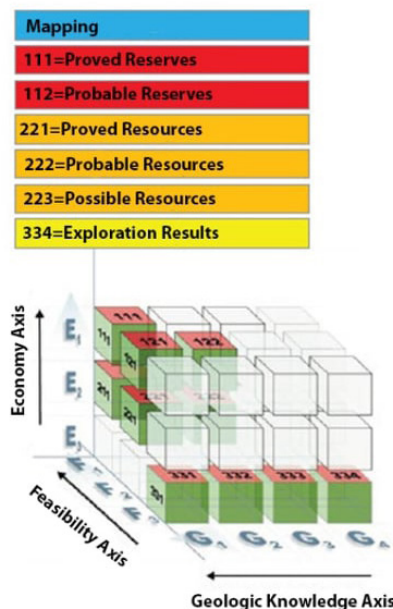
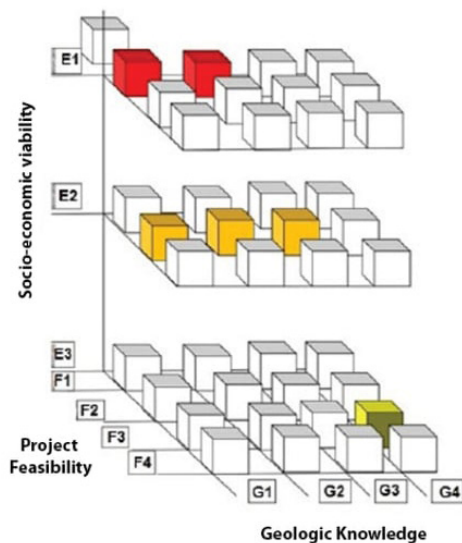




УУЛ УУРХАЙ
ХҮНД ҮЙЛДВЭРИЙН ЯАМ

АШИГТ МАЛТМАЛЫН БАЯЛАГ, ОРДЫН НӨӨЦИЙН АНГИЛЛЫГ ТУХАЙН ТӨРЛИЙН АШИГТ МАЛТМАЛД ХЭРЭГЛЭХ “АРГАЧИЛСАН ЗӨВЛӨМЖ-IV”

ФОСФАТ / МАНГАН / БЕРИЛЛИ
НИКЕЛЬ, КОБАЛЬТ / ХРОМ



Улаанбаатар хот
2022 он

ННА 26.3
ДАА 551
У-619
Хоёр дахь хэвлэл © 2023 он



Adam Smith
International

Дэмжсэн: Австрали-Монголын эрдэс баялгийн салбарын хамтын ажиллагааны хөтөлбөр (АМЕП 2). Хөтөлбөрийг Австрали Улсын Гадаад харилцаа худалдааны яам санхүүжүүлэн, Адам Смит Интернэйшнл компани хэрэгжүүлэн ажиллав.

We are thankful for Australia-Mongolia Extractives Program Phase 2 (AMEP 2) who supported the development of this guideline. AMEP 2 is funded by the Department of Foreign Affairs and Trade of Australia and implemented by Adam Smith International.



Төслийг гүйцэтгэсэн: ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургууль.
Эрдэс баялгийн судалгаа, геомэдээлэл, сургалтын төв

Эмхтгэн боловсруулсан: Д.Алтанхуяг, дэд профессор, доктор (Ph.D)
"Эрдэнэт үйлдвэр" ТӨҮГ
Б.Алтанзул, дэд профессор, доктор (Ph.D)
ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургууль
Хянан тохиолдуулсан: Г.Ухнаа, профессор, доктор (Ph.D),
ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургууль
Ч.Бямбажав, УУХҮЯ, ГБГ-ын Геологийн
судалгаа, төлөвлөлтийн хэлтэс
Хэвлэлийн эхийг: Э.Дэнсмаа

Хэмжээ: 176x250 мм

Хэвлэлийн хуудас 21.16

Гадна хавтасны зураг: UNFC-2009 – CRIRSCO – PRMS загвар

Дотор хавтасны зураг: CRIRSCO-UN Resource/Reserve Classification and Codes

ISBN:978-9919-26-920-3

ГАРЧИГ

Өмнөх үг..... 4

**АШИГТ МАЛТМАЛЫН БАЯЛАГ, ОРДЫН НӨӨЦИЙН АНГИЛЛЫГ
ТУХАЙН ТӨРЛИЙН АШИГТ МАЛТМАЛД ХЭРЭГЛЭХ "АРГАЧИЛСАН
ЗӨВЛӨМЖ-IV" 6**

1. ФОСФАТ	7
2. МАНГАН	59
3. БЕРИЛЛИ.....	111
4. НИКЕЛЬ, КОБАЛЬТ.....	157
5. ХРОМ.....	215

Ерөнхий ойлголтууд

Хайгуулын зорилгоор ордыг геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар
бүлэглэх нь

Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүний судалгаа

Хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа

Ордын гидрогеологи, инженер геологи (геотехник), геоэкологийн ба
байгалийн бусад нөхцлийн судалгаа

Ордын нөөцийн тооцоолол ба баялгийн үнэлгээ

Ордын судлагдсан байдал

Ордын нөөцийг дахин тооцоолж бүртгэлжүүлэх

Ашигласан материал

Хавсралт

Өмнөх үг

Монгол Улсын Эрдэс баялгийн мэргэжлийн зөвлөлийн 2018 оны 05 дугаар сарын 17-ны өдрийн хуралдаанаар Монгол орны геологийн судалгаа, уул уурхайн үйлдвэрлэл, эдийн засагт нэн чухал суурийг эзэлж байгаа ашигт малтмалын төрөл тус бүрээр, тэдгээрийн ач холбогдлыг харгалзан дэс дараалалтайгаар “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангиллыг тухайн төрлийн ашигт малтмалд хэрэглэх аргачилсан зөвлөмж”-ийг боловсруулах талаар хэлэлцэн ХХ-05-01 дугаартай зөвлөмж гарсан байдаг. Улмаар “Төслийн даалгавар”-ыг Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2018 оны 8 дугаар сарын 13-ны өдрийн А/195 дугаар тушаалаар баталсанаар “Аргачилсан зөвлөмж” боловсруулах ажил эхэлсэн билээ. Дээрх 4 жилийн хугацаанд (уран-тори, цайр-хар тугалга, лити-цези, никель-кобальт зэргийг тус бүр нэг гэж тооцсоноор) нийт 25 төрлийн ашигт малтмалын төрлөөр аргачилсан зөвлөмж боловсруулагдан, 4 боть ном болгон хэвлүүллээ.

Монгол Улсын ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангиллыг тухайн төрлийн ашигт малтмалд хэрэглэх аргачилсан зөвлөмж Фосфат (фосфорит), Манган, Берилли, Хром, Никель-кобальтыг ЭБМЗ-ийн 2022 оны 04 дүгээр сарын 01-ний өдрийн хуралдаанаар хэлэлцэн, ХХ-05-01 ээс 05 дугаартай зөвлөмж, УУХҮС-ын 2022 оны 04 дүгээр сарын 21-ний өдрийн А/76 дугаар тушаалаар хүлээн авч, хайгуулын ажилд ашиглах, олон нийтэд түгээхийг үүрэг, даалгавар болгосон.

Фосфат. Монгол орны нутаг фосфоритын хуримтлал үүссэн геологи, хангалттай нөөцтэй болохыг Оросын болон манай геологич, эрдэмтэд эртнээс судалж тогтоосон. Төрөөс уул уурхай-металлурги-химийн үйлдвэрийн цогцолборыг барьж байгуулах зорилго, ашигт малтмал, газар тариалан, хөдөө аж ахуйг хослуулан хөгжүүлэхэд зайлшгүй шаардлагатай ашигт малтмалын нэг бол фосфорит, фосфат нэгдэл бүхий апатит юм. Зэсийн баяжмал хайлуулах, боловсруулах явцад дагалдан гарах хүхрийн давхар ислийн асуудлыг фосфорын бордоо үйлдвэрлэх замаар шийдвэрлэх боломжтой. Нийт 70 гаран орд, илрэл бүхий Хөвсгөл, Завханы гэх зэрэг эртний (эдиакари-доод кембрийн) фосфоритыг зэсийн хүдрийн баяжмалд нэмүү өртөг шингээж, эцсийн бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх стратегийн чухал ач холбогдолтой.

Манган. Монгол Улсад металлургийн үйлдвэрлэл хөгжихөд чухал нөлөө үзүүлэх голдуу тунамал ба метаморфжисон тунамал гаралтай Хөх тээг, Толь булаг, Унагад, Хүрмэн-II, Бүргэд хар уул, Хүрэн толгой зэрэг манганы орд, илрэл тогтоогджээ. Манганы хүдрийн үйлдвэрлэлийн төрлүүдэд нуурын тунамал, вулканоген (гидротермаль) тунамал, хувирмал, өгөршлийн, түүнчлэн далай тэнгисийн ёроолын төмөр-манганы формацад пиролозит, псиломелан, якобсит, манганит, браунит, гаусманит зэрэг эрдсүүд голлодог. Түүний хайлш цохилт, доргилтыг даах чадвар, элэгдэлтэд тэсвэртэй бүтээгдэхүүн болох ба цахилгаан хэмжүүр, машин техникийн төрөл бүрийн эд ангиуд, хуурай зай үйлдвэрлэх, химийн, керамик шилний үйлдвэрт тунгалагжуулагч, электродууд бэлтгэх зэрэгт ашиглаж байна.

Берилли. Эдийн засгийн нөлөөлөл, нийлүүлэлтийн эрсдлийн зэргээр стратегийн ач холбогдолтой эрдсийн түүхий эдийн нэг болох берилли бол манай орны ховор металлт боржингийн пегматитуудад Төвийн, Егзөр, Өндөрцагаан зэрэг грейзений, Булагт, Хутаг уулын пегматит дахь усан биндэрьяа, ховор металлын эрдэс агуулсан кварцын судлууд жижиг дунд ширхэгтэй боржинд агуулагддаг нь эрлийн түвшинд судлагдсан.

Хром. Түүний гол хэрэглэгчид нь Ази тивд шилжих болсонтой уялдан манай орны нутаг дэвсгэрт хромын хүдрийн эрэл, хайгуулыг өсгөх хэрэгцээ бий. Монгол орны хромитын орд, илрэлүүд нь ихэнхдээ Альпийн төрлийн гипербазитын, магнигаар баялаг чулуулаг болох дунит, оливиноор баяжсан гарцбургит зэрэгтэй холбоотой гэжээ. Наран, Ногоон толгой, Сулинхээр, Хавцал, Дүмбэрэл уул, Уул хийдийн илрэлээс гадна Жонгийн голын хөндийн шижирмэгийн хромитыг дурдаж байна.

Никель, кобальт. Монгол орны нутаг дэвсгэрт никелийн жижиг хэмжээний орд, мөн никель, кобальтын хүдэржилт бүхий 20 гаруй илрэл нь эртний далайн царцдас болох офиолитын бүсийг дагаж Баянхонгор, Хантайшир, Нэмэгт зэрэг бүсүүдэд илэрснээс гадна суурилаг болон хэт суурилаг найрлагатай интрузив чулуулагтай холбоотой илрэлүүд Завханы Оюу толгой, Хөтөлийн Номгон, Дарвийн нуруунд тогтоогджээ.

Дэлхийд үйлдвэрлэж байгаа цахилгаан хөдөлгүүрт автомашины багтаамж өндөртэй зай хураагуурын үйлдвэрлэлийн өсөлт 2015 онд 3%, харин 2020 онд 5% байсан бол 2025 онд 18%-т хүрэх, лити-ионы зай хураагуурт никелийн агуулга 2016 онд 38% байсан бол 2025 онд 76%-д нь никель агуулагдахаар байгааг таамаглажээ.

Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангиллыг тухайн төрлийн ашигт малтмалд хэрэглэх “Аргачилсан зөвлөмж-IV”-ийг гүйцэтгэгчид

№	Төрөл	Боловсруулсан	Шинжээч
1	Фосфат (фосфорит)	Д.Алтанхуяг, дэд профессор, доктор (Ph.D), зөвлөх геологич; Ч.Бямбажав, геологич	Ш.Баттүвшин, мэргэшсэн геологич
2	Манган	Г.Ухнаа, профессор, доктор (Ph.D), зөвлөх геологич, Б.Алтанзул, дэд профессор, доктор (Ph.D), зөвлөх геологич	Г.Дамдин, зөвлөх геологич
3	Берилли	Д.Доржготов, доктор (Ph.D), зөвлөх геологич; П.Наранхүү, геологич	Ж.Сүх-Очир, мэргэшсэн геологич
4	Хром	Б.Баасан, зөвлөх геологич П.Батчулуун, зөвлөх геологич	Х.Баярхангай, зөвлөх геологич
5	Никель, кобальт	С.Жаргалан, профессор, доктор (Ph.D), зөвлөх геологич, Б.Энхжаргал, доктор (Ph.D)	Ж.Тогтох, зөвлөх геологич

Тухайн төрөл тус бүрд “Хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа” бүлэгт зөвлөх инженер, баяжуулагч Ш.Чимгээ, “Ордын гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн ба байгалийн бусад нөхцлийн судалгаа” бүлэгт профессор, доктор (Ph.D), зөвлөх инженер, гидрогеологич Д.Оюун нар шинжээчийн санал, дүгнэлт өгч ажилласан.

Австрали Монголын Эрдэс баялгийн салбарын хамтын ажиллагааны хөтөлбөр (АМЕП 2)-ийн хүрээнд хоёр улсын хооронд дипломат харилцаа тогтоосны 50 жилийн ойн босгонд энэхүү төслийг хэрэгжүүлсэн ба бид “Аргачилсан зөвлөмж IV” цувралыг нэгтгэн боловсруулж Та бүхэнд үүгээр толилуулж байна.

Монгол Улсад Уул уурхайн салбар үүсгэн байгуулагдсаны 100 жилд Ашигт малтмалын ордыг эрж хайх, нөөцийг судлан тооцоолох, олборлон баяжуулахтай холбогдсон энэхүү аргачилсан зөвлөмжөөр Монголын геологичдоос эрхэм уурхайчиддаа бэлэг барья.



МОНГОЛ УЛСЫН
УУЛ УУРХАЙ, ХҮНД ҮЙЛДВЭРИЙН САЙДЫН ТУШААЛ

2022 оны 04 сарын 24 өдөр

Дугаар 176

Улаанбаатар хот

Аргачилсан зөвлөмж хүлээн авах
тухай

Монгол Улсын Засгийн газрын тухай хуулийн 20 дугаар зүйлийн 20.14 дэх хэсэг, 24 дүгээр зүйлийн 24.2 дахь хэсэг, Ашигт малтмалын тухай хуулийн 10 дугаар зүйлийн 10.1.17 дахь заалт, Эрдэс баялгийн мэргэжлийн зөвлөлийн 2022 оны ХХ-05-01, ХХ-05-02, ХХ-05-03, ХХ-05-04, ХХ-05-05 дугаар зөвлөмжийг тус тус үндэслэн ТУШААХ нь:

1. Монгол орны нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд манган, никель-кобальт, фосфат, хром, бериллийн хайгуулын ажилд хэрэглэх аргачилсан зөвлөмжийг хүлээн авсугай.

2. Энэ тушаал батлагдсантай холбогдуулан Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, зааврыг манган, никель-кобальт, фосфат, хром, бериллийн төрлийн ашигт малтмалд хэрэглэх Аргачилсан зөвлөмжийг хайгуулын ажилд ашиглах арга хэмжээг зохион байгуулж ажиллахыг Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн яамны Геологийн бодлогын газар /Б.Уянга/, Ашигт малтмал, газрын тосны газар /Л.Баярмандал/-т тус тус үүрэг болгосугай.

3. Аргачилсан зөвлөмжийг холбогдох журмын дагуу Үндэсний геологийн албаны Геологийн баримтын төв архивт хүлээлгэн өгөх, хэвлэн олшруулж нийтэд түгээхийг төсөл боловсруулагч Шинжлэх ухаан технологийн их сургуулийн харьяа Эрдэс баялгийн судалгаа, геомэдээл, сургалтын төв /Г.Ухиаа/-д даалгасугай.

САЙД



Г.ЁНДОН

ФОСФАТ

ГАРЧИГ

1. Ерөнхий ойлголтууд	8
2. Хайгуулын зорилгоор ордыг геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар бүлэглэх нь	18
3. Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүний судалгаа	20
4. Хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа	32
5. Ордын гидрогеологи, инженер геологи (геотехник), геоэкологийн ба байгалийн бусад нөхцөлийн судалгаа	40
6. Ордын нөөцийн тооцоолол ба баялгийн үнэлгээ	43
7. Ордын судлагдсан байдал	48
8. Ордын нөөцийг дахин тооцоолж, баталгаажуулах	51
9. Ашигласан материал	52
10. Хавсралт	54

Нэг. Ерөнхий ойлголтууд

1.1. Фосфор нь байгальд өргөн тархсан элемент бөгөөд дэлхийн царцдас дахь кларкийн агуулга нь 0.093% байдаг. Энэ элемент нь дангаараа байгаль дээр тохиолддоггүй бөгөөд үндсэндээ фосфор агуулсан эрдэс болох апатиттай чулуулаг болон фосфорит нь хүдэр болдог. Олборлосон нийт фосфоритын түүхий эдийн 90%-ийг бордоонд ашигладаг байна. Фосфорын нэгдлийг химийн үйлдвэрлэл, анагаах ухаан, металлурги болон хөдөө аж ахуйн салбарт хэрэглэдэг.

1.2. Байгаль дээр алюмосиликат дахь изоморф хольц эсвэл бие даасан эрдэс үүсгэсэн ортофосфатууд өргөн тархалттай. Фосфор агуулсан эрдсүүдээс $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$ химийн ерөнхий томъёо бүхий апатитын бүлгийн кальцийн ортофосфатууд үйлдвэрлэлийн голлох ач холбогдолтой юм.

1.3. Апатит нь акцессор эрдэс байдлаар интрузив, метаморф, тунамал, мөн цаашлаад эффузив чулуулагт тааралддаг. Энэхүү акцессор эрдэс нь апатит болон фосфоритын хүдрийн фосфор агуулсан үндсэн эрдэс болдог. Апатитын хүдэрт нефелин, эгирин, диопсид, ильменит, сфен, зарим карбонатууд болон бусад эндоген гаралтай эрдсүүд нь ассоциац буюу хам үүсэлтэй.

Тунамал чулуулаг дахь фосфоритын хүдэрт 1/3 болон түүнээс их хувийг нь кальцийн фосфат (P_2O_5 агуулга 12% болон түүнээс их хувь) эзэлнэ. Кварц, халцедон, опал, кальцит, доломит, глауконит болон бусад эрдэс хамт тохиолдох нь элбэг. Үйлдвэрлэлийн хувьд ач холбогдолтой апатитын 5 төрөл тогтоогдсон байдаг. Эдгээр нь фторапатит – $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$; франколит – $\text{Ca}_{10}\text{P}_5.2\text{C}_{0.8}\text{O}_{23.2}\text{F}_{1.8}(\text{OH})$; курскит – $\text{Ca}_{10}\text{P}_{4.8}\text{C}_{1.2}\text{O}_{22.8}\text{F}_2(\text{OH})_{1.2}$; гидроксилапатит $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$; карбонатапатит – $\text{Ca}_{10}\text{P}_6\text{CO}_{23}(\text{OH})_3$ юм.

Фосфат эрдсүүдийн хувьд түүний найрлага дахь бүрдвэрүүд нь өргөн цар хүрээнд түрэгддэг. Тухайлбал фосфор нь нүүрстөрөгч, стронци, хүхэр, цахиураар, фтор нь гидроксилоор, харин кальци нь натри, стронци мөн хөнгөнцагаанаар түрэгдэнэ. Баяжуулах процессын үед фосфор нь өөр бусад болон хольц элементээр түрэгдэж болно. Тухайлбал U, TR, Sr, ховроор V, Ti, Zr, Au, B, Li, Pb, As, Ag, Mo, Ni, Co, Se зэргийг дурдаж болно. Уран нь фосфоритод тохиолдохдоо апатитын талстын оронд торонд суусан байдаг ба ураны агуулга нь 0.0001%-0.052% хооронд хэлбэлздэг байна. Тэнгисийн гаралтай фосфоритод газрын ховор элементүүд (иттри, цери) 0.06%-0.10%, стронци 0.02%–0.36% агуулагдана.

Фосфоритын хүдрийн ордын хувьд P_2O_5 -ын нөөцийн хэмжээгээр нь маш том ордод 100 сая тн-оос их, том хэмжээтэй ордод 100-50 сая тн, дунд хэмжээний ордод 50-10 сая тн, жижиг ордод 10 сая тн-оос бага хэмжээтэй нөөц бүхий ордыг хамааруулна. Харин хүдэрт фосфорын тавч исэл P_2O_5 -ын агуулга нь >28% бол баян (урьдчилсан баяжуулалт хийлгүйгээр хүчлийн боловсруулалтад оруулах боломжтой), 18%-28% ердийн, 8%-18% ядуу, харин 2(3)%-8% тохиолдолд маш ядуу хүдэрт хамааруулдаг.

1.4. Фосфатын ордыг үүссэн нөхцлөөр нь магмын, карбонатитын, хил зааг-метасоматитын, тунамал, метаморфоген болон өгөршлийн гэж хуваана.

Тухайлбал зарим улс оронд дараах үйлдвэрлэлийн төрлүүдийг ялгасан байна. (Хүснэгт-1).

**Фосфатын ордын үйлдвэрлэлийн болон
хүдрийн технологийн төрлүүд**

Хүснэгт 1

Ордын гарал үүсэл	Ордын хүдэр-формацын төрөл	Хүдрийн байгалийн (эрдсийн) төрөл	Дундаж агуулга P ₂ O ₅ , %	Хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрөл	Ордын жишээ
Магмын	Сиенит-диорит дахь пласт-линз хэлбэрийн	Апатит	3.5–5	Агрохимийн фосфат	Ошурковск, Уктусск (ОХУ)
	Йолит-уртит дахь пласт-хэвтэш	Нефелин-apatит	4–18	Агрохимийн фосфат	Хибинскийн бүлэг (ОХУ), Хөвсгөл-?
	Хэт суурилаг чулуулаг дахь линз-пласт хэлбэрийн	Ильменит-титаномагнетит-apatит	3.5–6	Агрохимийн, титан-төмөр-фосфатын (флотацын)	Кручининск, Жугжурскийн бүлэг орд (ОХУ)
Карбонатын	Хэт суурилаг, хүчиллэг чулуулаг, карбонатит дахь хоолой хэлбэрийн болон штокверкийн	Фоскорит, (магнетит-apatит болон вермикулит-apatит)	3.5–8	Агрохимийн циркон-төмөр-фосфатын (соронзон-флотацын)	Ковдор (ОХУ), Их Саян Мушгай худаг, Баянхошууны апатит толгой
		Нельсонит (магнетит-apatит), фенит (эгирын-apatит)	3.5–8	Агрохимийн төмөр-фосфат (соронзон-флотацын)	Маймечка-Котуйскийн бүлэг орд (ОХУ)
		Пирохлор-apatит	3.5–15	Агрохимийн ниобий-фосфатын (хүндийн хүч-флотацын)	Белозиминск (ОХУ) (Лугийн гол-?) (МУ)
Тунамал (тэнгисийн)	Цахиур-карбонат чулуулаг дахь геосинклиналь пласт	Фосфорит (жигж мөхлөгтэй)	18–30	Агрохимийн, фосфат (флотац-хүндийн хүчний)	Кара-Тау (Казахстан), Белкинск, Сейбинск, (ОХУ) Хар нуур (МУ)
		Фосфорит (мөхлөгт)	17–32	Агрохимийн, фосфат (флотац-хүндийн хүчний)	Джерой-Сардаринск (Узбекистан)
	Элсэн чулуу-карбонат чулуулаг дахь платформын пласт/давхарга	Фосфорит (хясаархаг)	3–20	Агрохимийн, фосфат (флотац-хүндийн хүчний)	Кингисеппск (ОХУ)
		Фосфорит (булцруут желвак)	12–13	Агрохимийн фосфат (элэгдлийн, флотац-хүндийн хүчний)	Егорьевск, Вятско-Камск (ОХУ)
		Фосфорит (элсэн чулуу-мөхлөгт)	5–14	Агрохимийн фосфат (флотац-хүндийн хүчний)	Унечск (ОХУ)
Метаморф	Гангит дахь пласт хэлбэрийн хэвтэш	Фосфорит	5–24	Агрохимийн фосфат (флотац)	Слюдянск (ОХУ), Чулак-Тау (Казахстан)

Үлдэгдэл-шүүгдэлт (өгөршлийн)	Карбонат-терриген болон бялхмал чулуулаг дахь тохош хэлбэрийн	Фосфорит, апатит-франколит	11-22	Агрохимийн фосфат (флотац-хүндийн хүчний)	Телекс, Ашинск, Обладжанск, Ковдор, Ухаа гол (ОХУ)
-------------------------------	---	----------------------------	-------	---	--

Магмын гарал үүсэлтэй ордын гол хүдэр нь апатит ба апатит-нефелинт, апатиттай болон апатит агуулсан комплекс хүдрийн төрлүүдэд хуваагдана.

Нефелин-apatитын хүдэртэй Хибинскийн бүлгийн (Кукисвумчорр, Юкспор, Апатитын цирк, Плато Расвумчорр) орд нь энэ төрлийн тод жишээ болох ба төв хэсэгт нь байрлах нефелин-сиенитийн интрузивтэй холбоотой. Эдгээр ордын онцлог шинж нь хүдрийн бүс суналын дагуу (2-4 км) хүртэл урт сунан үргэлжлэх ба уналын дагуу (1-2 км), хүдрийн биетийн зузаан нь харьцангуй тогтвортой (100-200 м), бүслүүрлэг тогтоцтой, P_2O_5 агуулга нь баян хүдэртээ 29% хүрэх ба ядуу хүдэрт 5% хүртэл байна. Хүдрийн биетийн дотоод тогтоц огцом өөрчлөлттэй, олон салаалсан, морфологийн хувьд өөрчлөлттэй байдаг. Нефелин-apatитын хүдрийн апатит дахь газрын ховор элементүүд, стронци, фтор болон сфен дэх титан, ниоби, тантал болон титаномагнетит, эгирин нь практик ач холбогдолтой.

Апатитын хүдрийн (Ошурковск, Уктусск) ордууд нь апатитын шигтгээлэг, сарнимал хүдэржилт агуулсан диорит ба сиенитийн массив, метасоматит ба бусад чулуулагт агуулагдана. Харьцангуй ядуу P_2O_5 агуулгатай, баяжигдах хүдрийн эзлэх хувь хэмжээ бага зэрэг нь үйлдвэрлэлийн хувьд сонирхолгүй мэт боловч газарзүйн тохиромжтой байдал, эдийн засгийн ба олборлолтын үеийн уул техникийн нөхцөл тааламжтай, хялбар баяжигдах хүдрийн хангалттай хэмжээний нөөц тогтоогдсон тохиолдолд ийм төрлийн орд нь үйлдвэрлэлийн хувьд үр ашигтай төрөл болж болно.

Комплекс хүдэртэй магмын гарал үүсэлтэй ордуудад апатит-нефелин-ховор металлын, апатит-магнетитын, апатит-титаномагнетитын, апатит-титаномагнетит-ильменитын хүдэржилттэй ордууд хамаарна. Энэ төрлийн ордын хүдрийн дундаж агуулга (P_2O_5 3-5%) харьцангуй бага, тархалтын вариаци маш их хэлбэлзэлтэй байдаг хэдий ч сарнимал хүдэржилт бүхий асар том талбайд массаар олборлолт явуулан комплекс хүдрээс апатитыг эдийн засгийн хувьд үр ашигтай дагалдах байдлаар ялган авах боломжтой гэж үздэг.

Монгол оронд ийм төрлийн апатит бүхий хүдэржилт байх боломжтой.

Карбонатит гарал үүсэлтэй орд нь апатит-флогопитын (Маймеча-Котуйск муж), апатит-магнетитын (Ковдорск), апатит-ховор металл-магнетитын (ӨАБНУ-ын Палабора) болон апатит-ховор металлын хүдрийн төрлүүдтэй. Хүдэр дэх апатитын агуулга нь дунджаар 5%-10% байна. Хүдрийн биет нь үүр, шток, судал, хоолой хэлбэртэй. Хүдрийг баяжуулахад хүндрэлтэй ч, их хэмжээний нөөцтэй үед баяжуулах технологийн зөв шийдлээр олборлоход практик ач холбогдол өндөртэй байдаг.

Манай орны Өмнөговийн Мушгай худагийн бастнезиттай карбонатит, шүлтлэг бүрдэлтэй холбоотой хүдэржилт нь апатитаар баяжсан бөгөөд фосфор (P_2O_5 0.4%-1.4%), фтор (F 0.2-2.35%), стронци (SrO 0.3-1.3%), бари (BaO 0.2-0.8%) болон

ГХЭ агуулга өндөртэй ордод хамаардаг байна. Мушгай худаг дахь апатитын хүдэржилтийг дотор нь апатитын ба магнетит-флогопит-apatитын гэсэн хоёр дэд төрөлд хуваан үзэж болно. Зарим судлаачид магнетит-apatитын, флюорит-целестин-магнетит-apatитын, цэвэр апатитын, флогопит-apatитын, хээрийн жоншт-apatитын төрөл эрдсийн найрлагаар нь ялгасан байдаг. Апатитын хүдэр, шигтгээлэг, үүр-шигтгээлэг, үүр, заримдаа судаллаг байдлаар тод илэрхийлэгддэг эрдэсжилтэй, жигд бус түвшинд апатитаар болон түүний дагалдах эрдсээр ханасан байдаг. Апатитын хүдэр дэх газрын ховор элементийн гол хуримтлуур эрдэс нь апатит өөрөө юм. Уг эрдэс нь флогопит, магнетит ба хээрийн жоншит хүдрийн төрөл дагаж нефелин сиенитэд илэрнэ.

Мушгиа худагийн ордын хэмжээнд Хүрэн хад хүдрийн бүс нь газрын ховор элементийн агууламж хамгийн өндөртэй нь бөгөөд тектоникийн деформац, тасралтат эвдрэлд харьцангуй бага өртсөн, сиенитийн массивын зүүн урагшаа түрж орсон 150 м орчим өргөн, хошууны төгсгөл дээр сиенитийн хил заагийг даган огцом эргэж антиклинал маягийн структурыг үүсгэсэн байдаг. 5 давхар хүдрийн биетээс газрын гадаргууд зөвхөн 2-р биетийн төвийн хэсэг цухуйж “Апатит уул” хэмээн нэрлэгдсэн жижиг толгойг үүсгэсэн байдаг. Эдгээр хүдрийн биетийн зузаан нь 5-30 м бөгөөд нарийсч бүдүүрсэн, зарим хэсэгтээ тасарсан давхар пластууд байдлаар илэрдэг ба антиклиналын баруун урд жигүүр 220°-ын чигт 70°-75°-аар, зүүн хойт жигүүр нь 45°-ын чигт 70°-75°-аар босоодуу унасан тогтоцтой байдаг. Хүдрийн биетүүд апатит, магнетит-флогопит-apatитаас голлон тогтох бөгөөд минералог, петрографийн шинжилгээний үр дүнгээс харвал микроклин, амфибол, пироксен оролцсон сиенит, нефелин сиенит, гипс, ангидрит, целестин, барит бүхий газрын ховор элементийн хүдэржилтэд апатит ямар нэгэн хэмжээгээр хамт үүссэн байна.

Төмөрлөг фосфат ихээхэн бутарч нунтаглагдсан апатиттай чулуулагт тогтоогдсон. Апатит агуулсан чулуулгийн гиперген процессын нөлөөгөөр жижиг ширхэгтэй цайвар шар эрдэс нь микрозондын шинжилгээгээр 16.6% газрын ховор элемент, 40.8% (P_2O_5), 37.35% төмрийн дутуу исэлтэй байна. Энэ эрдсээс гадна мөн жижиг ширхэгтэй, цайвар бор өнгөтэй апатитын (талстын) бичил ан цавыг дүүргэсэн “хоёрдогч фосфат” бас тохиолдоно. Дээрх хоёр эрдсээс өөр далд талстлаг, бичил судлын орон зайг дүүргэж хөгжсөн “ногоон фосфат” штаффелит ховроор тэмдэглэгддэг байна.

Метаморфоген гарал үүсэлтэй апатитын хүдрийн орд нь фосфоритын региональ болон хил заагийн метаморфизмын нөлөөгөөр үүсдэг. Ихэвчлэн 1-15 м зузаантай пласт, пласт маягийн хэвтэш хэлбэрийн биетүүд үүсгэнэ. Заримдаа апатитын хүдэр нь суналын дагуу сул метаморфижсон фосфоритын төрөлд шилжсэн байдаг. Хүдэр дэх апатитын тархалт нь харилцан адилгүй, P_2O_5 дундаж агуулга нь тогтворгүй, Слюдянск ордод P_2O_5 -ын агуулга 5.4% байдаг бол Казахстаны Чулак-Тау ордод 20-24% хүрдэг байна.

Өгөршлийн гадаргын ордууд нь агуулагч чулуулаг болох шохойн чулуу, доломит, мергель уусах процесст орж улмаар фосфат бодисууд баяжих замаар үүснэ. Эдгээр ордууд нь ихэнх тохиолдолд апатит агуулсан карбонатит

массивуудтай холбоотой байх боловч бусад төрлийн ордын өгөршлөөр ч үүсдэг. Жишээлбэл Вьетнам улсын метаморфоген ордуудын өгөршлөөр Лаокайн апатит агуулсан сав газарт хүдрийн биетийн зузаан нь 10-30 м, P_2O_5 агуулга нь 4-14%-д хэлбэлзэнэ. Зарим тохиолдолд апатитын өгөршлөөр франколит үүсч, апатит-франколитын маш баян хүдэр (Ковдорск орд) үүснэ.

Тунамал орд нь фосфоритын хүдрээс тогтоно. Атираат мужуудад мөхлөгт, микромөхлөгт хүдэр үүсгэдэг бол эртний хавтан, платформын бүсүүдэд толболог, хясаархаг текстурт хүдэр үүсгэнэ.

Мөхлөгт фосфорит бүхий орд нь дэлхийн хэмжээн дэх нийт фосфоритын түүхий эдийн нөөцийн дийлэнх хувийг эзэлнэ. Энэ төрлийн ордын томоохонд тооцогдох ордууд нь 5.1 тэрбум тн нөөцтэй Араб-Африкийн бүсийн Баруун сахар, Марокко, Алжир, Сири, Ирак, Египт, Тунис зэрэг оронд тогтоогдсон. Фосфорит нь хожуу цэрд, палеоцен, эоцен, миоцений настай гүехэн усны гипс, шавар, доломит, цахиур, органиген шохойн чулуу, мергельд их хэмжээгээр тархан агуулагдана. Фосфоритын хүдрийн биетийн зузаан нь 1.5-12 м хүрэх бөгөөд ховроор 40 м хүрнэ. Ихэнх тохиолдолд хүдэр нь сэвсгэр, эсвэл усанд амархан задардаг тул энгийн аргаар кондицийн шаардлага хангасан баяжмал гаргах боломжтой. Фосфатын мөхлөгт P_2O_5 агуулга нь 24-36%, хүдэрт 17-32% байдаг бол загасны ясанд 20% хүртэл агуулагдана.

Дундад Азийн фосфоритын сав газрын Кызылкумск болон Сырдарийн дүүрэг дэх (Узбекистан) ордууд нь мөн мөхлөгт фосфоритын төрөлд хамаарна. Хүдэр нь биоморф мөхлөгүүд болох фораминифер, птеропод, копролит болон пеллециподыг түрэн эсвэл дүүргэн үүссэн карбонат-фосфат болон монофосфат псевдоморфозууд байна. Украин ба зэргэлдээ Брянск мужид 1980-аад онд илрүүлсэн Унечск ордын элсэрхэг-мөхлөгт фосфорит нь арай өөр геологийн тогтоцтой. Тухайлбал энэ орд нь титан-циркон-фосфатын найрлагатай, хэсэгчилсэн мөхлөгт, хайрган фосфоритоос тогтох шороон орд юм.

Микро мөхлөгт фосфоритын орд нь Америк (Скалист уулын сав газар), Хятад (Янцзыгийн сав газар), Монгол (Хөвсгөл, Завханы сав газар), Австрали (Жоржинагийн сав газар), Энэтхэг (Раджастан, Удайпур), Казахстан (Каратаугийн сав газар) зэрэг улсуудад өргөн тархсан. ОХУ-д энэ төрөлд Хөвсгөлийн сав газрын үргэлжлэл Буриадын Зүүн Саяны (Ухаа гол, Хар нуурын ордууд), Алтай-Саяны дүүргийн Белкинск, Сейбинск зэрэг орд хамаарна. Микро мөхлөгтэй, афанитын төрлийн фосфоритын хүдэр нь ихэнх тохиолдолд доломит, шохойн чулуу, фосфат-цахиур болон кварц-гялтгануурт занар, органик гаралтай цахиурлаг чулуулаг (радиолярит, спонгалит)-т агуулагдах үйлдвэрлэлийн ач холбогдол бүхий 1-6 хүртэл тооны, 0.5-25 м зузаантай давхарга маягийн хүдрийн биетүүд үүсгэсэн. Цахиурлаг-карбонат, карбонат формацын ордын хүдэр дэх кальцийн фосфат нь 0.01-1.0 мм хэмжээтэй, монофосфорын оолит ба пеллетээс тогтсон монофосфат нь 1 мм-ээс 1 см хүртэл зузаантай нимгэн үеүд үүсгэдэг, хүдэр дэх P_2O_5 дундаж агуулга нь 14-24%-д хэлбэлзэнэ.

Тунамал фосфоритын сонгодог жишээ бол Тува-Монголын хэмжээнд эдиакари-кембрийн Хөвсгөл группийн Хэсээн формацын терриген-карбонат

хурдас бүхий 300 км урт, 100 км өргөнтэй Хөвсгөлийн (ОХУ-д Окины) фосфоритын сав, Төв Монголд Цагаанолом, Баянгол формацын Завханы сав газар юм.

Хөвсгөлийн сав газрын хэмжээнд хамгийн томоохонд тооцогдох Хөвсгөлийн ордод фосфоритын давхарга нь 100 м орчим зузаан шохойжингийн горизонтууд бүхий доломитоор, Бүрэнхааны ордод шохойжин голлож, цахиур ба нэвчилт (инфилтрац)-ийн фосфоритын жигд бус горизонтууд ажиглагдана.

Хөвсгөлийн савын фосфорит нь афанит (дан фосфат)-лаг үеллэг, бичил мөхлөгт, мөхлөгт (пеллет), мөн брекчлэг, хэмхдэст төрлүүдийг ялгасан. Мөхлөгт фосфоритод пеллет ба оолит (0.05-0.2 мм) байдаг бол структургүй, дан фосфатын хувьд электрон микроскопоор колломорфлогдуу текстурт, цацраган агрегаттай ба 0.5-1.0 микрон апатитын талстуудаас тогтдог. Дан фосфатлаг, үеллэг, брекчлэг фосфорит дахь P_2O_5 агуулга нь 20-40%, харин мөхлөгт фосфоритод 5-26% байдаг. Хүдрийн хольц элементэд U, V, Mo, Ag, Ni, Zn зэрэг нь илүү өндөр, мөн Pb, Sn, Co, Cr, Cu, Mn, Sr (0.03-1.0%), Th, Ba (<0.27%), F (1.37%) тогтоогддог.

Фосфоритын бүрэлдэхүүн нь цахиурлаг (халцедон, кварц нь 5-85%), карбонат (доломит, кальцит нь 5-50%), фосфат (фторапатит, фтор-гидроксилапатит изоморф нь 10-98%) эрдсүүдийн харьцаагаар тодорхойлогдох ба хольц (пирит, лимонит, серицит, усан гялтгануур, шаварлаг эрдсүүд <10%), аксессуар эрдэс (рутил, сфен, шпинель, флогопит, амфибол, пироксен, гранат) мөн органик бодис (0.05-5.0%) тохиолдоно. Гарал үүслийн хоёр үндсэн төрөл ялгагдаг. 1. Далай тэнгисийн тунамал (хемоген ба кластоген), 2. Эх газрын хоёрдогч гаралтай (карстын, шүүгдлийн-метасоматит).

