг вольфрамын ордын хайгуулын ажил төлөвлөхдөө харьцуулалт хийн ашиглаж болох юм. Орд бүр нь өөрийн өвөрмөц онцлогтой тул тэдгээрийн нарийвчлан судлагдсан хэсгүүдийн судалгааны болон түүнтэй ижил төсөөтэй ордуудын бүх геологи, геофизикийн ба ашиглалтын

мэдээллүүдэд хийсэн дүн шинжилгээнд тулгуурлан хайгуулын малталтуудын торын нягтрал болоод оновчтой хэлбэрийг тогтооно.

### Вольфрамын үндсэн ордуудын хайгуулд хэрэглэж байгаа хайгуулын торын нягтралын мэдээлэл

Хүснэгт-7

Ордын бүлэг	Хүдрийн биетийн тодорхойлолт	Малталтын төрлүүд	Хүдрийн биетийг огтолсон малталт хоорондын зай, нөөцийн зэрэглэл тус бүрээр, м					
			А		В		С	
			Суналын дагуу	Уналын дагуу	Суналын дагуу	Уналын дагуу	Суналын дагуу	Уналын дагуу
I	Вольфрамын гуравч ислийн тархалт харьцангуй жигд, энгийн хэлбэр дүрс бүхий, энгийн тогтоцтой том хэмжээний штокверкүүд	Штольни, штрек	–	60–80	–	–	–	–
		Орт, рассечек	50–60	–	–	–	–	–
		Восстающий	100–120	–	–	–	–	–
		Цооног	–	–	100–120	100–120	120–200	120–200
II	Вольфрамын гуравч ислийн агуулга харьцангуй жигд биш, нийлмэл хэлбэр дүрстэй, том штокверк юмуу, скарны биет	Штольни, штрек	–	–	–	60–80	–	–
		Орт, рассечек	–	–	50–60	–	–	–
		Восстающий	–	–	100–120	–	–	–
		Цооног	–	–	50–60	50–60	100–120	100–120
	Ихэвчлэн босоодуу уналтай, тогтмол бус зузаантай, вольфрамын гуравч ислийн агуулга жигд биш, том хэмжээтэй судал, судлын бүс	Штольни, штрек	–	–	–	60–80	–	–
		Орт, рассечек	–	–	20–30	–	–	–
		Восстающи	–	–	100–120	–	–	–
		Цооног	–	–	60–80	40–50	100–120	60–80
III	Вольфрамын гуравч ислийн агуулга хэтэрхий жигд биш, хүдрийн биетийн зузаан нь тогтворгүй дунд зэргийн хэмжээтэй судлууд, нийлмэл тогтоцтой давхарга болон скарны биетүүд	Штольни, штрек	–	–	–	–	–	40–60
		Орт, рассечек	–	–	–	–	10–20	–
		Восстающи	–	–	–	–	60–120	–
		Цооног	–	–	–	–	60–80	40–50

4.9. Хайгуул хийсэн ордын нөөцийг баталгаажуулах зорилгоор түүний тодорхой хэсэгт хайгуулын ажлыг илүү нарийвчлалаар гүйцэтгэнэ. Ордын үлдсэн хэсэгтэй харьцуулбал, энд илүү нягт торлолоор сайн судалж, иж бүрэн сорьцлолт явуулан, нөөцийн зэрэглэлийг ахиулсан байвал үр дүнтэй. III бүлгийн орд дээр нарийвчилсан судалгааны хэсэгшлийн торыг боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцийн торыг доор хаяж хоёр дахин нягтруулж авна. Нарийвчилж судалсан хэсгийн судалгааны үр дүнг тухайн ордын хайгуулын торын нягтралын оновчлол, ордын хүдэржилтийн нийлмэл шинжүүдийг бүлэглэсэн ангилалд хамааруулах үндэслэлийг тооцож гаргахад ашиглана. Нарийвчлан судалсан хэсэг нь ордын хүдэржилт, түүний нөөцийн үндсэн хэсгийн орших нөхцөл, хүдрийн дийлэнх хэсгийн чанарын талаар хамгийн бодитой мэдээллийг өгдөг байх ёстой. Боломжийн хирээр энэ хэсгүүд нь эхний ээлжинд олборлолтонд өртөх нөөцийн хүрээнд хамрагдах хэрэгтэй. Хэрвээ эхний ээлжинд олборлохоор төлөвсөн хэсгүүд нь геологийн

тогтцын онцлогууд, хүдрийн чанар, уул-геологийн нөхцлөөрөө ордыг бүхэлд нь төлөөлж чадахгүй өөрийн гэсэн онцлогтой бол энэ шаардлагыг хангах хэсгүүдийг олж нарийвчлан судалсан байх шаардлагатай. Нарийвчлан судлах хэсгүүдийн тоо, хэмжээг ашигт малтмалын хайгуул, олборлолт эрхлэх байгууллага өөрөө сонгоно.

Тасалдалттай хүдэржилттэй ордуудад тодорхой хүдрийн биетүүдийг ялгалгүйгээр, хүдэржсэн хэсгүүдийг нэгтгэсэн хүрээ хил дотор хүдэржилтийн итгэлцүүр ашиглан нөөцийн тооцоог хийх боломжтой. Гэхдээ ордын эдийн засгийн үр ашигтай байх хүдэртэй хэсгүүдийн орон зайн байрлал, жинхэнэ хэлбэр дүрс ба хэмжээний тодорхойлолт, хүдрийн огтлолуудын зузаанаар ялгасан нөөцүүдийн тархалтыг үндэслэн, тэдгээрийг селектив (ялган олборлох) аргаар олборлох боломжийг үнэлсэн байх ёстой.

Нарийвчлан судалсан хэсгүүдэд нөөц тооцоололд интерполяцийн аргуудыг хэрэглэж байгаа бол (геостатистик, энгийн кригинг, урвуу зайн арга г.м.) хайгуулын огтлолуудын нягтрал нь интерполяцийн оновчтой тэгшитгэлүүдийг үндэслэхэд хангалттай байх хэмжээнд байх ёстой.

Нарийвчлан судалсан хэсгүүдээс олж авсан геологийн мэдээллийг ордын нийлмэл байдлын бүлгийг тогтооход, хайгуул явуулахад сонгож авсан тоног төхөөрөмж, арга аргачлал ба хайгуулын торлол, түүний хэлбэр дүрс нь ордын геологийн тогтцын онцлогт тохирсон эсэхийг баталгаажуулахад, ордын бусад хэсэгт нөөц тооцоолоход ашигласан тооцооны үзүүлэлтүүд болон сорьцлолтын үр дүнгийн үнэмшлийг үнэлэхэд, ордыг бүхэлд нь ашиглах нөхцөл байдлыг үнэлэхэд ашигладаг.

Олборлож байгаа ордуудын хувьд дээрх зорилгоор ашиглалтын хайгуулын болон олборлолтын үр дүнгүүдийг ашиглана.

4.10. Хайгуулын бүх малталт, цооногууд, хүдрийн биетийн байгалийн гаршуудад тогтсон журам хэлбэрийн дагуу геологийн бичиглэл хийж баримтжуулна. Сорьцлолтын үр дүнг анхдагч бичиглэлийн баримтад буулгаж, геологийн бичиглэлтэй таарч байгаа эсэхийг хянана. Анхдагч баримтжуулалтыг бүрэн дүүрэн хөтөлж, структурын элементүүдийн орон зайн байрлал, бичиглэл, зураг схемүүдийн үнэн зөвийг тогтмол шалган, газар дээр нь тулган нягталж байх ёстой. Мөн түүнчлэн геологийн болон геофизикийн сорьцлолтын чанар (сорьцуудын жин ба хөндлөн огтлолын тогтмолжилт, сорьц нь геологийн тогтцын онцлогуудад зохицож байгаа эсэх, сорьц авалтын бүрэн бүтэн ба тасралтгүй байдал), минералоги-технологийн болон инженер-гидрогеологийн судалгаа ордын бодит онцлогийг хэрхэн төлөөлж байгаа, эзлэхүүн жин, сорьц боловсруулалт, шинжилгээний ажлын чанарт хяналт тавьж, үнэлгээ өгч баталгаажуулсан байна.

4.11. Ашигт малтмалын чанарыг судлах, хүдрийн биетийн хүрээг татах, нөөцийг тооцоолохын тулд хайгуулын малталтуудаар илэрсэн болон байгалийн гаршуудад тогтоогдсон хүдрийн бүх интервалуудыг сорьцох ёстой.

4.12. Сорьцлолтын аргачлал, авах аргыг хайгуулын судалгааны эхний үе

шатанд ордын геологийн онцлог, ашигт малтмалын болон агуулагч чулуулгийн физик шинж чанар, мөн түүнчлэн хайгуулын техникийн хэрэгслэлийн онцлогоос хамаарч сонгоно. Хайгуулын ажилд сонгосон сорьцлолтын аргачлал, авах арга нь үр дүнгийн хамгийн найдвартай үнэмшлийг хангахын зэрэгцээ, сорьцлолт явуулахад хангалттай өндөр бүтээмжтэй, эдийн засгийн хэмнэлттэй байх ёстой.

Хэд хэдэн төрлийн дээжлэлтийн сорьцлолтын арга (чөмгийн, ховилон ба хуссан сорьц) ашиглаж байгаа тохиолдолд зохих аргачлалын баримт бичгүүдийг удирдлага болгон сорьцлолтын чанар ба сорьцуудын боловсруулалт, нарийвчлал, сорьцлолтын аргуудын найдвартай байдлын хувьд хооронд нь харьцуулалт хийж үзэх шаардлагатай.

4.13. Хайгуулын малталтуудын сорьцлолт нь заавал мөрдөх дараах нөхцлүүдийг хангасан байна. Үүнд:

- Сорьцлолтын зай тогтвортой, түүний нягтрал 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.
- Сорьцлолтыг хүдэржилтийн хамгийн их хувирамтгай чиглэлд тасралтгүй аргаар бүх зузаанд нь, нүдэнд харагдах хүдэргүй чулуулагт хэд хэдэн сорьц авах замаар бүрэн контур тогтооно. Хүдрийн биетийг хайгуулын малталтаар (ялангуяа цооногор) хамгийн их өөрчлөлттэй байгаа чиглэлд хурц өнцгөөр огтолсон тохиолдолд (сорьц төлөөлөх чадвартай болсон гэдэгт эргэлзэж байгаа бол) хяналтын сорьцлолт хийж, үр дүнг нь харьцуулах замаар энэхүү огтлолуудын сорьцлолтын үр дүнгүүдийг нөөцийн тооцоонд ашиглах боломжийг баталгаажуулсан байх ёстой.
- Сорьцлолтын секцийн дундаж урт орд бүрд өөр өөр байх нь зүйн хэрэг бөгөөд хүдрийн биетийн хүрээнд геологийн хил заагийг тогтоож, баримтжуулсан чулуулаг болон хүдрийн төрөл тус бүрийг өөр өөр сорьцонд оруулна. Сорьц бүрийн урт нь хүдрийн биетийн дотоод бүтэц, хүдрийн бодисын найрлагын өөрчлөлт, текстур-структурын онцлогууд, физик-механикийн болон бусад шинж чанаруудаас хамаарч тодорхойлогдоно. Сорьцын секцийн урт нь жишгийн шаардлагаар нь тогтоосон хүдрийн төрөл ба сортуудыг ялгасан хамгийн бага зузаанаас, мөн балансын хүдрийн хүрээ хил зааг доторхи хоосон ба кондицийн бус агуулгатай үеүдийн хамгийн их зузаанаас илүү гарах ёсгүй.
- Сорьцлолтыг тасралтгүй байдлаар хүдрийн биетийн зузааныг бүрэн огтолж, агуулагч чулуулагт тодорхой зайнд нэвтрүүлэн хийсэн байна. Агуулагч чулуулагт нэвтэрсэн энэхүү зайн хэмжээ (сорьцын урт) нь нөөцийн хүрээнд орсон хоосон чулуулаг болон жишгийн бус хүдрийн үеийн зузаанаас илүү гарсан байх хэрэгтэй. Геологийн тодорхой буюу эрс хил зааггүй хүдрийн биетийн хувьд хайгуулын малталт, цооногуудын сорьцыг бүхэлд нь хамруулан, геологийн тод хил заагтай хүдрийн биетүүдийн хувьд хүдрийн биетийн хил заагаар сорьцлолт хийнэ. Суваг, шурф, траншейнуудад хүдрийн үндсэн

гаршуудаас гадна тэдгээрийн өгөршлийн бүтээгдэхүүнүүдийг мөн сорьцлосон байх шаардлагатай.