Бүрэнхааны ордын хэмжээнд нарийвчилсан хайгуулаар (Осокин нар, 1985) нийт 10 гаран бие даасан хэсэгт 192.24 ($B+C_1+C_2$) сая тн хүдэр бүхий геологийн нөөц, мөн тийм хэмжээний баялгийг тогтоож, нийт 20 гаран хэсэгт үнэлгээ өгсөн. Хэсээн формацын фосфорит агуулсан доод мэмбэрийн дунд багцын 30-260 м хүртэл зузаан, 1-3 км урт нэгэн жигд хар өнгийн бүдүүн хавтант шохойжин үргэлжилнэ. Мөн доломитод онколит бүхий хэсгүүд (6, 10, 11, 14, 19) тохиолдоно. Ордын хэмжээнд 1.75-136.6 м зузаантай, 530-2700 м урт фосфоритын 5 давхарга тогтоогдсон. Хүдэр нь карбонат-цахиурын (46%), цахиурын (31%), карбонатын (11%), монофосфатын (12%) төрөлд хамаардаг.

Ордын хэмжээнд фосфорит агуулсан 3 түвшин ялгасан. Доод ба дээд түвшин нь седиментацийн давхаргын (хемоген ба кластоген), харин дунд түвшин нь (зарим хэсэг нь) хоёрдогч гаралтай (карстын) фосфорит агуулсан. Агуулагч чулуулаг нь үндсэндээ шохойн чулуу, доломит, шохойлог конгломерат, элсэн чулуу, алевролит, брекчи бөгөөд тэдгээр нь заримдаа цахиуржсан, эсвэл цахиурын үеүд агуулсан.

Завханы сав газар нь 20 гаруй мянган км², изометрлэгдүү талбайг хожуу протерозой-түрүү палеозойн (эдиакари-түрүү кембри) Цагааноломын эх газрын хотгор, палеоазийн далайн шельфийн строматолит, онколитын олдвороор баталгааждаг. Энд фосфоритын хүдэр Цагаанолом формацын цахиурлаг-доломит ба Баянгол формацын карбонат-терриген чулуулагт ерөнхийдөө цахиурлаг,

нүүрстөрөгчит-цахиурлаг занар, ногоовтор саарал, хавтанлаг аргиллиттай салаавчилсан, ихэнхдээ хэдэн метрээс хэдэн 10 м хүртэл хэлбэлзэнэ.

Завханы сав газрын хэмжээнд Алагийн даваа, Цахир уулын орд илүү судлагдсан бөгөөд "Эрдэнэт үйлдвэр" ТӨҮГ-аас 2021 онд хийсэн судалгаагаар Bruker XRD Endeavor рентген дифрактометрийн тусламжтайгаар эрдсийн шинжилгээг гүйцэтгэсэн ба хүдэрт агуулагдаж буй үндсэн эрдэс нь фторапатит ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{F}_2)$) байсан байна. Түүнээс гадна хүдэрт кварц, доломит, кальцит, мусковит, гётит тогтоогдсон ба апатитын мөхлөгүүд ихэнхдээ кварцтай задгай ургалт, харин сидерит, доломит, шаварлаг эрдсүүдийн мөхлөгүүдтэй нийлмэл, хам ургалт үүсгэсэн байна. Электрон микроскопын шинжилгээгээр мөхлөгийн 11.9% нь кварцтай, 5.3% нь кальциттай, 3.6% нь бусад эрдсүүдтэй хам ургалт үүсгэсэн. Харин химийн шинжилгээгээр хүдэрт P_2O_5 10.7% (Алагийн даваа), 17.97% (Цахир уул), мөн CaO 15.5-25.6%, SiO_2 49.9-66.8%, Fe_2O_3 0.23-0.51%, Al_2O_3 0.62-0.77% зэргээр тогтоогдсон байна. Уг ордын фосфоритын хүдэрт хийсэн баяжигдах шинж чанарын лабораторын түвшний судалгаагаар 28-30% P_2O_5 агуулгатай фосфатын баяжмалыг гарган авсан.

Тухайлбал Монгол орны хэмжээнд хожуу протерозой-түрүү палеозойн фосфоритын тунамал хуримтлал байж болох хэтийн төлөвтэй талбайд Дундговийн дүүргийн цахиурлаг карбонат (Оорцог формац)-ын чулуулгийг нэрлэж болно.

Мөн орчин үеийн болон цэрдийн хурдас хуримтлалд үүссэн төмөр-манганы хүдэржилттэй орон зайн хамаарал бүхий хүдэржилт тогтоогдох боломжтой. Үүний жишээ нь Говьсүмбэр аймагт Ихэр нуурын талбайд P_2O_5 1.53-2.56% тогтоогддог ба өмнө <24.08% гэж тэмдэглэгдэж эрлийн ажил хийгдэж байсан.

Платформын булцруут (конкреци) фосфорит (Москва орчимд Егорьевск, Брянск орчимд Полпинск, Киров орчимд Вятско-Камск)-ын орд нь элсэрхэг-шаварлаг чулуулагт фосфоритын хүдэр конкрец үүсгэн цементлэгдсэн байна. Конкрец дэх P_2O_5 агуулга 15%-26%, хүдрийн хэвтэш хэлбэрийн биетэд 6%-10%, зарим ордод 16% хүрэх ба фосфоритын хэвтэшийн зузаан нь 0.5-1.2 м байдаг. Энэ төрлийн ордын фосфор нь 0.5 мм-ээс том хэмжээтэй фракцад хамаарна. Фосфат бодисын 30%-40% нь лимоны өнгөт уусмалын хэлбэрт орших нь ургамалд шимэгдэх шинж чанар маш сайн болохыг харуулна.

Хясаархаг фосфорит нь элс эсвэл элсэн чулуунд их хэмжээгээр хуримтлагдсан хясааны бөөгнөрөл юм. Үйлдвэрлэлийн ач холбогдол бүхий хүдрийн биетийн зузаан нь 1-14 м байх ба P_2O_5 агуулга 3%-20%, эрдэслэг бүрэлдэхүүний хувьд кварц давамгайлсан хүдрийн төрөлд хамаарна. Энэ төрлийн ордыг Балтын тэнгис орчимд, Эстони улс (Маарду, Тоолсе, Раквере-Кабала ордууд), мөн Санкт-Петербургийн орчимд илрүүлсэн байдаг.

Үлдэгдэл-шүүгдэлт (өгөршил)-ийн төрлийн орд нь фосфорит агуулсан эртний карбонат, цахиур-карбонат формациудын өгөршлийн процессын үр дүнд үүснэ. Хоёрдогч фосфоритын хуримтлал газрын гадаргаас 0.5-15 м хүртэл гүнд үүсэх ба зузаан нь хэдэн арван м хүрэх ч маш тогтворгүй. Фосфорит нь терриген болон бялхмал чулуулагтай үүсгэх карбонат чулуулгийн хил зааг орчимд үүссэн карстын хөндийд голдуу сэвсгэр масс хэлбэрээр оршино. Мөн шороон, шаварлаг,

чулуурхаг гэх мэт ангилагдах ба P_2O_5 агуулга 30% хүрнэ. Фосфатын эрдсийн гол төлөөлөл нь карбонатгидроксилфторapatит – $9Ca(PO_4)_2CaF_2 \cdot Ca(OH)_2 \cdot CaCO_3$ юм.

Хоёрдогч гарал үүсэлтэй, карстын буюу механикийн ба химийн замаар дахин хуримтлагдсан төрөл нь залуу (палеоген-дээд дөрөвдөгч) мөн палеозой-мезозой, эртний гаралтай байдаг нь Хөвсгөлийн ордуудад тэмдэглэгдсэн. Бүрэнхааны 3, 4, 13 дугаар хэсэгт 1 мм-ээс 15 см хүртэл хэмжээтэй хэмхдэсүүд 2.5 м-ээс эхлэн 50-80 м хүртэл гүнд тогтоогддог.

1.5. Апатитын ба фосфоритын хүдрийг практикт комплекс түүхий эд гэж үзэх ба фосфороос гадна дайвраар фтор, стронци, газрын ховор элементүүд, титан, ниоби, тантал болон бусад элемент болон нэгдлийг гарган авах түүхий эд болгон ашигладаг. Уламжлалт бус ураны нөөц баялаг нь фосфоритын ордтой холбоотой.

Монгол орны фосфоритын ордуудын геологийн тогтоц, хүдрийн төрлийг хүснэгт 2-т харуулав. Бүрэнхааны ордод P_2O_5 -ын захын агуулга 10%, нөөц бодсон хэсэгшил дэх үйлдвэрлэлийн хамгийн бага агуулга 16.0%, хүдрийн давхаргын хамгийн бага зузаан буюу кондицийн бус хүдэр болон хоосон чулуулгийн хамгийн их зузаан 5.0 м, хуулах хөрсний хязгаарын коэффициент $10 \text{ м}^3/\text{тн}$, мөн хортой компонент MgO -7.0% ихгүй, CO_2 -20.0% ихгүй, Fe_2O_3 -1.3% ихгүй, үл уусах үлдэгдэл (ҮҮҮ)-30.0% ихгүй байхаар тооцсон байна.

Завханы Алагийн даваа, Цахир уулын ордод захын агуулга P_2O_5 10%, хэсэгшлийн дундаж агуулга 16%, хамгийн бага зузаан 5%, эзэлхүүн жин $2.75 \text{ т}/\text{м}^3$.

Монгол орны фосфоритын ордуудын товч тодорхойлолт, төрөл

Хүснэгт 2

№	Ор-дын нэр	Хүдрийн найрлагын төрөл	Үндсэн болон дагалдагч бүрдвэр	Ашигт бүрдвэрийн агуулга	Хүдрийн биетийн хэлбэр ба хэмжээнүүд	Олборлох арга, технологи	Баяжуулах, боловсруулах технологийн төрөл	Бүртгүүлсэн нөөц, баялаг
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Бүрэнх аан Хэсэг 1-21	Карбонат зузаалаг дахь фосфорит агуулсан (цахиурлаг-карбонатлаг-фосфат) чулуулаг. Хольц (пирит, лимонит, серицит, усан гялтгануур, шаварлаг эрдсүүд <10%), акцессор эрдэс (рутил, сфен, шпинель, флогопит, амфибол, пироксен, гранат) мөн органик бодис (0.05-5.0%).	P ₂ O ₅ -аас гадна U, Th, Sr, Be, мөн MgO (0.4-7.75%), CO ₂ (0.43-20.50%), Fe ₂ O ₃ (0.25-6.21%), Al ₂ O ₃ (0.44-7.57%), YYY (16.27-39.10%), F (1.46%)	P ₂ O ₅ - 21.08%	Фосфорит нь (Хэсээн ба Эрхил нуур формац) 5.0-100.0 м хүртэл янз бүрийн зузаантай, 1.0-3.0 км үргэлжилсэн давхарга, эсвэл тэгшитгээр мөшил хэлбэртэй. Карбонат зузаалаг дахь фосфорит агуулсан багцын зузаан 30.0-270.0 м, урт 0.5-3.5 км-т хэлбэлзэнэ. Түүний бүтцэд давхарга, давхарга хэлбэрийн биет, янз бүрийн өргөн, уртай хүдрийн биет ба фосфоритын давхаргын тоо ашигт зузаалаг тогтмол биш, 1-4 давхарга ялгадаг ба зузаан нь 5.0-108.0 м, дунджаар 11.0 (22.0)-50.0 м хүрнэ.	Ил уурхай-карьер малтаж ашиглах	Хамгийн тохиромжтой нь суспенз-флотацийн хосолсон арга гэж үзсэн. P ₂ O ₅ -14-25% хүдрээс 25-31% агуулгатай баяжмал гаргаж, P ₂ O ₅ -ыг 57-90% хүртэл баяжуулсан. Баяжмалын гарц 62.0%. Шар фосфор гаргаж тэжээлийн фосфатын үйлдвэрлэлд ашиглана.	ГУУҮЯ-ны ШУТЗ-ийн 1984 оны ПКЗ №152 протоколоор балансын нөөц В+С ₁ +С ₂ =192.24 сая.тн хүдэрт Р ₂ O ₅
2	Онги-лог нуур	Карбонат зузаалаг дахь фосфорит агуулсан чулуулаг. Монофосфат-9-14%, цахиурлаг-1.3% карбонатлаг-2-42%.	P ₂ O ₅ 18.28-35.13%, MgO-1.81-11.23%, CO ₂ -8.00-25.25%, YYY-0.76-3.26%, CaO-33.0-48.25%, Al ₂ O ₃ -0.28-3.32%, Fe ₂ O ₃ -0.33-2.75%	Ширхэглэг доломит той фосфорит P ₂ O ₅ -46%, оолит-ширхэглэг доломит той фосфорит- P ₂ O ₅ 10-33%, брекчлэгдсэн афанит-лаг фосфорит P ₂ O ₅ 50%	Орд 5 давхарга: I (доод) давхарга нь нарийн үеллэг буюу үеллэг, мэшил-үеллэг; брекчлэг. Зузаан 1.6-28.2 (11.8) м. II давхарга нь фосфат агуулсан доломит, доломитжсон цахиур. Үеллэг, мөшил-үеллэг, ховроор мөшил хэлбэрийн хар өнгийн фосфоритын үе, фосфатын мөхлөг, бараан өнгийн доломит. Зузаан нь 8.2 м, урт нь 5.4 км. P ₂ O ₅ -16.34%. III давхарга нь фосфат агуулсан доломит, зузаан 1.0-40.0 (14.6) м, урт нь 2.0 км, P ₂ O ₅ 17.23%. Үеллэг, мэшил-үеллэг хэлбэртэй. IV давхарга хар саарал, хар өнгийн фосфат агуулсан цахиурлаг ба доломитжсон шохойн чулуу. Дундаж	Ил уурхайн аргаар ашиглах, Ашиглалтын уул техникийн нөхцөл дунд, хөрс хууялтын дундаж коэффициент 2.41 т/м ³ .	Баяжуулахын гол арга нь флотацийн арга. Үр дүнд нь P ₂ O ₅ 31.26% агуулгатай хүдэрт баяжуулалт хийхэд гарц нь 73-75%.	1986 оны 3 тоот протоколд P ₂ O ₅ -18.9% агуулгад С ₁ -43.1 сая.тн, P ₂ O ₅ -18.1% агуулгад С ₂ -66.9 сая.тн, P ₂ O ₅ -18.8% агуулгад Р ₁ -145.7 сая.тн.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Уран дөш	Карбонат зузаалг дахь фосфорит агуулсан чулуулаг. Фосфат, фосфатжсан шохойн чулуу, цахиур, цахиурлаг шохойн чулуу	Цахиурлаг- фосфорит, цахиурлаг- шохойлог фосфорит, судаллаг фосфорит,	Хүдэр нь дунд-ядуу агуулгатай. Хүдэр дэх P ₂ O ₅ захын агуулга 7- 13%	Хөмөгөн, далайн терриген гарал үүсэлтэй, дунд дэд давхрагдасын хар саарал өнгөтэй, сул хүэрлэг үнэртэй доломит, доломитжсон шохойн чулуу, хаая алевролитоос тогтоно. Үүнд 5-24 м зузаан фосфоритийн үе, 30 м зузаан цахиурын тэмдэгт үе агуулагдана. Ордын хэмжээнд 4 км урттай 1 хүдрийн биет, хагарлаар зааглагдсан. Урандеш уулын өвөрт шохойлог доломитжсан үед 3-8 м ба 84 м зузаантай 2 биет болон салаална. Фосфоритийн үеийн зузаан нь хойд хэсэгт 24 (дундаж 3) м, урд хэсэгт 7 м.	Уул техни- кийн нөхцөл дунд зэрэг	Шохойн чулуунд технологийн туршилтаар нь "Б" ангиллалын II сортын бага магнитай, удаан унгардаг агаарт бэхждэг барилтын шохой үйлдвэрлэхэд тохирохыг тогтоожээ.	1989 оны 1:50 000-ны ерөнхий эрлийн ажлаар таамаг нөөцийг 99,9 сая,тн хүдэрт 17,87 сая.тн P ₂ O ₅
4	Ала- гийн даваа, Цахир Уул	Цахиурлаг. цахиурлаг-карбонат, элсэн чулуун дахь фосфат Хүдэр нь ламинит, желвак үеллэг текстуртай,	хорт компонет Fe ₂ O ₃ ; Al ₂ O ₃ ; Na ₂ O; K ₂ O; MgO; Pb- бага, харин Ст-ийн агуулга өндөр.	P ₂ O ₅ – 10-32.3%,	Эдиакари-түрүү кембрийн Цгаанолом формацийн карбонат зузаалат 3-20 м-ийн зузаантай алвролит, аргиллитын үүдийн дунд 3 давхраас илрүүлсэн. 40 м-ийн зузаантай, хар саарал өнгөтэй, элсэн чулууны үедэд үүсэн. Ордын нийт урт 7 км. Өргөргөийн дагуу сунаан, тогтсон. Хүдрийн биетийн зузаан, агуулга тогтворгүй, унал нь 20-30°.	25 м хүртэл гүнд ил аргаар уурхай-лах	Цахиурт элсэн чулуунд P ₂ O ₅ - 16-27%, бусу ядуу учир механохимийн аргаар бордоо гарган авах боломжтой, Цахир уулын хувьд флотацийн аргаар 2021 онд P ₂ O ₅ - 32.9% агуулгатай баяжмал гарган, бордоо үйлдвэрлэх туршилт амжилттай хийгдсэн.	1999 онд Алагийн даваа: C ₂ +P ₁ =7989.6 мян.тн хүдэрт 1274,9 мян.тн P ₂ O ₅ . Цахир уул: C ₂ =23623.7 мян/тн хүдэрт 4362.8 мян.тн P ₂ O ₅ .

Хоёр. Хайгуулын зорилгоор ордыг геологийн тогтоцын нийлмэл байдлаар бүлэглэх нь

2.1. Ордын хайгуулын аргачлалыг сонгох үндсэн хүчин зүйл нь хүдрийн биетийн хэлбэр, хэмжээ, байршлын нөхцөл, дотоод тогтоцын нийлмэл байдал ба ашигт бүрдлийн тархалт зэрэг юм. Апатит, фосфоритын хүдрийн ордыг геологийн тогтоцын нийлмэл байдлаар нь I, II, III бүлгийн ордод хамааруулна.

I бүлэг. Томоохон давхарга, мэшил хэлбэрийн, хэвтээ, урт үргэлжилсэн, хүдрийн биетийн зузаан нь өөрчлөлт багатай, түүнийгээ дагаад чанар нь харьцангуй тогтвортой, апатит жигд тархалттай (Плато Расвумчорр, Юкспор, Кукисвумчорр, Ошурковск ордууд), конкрецийн фосфоритын ордууд болох Вятско-Камск, Полпинск, Егорьевск, хясаархаг Кингисеппск болон Ази, Африк, Америкийн мөхлөгт, хайрган-мөхлөгт фосфоритын ихэнх ордууд энэ бүлэгт багтана.

II бүлэг. Апатитын хүдрийн ордуудын ихэнх нь хамаарах энэ бүлэгт давхарга, хоолой, мэшил хэлбэрийн тогтворгүй зузаантай, апатитын маш жигд бус тархалттай, хүдрийн биет бүхий Коашвин, Бугын булаг, Ньюиоркпах, Селигдар ордуудаас гадна тектоник эвдрэлд орж хэрчигдсэн, босоо уналтай давхарга ба мэшил маягийн хүдрийн биеттэй, фосфоритын хүдрийн чанар тогтворгүй Ухаагол, Харнуур, Хөвсгөл, Бүрэнхааны ордууд мөн адил хамаарна.

III бүлэгт хүдрийн биет нь жигд бус хэлбэртэй, зузааны болон хүдрийн чанарын маш их өөрчлөлттэй Ковдорск, Белозиминск зэрэг ихэвчлэн жижиг хэмжээтэй өгөршлийн ба конкрецийн фосфоритын ордууд хамаарна. Гол төлөв карстын жижиг үүр хөндийнүүдэд агуулагдсан байх нь элбэг (Сейбинск, Обладжанск, Ашинск гэх мэт).

2.2. Нөөцийн 70%-иас багагүй хэсгийг агуулах хүдрийн үндсэн биетийн геологийн тогтоцын онцлогоос хамааруулан ордын бүлгийг тогтооно.

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

Геологийн тогтоцын нийлмэл байдлаар ордыг тодорхой бүлэгт хамааруулах зорилгоор хүдэржилтийн үндсэн шинж чанарын өөрчлөлтийн тоон үзүүлэлтүүдийг ашиглаж болно (Хүснэгт-3).

Үүнд: Хүдэржилтийн итгэлцүүр (K_x), нийлмэл байдлын үзүүлэлт (q), зузааны (V_m) болон агуулгын (V_a) хэлбэлзэл (вариаци)-ийн итгэлцүүр хамаарна .

а. Хүдэржилтийн итгэлцүүрийг тасалдсан хүдэржилттэй ордын нөөцийн нэгж хэсэгшлийг ялгахад хэрэглэнэ. K_x -ийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

l_i - малталт ба цооногоор огтолсон хүдэртэй хэсгүүдийн шугаман хэмжээ,

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

б. Ордын нийлмэл байдлын итгэлцүүр q -ийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

$$q = \frac{N_x}{N_x + N_{x2}}$$

N_x хүдэржилт огтолсон буюу хүдэртэй малталт ба цооногийн тоо,
 N_{x2} хүдэржилт огтлоогүй буюу хүдэргүй малталт ба цооногийн тоо.

в. Хүдрийн биетийн зузааны өөрчлөлтийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

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

г. Ашигт бүрдвэрийн агуулгын өөрчлөлтийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

V_a -ашигт бүрдвэрийн агуулгын өөрчлөлтийн хэлбэлзлийн итгэлцүүр,
 σ_a -ашигт бүрдвэрийн агуулгын дисперс,
 \bar{a} -ашигт бүрдвэрийн дундаж агуулга.

Ордын бүлгийг тодорхойлоход ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдлын статистик үнэлгээтэй холбосон дараах хүснэгт 3-ыг ашиглах боломжтой.

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

Хүснэгт 3

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

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

Гурав. Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүний судалгаа

3.1. Хайгуул хийж байгаа ордод геологийн тогтоцын нийлмэл байдал, ордын хэмжээ зэрэгтэй уялдуулан байр зүйн суурийг сонгоно. Апатитын орд болон фосфоритын хүдрийн хувьд байр зүйн зураг нь голдуу 1:2000-1:5000-ны масштабтай байдаг бол талбайн хэмжээ томтой ордод 1:10000-ны масштабтай байна. Талбай багатай эсвэл гадаргуугийн хэрчигдэл ихтэй бол байр зүйн зургийн суурь нь 1:500-1:1000-ны масштабаас багагүй байна.

Ордын хайгуулын болон олборлолтын зориулалтаар малтсан бүх малталт (өрөмдлөгийн цооног, суваг, шурф, траншей, шахт буюу босоо гол ам, штольн буюу хэвтээ ам болон бусад) геофизикийн хэмжилт, геохимийн сорьцлолтын шугам ба цэг, бүх төрлийн байгалийн гарш нь геодезийн хэмжилтээр холбогдож, байр зүйн суурин дээр буулгагдана. Далд малталт болон газрын доорх цооногийг маркшейдерын зураглалын тусламжтай хэвтээ хавтгайд буулгана. Хайгуулын цооногийн хүдрийн биетийг огтолж орсон цэг, хүдрийн биетээс гарсан цэгийг маркшейдерын хэмжилтээр тодорхойлж, цооногийн баганын хазайлтыг тооцоолон хайгуулын зүсэлт, план дээр буулгана. Ордын хайгуул, олборлолтын горизонтуудын план зургийг 1:200-1:500 масштабаар, маркшейдерын нэгтгэсэн зургийг ордын хэмжээ, геологийн тогтоц, судалгааны нарийвчлал зэргээс хамааруулан 1:1000 ба үүнээс багагүй масштабаар үйлдэнэ.

3.2. Ордын геологийн тогтцын онцлог ба нийлмэл байдлын зэрэг, ордын хэмжээнээс хамааруулан түүний геологийн тогтцыг 1:2000-1:10000 масштабын зураглалын шаардлага хангах түвшинд судлан геологийн зураг, зүсэлтүүдэд дүрслэн үзүүлнэ.

Ордын геологи болон геофизикийн судалгаагаар хүдрийн биетийн хэлбэр, хэмжээ, тогтоц, тэдгээрийн онцлог шинж чанарууд мөн хүдрийн биет болон агуулагч чулуулгийн харилцан хамаарал, тектоник нөхцөл байдлын талаар бүрэн ойлголт өгөх хэмжээнд судалж нөөцийг тооцоолох нөхцлийг бүрдүүлсэн байх шаардлагатай. Мөн хүдрийн төрөл, хүдрийн биетийн тааз, улны бүтэц, хүдрийн биетийн унал, суналын дагуух зузааны өөрчлөлт, P_2O_5 -ын агуулга, хортой хольц зэргийг тусгасан байх ёстой. Үүнээс гадна ордын эрлийн шалгуурт тулгуурлан хүдэржсэн бүсийн геологийн хилийг тогтоож, энэ хүрээнд илрүүлсэн (P_1) зэрэглэлээр баялгийн үнэлгээ өгөх нөхцлийг бүрдүүлсэн байна.

3.3. Хүдрийн биетийн гарш болон гадаргуугийн хэсгийг хучиж буй хурдсын бүрдэл, зузаан, хүдрийн биетийн байрших нөхцөл, хэлбэр, хэмжээ, өгөршлийн бүсийн гүн, өгөршлийн зэрэг, эрдэслэг бүрэлдэхүүний өөрчлөлт, хүдрийн технологийн төрөл зэргийг нарийвчлан судалж, тодорхойлно. Карст болон карст үүсэх боломж, тектоник хагарал зэргийг мөн тодорхойлно. Үүнээс гадна цэвэрлэгээ, суваг, шурф болон бага гүнтэй цооног, геофизикийн газрын гадаргуугийн судалгааны аргыг ашиглана.

3.4. Апатит, фосфоритын хүдрийн ордын гүний хайгуулыг голдуу баганат өрөмдлөгийг цооногийн каротажтай хослуулах ба хүдрийн биет нь бага гүнд

тархсан үед хайгуулыг цооногоор явуулах боловч уулын малталтуудыг тэдгээртэй хамтатган хэрэглэнэ.

Ордын хайгуулын аргачлал, хайгуулын малталт ба цооногийн харьцаа, хайгуулын малталтын төрөл, өрөмдлөгийн төрөл ба арга, хайгуулын торын нягтрал, сорьцлолтын арга ба сорьцын параметруудийн сонголт нь хайгуулын ажлын үр дүнгээр нөөцийг ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдалд тохирсон нөөцийн зэрэглэлд ангилан тооцоолох нөхцлийг бүрдүүлэх ёстой. Ордын хайгуулын аргачлалын сонголт, өрөмдлөг, малталт болон хайгуулын геофизикийн судалгааг хэрэглэх нөхцөл, боломж нь ордын геологийн тогтцын онцлог ба нийлмэл байдлаар тодорхойлогдох бөгөөд үүнд судалж байгаа ордтой адил төсөөтэй геологийн тогтоц бүхий ордод хэрэглэсэн хайгуулын аргачлалын туршлагыг судалж, харьцуулалт хийх журмаар хайгуулын аргачлалыг оновчтой болгоно. Хайгуулын аргачлалыг оновчтой сонгоход ордын хайгуулыг янз бүрийн аргачлалаар явуулах хувилбарын эдийн засгийн нөхцөл, хайгуулын ажлын үргэлжлэх хугацаа зэргийг харгалзах нь зүйтэй.

3.5. Хайгуулын цооног нь апатит болон фосфоритын хүдрийн биетийн зузааныг бүрэн огтолсон байхаас гадна геологийн хүчин зүйлээс нь шалтгаалан агуулагч чулуулагт тодорхой хэмжээгээр орж, нэвтрэлтийг гүйцэтгэнэ. Харин агуулагч чулуулагт фосфат агуулсан чулуулгийн горизонт байх тохиолдолд цооног нь бүрэн гүйцэд огтлох ёстой. Эгц уналтай хүдрийн биетийн хайгуулын үед их өнцгөөр огтлох шаардлагатай бол цооногийн зохиомол хазайлт хийнэ.

Ордын хайгуулыг баганат өрөмдлөгөөр хийх нөхцөлд гол тавигдах шаардлага бол хүдрийн биетийн хэвтшийг бүрэн тодорхойлж, түүний дотоод бүтэц, хүдэржилт орчмын хувирал, хүдрийн байгалийн төрөл, орон зайд тархсан байдал, хүдрийн структур, текстур, онцлогийг тодорхойлж, төлөөлөх чадварыг хангасан, бүрэн бүтэн байдал нь сайтар хадгалагдсан кернийг цооногоос авсан байх нөхцөл болно. Энэхүү шаардлагыг хангасан байх болон геологи-хайгуулын ажлын туршлагаас харахад кернийн гарц өрөмдлөгийн рейс бүрт 95%, түүнээс багагүй байх ёстой. Кернийн гарцыг шугаман аргаар тодорхойлсон үр дүнг тухай бүр эзэлхүүний болон жингийн аргаар хянаж, баталгаажуулах ажлыг хийнэ.

Фосфорын тавч исэл (P_2O_5)-ийн агуулгыг тодорхойлох зорилгоор авч буй кернийн төлөөлөх чадвар нь түүний элэгдэлд өртөмтгий шинж чанарын судалгаагаар баталгаажна. Үүний тулд кернийн өөр өөр гарц бүхий хэсгүүдийг (шаардлагатай тохиолдолд шламыг оролцуулаад) харьцуулан судална.

Маш бага кернийн гарцтай үед P_2O_5 -ын өндөр агуулга илэрвэл хяналтын зорилгоор цохилтот өрөмдлөг болон баганат өрөмдлөгийг хэрэглэх нь зүйтэй. Кернийн элэгдэлд өртөмтгий шинж үүсч байгааг тогтоосон эсхүл гарцыг нэмэгдүүлэх зорилгоор өрмийн тусгай шингэн болон өрмийн бусад тоног төхөөрөмжийг ашиглана. Хэрвээ кернийн элэгдэлд өртөмтгий шинжийг арилгах боломжгүй бол хангалттай хэмжээнд хяналтын уулын малталтыг явуулах мөн сорьцлолтын үр дүнд залруулга итгэлцүүрийг тооцоолж хэрэглэх боломжтой. Өрөмдлөгийн ажлын үр дүн, үнэмшлийг нэмэгдүүлэх зорилгоор цооногт геофизикийн судалгаа хийнэ.

Хүдрийн хувьд физик-техникийн шинж чанар, текстур, структур зэргээрээ ижил байгаа үед цооногийн диаметрыг хайгуул хийгдэж байгаа ижил төстэй ордын жишгээр авч болно. Булцруут (желвак) төрлийн фосфоритын ордод фосфорын үндсэн хэсэг нь 5 см болон түүнээс том хэмжээтэй булцруунд голчлон агуулагдах тул цооногийн диаметр нь аль болох том (PQ-122.6:85, CHD-134:85, S-Geobor 150:102, болон ОХУ-ын стандартаар буюу 168 мм-ээс багагүй) байхыг зөвлөнө. Харин үүнээс бага диаметртэй цооногийг P_2O_5 -ын агуулга болон цөмийн физикийн аргыг баталгаажуулах зорилгоор цөмийн идэвхжил (НАК), гамма-каротажийн үед хэрэглэнэ. Энэ үед том диаметртэй цооногоор геофизикийн сорьцлолт, технологийн сорьцын өгөгдлийг хянах зорилгоор өрөмдөнө. Сэвсгэр хурдас дахь хайгуул нь тусгайлсан өрөмдлөгийн технологийг шаардах ба кернийн гарцыг ихэсгэхэд чиглэгдсэн байна.

Үнэмшил сайтай, тухайн мэдээлэл нь бодит байхын тулд цооног дахь геофизикийн судалгааны аргыг санал болгодог. Эдгээр нь тавьсан зорилгоо биелүүлэхээс гадна ордын геологи-геофизикийн нөхцөлийг тодорхойлж өгдөг. Цооногийн каротажийг цогцоор хийх нь фосфоритын давхаргын интервал, тэдгээрийн үндсэн параметрийг тодорхойлох ач холбогдолтой ба ордын хэмжээнд өрөмдсөн бүх цооногуудад хийх шаардлагатай.

100 м-ээс илүү гүнтэй босоо цооног болон налуу цооногуудад 20 м тутамд азимутын болон зенитийн хазайлтын өнцгийг хэмжиж тодорхойлсон байх шаардлагатай. Эдгээр хэмжилтийн үр дүнг хайгуулын зүсэлт байгуулах, план (дэвсгэр зураг) болон уулын далд малталтын горизонтын план зохиох, ашигт интервалын зузааныг тодорхойлоход ашиглана. Цооногийг уулын малталтаар огтолсон тохиолдолд тэдгээрийн огтлолцлын цэгийн байрлалыг маркшейдерын хэмжилтээр тодорхойлно.

3.6. Уулын малталтыг P_2O_5 -ын тархалт харьцангуй жигд, хүдрийн биетийн зузаан жигд ордын хувьд өрөмдлөгийн (элэгдэлд өртөмтгийн шинж өндөр) ажлыг шалгах, ордын (хэсгийн) гадаргуу орчмыг судлах, технологийн сорьц авах зорилгоор малтана. Уулын далд малталтуудыг кернийн сорьцлолтыг хянах зорилгоор малтана. Үүний тулд босоо болон хэвтээ цооног өрөмдсөн өрөмдлөгийн дагуу далд малталтыг нэвтрэх ба том хөндлөн огтлол бүхий ховилон эсвэл бөөн сорьцлолтын аргыг ашиглан хяналтын ажлыг гүйцэтгэнэ. Хэвтээ байрлалтай хясаархаг, булцруут төрлийн давхарга, мэшил маягийн фосфоритын хайгуулын ажлын үед шурф нэвтрэлтийг том диаметр ($\geq PQ, CHD, S, 168$ мм болон түүнээс их) бүхий цооногоор өрөмдөх ажлаар сольж болно.

Хүдрийн биетийн морфологи, дотоод бүтэц, хүдэржилтийн шинж төрх нь маш их өөрчлөлттэй ордод өрөмдлөг явуулахаас гадна ордыг төлөөлж чадахуйц хэсэгт хүдэржилтийн орон зайн хамаарал буюу хүдрийн биетийн тасралтгүй үргэлжлэх байдал, тасрал, ашигт бүрдвэрийн болон хортой хольцын тархалт, зүй тогтол, байгаль дээрх хүдрийн төрлийг тодорхойлох зорилгоор уулын малталтыг ашиглаж болно.

3.7. Хайгуулын малталтын төрөл, торын нягтрал, малталт хоорондын зайг хүдрийн биетийн байршлын нөхцөл, морфологи, хэмжээ, зузааны өөрчлөлт,

хүдрийн төрлүүдийн тархалтын шинж төрх зэрэг ордын геологийн нөхцлийг харгалзан геофизикийн арга хэрэглэх боломж, ордыг олборлох ирээдүйн боломжит аргыг харгалзан тухай бүрт нь тодорхойлно. Тектоник хагаралд их өртсөн тохиолдолд хагарлын структуруудын орон зайн хамаарал, эрчимжилт, элэгдлийн бүс зэргийг тодорхойлсон байх шаардлагатай.

Тусгаар улсуудын хамтын нөхөрлөл (ТУХН)-ийн орнуудад фосфоритын болон апатитын хүдрийн ордын хайгуулд хэрэглэсэн хайгуулын торын нягтралын мэдээллийг хүснэгт 4-т харуулсан ба геологи-хайгуулын ажлын төлөвлөлтөд санал болгож байна. Орд болгоны хувьд геологийн тогтоцын судлагдсан байдал, тухайн ордын болон ижил төрлийн ордын талаар цуглуулсан материал зэргээсээ хамаараад хайгуулд хэрэглэх хайгуулын торын нягтралыг сонгох асуудал нь тодорхойлогдоно.

Монгол орны хэмжээнд тогтоогдсон фосфоритын ордууд дээр хийгдсэн ажил болон торын нягтралыг хүснэгт 5-д харуулав.

3.8. Ордын тодорхой хэсэг дэх нөөцийн тооцооллын үзүүлэлтийг баталгаажуулах зорилгоор илүү нарийвчилсан хайгуулын ажлыг явуулна. Эдгээр хэсгийг судлах болон сорьцлохдоо ордын бусад хэсэгтэй харьцуулахад хайгуулын торлолыг илүү нягтруулах шаардлагатай. Фосфоритын I бүлгийн ордын нарийвчилж буй хэсэг, горизонтод нөөцийг баттай (А) ба бодитой (В) зэрэглэлээр, II бүлгийн ордын ийм хэсэгт бодитой (В) зэрэглэлээр тооцоолсон байхад хангалттай гэж үзнэ. III бүлгийн ордын хувьд нарийвчилж буй хэсэгт боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцийг тооцоолохдоо өмнөх зэргээс хайгуулын торыг 2 дахин нягтруулсан байх хэрэгтэй.

Нарийвчлал хийсэн хэсгүүдийн нөөцийн тооцооллод интерполяцийн аргуудыг хэрэглэж байгаа тохиолдолд (геостатистик, урвуу зайн арга г.м.) хайгуулын огтлолын нягтрал нь интерполяцийн оновчтой томъёоллыг үндэслэхэд хангалттай хэмжээнд байх шаардлагатай.

Ордын нарийвчлан судлах хэсэг нь тухайн ордын геологийн тогтоцын онцлог байдал, хүдрийн биетийн байрших нөхцөл, хэлбэр дүрс, ашигт малтмалын үндсэн төрөл ба хүдрийн чанарын гол үзүүлэлтийг тодорхойлох боломжтой, ордын нөөцийн дийлэнхийг багтаасан, тэргүүн ээлжинд олборлолт явуулах хэсгийг хамарсан байна. Энэхүү тэргүүн ээлжинд олборлох хэсэг нь ордын хэмжээнд геологийн тогтоц, хүдрийн чанар, уул-геологийн нөхцлөөрөө дээрх шаардлагыг хангахгүй тохиолдолд шаардлагад нийцэх хүртэл нарийвчлан судална.

Ордын нарийвчлан судалж, өндөр зэрэглэлээр нөөцийн тооцоолол хийх хэсгийн тоо хэмжээ, байрлалын сонголтыг ашигт малтмалын хайгуул ба олборлолт эрхлэгчид хамтран тухайн орд бүрийн онцлогт тохируулан сонгож, тогтооно.

Ордын нарийвчлан судалсан хэсгээс бүрдүүлсэн бүх мэдээллийг ордын геологийн тогтоцын нийлмэл байдлаар бүлэглэх, хайгуулын техник хэрэгслийн сонголт нь ордын хайгуулын шаардлагыг хангаж байгаа эсэх, сорьцлолтын үр дүнгийн үнэлгээ, нөөцийн тооцоололд хэрэглэж байгаа үзүүлэлтүүдийн үнэмшилт байдлын үнэлгээ зэрэгт ашиглаж, улмаар ордын бусад хэсгийн дээрх үзүүлэлтүүдийн харьцуулсан судалгаанд ашиглана. Олборлолт хийж байгаа ордын

хувьд энэхүү нарийвчилсан судалгаанд олборлолтын болон ашиглалтын хайгуулын мэдээллийг бүрэн ашиглах хэрэгтэй.

**Фосфатын хүдрийн ордын хайгуулд хэрэглэсэн хайгуулын
торын нягтралын мэдээлэл**

Хүснэгт 4

Ордын бүлэг	Хүдрийн биетийн шинж чанар	Малталтын төрлүүд	Нөөцийн зэрэглэлд хамаарах малталт хоорондын зай (м) (суналын дагуу/уналын дагуу)		
			Баттай (А)	Бодитой (В)	Боломжтой (С)
I	Тогтвортой зузаан ба чанар бүхий хэвтээ болон налуу байршсан давхарга болон хэвтэш	Цооногууд	100–200 –	200–400 –	400–800 –
	Харьцангуй тогтвортой зузаан ба чанар бүхий босоо уналтай давхарга болон томоохон линз хэлбэртэй	Цооногууд	100–200 50–100	200–400 100–150	400–800 150–200
II	Нийлмэл тогтоцтой, зузаан болон чанар тогтворгүй	Цооногууд	–	75–150 50–75	150–300 75–100
	Зузаан болон чанар тогтворгүй босоо уналтай давхарга болон томоохон линз хэлбэртэй	Цооногууд	–	75–150 50–75	150–300 75–100
	Апатитын жигд бус шигтгээт хүдэржилттэй магмын чулуулгийн массив	Цооногууд	–	100–200 –	200–400 –
III	Нийлмэл тогтоцтой, линз болон бүнхэр хэлбэрийн жижиг хэвтэш, булцруу маягийн, хясаархаг, өгөршлийн (карстын) фосфоритын хүдрийн биетүүд	Цооногууд болон уулын малталтууд	–	–	50–100 25–50
Тэмдэглэл: 1. Булцруут фосфоритын хайгуулын ажлын үед төлөөлөх сорьц авахын тулд уулын малталтын нэвтрэлт эсвэл цооногийн диаметр нь 168 мм болон түүнээс их байх хэрэгтэй. 2. Үнэлгээ хийгдсэн ордын хувьд ордын геологийн тогтцоос хамааруулан урьдчилан үнэлсэн P ₁ баялагт хайгуулын торын нягтрал нь С зэрэглэлийн торын нягтралтай харьцуулахад 2-4 дахин сийрэг байж болно.					

3.9. Геологийн мэдээллийн системийг геофизикийн судалгаатай хамтатган хийснээр хүдрийн биетийн хүрээг талбайн хэмжээнд болон гүнд нь тодорхойлох, ядуу агуулга бүхий хүдрийн биетийг судлах, өгөршлийн ба хучаас хурдасны зузааныг тогтоох, геологийн зүсэлтийг нарийвчлах, P₂O₅ агуулгыг тодорхойлох, ордын уул-геологийн бөгөөд гидрогеологийн нөхцлийг судлах боломжтой болно. Судалгааны явцад хий гарч ирэх тохиолдолд хийн каротажийн судалгааг явуулж үр дүнг геологийн мэдээллийн системд нэгтгэх нь зүйтэй. Хэрвээ фосфоритын ордын хайгуулын явцад хий илэрсэн тохиолдолд нэмэлтээр хийн каротажийг судалгааг явуулна.

Ихэнх ордын фосфоритын хүдэр дэх P₂O₅-ын агуулга цацраг идэвхжилттэй шууд хамаарал үзүүлдэг тул сорьцлолтын радиометрийн болон каротажийн аргыг хэрэглэх нь үр дүнтэй байдаг. Фосфор болон фтор нь хоорондоо бараг шугаман

хамааралтай (корреляцийн коэффициент 0.98 хүртэл) байдаг тул нейтрон-идэвхижлийн аргыг хэрэглэх нь өндөр үр дүнтэй байдаг. Цөмийн физикийн каротаж нь тодорхой ордын хайгуулд илүү тохиромжтой бөгөөд хайгуулын бүх цооногт хийнэ.

Каротажийн судалгааны үр дүнг ордын үндсэн хүдэрт өрөмдсөн цооногуудын өгөгдөл болон кернийн гарц өндөртэй сорьцуудын үр дүн, уулын малталттай бол түүний сорьцлолт геологийн бичиглэл аль алинтай нь харьцуулан баталгаажуулна.

Цооногийн геологийн болон геофизикийн судалгааны өгөгдлөөр зөрүүтэй дүн гарсан бол түүний шалтгаан болон зөрүүг тодорхойлж, нөөцийн тооцооны тайланд тусгасан байх шаардлагатай.

3.10. Ордын хайгуулын явцад малтсан бүх малталт, цооног болон хүдрийн биетийн гаршийг зохих ёсоор баримтжуулсан байх ёстой. Сорьцлолтын үр дүнг анхдагч баримтжуулалтад бүрэн тусгаж, геологийн бичиглэлтэй харьцуулан шалгана. Геологийн баримтжуулалтад ордын геологийн тогтцын элементүүдийг хэр зэрэг үнэн зөв, бүрэн дүүрэн тусгаж бичиглэсэн байдал, структурын элементүүдийн орон зайн байрлалыг зөв тодорхойлсон эсэх, баримтжуулалтын график дүрслэлийн хэсгийг үйлдсэн байдал зэрэгт тухайлан томилсон бүрэлдэхүүн нь тогтмол хянаж, алдаа дутагдлыг арилгаж ажиллах нь үр дүнтэй.

3.11. Ашигт малтмалын чанарыг судлах, хүдрийн биетийг ялгаж хүрээлэн, нөөцийг тооцоолох зорилгоор малталтаар огтлогдон нээгдсэн болон байгалийн гаршаар илэрсэн хүдрийн бүх интервалуудыг зохих ёсоор сорьцолсон байх хэрэгтэй. Ордын геологийн тодорхой шинж чанараас шалтгаалан сорьцлолтын арга, аргачлалыг сонгоно. Сонгон авч буй сорьцлох арга, хайгуулын аргачлал нь тухайн судалгааны шаардлагыг бүрэн хангах түвшинд үнэмшилтэй үр дүн өгдөг байхаас гадна эдийн засгийн хувьд хэмнэлттэй байх хэрэгтэй. Сорьцлолтын хэд хэдэн төрөл ба аргыг хэрэглэж байгаа бол тэдгээрийн үнэмшилт байдал болон төлөөлөх чадвар, бие биенээ орлох, төлөөлөх чадамжид харьцуулсан судалгаа хийж үнэлгээ өгсөн байвал зохино.

Ордын хайгуулд хэрэглэх геологи, геофизик, сорьцлолт (кернийн, шламын, ховилон, бөөн)-ын аргуудын сонголт, сорьц авалт болон боловсруулалт, гарган авсан үр дүнгийн үнэмшлийг нэмэгдүүлэх үүднээс холбогдох тогтоосон арга, аргачлал, журмыг баримтлан гүйцэтгэнэ.

3.12. Хайгуулын огтлолд сорьцлолт хийхдээ дараах нөхцлүүдийг баримтална. Үүнд:

- Сорьцлолтын торын нягтралыг судалж байгаа орд, хүдрийн биетийн геологийн онцлогт тулгуурлан адил төсөөтэй ордод оновчтой хэрэглэгдсэн туршлагыг судлах замаар харьцуулалтын аргаар тогтооно. Сорьцлолт хийх чиглэл нь хүдрийн биет дэх хүдэржилтийн агуулгын хамгийн их өөрчлөлтэй чиглэлтэй давхцаж чадаагүй тохиолдолд (ялангуяа эгц уналтай биетийг налуу цооногоор огтолсон үед) ийм сорьцын үр дүнг нөөцийн тооцоололд ашиглахад эргэлзээ байгаа бол хүдрийн биетийн тухайн хэсэгт малталт нэвтрэн сорьцолж, ташуу байрлалтай сорьцын үр дүнтэй харьцуулан баталгаажуулна.

Монгол Улсад фосфоритын ордуудад хэрэглэсэн хайгуулын өрөмдлөг, малталтуудын торын нягтрал

Хүснэгт 5

Ордын бүлэг	Ордын нэр	Эрэл, хайгуул хийсэн байдал	Хайгуулын төрөл, ажлын болон хүдрийн биетийн хэлбэр, хэмжээ	Малталтуудын төрөл	Малталтуудаар хүдрийн биет огтлогдсон цэгүүдийн хоорондын зай (м)		
					Баттай (А)	Бодитой (В)	Боломжтой (С)
0	1	2	3	4	5	6	7
II	Бүрэн-хаан	Олон үе шатны төрөл бүрийн ажил, 1981-1984 онд нарийвчилсан хайгуул	Зураглал, геофизикийн цогцолбор судалгаа, гидрогеологи, инженер геологи. Өрөмдлөг, мөн суваг, траншей, карьер, штольн, штрэк зэрэг уулын малталт. Хүдрийн биет давхарга, эсвэл тэгшивтэр мэшил	Суваг Траншей / Хайгуулын цооног	-	75(40)-100 40-140 / 50(80)-100	300-600 х 100-150
II	Онгилон нуур	1965, 1968, 1974 эрэл, эрэл-үнэлгээний ажил, 1984-1986 онд Хөвсгөлийн ордын Онголиг нуурын өмнөд хэсэг, Жанхайн участокуудад эрэл-үнэлгээ, урьдчилсан хайгуул	Өрөмдлөг, суваг малталт, ховилон болон кернийн сорьцлолт. Геофизикийн гамма спектрийн зураглал, соронзон ба цахилгаан хайгуул, кавернометрийн комплекс ажил	Цооног, суваг	-	-	300-600 х 100-150, 300 х 200-300, (P ₁ 1200 х 200-300)
II	Уран дөш	1987 онд ерөнхий эрэл	Өрөмдлөг. Уулын малталт. Ховилон болон кернийн сорьцлолт. 9 т.км маршрут, 72 м ³ суваг, 8 т.м шурфф нэвтэрч 12 ширхэг цэгэн ба ховилон сорьц авсан	Суваг, цооног	-	-	P-таамаг баялаг (200-300 80-100)
I-?	Алагийн даваа, Цахир уул	1997 онд эрэл үнэлгээ (урьдчилсан хайгуул?)	Суваг 260.5 м ³ , өрөмдлөг /5 цооног / 298.2 т/м, геологийн зураглал 1:25000, (Соронзон, радиометр)	Суваг, цооног	-	-	400-800

- Сорьцлолтыг хүдрийн биетийн бүх огтлолын туршид тодорхой алхмаар тасралтгүй хийсэн байхаас гадна сорьцыг агуулагч чулуулагт тодорхой хэмжээгээр (ордын жишиг үзүүлэлт дэх хүдрийн биет дотор байж болох хоосон чулуулгийн хамгийн их зузаанаас багагүй хэмжээтэй) нэвтрэн сорьцолно. Суваг, траншей, шурф болон байгалийн бусад гаршаар нээгдсэн хүдрийн исэлдсэн хэсгүүдэд тус тусад нь сорьцлолт хийнэ.

- Хүдэр болон эрдэсжсэн чулуулгийн төрөл бүрийг тусад нь сорьцолно. Сорьцлолтын алхам буюу сорьц хоорондын зай, шугаман сорьцын хувьд секцийн уртыг хүдрийн биетийн дотоод бүтэц, ашигт бүрдвэрийн тархалтын шинж чанар, хүдрийн структур, текстурын онцлог, хүдрийн физик-механик шинж чанар болон тухайн ашигт малтмалтай холбогдох бусад үзүүлэлтийг харгалзан сонгоно. Кернд элэгдэлд өртөмтгий байдал тогтоогдсон тохиолдолд тэр хэсгээс кернийн сорьцын хамт шламын сорьцлолтыг сонгосон сорьцлолтын алхам бүрээс шлам цуглуулагчийн тусламжтайгаар авч, тусад нь боловсруулан мөн тусад нь шинжилгээнд илгээнэ.

- Цооногоос сорьцын урт нь дунджаар 1 метр ба харин агуулгын жигд тархацтай, хүдэржилтийн зузаан их байх тохиолдолд 2 м-ээр, маш жигд бөгөөд хэдэн арван метр зузаан давхраас бүхий фосфоритын биетээс 2 м-ээс илүү урт сорьцыг сонгосон тохиолдол байдаг.

- Цөмийн геофизикийн сорьцлолтыг 5-10 сантиметрийн интервалаар хүдрийн хил заагийг тогтоох зорилгоор холбогдох батлагдсан норм-аргачлалын дагуу явуулна.

Булцруут болон хясаархаг фосфоритын хүдрийн ордын хувьд хайгуулын бүх цооногийн кернийг бүтнээр сорьцлоно. Апатитын болон микро мөхлөгт фосфоритын хүдрийн ордод кернийн сорьцыг тэнхлэгийн дагуу таллан хөрөөдөж сорьцлох ба бага диаметртэй үед нийт кернийг бүтнээр нь сорьцолно.

Хайгуулын уулын малталтуудаас голдуу 5х3-аас 10х15 см хэмжээтэй ховилон сорьц авна. Элэгдэлд өртөмтгий байдал тогтоогдсон тохиолдолд ховилон сорьцын хөндлөн огтлолыг ихэсгэх, зарим тохиолдолд хусах аргаар нийтэд нь сорьцолж болно. 5х25-10х40 см том хөндлөн огтлолтой ховилон ба хусах аргын сорьцлолтыг хясаархаг фосфоритын хүдрийн ордод хэрэглэх нь зүйтэй бол булцруут фосфоритын ордод бөөн сорьц авах нь илүү үр дүнтэй. Сорьцын жин нь ойролцоогоор 50-150 кг байна.

Сорьцлолтын ажлын чанарын хяналтыг сорьцлолтын үйлдэл бүхэнд (сорьц авах, сорьцыг боловсруулах, сорьцын шинжилгээ гэх зэрэг) зохих аргачлалын дагуу тогтмол явуулна. Тухайлбал ховилон сорьцын хувьд байрлал нь геологийн тогтцын элементүүдтэй хэрхэн байршсан, хүдрийн биетийг зузаанаар нь хүрээлэн тогтоосон үнэмшил, сорьцлолтын хөндлөн огтлолын хэмжээ, хэлбэрийг зөв баримталж байгаа эсэх үзүүлэлтүүдийг хянах бол өрөмдлөгийн диаметрээр тооцоолсон кернийн сорьцны онолын жин ба сорьцын бодит жингийн нийцсэн байдал (хүдрийн нягтын өөрчлөлтийг харгалзан тооцсон зөрүү $\pm 20\%$ -иас хэтрэхгүй байх) зэргийг тогтмол хянах шаардлагатай. Кернийн сорьцлолтыг ашигт

бүрдвэр тэнцүү ноогдох нөхцлийг аль болох ханган кернийг хөрөөдөн хувааж, сорьцлох хэсгийн сонголтыг хэрхэн хийсэнд хяналт явуулна.

Кернийн дубликатад үлдсэн хагасаас сорьцыг давтан авах аргаар сорьцлолтын оновчлолыг хянана.

Байгалийн гаршинд сорьцлолтын геофизикийн аргыг хэрэглэж байгаа бол багажийн ердийн болон хяналтын хэмжилтийг ижил нөхцөлд хийх, тоног төхөөрөмжийн ажиллагааны тогтвортой байдал, сорьцлох цэгийн байрлал зэргийг байнга хянан сорьцлолтын үр дүн үнэмшил муутай бол давтан хэмжилт хийн үр дүнг харьцуулан хянана.

Кернийн сорьцлолтын үнэмшлийг уулын малталтын болон каротажийн өгөгдлөөр баталгаажуулж болно. Олборлолт явагдаж байгаа ордын хувьд хүдрийн нөөц, ашигт бүрдвэрийн агуулга, цооногийн мэдээлэл зэргийг ашиглалтын үеийн үр дүнтэй харьцуулж болно. Цооногт явуулсан цөмийн физикийн сорьцлолтын аргын үр дүнгийн үнэмшлийг 95%-аас их гарцтай кернийн сорьцлолтын үр дүнтэй харьцуулж болно. Ховилон сорьцлолтын үнэмшлийг бөөн сорьцлолтын эсвэл хусмал сорьцын үр дүнтэй харьцуулж болно.

Хяналтын давтан сорьцлолтын тоо хэмжээнд алдааны статистик үнэлгээ хийж, алдаа гарсан тохиолдолд засварын итгэлцүүрийг үндэслэлтэй тооцоолоход хангалттай байх шаардлагатай.

Фосфатын хүдрийн ордуудад зохих туршилт үндэслэлээр батлагдаж байвал цөмийн геофизикийн аргыг сорьцлолтын ердийн арга болгон хэрэглэж болно. Цөмийн геофизикийн аргыг сорьцлолтонд ашиглах үед 5-10 см интервал тутамд дифференциал тайлалт хийн агуулгыг тодорхойлж, тоон мэдээллийг боловсруулан радиометрийн баяжилтыг урьдчилан тооцоолох зорилгоор хүдрийн ялгарлыг тогтоох шаардлагатайг зөвлөж байна.

Геофизикийн сорьцлолт хийн үр дүнг нөөцийн тооцоололд ашиглах бол батлагдсан арга, аргачлал, батлагдсан баримт бичгийн дагуу гүйцэтгэнэ. Ийм баримт бичиг батлагдаагүй бол адил төстэй бусад арга, аргачлалыг жишиг болгон ашиглаж болно.

3.13. Сорьц боловсруулахдаа тухайн орд, хүдэрт тохирсон схемийг зохиох, эсвэл ижил төрлийн ордод ашигласан схемийг дүйцүүлэн хэрэглэж болно. Хэрэглэхээр сонгосон сорьц боловсруулалтын схемийн үнэн зөв байдал, К итгэлцүүрийн утга нь ижил төрлийн ордод ашигласантай тохирч байх эсвэл туршилтын ажлаар баталгаажсан байх ёстой.

Үндсэн ба хяналтын сорьцыг нэгэн ижил сорьц боловсруулалтын схемийг баримтлан боловсруулна.

Сорьц боловсруулах схемийн үндэслэлийн итгэлцүүр (К) нь апатитын ордод 0.1-0.2, фосфоритод 0.05-0.1 байна.

Сорьц боловсруулалтыг хянах зорилгоор тухайн сорьцыг бэлтгэх үед хураангуйлалтаас гарсан үлдэгдлийг нэгтгэн авч үндсэн сорьцтой адил бүдүүвчээр дахин боловсруулалт хийж, мөн адил аргаар шинжилгээг гүйцэтгэж гарсан үр дүнг харьцуулан хяналтыг гүйцэтгэнэ.

Булцруут болон хясаархаг фосфоритын хайгуулын үед шурф, том хэмжээтэй диаметр бүхий цооногоос авсан сорьц нь тухайн ордын талбайн хэмжээнд хэр жигд тархалттайг илтгэх ба ордын үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлийг тодорхойлогч мөхлөгийн найрлагыг судлахад хэрэглэнэ. Шигшихдээ +10; -10+5; -5+0.5; -0.5 мм-ээр бүлэглэнэ. Бусад бүлгийг ялгах хэрэгцээ шаардлага нь хүдрийн онцлог шинж чанар, зорилго, боловсруулалтын аргаас хамаарна.

Том бөөн болон технологийн сорьцыг бие даасан схемийн дагуу боловсруулдаг.

3.14. Эрдсийн түүхий эдийн чанарын үнэлгээг хөдөө аж ахуй, аж үйлдвэрт ашиглах боломжийг харгалзан хэрэглэгчийн шаардлага эсвэл хүчин төгөлдөр мөрдөгдөж буй үйлдвэрлэлийн стандарт, техникийн нөхцөл, батлагдсан жишгийн дагуу хийнэ. Хүдрийн химийн болон бодисын найрлагын шинжилгээгээр үйлдвэрлэлийн ач холбогдол бүхий үндсэн болон дагалдах ашигт бүрдвэрийн агуулга, мөн хортой хольцын боловсруулах технологи, ашиглалтад үзүүлэх нөлөөг судална. Шинжилгээг хими, цөмийн-физик, гэрлийн шинжилгээний аргаар, тухайн шинжилгээнд мөрдөж байгаа норм, стандартыг баримтлан хийнэ.

Апатитын хүдэрт бүх сорьцонд P_2O_5 агуулгыг тодорхойлдог бол фосфоритын хүдэрт нэмэлтээр үл уусах үлдцийн хэмжээг тодорхойлно.

Нийт сорьцонд түүхий эдийн чанар болон технологийн боловсруулалтад сөргөөр нөлөөлөхүйц хортой хольцын агуулгыг тодорхойлно. Фосфоритын хувьд эдгээр бүрдвэрүүд нь фосфоритын төрөл, хэрэглээ, боловсруулалтын арга зэргээс хамаарах ба апатитын хүдрийн хувьд эрдэслэг бүрэлдэхүүнээр тодорхойлогдоно. Жишээ нь апатит-нефелинийн хүдэрт Al_2O_3 , титаномагнетит-apatитын хүдэрт TiO_2 , апатит-магнетитын хүдэрт Fe_2O_3 гэх мэт. Харин булцруут болон хясаархаг фосфоритын хувьд ашигт болон хортой хольцын агуулгыг хүдрийн гранулометрийн ангиллаар ялгасан сорьцонд тодорхойлно.

Бүлэгчилсэн сорьцонд SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , P_2O_5 , CaO , MgO , MnO , Na_2O , K_2O , CO_2 , S (нийт ба сульфидын хүхэр), U агуулга болон хайлуулах (өндөр хэмд халаах) үеийн алдагдлыг тодорхойлно. Үүнээс гадна апатит-нефелиний болон апатит агуулсан хүдэрт нэмэлтээр BaO , SiO_2 , ZrO_2 , TR_2O_3 , Y_2O_3 , F , харин фосфоритын хувьд фторын агуулгыг нэмэлтээр тодорхойлно. Бүлэгчилсэн сорьцууд нь хүдрийн сорт болон үйлдвэрлэлийн (технологийн) бүх төрлийг төлөөлөхүйц байх шаардлагатай.

Бүлэгчилсэн сорьцыг хүдрийн биетийг бүрэн хамарч, түүний унал суналын дагуу хүдэржилтийн төрөл, дагалдах ашигт болон хортой хольцын агуулгын өөрчлөлтийг тодорхойлж болохуйц хэмжээнд байхаар сонгон авна.

Хүдэр дэх дагалдагч бүрдвэрийн судалгааг "Ашигт малтмалын ордыг цогц байдлаар судлан дагалдах бүрдвэрийн нөөцийг тооцоолоход мөрдөх аргачилсан зөвлөмж"-ийг баримтлан гүйцэтгэнэ. Энэ төрлийн зөвлөмж байхгүй тохиолдолд түүнтэй адил төсөөтэй зөвлөмжийг, тухайлбал ОХУ-д 2007 онд баталсан "Методические рекомендации по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов" зөвлөмжийг ашиглаж болно.

Технологийн судалгаагаар гарган авсан баяжмал, бүтээгдэхүүн, дан эрдэс (мономинерал)-т шинжилгээ хийж хүдэр дэх үндсэн болон дагалдах ашигт бүрдвэр, хортой хольцын хэмжээг тодорхойлно. Бордоо, нэмэлт тэжээлийн үйлдвэрлэлд зориулсан фосфатын түүхий эдэд цацраг болон эрүүл ахуйн дүн шинжилгээ хийнэ.

3.15. Сорьцолтын алдааны дийлэнх хэсгийг сорьцын шинжилгээний алдаа эзэлдэг тул үүнд илүү анхаарал хандуулах хэрэгтэй. Сорьцын шинжилгээнд санамсаргүй (тохиолдлын) болон системтэй (байнгын) гэсэн хоёр төрлийн алдаа гардаг.

Сорьцын шинжилгээний хяналтыг лабораторийн дотоод хяналтаас үл хамааран хайгуул, олборлолтын явцад тогтмол явуулах шаардлагатай. Шинжилгээний хяналтад үндсэн ашигт бүрдвэрээс гадна дагалдах ашигт бүрдвэр болон хортой хольцыг нэгэн адил хамруулах хэрэгтэй.

Тохиолдлын алдааг дотоод хяналтын шинжилгээгээр хянадаг. Үүний тулд үндсэн шинжилгээний аналитик сорьцын хослол (дубликат)-ыг тухайн лабораторид өөр дугаар өгөн дахин шинжлүүлнэ. Дотоод хяналтын шинжилгээнд гоц өндөр агуулга заасан бүх сорьцыг заавал хамруулна.

Үндсэн сорьцын шинжилгээн дэх системтэй алдааг магадлан итгэмжлэгдсэн өөр лабораторид хийлгэсэн гадаад хяналтын шинжилгээгээр тодорхойлно. Үүний тулд дотоод хяналтын шинжилгээнд орсон үндсэн шинжилгээний сорьцуудын аналитик дубликатыг дахин өөр дугаар өгөн хяналтын лабораторид ижил аргачлалаар шинжлүүлнэ. Үндсэн болон хяналтын лабораториудын шинжилгээг хянахын тулд эталон (ордын хүдрээс бэлдсэн), стандарт (олон улсын итгэмжлэгдсэн лабораториудад бэлдсэн) сорьцуудыг ашигладаг.

Сорьцыг агуулгаар нь уг зөвлөмжид заасан зааврын дагуу бүлэгчилж, шинжилгээ хийгдсэн үе шат болгонд (улирал, жил гэх мэт) шинжилгээний арга тус бүрд нь гадаад болон дотоод хяналтын шинжилгээнд тухайн бүлгийг төлөөлөх чадамжийг хангах хэмжээний сорьцуудыг хамруулсан байх шаардлагатай. Сорьцын тоо хангалттай олон (жилд шинжлэх сорьц 2000-аас их бол) байвал шинжилгээний хяналтыг нийт сорьцын 5%-д хийсэн байх, сорьцын тоо цөөн бол агуулгын бүлэг бүрээр 30-аас доошгүй сорьцонд хяналтын шинжилгээ хийх хэрэгтэй.

3.17. Сорьцын шинжилгээний хяналтын үр дүнгийн боловсруулалтыг ашигт бүрдвэрийн агуулгын бүлэг бүрээр, шинжилгээ хийсэн лаборатори бүрээр ангилан тогтмол хугацаа (улирал бүр, хагас жил, жил тутам гэх мэт)-нд хийж гарсан алдаа, дутагдлыг арилгах арга хэмжээг авч байх хэрэгтэй.

Дотоод хяналтаар тогтоосон санамсаргүй алдааны квадрат дундаж хэмжээ нь зөвшөөрөгдөх хязгаараас (Хүснэгт-6) давж болохгүй.

3.18. Гадаад хяналтаар системтэй алдаа илэрсэн тохиолдолд тухайн бүлэг тус бүрээс 30-40 сорьцыг сонгон авч арбитрын хяналт явуулах эрх бүхий лабораторид өгч дахин шинжилгээ хийлгэнэ. Арбитрын лабораторийн шинжилгээгээр системтэй алдаа байгаа нь тогтоогдвол, сорьцын үндсэн шинжилгээний үр дүнд засварлах итгэлцүүр тооцоолж хэрэглэх эсэх асуудлыг шийдвэрлэнэ. Үүнтэй хамт үндсэн

сорьцонд шинжилгээ хийсэн лабораторид системтэй алдаа гарч байгаа шалтгааныг илрүүлэн арилгах арга хэмжээ авна.

Стандарт сорьцын шинжилгээгээр системтэй алдаа илэрвэл, 10-15 стандарт сорьцыг арбитрын лабораторид шинжлүүлэн алдааны талаар дүгнэлт гаргаж, түүнийг арилгах арга хэмжээг авна.

Арбитрын шинжилгээгүйгээр тохируулагч итгэлцүүр хэрэглэхийг хориглодог.

**Фосфатын хүдрийн агуулгад харгалзах квадрат
дундаж алдааны зөвшөөрөгдөх хязгаар утга**

Хүснэгт 6

Бүрдвэр	Хүдэр дэх бүрдвэрийн агуулгын бүлэг, %	Квадратын дундаж алдааны зөвшөөрөгдөх хязгаар*	Бүрдвэр	Хүдэр дэх бүрдвэрийн агуулгын бүлэг, %	Квадратын дундаж алдааны зөвшөөрөгдөх хязгаар*	
P ₂ O ₅	30–40	1.3	Al ₂ O ₃	>70	1.3	
	20–30	2.0		50–70	1.5	
	10–20	3.5		30–50	2.5	
	5–10	4.0		25–30	3.5	
CaO	>60	1.5		15–25	4.5	
	40–60	2.0		10–15	5.0	
	20–40	2.5		5–10	6.5	
	7–20	6.0		1–5	12.0	
	1–7	11.0		SiO ₂	>50	1.3
	0.5–1	15.0			20–50	2.5
0.2–0.5	20.0	5–20	5.5			
<0.2	30.0	1,5–5	11.0			
MgO	>60	2.0	TiO ₂	>15	2.5	
	40–60	2.5		4–15	6.0	
	20–40	3.0		1–4	8.5	
	10–20	4.5		<1	17.0	
	1–10	9.0		Хайлуу- лалтын үеийн алдагдал	20–30	2.0
	0.5–1	16.0	5–20		4.0	
	0.05–0.5	30.0	1–5		10.0	
	<0.05	30.0		<1	25.0	

**Хэрвээ заасан хязгаараас хэтэрсэн тохиолдолд тухайн хугацаанд орсон шинжилгээг хүчингүйд тооцож, дахин шинжилгээ хийнэ. Үүнтэй зэрэгцээд ямар алдаа гарсныг тодорхойлж, түүнийг арилгах арга хэмжээг авна.*

3.10. Хүдрийн минералогийн найрлага, структур, текстурын онцлог, физик-механик шинж чанарыг минералог-петрографи, физик, химийн болон бусад шинжилгээний аргыг хэрэглэн, тогтсон арга, аргачлалын дагуу судална.

Хүдрийн эзэлхүүн жин болон чийгшилт нь нөөцийн тооцооны гол үзүүлэлт болох тул тэдгээрийг хүдрийн байгалийн төрөл зүйл бүрээр, мөн хүдэргүй болон жишгийн бус хүдрийн үе давхарга бүрээр ангилан тодорхойлно.

Нягт барьцалдсан масс байдалтай хүдрийн эзэлхүүн жинг лабораторийн нөхцөлд тодорхойлоход сорьцыг парафинаар бүрж, гидростатик жинлэлт хийх аргаар тодорхойлно.

Нунтаг байдалтай хүдэр, ан цавшилд эрчимтэй автсан хүдэр, уусч угаагдан сийрэгжсэн хүдрийн эзэлхүүн жинг тодорхой хэмжээний малталт нэвтэрч, малталтаас гарсан хүдрийн жинг малталтын сайтар хэмжсэн эзэлхүүнд харьцуулах аргаар тодорхойлох нь илүү үнэмшилтэй үр дүн өгдөг байна. Эзэлхүүн жинг сарнимал гамма цацрагийн шингээлтээр тодорхойлох геофизикийн арга байдаг. Энэ аргыг зөвхөн сайтар хянаж баталгаажуулсан тохиолдолд хэрэглэж болох юм. Хүдрийн эзэлхүүн жин тодорхойлсон сорьцонд мөн чийгшилтийн хэмжилт хийж, түүн дэх үндсэн ба дагавар бүрдвэрүүдийн шинжилгээ, минералогийн шинжилгээ хийсэн байвал зохино.

3.11. Хүдрийн хими ба минералогийн найрлага, структур-текстурын онцлог болон физик-механик шинж чанарын судалгааны үр дүнд хүдрийн байгалийн төрөл зүйлийг ялгаж, тэдгээрийн баяжуулалтын арга ба технологийн горимын сонголтыг хийнэ. Ордын хүдрийн технологийн төрлийн эцсийн ангиллыг зөвхөн сорьцын баяжигдах чанарын технологийн туршилтын үр дүнгээр тодорхойлно.

Дөрөв. Хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа

4.1. Фосфатын түүхийн эдийн чанар нь түүнд агуулагдах P_2O_5 -ын хэмжээ, хортой хольцтой эсэх болон баяжигдах чанараар тодорхойлогдоно. Байгаль дээрх фосфатын бодис нь ургамалд бараг шимэгддэггүй тул хүчил ашиглан боловсруулдаг. Түүнийг 2%-ийн лимоны хүчилд уусдаг фосфоритын гурил болгон боловсруулдаг ба бага агуулга бүхий фосфоритын хүдрийн хэд хэдэн төрөл нь үүнд хамаарахгүй.

Бүх төрлийн фосфатын хүдрийг нийлмэл болон баяжуулсан бордоо болгон боловсруулахаас өмнө баяжуулна. Апатит-нефелиний хүдэр, фосфоритын бүтээгдэхүүн, фосфоритын гурил, апатит болон фосфоритын баяжмал хэлбэрээр нийлүүлж буй фосфатын түүхий эдийн чанарт тавигдах шаардлагыг хэрэглэгч болон холбогдох техникийн нөхцөл, стандартаар тодорхойлно.

Бордоо гарган авахад хэрэглэж буй апатитын баяжмалын 60 гаруй хувийг хагас бүтээгдэхүүн болох экстракцийн хүчил болгон боловсруулна. Үүний үндсэн дээр тулгуурлан олон төрлийн фосфор агуулсан бордоог үйлдвэрлэнэ. Гадаадын улс орнуудад дан фосфорын (давхар суперфосфат, фосфоритын гурил) болон комплекс (аммофос, диаммонийн фосфат, диаммофоска) бордоог үйлдвэрлэж байна.

Тухайн хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлөөс хамаараад баяжуулалтын аргыг сонгоно. Баяжуулалтын туршилт хийхээс өмнө эрдсийн найрлага, орчин үеийн багажит шинжилгээний үр дүнг үндэслэн технологи туршилтын судалгааг хийнэ.

Хүдрийн химийн найрлагыг индукцийн холбоост плазмын-масс спектрометр, атом шингээлтийн спектрометр, индукцийн холбоост плазмын оптик эмиссийн спектрометр (ICP-OES) гэх мэт орчин үеийн өндөр нарийвчлалтай багажаар хэмжиж тодорхойлно. Мөн долгионы дисперсийн рентген флуоресценцийн шинжилгээ (XRF)-гээр 44 элемент тодорхойлно.

Хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүн буюу бодисын найрлагын судалгааг рентген-диффрактометр XRD, TЕСCAN-TIMA эрдсийн анализатор, Mineral Liberation Analysis (MLA) багажууд дээр нарийвчилсан судалгааг хийж байна.

Геологийн шинжлэх ухааны судалгаа, хайгуул, баяжуулалтын технологи туршилт химийн шинжилгээ зэрэг олон талбаруудад энэ төхөөрөмжийг ашиглана. Эрдэс болон элементийн найрлагыг маш өндөр нарийвчлалтайгаар ($>1 \mu\text{m}$) тодорхойлдог нь цаг хугацаа хэмнэж илүү нарийвчлалтай тоон шинжилгээний үр дүн гаргаж өгнө. Сүүлийн жилүүдэд Монгол орноос хилийн чанадад гарч байгаа судалгаа шинжилгээний ажлыг дотооддоо хийх боломжийг бүрдүүлэх юм. Эрдсийг маш өндөр нарийвчлалтай тодорхойлох бөгөөд түүн дотор агуулагдаж байгаа маш бага агуулгатай хольц элементүүдийг тодорхойлно. Жишээлбэл: ICP-OES, ICP-MS багажуудаар тодорхойлсон маш бага агуулгатай элементүүд нь (жишээ нь ГХЭ) чулуулгийн ямар эрдсүүдэд агуулагдаж байгааг тодорхойлох боломжтой юм. Геологи хайгуул, судалгаа шинжилгээ, баяжуулалтын эцсийн бүтээгдэхүүн гаргаж авахад эдийн засгийн хувьд үр ашиг өгөх юм.

4.2. Хүдрийн технологийн туршилтыг бүрэн утгаар нь авч үзвэл лабораторийн болон хагас үйлдвэрлэлийн нөхцөлд минералогийн-технологийн, бага технологийн, лабораторийн, томсгосон лабораторийн, хагас үйлдвэрийн технологийн сорьц дээр хийдэг. Хүдрийн технологийн туршилтад өнөө үед технологийн сорьцын төрөл голдуу лабораторийн болон хагас үйлдвэрлэлийн технологийн сорьц, тэдгээрт харгалзах төрлийн технологийн туршилтаар хийгдэх болсон.

Ордын технологийн сорьцолтыг хайгуулын шатанд технологийн сорьцлолт хийх аргачилсан зөвлөмжийг баримтлан явуулна. Энэ төрлийн зөвлөмж боловсруулагдаагүй тохиолдолд адил төстэй аргачилсан зөвлөмж болох ОХУ-ын "Технологическое опробование в процессе геологоразведочных работ, 1998"-ийг хэрэглэх боломжтой.

4.3. Бага технологийн сорьцлолтоор хүдрийн байгалийн бүх төрөл, тэдгээрийн орон зайн тархалтыг тодорхойлно. Судалгааны үр дүнгээр томсгосон лабораторийн болон хагас үйлдвэрлэлийн сорьцуудыг авч, баяжуулах схемийг боловсруулан хүдрийн үзүүлэлтүүдийг гаргаж ирнэ. Эдгээр сорьц нь химийн ба минералогийн найрлага, хүдрийн структур-текстурын онцлог, физик болон бусад шинж чанар, дундаж агуулга зэрэг үзүүлэлтээрээ хүдрийн олборлолт, баяжуулалтын явцад гарах бохирдлыг тооцсон байх шаардлагатай.

4.4. Хүдрийн технологийн судалгааг хийхийн өмнө олборлосон хүдрийг тээвэрлэлтийн үед нь радиометрийн аргаар болон бүхэллэг хүдрийг ангилан ялгах боломжийг судална. Урьдчилан таамагласан технологийн үзүүлэлтийг сорьцлолтын үр дүнгийн боловсруулалтын математик тооцоо болон олборлолтын блокуудад ялгасан хүдрийн төрлийн хүрээний хэмжээнд хийсэн каротажийн

тооцооллын үр дүнгээр тодорхойлно. Уулын цулыг ангилан ялгахад хэрэглэдэг физик шинж чанар, хүдрийн ялгагдах байдал, олборлосон хүдрийн гранулометрийн найрлага зэргийг тогтоож, ангиллын радиометрийн үзүүлэлтийг үнэлнэ. Эерэг үр дүн гарсан тохиолдолд хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлийг дахин судлах, олборлолтын горимын үзүүлэлтүүдийг нягтлахын зэрэгцээ баян агуулга бүхий хүдрийн төрлийг гарган авч болох зэргийг тодорхой болгоно.

Эдийн засгийн үр ашгийг харгалзан цаашдын хүдэр боловсруулах аргын туршилтыг гүйцэтгэнэ.

4.5. Фосфатын хүдрийг баяжуулах судалгаагаар химийн найрлага, 3%-ийн давсны хүчилд үл уусах (кварц, глауконит, алюмосиликат, сульфид болон бусад) үлдэгдэл, үндсэн эрдсийн бүрдвэрээр фосфорын ангидридын тархалтын баланс, хүдрийн структур-текстурын онцлогийг тодорхойлохоос гадна шигшүүрийн, дисперсийн, хүндийн хүчний аргаар ялгах шинжилгээний үеийн бутлагдах, нунтаграх ба угаагдах чадварын талаар үнэлгээ өгнө. Хүдэр дэх ашигт эрдсийн мөхлөгийн сулрах оновчтой/зохимжтой нунтаглалтын хэмжээг тогтооно.

Нягт, соронзон мэдрэг шинж чанарыг тодорхойлно. Баяжуулалтын технологийн схемийг сонгож, хүдрийн асгаасын (насыпная масса-bulk density) нягт, анхдагч хүдрийн ба баяжмалын чийгшилтийг тодорхойлно.

Апатитын хүдрийг баяжуулах үндсэн арга нь флотацын арга бөгөөд урвалж нь азотжуулсан аминокислот төрлийн органик бүтээгдэхүүн байна. Флотацын процессыг илүү үр дүнтэй болгох үүднээс шингэн шил, урвалж ОП-4-ийг нэмнэ. Флотацын процесс нь сода эсвэл идэмхий натрийгаар үүсгэгдсэн шүлтлэг орчинд ($\text{pH} = 9.5-10.0$) явагдана.

2.5-18% P_2O_5 агуулга бүхий хүдрээс P_2O_5 38-40% агуулга бүхий апатитын баяжмалыг 80-93% ялган авна. Апатитын баяжмал дахь хүдрийн ихэнх хэсэг нь комплекс тул дараагийн шатны соронзон, гравитацын/хүндийн хүчний баяжуулалтын дамжлагаар оруулан пирохлорын, ильменитийн, магнетитын, нефелинийн болон бусад төрлийн баяжмал гарган авна. Хүдрийн бодисын найрлага, үндсэн ба чулуулаг үүсгэгч эрдсүүдийн тоон харьцаа болон тэдгээрийн физик-химийн шинж чанарыг тодорхойлсны үндсэн дээр баяжуулалтын технологийн ямар горимыг ямар дарааллаар явуулахыг сонгоно.

Хибинскийн бүлгийн ордын апатит-нефелинийн хүдэр нь амархан баяжигдах хүдэрт тооцогдох ба энэхүү хүдрээс P_2O_5 39.4% агуулга бүхий өндөр чанарын баяжмалыг 85-90% гарцтай гарган авдаг байна.