Өрөмдлөгийн сорьцлолыг чөмөгний тэнхлэгийг дагуулж хоёр тэнцүү хэсэг болгон хуваах аргаар хийгдэнэ (чөмөгний голч 63,5 мм-ээс бага, вольфрамын агуулга жигд бус бол хуваах шаардлагагүй). Томоохон штокверк биетийн тасралтгүй сорьцлолт нь цооногийн ахилтын уртаар, ахиц дотор энгийн аргаар хараад тогтоож болох геологийн ялгаатай хэсгүүдийг тусад нь сорьцолно. Керний гарц 70 % хүрээгүй интервалуудад өрмийн шламыг зөвхөн тэрхүү интервалаар тусад нь сорьцлох туршлагыг хэрэглэж болох боловч үүнээс аль болохоор зайлсхийж, оронд нь керний гарцыг дээшлүүлэх арга хэмжээ авах хэрэгтэй.

Бага зузаантай судлын биетийн дагуу нэвтэрч буй штрек, восстаюшийд нэвтрэлтийн ахилтыг тооцон 3-5 м тутамд нэг удаа сорьцлолт хийгдэнэ. Гэхдээ тухайн ордын хувьд сорьцлолт хийх тохиромжтой алхмын хэмжээг (зайг) туршилтын аргаар тогтооно. Хүдэржилт уулын далд малталтын мөргөцөгт багтахгүй эрдэсжсэн бүсүүд, штокверкийн хувьд тодорхой зайн давтамжаар хүдрийн биетийн бүтэн зузаанаар нэвтэрч гарахаар тооцож ортуудыг нэвтрэх ба сорьцлолыг ховилон аргаар тасралтгүй авсан секцүүдээр хийж гүйцэтгэнэ. Сорьцлолыг хэвтээ малталтын тодорхой өндөрт хийхээр сонгох бөгөөд керний сорьцонд вольфрамын хүдэр түрүүлж эмтлэгдэн агуулга байгаа хэмжээнээс бага заах магадлалтайг авч үзсэн, харин ховилон сорьцлолтын үед эсрэгээр вольфрамын хүдэр илүү их хэмжээгээр сорьцын материалд орох магадлалтай байдаг. Иймээс сорьцлолтын алдааг багасгах зорилгоор сорьцын хэмжээ (хөндлөн огтлол)-г үндэслэлгүй ихэсгэх, ялангуяа задиркен сорьц авахаас зайлсхийх хэрэгтэй.

4.14. Сорьцлолтын ажлын чанарын үзүүлэлт нь нэг газраас авсан хоёр сорьцын бие биенээ төлөөлөх чадвараар тодорхойлогддог. Хүдрийн биетийн нэг огтлолоос давхцуулан хоёр сорьц авч шинжлүүлэхэд дурын хос сорьцуудын хооронд эрс их ялгаатай дүн үзүүлж болох боловч, тодорхой тооны сорьцуудын дундаж үзүүлэлт ойролцоо байдаг нь туршилт судалгааны дүнгээр тогтоогдсон байдаг. Хэрэглэж байгаа сорьцлолтын аргачлал, сорьц авч байгаа арга замуудын үнэмшлийг илүү төлөөлөх чадвартай сорьцоор, тухайлбал бөөн (хуссан г.м.) сорьц авч, үр дүнг харьцуулах замаар хянадаг. Энэ зорилгод, мөн хүдрийн баяжигдах чанарыг тодорхойлохоор авсан технологийн сорьц, эзлэхүүн жинг тодорхойлох зорилгоор авсан бөөн сорьцуудын мэдээллүүд, мөн ордын олборлолтын үр дүнгийн мэдээллийг ашиглах шаардлагатай.

Хяналтын сорьцолтын хэмжээ нь статистик боловсруулалт хийхэд болон сорьцлолтын алдааг тогтооход хангалттай, эсэх талаар үндэслэлтэй дүгнэлт гаргахад, мөн шаардлагатай тохиолдолд засварын итгэлцүүр хэрэглэхийг үндэслэхэд хангалттай байх ёстой.

4.15. Сорьц боловсруулалтыг тухайн ордын онцлогт тохируулан боловсруулсан, эсвэл ижил төрлийн ордуудтай адилтгасан бүдүүвчээр (схемээр) хийнэ. Үндсэн ба хяналтын сорьцуудыг адил бүдүүвчээр боловсруулна. Сорьц

боловсруулалтын явцыг бутлах, холих, шигших, хураангуйлах зэрэг түүний дамжлага бүр дээр тогтмол хянаж байх шаардлагатай. Том хэмжээний сорьцын боловсруулалтын хяналтыг тусгайлан зохиогдсон хөтөлбөрийн дагуу хийнэ.

4.16. Хүдрийн химийн найрлага нь түүнд чанарын үнэлгээ хийхэд болон хортой хольцууд ба ашигтай бүрдвэрүүдийг илрүүлэхэд хангалттай байдлаар тодорхойлогдсон байна. Хүдэр дэх ашигт бүрдвэрүүдийн агуулгыг химийн, физикийн, геофизикийн, спектрийн болон бусад аргуудаар тодорхойлох ба эдгээр аргууд нь улсын стандартуудыг баримтлан, батлагдсан шинжилгээний арга, аргачлалаар хийгдсэн тоон шинжилгээ байна. Үүнээс гадна эрдсийн найрлага, ашигт бүрдвэр нь хүдэрт ямар хэлбэрээр оршихыг чанарын судалгаагаар тодорхойлно. Вольфрамын гуравч ислийн агуулга эрдсүүдэд хэрхэн хуваарилагдсан байдлыг фазын шинжилгээгээр, химийн нэгдлүүдээр гаргах судалгаа заавал хийгдсэн байна.

Лабораторийн шинжилгээнд  $WO_3$ , үүнээс гадна Mo, Sn, Bi зэрэг элементүүд тогтвортой ашигт хольц болох нь тогтоогвол, бүх сорьцонд тодорхойлно. Ордын хэмжээнд дагалдах элементүүд болох Cu, Au, Ag, Pb, Zn, Se, Te, In болон As, P зэрэг хорт хольцуудын агуулгыг бүлэгчилсэн сорьцуудад тодорхойлно. Шинжилгээг хийх лаборатор нь энэ талаар мэргэжлийн зөвшөөрөл бүхий, олон улсын стандарт шаардлагыг хангаж, аттестачлагдсан байх ёстой.

4.17. Сорьцуудын шинжилгээний чанарыг тогтмол шалгаж, хяналтын үр дүнг холбогдох аргачлал, заавруудын дагуу тухайн үед нь боловсруулж байх хэрэгтэй. Сорьцуудын шинжилгээний геологийн хяналтыг тухайн лабораторийн дотоод хяналтаас хамаарахгүйгээр ордын хайгуулын бүх хугацааны туршид тогтмол явуулж байх шаардлагатай. Хяналтад бүх үндсэн, дагалдах бүрдвэрүүд болон хортой хольцуудын шинжилгээний үр дүнгүүд хамаарагдана.

Шинжилгээний санамсаргүй алдааны хэмжээг тогтоохын тулд шинжилгээний сорьцуудын дубликатаас авсан хяналтын сорьцуудыг агуулгын ангилал тус бүрээр сонгон авч (15-20 дээж тутамд 1) шифрлэсэн өөр дугаар өгөөд үндсэн шинжилгээг хийсэн лабораторид өгч шинжлүүлэн дотоод хяналт хийнэ. Шинжлүүлж байгаа бүрдвэрүүдийн өндөр, хэт өндөр агуулга гарсан сорьцуудыг заавал дахиж дотоод хяналт хийлгэхээр илгээнэ.

Байнгын (системтэй) алдааг илрүүлэх, үнэлэхийн тулд гадаад хяналт хийх эрх бүхий өөр лабораторид гадаад хяналт хийлгэнэ. Гадаад хяналтын шинжилгээнд үндсэн шинжилгээ хийсэн лабораторид хадгалагдаж байгаа дотоод хяналт хийсэн сорьцуудын дубликатыг илгээнэ.

Судалж шинжилж байгаа сорьцтой ижил төсөөтэй найрлагын “аттестачлагдсан стандарт загвар” сорьцууд байгаа тохиолдолд стандарт сорьцуудыг шифрлэсэн дугаараар шинжилгээ хийлгэх гэж байгаа ердийн сорьцуудынхаа дотор оруулан үндсэн шинжилгээ хийсэн лаборатор луу илгээн шинжлүүлэх замаар гадаад хяналтыг хийж болно.

Дотоод болон гадаад хяналтанд илгээж байгаа сорьцууд нь ордын хүдрийн бүх төрлүүд, агуулгын бүлгүүдийг төлөөлж чадах хэмжээнд байх ёстой.

Лабораторууд системтэй алдаа гаргахаас сэргийлэх зорилгоор шинжилгээний багц бүрд нэгээс доошгүй аттестачлагдсан стандарт сорьцуудыг оруулж, давхар шинжилдэг. Гэвч гадаад хяналтын шинжилгээний үр дүнг үндсэн лабораторийн үр дүнтэй харьцуулсан харьцаанд системтэй алдаа илэрч, алдааны вариацийн итгэлцүүр буюу дундаж квадрат алдаа нь 8-р хүснэгтэнд заасан хязгаараас давсан тохиолдолд тухайн ордын агуулгатай ойролцоо агуулга бүхий нэр болон агуулгыг нууцалсан “стандарт загвар” сорьцуудыг тус 2 лабораторт хоюуланд нь өгч шинжлүүлэх замаар хаана алдаа гарсныг эрэлхийлнэ. Стандарт сорьцуудын хяналтын шинжилгээгээр үндсэн лабораторийн шинжилгээнд системтэй алдаа илэрвэл шинжилгээг шаардлага хангаагүй гэж үзэж, агуулгын ангилал тус бүрээс 30-аас доошгүй сорьцонд арбитражийн хяналтын шинжилгээ хийлгэнэ. Арбитражийн шинжилгээний харьцуулалтын үр дүнгээр үндсэн лабораторийн шинжилгээнд системтэй алдаа гаргасан нь батлагдвал цаашид бүх сорьцонд давтан шинжилгээ хийх, эсвэл засварлах коэффициент хэрэглэх талаар ЭБМЗ-д бичгээр хандаж, экспертизийн дүгнэлт гаргуулсны дараагаар нөөцийн тооцоо хийгдэнэ.

### Бүрдвэрүүдийн агуулгын ангилал бүрд дундаж квадрат алдааны зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ

Хүснэгт-8

Компонент	Агуулгын ангилал, % (Au, Ag, Re, Se, Te, г/т)*	Дундаж квадрат алдаа гарах зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ, %	Компонент	Агуулгын ангилал, % (Au, Ag, Re, Se, Te, г/т)*	Дундаж квадрат алдаа гарах зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ, %
WO <sub>3</sub>	>5	6	Cu	0,1–0,2	17
	2–5	7		0,05–0,1	25
	1–2	8		0,01–0,05	30
	0,5–1	9	Au	4–16	18
	0,1–0,5	16		1–4	25
	0,05–0,1	18		0,5–1	30
Mo	0,5–1,0	6	Ag	<0,5	30
	0,2–0,5	8,5		10–30	15
	0,1–0,2	13		1–10	22
	0,05–0,1	18	0,5–1	25	
	0,02–0,05	23	Se	50–100	20
Sn	0,5–1	7,5		20–50	25
	0,2–0,5	10		5–20	30
	0,1–0,2	15		1–5	30
	0,05–0,1	20	Te	50–100	22
Bi	0,6–1	8,5		20–50	25
	0,2–0,6	11		5–20	30
	0,05–0,2	15		1–5	30
	0,02–0,05	20	Re	1–5	26
Cu	1–3	5,5		0,5–1	30
	0,5–1	8,5		0,1–0,5	30
	0,2–0,5	13		0,01–0,1	30

Нийт хяналт шинжилгээний тоо хэмжээ буюу статистик боловсруулалт хийгдэх сорьцын тоо 25-30-аас багагүй байх ёстой. Хэрэв гадны лабораторт гэрээгээр химийн шинжилгээ хийлгүүлж байгаа бол шинжилгээний нарийвчлалын талаар, шинжилгээний чанарт тавигдах шаадлагын талаархи заалт оруулж, урьчилан тохирсон байвал зохино.

4.18. Тухайн ордын хүдрийн бүсээс авсан бүх сорьцын дубликатыг хугацаагүй хадгалах бөгөөд орд газрыг ашиглаж эхлэх үед цаашид хадгалах үүргийг уулын баяжуулах үйлдвэрийн мэдэлд шилжүүлнэ.

4.19. Ордын геологийн зураг ба зүсэлт, бусад зураг схемүүдэд ялгасан уулын чулуулаг болон, метасоматит хувиралтай хэсгүүдийн жагсаалтыг гаргаж, бие даасан индивид тус бүрийн 3-аас доошгүй дээжинд петрохими, рентгенфлуоресценцийн аргаар химийн найрлагыг судалж, тунгалаг шлиф бэлтгэж, тэдгээрийн структур, текстур болон эрдсийн бүрэлдэхүүнийг тодорхойлсон петрографийн бичиглэл хийгдсэн байна. Мөн эдгээр дээжүүдэд протолочек бэлтгэж минералогийн шинжилгээ хийсэн байна.