Харьцангуй амархан баяжигддаг хүдэрт Ошурковскийн ордын төрлийн болон апатит-ильменит-титаномагнетитын хүдэр хамаарна. Магнетит, титаномагнетит нь сул соронзон оронт баяжуулалтын дамжлагаар ялгагдах бол апатит-ильменитийг хөвүүлэн баяжуулах аргаар ялгана.

Апатит, карбонат (кальцит доломит) нь флотацийн шинж чанараараа ойролцоо ба баяжигдахад хэцүү хүдэрт хамаарагддаг тул флотацийн нарийн технологи шаардлагатай. Апатитын баяжмал дахь хүдрийн ихэнх хэсэг нь нийлмэл байдалтай тул соронзон, хүндийн хүчний, флотацийн аргуудаар дамжуулан пирохлорын, магнетит, нефелинийн болон бусад төрлийн баяжмал гарган авна. Карбонат-

силикатын хүдэр буюу Ковдорскийн ордын төрөл нь баяжуулахад хэцүү хүдрийн төрөлд хамаардаг ба апатит, магнетит, бадделеитыг гарган авахын тулд соронзон флотацын схемийг ашиглана.

Фосфоритын хүдрийн байгалийн төрөл нь маш олон янз тул эдгээр нь боловсруулалтын технологид янз бүрээр нөлөөлнө.

Хүхрийн хүчлээр бордоо үйлдвэрлэх фосфоритын хувьд P_2O_5 28% ба түүнээс их байх тохиолдолд ямар нэгэн баяжуулалт хийлгүйгээр түүхий эд болгох боломжтой. Харин түүнээс бага тохиолдолд агуулгыг нь ядаж дээрх хэмжээнд хүртэл зайлшгүй баяжуулна.

Байгалийн фосфатыг укологийн цэвэр, хаягдалгүй аргаар боловсруулах механохимийн технологийг (Амгалан, 2005) судалж санал болгосон байдаг. Энэ нь механик энергийн нөлөөгөөр хатуу биет химийн болон физик-химийн хувиралд орох, тухайлбал хатуу фазуудын хооронд урвал явагдаж фазын шилжилт болох химийн профессуудыг судалдаг. Энэ нь гариган ба төвд тэмүүлэх чичиргээт тээрэм дээр янз бүрийн хугацаанд идэвхжүүлэх замаар нийт фосфатын 50-60% нь нимбэгний хүчил ба цитрат аммонид уусах P_2O_5 бүхий бордоо гаргах технологиуд нэвтэрсэн байдаг.

Мөхлөгт, сэвсгэр хүдэр болох Марокканскийн дэд төрлийн хүдрийг баяжуулахдаа гидравликийн ангиллаар эсвэл карбонатын эрдсийн пелитийн фракцыг ялган цэвэрлэх замаар явуулна. Кызылкумскийн дэд төрлийн мөхлөгт хүдрийг баяжуулахдаа гравитацын аргыг ашиглан, гарсан шламыг кальцитай шатааж гүйцээн баяжуулдаг байна. Унечскийн элсэрхэг-мөхлөгт төрлийн фосфоритыг баяжуулахдаа +0.15 мм фракцыг ялгахын зэрэгцээ бусад эрдсийн мөхлөгт байх фосфатын бүрхүүлийг хүчлээр уусгана.

Хөвсгөлийн дэд төрлийн микро мөхлөгт болон афанитын төрлийн хүдэр нь фосфат, карбонат эрдсүүдийн маш нарийн хам ургалтаас шалтгаалаад баяжигдахад хэцүү хүдэрт хамаарагдана. Том ширхэгээр нунтагласан хүдрийг гравитацын аргаар 50% гарцтай баяжуулан дараа дараагийн шатны нарийн нунтаглах, флотаци/хөвүүлэн баяжуулах, шатаах дамжлагын сонголтоос хамааран гарцыг 65 - 80% хүртэл өсгөж болно.

Булцруут фосфоритын хувьд P_2O_5 агуулга маш бага тул кондицын баяжмал гарган авдаггүй. Харин бутлан задлах, нойтон шигших схемийн дагуу 20-21% P_2O_5 агуулгатай бүхэллэг бүтээгдэхүүнийг, харин буталгааны хаягдлыг нь хөвүүлэн баяжуулж нэмэлтээр баяжмал гарган авдаг. Энэ 2 бүтээгдэхүүнийг холин нунтаглаж 18-20% P_2O_5 агуулгатай фосфатын нунтаг үйлдвэрлэнэ.

Кингисеппскийн ордын хясаархаг фосфоритыг флотацын аргаар баяжуулна. Фосфатыг өөх тосны хүчил болон аполярын урвалжтай хамтад нь флотацын аргаар хүчиллэг орчин ($pH=9.3-9.8$)-д шингэн шил хэрэглэн кварцыг зайлуулан баяжуулна. P_2O_5 8-12% агуулга бүхий хүдрээс P_2O_5 28% агуулгатай фосфоритын баяжмал 80-90% гарцтай гарган авна.

Сүүлийн жилүүдэд фосфатын түүхий эдийг баяжуулахад биотехнологийн, радиометрийн, химийн аргыг хэрэглэж, электростатик, цахилгаан соронзонгоор

ангилян, фосфатын болон карбонатын эрдсийг ялгахдаа суспензийн гидроциклон ба хүнд-дунд сеператор ашиглаж байна.

Үйлдвэрт фосфатын баян хүдэр болон баяжмалыг боловсруулахдаа хүчлээр задлах, фосфорыг цахилгаан дулааны аргаар (электротермическийн) ангижруулж элементийн түвшинд ангижруулж, дулааны үйлчлэлээр апатитын структурыг задлах гэсэн үндсэн 3 арга хэрэглэдэг.

Хүхрийн хүчлийн үйлчлэлийн задрал нь энгийн суперфосфат ба экстракцийн буюу Ca, Mg, Fe, Al, Na, K, F, SiO₂ болон бусад хольцтой фосфорын хүчлийг үүсгэдэг.

Азотын хүчлийн үйлчлэлийн задрал нь апатитын кальцийг уусмал болгон бүрэн хувиргах замаар нитрофосфатыг бий болгодог бол азотын хүчил өөрөө бордооны бүрэлдэхүүн хэсэг болдог. Апатитыг хүчлээр ийнхүү задлах нь комплекс ба баяжуулсан бордооны 90-95%-ийг усанд уусгах боломжтой болгоно.

1450-1600°C цахилгаан зууханд фосфатын хүдэр, кокс, SiO₂-аас нүүрстөрөгчөөр ангижруулах замаар энгийн/элемент фосфорыг гарган авна. Цахилгаан дулааны аргаар (эрчим хүч их шаардана) шар фосфорыг гарган авахад шихтийн зууханд оруулах хүчлийн модуль $[(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{CaO} + \text{MgO})]$ нь 0.8-тай ойролцоо байх шаардлагатай. Шар фосфорыг улаан фосфор, фосфорын хүчил, фосфорын ангидрид, фосфорын хлорит, хүхэрт, органик болон бусад нэгдлийг гарган авахад хэрэглэдэг.

4.6. Хагас үйлдвэрлэлийн технологийн судалгааг тусгай төлөвлөгөөний дагуу явуулж болно. Энэхүү судалгааны үр дүнгээр баяжуулах технологийн төсөөлөл, хүдрээс үйлдвэрлэлийн агуулга бүхий ашигт бүрдвэрийг гарган авах боловсруулалт, үйлдвэрлэлийн хог хаягдлыг шийдвэрлэх зэрэгт хэрэгтэй нийт мэдээллийг тодорхой болгосон байх ёстой. Мөн баяжуулалтын хаягдлыг устгах, булшлах, хадгалах, эргэлтийн усыг ашиглах, гадагшлуулах, үйлдвэрийн хаягдал усыг саармагжуулах зэрэг оновчлолыг гаргасан байна.

4.7. Фосфатын түүхий эдэд тавигдах Үйлдвэрийн техникийн шаардлага нь техникийн хувьд боломжтой, химийн (хүчлийн, цахилгаан дулааны, гидротермийн) болон механик (бутлах, нунтаглах) аргаар боловсруулахад эдийн засгийн үр ашигтай байна.

Хамгийн чухал нь фосфатын түүхий эд дэх P₂O₅ агуулга юм. Түүнчлэн төмөр, хөнгөн цагааны полотор ислийн, магни ба цахиурын ислийн, карбонатуудын агуулга чухал үүрэг гүйцэтгэнэ. Химийн найрлагаас гадна түүхий эдийн гранулометрийн найрлага чухал.

Түүхий эдийг хүхрийн хүчлээр боловсруулж энгийн суперфосфат, фосфорын хүчлээр боловсруулж давхар суперфосфатыг гарган авна. Комплекс бордоо (аммофос, диаммонийн фосфат, диамофоска)-ыг азотын хүчлээр эсвэл хүхэр болон фосфорын хүчлийн холимогоор, мөн калийн болон аммонийн сульфатаар эсвэл хлорт калийгаар боловсруулж гарган авна.

Суперфосфат болон комплекс бордоо үйлдвэрлэхийн тулд P₂O₅ 28%-аас багагүй агуулга бүхий хүдэр шаардлагатай. Технологи болон боловсруулалтад

сөргөөр нөлөө үзүүлэх баяжмалын, хүдрийн хортой хольцид төмөр, хөнгөн цагааны полутор исэл, магнийн исэл, нүүрстөрөгч ба цахиурын давхар исэл, түүнчлэн хортой элементийн исэл хамаарна.

Хортой хольцын зөвшөөрөгдөх хэмжээ нь боловсруулалтын аргаас шалтгаална. Үнэлгээ нь $100R_2O_3/P_2O_5$ ба $100Mg/P_2O_5$ харьцаагаар илэрхийлэгдэнэ. Эхний харьцаа 8-12, дараах нь 5-8 гэсэн утгаас хэтэрч болохгүй. CO_2 -ын агуулга 6%-иас их байвал нүүрстөрөгчөөс чөлөөлөх шаардлагатай. $100Ca/P_2O_5$ харьцаа нь булцруут фосфоритод CaO агуулга 47-48 %, кальцийн модуль 1.55, хясаархаг фосфоритод CaO агуулга 50-52%, кальцийн модуль 1.4, Хибинскийн апатитад CaO агуулга 52%, кальцийн модуль 1.25 байдаг.

Азотын хүчлээр боловсруулахад фосфатын түүхий эд дэх P_2O_5 24% байдаг ба $100Fe_2O_3/P_2O_5$ харьцаа нь 15%-иас ихгүй байна. Шар фосфорын үйлдвэрлэлд P_2O_5 21%-иас багагүй агуулга бүхий 10 мм-с том хэмжээтэй фосфатын түүхий эдийг ашиглана.

Түүхий эдийн мөхлөгт/гранулометрийн найрлагад тавигдах шаардлага нь 3-5 мм-ээс багагүй, 50-70 мм-ээс ихгүй байна.

Апатит-нефелиний хүдэр, фосфоритын бүтээгдэхүүн, фосфоритын гурил, апатит, фосфоритын баяжмал хэлбэрээр нийлүүлж буй фосфатын түүхий эдийн чанарыг тухай бүр нь ханган нийлүүлэгч, хэрэглэгчийн хооронд байгуулсан гэрээгээр зохицуулдаг.

Өнөөдрийн байдлаар Монгол Улс болон Оросын холбооны улсад мөрдөгдөж байгаа фосфатын түүхий эдэд тавигдах стандарт, техникийн нөхцлийг хүснэгт 7-т харуулав.

Фосфатын түүхий эд, баяжмал, эцсийн бүтээгдэхүүний техникийн нөхцөл, үндсэн стандартын жагсаалт

Хүснэгт 7

Монгол Улс	
MNS 4305:1996	Фосфорын бордоо
MNS 4474:2006	Фосфор-азотын холимог бордоо
Оросын Холбооны Улс	
ГОСТ 22275-90	Апатитын баяжмал
ГОСТ 5716-74	Фосфоритын гурил
ТУ 113-12-93-90	Ковдорскийн уулын баяжуулах үйлдвэрийн апатитын баяжмал
ТУ 113-12-96-88	Үйлдвэрийн аргаар боловсруулах фосфоритын гурил
ТУ 113-12-83-85	Фосфоритын хуурай нунтаг
ТУ 113-12-57-87	Чилийн хүдрийн фосфоритын нарийн ширхэгт нунтаг
ТУ 113-12-141-90, ТУ 113-12-140-89	Цахилгаан дулааны боловсруулалт хийх суспензийн бүхэллэг фосфорит

Завханы Цахир уул болон Алагийн давааны фосфоритын ордын хүдрийн дээжинд ШУА-ийн судлаачид механохимийн аргаар баяжуулж болох туршилтыг хангалттай явуулсан байдаг.

Мөн Эрдэнэт үйлдвэрт 2021 онд холбогдох арга, аргачлалын дагуу дээж бэлтгэл, боловсруулалтыг гүйцэтгэсэн. Фосфоритын хүдрийн флотацид түгээмэл хэрэглэгддэг таллын тос, нарсны тос, шингэн шил зэргийг флотацийн үндсэн урвалжаар ашигласан байна. Хүдрийн дээж болон туршилтаар гарган авсан бүтээгдэхүүнүүдэд TESCAN-TIMA эрдсийн анализатор, Bruker XRD D8 Endeavor рентген дифрактометрээр эрдсийн шинжилгээ, химийн шинжилгээг тус тус хийлгэсэн.

Туршилтад Mineral Stats компанийн ESSA маркийн флотомашин, лабораторийн савхат тээрэм ашигласан ба хүдрийн нунтаглалтын оновчтой горим, флотацийн үргэлжлэх хугацаа, орчны температур болон рН, флотацийн урвалжийн горимийг тогтоосон. Хүдрийн шинж чанар, ашиглагдаж буй флотацийн урвалжийн онцлогоос хамаарч нунтаглагдсан хүдрийн дээжийг урьдчилан шламгүйжүүлсэн. Туршилтыг 65-70°C-ийн халуун орчинд явуулсан бөгөөд шаардлага хангасан фосфатын баяжмал гаргахын тулд нэг шатны цэвэрлэгээтэй энгийн схем ашигласан. Туршилт гүйцэтгэсэн ерөнхий схемийг хавсралт зураг 1-т үзүүлэв.

XRD DIFFRAC.info шинжилгээний үр дүнгээс харахад дээрх хоёр дээжид фторпатит агуулгаар Цахир уулын дээж нь Алагийн давааны хүдрийн дээжтэй харьцуулбал баян, фосфор агуулсан эрдсээр бараг 2 дахин өндөр агуулгатай байсан (Хүснэгт-8).

Фосфоритын хүдрийн дээжийн эрдсийн бүрдэл

Хүснэгт 8

№	Эрдсийн нэр	Химийн томьёо	Цахир уул	Алагийн даваа
1	Кварц	SiO ₂	54.7	67.7
2	Фторпатит	Ca ₁₀ (PO ₄) ₆ (F) ₂	43.8	25.8
3	Доломит	CaMg[CO ₃] ₂	-	2.8
4	Кальцит	CaCO ₃	0.5	0.5
5	Мусковит	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	1	1.6
6	Гётит	FeO(OH)	-	1.6
	Бүгд		100	100

Хүдэрт хийгдсэн ислийн шинжилгээгээр Алагийн давааны дээжид P₂O₅-ын агуулга 10.81%, Цахир уулын хүдэрт 18.33% P₂O₅ байна.

Алагийн даваа болон Цахир уулын хүдрийн дээжүүдэд флотацийн үр ашиг хамгийн өндөр байх оновчтой бүхэллэгийн хэмжээг P₈₀=131 μм, P₈₀=137 μм гэж тодорхойлсон.

Туршилтын оновчтой горимд нунтаглалт Цахир уулын хүдэр (P80~137 мкм), Алагийн давааны хүдэр (P80 ~ 131 мкм); булингын рН~8.2, булингын температур үндсэн флотаци болон цэвэрлэгээний флотацид 65-70°C; цуглуулагч урвалж: Үндсэн флотацид таллын тос-1000 г/тн, хяналтын флотацид-900 г/тн, цэвэрлэгээний флотацид-500 г/тн; хөөсрүүлэгч урвалжаар нарсны тос -100 г/тн; дарагч урвалжид үндсэн флотацид шингэн шил-50 г/тн; хяналтын флотацид-50 г/тн, цэвэрлэгээний флотацид-400 г/тн; флотацийн хугацаа нь үндсэн флотаци-4 мин, хяналтын флотаци 4 мин; цэвэрлэгээний флотаци -2.30+2.30 минут.

Цахир уулын хүдрийн цэвэрлэгээний баяжмалын гарц 22.2%, фосфатын агуулга 32.9% ба авалт 38.34% байсан байна. Харин нийт баяжмалын гарц 54.19%, агуулга 26.64% ба авалт 75.75% байна. Алагийн даваа хүдрийн I цэвэрлэгээний баяжмалын гарц 28.67%, фосфатын агуулга 25.67% ба авалт 66.16% байсан. Мөн нийт баяжмалын гарц 42.23%, агуулга 20.39% ба авалт 77.39% байв. Цахир уулын хүдрийн фосфатын агуулга Алагийн даваа хүдрээс 7.52%-иар өндөр учраас ашигт эрдсийг бүрэн флотацлаж авахад илүү кинетик шаардаж байгаа нь харагдсан байна.

Фосфорын бордоо гаргах технологи нь фосфатын баяжмалын шинж чанараас ихээхэн шалтгаална. Тиймээс лабораторийн туршилтаар гарган авсан баяжмалын эрдсүүдийн мөхлөгийн хэмжээ, сулралын байдал, хам ургал зэргийг нарийвчлан тодорхойлсон. БНЧУ-ын TЕСCAN компанийн TIMA электрон микроскоп дээр суурилсан эрдсийн бүрэн автомат шинжилгээний системээр фосфатын 32.96%-ийн агуулгатай баяжмалд апатитын мөхлөгийн хэмжээ, сулралын байдлыг тодорхойлсон байна. Баяжмал дахь бүхэллэгийн +45 μm ангид апатитын мөхлөгийн 31.8% нь 106-150 μm , 56.3% нь 45-106 μm , 11.9% нь 45 μm -ээс бага хэмжээтэй байна. Харин бүхэллэгийн -45 μm ангид апатитын мөхлөгийн 61.4% нь 20-45 μm , 26.3% нь 10-20 μm , 12.3% нь 10 μm -ээс бага хэмжээтэй байжээ.

Апатитын мөхлөгүүд ихэнхдээ кварцтай задгай ургалаар, сидерит, доломит, шаварлаг эрдсүүдийн мөхлөгүүдтэй нийлмэл ургал үүсгэсэн. Электрон микроскопын шинжилгээний дүнгээр хам ургалаар байгаа мөхлөгийн 11.9% нь кварцтай, 5.3% нь кальциттай, 3.6% нь бусад эрдсүүдтэй ургал үүсгэсэн. Эндээс лабораторид гарган авсан фосфатын баяжмал фосфорын бордоо гарган авах түүхий эдийн бүх шаардлагыг хангаж байна гэж үзсэн байна.

4.8. БНХАУ-ын Жин Пин фосфоритын орд нь далайн тунамал, хувирсан нарийн ширхэглэг, марганецтай фосфорын давхарга болон гялтгануурт ширхэглэг фосфорын хүдэр гэсэн 3 төрөлтэй. Үүнд 1) Нарийн ширхэглэгт: фосфоритоос гадна кальцит, доломит голлож, дагалдах байдлаар кварц, мусковит, заримдаа биотит, анар, пирит, лимонит, магнетит, гематит, шпат, фосфоритын хөнгөн цагаан, барийн кальцит, каолин, дикиит, серицит болон төмөр марганецын ислийн эрдэсээс бүрдсэн. 2) Марганецтай фосфор: давхарга нь тод хар цагаан өнгийн, туузан хэлбэртэй, хар нь марганец, сул бөгөөд нүх сүв ихтэй, гол эрдэс нь фосфорит, зөөлөн марганец, дараа нь мусковит, магнетит, хатуу марганец, доломит, кварц, сиенит, серицит, каолинтай. 3) Гялтганууртай ширхэглэг фосфорит: хөх өнгөтэй, өгөршлийн дүнд бор өнгөтэй болдог, хатуу бөгөөд хуудсан хээ маш их хөгжсөн. Фосфорит, мусковит, кварц, лимонит голлож, дагалдах байдлаар нь гематит, заримдаа биотит тохиолдоно.

Энэ үйлдвэрийн төрөл бүрийн фосфоритын хүдрийн (хавсралт-2), хольмог анхдагч хүдрийн (хавсралт-3) элементийн шинжилгээний дүн, баяжуулалтын технологийн үзүүлэлтийг (хавсралт-4) тус тус үзүүлэв. Фосфоритын мөхлөг жигд бус, дунджаар 0.2-0.04 мм, анхдагч хүдрийн чийг 6% орчим. Хүдрийн эзэлхүүний жин 2.8 тн/м³, хатуулаг ихэвчлэн 4-6 байна.

Тав. Ордын гидрогеологи, инженер-геологи (геотехник), геоэкологийн ба бусад байгалийн нөхцлийн судалгаа

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

5.2 Ордын гидрогеологийн судалгаагаар ордын усжилтыг хангаж байгаа ус агуулдаг үндсэн давхаргыг судлан тодорхойлж, усжилт ихтэй хэсэг болон бүсүүдийг ялган тогтоож, уурхайн усыг цуглуулах, хэрэглэх асуудлыг шийдвэрлэнэ. Ордын уст давхарга (горизонт) тус бүрийн зузаан, литологийн найрлага, коллекторын төрөл, тэжээгдэх нөхцөл, бусад уст давхаргатай болон гадаргуугийн устай үүсгэх харилцан хамаарал, газар доорх усны түвшин зэрэг үзүүлэлтийг тодорхойлохын зэрэгцээ ордыг олборлох техник-эдийн засгийн үндэслэлээр ирээдүйд нэвтрэх шаардлагатай уурхайн малталтад нэвчин ирэх усны ундаргыг тодорхойлж, уурхайг усанд автахас сэргийлэх, ирээдүйн ус зайлуулалтын системийг төлөвлөх арга замыг заана. Түүнчлэн гидрогеологийн үзүүлэлтийг тодорхойлох, зориулсан судалгаагаар дараах асуудлыг тогтооно. Үүнд:

- Уурхайд шүүрэн орох газрын доорх усны химийн найрлага, чанарт үнэлгээ өгч бетон, металл, полимер болон бусад материалаар хийсэн эдэлхүүнд нөлөөлөх усны нөлөөлөл, усан дахь ашигтай ба хортой хольцын агуулга, олборлож байгаа ордын уурхайд хуримталж байгаа болон уурхайгаас гадагшлуулж байгаа усны химийн найрлагыг тодорхойлох;

- Уурхайг хуурайшуулах зорилгоор гадагшлуулж байгаа усыг усан хангамжийн зориулалтаар хэрэглэх боломж, түүнээс ашигт бүрдвэрийг ялган авах боломж, уурхайн усыг гадагшлуулснаар уурхай орчмын нутаг дэвсгэрийн газрын доорх усны гидрогеодинамик болон ус татах байгууламжид үзүүлэх нөлөөлөл;

- Уурхайн хаягдал усны хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийг үнэлэх чиглэлээр явуулах судалгааны ажил, авч хэрэгжүүлэх арга хэмжээний талаарх зөвлөмж;

- Ирээдүйд байгуулагдах олборлох болон боловсруулах үйлдвэрт хэрэглэгдэх техникийн усан хангамж, унд-ахуйн хэрэглээний усан хангамжийн боломжит эх үүсвэрийн судалгаа;

- Уурхайгаас гадагшлуулж байгаа усыг ашиглах тохиолдолд нөөцийг холбогдох журам ба аргачлалыг баримтлан тооцоолно. Үүнд уурхайн малталтад нэвчин ирэх усны ундаргын хэтийн төлөвийн үнэлгээ хийх, ордын талбайн газрын доорх усны байгалийн горимыг тогтоох, өөрчлөлтийг үнэлэх гэх зэрэг хамаарна.

Ордын гидрогеологийн судалгааны үр дүнгээр ирээдүйн уурхайн төлөвлөлтөд харгалзан үзэх зайлшгүй шаардлагатай олборлох уулын массивыг хуурайшуулах, уурхайгаас ус гадагшлуулах болон гадагшлуулж буй усыг ашиглах арга зам, усан хангамжийн эх үүсвэр болон хүрээлэн буй орчныг хамгаалах зэрэг асуудлын талаар холбогдох зөвлөмжийг өгнө.

Тухайн ордын геологи, структур, тектоникийн онцлог, ашигт малтмалын төрөл, гидрогеологийн нөхцлийн нийлмэл байдлын зэргээс хамааруулан судалгааны арга зүй, ажлын төрөл, тооцооны аргыг ялгаатай сонгодог.

5.3. Ордын хайгуулын явцад хийгдэх инженер-геологийн судалгаа нь ирээдүйд ордыг олборлох уулын үйлдвэрийг байгуулахад шаардлагатай ил уурхай, далд малталт болон хамгаалалтын цулуудын үндсэн үзүүлэлтийг тодорхойлох, малталтыг нэвтрэх өрөмдлөг-тэсэлгээний ажлын болон бэхэлгээний паспортуудыг боловсруулахад шаардлагатай мэдээллийг бүрдүүлж, уулын ажлын аюул, осолгүй ажиллагааны нөхцлийг бүрдүүлэхэд чиглэгдэнэ.

Ордын инженер-геологийн (геотехникийн) нөхцлийн судалгааг холбогдох аргачилсан зөвлөмжийг баримтлан явуулна. Тухайлбал Барилга хот байгуулалтын сайдын 2019 оны 138 дугаар тушаалаар батлагдсан Барилга, байгууламжийн инженерийн судалгааны нийтлэг үндэслэл /БНБД 11-07-19/-ийн норм, дүрэм гэх мэт. Мөн энэ төрлийн зөвлөмж боловсруулагдаагүй байгаа тохиолдолд түүнтэй адил зөвлөмж болох ОХУ-ын “Методические руководства по изучению инженерно-геологических условий рудных месторождений при разведке., 2000”, “Инженерно - геологические, гидрогеологические и геоэкологические исследования при разведке и эксплуатации рудных месторождений., 2002” зэрэг зөвлөмжийг баримтлан судалгааг харьцуулан авч үзэж болно.

Ордын инженер геологийн судалгаагаар дараах асуудлыг судлан тогтооно. Үүнд:

- Хүдэр, агуулагч чулуулаг болон хучаас хурдас чулуулгийн физик-механик шинж чанар, тэдгээрийн байгалийн нөхцөлд болон усанд автсан үеийн бэх бат чанар;
- Ордыг бүрдүүлэгч чулуулгийн массивын инженер-геологийн онцлог нөхцөл, тэдгээрийн анизотроп чанар, чулуулгийн найрлага, текстурын онцлог, хагарал, ан цавшилд автсан байдал, тектоникийн эвдрэлд өртсөн байдал;
- Өгөршлийн бүс дэх чулуулгийн физик-механик шинж чанар, төлөв байдал;
- Олборлолтын нөхцлийг хүндрүүлэх боломжтой гулсалт, суулт, нуралт болон бусад физик-геологийн үзэгдэл тохиолдох төлөв зэрэг болно.

Олон жилийн цэвдэг тархсан дүүрэгт цэвдгийн температурын горим, цэвдэгт зузаалгийн дээд болон доод гадаргын хилийн хүрээ, гэсгэлэн хэсгийн гүн, хөлдөх ба гэсэх явцад чулуулгийн физик-механик шинж чанарын өөрчлөлт, улирлын чанартай хөлдөж, гэсдэг хөрсний үеийн зузаан зэргийг тодорхойлно. Тухайлбал Бүрэнхааны дүүрэгт цохилтот өрөмдлөг, шурф, мөхлөгийн судалгаа бүхий инженер геологийн судалгааг ордын эрэл-хайгуулын шаттай зэрэгцүүлэн явуулсан бол нарийвчилсан хайгуул, ТЭЗҮ боловсруулах шатанд “баяжуулах үйлдвэрийн барилгын талбайн инженер геологи”, “улирлын ба олон жилийн цэвдгийн тухай”, “олборлох үед зарим физик-газарзүйн үйл явц (криоген) болон үзэгдлийг харгалзан үзэх” гэх зэрэг цогц судалгааг 1970-1990 оны хооронд явуулсан байдаг.

Ордын инженер-геологийн судалгааны үр дүнд далд малталтын таазны чулуулгийн тогтвортой байдал, ил уурхайн хананы тогтворшилтын үзүүлэлтүүдийг

тодорхойлж, ирээдүйн олборлолтын малталтыг нэвтрэх тооцоонд зориулан малталтын үзүүлэлтийг сонгоход шаардлагатай мэдээллийг урьдчилан бүрдүүлнэ.

Ордын дүүрэгт судалж байгаа ордтой адилтган үзэх боломжтой гидрогеологийн болон геотехникийн нөхцөлтэй ордод ил ба далд уурхай ажиллаж байгаа бол, түүний гидрогеологийн болон геотехникийн нөхцлийн талаарх үзүүлэлтийг харьцуулах замаар өөрийн судалгааны талбайн үнэлгээнд ашиглаж болно.

5.4. Фосфатын түүхий эдийн орд нь хүдэр агуулагч чулуулаг, хүдрийн биетийн морфологи, хэмжээ, байрших гүн, нөхцөл зэргээрээ маш олон янз байдаг. Нөөцийн хэмжээ, хүдрийн биетийн тархалтын гүний интервал, гидрогеологийн нөхцөл болон бусад хүчин зүйлээс шалтгаалан техник-эдийн засгийн тооцооллоор ил, далд эсвэл хосолсон аргаар олборлохыг тодорхойлно. Фосфатын хүдрийн ордуудыг олборлох ирээдүйтэй чиглэл бол цооногийн гидро олборлолт (hydraulic borehole mining technology) юм.

P_2O_5 -ын байгалийн цацраг идэвхжилттэй корреляц үүсгэх байдал эсвэл дагалдах бүрдвэрийн агуулгаас хамаарч олборлосон хүдрийн чанарыг хянах арга бол кондицийн болон кондицийн бус, овоолго гэж ялгахгаар зөөвөрлөх үед хүдэр хянах зорилгоор экспресс-анализ/шуурхай хяналт хийх явдал юм.

5.5. Геоэкологийн судалгаагаар геологи орчны суурь үзүүлэлт (цацрагийн түвшин, гадаргуугийн болон газрын доорх усны найрлага, хөрсөн бүрхэвчийн тодорхойлолт, ургамал, амьтны аймаг гэх зэрэг)-ийг тодорхойлж, төлөвлөж байгаа уулын үйлдвэрийг барьж байгуулснаар хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх химийн болон физик нөлөөлөл (нутаг дэвсгэр тоосжих, гадаргуугийн ба гүний ус, хөрсийг уурхайн ус ба уурхайгаас гадагшлуулж байгаа усаар бохирдуулах, хий тоос цацагдан агаар бохирдуулах гм), уулын үйлдвэрийн байгуулалтад зориулан байгалийн баялгийг ашиглах (ой модны хэрэглээ, техникийн зориулалттай усны хэрэглээ, орон нутгийн барилгын материалын хэрэглээ, уурхайн байгууламж, хаягдал, хуулсан хөрс зэргийг байрлуулах газрын хэрэглээ гэх зэрэг) хэмжээ зэрэг үзүүлэлтийг тодорхойлон, уул уурхайн үйлдвэрлэл явуулснаас хүрээлэх орчинд үзүүлэх нөлөөллийн шинж чанар, эрчимжилт, нөлөөллийн хор хөнөөл, бохирдол үүсгэж болох эх үүсвэр, бохирдол тархалтын динамик, бохирдол явагдах орон зайн боломжит хүрээ хязгаар зэргийг тодорхойлно.

Хайгуулын ажлын үед экологи хянагч элемент, үйлдвэрлэлийн хүдэр дэх болон боловсруулсан бүтээгдэхүүн (баяжмал, бордооны дээж, үйлдвэрлэлийн хаягдал)-ий үзүүлэлтийн өөрчлөлтийг тодорхойлох зорилгоор фосфатын түүхий эдийн экологийн үнэлгээг хийнэ. Мөн экологийн үзүүлэлт (ЭҮ)-ийг тогтооно. Голлох хортой элемент (F, As, Sr, Hg, Cd, U)-ийн тархалтын экологи-геохимийн цогц зургийг боловсруулна. Экологийн үзүүлэлт нь экологийн хувьд аюултай бүсийг тодорхойлно.

Фосфорын бордооны үйлдвэрлэл нь ямар төрлийн фосфатын түүхий эдээс гарган авснаас үл шалтгаалан экологийн хяналтан дор явагдана.

Хуулсан хөрсний биологийн нөхөн сэргээлт явуулахын тулд хөрсний үеийн зузааныг тодорхойлон сэвсгэр хөрсөнд агрохимийн судалгаа явуулж, хөрс

хуулалтаас гарсан чулуулгийн хүрээлэх орчинд үзүүлэх хорт нөлөөлөл, түүн дээр ургамал ургах боломж зэргийг судлан тогтооно.

5.6. Онцгой нийлмэл бөгөөд өвөрмөц гидрогеологи, инженер-геологийн болон бусад байгалийн нөхцөл бүхий дүүрэгт хэрэгжүүлэх шаардлагатай байгалийн нөхцлийн тусгайлсан судалгааны аргачлал, ажлын хэмжээ, хэрэгжүүлэх хугацаа, хэрэгжүүлэх горим зэргийг төлөвлөн явуулахдаа төсөл хэрэгжүүлэгч байгууллага болон тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчид харилцан тохиролцсон байх шаардлагатай.

5.7. Шинээр олборлолт эхлэхээр төлөвлөж байгаа ордын дүүрэгт үйлдвэрлэлийн болон орон сууц, ахуйн зориулалттай барилга байгууламжийг барьж байгуулах, хоосон чулуулгийн болон баяжуулах үйлдвэрийн хаягдлыг байрлуулах зориулалттай ашигт малтмалын хуримтлалгүй талбайг судлан тогтооно.

5.8. Метан, хүхэрт устөрөгч болон бусад байгалийн хий агуулсан ордын хувьд хийн тархалт, түүний агуулга болон найрлагын өөрчлөгдөх зүй тогтлыг ордын талбайн хэмжээнд болон гүнд нь судлан тодорхойлно.

5.9. Хүний биеийн эрүүл мэндэд хортой нөлөө үзүүлэх магадлалтай хүчин зүйлс (уушиг тоосжих аюул, өндөржсөн цацраг идэвхжилт, геотермийн буюу газрын гүний халуун нөхцөл гэх зэрэг)-ийг судлан тодорхойлно.

5.10. Ордыг агуулж буй болон хучиж буй чулуулаг, тэдгээрт агуулагдах бусад ашигт малтмалын судалгааг ашигт малтмалын ордыг иж бүрэн судлах чиглэлээр боловсруулагдсан аргачилсан зөвлөмжийн шаардлагыг баримтлан гүйцэтгэнэ. Энэ төрлийн аргачилсан зөвлөмж гараагүй тохиолдолд түүнтэй адил зөвлөмж болох ОХУ-ын "Рекомендация по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов, 2007"-ийг хэрэглэх боломжтой.

Зургаа. Ордын нөөцийн тооцоолол ба баялгийн үнэлгээ

6.1. Фосфоритын ордын нөөцийн тооцооллыг Монгол Улсын Уул уурхайн сайдын 2015 оны тушаалаар батлагдсан "Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар"-ыг баримтлан хийнэ.

6.2. Ордын нөөцийг ирээдүйд ордыг олборлох уул уурхайн үйлдвэрийн жилийн хүчин чадлаас ихгүй хэмжээний нөөцтэй хэсэгшлүүдэд ангилан тооцоолно. Нөөцийн тооцоолол хийх нэгж хэсэгшилд дараах шаардлага тавигдана. Үүнд:

- Ижил түвшинд хайгуул хийгдэж, ашигт малтмалын чанар ба тоо хэмжээг тодорхойлох үзүүлэлтүүд нь адил түвшинд судлагдсан байх;

- Нэгэн адил жигд геологийн тогтоцтой, хүдрийн биетийн зузаан, хүдрийн биетийн дотоод бүтэц тогтоц, бодисын найрлага, хүдрийн чанарын болон технологи шинж чанарын үндсэн үзүүлэлтүүдийн хувьсан өөрчлөлт нь адил буюу бараг адил төрхтэй;

- Хүдрийн биет нь ордын геологи-структурын нэгэн элементийн хэмжээнд (атирааны нэгэн жигүүрт, эсвэл цөм хэсэгт, хагарлаар зааглагдсан тектоникийн нэгэн хэсэгшилд гэх зэрэг) байрласан тогтвортой байрлалтай байх;

- Ордыг олборлох уул-геологийн адил нөхцөлтэй байх. Нөөцийн хэсэгшлийг ялгахдаа хүдрийн биетийн уналын дагуух уулын малталтын горизонтоор, эсвэл ирээдүйн олборлолтын дэс дарааллыг харгалзан цооногоор хязгаарлан тогтооно.

6.3. Ордын нөөцийн тооцоололд фосфатын хүдрийн ордын өвөрмөц онцлог шинжийг тусгасан дараах нэмэлт нөхцлийг харгалзах ёстой. Үүнд:

Баттай (А) зэрэглэлийн нөөцийг зөвхөн I бүлэгт хамаарагдах ордын хайгуулын малталт, цооногоор нарийвчлан судлагдсан хэсэгт тооцоолно. Баттай (А) зэрэглэлийн нөөцийн хилийг малталт ба цооногоор хязгаарлан тогтооно.

Олборлож байгаа ордын хувьд баттай (А) зэрэглэлээр нөөцийг ашиглалтын хайгуул болон уулын бэлтгэл малталтын үр дүнгээр тооцоолно. Үүнд баттай (А) зэрэглэлийн нөөцийн шаардлагыг хангаж байгаа олборлолтод бэлэн болсон хэсэгшлүүдийн нөөцийг хамааруулна.

Бодитой (В) зэрэглэлээр нөөцийг геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар I ба II бүлэгт багтах ордод тооцоолно. Үүнд хүдрийн биетийн бодитой (В) зэрэглэлээр нөөцийг тооцоолох шаардлагыг хангах түвшинд нарийвчлалтай хайгуул хийсэн хэсгийн нөөцийг хамааруулна. Бодитой (В) зэрэглэлийн нөөцөд хамааруулж байгаа хэсэгшлийн геологийн тогтцын гол үзүүлэлтүүд, ашигт малтмалын чанарын үнэлгээг хангалттай хэмжээний төлөөлөх чадвар сайтай өгөгдөл, үйлдвэрлэлийн (технологийн) хүдрийн төрлөөр хүрээлж тодорхойлно.

Олборлож байгаа ордын хувьд бодитой (В) зэрэглэлээр нөөцийг ашиглалтын хайгуул болон уулын бэлтгэл малталтын үр дүнгээр тооцоолно. Үүнд бодитой (В) зэрэглэлийн нөөцийн шаардлагыг хангаж байгаа олборлолтод бэлэн болсон хэсэгшлүүдийн нөөцийг хамааруулна.

Боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцийг хайгуулын торын нягтрал нь тухайн зэрэглэлийн нөөцийн шаардлагыг хангах түвшинд байгаа ордын хэсгүүд болон эдгээр хэсгүүдээс бүрдүүлсэн мэдээлэл нь ордын нарийвчилсан судалгаа хийсэн хэсгүүдийн өгөгдлөөр баталгаажсан байх, эсвэл олборлож байгаа ордын хувьд ашиглалтын хайгуул болон олборлолтын үр дүнгээр баталгаажсан хэсгүүдэд тооцоолно.

Боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцийн хүрээг ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдлаас хамааруулан хайгуулын цооногоор, эсвэл тогтвортой геологийн тогтоцтой, хүдрийн биетийн хувьд ордын морфоструктурын онцлог, хүдрийн биетийн зузаан ба чанарын өөрчлөлтийг харгалзан үзсэний үндсэн дээр хязгаарлагдмал экстраполяцын аргаар тогтооно.