4.20. Хүдрийн бүх төрлүүдэд эрдсийн бүрэлдүүн, структур, текстур, онцлог, ашигт эрдсүүд болон дайвар ашигт ба хортой хольцуудын орших хэлбэрийг микроскоп, электрон микроскоп ба фазын шинжилгээ, рентгенфлюорисценц, рентгенструктурын зэрэг шинжилгээгээр иж бүрэн судалсан байна. Мөн эдгээр дээжүүдэд шаардлагатай гэж үзвэл эрдсүүдийн монофракц бэлтгэж, талстын орон тор, сингон тогтцыг нарийвчлан судална. Судалгааны үр дүн нь вольфрам ба ирээдүйн уулын үйлдвэрлэлийн бүтээгдэхүүний чанар, үнэ цэнийг тодорхойлогч бүх бүрдвэрүүдийн мөн чанарыг тоон үзүүлэлтээр тодорхойлон гаргахад хангалттай суурь өгөгдөл болсон байх ёстой.

4.21. Хүдрийн эзлэхүүн жин, байгалийн чийгшилт нь ордын нөөцийн тооцоонд хэрэглэгддэг үндсэн параметруудийн нэг болох учир хүдрийн төрөл бүрээр дээрх үзүүлэлтүүд нь тодорхойлогдсон байна. Үүний тулд, эзлэхүүн ба хувийн жин, байгалийн чийгшилтийн хэмжээг, хээрийн болон лабораторийн шинжилгээний аргаар судалж, тоон үзүүлэлтээр дундажлаж тогтооно.

Уурхайн олборлолт явагдах хүрээнд орсон бүх чулуулгийн төрлүүдээр физик шинж чанарын иж бүрэн судалгаа хийгдэнэ.

4.22. Газрын гүний болон гадаргуугийн усны эрдэсжилт, химийн найрлагыг химийн шинжилгээнд тус бүрээр нь хамруулсан байна. Шаардлагатай гэж үзвэл усны горимыг гидрохимийн үечилсэн шинжилгээг хайгуулын хугацаанд явуулна.

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

5.1. Хүдрийн эрдэслэг бүрэлдхүүн, найрлага, структур, текстур, онцлог, физик шинж чанарыг тогтоосон лабораторийн судалгааны үр дүнгээр хүдрийн технологийн төрлүүдийг урьдчилан ялгаж, цаашид технологийн сорьцлолт явуулах арга аргачлал, сорьцын тоо хэмжээ, судалгааны чиглэлийг тогтооно. Технологийн сорьцолтын гол зорилтуудын нэг нь, хүдрийн эрдсийг баяжуулж боловсруулах



технологийн аргуудаар нь ангилан, хил хязгаарыг нь тогтоох, ялгаварлан (селектив) олборлох, уурхайлах аргыг сонгох үндэслэл болно.

5.2. Хүдрийн технологийн туршилтыг лабораторийн ба хагас үйлдвэрлэлийн нөхцөлд минералоги-технологийн, бага технологийн, лабораторийн, томсгосон лабораторийн болон хагас үйлдвэрлэлийн гэсэн хувилбаруудаар хийнэ. Нэг ордоос авах сорьцын тоо, тэнд тогтоогдсон хүдрийн технологийн төрлүүдээс хамаарна. Хайгуулын шатанд нөөцийн тооцоо хийгдсэн хүдрийн технологийн төрөл тус бүрийн баяжигдах шинж чанар нь судлагдаж, тухайн сортын (төрлийн) үйлдвэрлэлийн ач холбогдол нь нэг мөр шийдэгдсэн байна. Хялбар баяжигддаг, ашигт ба хорт дайвар хольцгүй, дан эрдсийн хүдрийн төрлүүдийн хувьд технологийн нарийвчилсан судалгаа хийхгүйгээр, лабораторийн туршилт, эрдэс судлалын үр дүнд тулгуурлан, ижил төстэй ордуудыг боловсруулж байгаа бэлэн туршлагыг авч хэрэглэх боломжтой. Ийм төрөлд тухайлбал, том ширхэгт вольфрамитын агрегатууд агуулсан, кварцын судалд ямар нэг өөр төрлийн хүдрийн эрдсүүд болон, ашигт болон хорт хольцгүй хүдрээр жишээ авч болно. Үүнээс бусад тохиолдолд технологийн судалгааг иж бүрэн хийж гүйцэтгэнэ. Баяжигдахдаа муу, эсвэл технологийн хувьд урьд өмнө нь мэдэгдэж байгаагүй шинэ төрлийн хүдрийг баяжуулах технологийн хөтөлбөр боловсруулж, үе шаттайгаар хэрэгжүүлнэ. Технологийн сорьцуудыг, минералоги-технологийн, бага технологийн, лабораторийн, томсгосон лабораторийн, мөн түүнчлэн хагас үйлдвэрлэлийн гэж ангилна. Эдгээр сорьцуудын жин хэмжээг, гүйцэтгэгч лабораторийн мэргэшил, асуудлыг шийдвэрлэх чадамж, гэрээнд заасан захиалгын шаардлагыг харгалзан тогтооно. Хагас үйлдвэрлэлийн туршилт нь лабораторийн аргаар боловсруулсан технологийн шийдлийг, үйлдвэрийн шугамд оруулах хөтөлбөр юм.

5.3. Ордын хэмжээнд тодорхой тороор авсан минералоги-технологийн болон бага технологийн сорьцын туршилтын дүнгээр ордын хэмжээнд илэрсэн хүдрийн бүх төрлүүдийг тодорхойлно. Энэхүү судалгаанд тулгуурлан ордын геологи-технологийн төрөлжилтийг ангиллын дагуу тодорхойлж, эрдэс бодисын найрлага, физик шинжүүд болон технологийн шинж чанар орон зайд хэрхэн өөрчлөгдөхийг тогтоож, геологи-технологийн зураг, зүсэлтийн хамт зохионо.

Лабораторийн ба томсгосон лабораторийн сорьцын судалгаагаар тухайн орд дээр ялгасан үйлдвэрлэл-технологийн бүх төрлүүдээр баяжуулах технологийн зохистой үзүүлэлтүүд болон гарч байгаа бүтээгдэхүүний чанарыг тодорхойлно. Үүний зэрэгцээ вольфрамын хүдрийн хувьд ашигт эрдсийг хамгийн их хэмжээгээр чөлөөлөгдөх нунтаглалтын зохистой түвшинг тодорхойлно. Энэ нь ашигт эрдсүүдийн шламжих, хаягдалд гарах нөхцлийг багасгана.

Хагас үйлдвэрлэлийн туршилт дээр өгүүлсэнчлэн лабораторийн туршилтаар гаргасан технологийн бүдүүвчийг шалгах, түүний үзүүлэлтүүдийг нарийвчлах зорилгоор хийгдэнэ.

Хагас үйлдвэрлэлийн туршилтыг ордыг эзэмшигч болон лаборатор, үйлдвэрлэлийн зураг төсөл зохиогч байгууллагуудын хамтарч боловсруулсан хөтөлбөрийн дагуу явуулна.

Томсгосон лабораторийн ба хагас үйлдвэрлэлийн туршилтын сорьцууд нь тухайн технологийн төрөл, сортын хүдрийн химийн ба минералогийн найрлага, структур-текстур, физик болон бусад шинж чанарын дундаж үзүүлэлтийг төлөөлөх чадвартай байх ёстой бөгөөд олборлолт явуулахад гарах бохирдолтыг ч тооцсон байх ёстой.

5.4. Технололгийн судалгааны үед радиометр, фотометр, рентген радиометр ашиглан хүдрийг туузан дамжуулган дээрээс ялгалт хийх боломжийг заавал судалсан байх шаардлагатай байдаг. Үүний зэрэгцээ норматив аргачлалын баримтлалаар, төрөл бүрийн хүдрийн ширхэгүүд огцом ялгагдах физик шинжүүдийг олох, түүнийгээ практик амьдралд хүдрийн ширхэгүүдийг хоосон чулуулаг юм уу эсвэл технологийн өөр өөр сортуудыг ялгахад хэрэглэх бололцоог судална. Үр дүнгээ өгсөн тохиолдолд дээрх аргаар хүдрийн технологийн төрлүүдийг ялган олборлох хил заагийг тодруулах шаардлагатай. Цаашдын судалгаа нь радиометрийн баяжуулалтыг хэрэглэх боломж, бутлагдах ба нунтаглагдалтын үзүүлэлтүүдийг тодотгох, олборлосон хүдрийн торын шинжилгээ, түүний нягт, чийгшилтийн хэмжээ зэргийг судалж, радиометрын баяжуулалтын итгэлцүүр, баяжмал ба хаягдлын гаралт, баяжмал дахь вольффрамын гуравч ислийн агуулгыг тогтооно.

5.5. Вольффрамын хүдрийн баяжигдах шинж чанарын судалгааны хүрээнд хийгдэх эрдэс судлалын судалгаагаар исэлдлийн зэрэг, эрдсийн бүрэлдэхүүн, структур-текстурын онцлог, эрдсүүдийн химийн шинж, дайвар компонентууд, хорт хольцуудыг тогтооно.

Хүдрийн бутлагдах болон нунтаглагдах шинжүүдийг дисперси ба гравитацийн шинжилгээ хийх замаар үнэлнэ.

Баяжуулах ба баяжмалыг гүйцээн баяжуулах, дайвар бүтээгдэхүүний гүйцээж боловсруулах аргуудыг тогтооно. Энд баяжуулалтын бүх циклийн технологийн бүдүүвчийн зүй зохистой хувилбар, баяжуулалтын үйл ажиллагааны үзүүлэлтүүд, тоног төхөөрөмжийн гинжин холболтын бүдүүвч, баяжуулах ажиллагааны тоон ба чанарын үзүүлэлтүүд бүхий боловсруулалтын иж бүрэн бүдүүвч, баяжмалын бүтээгдэхүүний гарц, тэдгээр дэх ашигт эрдэс болон дагалдах бүрдвэрүүдийн агуулга ба ялган авалт зэрэг баяжуулалтын технологийн үзүүлэлтүүд орно.

Дагалдагч ашигт бүрдвэрүүдийн хувьд тэдгээрийн хүдэрт оршиж байгаа хэлбэр, баяжуулалтын ба баяжмалуудын гүйцээж боловсруулалтын үе шатны бүтээгдэхүүнүүдэд тэдгээрийн тархалтын баланс, тэдгээрийг гаргаж авах боломж болоод эдийн засгийн үр ашгийг судалж тогтоосон байна.

Эрдсийн түүхий эдийн боловсруулалтын судалгаагаар зөвлөмж болгож байгаа технологийн бүдүүвчийг хэрэглэхэд үйлдвэрээс гарах хаягдлыг ашиглах, ашигласан усыг эргүүлэн ашиглах боломжийг судалсан байх ёстой.

5.6. Вольфрамын хүдрийн технололгийн шинжүүд нь  $WO_3$ -ын агуулга, эрдсийн найрлага, хүдэрт дайвар компонент байгаа эсэхээс ихээхэн шалтгаалдаг.

Вольфрамын хүдрийн боловсруулалтанд вольфрамит ба шеелитийн агуулгын харьцаа чухал ач холбогдолтой бөгөөд эдгээр эрдсүүд нь физик шинж чанарын хувьд эрс ялгаатайг дараах хүснэгтэд үзүүлэв (хүснэгт-9).

### Вольфрамын үндсэн эрдсүүдийн физик шинжүүд

Хүснэгт-9

Шинж чанар	Вольфрамит	Шеелит
Хувийн жин, г/см <sup>3</sup>	6,7–7,5	5,8–6,2
Хатуулаг, Моосын шаталбараар	5,0–5,5	4,0–5,0
Хувийн соронз мэдрэмж, м <sup>3</sup> /кг	$(34,4–42,4) \cdot 10^{-3}$	$(0,13–0,31) \cdot 10^{-3}$
Диэлектрик тогтмол	15–18	3,5–10,6
Гэрэлтэх шинж (Люминесценци)	Гэрэлтэхгүй	Хэт ягаан туяагаар шарахад, цайвар шар, ягаан өнгөөр гэрэлтэнэ. Мөн катодын туяагаар шарахад хөх өнгөөр гэрэлтэнэ.

Байгалийн хүдрийн вольфрамит ба шеелитын агуулгын харьцаа, түүний вольфрам болон дагалдах эрдсүүдийн давамгайллаар нь технологийн төрөлжүүлэлт хийгдэнэ. Ийм ангилал нь хүдрийн баяжигдах шинж ба боловсруулалтын үзүүлэлтийн талаар урьдчилсан үнэлгээ өгөх бололцоог олгодог байна (Хүснэгт-10).