Илрүүлсэн (P₁) баялгийн үнэлгээг хайгуул хийж байгаа ордын хувьд ордын нөөцийн зэрэглэлд хамаарагдсан хэсэгшлүүдийн захын болон гүний хэсэгт, эрэл-үнэлгээний ажил хийж байгаа ордын хувьд геологи-структурын онцлог, мөн геологи, геофизик, геохимийн судалгааны үр дүнг цөөн тооны малталт ба өрөмдлөгийн үр дүнгээр баталгаажуулсан хэсэгт өгнө. Илрүүлсэн (P₁) баялгийн үнэлгээ өгч байгаа хэсгийн хилийг хүдрийн биетийн байршлын зүй тогтол, хүдэржсэн хэсгийн зузаан ба агуулгын өөрчлөлтийг судалсан үр дүн болон геофизик, геохимийн өгөгдөлд тулгуурлан экстраполяцын аргаар тогтооно.

Ордын геологийн нөөцөд тулгуурлан ордыг олборлох техник-эдийн засгийн үндэслэл (ТЭЗҮ)-ийг боловсруулна. ТЭЗҮ-ээр уурхайн хүрээ хязгаарт хамаарч байгаа геологийн нөөцөөс жишгийн шаардлага хангахгүй хүдрийн хэсэг, олборлолтын үеийн хаягдал, бохирдол тооцсон хэсгийг хасаад үлдэж буй хэсгийг үйлдвэрлэлийн нөөцөд хамааруулах бөгөөд түүнийг батлагдсан (А') ба магадласан (В') зэрэглэлд ангилахдаа "Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар"-т тусгасан шаардлагыг баримтлан хийнэ.

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

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

Бодитой (В), боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцөд хамаарагдах хэсэгшлүүдийн хүрээг экстраполяцияар татах тохиолдолд нөлөөллийн хүрээний өргөнийг заавал бодит өгөгдөлд тулгуурлан тогтооно. Хүдрийн биетийн нимгэрэн шувтарч байгаа болон олон салаалан шувтрах чиглэл, тектоникийн хагарлаар хэрчигдсэн чиглэл, агуулгын зүй тогтолтой ядуурал тогтоогдож буй чиглэл, ордын уул-геологийн нөхцөл хүндрэлтэй болж байгаа чиглэлд экстраполяция хийхгүй байх хэрэгтэй.

6.4. Ордын нөөцийг зэрэглэлээр ангилан тооцоолохоос гадна олборлох арга (ил уурхайгаар, штольны горизонтоор, далд уурхайгаар гэх зэрэг), үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрөл, эдийн засгийн урьдчилсан үнэлгээ хийж олборлолтод өртөх үйлдвэрлэлийн нөөцөөр ангилан тооцоолно.

Хүдрийн үйлдвэрлэлийн төрөл, сортын хил хүрээг ялгах боломжгүй тохиолдолд тэдгээрийн тоон харьцааны талаар статистик үнэлгээ өгнө. Ордын нөөцийг хуурай хүдрээр тооцоолж, хүдрийн чийгшилтийн хувь хэмжээг зааж өгнө. Нүх сүвшил ихтэйн улмаас чийгшил ихтэй хүдрийн хувьд мөн адил хуурай хүдрээр нөөцийг тооцоолж, чийгшилтийн хэмжээг тогтоосон байна.

6.5. Олборлож байгаа ордын хувьд хөрс хуулалт хийсэн, олборлолтод бэлтгэгдсэн, олборлоход бэлэн болсон, уулын үндсэн малталт болон бэлтгэл

малталтуудын хамгаалалтын цулд үлдсэн ордын нөөцийг судлагдсан түвшнээр нь холбогдох зэрэглэлд хамааруулан ангилан тооцоолно.

6.6. Уул уурхайн хамгаалалтын цулд үлдэж байгаа, томоохон усан сан, хүн амын суурьшил бүхий талбай, газар тариалангийн талбай, түүхийн дурсгалт зүйлстэй нутаг, улсын болон орон нутгийн тусгай хамгаалалтад авсан талбай, ойн сан, гол мөрний сав газрын тусгай хамгаалалтад хамаарах хэсгийн нөөцийг холбогдох зэрэглэлээр нь ангилан тооцоолж, баялагт хамааруулна.

6.7. Олборлож байгаа ордын хувьд өмнө тооцоолсон нөөцийн үнэмшлийг хүдрийн биетийн морфологи, байрших нөхцөл, дотоод бүтэц тогтоц, зузааны болон агуулгын өөрчлөлт зэрэг үзүүлэлтээр ашиглалтын хайгуул болон олборлолтын явцад бүрдүүлсэн өгөгдлөөр харьцуулан судалж, холбогдох аргачлал, зөвлөмжийг баримтлан тогтоодог. Энэ төрлийн аргачилсан зөвлөмж боловсруулагдаагүй тохиолдолд түүнтэй адил чанарын зөвлөмж болох ОХУ-ын "Методические рекомендации по сопоставлению данных разведки и разработки месторождений твердых полезных ископаемых, 2007"-ийг баримталж болно.

Хэрэв олборлолтын явцад хайгуулын ажлаар тогтоосон нөөц нь олборлолтоор баталгаажиж, эсвэл багахан хэмжээний зөрөө гарч, тэрхүү гарсан зөрөө нь ордын олборлолтын техник-эдийн засгийн нөхцөлд нөлөөлөхөөргүй байвал, хайгуул ба ашиглалтын өгөгдлийг харьцуулахад геологи-маркшейдерын хэмжилт, тооцооны үр дүнг ашиглаж болно.

Олборлолтын явцад хайгуулын ажлаар тооцоолон ЭБМЗ-өөр хэлэлцүүлэн бүртгэлжүүлсэн нөөц ашиглалтын хайгуул болон олборлолтын өгөгдлөөр баталгаажихгүй байгааг ашигт малтмалын олборлолт эрхлэгчид болон уул уурхайн хяналтын байгууллагын хамтарсан дүгнэлтээр магадлан тогтоосон нөхцөлд ордын нөөцийн баталгаажихгүй байгаа үзүүлэлтээр засварлах итгэлцүүрийг тооцоолон хэрэглэх боломжтой.

Ордын хайгуул ба олборлолтын үр дүнг хооронд нь харьцуулсан судалгаанд нөөцийн тооцоонд хэрэглэсэн хүдрийн биетийн тархалтын талбай, хэмжээ, зузаан ба агуулга, тэдгээрийн орон зай дахь өөрчлөлтийн шинж чанар, зүй тогтол, хүдрийн эзэлхүүн жин зэрэг үзүүлэлтээр харьцуулалтыг заавал хийж, зөрөө гарсан тохиолдолд түүний шалтгааныг тогтоож, тоо хэмжээг нь тодорхойлон үнэлгээ өгнө.

6.8. Сүүлийн жилүүдэд ордын нөөцийн тооцоололд орд, хүдрийн биетийн ашигт бүрдвэрийн агуулга, хүдрийн биетийн зузаан зэрэг аль нэгэн гол үзүүлэлтийн орон зайн тархалтын зүй тогтол, өгөгдлийн хувьсацын үнэлгээнд тулгуурласан геостатистикийн аргыг хэрэглэн нөөцийн тооцооллын программуудыг ашиглан хийдэг аргачлалыг өргөн хэрэглэж байна.

Геостатистик аргыг хэрэглэн ордын нөөцийг үнэн зөв тооцоолох нь дээр өгүүлсэн үзүүлэлтийг хайгуулын явцад хэр зэрэг үнэн зөв, хангалттай хэмжээгээр судлан тогтоосон байдал, судалж байгаа ордын геологийн тогтцын өвөрмөц онцлог байдалтай уялдуулан хайгуулын анхдагч өгөгдлүүдэд дүн шинжилгээ хийж, загварчлах аргачлалыг сонгосон байдал (тооцоололд хэрэглэж байгаа өгөгдлийн орон зайн тархалтын хууль, зүй тогтолт өөрчлөлтийн хандлага буюу тренд, анизотроп чанар, эксперименталь вариограммуудыг тооцоолон бүтцийн болон

чанарын үнэлгээ хийх, хайлтын эллипсоидуудын параметрийг тодорхойлоход ордын структурын хил заагийн нөлөөлөл) зэргээс ихээхэн хэмжээгээр хамааралтай байдаг. Орд, хүдрийн биетийн нөөцийн хүрээллийн орон зайг нэгж (микро) хэсэгшилд хувааж, тэдгээрт кригингийн, ойр хөршийн, урвуу зайн хамаарлын зэрэг интреполяцын аргуудаар үнэмшилтэй өгөгдөл (тухайлбал ашигт бүрдвэрийн агуулга)-ийг олж тогтооход анхдагч түүврийн тоо нь интерполяцын томъёог үндэслэлтэй, үнэн зөв сонгоход хүрэлцэхүйц (хоёр хэмжээст хавтгайн загварчлалд наад зах нь хэдэн арван хайгуулын малталт ба цооногоор тогтоосон хайгуулын огтлол, гурван хэмжээст орон зайн загварчлалд гурав дахь чиглэл дагуу хэдэн зуун сорьцлолын өгөгдөл байх) хангалттай тооны байх шаардлага тавигддаг. Орд, хүдрийн биетийн үндсэн өгөгдлийн орон зайн хувьсацын судалгаанд ордын нарийвчилсан судалгаа хийсэн хэсгийн мэдээллийг ашиглах нь илүү үр дүнтэй болно.

Вариограммын тооцоог хүдрийн биетийг бүрэн нэвтэрсэн огтлолоор эсвэл үндсэн сорьцоор, сорьцын урт нь ил уурхайн мөргөцгийн өндрийн хэмжээгээр, хэрвээ хүдэржилтийн босоо өөрчлөлтийг судлах боломжгүй бол сорьцлолын интервалуудаар гүйцэтгэнэ.

Нэгж хэсэгшлүүд (микро блок)-эд ангилсан нөөцийн тооцооллын геостатистик загварчлалд уг хэсэгшлийн хэмжээг төлөвлөж байгаа олборлолтын арга, технологи, олборлолтын хэсэгшлүүдийн үзүүлэлт зэрэгтэй уялдуулан сонгох хэрэгтэй. Нэгж хэсэгшлийн хэмжээг ордын хайгуулд хэрэглэсэн торын нягтралын дундаж хэмжээний $1/4$ ба $1/8$ -аас багагүй байлгахыг эрмэлзэх хэрэгтэй.

Геостатистик аргаар нөөц тооцоолсон үр дүнг адил хэмжээний, адил чиглэлтэй элементар хэсэгшил бүрээр тодорхойлсон гол өгөгдлүүдийг багтаасан хүснэгт хэлбэрээр болон ордын томоохон хэсгүүдээр ангилан тооцооны өгөгдлүүдийг хамтатгасан хэлбэрийн аль нэгээр нь тайлагнаж болно.

Геостатистик аргаар нөөцийн тооцоонд хэрэглэж байгаа бүх тоон өгөгдөл (сорьцлолын өгөгдөл, сорьцын байршлын солбицол, хүдрийн огтлолууд, тэдгээрийн байршлын солбицол, чулуулгийн мэдээлэл, структурын вариограммын тоон илэрхийлэл гэх зэрэг)-ийг хэрэглэгчид, шинжээчдэд уншиж ойлгоход хялбар энгийн форматаар, статистик болон геостатистик тооцоололд түгээмэл хэрэглэгддэг файл, программ (GEOEAS зэрэг стандарт форматтай DBF-файл, ASCII-файл гэх зэрэг)-ыг ашиглан бэлтгэсэн байвал зохино. Тэгш хэмт (эсвэл онолын) загварт дүйцүүлэх байгуулалт хийсэн аргачлал, трендийн тооцоо, вариограммын байгуулалт, тооцооны үр дүнг график дүрслэлээр харуулахын зэрэгцээ тайлбар бичиглэлийн хамтаар тайлагнана.

Геостатистик арга нь орд, хүдрийн биет, нөөцийн хэсэгшлүүдээр дундаж агуулгын үнэлгээг үнэн зөв гаргах боломж олгодог, нийлмэл морфологитой болон нийлмэл дотоод бүтэцтэй хүдрийн биетийн хүрээллийн алдааг хамгийн бага байлгах зэрэг олон сайн талтай арга юм. Гэхдээ геостатистик аргаар ордын нөөцийг тооцоолохдоо ордын геологийн тогтоцод илүүтэй захируулах нөхцлийг баримтлан, үр дүнд нь хяналт хийх боломжтой сонголт хийж тооцоолсон байх шаардлагатай. Орд, хүдрийн биетийн геостатистик загварчлал, тэдгээрийн

нөөцийн тооцооллын үр дүнг ордын хэмжээгээр болон ялангуяа нарийвчлан судалсан хэсгүүдэд нөөцийн тооцоолол хийдэг уламжлалт аргачлалаар хянаж, харьцуулсан дүгнэлт хийнэ.

6.9. Нөөцийн тооцоололд компьютер программчлалын аргыг хэрэглэхдээ анхдагч өгөгдлийн сан (малталт, цооногийн солбицол, инклинометрийн хэмжилтийн үр дүн, чулуулгийн төрөл, тэдгээрийн заагийн тэмдэгт, сорьцлолтын үр дүн гэх зэрэг)-гийн файл, завсрын байгуулалт болон тооцоо (жишгийн шаардлагыг баримтлан ялгаж тогтоосон хүдрийн огтлолын каталог, үйлдвэрлэлийн шаардлага хангах хүдэржилтийн хүрээлэл бүхий хайгуулын зүсэлт, план зураг, далд малталтын горизонтын план, хүдрийн биетийн хэвтээ, босоо болон уналын хавтгай дахь тусгал, нөөцийн хэсэгшил болон малталтын ахиц, горизонтоор тооцоолсон нөөцийн тооцооны үзүүлэлтийн каталог гэх зэрэг), нөөцийн тооцооллын нэгтгэсэн үр дүн зэргийг тайлагнаж байгаа аргачлал нь тэдгээрт хяналт хийхэд дөхөм, ойлгомжтой байдлаар хийгдсэн байвал зохино. Компьютерийн программ ашиглан боловсруулсан график материал, баримтжуулалт нь агуулга, бүтэц, хэлбэрийн хувьд тэдгээрт тавигддаг шаардлагад нийцсэн байх ёстой.

6.10. Нөөцийн тооцоолол бүхий хайгуулын ажлын үр дүнгийн тайланг Монгол Улсын Ашигт малтмал эрэх, хайх, ашиглах үйл ажиллагааны журмын дагуу боловсруулж, Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар болон холбогдох аргачилсан зөвлөмжид нийцүүлэн Эрдэс баялгийн мэргэжлийн зөвлөлийн хурлаар хэлэлцүүлнэ. Тайлангийн хувийг Геологийн баримтын төв архивт тушаахдаа холбогдох баримтыг шаардлагын дагуу бүрэн бүрдүүлсэн байх хэрэгтэй.

Долоо. Ордын судлагдсан байдал

Фосфатын орд (томоохон ордын хэсэг)-ыг судлагдсан түвшингээр эрэл, үнэлгээ хийгдсэн, хайгуул хийгдсэн орд гэж ангилна.

Эрэл, үнэлгээ өгсөн ордод цаашдын хайгуулын судалгаа хийх шаардлагатай эсэхийг тогтоох түвшинд судлагдсан ордыг, хайгуул хийгдсэн ордод олборлох түвшинд бэлтгэгдсэн ордыг хамааруулна.

7.1. Эрэл, үнэлгээ өгсөн фосфатын хүдрийн ордын хувьд ордын ерөнхий хэмжээ, ашигт малтмалын чанарын үзүүлэлтийг тодорхойлон дараагийн шатны хайгуулын ажил болон олборлолтын дарааллыг төлөвлөх, түүний илүү хэтийн төлөв сайтай хэсгүүдийг ялгах хэрэгтэй байдаг.

Нөөцийн тооцоолол болон баялгийн үнэлгээнд хэрэглэх жишиг үзүүлэлтийг ордын хэмжээнд болон түүний төлөөлөл сайтай хэсэгт хийсэн эрэл-үнэлгээний ажлын үр дүнд тулгуурлан техник-эдийн засгийн урьдчилсан үнэлгээ болон адил төсөөтэй геологийн тогтоц, уул-техникийн болон эдийн засгийн нөхцөлтэй ордын жишиг үзүүлэлттэй харьцуулах аргаар тодорхойлно.

Үнэлгээ өгсөн ордын нарийвчлан судалсан хэсэгт нөөцийг боломжтой (С) зэрэглэлээр тооцоолж, ордын хэмжээнд илрүүлсэн (P_1) баялгийн түвшинд үнэлгээ өгнө.

Ордыг олборлох арга, системийн сонголт, олборлох үйлдвэрийн хүчин чадлын боломжит цар хэмжээг адил төсөөтэй уурхайтай харьцуулах зарчимд

тулгуурлан тоймлон тогтооно. Хүдэр баяжуулалтын технологийн горимыг сонгохдоо дагалдах ашигт бүрдвэрийн бүрэн авалтыг харгалзан бүтээгдэхүүн буюу баяжмалын гарц, түүний чанарын үзүүлэлтийг сорьцын лабораторийн технологийн судалгааны үндсэн дээр тогтооно. Уул уурхайн олборлох ба боловсруулах үйлдвэрийг барьж байгуулах үндсэн зардал, бүтээгдэхүүний өөрийн өртөг болон бусад эдийн засгийн үзүүлэлтийг харьцуулалтын зарчимд тулгуурлан эдийн засгийн томсгосон тооцоогоор тодорхойлно.

Ирээдүйн уул уурхайн үйлдвэрлэлийн болон ахуйн хэрэглээний усан хангамжийн талаар дүүргийн гидрогеологийн нөхцөл, уст цэгийн мэдээлэл, хөдөө аж ахуйн болон бусад зориулалтаар хийсэн гидрогеологийн судалгаа зэрэгт тулгуурлан үнэлгээ өгнө.

Ирээдүйн ордын хайгуул болон олборлолтоос хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийн талаар үнэлгээ өгнө.

Хүдэржилтийн морфологи, бодисын найрлагыг нарийвчлан судлах, хүдрийн баяжуулалтын болон боловсруулалтын технологийн бүдүүвчийг оновчтой сонгож боловсруулах зорилгоор үнэлгээ өгсөн ордод болон түүний нарийвчлан судалсан хэсэгт туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт явуулж болно. Туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт нь ордын хайгуулын үе шатанд хамаарагдах бөгөөд туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт явуулах хөтөлбөрийг ашигт малтмалын ордын хайгуул ба олборлолт эрхлэгчид боловсруулж, Монгол Улсын төрийн захиргааны холбогдох байгууллагаар хянуулж баталгаажуулна. Энэхүү хөтөлбөр нь 3 жилээс ихгүй хугацаанд хэрэгжих бөгөөд туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт явуулах зорилго, үндэслэлийг сайтар тодорхойлсон, ордын хамгийн төлөөлөл сайтай, тэргүүн ээлжинд олборлолт явагдах хэсэгт төлөвлөгдсөн хөтөлбөр байна.

Туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолтыг ашигт малтмал олборлолтын шинэ арга нэвтрүүлэх гэж байгаа эсвэл уламжлалт бус шинэ төрлийн орд, том хэмжээний ордын хувьд ирээдүйд ордыг олборлох уулын томоохон үйлдвэрийг барьж байгуулах төслийг үндэслэл сайтай боловсруулах зорилгоор багавтар хэмжээтэй баяжуулах үйлдвэрт туршиж сайжруулах байдлаар явуулж болно.

7.2. Хайгуул хийсэн ордод ашигт малтмалын чанар, нөөцийн хэмжээ, хүдрийн технологийн шинж чанар, ордын гидрогеологи, геотехник, экологийн болон байгалийн бусад нөхцлийн судалгаа нь тухайн ордыг олборлох техник-эдийн засгийн үндэслэл боловсруулж, түүний үндсэн дээр уул уурхайн олборлох болон боловсруулах үйлдвэрийг барьж байгуулахад үндэслэлтэй бөгөөд хангалттай хэмжээнд цооног болон уулын малталтаар гүйцэтгэгдсэн байх ёстой.

Хайгуул хийгдсэн ордууд нь судлагдсан түвшингээрээ дараах шаардлагад нийцсэн байх хэрэгтэй. Үүнд:

- ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар ангилсан бүлэгт тохирох зэрэглэлээр нөөцийг ангилан тооцоолсон байх;

- хүдрийн бодисын найрлага, үйлдвэрлэлийн төрөл, сортын технологийн шинж чанарыг тогтоож, үндсэн ба үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой дагалдах ашигт бүрдвэрийг иж бүрдлээр боловсруулах, гарган авах төсөл боловсруулах түвшинд нарийвчлалтай судалсан байх;

- үйлдвэрлэлийн хаягдлыг ашиглах чиглэл болон хадгалах, хамгаалах асуудлыг судлан тогтоох;
 - үндсэн ашигт малтмалыг дагалдуулан ашиглаж болох бусад ашигт малтмал (хөрс хуулалтаас гарсан чулуулаг, гүний ус гэх зэрэг), тэдгээрт агуулагдаж байгаа ашигт бүрдвэрүүдийн судалгаа хийж, тоо хэмжээг тодорхойлон хэрэглэж болох чиглэлийг тогтоох;
 - ордын гидрогеологи, инженер-геологи (геотехник), геокриологи, уул-геологи, экологийн болон байгалийн бусад нөхцөл, тэдгээрт нөлөөлөх хүчин зүйлсийн судалгааг байгаль орчныг хамгаалах хууль тогтоомж, уулын ажлын хөдөлмөр хамгааллын дүрэм журмыг баримтлан ордыг олборлох төсөл боловсруулахад хангалттай түвшинд нарийвчлан судлах;
 - ордын геологийн тогтоц, хүдрийн биетийн морфологи ба байрших нөхцөл, ашигт малтмалын чанар, нөөцийн тоо хэмжээг тодорхойлсон үнэмшлийг ордыг бүхэлд нь төлөөлөх чадвартай хэсгийн хэмжээнд нарийвчлан судалж баталгаажуулна. Энэхүү нарийвчилсан судалгаа хийх төлөөлөх чадвар сайтай хэсгийн байрлал ба хэмжээг тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчид ордын геологийн тогтцын онцлогт тохируулан тухай бүр оновчтой сонгох;
 - ашигт малтмалын олборлолт, боловсруулалтын үйл ажиллагаанаас хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийг үнэлэн тодорхойлж, түүний хорт нөлөөллийг бууруулах, хүрээлэн буй орчныг хамгаалах асуудлын талаар зөвлөмжийг боловсруулах;
 - нөөцийн тооцооллын жишиг үзүүлэлтийг техник-эдийн засгийн тооцоонд тулгуурлан тогтоож, ордын үйлдвэрлэлийн ач холбогдол, уулын үйлдвэрийн цар хэмжээг найдвартай үнэлэх түвшинд тодорхойлсон байх зэрэг болно.
 - Нөөцийн янз бүрийн зэрэглэл хоорондын зохимжит харьцааг тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчид болон ЭБМЗ-ийн шинжээчид гарч болох бизнесийн эрсдэлийг тооцон үзсэний үндсэн дээр тухай бүр тогтоож болно.
 - Мөн уурхайг ашиглах анхны хөрөнгө оруулалтыг бүрэн нөхөх хэмжээний өртөг бүхий блокийг үйлдвэрлэлийн өндөр магадлал бүхий нөөцийн зэрэглэлээр хайгуул хийж, тооцоолсон байх нь оновчтой.
- I ба II бүлгийн ордын олборлолтын төсөлд боломжтой (C) зэрэглэлийн нөөцийн хэмжээг ордын геологийн тогтцын онцлог, олборлолтын арга, системийн сонголт, адил төсөөтэй төсөлд хэрэглэсэн туршлага зэргийг харгалзан үзсэний үндсэн дээр төсөл хэрэгжүүлэгчид нь шинжээчидтэй зөвшилцөн тодорхойлж, ЭБМЗ-өөс зөвлөмж хэлбэрээр шийдвэр гаргаж болно.
- Хайгуул хийгдсэн ордод тавигдах дээрх шаардлагыг ханган биелүүлэх замаар хайгуул хийж, ашигт малтмалын нөөцийг ЭБМЗ-өөр хэлэлцүүлэн бүртгэлжүүлсний дараа олборлолт/ашиглалтад бэлтгэгдсэн орд гэж үзнэ.

Найм. Ордын нөөцийг дахин тооцоолж, бүртгэлжүүлэх

Нөөцийн дахин тооцоолол ба дахин бүртгэлжүүлэлтийг тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчид, төрийн захиргаа ба мэргэжлийн хяналтын байгууллагын гаргасан санаачлагаар нэмэлт хайгуулын ба ашиглалтын үр дүнд ашигт малтмалын чанар, ордын нөөцийн хэмжээ, түүний геологи-эдийн засгийн үнэлгээнд мэдэгдэхүйц их хэмжээний өөрчлөлт гарсан тохиолдолд тогтсон журмаар гүйцэтгэнэ.

Үйлдвэрийн эдийн засгийн байдал эрс муудсан үед тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчийн санаачлагаар нөөцийг дахин тооцоолж, баталгаажуулах ажлыг дараах тохиолдолд хийнэ. Үүнд:

- өмнө нь бүртгэгдсэн нөөц болон агуулгын хэмжээ олборлолтын явцад 20% ба түүнээс дээш хэмжээгээр буурч байгаа;
- үйлдвэрлэлийн өөрийн өртгийн түвшинг хадгалсаар байхад бүтээгдэхүүний үнэ бодитой, мэдэгдэхүйц хэмжээгээр (20%, түүнээс их) тогтвортой унаж байгаа;
- эрдэс түүхий эдийн чанарт тавих үйлдвэрлэлийн шаардлага өөрчлөгдөж буй;
- гүйцээх болон ашиглалтын хайгуул, олборлолтын үед батлагдаагүйн улмаас хассан ба хасахад бэлтгэсэн нөөцийн хэмжээ, мөн техник-эдийн засгийн шалтгаанаар олборлох боломжгүй болсон нөөцийн хэмжээ нь уулын үйлдвэрийн балансаас ашигт малтмалын нөөцийг хасах журмын дагуу тогтоогдсон норм, хэмжээнээс их гарсан (20% ба түүнээс их) эсвэл буурсан гэх зэрэг тохиолдол хамаарагдана.

Газрын хэвлий дэх баялгийг өмчлөгчийн (улсын) эрх ашиг зөрчигдсөн, ялангуяа татвар ногдуулах орлого үндэслэлгүй бага хэмжээгээр тогтоогдсон зэрэг дараах нөхцлүүдэд төрийн захиргааны ба мэргэжлийн хяналтын байгууллагын санаачлагаар нөөцийг дахин тооцоолж, дахин бүртгэлжүүлэх ажлыг хийнэ. Үүнд:

- өмнө бүртгэгдсэн нөөцийн хэмжээ олборлолтын явцад 30% ба түүнээс илүү хэмжээгээр өссөн тохиолдолд;
- үйлдвэрийн бүтээгдэхүүний дэлхийн зах зээлийн үнэ мэдэгдэхүйц хэмжээгээр, тогтвортой өсөж байгаа (жишигт тусгасан үнээс 30% ба түүнээс их хэмжээгээр өссөн);
- үйлдвэрлэлийн хүчин чадлыг ихээхэн хэмжээгээр нэмэгдүүлж чадах шинэ технологи боловсруулагдсан ба нэвтэрсэн тохиолдолд;
- хүдэр ба агуулагч чулуулаг дотор ордын үнэлгээ хийх, үйлдвэрлэлийн төсөл боловсруулах үед тооцож үзээгүй ашигт бүрдвэр болон хорт хольц илэрсэн гэх зэрэг тохиолдол хамаарна.

Түр зуурын шалтгаан (геологи, технологи, гидрогеологийн ба уул-техникийн нөхцөлд үүссэн нийлмэл хүндрэлтэй байдал, бүтээгдэхүүний дэлхийн зах зээлийн үнийн түр зуурын уналт)-аас үүдэлтэй үйлдвэрлэлийн эдийн засгийн асуудлыг ашиглалтын жишгийн механизмын тусламжтайгаар шийдвэрлэх бөгөөд нөөцийг дахин тооцоолж, дахин бүртгэлжүүлэх шаардлагагүй.

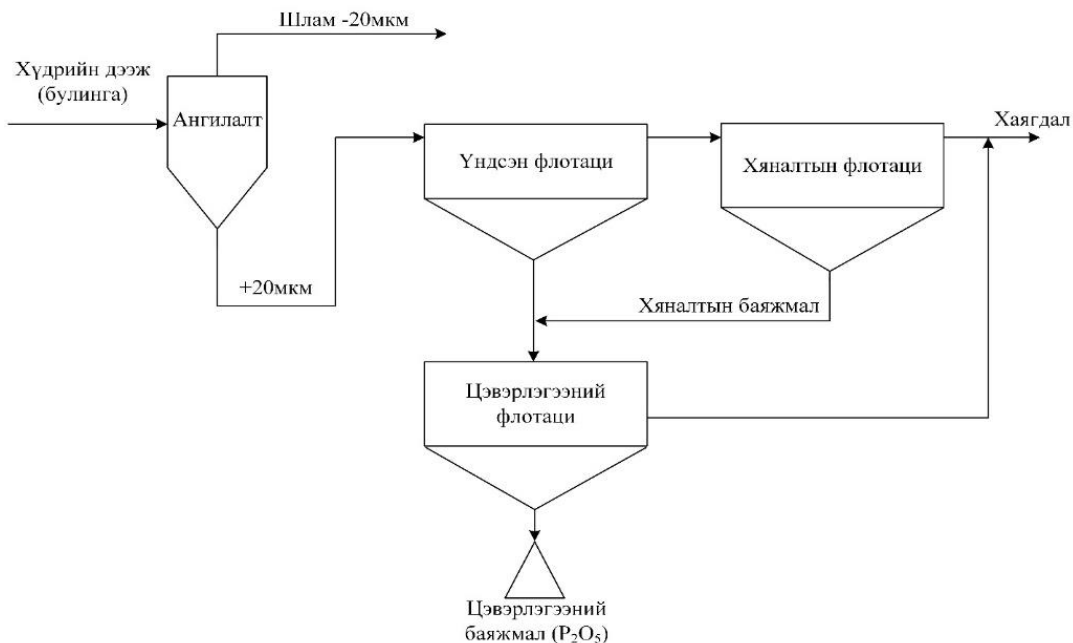
Ес. Ашигласан материал

1. Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар. Уул уурхайн сайдын 2015 оны 9 дүгээр сарын 11-ний өдрийн 203 дугаар тушаал.
2. “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангиллыг тухайн төрлийн ашигт малтмалд хэрэглэх аргачилсан зөвлөмж” төслийн даалгавар. Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2018 оны 08 дугаар сарын 13-ны өдрийн А/195 дугаар тушаалын хоёрдугаар хавсралт.
3. “Ашигт малтмал баяжуулах, үйлдвэрийн зураг төсөл” гарын авлага. УУЯам, АМГ, ШУТИС, Уул уурхайн инженерийн сургууль, Улаанбаатар 2013 он.
4. Ашигт малтмалын хүдэр, баяжмал, бүтээгдэхүүний боловсруулалтын түвшинд тавигдах шаардлага, ангилал, тооцох үндсэн зарчим, аргачлал. Монгол Улсын Засгийн газрын 2011 оны 193 дугаар тогтоол.
5. Ашигт малтмал эрэх, хайх, ашиглах үйл ажиллагааны журам. Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2018 оны 02 дугаар сарын 05-ны өдрийн А/20 дугаар тушаалын хавсралт.
6. Барилга, байгууламжийн инженерийн судалгааны нийтлэг үндэслэл /БНБД 11-07-19/-ийн норм, дүрэм. Барилга хот байгуулалтын сайдын 2019 оны 138 дугаар тушаал
7. Геодезийн солбицлол, өндөр тусгагийн нэгдсэн тогтолцоог батлах тухай. Монгол Улсын Засгийн газрын 2009 оны 1 дүгээр сарын 28-ны өдрийн 25 дугаар тогтоол. Улаанбаатар хот.
8. Геофизикийн судалгаа хийх заавар. Монгол Улсын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд хийгдэх цахилгаан, соронзон, гравиметр, агаарын геофизикийн зураглалын ажлыг гүйцэтгэх ба тайлагнах заавар, тавигдах шаардлага. 2019 он. Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2017 оны 12 дугаар сарын 12-ны өдрийн А/237 дугаар тушаал.
9. Древние структуры Монголии и их фосфоритоносность. 1996. Ж.Бямба. Хамтарсан Монгол-Зөвлөлтийн геологийн эрдэм шинжилгээний экспедици. Хариуцлагатай редактор А.Б.Дергунов, А.В.Ильин. Улаанбаатар., Хуудас 181.
10. “Ордыг иж бүрэн судлах, дайвар бүрдвэрүүдийн нөөцийн тооцоолол хийх зөвлөмж”. ЗХУ. Москва. 2007. (Методические рекомендации по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов)
11. Отчёт о результатах детальной разведки Буренханского месторождения фосфоритов в МНР за 1981-1984 гг с подчётом запасов по состоянию на 01.10.84 год. В.П.Осокин, В.П.Арсентьев, В.Ш.Арсланов и др. Улан-Батор. 1985.
12. Сэдэвчилсэн болон дунд, том масштабын гидрогеологийн зураглал, ашигт малтмалын хайгуулын ажлын явцад ордын гидрогеологийн судалгаа хийх заавар, түүнд тавигдах шаардлага. 2019 он. Монгол Улсын Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2017 оны 12 дугаар сарын 12-ны өдрийн А/237 тоот тушаал.

13. Монголын хожуу протерозой-түрүү палеозойн структур ба фосфорит. 2012. Ж.Бямба. Редактор Ө.Жамъяндорж. Улаанбаатар., Хуудас 274.
14. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Фосфатные руды. Москва, 2007.
15. Фосфоритын механохими. 2005. Ж.Амгалан. ШУА. Улаанбаатар, хуудас 390.
16. CIM Mineral Exploration Best Practice Guidelines, CIM Mineral Resource and Mineral Reserve Committee, Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, Canada 2018 (mrmr.cim.org, www.cim.org)
17. Phosphate deposits of the world. Volume 1., Proterozoic and Cambrian phosphorites. 1990 (2005). P.J. Cook, J.H. Shergold. Cambridge university press.
18. Phosphate deposits of the world. Volume 3., Neogene to modern phosphorites. 1990 (2006). W.C. Burnett, S.R. Riggs. Cambridge university press.
19. Завханы фосфоритын сав газар (фосфор, алт, очир эрдэнэ). 2001. Д.Доржнамжаа, Д.Соёлмаа. Улаанбаатар. Хуудас 166.
20. Афанитовый генетический тип промышленных фосфоритов: Геологические особенности, типы руд, перспективные технологии обогащения и утилизации отходов (на примере Окино-хубсгульский бассейн). 2016. А.Ф.Георгиевский, Диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. Москва.
21. Монголын хожуу протерозой-түрүү палеозойн структур ба фосфорит. 2012. Ж.Бямба, Улаанбаатар, Хуудас 274, зураг 91.

Арав. Хавсралт

Хавсралт 1



Хятадын Дун Шань ордын фосфатын хүдрийн нэг шатны цэвэрлэгээ бүхий флотацийн туршилтын схем

Хавсралт 2

Төрөл бүрийн хүдрийн элементийн шинжилгээний дүн

Уурхай	Хүдрийн төрөл	Элемент, %							
		P ₂ O ₅	MgO	CaO	CO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Хүчилд уусахгүй эд	F
Дун Шань	Нарийн ширхэглэг фосфор	10.00~	9.59~	32.00~	21.14~	0.43~	0.39~	18.83~18.91	0.9 6
		11.41	9.90	32.83	23.34	1.87	1.24		
Ши Шань	Нарийн ширхэглэг фосфор	12.05	9.23	33.37		3.27	2.57	10.72	
	Мангаан фосфорын давхарга	24.64	2.66	35.92	10.69	1.35	3.30	21.44	
	Гялтгануурт ширхэглэг фосфор	14.04	8.01	29.41	16.82	3.59	2.77	21.29	

Хавсралт 3

Холимог анхдагч хүдрийн элементийн шинжилгээний дүн

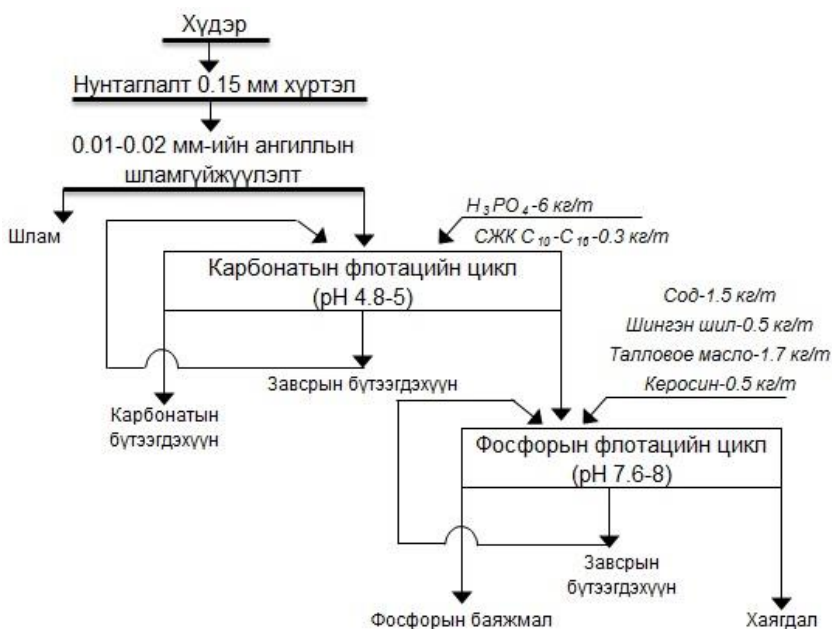
Он	Элемент, %							
	P ₂ O ₅	Mg	CaO	CO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Хүчилд уусахгүй эд	MnO
1980	9.28	10.07	27.97	23.20	1.58	0.77	23.69	1.21
1981	8.87	10.43	27.45	22.52	2.11	2.17	23.42	1.26
1982	10.73	10.00	28.10	22.29	1.95	4.66	18.70	1.46
1983	8.93	10.52	28.78	23.97	2.12	3.16	18.61	1.89
4жил дундаж	9.45	10.26	28.07	23.01	1.94	2.69	21.10	1.46

Хавсралт 4

Баяжуулах технологийн үзүүлэлт

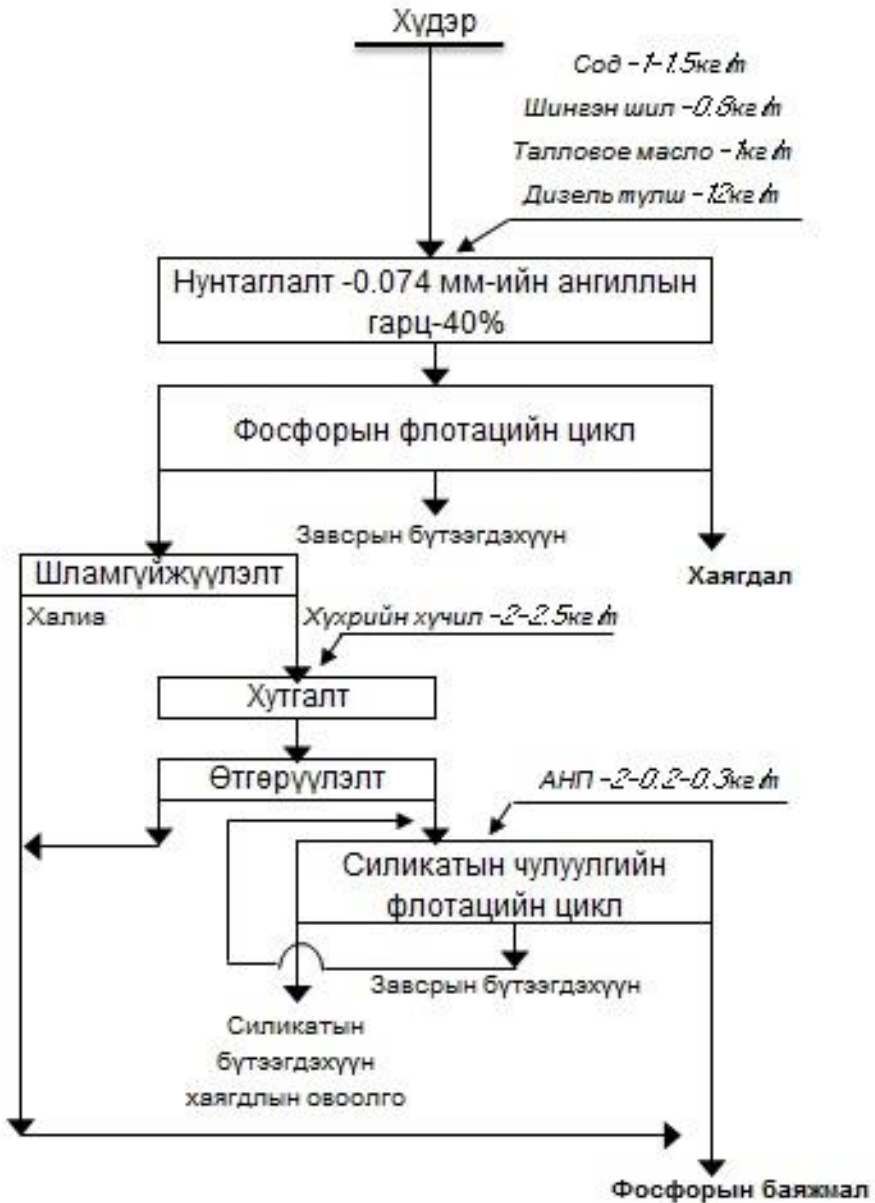
Үзүүлэлт	1981	1982	1983	1984	1985
Анхдагч хүдрийн агуулга, %	8.87	9.26	8.90	9.20	9.00
Баяжмалын агуулга, %	30.64	30.43	30.57	30.77	30.37
Металл авалт /онол/, %	88.87	89.52	89.21	89.12	88.57
Металл авалт /бодит/, %	88.14	88.93	88.69	88.61	88.09
Онолын баяжмалын гарц, %	25.73	27.24	25.97	26.64	26.24

Хавсралт 5



Каратау ордын фосфоритын хүдрийн флотацын ерөнхий схем

Хавсралт 6



Кингисеппын ордын фосфоритын хүдрийн флотацын ерөнхий схем

Зарим нэр томъёоны толь

- Биоморфоз – органик биетийн үлдэгдэл хэлбэр
- Водозабор – ус татах байгууламж- усан сан
- Восстающий – өгсөх далд малталт
- Горные выработки – уулын малталт
- Желваковые фосфориты – Булцруут фосфорит
- Микро блок, элементар блок-нэгж хэсэгшил,
- Пеллет-цилиндр, тайрдас хэлбэрт
- Пласт – давхарга
- Плащеобразные залежи - тохош хэлбэрийн хэвтэш
- Подземные горные выработки – уулын далд малталт
- Ракушечные фосфориты - хясаархаг фосфорит
- Руда – хүдэр
- Топографические карты - байрзүйн суурь зураг
- Удобрение - бордоо
- Фосфоритная мука – фосфоритын гурил
- Штрек – Хэвтээ малталт (гадаргууд гарцгүй хүдрийн биетийн дагуу нэвтэрсэн хэвтээ малталт)

МАНГАН

ГАРЧИГ

1.	Ерөнхий ойлголтууд	60
2.	Хайгуулын зорилгоор ордыг геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар бүлэглэх нь	67
3.	Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүний судалгаа	69
4.	Хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа.....	83
5.	Ордын гидрогеологи, инженер геологи (геотехник), геоэкологийн ба байгалийн бусад нөхцөлийн судалгаа	90
6.	Ордын нөөцийн тооцоолол ба баялгийн үнэлгээ	95
7.	Ордын судлагдсан байдал.....	100
8.	Ордын нөөцийг дахин тооцоолж, баталгаажуулах	103
9.	Ашигласан материал	104
10.	Хавсралт	105

Нэг. Ерөнхий ойлголтууд

1.1. Манган (Mn) мөнгөлөг, цайвар саарал өнгөтэй, төмрөөс илүү хатуу боловч хэврэг чанартай металл юм. Манганы хайлах температур нь 1244°C, буцлах температур нь 2061°C, нягт нь 7.21-7.46 г/см³. Манганы хүдрийг металлургийн үйлдвэрлэлд өргөн хэрэглэж байна. Бүх төрлийн ган болон ширэм хайлуулахад манган орох ба дэлхийн хэмжээнд нийт олборлож байгаа манганы хүдрийн 90%-ийг ган хайлуулахад хэрэглэж байна. Төрөл бүрийн хайлшуудад манганыг 0.3-14% хүртэл нэмэхэд хайлшийн цохилт, доргилтыг даах чадварыг нэмэгдүүлээд зогсохгүй элэгдэлт тэсвэртэй болгодог байна. Иймээс манган агуулсан хайлшаар цахилгаан хэмжүүр, машин техникийн төрөл бүрийн эд ангиуд хийдэг. Мөн хуурай зай үйлдвэрлэх, химийн үйлдвэр, керамик шилний үйлдвэрт тунгалагжуулагч, электродууд бэлтгэх зэрэгт ашиглана.