Вольфрамит агуулсан төрлийн хүдэр нь шууд гравитацийн аргыг сонгох урьдчилсан нөхцөл бөгөөд ийм хүдрийг үндсэндээ нойтон гравитацийн (тунаах машин, гидроциклон, мушгиа сеператор, шигшрэх ширээ, хүнд суспенз г.м.) аргаар баяжуулна. Харин шеелит агуулсан хүдрийг зөвхөн флотаци ба флотаци-гравитацийн аргаар баяжуулна. Бодит амьдрал дээр вольфрамын хүдрийн технологийн судалгааг гравитаци-флотацийн туршилт хийх аргаар явуулна. Хэт нарийн ширхэгт вольфрамын эрдсүүдийг флотацийн баяжмалын хаягдлаас гравитацийн аргаар гаргаж авна. Энэ тохиолдолд гравитацийн энгийн аргуудаас гадна, шлам боловсруулах тоног төхөөрөмж ашиглана. Ийм баяжмалыг гүйцээх үйл ажиллагаа соронзон сеператорын ялгалтаар явагдана.

Шеелитийг, вольфрамын хүдрээс молибденитийг түрүүлж флотацлаад, хаягдлыг дахин флотацид оруулж гаргаж авна.

Гравитацийн аргаар баяжуулах үед вольфрамит (губнерит, ферберит)-ийн металл авалт нь том ширхэгт хүдрийн хувьд 70-85 %, дунд болон жижиг ширхэгтэй хүдрийн хувьд 52-70 %, флотацийн үед шеелитийн металл авалт 80-92 % байна. Исэлдэлтийн бүсийн вольфрамын эрдсүүд болох тунгстит ба ферритунгститын хувьд одоогоор баяжигдах технологи боловсруулагдаагүй байна.

5.7. Шеелитийн хүдэрт повеллит, молибдошеелит зэрэг түүнтэй ижил физик шинж бүхий эрдсүүд байгаа тохиолдолд тэдгээр нь флотацийн баяжуулалтанд шеелитийн хам баяжмалд ялгардаг. Тэдгээрийг цаашид гидрометаллургийн аргаар, эхлээд вольфрам ба молибдений ангидрит гаргаж, улмаар молибдат кальций ба гурван хүхэрт молибден гаргах замаар салгадаг.

5.8. Технологийн судалгааны дүн нь хүдрийн технологийн шинж чанарыг нарийвчлан судалсан, түүнд агуулагдах үйлдвэрлэлийн ач холбогдол бүхий ашигт компонентуудыг ялган боловсруулах, баяжуулах технологийн схем төлөвлөхөд шаардлагатай анхдагч мэдээллийг хангалттай нарийвчлалтайгаар бүрдүүлсэн байна.

Хүдрийн технологийн төрлүүд болон сортуудыг тодорхойлохдоо хүлээн зөвшөөрөгдсөн параметруудийг үндэслэсэн жишиг үзүүлэлтэнд тулгуурласан байх ёстой. Өөрөөр хэлбэл, баяжуулалтын болон химийн боловсруулалтын (баяжмалын гарц, түүний тодорхойлолт, үнэт компонентуудыг ялгах үндсэн процессууд, эрдэс авалт г.м) үндсэн параметрийг тодорхойлно. Дагалдах компонентын нөөцийг тооцохдоо эдгээр элементүүд нь баяжуулах үйлдвэрлэлийн бүтээгдэхүүнд хэрхэн хуваагдсан балансыг үндэслэдэг бөгөөд хүдэр боловсруулах явцад түүнийг тусгайлан боловсруулах боломж, эдийн засгийн үр ашгийг тооцно.

Вольфрамын баяжмалын чанарт тавих шаардлагыг, түүнийг боловсруулж металлургийн бүтээгдэхүүн болгох салбарын санал, олон улсын стандарт, тодорхой хэрэглэгчтэй хийсэн гэрээ хэлцлийн дагуу тодорхойлно.

## Вольфрамын хүдрийн байгалийн болон технологийн төрлүүд

Хүснэгт-10

Хүдрийн байгалийн төрлүүд	Хүдрийн төрөлжилт	Хүдрийн эрдсүүд		ялгах компонент, %		Ордын жишээ
		үндсэн	2-р зэргийн	үндсэн	дагалдах	
Шеелиттэй вольфрамит	Дунд ба жижиг шигтгээ (0,2–0,5мм)	Вольфрамит (85%), шеелит (15%)	Молибденит, висмутин, цэвэр Bi, галенит	WO <sub>3</sub> – 0,15-0,5	Mo, Pb, Bi	Инкурск; (Казахстан) Цүнхэг
Вольфрамиттай, висмуттай шеелит	Мөн ижил	Шеелит (75–90 %), вольфрамит (10–15 %)	Молибденит, висмутин, халькопирит, пирит, дан элементийн Bi, Ag	WO <sub>3</sub> – 0,1-0,4	Mo – 0,02-0,03 Bi – 0,02-0,03	Богутинск; Дээд хайргат (Казахстан) Борбургас
Вольфрамит	«	Вольфрамит	Молибденит, висмутин	WO <sub>3</sub> – 0,15-0,35	Sn – 0,05, Mo, Bi	Спокойнинск, Шумиловск (ОХУ) Улаан уул, Уудав
Касситерит-вольфрамитын, лититэй	«	Вольфрамит, касситерит	гялтгануур	WO <sub>3</sub> – 0,1-0,4 Sn – 0,05-0,1	Li – 0,35, слюда	Циновец (Чехи) Сайрын худаг, Шар ухаа
Касситерит-вольфрамитын	Том шигтгээт (> 2 мм)	Вольфрамит, касситерит	–	WO <sub>3</sub> – 0,3-0,5 Sn – 0,2-0,3	–	Иультинск
	Дунд зэргийн шигтгээт (~ 0,5 мм)	Вольфрамит, касситерит, шеелит	Флюорит	WO <sub>3</sub> – 0,3-0,5 Sn – 0,3-0,5	Флюорит	Цэнхэрмандал, дээд Көмөр Трудовое (Киргиз)
Молибденит-вольфрамитын висмуттай	Том шигтгээт (> 2 мм)	Вольфрамит, гюбнерит, шеелит, молибденит	–	WO <sub>3</sub> – 1,0	Mo – 0,01	Хаалгат Сагсай
	Дунд шигтгээт (~ 0,5 мм)	Вольфрамит, молибденит	Касситерит, халь-копирит, висмутин	WO <sub>3</sub> – 0,3-0,5 Mo – 0,02-0,05	Sn, Bi	Хар овоо (Казахстан); Иххайрхан
Молибденит-вольфрамитын бериллитэй	То же	Вольфрамит, молибденит	Касситерит, висмутин, берилл	WO <sub>3</sub> – 0,3-0,5 Mo – 0,02-0,05	Bi – 0,04-0,05 BeO – 0,03-0,06	Акчатау (Казахстан) Егүзэр
Молибденит-шеелитийн бага сульфидтай (сульфид <5 %)	Бага карбонаттай (карбонат < 5 %)	Шеелит, молибдо-шеелит, молибденит, повеллит	Халькопирит, висмутин, дан элементийн Bi, Au, пирит	WO <sub>3</sub> – 0,15-0,5 Mo – 0,03-0,04	Cu – 0,05-0,1 Bi – 0,002-0,003 Ag – 2-7 г/т, Au – 0,2-0,5 г/т, S – 2-3	Тырныаузск
	Карбонат (карбонат 5–20 %)	Молибденит, повеллит	Халькопирит, дан элементийн Bi, Au, пирит	WO <sub>3</sub> – 0,15-0,5 Mo – 0,03-0,04	Cu – 0,05-0,1 Bi – 0,002-0,003 Ag – 2-7 г/т	Тырныаузск, Ингичкинск; хойд Катпар (Казахстан)

	Карбонат ихтэй (карбонат > 20 %)	Молибденит, повеллит	Халькопирит, дан элементийн Bi, Au, пирит	WO <sub>3</sub> – 0,15-0,5 Mo – 0,03-0,04	Cu – 0,05-0,1 Bi – 0,002–0,003 Ag – 2-7 г/т	Тырныаузск, Ингичкинск
Шеелитийн сульфид ихтэй (сульфид>5– 10%)	Анхдагч (гидроксид Fe < 3 %)	Шеелит, вольфрамит, тунгстит	Халькопирит, пир-ротин, висмутин, самородные Bi, Ag, сульфосоли Ag	WO <sub>3</sub> – 0,7-2,0	Cu – 0,5-2,7 Bi – 0,02-0,05 Ag – 1,5 г/т, Au – 0,2-0,5 г/т, S – 20-30	Восток-2, Лермонтовск, Агылкинск (ОХУ)
	Исэлдсэн (гидроксид Fe > 3–10 %)	Шеелит, тунгстит	–	WO <sub>3</sub> – 0,7-2,5	–	Восток-2, Лермонтовск (ОХУ)
Вольфрамиттай шеелит	Жижиг дунд ширхэгт (0,5–0,2 мм)	Шеелит (75–90 % отн), вольфрамит (10–25 % отн)	–	WO <sub>3</sub> – 0,2-0,5	–	Баян, Кти-Теберда, Нуугдмал (ОХУ); Миттерзиль (Австрия)

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

Орд газрын нөөцийг уурхайлах зорилгоор газрын хэвлийг хөндөж, ашигт малтмалыг нээх, цаашид бэлтгэл малталтууд болон олборлох малталт хийх үед гарч болох хүндрэлтэй, осолтой нөхцлүүдийг тандан судалж урьдчилан илрүүлэх, нэвтрэлтийн үед түүнийг тооцож, аюулгүйгээр гэтлэн давах төлөвлөгөө зохиох зорилгоор эдгээр судалгааг явуулдаг. Түүнчлэн олборлох үйл ажиллагаанаас болж уурхайн орчинд үзүүлж болзошгүй сөрөг нөлөөллийн талаар мэдээлэл цуглуулж, дүгнэлт өгөх шаардлага тавигддаг. Ордын ойролцоо ирээдүйн уурхайн эрчим хүч, ундны болон техникийн усан хангамжийн асуудлыг шийдэх, хүн болон хүрээлэн буй орчинд уурхайн үзүүлэх нөлөөллийн цар хэмжээ, хор холбогдлыг үнэлэх судалгаа, уурхайчдын тосгон барих хүдэржилтгүй талбайн сонголт тандалт, улс үндэстний хэмжээний үнэт зүйлс талбайд байгаа эсэхийг судлах зэрэг өргөн цар хүрээтэй асуудлуудын шийдэж байж сая ордыг ашиглалтанд бэлтгэгдсэн гэж үздэг.

### ***Гидрогеологийн судалгаа***

6.1. Ордын гидрогеологийн нөхцөлийн судалгааг Монгол улсын Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2017 оны 12 дугаар сарын 12-ны өдрийн А/237 тоот 32 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.

6.2. Гидрогеологийн судалгаагаар ирээдүйн уурхайн ундаргад оролцох гүний усны үндсэн давхаргуудыг судалж, их хэмжээний устай хэсэг ба бүсүүдийг (шохойн чулууны карстын хөндий, ангал хэлбэрийн хагарлуудад гэх зэрэг) илрүүлж, уурхайн усыг зайлуулах, ашиглах асуудлыг шийдвэрлэсэн байна. Ус агуулсан горизонт бүрээр түүний зузаан, литологийн найрлага, коллекторын төрлүүд, тэжээгдлийн нөхцөл, бусад ус агуулсан горизонтууд болоод гадаргын устай холбогдох холбоо, газрын доорхи усны түвшний байрлал ба бусад үзүүлэлтүүдийг тогтоосон байх ёстой. Техник-эдийн засгийн үндэслэлээр нэвтрэхээр төлөвлөсөн ашиглалтын малталт руу орж ирэх усны боломжит урсгалын хэмжээг тодорхойлсон, газрын доорхи уснаас хамгаалах зөвлөмжийг өгсөн байх ёстой. Дараах үзүүлэлтүүдийг заавал судалсан, үнэлсэн байх ёстой. Үүнд:

- уурхайд орж ирэх усны химийн найрлага ба бактериологийн тодорхойлолт, бетон, металл, полимер хийцүүдэд үзүүлэх идэмхий чанар, ашигт ба хорт хольцууд байгаа эсэх, байгаа тохиолдолд тэдгээрийн хэмжээ, ашиглагдаж байгаа ордуудын хувьд уурхайн ундарга ба шавхалтын усны химийн найрлага зэргийг судалж, үнэлгээ өгнө.
- Шавхалтын усыг үйлдвэрлэлийн хэрэгцээнд ашиглах боломж, түүнээс ашигт бүрдвэрүүдийг ялган гаргаж авах боломжийг үнэлсэн, ус шавхалт энэхүү дүүрэг дэх гүний усны орд газруудын нөөц болон усны чанарт нөлөөлөх байдалд үнэлгээ өгсөн байх.

- Ирээдүйн уулын баяжуулах үйлдвэрийн болон ундны усан хангамжийн талаар үнэлгээ өгөх. Шаардлагатай гэж үзвэл гидрогеологийн эрэл хайгуулын цогц ажил хийж гүйцэтгэх замаар үйлдвэрлэлийн усан хангамжийн асуудлыг иж бүрэн шийдвэрлэх.
- Мөрдөгдөж ирсэн арга, аргачлалын дагуу шавхалтын усны ашиглалтын нөөцийн хэмжээг үнэлж, түүнийг үйлдвэрлэлийн хэрэгцээнд зориулах үндэслэл, үнэлгээ өгөх.

Гидрогеологийн судалгааны үр дүнгээр уурхайн ашиглалтын төсөл боловсруулах үед дараах асуудлуудаар зөвлөмж өгнө. Үүнд: геологийн цулуудыг хатаах, усыг зайлуулах, зайлуулж байгаа усыг ашиглах, ус хангамжийн эх үүсвэр, байгаль орчныг хамгаалах асуудлууд хамаарна.

Уурхайн усжилтын судалгаанд гүний усны ирцээс гадна гадаргуугийн ус, хур тунадасны ус, үерийн усны ирц, нөлөөллийг тогтоосон байна.

6.3. Ордын гидрогеологийн нөхцөлийн судалгаа нь тэдгээрийн гидрогеологийн нөхцөлийн нийлмэл байдлаас шалтгаалан ялгавартай байна. Түгээмэл дагаж мөрдөж байгаа нэгдсэн ангилал байхгүй боловч ордуудыг гидрогеологийн нөхцлөөр нь дараах байдлаар ангилсан байна (Шевелев.В.В, 2004). Энгийн гидрогеологийн нөхцөлтэй ордод уст давхарга нь тогтвортой хатуу чулуулагт агуулагдсан, уурхайд орж ирэх усны хэмжээ 1000 м<sup>3</sup>/цаг-аас хэтрэхгүй ордыг багтаана. Дунд зэргийн гидрогеологийн нөхцөлтэй ордод тектоник эвдрэл, бутарлын бүсэнд агуулагдсан гүний устай, энэ нь уурхайгаар нээгдсэн нөхцөлд усанд автах магадлалтай, уурхайд ирэх усны хэмжээ 1500 м<sup>3</sup>/цаг хүрэх нөхцөлтэй ордыг багтаадаг бол нийлмэл гидрогеологийн нөхцөлтэй ордод ус агуулсан чулуулаг нь тектоник эвдрэл, бутралд эрчимтэй автсан, гүний ус агууламж ихтэй, уурхайд ирэх усны хэмжээ 10000 м<sup>3</sup>/цаг-аас их ордыг багтаана.

Энгийн гидрогеологийн нөхцөлтэй ордод гидрогеологийн судалгааг хайгуулын малталт ба цооногуудад усны түвшин хэмжих, ундаргыг тодорхойлох, чулуулгийн ан цавшлыг судлах, цооногийн ханын тогтвортой байдал, угаалгын шингэний алдагдлыг судлах, шахалттай (артезийн) уст давхаргыг огтолсон бол ийм үеийн усны хөөрөлт зэргийг судлах байдлаар, мөн гидрогеологийн ажиглалт, хэмжилт хийх тусгай зориулалтын цөөн цооног өрөмдөж тоноглон, 1-2 уст давхаргад шавхалт хийх, түүнээс гадна хайгуулын цооногуудад шавхалт хийж гидрогеологийн судалгаа явуулж болно.

Дунд зэргийн болон нийлмэл гидрогеологийн нөхцөлтэй ордод гидрогеологийн судалгааг тусгай зориулалтын цооногууд өрөмдөж, шавхалт ба гидрогеологийн хэмжилтүүдийг 2-3 уст давхаргад, усны түвшний бууралт, сэргэлтийг хэд хэдэн удаа хэмжин судлах байдлаар хийнэ. Гидрогеологийн тусдаа цооног өрөмдөх, малталт-цооногийн хосолсон системийг ашиглан гидрогеологийн ажиглалт, хэмжилтийг түр болон удаан хугацаагаар хийх зэргээр гидрогеологийн нөхцөлийн судалгаа явуулна.



### **Инженер-геологийн судалгаа**

6.4. Хайгуулын хээрийн судалгааны явцад инженер-геологийн судалгааг ил болон далд уурхайн тооцоо, төлөвлөлт хийх, өрөмдлөг-тэсэлгээ, бэхэлгээний ажлын загварчилсан паспортууд зохиох, цаашид уулын ажлын аюулгүй нэвтрэлтийг дээшлүүлэх асуудлуудыг шийдвэрлэх өгөгдлүүд болгох зорилгоор явуулна. Инженер-геологийн судалгаагаар хүдэр ба түүнийг агуулагч болон хучаас чулуулгийн физик-механикийн шинж чанарын иж бүрэн судалгаа, тухайлбал, орд газрын чулуулгийн ердийн болон усаар ханасан үеийн бат бэх чанар, ордын чулуулагуудын инженер-геологийн онцлог ба анизотроп чанар, мөн түүнчлэн олборлох ажиллагаанд сөргөөр нөлөөлөх боломжтой факторууд тухайлбал, ан цавшилтын зэрэг, тектоникийн хагаралд өртсөн байдал, текстурын онцлог, хөндийлж үүссэн зэрэглэл, өгөршлийн бүс ба орчин үеийн геологийн процесст хэр автагдсан байдлыг судалж үнэлсэн байна. Мөнх цэвдэг тархсан мужуудад температурын горимыг тогтоох, цэвдэгшилтийн зузаалгийн дээд ба доод хилийг тодорхойлох, хүйтний улирлын хөлдөлтийн хилийг тогтооно.

Инженер-геологийн судалгаагаар цуглуулсан материал нь ил уурхайн хана, гүний уурхайн хамгаалатын цул дахь чулуулгийн тогтворшилтын талаар үнэлэлт өгөхөд хүрэлцэх хэмжээнд хийгдсэн байна. Хэрэв хүдрийн дүүрэгт ижил төстэй гидрогеологи, инженер-геологийн нөхцөлтэй орд дээр олборлолт явагдаж байгаа тохиолдолд өгөгдлүүдийг ирээдүйн уурхайн талаар жишиг болгон хэрэглэж болно.

6.5. Вольфрамын ордыг олборлолтыг ил ба далд, бас тэдгээрийн хослолоор явуулна. Хосолсон аргаар олборлолт явуулах бол ил уурхайн гүнийг ТЭЗҮ-ээр тооцож гаргасан хөрс хуулалтын итгэлцүүрийн хамгийн их хязгаар утгаар тогтооно. Олборлолтыг ил ба далд аргаар хийх үеийн инженер-геологийн нөхцөлийн судалгаа ялгаатай байх бөгөөд вольфрамын ордыг геологийн тогтцын онцлогоос шалтгаалан аль ч аргаар олборлох боломжтой.

Ордыг ил аргаар олборлох нөхцөлд хийх инженер-геологийн нөхцөлийн судалгаанд хучаас хурдас болон хүдрийн биетийг агуулагч чулуулгийн судалгаа тэргүүлэх ач холбогдолтой байдаг. Ялангуяа сул барьцалдсан чулуулаг болон сэвсгэр хурдаст агуулагдсан, түүгээр хучигдсан байвал ийм чулуулагт хийх инженер-геологийн судалгаагаар чулуулгийн литологийн найрлага, ширхэглэлийн хэмжээ, барьцалдалтын зэрэглэл, эзэлхүүний болон хувийн жин, нүх сүвшлийн хэмжээ, чийгшил, шүүрэлтийн итгэлцүүр, байгалийн тогтворжилтын өнцөг зэргийг судлан тогтоосон байна. Чулуулгийн структур, текстур, бэх бат чанар, уян харимхай чанар, шахалт ба даралтанд үзүүлэх эсэргүүцэл зэрэг үзүүлэлтийг судлан тогтооно. Агуулагч чулуулаг нь карстжилтанд автсан бол карстын хөндийнүүдийн тохиолдох давтамж, хэлбэр, хэмжээ, ямар материалаар дүүргэгдсэн болох, тэдгээрийн усжилт зэргийг судална. Агуулагч чулуулаг нь цэвдэгшилтэнд автсан бол уул уурхайн үйл ажиллагааны нөлөөгөөр хайлалт явагдснаар олборлолтын нөхцөлд хүндрэл учирдаг. Элсэрхэг-шаварлаг найрлагатай цэвдэгт хурдсын гэсэлтээс түүний усжилт ихссэнээр хурдаст хөөлт явагдаж, уян харимхай төлвөөс урсамтгай төлөвт шилжих тохиолдол байдаг. Иймд цэвдэгшилттэй нутагт хайгуулын малталт, цооногуудад

инженер-геологийн ажиглалт судалгаа явуулахын зэрэгцээ тусгай зориулалтын цооног ба малталт нэвтэрч геотермийн судалгаа, хэмжилт хийх, гэсгэлэн болон хөлдүү хөрсний сорьцлолт хийж лабораторийн шинжилгээнд илгээх, мөсжилтийн хэмжээг тогтоох зэрэг судалгаа явуулна.

Инженер-геологийн судалгаанд хайгуулын цооногуудын чөмөг болон тусгайлан геотехникийн зорилгоор өрөмдсөн цооногуудын чөмөг, мэдээллийг ашиглана.

Ордыг далд аргаар олборлох нөхцөлд нуралт, суултанд автах бүсийн хил хүрээг тогтоож, уулын үндсэн малталтуудыг нэвтрэх байрлалыг сонгох, тэдгээрийг нэвтрэх болон бэхлэх аргачлал, хүдэр олборлох хамгийн оновчтой ашиглалтын системийн сонголт хийх, хамгаалалтын цулын хэмжээг тогтоох зэрэг асуудлуудыг шийдвэрлэх зорилгод нийцүүлэн инженер-геологийн судалгааг явуулна. Далд аргаар олборлох ордын хайгуулын үед уулын даралт болон чулуулгийн хөдөлгөөний үнэлэмжийг тогтооход чиглэсэн мэдээлэл цуглуулах нь чухал ач холбогдолтой. Уулын даралт ба чулуулгийн хөдлөл нь дараах хүчин зүйлүүдээс шууд хамааралтай байдаг:

- Малталтуудын хэлбэр, хэмжээ, харилцан байршил, тэдгээрийн бэхэлгээ.
- Хүдрийн биетийн зузаан, түүний тогтворшилт, уналын өнцөг, агуулагч чулуулгийн байршлын төрх, тектоник хагаралд автсан байдал, кливаж болон занаршилт зэрэг геологийн хүчин зүйлүүд.
- Янз бүрийн гүнд байрлах чулуулагт үзүүлэх ачаалал, гидростатик даралт, хийн даралт зэрэг үзүүлэлтүүд.
- Чулуулгийн физик-механик шинж чанарууд зэрэг болно.

6.6. Малталтуудын тааз болон уль чулуулагт ус агуулсан давхарга байдаг бол малталтыг усанд автахаас сэргийлсэн хамгаалалтын экраныг үлдээж, энэхүү хаалт бологч чулуулагт суналтын эсэргүүцлийн судалгаа хийсэн байх шаардлагатай. Малталтын тааз болон ул чулуулагт уян харимхай бус деформацийн нөлөөлөл ойролцоогоор голдуу 10-аад метрийн хүрээнд явагдаж байдгийг анхаарч, холбогдох судалгааг хийх хэрэгтэй. Таазны чулуулгийн бутрамтгай деформацаас илүүтэй хүндрэлийг, ялангуяа ихээхэн гүн уурхайд хурдас чулуулгийн хөөлттэй холбоотой үзэгдэл үзүүлж байдаг. Энэ нь уян харимхай чулуулгийн шахагдалт, уулын даралтанд автаснаас үүсэлтэй бөгөөд агуулагч чулуулгийн бэх батын хязгаараас давсан тохиолдолд уурхайд гэнэтийн нуралт үүсгэх аюултай байдаг. Ерөөс олон түвшинд нэвтэрсэн гүний малталт бүхий уурхайд чулуулгийн физик-механик шинж чанарын өөрчлөлтийг байнга судлан, хянаж байх шаардлагатай. Энэ зорилгоор ойролцоо байрлах, ижил уул-геологийн нөхцөлтэй бөгөөд олборлолт явуулж байгаа уурхайнуудад бий болсон мэдээлэл, авч хэрэгжүүлж байгаа туршлагыг сайтар судлан, өөрийн ордын олборлолтын үйл ажиллагаанд харьцуулан судалж, сайтар ашиглаж байх хэрэгтэй юм.