1.2. Дэлхийн чулуулаг бүрхүүлд манганы дундаж агуулга ойролцоогоор 0.1%, чулуулгийн төрлөөс хамаарч 0.06-0.2% хүртэл хэлбэлзэнэ. Манган байгальд голдуу Mn²⁺, Mn⁴⁺-ийн ислүүд, усан исэл, карбонат, силикат хэлбэрээр тохиолдоно. Манганы 150 гаруй эрдэс байдаг ч үйлдвэрлэлийн ач холбогдлыг цөөн хэсэг нь үзүүлнэ (Хүснэгт 1).

Манганы гол үйлдвэрлэлийн эрдсүүд

Хүснэгт 1

Эрдэс	Химийн томъёо	Mn агуулга %
Пиролозит	MnO ₂	60-63.2
Гаусманит	Mn ₃ O ₄	72
Браунит	3Mn ₂ O ₃ MnSiO ₃	60-69.5
Псиломелан	(Ba,Mn ²⁺) ₃ Mn ⁴⁺ O ₁₆ (OH)6·nH ₂ O	45-60
Якобсит	MnFe ₂ O ₄	50-55
Манганит	MnOOH	62.5
Вернадит	MnO ₂ ·nH ₂ O	44-52
Тодорокит	(K,Ca,Mn ²⁺)(Mn ⁴⁺ ,Mn ²⁺ , Mg) ₆ O ₁₂ ·3H ₂ O	47-54
Родохрозит	MnCO ₃	47.8
Алабандин	MnS	60.4
Галоксит	MnAl ₂ O ₄	50.5-52.3
Родонит	CaMnSi ₃ O ₁₈	32-43
Рансьеит	(Ca,Mn ²⁺)Mn ₄ ⁴⁺ O ₉ ·3H ₂ O	43-50
Бустамит	(Ca,Mn) ₃ (SiO ₉)Fe,Mg,Zn	12-20

1.3. Дэлхийн хэмжээнд манганы ордыг нөөцийн хэмжээгээр 10 сая тн хүртэл нөөцтэй бол жижиг, 10 - 30 сая тн нөөцтэй ордыг дунд, 30 сая тн-оос их нөөцтэй

ордыг том орд гэж үздэг ч улс орон, тивийн хэмжээнд манганы ордуудын гарал үүсэл, хуримтлалын хэмжээ өөр байгаагаас шалтгаалан нөөцийн хэмжээний өөр өөр ангилал баримталдаг. Төв Азийн хэмжээнд манганы нөөцийн хэмжээгээр нь жижиг ордод 0.3-3 сая тонн, дунд хэмжээний ордод 3-30 сая тонн, том ордод 30 сая тонноос дээш нөөцтэй ордуудыг хамруулдаг ба манганы агуулгаар нь баян (35% ба их), дунд зэрэг (20-35%), ядуу (10-20%) ордууд гэж ангилсан (Региональная металлогения Центральной Азии, 2012).

1.4. Манганы хүдрийн үйлдвэрлэлийн төрлүүдэд нуурын тунамал, вулканоген (гидротермаль) тунамал, хувирмал, өгөршлийн түүнчлэн далай тэнгисийн ёроолын төмөр-манганы формацын ордууд хамаарна (Хүснэгт 2).

Эдгээрээс нуурын буюу Хар тэнгис, Каспийн тэнгис мэтийн эх газрын томоохон нуур-тэнгисийн эргээр байрлах тунамал гарал үүсэлтэй ордууд үйлдвэрлэлийн хамгийн чухал нь ба дэлхийн манганы хүдрийн нөөцийн 80%-г энэ төрлийн орд бүрдүүлдэг байна. Төлөөлөх гол орд нь Хар тэнгисийн мужид орших Никополь, Их Токмак (Украин), Чиатур (Гүрж), Вернен (Болгар) ордуудыг дурдаж болох ба хүдэржилт нь доод Олигоценей элсэрхэг шаварлаг хурдаст агуулагддаг байна. Мөн Австралийн Груд Айланд, Габоны Монда зэрэг ордууд хамаарна. Хүдрийн биет нь давхарга, мэшил маягийн биет үүсгэх бөгөөд хоосон чулуулгийн үеэр тусгаарлагдсан хэд хэдэн (25 хүртэл) биетээс тогтоно. Хүдрийн биетийн зузаан дунджаар 0.1-4 м, харин Чиатур ордод 11 м хүртэл зузаантай биет тогтоогдсон байна. Хүдэржилт нь суналын дагуу 200-250 км хүртэл үргэлжилдэг. Хүдрийн найрлагад исэл, исэл-карбонат, карбонат эрдсүүд зонхилно. Хүдэр нь үеллэг, цул, шигтгээ, оолит текстуртай. Оолит хүдэр нь элсэрхэг шаварлаг дүүргэгчтэй тул түүнийг усаар угаах замаар амархан баяжуулдаг байна.

Манганы ордын үйлдвэрлэлийн төрөл

Хүснэгт 2

Ордын үйлдвэрлэлийн төрөл	Хүдрийн формацын төрөл	Хүдрийн эрдсийн төрөл	Дундаж агуулга Mn, %	Үйлдвэрлэлийн (Хүдрийн технологийн төрөл)	Ордын жишээ
1	2	3	4	5	6
Нуурын (эх газрын тэнгисийн) тунамал	Тунамал чулуулаг дахь үе давхарга	Родохрозит	16–48	Металлургийн Манган-карбонат (соронзон-хүндийн хүчний ялгалт)	Новоберезов
		Пиролозит-псиломелан	26–50	Химийн марганцын хэт исэл (соронзон-хүндийн хүчний ангилалт)	Чиатур (Гүрж)
Вулканоген (гидротермаль)-тунамал	Давхарга болон линз хэлбэрийн биет бүхий вулканоген тунамал чулуулаг	Родохрозит (Кальцит манган)	16–32	Металлургийн манган-карбонат (соронзон-хүндийн хүчний ангилалт)	Усинск, Порожин
		Гематит-гаусманит-браунит	16–35	Металлургийн манганы исэл (хүндийн хүч-соронзон ялгалт)	Дурнов

		Браунит-гаусманит-магнетит родохрозит	20–35	Металлургийн манганы исэл (хүндийн хүч-соронзон ялгалт)	Өмнөд-Хянган
Хувирмал	Хувирмал чулуулаг дахь давхарга, линз хэлбэрийн биет	Гаусманит-пиролозит-родохрозит	12–28	Металлургийн манганы исэл-карбонат эрдэс, (хүндийн хүч-соронзон ялгалт)	Парнок ӨАБНУ, Энэтхэг, Бразилийн ордууд
Өгөршлийн (гиперген)	Талбайн болон линз хэлбэрийн манган агуулагч чулуулгийн өгөршлийн бүсийн орд	Гётит гидрогётит бүхий пиролозит-псиломелан-криптомелан	15–45	Металлургийн манганы исэл-карбонат эрдэс, (хүндийн хүч-соронзон ялгалт)	Николаев
		Гётит-вернадит-псиломелан	16–28	Металлургийн манганы исэл-карбонат эрдэс, (хүндийн хүч-соронзон ялгалт)	Шунгулеш (илрэл)
		Пиролозит-псиломелан	26–37	Металлургийн манганы исэл-карбонат эрдэс, (хүндийн хүч-соронзон ялгалт)	Кипчак (илрэл)
		Псиломелан-вернадит	25–30	Металлургийн манганы исэл-карбонат эрдэс, (хүндийн хүч-соронзон ялгалт)	Усинск
		Вернадит-псиломелан-пиролозит	15–28	Металлургийн манганы исэл-карбонат эрдэс, (хүндийн-соронзон ялгалт, хайлуулах)	Порожин
		Пиролозит-псиломелан	10–19	Металлургийн манганы исэл эрдэс, (хүндийн-соронзон ялгалт)	Громов
Орчин үеийн хурдас дахь диагенетик-тунадас-жилт	Талбайн хэмжээгээр	конкреци хэлбэрийн Кобальт-төмөр-манган	20–30 (Fe, Co, Ni, Cu)	Металлургийн, кобальт-манганы химийн тунамал (гидрометаллурги)	Далайн ёроолын аббисал хэсэгт (ТМК) эсвэл уулс болон өргөгдөл хоорондын гүн усан сан (КМК)
		Төмөрт манганы конкреци	5–30 (Fe)	Металлургийн, төмөр-манганы исэл (гидрометаллурги)	Шельф Финскийн булан

Монгол оронд илрүүлэгдээд буй Толь булаг, Хүрмэн, Унагад зэрэг ордууд бүгд тунамал гарал үүсэлтэй төрөлд хамаарна.

Вулканоген-тунамал гарал үүсэлтэй ордууд нь тектоник хөгжлийн аль ч үе шатанд үүсч болно. Янз бүрийн зузаан, суналтай линз (мэшил), давхарга маягийн биетүүд үүсгэх бөгөөд агуулагч чулуулагтай нийцлэг байрлах онцлогтой. Агуулагч чулуулгийн метаморфизмын зэргээс хамаарч хүдрийн биетийн найрлага нийлмэл шинжтэй болсон байна. Хүдрийн гол эрдэс нь гаусманит, браунит зэрэг манганы ислүүд тохиолдоно. Мөн манганы силикат эрдсүүд болох родонит, бустамит, спессартин элбэг тохиолдоно. Манганы хүдэр нь өөр металлуудтай холбоотой байх нь элбэг бөгөөд ийм төрлийн ордод Магнитогорын төмрийн бүлэг орд (ОХУ), Атасуйсын төмөр полиметаллын бүлэг орд (Казахстан), Калахари (ӨАБНУ), Балагхат (БНЭУ) зэрэг ордууд хамаарна.

Монгол орны вулканоген-тунамал гаралтай манганы илрэлүүд нь хас, хаскварцитын хавчуургуудтай холбоотойгоор Хангай-Хэнтийн аккрецийн шаантаг террейний хэмжээнд тохиолддог боловч хавчуургуудын хэмжээ голчлон жижиг байгаагаас манганы хуримтлалын хэмжээ нэгэн адил бага байдаг.

Метаморф ордууд нь өөртөө манганы хүдрийн давхарга ба линз хэлбэрийн хүдрийн биет агуулсан мангантай силикат чулуулаг гондит, итбиритаас тогтоно. Хүдрийн эрдэс нь маш нийлмэл оксид (браунит, гаусманит), карбонат (родохрозит, манганокальцит), силикат (родонит, бустамит)-аас бүрдэнэ. Хүдрийн биет нь нийт зузаан болон суналын дагуу хэдэн арван километр үргэлжилнэ. Энэ төрлийн манганы хүдрийн хамгийн томоохон ордууд нь Өмнөд Африк, Энэтхэг, Бразилд оршино. ОХУ-ын Саяны нуруунд орших Утхумын илрэл нь мөн энэ төрөлд хамаарна. Манай орны Хөх тээг ордыг энэ төрөлд хамааруулж болох юм. Энэ орд нь Оорцог формацын шохойлог тунамал хурдас пермийн боржингийн хил заагт метасоматоз хувирал бүхий брекчлэлд автсан бүсэнд байрлах мэшил маягийн биетээс тогтоно. Гол эрдсүүдэд пиролозит, манганит. Кембрийн өмнөх насны гондитын төрлийн ордууд энэ төрөлд багтана. Гондит гэдэг нь спессартин, кварц, гаусманит, браунит, родонит, амфибол, биотит агуулсан нягт тогтоцтой метаморф чулуу юм.

Өгөршлийн орд нь анхдагч манганы хүдэр болон манган агуулагч чулуулгийн өгөршлөөс (өгөршлийн бүсэд) үүснэ. Бага валенттай манганы эрдэс бүхий карбонат, силикат, исэл (браунит, гаусманит) эрдсүүд агуулна. Нөөцийн хувьд ихээхэн ач холбогдолтой энэ төрлийн ордууд нь голчлон метаморф гаралтай том хэмжээний ордуудын өгөршлийн гадаргад байршин Баруун Африк, Өмнөд Америк, Энэтхэгт байдаг. Эдгээр ордууд нь өндөр чанарын пиролозит-псиломелан агуулсан хэд хэдэн давхарга, мэшил хэлбэрийн биетээс тогтдог.

Орчин үеийн далай, тэнгисийн ёроолд төмөрт манганы конкрец хуримтлал үүсч байгааг тогтоосон бөгөөд хэтийн төлөв өндөртэйд тооцогдож байна. Үүссэн нөхцлөөр нь гүн усны, гүехэн усны гэж ангилдаг.

Бүх далайд төмөрт манганы конкрец болон кобальт манганы корк хуримтлал тохиолддог.

Төмөрт манганы конкрец нь ихэвчлэн далайн ёроолын 4800–5500 м гүн хонхорт хэвтэш хэлбэртэй биет үүсгэх бөгөөд хэвтэшийн нягтрал (1 м^2 талбайд эзлэх масс) нь маш олон янз байдаг бөгөөд ховор тохиолдолд 30 кг/м^2 -аас ч их байна. Конкрецын диаметр нь $0.1\text{-}n\cdot 10$ см ба ихэвчлэн 3-7 см байна. Хүдэр нь Mn, Ni, Co, Cu-ийн нийлмэл найрлагатай ба Mn 25-30%; Fe 6-12%; Ni 1-2%; Co 0.2-1.5%; Cu 1-1.5%; P 0.5-1 % тус тус агуулагдана. Мөн хольц байдлаар Mo, ГХЭ, V, цагаан алтны бүлэг металлууд, Au болон бусад элементүүд агуулагддаг байна.

Тэнгисийн ёроолд үүсэх кобальт-манганы корк бүхий хуримтлал нь 300-4000 м гүнд, хэдэн мм-ээс 10 см хүртэл зузаантай бүрхүүл үүсгэн тохиолдоно. Төмрийн усан исэл болон Mn, Co, Ni, Cu, P агуулагдана.

Тэнгисийн гүехэн ёроолын буюу 10-90 м гүнд үүссэн төмөрт манганы конкрец хуримтлал нь харьцангуй бага хэмжээтэй (3-15 км) орд үүсгэдэг. Хүдэр нь манганы усан исэл ба ислээс голчлон (65-70%) тогтох бөгөөд төмрийн усан исэл 30-35% эзэлнэ. Элемент тус бүрээр авч үзвэл Mn 5-30%, Fe 5-30%, P 1-5%, органик бодис 7.5-24% хооронд хэлбэлздэг бөгөөд дунджаар 11.5% агуулагдана.

Шельфийн бүсэд үүсэх төмөрт манганы конкрец нь давхаргын хэлбэр, байрлалын элемент, хүдрийн биетийн эрдсийн болон химийн найрлага, олборлох боловсруулах технологи зэргээрээ далайн ёроолд үүсэх ордуудаас ялгаатай ба манганы хүдэр илүү давамгайлдаг онцлогтой.

1.5. Монгол улсын хэмжээнд манганы том болон дунд хэмжээний орд илрүүлэгдээгүй бөгөөд багахан хэмжээний 6 орд, 30 орчим илрэл тогтоогджээ. Эдгээр нь голдуу тунамал ба метаморфжсан тунамал гаралтай орд, илрэлүүд байна. Монгол орны хайгуул хийгдсэн манганы зарим ордуудын товч тодорхойлолтыг хүснэгт 5-д үзүүлэв.

1.6. Манганы хүдрийг эрдсийн найрлагаар нь исэл, карбонат, холимог гэж ангилна.

Үйлдвэрлэлийн хамгийн чухал ач холбогдолтой эрдсүүдэд манганы исэл, усан ислүүд болох пиролюзит, псиломелан, якобит, манганит, браунит, гаусманит гэх мэт ордог.

Ислийн хүдэрт анхдагч пиролюзит, псиломелан, манганит, браунит, якобит зэрэг манганы хүчилтөрөгчтэй нэгдсэн нэгдэл буюу эрдсүүд тооцогдох бол исэлдсэн хүдэрт өгөршлийн хөрсөнд үүссэн голчлон карбонатын хүдэр буюу пиролюзит, псиломелан, вернадит, тодорокит, криптомелан зэрэг эрдсүүдийг хамааруулна.

Ислийн хүдэр нь манганы агуулга өндөр, энгийн аргаар баяжуулж өндөр чанартай түүхий эд гаргах боломжтой тул химийн үйлдвэрлэл, стандарт төмөрт манганы үйлдвэрлэлд өргөн ашиглагддаг.

Ислийн хүдэрт хэт ислийн гэсэн дэд төрлийг ангилж болох ба энэ нь ихэвчлэн дан пиролюзитын найрлагатай байна. Mn агуулга 50 ± 8 %, фосфорын агуулга бага (P 0.04–0.08 %) бүхий манганы ислийн (хэт исэл-пиролюзит, нсутит) хүдэр нь баяжуулахгүйгээр шууд ашиглагддаг тул үйлдвэрлэлийн хамгийн чухал ач холбогдолтойд тооцогддог.

Хэт ислийн итгэлцүүрийг ашиглан манганы хүдрийн хэт исэл болох эсэхийг тодорхойлно. Энэ нь манганы давхар ислийн агуулга ба манганы нийт агуулгын харьцаа ($K = \text{MnO}_2/\text{Mn}$)-гаар тодорхойлогдох бөгөөд $K \geq 1.3$, $\text{MnO}_2 \geq 41.8\%$ байвал тус хүдрийг хэт ислийн төрөлд ангилна. Жишээ нь Грузины Чиатур орд нь ядуу (26% Mn) агуулгатай боловч өндөр чанарын пиролюзит бүхий хүдэр баяжуулж авдаг орд юм.

Манганы хүдрийн үйлдвэрийн төрлүүдээс ОХУ-д голчлон манган-төмрийн исэлдлийн хүдэр бүхий өгөршлийн хөрсний (гадаргын) (Усинск, Порожинск, Николаевск, Парнокск, Дурновск зэрэг) ордууд тохиолдоно. Эдгээр ордуудад фосфорын агуулга янз бүр $P \leq 0.1\%$ (бага), $P > 0.3\%$ (ихтэй) байна.

Далай, тэнгисийн ёроолд үүсдэг төмөр-манганы конкрец (ТМК), кобальт-манганы корк (КМК) нь нилээд өвөрмөц төрлийн манганы хүдэрт тооцогддог. Тэдгээрийн найрлагад Mn 10–35 % байвал шууд ширэм үйлдвэрлэхэд, Mn 5–10 % агуулагдаж байвал мангант ширэм үйлдвэрлэлд ашиглана.

Манганы карбонат хүдэр нь ихэвчлэн манганы карбонат эрдэс (родохрозит, манган кальцит)-ээс бүрддэг. Энэ төрлийн хүдрүүд нь манганы агуулга бага (20–25%-иас ихгүй), фосфорын агуулга харьцангуй өндөртэй, хүдэр нь баяжигдах шинж чанар хүнд буюу баяжмалын өртөг өндөртэй байдаг боловч ислийн хүдрийн нөөц дэлхийн хэмжээнд багасаж байгаа болохоор боловсруулалтын дэвшилтэт технологийг эрэлхийлж байгаа төрөл юм.

Баяжуулах шинэ технологи, цооногоор газар доор уусгах болон нуруулдан уусгалт хийсний үр дүнд родохрозит, манганокальцит мэтийн карбонатын хүдэр (15–25% агуулгатай ядуугаас 37–48% агуулгатай баян хүдэр) үйлдвэрлэлийн ач холбогдлоороо тэргүүлж байна.

Хар металлургийн үйлдвэрлэлд 5–10 % Mn, 46–52 % CaO агуулсан мангант шохойн чулуу чухал суурийг эзлэх болсон бөгөөд түүнийг исэлдүүлэгч болон нэмэлт болгон ашигласнаар гангийн чанар сайжруулагч цэвэр манганы хайлшийг хэмнэж болно гэж үздэг.

Холимог хүдэр нь исэл ба карбонатын эрдсүүдийн шилжилтийн төрөл юм. Тэдгээрийн химийн найрлага нь ислийн эрдэс (манганит, пиролюзит, псиломелан) ба манганы карбонат эрдсийн манганокальцит, родохрозит) тоон харьцаанаас хамаарч төмөрт манган, карбонат-силикат, исэл-силикат, исэл-силикат-карбонат гэх мэт дэд төрлүүдэд ангилагдана. Хамгийн том жишээ нь Украины Ихтокмак орд юм. Энд исэл болон карбонат эрдсүүдийг баяжуулж эцсийн бүтээгдэхүүн гаргах баяжуулалтын сонгомол аргыг сонгох нь чухал.

Карбонат-силикат, исэл-силикат, исэл-силикат-карбонатын холимог хүдэр нь фосфорын агуулга болон манганы силикат эрдсийн хэмжээ бага байх тохиолдолд үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой.

Карбонат-силикат хүдрийг баяжуулж шингэн бүтээгдэхүүн гаргах технологийг Австралид боловсруулсан бөгөөд 32–37 % Mn агуулсан Ca-Si-Mn-ийн бүтээгдэхүүн нь родохрозитын, пиролюзит-псиломеланы баяжмалын чанарт сайнаар нөлөөлдөг байна.

Төмөр-манганы хүдэр. Зарим тохиолдолд хүдэрт манганаас гадна төмрийн агуулга үйлдвэрийн ач холбогдолтой байж болно. Төмөр, манганы харьцаагаар хүдрийг дараах байдлаар ангилдаг:

а) төмөр-манганы хүдэр, 2 элементийн агуулга өндөр, түүн дотроо төмрийн агуулга илүү давамгайлна ($Mn / Fe \leq 1$);

б) мангант төмрийн хүдэр (манганы агуулга 5-10%). Төмөр, манганы эрдсүүд нь нягт ургалттай байдаг тул баяжуулахад хэцүү.

Браунит-гусманитын хүдэр нь тунамал ордын сул метаморфизмын үед үүсдэг. Энэ төрлийн хүдэр нь томоохон орд үүсгэдэггүй бөгөөд бага хэмжээгээр олборлодог боловч үйлдвэрийн хувьд ихээхэн сонирхол татдаг байна. Хүдэр нь төмрийн исэл ба манганы карбонатууд хольц байдлаар агуулдаг. Хүдэр нь шигтгээлэг, цул, үеллэг текстуртай, бутлалтаар хэт нунтагралт үүсгэдэг тул баяжуулахын тулд шахаж нягтруулах (брикетлэх) шаардлагатай болдог онцлогтой.

Манганы хүдэрт ихэвчлэн вольфрам, никель, кобальт, алт, мөнгө, цайр, хар тугалга, талли, бари, бор, фосфор хольц байдлаар агуулагддаг. Фосфор нь хортой хольц бөгөөд баяжмал дахь түүний агуулгад хатуу шаардлага тавьдаг. Манганы хүдэр дэх алтны агуулга сонирхол татах болсон бөгөөд алт жижиг, тоосонцор мөхлөг үүсгэсэн бол түүнийг механик аргаар ялгах боломжтой.

Фосфор нь төмөр, манганы эрдсүүд болон апатитад агуулагдана. Апатитад агуулагдах тохиолдолд баяжуулах явцад 30% хүртэл P_2O_5 хүртэлх агуулгатай бүтээгдэхүүн ялгах боломжтой бол манган болон төмрийн эрдсээс фосфорыг уусган гаргаж авдаг.

Вольфрамыг вольфрамит, гюбнерит, шеелит зэрэг эрдсээр тохиолдож байвал бие даасан үйлдвэрлэлийн бүтээгдэхүүн болгон гаргадаг. Никель, кобальт болон бусад өнгөт металлыг уусган баяжуулах замаар гаргаж авах боломжтой.

АНУ-д (Франклин цайрын орд, Нью Жерси) манган ба төмрийг франклинит хүдрээс (Fe, Mn, Zn) O (Fe, Mn) $_2O_3$) ялгадаг. Цайрын хүдрийн баяжуулалтын үлдэгдэл болох 15% Mn, 40% Fe агуулсан бүтээгдэхүүнийг ширэм үйлдвэрлэлд ашиглана.

1.7.2020 онд дэлхийн нийт манганы нөөцийг 1.3 тэрбум метр тонн гэж тооцоолжээ. Өмнөд Африк бол манганы нөөцийн хэмжээгээрээ дэлхийд хамгийн томд тооцогддог (<https://www.statista.com/>). Манганы хүдрийг голчлон Австрали, Өмнөд Африк, Энэтхэг, Хятад, Казахстан, Габон, Бразил, Украин, Гүрж зэрэг орнууд үйлдвэрлэдэг. Манганы үнэ 2020-2021 оны хооронд нэг тонн тутамд 4.5 ам.доллар байх төлөвтэй байна.

Хоёр. Хайгуулын зорилгоор ордыг геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар бүлэглэх нь

2.1. Монгол Улсын Уул уурхайн сайдын 2015 оны 203 дугаар тушаалаар батлагдсан “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”-ыг баримтлан хайгуулын зорилгоор манганы хүдрийн ордуудыг хүдрийн биетийн хэмжээ, хэлбэр, байрших нөхцөл, ашигт бүрдвэрийн агуулгын болон хүдрийн биетийн зузааны өөрчлөлт зэрэг ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдлын үзүүлэлтийг харгалзан дараах 3 бүлэгт ангилна. Үүнд:

2.2. **I бүлэгт** энгийн геологийн тогтоцтой, хэвтээ болон бараг хэвтээ байрлалтай давхарга хэлбэрийн хүдрийн биеттэй, үндсэн ашигт бүрдвэр манган нь хүдрийн биетдээ жигд тархсан, тунамал гаралтай, томоохон хэмжээний орд болон түүний хэсгийг хамааруулна. Монгол улсад өнөөгийн байдлаар I бүлэгт хамаарах орд тогтоогдоогүй байгаа бөгөөд ОХУ-ын Никопольск, Украины Их токмак зэрэг ордуудыг хамааруулна.

II бүлэгт нийлмэл геологийн тогтоцтой, бараг хэвтээ байрлалтай, тогтворгүй зузаантай давхарга маягийн томоохон хэвтэшүүдээс тогтох хүдрийн биетүүдтэй, үндсэн ашигт бүрдвэр нь хүдрийн биетдээ жигд бус тархсан, хүдрийн янз бүрийн төрлүүдийн харьцаа нийлмэл бөгөөд тогтворгүй ордууд болон түүний хэсгийг хамааруулна. Энэ бүлэгт Монгол улсын Унагад орд, Грузины Чиатурск, ОХУ-ын Хойд Уралын тунамал гаралтай манганы бүлэг ордуудыг хамааруулна. Мөн түүнчлэн II бүлэгт вулканоген-тунамал ба метаморф гаралтай, нийлмэл тогтоцтой, давхарга маягийн хэлбэртэй, дунд ба том хэмжээний хүдрийн биетүүдтэй, ашигт бүрдвэрийн тархалт нь жигд бус, хүдрийн биетийн зузаан нь тогтворгүй, хүдрийн янз бүрийн төрлүүдийн харьцаа болон дараалал тогтворгүй ОХУ-ын Баруун Кара-Жал, Финийн буланд орших төмөр-манганы конкрецийн хэвтэшүүдээс тогтох ордуудыг хамааруулах боломжтой.

III бүлэгт жижиг ба дунд хэмжээний мэшил маягийн, үүр маягийн, эсвэл маш нийлмэл хэлбэрийн хүдрийн биетүүдтэй, маш жигд бус тархалттай хүдэржилттэй өгөршлийн ордууд, нийлмэл тогтоцтой жижиг хэмжээний, тогтворгүй зузаантай давхарга, мэшил маягийн хүдрийн биетүүдтэй, ашигт бүрдвэрийн тархалт нь маш жигд бус, хүдрийн төрлүүдийн орон зайн байршил тогтворгүй, тунамал ба хувирмал гаралтай ордууд, түүний зарим хэсгийг хамааруулна. III бүлэгт багтах ордын жишээгээр Монгол улсын Толь булаг, Хөх тээгийн манганы ордууд, ОХУ-ын Өмнөд Хянганы манганы ордуудыг нэрлэж болно.

2.3. Ордын бүлгийг тодорхойлохдоо түүний нөөцийн 70% ба түүнээс их хэсгийг агуулж байгаа хүдрийн биетүүд, үндсэн хэвтэшүүдийн /хүдрийн биетүүдийн/ геологийн тогтцын нийлмэл байдлыг харгалзан үзэж тогтооно.

2.4. Ордын бүлгийг тодорхойлоход хүдэржилтийн үндсэн шинжүүдийн өөрчлөлтийг тусгасан дараах статистик үзүүлэлтүүдийг ашиглаж болно. Үүнд:

а. Хүдэржилтийн итгэлцүүр K_x – ийг тасалдсан хүдэржилттэй ордын нөөцийн нэгж хэсэгшлийг ялгахад хэрэглэнэ. Үүнийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

Энд: l_i – малталт ба цооногоор огтолсон хүдэртэй хэсгүүдийн шугаман хэмжээ,
 L – малталт ба цооногоор тогтоосон нийт хүдэржсэн хэсгийн шугаман хэмжээ.

Б. Ордын нийлмэл байдлын итгэлцүүр q –ийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

$$q = \frac{N_x}{N_x + N_{x2}}$$

Энд: N_x – хүдэржилт огтолсон малталт ба цооногийн тоо,

N_{x2} – хүдэржилт огтлоогүй малталт ба цооногийн тоо.

В. Хүдрийн биетийн зузааны өөрчлөлтийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

Энд: V_m – хүдрийн биетийн зузааны өөрчлөлтийн вариацийн итгэлцүүр,

σ_m – хүдрийн биетийн зузааны дисперс,

\bar{m} – хүдрийн биетийн дундаж зузаан.

Г. Ашигт бүрдвэрийн агуулгын өөрчлөлтийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

Энд: V_a – ашигт бүрдвэрийн агуулгын өөрчлөлтийн вариацийн итгэлцүүр,

σ_a – ашигт бүрдвэрийн агуулгын дисперс,

\bar{a} – ашигт бүрдвэрийн дундаж агуулга.

Дээрх үзүүлэлтүүдийг ОХУ-ын нөөцийн ангиллын заавруудад ордын бүлэгтэй холбон хэрэглэж байгаа дараах хувилбарыг харьцуулан хэрэглэх боломжтой (Хүснэгт-3).

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

Хүснэгт 3.

Ордын бүлэг	Ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдлын үзүүлэлтүүд			
	K_x	q	V_m	V_a
I бүлгийн орд	0.9-1.0	0.8-0.9	< 40	< 40
II бүлгийн орд	0.7-0.9	0.6-0.8	40-100	40-100
III бүлгийн орд	0.4-0.7	0.4-0.06	100-150	100-150

Гурав. Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүний судалгаа

3.1. Хайгуул хийсэн орд бүрээр топографын суурийг ордын хэмжээ, геологийн тогтцын онцлог, нутаг орны гадаргын хэрчигдэлд тохирсон масштабаар үйлдсэн байна. Манганы ордын топографын зургийг голдуу 1:2000- 1:10000 масштабаар үйлдэж хэрэглэнэ. Ордын хайгуулын явцад малтсан бүх малталтууд (суваг, траншей, шурф, штольн, босоо уурхай гэх зэрэг), хайгуулын цооногууд (баганат өрөмдлөгийн, хийн цохилтод өрөмдлөгийн, гидрогеологийн гэх зэрэг), геофизикийн хэмжилтийн цэгүүд, геохимийн сорьцлолтын цэгүүд, үндсэн чулуулгийн болон хүдрийн биет, эрдэсжсэн бүсийн байгалийн гаршуудыг топо зураг дээр багажит хэмжилтээр байршлыг тодорхойлон холбож буулгана. Уулын далд малталтууд болон газрын доорх малталтаас нэвтэрсэн цооногуудын байрлалыг маркшейдрын зураг дээр буулгасан байна. Уулын далд малталтын түвшингүүд (горизонт)-ийн маркшейдерын плануудыг 1:200-1:500 масштабаар, ордын маркшейдрын нэгдсэн планыг 1:2000 масштабаар үйлдэнэ. Хайгуулын цооногуудын баганын орон зайн байрлал, хазайлт, тахийлт, цооноогоор хүдрийн биетийн гадаргуу (налуу байрлалтай биетэд өргөгдсөн хажуу) болон улыг (налуу байрлалтай биетэд суусан хажуу) огтолсон цэгүүдийг тодорхойлж, маркшейдрийн план болон зүсэлтүүд дээр буулгасан байна.

3.2. Ордын геологийн тогтцын онцлог ба нийлмэл байдлын зэрэг, ордын хэмжээнээс хамааруулан түүний геологийн тогтцыг 1:2000-1:10000 масштабын зураглалын шаардлага хангах түвшинд судлан геологийн зураг, зүсэлтүүдэд дүрслэн үзүүлэхийн зэрэгцээ онцгой нийлмэл геологийн тогтоцтой ордын хувьд орон зайн 3 хэмжээст блок-диаграммууд, бусад загварууд үйлдэж дүрслэн харуулах боломжтой. Ордын судалгааны геологийн, геофизикийн, геохимийн болон бусад мэдээлэл ба материалууд нь хүдрийн биетүүдийн орон зайн байрлал, хэлбэр, хэмжээ, дотоод тогтоц, хүдрийн биет дэх ашигт бүрдвэрүүдийн тархалт, хуримтлалын онцлог, хүдрийн биетүүдийн агуулагч чулуулгийн литологи петрографийн комплексуудтай харьцан орших хамаарал, үе давхраашил, атираашил, хагарал ан цавшилд автсан байдал, хүдрийн биетүүдийн төгсгөлийн төрх байдлын талаар хангалттай мэдээллийг авч, ордын нөөцийг холбогдох зэрэглэлүүдэд хамааруулан тооцоолох нөхцлийг хангасан байна.

Ордын хайгуулаар бүрдүүлсэн дээрх мэдээлэл ба материалууд нь мөн ордын орон зайд хүдрийн янз бүрийн төрлүүдийн тархсан байршил, хүдрийн биетийн гадаргын болон улны төрх байдал, хүдрийн биетийн унал ба сунал дагуу манган болон түүнийг дагалдах ашигтай ба хортой бүрдвэрүүдийн тархан хуваарилалтын онцлогийг тодорхойлох нөхцлийг бүрдүүлсэн байхын зэрэгцээ ордын эрлийн шалгууруудыг тодорхойлж, хүдэржилтийн хил хүрээг тогтоон, хэтийн төлөвтэй хэсгүүдийг ялгаж, үнэлгээ өгөх нөхцлийг бүрдүүлсэн байна. Энэхүү шаардлагыг биелүүлэхийн тулд хүдрийн дүүргийн хэмжээгээр геологийн зураг, ашигт малтмалын тархалт байршлын зургуудыг 1:25000-1:50000-ын (ховроор 1:10000) масштабаар, холбогдох зүсэлтүүдийн хамт боловсруулсан, тэдгээрт манганы

хүдэржилт агуулагч комплексууд, хүдэр хянагч структуруудын байрлалыг тусгасан, хүдэржилтийн хувьд хэтийн төлөвтэй хэсгүүдийг ялгаж, баялгийн түвшний үнэлгээ өгсөн байна.

Дүүргийн геологийн зураг ба зүсэлтүүдэд геофизикийн, литохимийн судалгааны үр дүн, хүдэржилттэй холбоо бүхий геофизикийн, геохимийн гажуудыг ялгаж, мөн масштабаар нь дүрслэн үзүүлсэн байна.