6.7. Хүний эрүүл мэндэд хортой (тоосжилт, цацраг идэвхижилт, геотермийн нөхцөл г.м.) нөхцлүүд байхгүйг албан ёсоор тодорхойлсон байна.

6.8. Ирээдүйн уулын баяжуулах үйлдвэрийн байгууламжууд, ил болон далд уурхайн хөрсний овоолго, техникийн усан сан, хаягдлын аж ахуй, кондицийн бус хүдрийн овоолго, засварын газар, баяжмалыг хайлуулалт, боловсруулалтад зориулсан үйлдвэрлэлийн талбай, уурхайн тосгон, дэд бүтцийн байгууламжуудын бүтээн байгуулалтад зориулсан, ямар нэг төрлийн ашигт малтмалгүй талбайг уул өрмийн ажил явуулж албан ёсоор тогтооно. Үүний зэрэгцээ орд орчимд барилгын материалууд байгаа эсэх, судлаж байгаа ордын хучаас болон агуулагч чулуулгийг барилгын материал болгон ашиглах боломж байгаа эсэх талаар судалгаа хийнэ.

### ***Геоэкологийн судалгаа***

6.9. Ордын геоэкологийн судалгаагаар газрын хэвлийг хөндөж, уул уурхайн үйлдвэрлэл явуулах явцад хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийг үнэлэх, үүний тулд тухайн орон нутагт экологийн (цацраг идэвхижилт, гүний болоод гадаргуун усны чанарын тодорхойлолтууд, шим мандалын хөрс шороон бүрхүүл, ургамал, амьтны аймгийн байгалийн тэнцвэр г.м.) суурь үзүүлэлтүүдийг тогтоосон байна. Олборлолтын явцад байгаль орчинд үзүүлэх үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагааны үр дүнд үүсэх физик, химийн болон техникийн үйлчлэлийн уршиг, үр дагаварын талаар (дээрхи суурь үзүүлэлтүүд хэрхэн өөрчлөгдөх) үнэлгээ өгнө.

Хүн ардын аюулгүй амьдрах орчин нөхцөл ирээдүйн уурхайн үйл ажиллагааны улмаас хэрхэн өөрчлөгдөх, энэхүү өөрчлөлтийн сөрөг болоод эерэг үр дагаварын талаар үнэн зөв мэдээлэл хүргэж, санал асуулга явуулж олон нийтийн санаа бодлыг судалсан байна.

6.10. Ордын гидрогеологийн судалгааны нэг чухал хэсэг бол ордын дүүрэгт ашиглаж буй усны нөөц, гадаргын ус ба гүний усны шүтэлцээ, ордыг хуурайшуулах шавхалтын үед эдгээр усны нөөцүүд багасах, технологийн үйлчлэлийн дүнд бохирдолд орох зэрэг асуудлуудыг нягт нарийн хариуцлагатай судлах явдал юм. Шавхалтын (дренаж) усны эрүүл ахуйн байдлын талаар урьдчилсан дүгнэлт гаргах, техникийн зориулалтаар ашиглахаас гадна, түүнийг усжуулалтанд ашиглаж экологийн хувьд таатай бичил орчин үүсгэх боломж байгаа эсэхийг судалж, үнэлгээ өгнө.

6.11. Хаягдлын найрлага, байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөө, түүнээс урьчилан сэргийлэх арга замуудыг зааж, гарц олсон байх шаардлагатай. Хаягдлыг бүтээгдэхүүн болгох судалгаа, тоосонцор хаягдлыг бөөгнүүлж ширхэгжүүлэх (гранульжуулах), хөрс сайжруулах, үйлдвэр ба хөдөө аж ахуйн чиглэлээр ашиглах боломжуудыг судалж, үнэлэлт өгсөн байна.

6.12. Уурхайн эдэлбэр газрын хүрээнд археологийн болон түүхэн дурсгалууд, ургамал, амьтдын төрлүүдийн бүртгэл гаргаж, зэрлэг ан амьтдын нүүлт, шилжилт хөдөлгөнд ирээдүйн олборлолт хэрхэн нөлөөлөх талаар үнэлгээ өгнө. Ховор ба ховордсон амьтад, ургамлын төрлүүдийг хамгаалах, энэ талаар гарч болзошгүй хохирлын тооцоо хийж, гарч болох сөрөг үйл явцыг тогтоон, түүнээс хамгаалах, тогтворжуулах үйл ажиллагааны талаар дүгнэлт гарсан байна.

## Долоо. Ордын өөцийн тооцоолол ба баялгийн үнэлгээ

7.1. Вольфрамын ордуудын нөөцийн тооцоо, баялгийн үнэлгээг эрэл-хайгуулын ажлын судалгааны түвшинг үндэслэн Монгол улсын “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”-ын дагуу хийнэ.

7.2. Ордын нөөцийг тооцоолохдоо ордыг геологийн тогтцын нийлмэл байдал, судалгааны түвшин зэрэгт тулгуурлан хэсэгжлэлүүдэд (блокуудад) хувааж тооцоолно. Нөөцийн тооцоололын нэг хэсэгжилд хамаарагдах хүдрийн биетийн хэсэг нь дараах шаардлагуудыг хангасан байна. Үүнд:

- Ашигт малтмалын тоо хэмжээ ба чанарыг тодорхойлогч гол үзүүлэлтүүд нь хайгуулын судалгааны ижил түвшинд судлагдсан байна.
- Тооцооны нэг хэсэгжлийн хэмжээнд хүдрийн үндсэн параметруудийн өөрчлөгдөх зэрэг адил байна.
- Геологийн тогтцын хувьд нэгэн төрлийн, хүдрийн биетийн зузаан, ашигт малтмалын чанарын гол үзүүлэлтүүд, бодисын найрлага, хүдрийн технологийн шинж чанар зэрэг үзүүлэлтүүд нь адил буюу бараг адил төрхтэй
- Хүдрийн биетийн байрших нөхцөл тогтвортой, нөөцийн хэсэгжил нь структурын нэгэн элементийн (атирааны нэг жигүүр эсвэл цөм хэсэг, хагарлаар хүрээлэгдсэн нэгэн хэсэгжил гэх мэт) хүрээнд багтсан..
- Үүний зэрэгцээ бас уурхайлалтын уул-техникийн нөхцөлийн хувьд нэгдмэл байхаар тооцно. Тооцооны хэсэгжлүүдийг уналынх нь дагуу хуваахдаа дээрх нөхцлүүдээс гадна, олборлолтын бэлтгэл малталтуудын түвшингүүдээр тооцож хуваана.
- Геометрийн хэлбэрт оруулах боломжгүй биетүүдийн тооцооны хэсэгжлийн хэмжээнд нөөцийг статистик аргаар тооцоолно.

7.3. Ордын геологийн болон үйлдвэрлэлийн нөөцийг тооцоолоход юуны өмнө тооцоололд баримтлах жишиг үзүүлэлтүүд (кондици)-ийг тодорхойлно. Улмаар үүнийгээ баримтлан нөөцийн тооцоолол хийдэг. Вольфрамын ордын нөөцийн тооцоолол ба үнэлгээнд түгээмэл хэрэглэгддэг жишиг үзүүлэлтүүд:

- Үйлдвэрлэлийн хамгийн бага агуулга, %
- Хүдрийн биетийг хүрээлэх захын агуулга, %
- Хүдрийн биетийн хамгийн бага зузаан, м.
- Нөөцийн хүрээнд багтаах хоосон чулуулгийн үеийн хамгийн их зузаан, м.
- Хүдэржилтийн итгэлцүүрийн хамгийн бага утга (тасалдсан хүдэржилттэй ордод)
- Хортой хольцын хязгаар утгууд зэрэг болно.

7.4. Вольфрамын ордуудын хүдэржилтийн онцлогийг тусгасан дараах нэмэлт нөхцлүүдийг харгалзан үзэх шаардлагатай. Үүнд:

Баттай (А) зэрэглэлийн нөөцийг зөвхөн I бүлгийн ордуудын нарийвчлан судалсан хэсгүүдэд, бүх талаас нь хайгуулын малталтаар хүрээлэгдсэн тооцооны хэсэгжлүүдэд тооцоолно. Ашиглаж байгаа ордуудын хувьд ашиглалт-хайгуулын бэлтгэл малталтуудын үр дүнгээр тооцно. Хайгуулын ажлын үр дүнгээр I бүлгийн ордод баттай (А) зэрэглэлээр тооцоолсон нөөцийн хэмжээ нь олборлох үйлдвэрийн анхны хөрөнгө оруулалтыг нөхөх хугацаанд хүрэлцэхүйц хэмжээтэй байна.

Бодитой (В) зэрэглэлийн нөөцийг зөвхөн I ба II бүлгийн ордууд дээр тооцоолно. Бодитой зэрэглэлээр нарийвчлан судалсан юмуу, эсвэл торын нягтралын хувьд тухайн бүлгийн ангиллын шаардлагыг хангаж байгаа хэсэгжлүүд дээр ялгаж бодно. Бодитой зэрэглэлийн нөөцийн хүрээг техник-эдийн засгийн урьдчилсан тооцоогоор үндэслэсэн кондицийн дагуу малталт, цооногуудаар хязгаарлан тогтоохын зэрэгцээ геологи, геофизик, геохимийн шалгууруудаар баталгаажсан тохиолдолд хязгаартай экстрополяцийн шугамаар тогтоож болно. Энэ тохиолдолд нөөцийн хэсэгжлийн хүрээнд хангалттай тооны, төлөөлөх өгөгдлүүд орсон байх шаардлагатай.

Хүдрийн эзлэхүүнийг хүдэржилтийн коэффициент хэрэглэж тодорхойлсон хэсэгжлүүдэд бодитой (В) зэрэглэлийн нөөцөд хэрэглэх хүдэржилтийн итгэлцүүр нь ордын дундаж үзүүлэлтээс өндөр байх ёстой. Үүний зэрэгцээ, талбайн болон уналын дагуу хүдэржилтийн төлөв өөрчлөгдөх орон зайн зүй тогтол, хүдэр болон түүний хүдэргүй хэсгийг ялган олборлох боломж байгаа эсэхийг тогтоосон байна. Олборлож байгаа ордын хувьд ашиглалтын хайгуулын нэмэлт өгөдлөөр бодитой зэрэглэлийн хэсэгжил үндэслэгдэнэ. II бүлгийн ордод нөөцийн дийлэнх хэсгийг бодитой (В) зэрэглэлээр тооцоолно.

Боломжтой (С) зэрэглэлд ордын тухайн бүлэглэлийн хувьд зөвшөөрөгдсөн торын нягтралыг удирдлага болгоно. Үүний зэрэгцээ, боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцийн хил хязгаарыг техник-эдийн засгийн урьдчилсан тооцоогоор үндэслэх, эсвэл адил төстэй ордтой жиших аргаар тодорхойлсон кондицийн үзүүлэлтийн дагуу малталт, цооногийн болон байгалийн гаршийн сорьцполтын үр дүнд тулгуурлан тогтоохын зэрэгцээ, хүдрийн биетийн сунал болоод уналынх нь дагуу, геологи, геофизик, геохимийн шалгуураар баталгаажсан, хүдрийн биетийн морфологийн онцлог зүй тогтол дээр үндэслэгдсэн мэдээллийг ашиглан экстрополяцийн аргаар хязгаарлаж болно. Гэхдээ тодорхой тохиолдол бүрт экстрополяцийн хэмжээг баримт материалуудаар баталгаажуулсан байна. Хүдрийн биетүүд нимгэрэн шувтарч байгаа, салаалж байгаа, хүдрийн чанар ба олборлолтын үеийн уул-геологийн нөхцөл нь муудах чиглэлд, агуулга нь үйлдвэрлэлийн бага агуулгаас бага байх, зөвшөөрөгдөх хамгийн бага зузаанаас бага зузаантай огтлолуудаас гадагш экстрополяци хийхийг хориглоно. III бүлгийн ордод нөөцийн дийлэнх хэсгийг боломжтой (С) зэрэглэлээр тооцоолно.

Илрүүлсэн баялгийн ( $P_1$ ) үнэлгээг цөөн тооны малталт ба цооноогоор нээсэн хүдрийн биетэд, нөөц тооцоолсон хэсэгсэлүүдтэй залгаа орших хүдрийн биетийн захын болон гүний хэсгүүдэд өгнө. Илрүүлсэн баялгийн үнэлгээ өгч байгаа хэсэгжлийн хилийг ордын геологийн тогтоц, геофизикийн судалгааны ажлын үр дүн

зэрэгт тулгуурлан боломжтой (С) зэрэглэлд хэрэглэсэн хайгуулын торын нягтралыг баримтлан, эсвэл түүнийг сийрэгжүүлэн тогтооно.