3.3. Хүдрийн биетийн гадаргад ил гарсан гаршууд болон гадаргуу орчмын хүдэр агуулсан хурдас чулуулгийн давхаргууд ба хүдрийн биетийн хэсгийг гадаргуугийн малталтууд, бага гүнтэй цооног, геофизикийн болон геохимийн судалгааны аргуудаар нарийвчлан судална. Ордын гадаргуу орчмын энэхүү судалгааны ажлын нарийвчлал болон иж бүрэн байдал нь хүдрийн биетийн хэлбэр, хэмжээ, байрших нөхцлийг тодорхойлох, анхдагч хүдрийн исэлдэлтийн зэргийг тогтоож, исэлдсэн хүдрийн орших гүний үнэлгээ, хүдрийн бодисын найрлагын өөрчлөлтийн үнэлгээ хийж, хүдрийн чанар ба технологийн шинж чанарыг тодорхойлон, гадаргуу орчмын исэлдсэн, холимог болон анхдагч хүдрийг технологийн (үйлдвэрлэлийн) төрлүүдээр ангилан нөөцийг тооцоолох шаардлагыг хангах түвшинд судалсан байна.

3.4. Манганы ордын гүний хайгуулыг ихэвчлэн баганат ерөмдлөгийн цооногоор геофизикийн гадаргуугийн болон каротажийн судалгаатай хамтруулан хийнэ. Багахан гүнд орших хүдрийн биет бүхий ордын хайгуулд цооног ба малталтын хосолсон системийг хэрэглэж болно. Энэ тохиолдолд малталт нь голдуу ерөмдлөгийн үр дүнгийн хяналтын үүрэг гүйцэтгэхээс гадна технологийн сорьцлолт хийх зорилгоор нэвтэрнэ. Малталтыг голдуу орд, хүдрийн биетийн тэргүүн ээлжинд олборлолт хийх зорилгоор нарийвчлан судлах хэсэгт төвлөрүүлнэ.

Манганы ордын хайгуулыг малталтаар, цооногоор болон малталт ба цооногийн хослолоор, гадаргуугийн болон гүний геофизикийн аргуудтай хослуулан хийх аргачлалын сонголтыг ордын геологийн тогтцын онцлогтой уялдуулан сонгохоос гадна, үүнд мөн ордын геологийн тогтоц, хүдрийн биетийн хэлбэр, хэмжээ, байрших нөхцөл, эрдэслэг бүрэлдэхүүний төрөл ба орон зайн тархалтын шинжээрээ төсөөтэй бөгөөд өмнө нь үр дүн сайтайгаар хайгуул ба олборлолт хийгдсэн ордуудын хайгуулын туршлагыг адилтгах зарчмаар сонгож, холбогдох оновчлол хийсний үндсэн дээр хэрэглэж болно. Ордын хайгуулын сонгож хэрэгжүүлсэн аргачлал нь ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдлын бүлгийг үндэслэлтэй тодорхойлж, түүнд хамаарах нөөцийг зэрэглэлээр ангилан тооцоолох нөхцлийг бүрдүүлсэн байх ёстой.

3.5. Ордын хайгуулыг баганат ерөмдлөгийн цооногоор хийхэд цооногоос гарган авч байгаа керн нь өндөр гарцтай, хүдрийн биетийн зузаан, хүдрийн биет болон агуулагч чулуулгийн харьцан байрших нөхцлийг тодорхойлох боломжтой, хүдрийн биетийн дотоод тогтоц, хүдрийн структур, текстурын онцлог, хүдрийн байгалийн болон үйлдвэрлэлийн төрлүүдийн орон зайн тархалт, байршлын үнэлгээ өгөх нөхцлийг хангах хэмжээний төлөөлөх чадамж сайтай материал байх шаардлагатай.

Орчин үеийн ашигт малтмалын ордуудын хайгуулд хэрэглэж байгаа баганат өрөмдлөгийн төхөөрөмжүүдэд керний гарц сайжирсантай уялдуулан манганы ордын хайгуулд хэрэглэх баганат өрөмдлөгт керний гарцыг 90%-иас багагүй байлгах шаардлагыг баримтлана. Керний гарцыг шугаман аргаар тогтоохын хамт эзэлхүүний болон жингийн аргуудаар тодорхойлж, харьцуулсан дүгнэлтийг тогтмол хийж байх шаардлагатай. Манганы хүдрийн зарим төрөл нь барьцалдал багатай, хөө маягийн нунтаг болон хагас нунтаг шороолог массаас тогтсон байдаг тул манганы ордын хайгуулын явцад манганы хүдэр угаагдаж керний гарцыг сайн байлгах асуудалд онцгой анхаарал хандуулах хэрэгтэй.

Манган болон түүнийг дагалдагч бүрдвэрүүдийн агуулгын тодорхойлолт ба хүдрийн биетийн зузааныг тогтоосон үнэлгээг керний сонгомол элэгдлийн үнэлгээтэй хамтатган хийж баталгаажуулсан байна. Үүний тулд хүдрийн үндсэн төрлүүдийн харилцан адилгүй керний гарцтай хэсгүүдээр керний сорьцлолтыг шламын сорьцлолттой хамтатган хийж керний сорьцлолттой харьцуулах, керний сорьцлолтын үр дүнг малталтын ховилон сорьцлолтын үр дүнтэй харьцуулах, баганат өрөмдлөгийн сорьцлолтын үр дүнг хийн цохилтод болон бусад өрөмдлөгийг сорьцлолтын үр дүнтэй харьцуулах зэрэг аргуудыг хэрэглэж болно. Барьцалдал муутай манганы хүдрийг баганат өрөмдлөгөөр өрөмдөхөд керний гарц хангалттай хэмжээнд хүрэхгүй байгаа тохиолдолд хайгуулын өөр техник хэрэгслийг хэрэглэхээс гадна керний гарцыг сайжруулах өрөмдлөгийн технологийн горимууд, тухайлбал богино ахицаар өрөмдөх, хуурай өрөмдөх, угаалгын тусгай шингэнийг хэрэглэхээс гадна керний гарцыг дээшлүүлэх давхар баганан хоолой, керн баригч, эжектрийн төхөөрөмж зэрэг техник хэрэгслүүдийг хэрэглэх боломжтой.

Мөн керний гарц хангалттай хэмжээнд хүрэхгүй байх тохиолдолд гадаргууд ойрхон хүдрийн биетийн гарш дээр том диаметрээр (PQ, HQ) өрөмдөж гарцыг шугаман болон эзэлхүүний аргаар тодорхойлохоос гадна хяналтын шурф малталт (1-3 м зайд) хийх хэрэгтэй. Шурфын хананаас манганы хүдрийн биетэд ховилон сорьцлолт хийж, цооног болон малталтаас авагдсан сорьцын шинжилгээний үр дүнг харьцуулах замаар керний алдагдлын хувь хэмжээг тооцоолж болно.

Өрөмдлөгийн ажлын чанар ба мэдээлэмжийн үнэлгээнд цооногийн геофизикийн аргуудыг хэрэглэнэ. Энэ зорилгоор хэрэглэх цооногийн геофизикийн судалгааны аргуудын нэр төрөл, аргачлалын сонголтыг ордын геологи-геофизикийн нөхцлийн онцлог, судалгааны зорилго ба шийдэх асуудлууд, орчин үеийн цооногийн геофизикийн судалгааны аргуудын боломж, нарийвчлал зэрэгт тулгуурлан сонгоно.

Цооногт хүдрийн интервалуудыг ялгаж, тэдгээрийн байрлал болон зузааныг тодорхойлох чадамжтай цооногийн каротажийн цогц аргуудыг керний гарц дээрх шаардлагыг хангахгүй байгаа хайгуулын бүх цооногт хэрэглэсэн байна.

100 м-ээс их гүнтэй, босоо өрөмдсөн цооногууд болон налуу өрөмдсөн бүх цооногт 20 м ахиц тутамд цооногийн баганын хазайлтын (зенитийн өнцөг), ташилтын (азимутын өнцөг) өнцгийн өөрчлөлтийн хэмжилтүүдийг хийж, хяналтын хэмжилтүүдээр баталгаажуулсан байна. Энэхүү хэмжилтийн үр дүнг хайгуулын

зүсэлтүүд, малталтын түвшний (горизонтын) планууд байгуулах, хүдрийн биетийн зузааныг тодорхойлох, хайгуулын зүсэлт ба хүдрийн биетийн босоо, хэвтээ, уналын хавтгайн тусгалуудад цооногийн байрлалыг тодорхойлох зэрэгт ашиглана. Өрөмдлөгийн цооног нь гүний далд малталттай огтлолцсон тохиолдолд малталт ба цооногийн огтлолцын цэгийн байрлалыг маркшейдерын хэмжилтээр тогтоож холбосон байна.

Эгц уналтай хүдрийн биетийг хурц өнцгөөр огтлон өрөмдөх тохиолдолд цооногт зориудын хазайлгалт хийж, цооногийн багана ба хүдрийн биетийн уулзах өнцгийг ихэсгэж, хүдрийн биетийн зузааныг үнэн зөв тодорхойлох нөхцлийг бүрдүүлэх хэрэгтэй.

Өрөмдлөгийн ажлын хугацаа, зардлыг хэмнэх зорилгоор ордын хайгуулд олон мөргөцөгт цооногийн системийг хэрэглэх, далд малталтаас дэвүүр байрлалаар цооног өрөмдөх аргачлалын хэрэглэнэ. Ордын хүдэржсэн хэсгүүдэд цооногийг нэгэн адил диаметрээр өрөмдөх хэрэгтэй.

3.6. Хайгуулын малталтуудын байрлуулалт, хайгуулын огтлол хоорондын зай нь судалж байгаа орд бүрийн геологийн тогтцын онцлог, хүдрийн биетийн хэмжээ, байрлал, хүдрийн биетэд ашигт бүрдвэрүүдийн тархаж хуваарилагдсан төлөв байдал зэргийг харгалзан үзсэний үндсэн дээр хүдрийн биетийн структур-морфологийн төрөлд тохируулан сонгогдсон байна.

Дараах 4-р хүснэгтэд ОХУ болон Хамтын Нөхөрлөлийн Орнууд (ХНО)-ын манганы ордын хайгуулд хэрэглэсэн туршилгад тулгуурлан тодорхойлсон хайгуулын торын нягтралын жишээг манай орны нөөцийн ангиллын зэрэглэлд дүйцүүлэн үзүүллээ. Мөн хүснэгт 5-д Монгол орны манганы ордын хайгуулд хэрэглэсэн хайгуулын торын нягтралыг ордын бүлэг, нөөцийн зэрэглэлтэй холбон үзүүллээ. Дээрх хүснэгтүүдээр өгөгдсөн хайгуулын торын нягтралын жишээг шинэ тутам хайгуул хийж байгаа ордын хайгуулын ажлын төлөвлөлт болон хайгуулын эхний үе шатанд ордын геологийн тогтцын онцлогт тохирсон холбогдох оновчлолуудыг хийсний үндсэн дээр сонгож хэрэглэх боломжтой. Гэхдээ энэ нь тухайн ордын хайгуулд заавал ийм нягтрал бүхий хайгуулын торыг хэрэглэх шаардлагатай гэсэн үг биш болохыг анхаарах хэрэгтэй.

Ордын хайгуулын судалгаа гүнзгийрэх тутам, ордын геологийн тогтцын талаарх мэдээлэл нэмэгдэж ордыг танин мэдэх түвшин дээшлэх тутам ордод хийсэн бүх төрлийн судалгаа, хайгуулын мэдээллүүдийн боловсруулалт, тал бүрийн дүн шинжилгээний үндсэн дээр ордын хайгуулын торын нягтралыг тухай бүр оновчлон тогтоож байх шаардлагатай. Ордын хайгуулын торын нягтрал, торын геометрийг оновчтой тогтооход ордын хайгуулын явцад бүрдүүлсэн геологийн, геофизикийн, геохимийн болон бусад судалгааны бүх мэдээлэл, мөн ашиглалтын хайгуулын болон ордын олборлолтын мэдээллүүдийг бүрэн дүүрэн ашиглах хэрэгтэй.

**Манганы хүдрийн ордын хайгуулд хэрэглэсэн
хайгуулын торын нягтралын тухай мэдээлэл**

Хүснэгт 4

Ордын бүлэг	Хүдрийн биетийн структур- морфологийн төрөл	Нөөцийн зэрэглэлд хамаарах хайгуулын огтлол хоорондын зай, м					
		А		В		С	
		Сунал дагуу	Унал дагуу	Сунал дагуу	Унал дагуу	Сунал дагуу	Унал дагуу
I	Энгийн геологийн тогтоцтой маш том хэмжээний биет	100– 150	100– 150	200– 300	200– 300	600	600
II	Нийлмэл геологийн тогтоцтой маш том хэмжээний биет	–	–	200	200	400	400
	Нийлмэл геологийн тогтоцтой давхарга маягийн, мэшил маягийн биет	–	–	50–100	50–100	100– 200	100–200
III	Нийлмэл геологийн тогтоцтой давхарга маягийн, мэшил маягийн жижиг биетүүд	–	–	50–100	25–50	100	50–100
Тайлбар. Үнэлгээ өгсөн ордын хувьд илрүүлсэн (P_1) зэрэглэлээр баялгийн үнэлгээ өгөхийн тулд боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцийн хайгуулын торын нягтралыг 2-4 дахин сийрэгжүүлэн хэрэглэж болно.							

Монгол орны манганы ордуудын геологи, хайгуулын товч тодорхойлолт

Хүснэгт 5

№	Ордын нэр, байршил	Ордын геологийн тогтцлын товч тодорхойлолт	Ордын бүлэг	Хайгуулын техник хэрэглэл ба систем	Хайгуулын торын нягтрал, нөөцийн эзрэлгээ, м			Бүртгүүлсэн нөөц, баялаг, тн	Олборлох арга ба систем	Баяжуулах арга
					Баттай (А)	Бодитой (В)	Боломжтой (С)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Хөх тээг орд Дундговь, Өндөршил	Оорцог формацийн шохойлог тунамал хурдсыг пермийн боржин зүссэн заагт явагдсан метасоматоз хувирал, брекчлэлд автсан бүсэд байрлах мөшил маягийн биет. Агуулагч нь шохойн чулуу. Гол эрдсүүдэд пиролизит, манганит 20-25%, кварц 5-10%, карбонат 60-70%. Хэмжээ 185 x 105 x 6.8 м	III	Өрөмдлөг, шурф малтлт суваг малтлт	-	40-60	50-100	В+С 549.9 мян.тн хүдэрт Mn- 12% дундаж агуулгатай 66.1 мян.тн	Ил уурхай	Нойтон соронзон
2	Толь булаг орд Дорноговь, Мандах	Олигоцений настай ангилдаагүй гравелит, конгломератын тунамал хурдаст агуулагдсан давхарга маягийн хүдрийн биет. Хэмжээ 83 x 43 x (2.2-4.3) м. Дундаж зузаан 22 м. Mn-агуулга 14.3%. манганит 30%, гидротит 2%, хүдрийн эрдсүүд нь манганит-пиролизит-гётит	III	Өрөмдлөг, шурф малтлт суваг малтлт	-	30-60	50-100	В+С 216.0 мян.тн хүдэрт Mn- 14.3% дундаж агуулгатай 30.9 мян.тн	Ил уурхай	Хуурай соронзон
3	Унагад орд Дорноговь, Айраг	Доод цэрдийн Цагаанцав формацийн грави-элсэн чулуу, гравелит, жижиг хайргатай конгломератын үедэд агуулагдах тэвш маягийн хэлбэртэй хүдрийн биет. Хэмжээ: 1800 x 300 м. Зузаан 4-5 м. Пиролизит 90%, манганит 7%, псиломелан 3%	II	Өрөмдлөг, суваг малтлт	-	100-80 x 50-40	200 x 100	В+С 4.1 сая.тн хүдэрт Mn- 8.35% дундаж агуулгатай 346.9 мян.тн	Ил уурхай	2 удаа соронзон ялгагчаар
4	Хүрмэн-II орд Өмнөговь, Баяндалай	Дунд-дээд девоны Гурвансайхан формацийн алевролит дотор нийцлэг байрлах манганит хүрэн хасын биетүүдээс тогтог. Ордын нийт урт 2000 м, зузаан 50 м, Гол эрдсүүдэд пиролизит 90%, манганит 8-13%,	III	Өрөмдлөг, суваг малтлт	-	100 x 20-40	-	В+С 934.2 мян.тн хүдэрт Mn- 13.7% дундаж агуулгатай 128.2 мян тн, P ₁ =98 мян тн.	Ил уурхай	2 удаа соронзон ялгагчаар

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	Бүргэд хар уул. Дорноговь, Хатан булаг	Бүргэд хар уул формацийн дунд мэмбэрийн карбонат-тунамал зузаалгийн дээд хэсэгт манганы хүдэржилт агуулсан калькеринит маягийн шохойн чулуу нь манганы эрдэсжилтийг агуулдаг. Хүдэржсэн бүс тектоникт автан нийлмэл хэлбэртэй болсон. Хүдрийн биетүүдийн үргэлжлэх урт тасалдалтайгаар 1200м, өргөн 150-300 м, зузаан 0.4-40м, Гол эрдсүүдэд пиролизит 80%, манганит 18-21%, бага хэмжээгээр псиломелан, гётит, гематит	III	Өрөмдлөг, суваг малталт	-	100 x 50	-	В+С 7.63 сая.тн хүдэрт Mn- 7.8% дундаж агуулгатай 594.2 мян.тн	Ил уурхай	Хуурай соронзон
6	Хүрэн толгой орд. Өмнөговь, Ханхонгор	Төв, Зүүн 2 хэсэгт 11 хүдрийн биет тогтоогдсон. Улаан хүрэн өнгөтэй, цул текстуртай, цахиурлаг алевролит, аргиллит, хас маягийн кварцитын нарийн үетэй салаавчлан үелэн тогтсон биетүүд нь ЗУ-160°-ээр сунаж, 60-65°-ээр унаж тогтсон. 200 м өргөн, 600м уртай, конкрец, үүр маягийн нарийн судал хэлбэрээр нийцлэг байдалтай, шигтгээлэг хүдэржилттэй.	III	Өрөмдлөг, суваг малталт	-	100 x 50	-	В+С 1.75 сая.тн хүдэрт Mn- 19.2% дундаж агуулгатай 336.2 мян.тн	Ил уурхай	

3.7. Ордын тэргүүн ээлжинд олборлохоор төлөвлөж байгаа хэсэг ба олборлолтын түвшингүүдэд хайгуулын ажлыг илүү нарийвчлалтайгаар хийсэн байна. Ордын ийм хэсэг ба олборлолтын түвшингүүдэд II бүлгийн ордын хувьд нөөцийг бодитой (B) зэрэглэлээр, III бүлгийн ордод бодитой (B) ба боломжтой (C) зэрэглэлээр тооцоолно. Гэхдээ тэргүүн ээлжинд олборлох эдгээр хэсгүүдэд хайгуулын торын нягтрал нь нөөцийн боломжтой (C) зэрэглэлд тавигдах шаардлагаас 2 дахин нягтруулсан байх шаардлагатай. Ордын нөөцийн тооцооллыг геостатистикийн аргаар хийх тохиолдолд энэхүү нарийвчлан судлах хэсгүүдэд хайгуулын торын нягтрал нь хүдрийн биетийн орон зайд интерпретаци/тайлалт хийх аргачлалыг үндэслэлтэй сонгон авахад хүрэлцэхүйц хангалттай хэмжээгээр судлагдсан байна.

Ордын нарийвчилсан судалгаанд хамаарагдаж байгаа хэсэг нь хүдрийн биетийн геологийн тогтоц, морфологи, байрших нөхцөл болон ашигт бүрдвэрийн тархалтын шинж чанар ба агуулгаараа ордыг бүхэлд нь төлөөлж чадахуйц хэсгүүд байх шаардлагатай. Тэргүүн ээлжинд олборлохоор төлөвлөж байгаа хэсэг нь ордын геологийн тогтцын онцлог, хүдрийн чанар ба технологийн шинж чанараараа ордыг төлөөлөх шаардлагыг хангаж чадахгүй байгаа тохиолдолд нарийвчилсан судалгааг ордыг төлөөлөх чадамжтай бусад хэсгийг сонгон авч хийх боломжтой. Тухайн ордын найрийвчилсан судалгаа хийх хэсгийн хэмжээ, байрлал, хэсгүүдийн тоог орд бүрийн геологийн тогтцын онцлогт тохируулан ордын хайгуул болон олборлолт эрхлэгчид тухай бүр үндэслэлтэйгээр сонгож тогтооно.

Ордын нарийвчилсан судалгаанд хамаарагдсан хэсгүүдээс бүрдүүлсэн мэдээллийг ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар хамааруулах бүлгийг тогтоох, сонгон авсан хайгуулын аргачлал ба техник хэрэгсэл нь ордын геологийн тогтцын онцлогт тохирч байгаа, эсэхийг баталгаажуулах, ордын бусад хэсгүүдэд нөөцийн тооцоолол хийхэд болон ордыг олборлох нөхцлийн үнэлгээ хийхэд сорьцлолтын үр дүнгийн үнэмшилт байдал, нөөцийн тооцооллын параметруудийн сонголт ба тооцоолол нь хир найдвартай байгаагийн үнэлгээнд ашиглана. Олборлож байгаа ордын хувьд энэхүү үнэлгээнд мөн олборлолтын явцад бий болсон мэдээллүүдийг ашиглах боломжтой.

3.8. Ордын хайгуулын явцад нэвтэрсэн бүх малталтууд, ерөмдсөн цооногууд, гадаргад гарсан хүдрийн биетийн гаршуудыг бүрэн баримтжуулсан байна. Сорьцлолтын өгөгдөл, мэдээлэл, үр дүнгүүдийг геологийн анхдагч баримтжуулалтад буулгаж, геологийн бичиглэлтэй уялдуулан хянасан байна.

Хайгуулын баримтжуулалтын чанар ба бүрэн дүүрэн байдал, ордын геологийн тогтцын онцлогтой тохирч байгаа байдал, ордын структурын элементүүдийн орон зайн байрлалыг хир зөв тодорхойлж байгаа, баримтжуулалтын бичиглэл ба зураг дүрслэлийн хэсгийг үнэн зөв илэрхийлж, дүрсэлсэн байдалд ордын хайгуул эрхлэгчдийн зүгээс томилсон эрх бүхий төлөөлөх мэргэжилтнүүд тогтмол хяналт тавьж байх ёстой. Сорьцлолтын чанарын хяналтыг авч байгаа сорьцын байрлал нь сорьцох хэсгийн геологи-структурын нөхцөлтэй тохирч байгаа байдал, сорьцын хөндлөн огтлол, алхмын урт зэрэг параметруудийн баримтлал,

сорьцлолтыг тасралтгүй байдлаар хир бүрэн хийж байгаа, хяналтын сорьцлолт хийж байгаа, эсэх зэрэг үзүүлэлтүүдээр тогтмол хийнэ.

Мөн сорьцлолтын чанарын хяналтыг минералоги-технологийн сорьцлолтын ажил, гидрогеологийн ба геотехникийн судалгааны сорьцлолтууд, хүдрийн эзэлхүүн жингийн судалгаа хийх сорьцлолт, сорьцын боловсруулалт ба шинжилгээний ажлуудаар явуулна.

3.9. Ашигт малтмалын чанарын үнэлгээ хийх, хүдрийн биетийн хил хүрээг тогтоох, ашигт малтмалын нөөцийг тооцоолох зорилгоор хүдрийн биетийг огтолсон бүх малталтууд ба цооногууд, хүдрийн биетийн байгалийн гаршууд бүрэн сорьцлогдсон байна.

3.10. Ордын геологийн тогтцын онцлогтой уялдуулан сорьцлох аргын сонголт ба сорьцын параметруудын оновчлолыг хамгийн найдвартай үр дүн өгдөг бөгөөд хэрэглэхэд хялбар, эдийн засгийн хувьд хэмнэлттэй байдлаар хийнэ. Ордын хайгуулд сорьцлолтын хэд хэдэн аргыг хэрэглэж байгаа бол тэдгээрийг үр дүнгийн нарийвчлал ба үнэмшилт байдлаар харьцуулалт хийх хэрэгтэй.

Сорьцлолтын аргачлал (геологийн, геофизикийн гэх мэт) ба сорьцлох аргын (керний, ховилон, задиркан гэх мэт) сонголт, сорьц боловсруулалт, сорьцлолтын чанарын хяналтад тухайн чиглэлээр гарсан арга зүйн зөвлөмжүүдийг баримтлах шаардлагатай.

3.11. Хайгуулын огтлолуудын сорьцлолтонд дараах нөхцлүүдийг харгалзан үзэж баримтлах хэрэгтэй. Үүнд:

- Сорьцлолтын тор нь хайгуулын огтлолын хэмжээнд тогтвортой байх, торын нягтрал нь сорьцлогдож буй ордын хэсгийн геологийн тогтоцтой уялдан тодорхойлогдсон байх.
- Сорьцыг хүдэржилтийн хувьсан өөрчлөлт хамгийн их чиглэл дагуу байрлуулсан байх. Хүдрийн биетийг малталтаар (ялангуяа цооногоор) хувьсан өөрчлөлт хамгийн их чиглэлтэй хурц өнцгөөр огтлохоор байрлуулж сорьцолсон тохиолдолд гарсан үр дүнгийн үнэмшилд эргэлзээ байгаа бол хяналтын ажлаар (жишээ нь хувьсан өөрчлөлт ихтэй чиглэлээр малталт нэвтрэн сорьцлох гэх мэт) үүнийг баталгаажуулсны үндсэн дээр гарсан үр дүнг нөөцийн тооцоололд хэрэглэх, эсэх асуудлыг шийдвэрлэнэ.
- Хайгуулын огтлолын хэмжээнд сорьцлолтыг тодорхой алхмаар тасралтгүй хийнэ. Сорьцлолтоор хүдрийн биетийг зузааны дагуу бүрэн огтолсон байхаас гадна агуулагч чулуулагт тодорхой хэмжээгээр (нөөцийн хүрээнд багтааж болох хоосон чулуулгийн ба жишгийн шаардлага хангахгүй хүдрийн биетийн их зузаантай дүйцэх хэмжээгээр) нэвтрэн хийсэн байна.
- Хүдрийн биетийн өгөршилд автсан хэсгүүд, хүдрийн байгалийн төрлүүд болон агуулагч чулуулгийн эрдэсжсэн хэсгийг ялгаж тусад нь сорьцолно.
- Хайгуулын огтлолын дагуу сорьцлолт хийх алхамын (секцийн) уртыг хүдрийн биетийн дотоод тогтоц, ашигт бүрдвэрийн тархалт, агуулгын өөрчлөлт, хүдрийн структур, текстурын онцлог, хүдрийн физик механик шинжүүд болон бусад үзүүлэлтүүдэд (тухайлбал малталт ба өрөмдлөгийн ахицын урт гэх зэрэг) тулгуурлан тогтооно.

- Манганы ордын хувьд түгээмэл хэрэглэгддэг сорьцлолтын алхмын урт нь 1.0 м, ховор тохиолдолд 2.0 м байдаг. Гэвч энэ хэмжээг оновчтой тогтоохдоо хүдэр дэх ашигт бүрдвэрийн тархалтын шинж чанар, хүдрийн найрлагын болон бүтцийн жигд биш байдал, янз бүрийн мөхлөгт хүдрийн тархалтын онцлог, хүдрийн мөхлөгжилтийн тодотгошил (порционной контрастности руд) зэргийг харгалзан үзнэ.
- Харилцан адилгүй керний гарцтай хэсгүүдийг ялгаж ангилан, тусад нь сорьцолно.
- Керн нь сонгомол элэгдэлд автаж байгаа хэсгүүдээр сорьцлолтыг кернээс авахаас гадна өрөмдлөгийн явцад үүссэн нунтаг болон булинга болох шламыг тусад нь сорьцолж, мөн тусад нь боловсруулан шинжилгээнд өгнө.
- Цөмийн геофизикийн сорьцлолтын (каротажийн) үр дүнг чулуулгийн мөхлөгжилтийн хэмжээтэй дүйцүүлэн 5-10 см алхмаар, байгалийн нөхцөлд орших байдалд нь холбогдох аргачлалыг мөрдлөг болгон боловсруулна.

3.12. Сорьцлолтын үр дүнгийн нарийвчлал болон үнэмшилт байдалд сорьцлолтын арга бүрээр, сорьцлогдож байгаа хүдрийн байгалийн болон үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрөл бүрээр ангилан системтэй хяналт хийж, үнэлгээ өгч байна. Үүнд сорьцын байрлал нь сорьцлох хэсгийн геологийн тогтоцтой хир тохирч байгаа, хүдрийн биет нь зузааныхаа дагуу бүрэн огтлон сорьцлогдож байгаа, малталтын сорьцын параметрууд (хөндлөн огтлол, алхмын урт гэх зэрэг) хир баримтлагдаж байгаа, сорьцын бодит жин нь онолын жинтэй хир дүйцэж байгаа, керний сорьцын хувьд керний диаметр болон керний гарц нь тавигдаж буй шаардлагаас хир зөрөөтэй (эдгээр үзүүлэлтүүд хүдрийн нягтаас хамааран $\pm 10-20$ %-иас хэтрэхгүй байх ёстой) байгаа зэрэг үзүүлэлтээр хяналтыг явуулна. Керний сорьцлолтын хяналтыг хослол (дубликат) сорьцонд үлдсэн хэсгээс сорьцлох аргаар хийж болно.

Хүдрийг байгальд орших байдалд нь геофизикийн сорьцлолт (каротаж) хийхэд хяналтыг геофизикийн аппаратуруудын/багажийн тогтвортой ажиллагаа, адил нөхцөлд хийсэн ердийн ба хяналтын хэмжилтүүдийн төлөөлөх чадамж зэрэг үзүүлэлтээр хийнэ. Геофизикийн сорьцлолтын үр дүнд нөлөөлөхүйц дутагдал илэрсэн тохиолдолд геофизикийн сорьцлолтыг (каротажийг) давтан хийнэ.

Сорьцлолтын чанарын үнэлгээ хийхийн тулд үндсэн сорьцын үр дүнг түүнээс илүү үнэмшилтэй үр дүн өгөх сорьцлолтын аргаар хяналтыг явуулна. Тухайлбал, цооногийн геофизикийн сорьцлолтын үр дүнг тулгуур зүсэлтүүдээр, өндөр керний гарцтай (95%-иас дээш) цооногуудыг сонгож керний сорьцлолтоор хянана. Сорьцлолтын үр дүнд нөлөөлөхүйц хэмжээний сонгомол элэгдэл кернд үүсч байгаа тохиолдолд хяналтын сорьцлолтыг цооногтой зэрэгцээ малталт нэвтрэн сорьцлох аргаар явуулна.

Олборлож байгаа ордын хувьд сорьцлолтын хяналтыг ордын олборлолтын хэсгүүд, горизонтууд, блокуудаар ангилан малталтын ба цооногийн сорьцлолтын үр дүнг олборлолтын үр дүнтэй харьцуулах журмаар явуулна.

Хяналтын сорьцлолтын тоо, хэмжээ нь үр дүнгийн боловсруулалтыг статистик аргаар хийж, байнгын алдаа (системтэй) байгаа эсэхийг тодорхойлж, алдаа

байгаа тохиолдолд түүнийг засварлах итгэлцүүрийг үндэслэлтэй тооцоолох нөхцлийг хангаж байх шаардлагатай.

3.13. Сорьцын боловсруулалтыг адил төсөөтэй геологийн тогтоц, бодисын найрлага бүхий ордтой харьцуулах журмаар тухайн ордын хувьд тусгайлан боловсруулсан сорьц боловсруулах бүдүүвчийг баримтлан явуулна. Сорьц боловсруулалтын явцыг бутлалт, шигшилт, хураангуйлал зэрэг үндсэн үйлдлүүдээр, мөн сорьц боловсруулах бүдүүвчийн дараалал, итгэлцүүр (К)-ийн утгыг харгалзан хураангуйллыг үнэн зөв хийж байгаа, сорьц боловсруулах бүдүүвчийг хир баримталж байгаад тогтмол хяналт хийж байна.

Их эзэлхүүнтэй бөөн сорьцын боловсруулалтыг тусгайлан боловсруулсан горимын дагуу явуулна.

3.14. Хүдрийн химийн найрлагыг үндсэн ба дагалдах ашигт бүрдвэрүүд, ашигт малтмалын чанарт сөргөөр нөлөөлөх хортой хольцууд, шаг/шлак үүсгэгч бүрдвэрүүдийг бүрэн тодорхойлж, үнэлгээ өгөх түвшинд судалсан байвал зохино. Манганы хүдэр дэх тэдгээрийн агуулгыг химийн, физик-химийн, геофизикийн болон бусад аргуудаар хүдэр ба чулуулагт бодисын найрлагын шинжилгээ хийх батлагдсан аргачлал ба стандартуудыг баримтлан судлан тогтооно. Манганы хүдрийн бодисын найрлагын судалгаанд геофизикийн аргыг хэрэглэх, шинэлэг арга хэрэглэх, тэдгээрийн үр дүнг ордын нөөцийн тооцоололд хэрэглэж болох, эсэх асуудлыг тусгайлан томилогдсон экспертийн байгууллагын дүгнэлтийг үндэслэн шийдвэрлэнэ.

Хүдэр дэх дагалдах ашигт бүрдвэрийн судалгаа хийхдээ ашигт малтмалыг иж бүрдлээр судлах аргачилсан зөвлөмжийн удирдлага болгоно. Энэ төрлийн зөвлөмж боловсруулагдаагүй тохиолдолд түүнтэй адилтгах ОХУ-ын Ашигт малтмалын ордыг иж бүрэн судалж, дагалдах ашигт бүрдвэр ба ашигт малтмалын нөөцийг тооцоолох аргачилсан зөвлөмж (Рекомендация по комплексному изучению ..., 2007)-ийг баримталж болно.

Манганы хүдрийн бүх сорьцонд манган (Mn) ба фосфор (P)-ын агуулга тодорхойлох шинжилгээ, манганы ислийн найрлагатай хүдэрт манганы давхар исэл (MnO_2)-ийн шинжилгээ, төмөр-манганы хүдэрт төмөр (Fe) ба манган (Mn)-ны агуулга тодорхойлох шинжилгээ хийсэн байна.

Манганы хүдэр дэх дагалдах ашигт бүрдвэрүүд, хортой хольцууд, шаг/шлак үүсгэгч бүрдвэрүүдийн шинжилгээг голдуу бүлэгчилсэн сорьцонд хийнэ. Энгийн сорьцыг бүлэгчилсэн сорьц болгон нэгтгэх аргачлал ба бүлэгчилсэн сорьцын тоо хэмжээг сонгохдоо хүдэр дэх дагалдагч ашигт бүрдвэрүүд, хортой хольцууд, шаг/шлак үүсгэгч бүрдвэрүүд нь ордын хүдрийн байгалийн бүх төрлүүдийг хамааран хүдрийн биетийн орон зайд жигд тархан байрлаж, тэдгээрийн агуулгын өөрчлөлтийг хүдрийн биетийн унал ба сунал дагуу тодорхойлох нөхцлийг бүрдүүлж байхаар сонголтыг хийсэн байна.

Манганы хүдрийн исэлдэлтийн зэргийг тодорхойлохын тулд хүдэрт фазын шинжилгээ хийнэ.

3.15. Сорьцын шинжилгээний чанарын хяналтыг тогтмол хийж, үр дүнг нь тогтсон аргачлалын дагуу боловсруулан холбогдох арга хэмжээг авч ажиллах

хэрэгтэй. Ордын хайгуулын бүх үеийн туршилт шинжилгээний хяналтыг лабораторийн дотоод хяналтаас үл шалтгаалан тогтмол явуулна. Хяналтад үндсэн ашигт бүрдвэрээс гадна дагалдах ашигт бүрдвэрүүд, хортой хольцууд, шаг/шлак үүсгэгч бүрдвэрүүд бүрэн хамаарагдана.

3.16. Сорьцын шинжилгээний тохиолдлын (случайный) алдааг илрүүлж үнэлгээ өгөхийн тулд үндсэн сорьцын хослол сорьц (дубликат)-оос сорьц авч үндсэн сорьцтой адил дараалсан дугаар өгч, үндсэн сорьцонд шинжилгээ хийсэн лабораторид нь давтан шинжлүүлэх аргачлалаар буюу дотоод хяналтаар явуулна.

Сорьцын шинжилгээний байнгын (систематический) алдааг илрүүлэхэд сорьцын давтан шинжилгээг хяналтын шинжилгээ явуулах эрх бүхий өөр лабораторид хийлгэх аргачлалыг хэрэглэдэг тул үүнийг өөрөөр гадаад хяналт гэж нэрлэнэ. Гадаад хяналтад сорьцонд үндсэн шинжилгээ, дотоод хяналт хийгдсэн лабораторид хадгалагдаж байгаа сорьцын дубликатаас сорьцлон илгээнэ.

Стандарт найрлагатай сорьц (товчоор стандарт гэнэ) байгаа тохиолдолд үндсэн сорьцын тодорхой тоогоор бүлэглэсэн багцад стандарт сорьцыг хамтатган дараалсан дугаар өгч үндсэн лабораторид шинжлүүлэх аргачлалаар сорьцын шинжилгээний байнгын алдааг илрүүлж, үнэлгээ өгнө. Энэ аргачлалаар мөн тохиолдлын алдааг илрүүлж, үнэлэх боломжтой тул сүүлийн үед өргөн хэрэглэж байна.

Сорьцын шинжилгээний дотоод болон гадаад хяналтад илгээх сорьцууд нь ордын хүдрийн байгалийн бүх төрлүүд, ашигт бүрдвэрийн агуулгын бүх бүлгүүдийг хамаарсан байхаас гадна хяналтад гоц өндөр агуулга заасан сорьцууд бүрэн хамаарагдсан байна.

3.17. Сорьцын шинжилгээний хяналтыг байнга, тогтмол явуулж байх хэрэгтэй. Хяналтын энэхүү байнга, тогтмол байдлыг хангахын тулд хяналтыг үндсэн сорьцын тооны тодорхой хувиар, эсвэл ажлын хэмжээнээс хамааруулан жил бүр, хагас жилд, улирал тутам гэх зэргээр явуулна. Үндсэн сорьцын тоо хангалттай олон (2000-аас дээш) тохиолдолд дотоод хяналтыг нийт сорьцын 5-8%-д, гадаад хяналтыг 3-5%-д явуулна.

Хүдрийн байгалийн төрлөөр, эсвэл агуулгын бүлгээр ангилан өгч байгаа хяналтын шинжилгээний тоо нь түүнд статистик боловсруулалт хийж, үнэлгээ өгөхөд хангалттай тооны (30-аас их) байх шаардлагатай. Хүдрийг агуулгын бүлгээр ангилахдаа захын агуулга, үйлдвэрлэлийн бага/доод агуулга зэрэг жишгийн үзүүлэлтүүдийг харгалзан үзвэл зохино.

3.18. Сорьцын шинжилгээний гадаад болон дотоод хяналтын үр дүнгийн боловсруулалтыг тогтсон аргачлал, зааврыг баримтлан, хяналт явуулсан хугацаанд (жилд, хагас жилд, улиралд гэх мэт) нь хүдрийн төрөл ба агуулгын бүлгээр ангилан, сорьцын шинжилгээний арга бүрээр ялгаж хийнэ.

Дотоод хяналтаар тогтоосон тохиолдлын алдааны квадрат дундаж хэмжээ нь дараах хязгаарт багтаж байх шаардлагатай (Хүснэгт-6). Тохиолдлын алдаа энэхүү хязгаараас давсан тохиолдолд тухайн бүлэг сорьцын үндсэн шинжилгээний үр дүнг цаашдын судалгаа, тухайлбал ордын нөөцийн тооцоололд хэрэглэх боломжгүй тул

шинжилгээг давтан хийлгэнэ. Үүний хамт үндсэн лабораторийн шинжилгээнд алдаа гарч байгаа шалтгааныг илрүүлэн, арилгах арга хэмжээ авч байна.