7.5. Нөөцийг зэрэглэл тус бүрээр нь бодохын зэрэгцээ бас ил болон далд уурхайн аргаар олборлох, түүнчлэн технологийн сортууд, уул техникийн нөхцлөөр нь ангилж, үйлдвэрлэлийн ач холбогдлоор нь балансын ба балансын бус нөөцийг тусгай тооцооны блокуудад оруулж бодно. Балансын болоод балансын бус хүдрийн нөөцийг хуурай төлөвд ихэвчлэн тооцох бөгөөд байгалийн чийгшилт ихтэй хүдрийн хувьд бас нойтон хүдрийн нөөцийг тодорхойлно.

7.6. Вольфрамын хэт өндөр агуулга, блокийн дундаж агуулга болон нөөцийн тооцоонд хэрхэн нөлөөлж байгааг шинжилж, шаардлагатай гэж үзвэл түүнийг хязгаарлана. Харьцангуй өндөр агуулга, их зузаан болоод хүдэржилтийн коэффициент өндөр үзүүлсэн хэсгийг тусгайлан нарийвчлан судалж, нөөцийн тооцоог тусад нь хийнэ.

7.7. Усны томоохон шүүрлээс хамгаалах хамгаалалтын цул, хот суурин, барилга байгууламж, хөдөө аж ахуйн байгууламж болон эдэлбэр газар, байгалийн цогцолбор газар, түүх, соёлын дурсгалт зүйлүүдийн талбайд орсон хэсгийн нөөцийг нийт ордын тооцоонд хэрэглэж буй жишиг үзүүлэлтийг баримтлан зэрэглэлээр ангилан тооцоолсон байна.

7.8. Ашиглаж байгаа ордууд дээр өмнө бүртгэсэн нөөцийг бүрэн дүүрэн ашиглагдаж байгаа эсэхийг хянах, ашиглалтын үед анх тогтоосон хэмжээ, тооцоолж гаргасан үндсэн параметруудийн дундаж хэрхэн батлагдаж байгаа эсэхийг тогтсон журмын дагуу харьцуулалт хийж, жил бүрийн уулын ажлын тайланд тусгана.

Уулын ажлын тайланд хавсаргах харьцуулалт нь уурхайн үйл ажиллагаагаар ашигласан, хамгаалалтын цулд үлдээсэн, батлагдаагүйгээс балансаас хассан, уулын үйлдвэрийн болон баяжуулалтын хаягдлын хэмжээ, мөн ашиглалтын үеийн блокийн хил хүрээ болон үндсэн параметруудийн өөрчлөлтөөс шинээр нэмэгдсэн, эсвэл хасагдсан нөөцийн “ашиглалтын блок хаасан акт”-ад үндэслэн гаргасан хэмжээг анх бүртгэсэн геологийн нөөцтэй харьцуулсан харьцуулалт байна.

Жил бүрийн уулын ажлын тайлангаар хийгдэх нөөцийн хөдөлгөөнд, доод боломжтой (С) зэрэглэлээс, өндөр нарийвчлал бүхий баттай (А) ба бодитой (В) зэрэглэлд шилжүүлэх ашиглалтын хайгуул болон бэлтгэл малталтуудын үр дүнгээр өөрчлөгдсөн зөрөө, түүнчлэн олборлолт явуулж буй аж ахуйн нэгж, анх бүртгэсэн нөөцийн тоо хэмжээ, чанар нь олборлолтоор батлагдахгүй байна гэж үзвэл, анхны хувилбарт засварлах коэффициент хэрэглэх үндэслэл гаргах зорилгоор ашиглалтын ба гүйцээх хайгуулын ажил явуулж, нөөцийг дахин тооцоолно. Харьцуулсан нөөцийн дахин тооцоонд уул-техникийн нөхцөл ба хүдрийн биетийн тухай ойлголт хэрхэн өөрчлөгдсөн талаархи зураг, баримт материалууд нь судалгааны үр дүнг бүрэн баталгаажуулсан баримтууд байна. Хэрэв хайгуулын үр дүн ерөнхийдөө батлагдаж, гарч байгаа зарим нэг зөрөө техник-эдийн засгийн үзүүлэлтэнд төдийлөн нөлөөлөхгүй бол геологийн нөөц ба олборлолтын дүнгийн

харьцуулалтанд геологи-маркшейдерийн бүртгэлийн тооцооллуудын үр дүнг ашиглана.

7.9. Сүүлийн жилүүдэд нөөцийн тооцоонд хүдрийн биетийн үндсэн параметруудийн (хайгуулын малталтын огтлолоор тодорхойлсон ашигт компонентын агуулга, зузаан, метр\*процент) огторгуйн орон зайн тархалтын зүй тогтлыг үнэлэх, гарч болох алдааны далайцыг кригинг, ойр хөршийн арга зэрэг геостатистик загварчлалаар тооцоолдог арга нилээд өргөн хэрэглэх болсон байна.

Геостатистикийн аргаар нөөц тооцоолоход хүдрийн биетийг жишгийн (кондици) үзүүлэлтүүд болон ирээдүйн олборлолтын арга, малталтын параметрууд, ангилан олборлолт хийх хэсэгжлийн бага хэмжээ, олборлолтонд хэрэглэх техникийн үзүүлэлтүүд зэрэгт тулгуурласан микро хэсэгжлүүдэд ангилан тооцоолж байна. Харьцангуй бага хэмжээтэй ийм микро хэсэгжилд ордын геологийн тогтоц болон хүдрийн шинж чанартай холбогдох өөрчлөлтийг сайтар харгалзан, жигд үзүүлэлт бүхий нэгж хэсэгжил ялгах боломжтой болдог давуу талтай. Гэвч ийм микро хэсэгжлийн нөөцийн гол үзүүлэлтийн дийлэнх нь тухайлбал ашигт бүрдвэрийн агуулга нь бодит хэмжилтээр бус геостатистик тооцоогоор тогтоосон өгөгдөл юм. Иймээс микро хэсэгжлийн байж болох хамгийн том хэмжээсийг төлөвлөн байгаа олборлолтын технологийн онцлогоор, хамгийн бага хэмжээсийг хайгуулын торын нягтралын 1/4-ээс багагүй байхыг ОХУ-ын нөөцийн ангиллын зааварт зөвлөмж болгосон байгааг анхаарах хэрэгтэй.

Геостатистик аргыг оновчтой бөгөөд өгөөжтэй хэрэглэх нь тухайн ордын геологийн тогтцын онцлог шинжээс ихээхэн хамааралтай байдаг. Тухайлбал түүний төрх байдлыг тодорхойлогч ашигт бүрдвэрийн орон зайн тархалтын зүй тогтол, хүдрийн биетийн зузаан, орон зайн байршил, хэлбэр хэмжээний өөрчлөлт, нөөцийн нэгж хэсэгжил ангилахад нөлөөлөх геологи-структурын хил заагууд зэргээс ихээхэн хамаарахаас гадна өгөгдлийн тоо хэмжээ, түүнийг тодорхойлсон чанарын түвшин, өгөгдлийн орон зай дахь тархалтын зүй тогтлыг (тархалтын хуулийг) тогтоосон байдал, өгөгдлийн орон зай дахь өөрчлөлтийн хандлага (тренд), анизотроп шинжийн үнэлгээ, хайлтын эллипсоидын параметрийн сонголт зэрэг олон үзүүлэлтээс ихээхэн хамааралтай байдаг.

Иймээс ордын нөөцийг геостатистик аргаар тооцоолоход орд, хүдрийн биетийн орон зайн бүх чиглэлд мэдээлэл (ашигт бүрдвэрийн агуулга, хүдрийн биетийн зузаан, агуулга ба зузааны үржвэрээр тодорхойлогдох метрпроцентийн утга гэх мэт) хоорондын хамаарлыг вариограмм байгуулан тогтоож, өгөгдлийн интерполяцын арга (кригингийн, урвуу зайн, ойр хөршийн гэх мэт)-ыг оновчтой сонгож болохуйцаар нарийвчлан судалсан байх шаардлагыг нэн түрүүнд тавьдаг.

Геостатистикийн нөөцийн тооцооны арга нь дундаж параметруудын хэт өндөр үзүүлэлтүүдийг хязгаарлалт хийхгүйгээр хамгийн үнэн зөв ашигт компонентуудын дундаж үзүүлэлтүүдийг хэсэглэлүүд, хүдрийн тодорхой биетүүд болон ордын хэмжээнд гаргах хамгийн сайн аргад тооцогддог бөгөөд хэт нийлмэл морфологи бүхий биетүүдийн хилийг алдаа багатайгаар тогтоох, олборлолтын технологийн

хамгийн зохистой хувилбарыг тогтоох боломжтой байдаг. Үүний зэрэгцээ нөөцийн тооцооны геостатистикийн арга нь геологийн тогтцын онцлогт захирагдах, хянагддаг байх учиртай. Геостатистикийн загварчлалаар нөөц тооцсон ордын ядаж зарим хэсгийг уламжлалт аргаар тооцож, харьцуулалт хийх шаардлагатай.

7.10. Нөөцийн тооцооны завсрын хүснэгтүүд (нөөцийн тооцооны жишиг үзүүлэлтээр ялгасан хүдрийн огтлолын каталог, хайгуулын малталтуудаар бодож гаргасан дундаж агуулга, хайгуулын малталтуудын координат, дундаж зузаан, дундаж эзлэхүүн жингийн тооцоолол г.м) болон зураг, зүсэлтүүд нь (малталтуудын зүсэлт, хүдрийн интервалуудыг үзүүлсэн зураг, план, хайгуулын шугамуудаар хийгдсэн босоо болон дагуу зүсэлтүүд г.м) тэдгээрийг хийж гүйцэтгэх шаардлагыг бүрэн хангасан байна.

7.11. Дагалдах ашигт бүрдвэрүүдийн нөөцийг үндсэн ашигт компонентийн нөөцийн тооцооны хүрээнд, технологийн туршилтаар хам баяжмалд орсон гарцыг харгалзан гүйцэтгэнэ. Олон ашигт бүрдвэр бүхий нийлмэл хүдрийн хувьд жишмэл (эквивалент) бүрдвэрээр хүдрийн биет, ордын нөөцийг тооцоолж болно.

### **Найм. Ордын судлагдсан байдал**

8.1. Ашигт малтмалын ордыг (томоохон ордын хувьд түүний зарим хэсгийг) судалгаа хийгдсэн түвшнээр үнэлгээ хийгдсэн, хайгуул хийгдсэн гэж 2 ангилж болох бөгөөд үнэлгээ хийгдсэн ордуудын судалгааны түвшинг тухайн талбайд хийгдсэн хайгуулын ажлыг үргэлжлүүлэх шаардлага байгаа эсэхээр, хайгуул хийгдсэн ордуудын судалгааны түвшинг түүний ашиглалтанд бэлтгэгдсэн байдлаар нь тодорхойлно.

8.2. Үнэлгээ өгөгдсөн орд гэж эрэл-үнэлгээний ажлын түвшинд судлагдаж, ордын геологийн тогтоц, ордын хэмжээ, ашигт малтмалын чанар, хүдрийн технологийн шинж чанар, ордын гидрогеологи, инженергеологи, олборлолтын нөхцөл нь цаашид гүйцэтгэх хайгуулын ажлыг үндэслэж болохуйц түвшинд судлагдаж, ордын үйлдвэрлэлийн ач холбогдолд үнэлгээ өгсөн ордыг хэлнэ.

Вольфрамын хүдрийн ордуудын эрэл, эрэл-үнэлгээний шатанд хийгдэх судалгаа нь газрын хэвлийг аль болох бага хөндөж, орд газрыг геофизик, геохими, үндсэн гаршийн сорьцлолт, геологийн нарийвчилсан зураглал, зайлшгүй тохиолдолд цөөн тооны суваг малтаж сорьцолно. Мөн түүнчлэн, сэвсгэр хурдас, исэлдлийн бүс, хэт зузаан хэсэгт цохилтот, эсвэл бага гүнтэй баганат өрмийн цооногууд, бартаа бүхий өндөр уулын нутагт уулын далд малталтаар судалгаа хийж болно. Эрэл, эрэл-үнэлгээний шатанд ордын үнэ цэнийг ерөнхийд нь тогтоож, цаашид хайгуулын үед анхаарах судалгааны чиглэлүүдийг тодорхойлно. Шинээр нээгдэж буй ордын хэтийн төлөвийг ихэвчлэн P<sub>1</sub> зэрэглэлээр үнэлгээ өгөх боловч, түүний тодорхой хэсэгт Боломжтой (С) зэрэглэлээр нөөц бодсон байх шаардлагатай.

8.3. Ордын гидрогеологи, уул-техникийн нөхцөл, технологийн шинж чанар, геоэкологийн талаархи мэдээллүүд нь онолын хувьд эерэгээр шийдвэрлэх арга



замуудыг тодорхойлсон байна. Энэ талаар хайгуулын шатанд анхаарах чиглэлүүд, судалгааны ажлын хэмжээг тодорхойлж өгнө. Түүхий эдийг бүрэн дүүрэн ашиглах тооцоотойгоор баяжуулалтын технологийн бүдүүвч, товарын бүтээгдэхүүний боломжит гарц болоод чанарыг лабораторын дээж сорьцуудын судалгааны үндсэн дээр тодорхойлно. Үйлдвэр байгуулах капитал зардлууд, товарын бүтээгдэхүүний өөрийн өртөг болон эдийн засгийн бусад үзүүлэлтүүдийг ижил төстэй төслүүд дээр үндэслэж нэгтгэсэн тооцоогоор тодорхойлно.

Ордыг ашиглах үед байгаль орчинд нөлөөлөх боломжийг үнэлнэ.

8.4. Хайгуул хийгдсэн орд гэж түүний нөөц, ашигт малтмалын чанарын үзүүлэлт, хүдрийг боловсруулах технологийн шинж чанар, олборлолт явуулах гидрогеологийн, уул-техникийн болон экологийн нөхцөл, ордын нөөцийг тооцоолоход шаардлагатай бусад үзүүлэлтүүдийг өрөмдлөг, ил ба далд малталтаар нарийвчлан судалж тогтоосон, үүний дүнд бий болсон мэдээлэл нь ордыг олборлох болон хүдрийг боловсруулах шинэ үйлдвэр байгуулах, эсвэл хуучныг өргөтгөн тоноглох техник-эдийн засгийн үндэслэл, зураг төсөл боловсруулахад хангалттай түвшинд бүрдсэн ордыг хэлнэ.

8.5. Хайгуул хийгдсэн ордын судалгааны түвшин нь дараах шаардлагуудыг хангасан байна. Үүнд:

- Ордын нийлмэл байдлын бүлэглэлд тохирсон зэрэглэлээр нөөцийг тооцоолсон байна.
- Хүдрийн үйлдвэрлэлийн төрлүүдийн эрдэслэг бүрэлдхүүн, химийн найрлага, хүдрийн технологийн төрөл, сортуудыг ялгаж, тэдгээрийн технологийн шинж чанар бүрэн дүүрэн цогцоор судлагдсан байна. Цогц судалгааны үр дүн нь ашигт малтмалыг иж бүрдлээр нь ашиглах, боловсруулах технологийг оновчтой сонгох, үйлдвэрлэлийн хаягдлыг хэрэглэх боломж, чиглэлийг тогтоох, мөн хаягдлыг хадгалах болон булшлах нөхцлийг тодорхойлох боломжийг бүрдүүлсэн байна.
- Бусад хамт орших эрдсүүд (хөрс хуулалтанд өртөх агуулагч чулуулаг болон уурхайн усыг оруулан), тэдгээрт агуулагдах ашигт компонентуудыг жишиг үзүүлэлтийн дагуу нөөцөд авах, тэдгээрийн ашиглах боломжит чиглэлийг тодорхойлоход хангалттай хэмжээнд судалсан байна.
- Гидрогеологи, инженер геологи, геокриолог, экологийн болон байгалийн бусад нөхцлүүд хангалттай нарийвчлалаар судлагдсан байх ба уулын ажлын аюулгүй ажиллагаа, байгаль орчны талаарх хууль журмуудын шаардлагыг хангасан ордын олборлох боловсруулах үйлдвэрийн техник-эдийн засгийн үндэслэл боловсруулах шаардлагыг хангасан байна.
- Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн биетүүдийн морфологи, орон зайд орших нөхцөл, ашигт бүрдвэрийн чанар болон нөөцийн найдвартай байдлыг ордыг төлөөлж чадах тогтоцтой хэсэгт нарийвчилсан судалгаа хийж баталгаажуулах

бөгөөд ордын аль хэсэгт, ямар хэмжээнд хийхийг геологийн тогтцын онцлогоос хамааруулан аж ахуйн нэгжүүд өөрснөө тодорхойлно.

- Ордыг олборлох, хүдэр боловсруулах үед хүрээлэн байгаа байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг үр дагаварыг тогтоож, түүнийг бууруулах, арилгах арга замын талаар санал, дүгнэлтийг гаргасан байна.

8.6. Нөөцийн тооцооны жишиг үзүүлэлтүүдийг ирээдүйн олборлох үйлдвэрийн хүчин чадал, ач холбогдлыг үнэмшилтэй тооцож хийсэн техник-эдийн засгийн тооцоонд үндэслэн сонгоно.

8.7. Хайгуул хийгдсэн ордуудыг энэхүү зөвлөмжүүд дэх зүйлүүдийг хэрэгжүүлсэн, нөөцийг нь тогтсон журмын дагуу Эрдэс баялгийн мэргэжлийн зөвлөлийн хуралдаанаар хэлэлцүүлж, улсын эрдэс баялгийн нэгдсэн санд бүртгүүлсний дараа үйлдвэрлэлийн зориулалтаар эзэмшихэд бэлтгэгдсэн гэж үзнэ.

### **Ес. Нөөцийг дахин тооцоолж, бүртгэлжүүлэх**

9.1. Ордын олборлолтын явцад болон нэмэлт хайгуулын ажлаар ордын өмнө тогтоосон нөөцийн хэмжээ, ашигт малтмалын чанар болон ордын эдийн засгийн үнэлгээнд ихээхэн хэмжээний зөрөө гарсан тохиолдолд ордын хайгуул, олборлолт эрхлэгчдийн санаачлагаар болон ашигт малтмалын асуудал эрхэлсэн төрийн захиргаа, хяналтын байгууллагуудын санаачлагаар дараах тохиолдлуудад ордын нөөцийг дахин тооцоолж, баталгаажуулна.

9.2. Тухайн ордыг эзэмшигч аж ахуйн нэгж нь дараах тохиолдолд нөөцийг дахин тооцож бүртгүүлэх санаачлага гаргана. Үүнд:

- Бүртгүүлсэн нөөцийн хэмжээ ба чанарын үзүүлэлт олборлолтын үед ихээхэн зөрөө гарч батлагдахгүй болсон.
- Бүтээгдэхүүний өөрийн өртөг тогтвортой байхад бүтээгдэхүүний үнэ их хэмжээгээр (>20 %) унасан буюу дэлхийн зах зээл дээр үнэ нь тогтмол унаж байгаа тохиолдол.
- Ашигт малтмалын чанарт тавигдах үйлдвэрлэлийн шаардлага өөрчлөгдсөн.
- Олборлолтын явцад батлагдаагүйгээс хассан ба хасахаар оруулж байгаа нөөцийн нийт хэмжээ, анх бүртгүүлсэн хэмжээний 20 %-иас хэтэрсэн байх тохиолдлууд болно.

9.3. Монгол улсын төрийн захиргааны болон хууль, хяналтын байгууллагууд дараах тохиолдолд нөөцийг дахин тооцож бүртгүүлэх санаачлага гаргана. Үүнд:

- Олборлолтын явцад анх бүртгүүлсэн нөөцийн хэмжээ 50 %-иас дээш хэмжээгээр нэмэгдсэн.
- Дэлхийн зах зээл дээр бүтээгдэхүүний үнэ 50 %-иас дээш тогтвортой өссөн.

- Үйлдвэрлэлийн хүчин чадлыг ихээхэн хэмжээгээр нэмэгдүүлж чадах шинэ технологи боловсруулагдсан ба нэвтэрсэн.
- Үйлдвэрийн зураг төсөл зохиож байх үед мэдэгдээгүй байсан ашигт бүрдвэр ба хорт хольцууд хүдэр болон агуулагч чулуулагт байгаа нь илэрсэн.

9.4. Байгалийн хувирамтгай байдлаас болж нөөц тухайн хэсэгжилд батлагдахгүй байх, гидрогеологи, уул-техникийн хувьд хүндрэлтэй тодорхой хэсгүүдийг давж гарах, мөн үйлдвэрийн бүтээгдэхүүний үнэ цэнэ гэнэт унах зэрэг цаг зуурын эдийн засгийн хүндрэлүүдийг ашиглалтын жишгийн механизмын тусламжтайгаар шийдвэрлэх бөгөөд эдгээр нь нөөцийг дахин тооцоолох шалтгаан болохгүй.

#### Арав. Ашигласан материал

1. Уул уурхайн сайдын тушаал, 2015оны 9- сарын 15-ны өдрийн 203 тоот тушаал. “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”
2. Методические рекомендація по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Вольфрамовые руды. Москва, 2007, 39 с. 40
3. Н.Амитан, Монгол орны вольфрамын орд газрууд, судлагдсан байдал, хэтийн төлөв, 2014. УБ. Хайгуулчин.
4. Усов.М.А. Район приисков Общества Рудного Дела Тушетхановского и Цэцэнхановского аймаков в Монголии, его геологическое строение и условия золотонности. Томск, 1914
5. Авидон.В.П. Петрохимический пересчет метасоматических пород. М.Недра, 1976
6. Амшинский.Н.Н. Проблема глубинность генезиса и рудонности гранитоидов. Магматизм и эндогенное рудобразование “ Наука “. Алма- Алта , 1976
7. Н.Амитан. Геолого-геохимические условия формирования Улаан уулского вольфраморудного узла, (диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого- минералогических наук) 1993, Улаанбаатар
8. С.Дандар, С.Дашдаваа, Төв Монголын вольфрам-цагаан тугалганы ордуудын (Цагаан даваа, Их хайрхан, Онгон хайрхан, Жанчивлан, Модот) минералогийн судалгааны тайлан. Улаанбаатар, 2006

## Арван нэг. Хавсралтууд

### Хавсралт – 1.

#### Вольфрамын баяжмалд тавигдах техникийн шаардлага

Баяжмалын марк ба нэр	>WO <sub>3</sub> , %	Хортой хольц компонентын хэмжээ, < %												чийг, <%	Хэрэглээний салбарууд
		MnO	SiO <sub>2</sub>	P	S	As	Sn	Cu	Mo	CaO	Pb	Sb	Bi		
КВГ(К) – вольфрамит-гюбнеритын Улсын чанарын тэмдэгтэй	67	15,0	3	0,05	0,05	0,07	0,9	0,05	0,01	1,7	0,2	Хязгаар тавихгүй	Хязгаар тавихгүй	1,5	Ферровольфрам ба хатуу хайлшны вольфрамын ангидрид
КВГ-1 – вольфрамит-гюбнеритын 1-р сорт	65	18,0	5	0,05	0,7	0,1	0,15	0,1	0,1	Хязгаар тавихгүй	0,20	0,20	0,20	2	Мөн ижил
КВГ-2 - вольфрамит-гюбнеритын 2-р сорт	60	15,0	5	0,05	0,8	0,1	0,2	0,15	0,2	Мөн ижил	0,40	0,40	0,40	2	Ферровольфрамын үйлдвэр
КШИ –зохиомол шеелит	65	1,0	1,5	0,02	0,45	0,1	0,1	0,05	0,5	«	0,02	0,01	0,01	6	Мөн ижил
КШ – шеелит	60	2,0	10	0,04	0,6	0,05	0,08	0,10	1,0	«	Хязгаар тавихгүй	Хязгаар тавихгүй	Хязгаар тавихгүй	6	«
КМШ-1 – молибден-шеелит	65	0,1	1,2	0,03	0,3	0,02	0,1	0,10	3,0	«	0,01	0,01	0,01	4	«
КМШ-2 – молибден-шеелит	60	1,1	5	0,04	0,3	0,04	0,02	0,10	3,0	«	0,1	0,01	0,01	6	«
КМШ-3 – молибден-шеелит	55	4,0	10	0,04	0,6	0,2	0,2	0,10	3,0	«	0,10	0,10	0,10	6	«
КВГ(Т) – вольфрамит-гюбнерит (хатуу хайлшийн)	60	Хязгаар тавихгүй	5	0,1	1,0	0,10	1,0	0,10	0,06	2,5	Хязгаар тавихгүй	Хязгаар тавихгүй	Хязгаар тавихгүй	2	Ферро вольфрам ба хатуу хайлшны вольфрамын ангидрид
КВГ(К) – вольфрамит-гюбнерит (хүчлийн)	65	Мөн ижил	5	0,1	0,7	0,08	1,0	0,4	0,01	2,0	Мөн ижил	Мөн ижил	Мөн ижил	2	Вольфрамын хүчлийн үйлдвэр
КШ(Т) – шеелит (хатуу хайлшийн)	55	«	Хязгаар тавихгүй	0,3	1,5	0,10	0,2	0,20	0,04	Хязгаар тавихгүй	«	«	«	6	Ферро вольфрам ба хатуу хайлшны вольфрамын ангидрид