Квадрат дундаж тохиолдлын алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээ

Хүснэгт 6

Үндсэн ба дагалдах бүрдвэрүүд	Хүдэр дэх бүрдвэрүүдийн агуулгын бүлэг*, %	Квадрат дундаж тохиолдлын алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээ, %	Үндсэн ба дагалдах бүрдвэрүүд	Хүдэр дэх бүрдвэрүүдийн агуулгын бүлэг, %	Квадрат дундаж тохиолдлын алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээ, %
Mn	>22	1.2	Al ₂ O ₃	10–15	5.0
	13–22	2.0		5–10	6.5
	5–13	2.5		1–5	12
	3–5	3.5	CaO	20–40	2.5
	0.5–3	6.0		7–20	6.0
	0.2–0.5	10		1–7	11
Fe	30–45	2.0	P ₂ O ₅	0.3–1	5.5
	20–30	2.5		0.1–0.3	8.5
	10–20	3.0		0.05–0.1	12
	5–10	6.0		0.01–0.05	22
	20–50	2.5		0.001–0.01	30
SiO ₂	5–20	3.5	S	1–2	9
	1.5–5	11		0.5–1	12
				0.3–0.5	15

* Хэрэв бүрдвэрийн агуулгын бүлэг энэхүү хязгаарт хамаарагдахгүй бол квадрат дундаж тохиолдлын алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээг интерполяцын аргаар тодорхойлно.

3.19. Гадаад хяналтаар сорьцын шинжилгээнд байнгын алдаа илэрсэн тохиолдолд давтан шинжилгээг олон улсын түвшинд итгэмжлэгдсэн хяналтын шинжилгээ хийх эрх бүхий арбитрын лабораторид илгээж хийлгэнэ. Арбитрын хяналтад үндсэн ба хяналтын шинжилгээ хийсэн сорьцын лабораторид хадгалагдаж байгаа дубликатаас сорьцлолт хийж илгээнэ. Хяналтын шинжилгээнд байнгын алдаа илэрсэн агуулгын бүлэг бүрээс 30-40 ширхэг сорьцыг илгээсэн байна. Арбитрын хяналтад илгээх сорьцын бүлэгт мөн стандарт сорьцуудыг оруулан шинжлүүлж болно. Энэ тохиолдолд стандарт бүрээр 10-15 ширхэг арбитрын хяналтын шинжилгээ хийсэн байвал зохино.

Арбитрын хяналтаар үндсэн сорьцын шинжилгээнд байнгын алдаа тогтоогдсон тохиолдолд алдаа гарсан шалтгааныг тодруулах, түүнийг арилгах арга хэмжээг авна. Мөн байнгын алдаатай үндсэн сорьцын бүлгийг дахин шинжлэх, эсвэл тогтоогдож буй байнгын алдааг засварлах итгэлцүүр тооцоолж хэрэглэх журмаар засварлан цаашдын судалгаанд хэрэглэх, эсэх асуудлыг шийдвэрлэнэ. Сорьцын шинжилгээнд арбитрын хяналт хийгээгүй тохиолдолд үндсэн шинжилгээний үр дүнд засварлах итгэлцүүр тодорхойлж хэрэглэхийг хориглоно.

МАНГАН

3.20. Сорьц авалт, боловсруулалт, сорьцын шинжилгээнд хяналт хийсэн өгөгдөлд тулгуурлан хүдрийн интервалуудыг ялган, хүрээлэлтийг хийж, түүний хэмжээ ба байрлалыг хир оновчтой, үнэн зөв тодорхойлсон талаар үнэлгээ өгнө.

3.21. Манганы хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүн, хүдрийн байгалийн болон үйлдвэрлэлийн төрөл, структур-текстурын онцлог, физик механик шинжүүд (гравитацын болон соронзон чанарууд гэх зэрэг)-ийг минералоги-петрографийн, физикийн, химийн болон бусад шинжилгээний аргуудыг хэрэглэн батлагдсан аргачлал, стандартыг баримтлан судалж тодорхойлсон байна.

Манганы хүдрийн судалгаанд онцгой анхаарлыг манганы эрдсүүдийг тодорхойлох, тэдгээрийн агуулга, тоо хэмжээ, хүдрийн эрдсүүдийн өөр хоорондоо болон бусад эрдсүүдийн хам орших байдал, харилцан байршил, эрдсийн талст мөхлөгүүдийн хам ургалтын шинж төрх, манганы эрдсийн мөхлөгийн хэмжээ, түүний тархалтын шинж чанар зэргийг тодорхойлон бичихэд хандуулна. Мөн хүдрийн эрдсийн конкрецууд, оолитуудын тодорхойлолтыг өгч, хүдрийн үелэж давхраатсан бүтэц, тогтцын талаар тодруулан бичсэн байна. Конкрец, оолит болон конгломерат тогтоцтой хүдрийн хувьд түүний цементийн шинж чанарыг элсэрхэг, шаварлаг, сулхан барьцалдсан нунтаг, эсвэл нягт барьцалдаж хатуурсан гэх зэргээр тайлбарлан бичнэ.

Манганы хүдэрт химийн, минералогийн судалгаа хийх явцад манган болон түүнийг дагалдагч ашигтай ба хортой бүрдвэрүүд, шаг/шлак үүсгэгч бүрдвэрүүдийн тархалтын шинж чанарыг тодорхойлохын зэрэгцээ манганы хүдрийн эрдсүүдийн тархалтын балансыг тодорхойлсон байна.

3.22. Манганы хүдрийн эзэлхүүн жин ба чийгшилтийг хүдрийн байгалийн төрөл бүрээр, нөөцийн хүрээлэлд багтсан жишгийн шаардлага хангахгүй хүдэр ба чулуулгаар ялгаж тодорхойлно.

Нягт цул хүдрийн эзэлхүүн жинг лабораторийн нөхцөлд парафиндсан хүдрийн гидростатик жинлэлтээр тогтоож, хээрийн нөхцөлд малталт нэвтрэн уулын цулаар тогтоосон эзэлхүүн жинтэй харьцуулж баталгаажуулсан байна.

Нунтаг хүдэр, ан цавшилд ихээхэн автсан хүдэр, сонгомол элэгдэлд автамтгай хүдрийн хувьд эзэлхүүн жинг голдуу уулын цулд тодорхой хэмжээний малталт нэвтрэн эзэлхүүнийг нь хэмжиж, түүнээс гарсан хүдрийн жинд харьцуулах аргачлалаар тодорхойлно. Хүдрийн эзэлхүүн жинг мөн холбогдох хяналтын хэмжилтээр баталгаажуулсан тохиолдолд сарнимал гамма цацрагийн шингээлтийн геофизикийн аргаар тодорхойлж болно.

Хүдрийн эзэлхүүн жингийн хэмжилттэй хамтатган түүний чийгшилтийг тодорхойлох судалгааг тогтмол хийх хэрэгтэй. Хүдрийн эзэлхүүн жин болон чийгшилт тодорхойлсон сорьцуудад мөн минералогийн болон химийн найрлагын шинжилгээг голлох бүрдвэрүүдээр хийсэн байна.

3.23. Хүдрийн химийн найрлага, эрдэслэг бүрэлдэхүүн, структур-текстурын онцлог, физик-механик шинж чанарын судалгааг ирээдүйд ангилан олборлолт хийх, хүдрийн баяжуулалтад ялгавартай технологи хэрэглэх, бүтээгдэхүүнийг өөр өөр салбарт хэрэглэх хүдрийн байгалийн бүх төрлүүдээр, урьдчилан таамаглаж буй хүдрийн технологийн (үйлдвэрлэлийн) төрлүүдээр, хүдрийн сортуудаар

ангилаан хийнэ. Хүдрийн байгалийн болон технологийн төрөл, сортын урьдчилсан үнэлгээнд тухайн ордтой геологийн тогтоц, эрдэслэг бүрэлдэхүүнээрээ адил бөгөөд сайтар судлагдсан ордын мэдээллийг харьцуулах журмаар ашиглаж болно.

Шинэ тутам судалж байгаа манганы ордын хүдрийн технологийн төрлүүд ба сортуудын эцсийн ангиллыг хүдрийн технологийн судалгаа, хайгуулын явцад хийх геологи-технологийн зураглалын ажлын үр дүнгээр шийдвэрлэнэ.

Дөрөв. Хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа

4.1. Манганы хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлөөс хамаараад баяжуулалтын аргыг сонгоно. Баяжуулалтын туршилт хийхээс өмнө эрдсийн найрлага, орчин үеийн багажит шинжилгээний үр дүнг үндэслэн технологи туршилтын судалгааг хийж байна.

Хүдрийн химийн найрлагыг долгионы дисперсийн рентген флуоресценцийн шинжилгээ (XRF)-гээр 44 элемент тодорхойлно. Мөн индукцийн холбоост плазмын-масс спектрометр, атом шингээлтийн спектрометр, индукцийн холбоост плазмын оптик эмиссийн спектрометр (ICP-OES, ICP-MS) гэх мэт орчин үеийн өндөр нарийвчлалтай багажаар хэмжиж тодорхойлно. Хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүн буюу бодисын найрлагын судалгааг рентген-диффрактометр XRD, TESCANA-TIMA эрдсийн анализатор, Mineral Liberation Analysis (MLA) багажууд дээр нарийвчилсан судалгааг хийнэ. Шинжилгээний эдгээр аргууд нь өндөр агуулгатай эрдсийн найрлага тодорхойлохоос гадна түүнд агуулагдаж байгаа маш бага агуулгатай хольц элементүүдийг тодорхойлно.

Манганы хүдрийн баяжуулалтын технологит чанар ба ширхэглэлийн найрлагаараа манганы хайлшийн холимогт (шихт) тавигдах шаардлагыг хангах чадамжтай том мөхлөгт бүтээгдэхүүнийг ялгах, хадгалах зарчимд тулгуурласан технологийг хэрэглэнэ.

4.2. Уурхайгаас баяжуулах үйлдвэрт тээвэрлэн ирж байгаа манганы хүдэрт эхлээд радиометрийн аргаар том мөхлөгжилтийн сортлолт хийсэн байх шаардлагатай. Хүдрийн баяжигдах технологийн шинж чанарын урьдчилсан үнэлгээг олборлолтын блокуудад хийсэн сорьцлолтын болон каротажийн үр дүнг боловсруулах явцад өгнө. Үүнд хүдрийн байгалийн төрөл тус бүрээр түүний мөхлөгжилтийн тодотгошил (порционная контрастность), физик шинж чанар зэргийг судалсан үр дүнд тулгуурлан янз бүрийн мөхлөгт хүдрийг радиометрийн аргаар ангилаан сорьцлолт хийх боломжийг үнэлсэн байна. Уурхайгаас хүдэр хяналтын хэсэгт тээвэрлэн ирж байгаа вагон болон тэргэнцэрт байгаа хүдэрт радиометрийн аргаар том порцын сортлолт хийх туршилтыг жишгийн шаардлага хангах ба эс хангах хүдэр, хаягдал чулуулгаар ангилаан хийхдээ лабораторийн шуурхай сорьцлолттой хамтатган явуулна. Энэхүү судалгааны ажлын үр дүнг бөөн сорьцлолтын үр дүнгээр хянаж баталгаажуулна.

Дээрх судалгаагаар эерэг үр дүн гарсан тохиолдолд бөөнөөр болон ангилаан олборлолт хийх шаардлагатай хүдрийн технологийн төрлүүдийг ялгах, олборлолтын параметруудыг нарийвчлан тогтоохын зэрэгцээ баян агуулгатай дээд сортын хүдэр гарган авах боломжийг судлан тогтооно.

4.3. Манганы хүдрийн технологийн шинж чанарыг голдуу лабораторийн болон хагас үйлдвэрлэлийн нөхцөлд минералоги-хими-технологийн, хагас үйлдвэрлэлийн сорьцуудаар судлан тогтооно. Хүдрийг баяжуулсан туршлага байгаа тохиолдолд хялбар баяжигдах чанартай хүдрийн технологийн шинж чанарын үнэлгээг лабораторийн технологийн туршилтаар баталгаажуулсан харьцуулалтын хувилбараар хийж болно. Хүдрийг баяжуулсан туршлага байхгүй шинэ төрлийн хүдэр, баяжигдах чанар муутай хүдрүүдэд технологийн туршилтыг баяжмалыг хэрэглэгч болон үйлдвэрлэгч талуудын харилцан тохиролцож боловсруулсан тусгай хөтөлбөрийг баримтлан явуулна.

Геологи хайгуулын ажлын янз бүрийн шатанд хийх манганы хүдрийн технологийн сорьцлолтыг ашигт малтмалын ордод технологийн сорьцлолт хийх тогтсон аргачлал, зөвлөмжийг баримтлан явуулна. Монгол улсад энэ төрлийн аргачилсан зөвлөмж боловсруулагдаагүй байгаа тул ОХУ-ын "Технологическое опробование в процессе геологоразведочных работ. СТО РосГео 09-001-98"-ыг баримтлах боломжтой.

4.4. Минералоги-технологийн, бага технологийн сорьцлолтыг ордын хэмжээнд ялгасан хүдрийн байгалийн бүх төрлүүдийг хамруулан хийсэн байна. Эдгээр технологийн сорьцлолтын үр дүнгээр ордын хүдрийн геологи-технологийн төрөлжүүлэлтийг хийж, хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүдийг ялган тогтоож, хүдрийн геологи-технологийн зураг, горизонтын план ба зүсэлтүүдийг зохионо. Ордын геологи-технологийн зураглалыг энэ төрлийн ажил явуулах аргачлал, зөвлөмжийн дагуу явуулна. Монгол улсад ордын геологи-технологийн зураглал явуулах аргачилсан зөвлөмж боловсруулах хүртэл ОХУ-ын адил төрлийн судалгааны стандарт болох «Геолого-технологическое картирование, СТО РосГео 09-002-98»-ийг баримтлах боломжтой.

Лабораторийн технологийн сорьцлолтыг дээрх туршилтуудаар ялгасан тухайн ордын хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) бүх төрлүүдээр хийж, технологийн туршилтын үр дүнгээр нь ордын хүдрийг баяжуулах аргууд болон тэдгээрийн үндсэн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлон, хүдэр баяжуулах технологийн бүдүүвчийг боловсруулна.

Томсгосон лабораторийн болон хагас үйлдвэрлэлийн технологийн сорьцууд нь химийн найрлага, эрдэслэг бүрэлдэхүүн, хүдрийн структур-текстурын онцлог, мөхлөгийн хэмжээ, физик-механикийн болон бусад шинжээрээ олборлолтын явцад гарах бохирдол, хүдрийн том ангилалд сорьцлолт хийсний дараах агуулгын дээжлэлт зэргийг харгалзсан нөхцөлд хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) тухайн төрлийг бүрэн төлөөлөх чадварыг хадгалсан байна. Мөн сорьц нь мөхлөгийн найрлагаараа олборлолтын тухайн системээр нураасан хүдрийн мөхлөгжилттэй дүйцэхүйц хэмжээтэй байх шаардлагатай.

4.5. Том мөхлөгт (-200+10 мм) фракцын гарц өндөртэй манганы хүдрийн (-200 +10 мм) мөхлөгтэй хэсгийг радиометрийн сеперацийн аргаар, (-10 мм) мөхлөгтэй хэсгийг соронзон сеперацийн аргаар ялгаж, хуурай технологээр баяжуулах бүдүүвчийг түлхүү хэрэглэнэ.

Манганы хүдрийн баяжуулалтад радиометрийн аргыг хэрэглэх туршилтыг дараах үзүүлэлтүүдийг тусгасан туршилт явуулах арга зүйн баримт бичигт тулгуурлан хийнэ. Үүнд:

- Хүдэрт том ангилалд бутлалт хийсний дараа түүний мөхлөгийн (гранулометрийн) найрлагыг бүлэг бүрт харгалзах манганы агуулгын тархалтын хамт судлан тодорхойлох.

- Манганы хүдрийн баяжигдах чанар ба баяжуулалтын оновчтой горимыг судлан, тэдгээрийн тархалтын оновчлол хийх.

- Радиометрийн сеперацын технологийн үзүүлэлтүүдийн үнэлгээг гарган авсан манганы том мөхлөгт (кусковой) баяжмал, баяжуулалтын хаягдал, баяжуулалтын дараах шатанд (хүндийн хүчний баяжуулалт, хөвүүлэн баяжуулалт, соронзон баяжуулалт, уусгалт гидрометаллургийн сепарац зэрэг) шилжүүлж байгаа шигшсэн (-10 мм) хүдрээр хийсэн байх.

- Баяжуулалтад хэрэглэх тоног, төхөөрөмжүүдийн сонголт хийх.

- Баяжмалын бодисын найрлагыг тодорхойлох.

4.6. Анхдагч хүдэр болон түүний баяжмалын бүтээгдэхүүнд радиометрийн аргаар ангилал ба ялгалт хийхэд дараах үзүүлэлтүүдийг тусгасан технологийн, минералогийн судалгааны аргыг хэрэглэнэ. Үүнд:

- Хүдрийн исэлдэлтийн зэргийг тодорхойлох.

- Хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүн, химийн найрлага, структур-текстурын онцлог, физик-механик шинж чанаруудыг тодорхойлох.

- Хүдрийн эрдсүүдийн мөхлөгийн хэмжээ, бусад эрдсүүдтэй эвшил үүсгэх байдал, хам ургалтын шинж чанарууд.

- Дээрх үзүүлэлтүүдийн тархалтын жигд ба жигд бус байдлын үнэлгээ.

- Хүдрийн эрдсүүдийн бутлагдалт, бутлалтаар эрдсүүдийн нээгдэлтийн зэрэг, угаагдалтын зэргийг тодорхойлох.

- Угаагдлаар хаягдсан нарийн ширхэгт шаварлаг фракц болон шламанд шигшүүрийн, гравитацын шинжилгээ, жижиг ширхэгт фракцад соронзон шинжилгээ хийх.

4.7. Манганы хүдрийн тусгайлах нэгэн онцлог бол хүдэрт манган нь олон төрлийн манганы эрдсийн хэлбэрээр оршиж байдгаас гадна хүдрийн эрдсийн мөхлөг нь мм-ийн хэдэн хувиас эхлээд хэдэн сантиметр хүртэл хэмжээтэй, маш жигд бус мөхлөгийн тархалттай байдагт оршдог байна. Иймээс бутлалтын явцад хүдрийн эрдсүүдийн нээгдэлтийн зэрэгт тулгуурладаг баяжуулалтын уламжлалт аргуудыг манганы хүдрийн баяжуулалтад хэрэглэхдээ олон шатлалтай, олон салаалсан нийлмэл бүдүүвчийг хэрэглэх шаардлагатай болдог. Манганы хүдрийг гравитацын, гравитац-соронзон, гравитац-соронзон-флотацын аргуудаар баяжуулдаг.

Манганы хүдэр баяжуулах бүдүүвчийг боловсруулахад дараах ерөнхий дараалалд анхаарал хандуулах хэрэгтэй. Үүнд:

- Хүдрийн угаалт, шигшилт, бутлалт

- +10 мм-ээс дээш том мөхлөгт хүдрийн (тяжелосредний) сепарац, эсвэл тунаалт хийж янз бүрийн сортын том мөхлөг хүдрийн баяжмал (кусковой концентрат) гарган авах.

- Хүдрийн мөхлөгийн үндсэн бүлэгт хамаарах -10+1(0.5) мм-ийн фракцын хүдэр болон том мөхлөгт баяжмалын илүү бутлагдсан бүтээгдэхүүнийг хүчтэй (~750 кА/м) соронзон орны орчинд баяжуулах, эсвэл жижиг-дунд мөхлөгт баяжмал ба баяжуулалтын хаягдлыг ялгартал тунаах аргаар баяжуулах. Мөхлөгийн хэмжээг хүдрийн шинж чанараас хамааруулан тухай бүр оновчлон тогтооно.

- Хүдрийн жижиг мөхлөгт фракц (-1 ба 0.5 мм), том мөхлөгт хүдрийн соронзон-гравитацын баяжуулалтаар гарган авсан доод сортын баяжмал болон тунаалтын явцад үүссэн булинга (шлам)-д өндөр градиентын соронзон аргаар болон флотацын аргаар баяжуулалт хийж жижиг мөхлөг баяжмал ба баяжмалын хаягдлыг ялгах. Флотацын баяжуулалтыг голдуу тосны (өөхний) хүчлийн орчинд хайлмал түүхий тос, нафтений хүчил, техникийн тосны хүчил, себацыны хүчил зэрэг үйлдвэрлэлийн хаягдал цуглуулагч урвалжуудыг ашиглан явуулна. Цуглуулагч урвалжуудыг дизелийн түлш, солярын тос, эмульсол, мазут зэрэг нефтийн бүтээгдэхүүнүүдэд эмульс болон саван байдлаар хольж хэрэглэвэл түүний цуглуулах чадамжийг дээшлүүлдэг сайн талтай байдаг. Урвалжийн орчныг зохицуулагч реагентаар сод ба идэмхий натрийг, хоосон чулуулгийн эрдэс ихтэй нөхцөлд шингэн шилийг хэрэглэнэ.

Флотацын өмнө -15 мкм-ийн шаварлаг хэсгийг шламжуулан ялгаж авна. Флотацын хам баяжуулалтаар манганы оксидууд болон карбонатууд хамтдаа баяжуулагдана. Флотацын ангилан баяжуулалт хийхийн тулд шингэн шил оролцсон цуглуулагч урвалжийг бага хэмжээгээр (0.05 кг/т хүртэл) өгч флотацыг явуулахад манганы карбонатууд баяждаг. Дараа нь цуглуулагч урвалжийн орцыг нэмэгдүүлэн (3.0 кг/т хүртэл) флотацыг явуулж манганы ислийн эрдсүүдийн баяжмалыг гарган авдаг. Арай том -1(0.5) мм мөхлөгтэй фракцыг баяжуулахад дээрх урвалжуудыг ашиглан флотацыг хөөсрүүлэгч орчинд явуулна.

Баяжмалаас фосфорыг ангижруулахын тулд түүнийг эхлээд 900°C-ийн орчинд шатааж, дараа нь шатаалтын үлдэгдэл (огарк)-ийг тасалгааны температурын орчинд сулруулсан азотын хүчлээр шүлтгүйжүүлэн манганы ислийн баяжмалыг гарган авдаг гаусманитын аргыг хэрэглэнэ.

4.8. Манганы хүдэр баяжуулах хэтийн төлөвтэй дараах аргачлал байна. Үүнд:

- Хүдэр тээвэрлэн ирж буй вагон, тэргэнцэрт том мөхлөг хүдрийн сортлолт хийх нь хүдрийн чанарын удирдлагын тулгуур хүчин зүйл болдог.
- Манганы хайлш гарган авах холимог (шихт)-ийн шаардлагыг чанар ба мөхлөгийн найрлагаар хангаж чадах том мөхлөгт хүдрийг радиометрийн хосломол (рентгенорадиометрийн, рентгенолюминесцентийн зэрэг) аргуудаар ангилан ялгах.
- Роторын цахилгаан-соронзон сепараторуудыг ашиглан -10 мм фракцын хүдрийг хүчтэй соронзон оронд соронзон сепарац хийх. Энэ нь хүдрийн бутлалт, ангилал зэрэг нэмэлт боловсруулалтыг алгасаж, нилээд

хялбаршуулсан бүдүүвчээр бүтээгдэхүүнийг гарган авах нөхцлийг бүрдүүлдэг.

- Манганы эрдсүүдэд урьдчилсан коагуляци (бөөгнөрүүлэлт) болон флокуляци (өтгөрүүлэлт) хийсний үндсэн дээр эмульсийн болон баганан флотацын баяжуулалт хийх нь баяжмалыг булингаас ангижруулах явцад хаягдлыг багасгадаг.
- Түгээмэл хэрэглээний ган хайлуулахад хэрэглэх манганы карбонат хүдэр болон баяжац муутай манганы хүдрийг шатаалт-чанаржуулалтын (обжиг – прямое легирование) бүдүүвчээр боловсруулна. Энэ тохиолдолд чанаржуулсан ган болон металлургийн идэвхитэй хольц болдог цогц бүтээгдэхүүнийг гарган авах боломжтой.
- Манган гарган авдаг гидрометаллургийн аргууд:
 - а. Дитионатын арга. Манганы хүдэр ба баяжмалаас сульфатын шүлтгүйжүүлэх аргаар манган гарган авах. Үүний тулд усан суспензийн орчинд байгаа хүдэр ба баяжмалын булингыг 80°C температурт халааж, хүхрийн хүчлээр үйлчлэхэд хүхэрлэг хийгээр ханасан орчинд сульфат манганыг гарган авдаг байна. Үүнийг өөрөөр манганы хүдрийг задлах дитионатын арга гэнэ. Холимог найрлагатай манганы хүдрээс ХДМ*, ЭДМ*, КМnO₄ зэрэг бүтээгдэхүүн гарган авахад дитионатын аргыг хэрэглэх нь үр ашиггүй юм.
 - б. Аммоны шүлтгүйжүүлэлтийн арга. Хүдэр ба баяжмалд урьдчилсан байдлаар ангижруулагч шатаалтыг 750–800°C орчинд хийсний дараа карбонат аммоноор үйлчлэн манганыг гарган авдаг.
 - в. Содын арга. Ядуу агуулгатай манганы карбонат хүдрийн услаг суспенз орчинд байгаа булингыг даралттай орчинд нүүрстөрөгчийн давхар ислээр (диоксид углерод) үйлчлэн карбонат манганыг уусмал бикарбонат манган болгодог.
 - г. Шүлтгүйжүүлэх химийн арга. Хүхрийн хүчил ба давсны хүчил зэрэг урвалжийг ашиглан газрын гүнд байгаа хүдрийг цооног ба малталтаар уусгах, олборлож овоолсон хүдрийг нуруулдан уусгах аргаар боловсруулна.
 - д. Био-уусгалтын арга. Энэ аргыг манганы хүдэр баяжуулахад хэрэглэдэг бусад аргууд үр ашиггүй байх ядуу агуулгатай хүдэр, баяжуулах үйлдвэрийн хаягдал, булинга зэргийг боловсруулахад хэрэглэнэ.

Ашигт малтмалын ордуудад хүдрийн эрдсүүдэд нөлөөлөн металлыг рН-ийн ямар ч орчинд хөдөлгөөн сайтай уусмал байдалтай, комплекс нэгдэл (хелат) болгон задлах геохимийн нөлөөлөл бүхий янз бүрийн микробактерууд оршиж байдаг. Эдгээр микробактеруудыг ашиглан баяжуулах аргыг био-уусгалтын арга, шүлтгүйжүүлэлтийн биохимийн арга гэх зэргээр нэрлэж байна. Холимог найрлагатай болон манганы карбонатыг хүдрийг биоуусгалтын аргаар баяжуулахад голдуу чанд (сав, тогоо) уусгах аргыг хэрэглэнэ. Уусгагч риagentaар ацетобактерийн метаболизмын үр дүнд үүссэн бүтээгдэхүүнийг хэрэглэнэ. Уусмалаас манганыг электролизийн болон химийн тунадасжуулах аргаар гарган

авдаг. Био-уусгалтын аргаар хүдрээс манганыг 90%-иас илүү гарцтайгаар ялган авах боломжтой.

4.9. Хүдрийн технологийн судалгааны үр дүнгээр дараах асуудлуудыг үнэн зөв шийдвэрлэсэн байна. Үүнд:

- Хүдрийн геологи-технологийн зураглалын ажлаар технологийн төрөлжүүлэлтийг хир үнэн зөв хийсэн байдлын хяналтыг хийнэ. Шаардлагатай тохиолдолд геологи-технологийн зураглалын үр дүнд дахин тайлал хийнэ.
- Анхдагч хүдрийн болон баяжмалын химийн найрлага, эрдэслэг бүрэлдэхүүн, хүдрийн бутлагдах болон нунтаглагдах чанар, бутлагдалтын зэрэг, бутлах түвшин, анхдагч хүдрийн болон баяжмалын бүтээгдэхүүний ширхэглэлийн найрлага, угаагдалтын үзүүлэлтүүдийг тодорхойлох.
- Хүдрийн болон овоолгын массын нягт, хүдрийн ба баяжмалын чийгшил зэргийг тодорхойлох.
- Баяжуулалтын технологийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлох:
- Радиометрийн баяжуулалтын хувьд баяжмал, үйлдвэрлэлийн бүтээгдэхүүн, хаягдлын гарц, манган болон дагалдагч бүрдвэрүүдийн металл авалт, баяжмал дахь тэдгээрийн агуулга, баяжуулалтын итгэлцүүр.
- Гравитацын, соронзон ба флотацын баяжуулалтын хувьд баяжмалын гарц, түүний агуулга (манган, дагалдах ашигт бүрдвэрүүд, хортой хольцын агуулга), баяжмалыг дахин боловсруулах арга, баяжуулалтын үе шатуудад манган болон дагалдах бүрдвэрүүдийн ялгарал ба тэдгээрийн гүйцэд ялгарал, реагентуудын зарцуулалт, хаягдал хадгалалтанд илгээж байгаа бүтээгдэхүүний шинж чанар (ширхэглэлийн найрлага, реагентуудын үлдэгдэл агуулга), бүтээгдэхүүний хэмжээ, үйлдвэрийн хаягдал усыг цэвэршүүлэх шаардлага ба цэвэршүүлэх арга зэргийг тодорхойлно.

Манганы хүдрийн баяжуулалтын хагас үйлдвэрлэлийн технологийн туршилтын үр дүн, үнэмшилт байдлыг бүтээгдэхүүний технологийн болон товарын балансаар үнэлнэ. Эдгээр үнэлгээгээр баяжмал ба хаягдал дахь металлын зөрөө 10%-иас хэтрэхгүй байхаас гадна металлын хэмжээ нь баяжмал ба хаягдал дахь тэдгээрийн тоо хэмжээтэй пропорциональ хамааралтай байх ёстой.

Хүдэр боловсруулалтын үндсэн үзүүлэлтүүдийн үнэлгээг манганы хүдэр боловсруулах орчин үеийн үйлдвэрүүдийн мөн үзүүлэлтүүдтэй харьцуулах журмаар явуулна.

4.10. Өнөөгийн байдлаар манганы хүдэрт тавигдах нэгдсэн техникийн нөхцөл ба стандарт боловсруулагдаагүй байна. Манганы баяжмалын чанарын тодорхойлолтыг хүдэр нийлүүлэгч болон хэрэглэгчдийн хамтын гэрээгээр тухай бүр зохицуулна.

Манганы баяжмалуудыг хэрэглэх зориулалтаас хамааран тэдгээрт харилцан адилгүй шаардлага тавигддаг. Металлургийн үйлдвэрт хэрэглэх манганы баяжмал болон агломератыг тэдгээр дэх манганы болон хортой хольц (фосфор, цахиурын исэл, төмөр)-ын агуулга, том мөхлөгт (+25 мм) ба жижиг мөхлөгт (8–0 мм) хэсгийн агуулга зэргээр нормчилдог.

Баяжуулах үйлдвэрийн бүтээгдэхүүний чанарын үнэлгээнд ОХУ-ын эрдсийн түүхий эдийн толь бичиг “Марганец, 1998”-д тусгагдсан үзүүлэлтүүдийг баримталж болно. Мөн манганы түүхий эдийг хэрэглэх чиглэлээс хамааруулан дараах шаардлагуудыг ОХУ-ын үйлдвэрлэлд хэрэглэж байгаа туршлагыг харгалзан үзэх боломжтой (Хүснэгт 7).

4.11. Манганы хүдрийн дагалдах бүрдвэрийн судалгааг ашигт малтмалыг иж бүрдлээр судлах аргачилсан зөвлөмжийн шаардлагыг баримтлан явуулна. Манай орны хувьд энэ төрлийн аргачилсан зөвлөмж хараахан боловсруулагдаагүй байгаа тул ОХУ-ын (Рекомендациями по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов...2007)-ийг баримтлах боломжтой. Энэхүү судалгаагаар мөн баяжмалд агуулагдаж байгаа дагалдах бүрдвэрүүдийн орших хэлбэр, баяжмалын бүтээгдэхүүнүүд дэх тэдгээрийн тархалтын балансыг тодорхойлон, эдийн засгийн хувьд үр ашигтайгаар ялгаж авах боломжийг судлан тогтооно.

Манганы баяжмалын чанарын шаардлагууд

Хүснэгт 7

Үйлдвэрлэл. хэрэглээний чиглэл	Манганы баяжмалын тодорхойлолт, %					Чийг- шил, %	Ширхэг лэлийн найрлага, мм
	Mn	MnO ₂	SiO ₂	P	S		
Керамикийн үйлдвэр	45–47	70– 75	–	0.15	0.03	–	–
Шилэн сав суулга	49–50	70	Хязгаар лаагүй	–	–	2	–5
Хар ногоон өнгийн шил	50–54	70– 73	–	–	–	–	–5
Паалан	–	80– 82	–	–	–	–	Нарийн нунтагласан
Будаг	45	–	10	0.20	0.1–0.3	–	0–25
Пермангант кали үйлдвэрлэх	56.2	89	3	–	–	8	0.10
Цахилгаан гүйдлийн химийн үүсгүүр	–	87	–	–	–	3	–
Шатаагч бодисын үйлдвэрлэл	45	90	7	Хязгаар лаагүй	–	8	0.10
Гагнуурын нэмэлт	49–50		–	0.18	–	–	20

Баяжуулалтад хэрэглэсэн эргэлтийн ус болон баяжуулалтын хаягдлыг хэрэглэх боломжийг судлан тогтооно. Үүнд баяжуулалтын булингыг микро бордооны зориулалтаар ашиглах боломж, манган-кальцын найрлагатай баяжуулалтын

бүтээгдэхүүнийг хөдөө аж ахуйд тэжээлийн нэмэлт бодис (премикс) болгон хэрэглэх боломж зэргийг тодорхойлон, хаягдал усыг цэвэршүүлэх арга замыг тогтоосон байна.

Манганы хүдэр олборлох уулын үйлдвэрийн болон баяжуулах үйлдвэрийн хаягдлыг ашиглах салбар нь барилгын, керамикийн, лакан будаг үйлдвэрлэлийн, хөдөө аж ахуйн зэрэг салбарууд байж болно.

Тав. Гидрогеологийн, инженер геологи (геотехник), геоэкологийн ба байгалийн бусад нөхцлийн судалгаа

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

5.2. Тухайн ордын геологи, структур, тектоникийн онцлог, хүдрийн эрдэслэг болон технологийн төрөл, гидрогеологийн нөхцлийн нийлмэлийн зэрэглэл зэргээс хамааруулан ордын гидрогеологийн судалгааны арга зүй, ажлын төрөл, тооцооны аргачлалыг оновчтойгоор сонгож хэрэгжүүлнэ.

5.3. Ордын гидрогеологийн судалгаагаар ирээдүйн уурхайг усанд автуулах магадлалтай ус агуулсан үндсэн давхарга, усжилт ихтэй хэсгүүд болон бүсүүдийг судлан тогтоож, уурхайн усыг зайлуулах ба ашиглах асуудлыг шийдвэрлэнэ.

Ус агуулсан давхарга бүрээр тэдгээрийн зузаан, литологийн найрлага, коллекторын төрөл, тэжээгдэх нөхцөл, бусад уст давхарга болон гадаргуугийн устай хир хамааралтай болох, уст үеийн гүн болон бусад үзүүлэлтүүдийг судлан тогтооно.

Ордыг олборлох техник-эдийн засгийн үндэслэлээр нэвтрэхээр төлөвлөж байгаа ирээдүйн уурхайн олборлолтын малталтуудад орж ирэх усны хэмжээг тодорхойлж, уурхайг усанд автахаас хамгаалах арга хэмжээг төлөвлөсөн байна.

Мөн дараах үзүүлэлтүүдийг судлан тогтооно. Үүнд:

- Уурхайд нэвчин ирэх усны ундрагын хэтийн төлөвийн үнэлгээ хийх, ордын талбайн газрын доорх усны байгалийн горимыг тогтоох.
- Газрын доорх усны химийн найрлага болон бактериологийн нөхцөл, бетон, металл, полимер, модон болон бусад эдлэлүүдэд үзүүлэх усны идэмхий шинж, уурхайн усан дахь ашигтай болон хортой бүрдвэрүүд.
- Уурхайгаас шавхан гаргаж байгаа усыг үйлдвэрийн усан хангамжийн зориулалтаар ашиглах боломж, түүнээс ашигт бүрдвэрийг ялган авах боломж, уурхайн хуурайшуулалтын үйл ажиллагаа нь орд орчмын гүний уст давхаргуудад ямар нөлөө үзүүлж болох
- Ирээдүйд ордын гидрогеологийн нөхцлийн талаар хийх судалгааны ажлын чиглэлийг тодорхойлж, уурхайн ус нь хүрээлэн буй орчинд хир нөлөөлөх талаар үнэлгээ өгөх.

- Ирээдүйн олборлох болон боловсруулах үйлдвэрүүдийн техникийн усан хангамж, ахуйн хэрэглээний усан хангамжийн эх үүсвэрийн талаар үнэлгээ өгөх.

Уурхайгаас гадагшлуулах усны нөөцийг тогтсон аргачлал, зөвлөмжийн дагуу тооцоолсон байна.

Ордын гидрогеологийн судалгааны үр дүнд тулгуурлан уурхайн төлөвлөлтийн дараах асуудлуудад үнэлгээ өгнө. Үүнд:

- Геологийн массивыг хуурайшуулах арга.
- Гадаргуугийн болон үерийн уснаас уурхайг хамгаалах
- Уурхайн усыг гадагшлуулж, уурхайг хуурайшуулах
- Үйлдвэрлэлийн болон ахуйн хэрэглээний усан хангамж
- Хүрээлэн буй орчныг хамгаалах асуудлууд

5.4. Хайгуулын ажлын явцад ордын инженер геологийн (геотехникийн) нөхцлийн судалгааг ордыг олборлох төслийг боловсруулахад шаардлагатай (ил уурхайн болон далд малталтуудын үндсэн параметруудийн тооцоолол, сонголт хийх, өрөмдлөг-тэсэлгээний ажлын болон бэхлэлтийн ажлын паспорт боловсруулах) мэдээллүүдээр хангах, уулын ажлын хөдөлмөр хамгааллын нөхцлийг сайжруулах зэрэг асуудлуудыг шийдвэрлэхэд ашиглана.

5.5. Ордын инженер-геологийн (геотехникийн) нөхцлийн судалгааг инженер геологийн нөхцлийн судалгаа явуулах аргачилсан зөвлөмжийг баримтлан явуулна. Энэ төрлийн зөвлөмж боловсруулагдаагүй байгаа тохиолдолд түүнтэй адил зөвлөмж болох ОХУ-ын “Методические руководства по изучению инженерно-геологических условий рудных месторождений при разведке., 2000”, “Инженерно-геологические, гидрогеологические и геоэкологические исследования при разведке и эксплуатации рудных месторождений., 2002” зэрэг зөвлөмжийг баримтлан судалгааг явуулж болно.

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

5.6. Ордын инженер геологийн судалгаагаар дараах асуудлуудыг судлан тогтоосон байна. Үүнд:

- Хүдэр, агуулагч чулуулаг, хучаас хөрсний байгальд орших нөхцөлд болон ус агуулсан нөхцөл дэх бат бэх, тогтвортой чанарыг тодорхойлох.
- Хүдэр ба агуулагч чулуулгийн массивын бодисын найрлага, анизотроп чанар, ан цавшилт, тектоник хагаралд автсан байдал, структур-текстурын онцлог, карстад автсан байдал, өгөршилд автсан байдал зэрэг инженер-геологийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлох.
- Ордыг олборлох явцад инженер геологийн нөхцлийг хүндрүүлэх боломжтой орчин үеийн геологийн процессууд.
- Олон жилийн цэвдэгшилттэй дүүрэгт цэвдэгшлийн температурын горим, цэвдэг давхаргын улны болон дээд хилийн байрлал, гэсгэлэн хэсгийн гүн

болон хил хүрээ, цэвдэг чулуулгийн гэсэлтийн явцад үзүүлэх шинж чанарын өөрчлөлт, чулуулгийн улирлын чанартай гэсэлт ба хөлдөлтийн гүн зэргийг тодорхойлно.

5.7. Ордын инженер геологийн судалгааны үр дүнд ирээдүйн олборлолтын далд малталтуудын болон карьерын ханын тогтвортой байдлын үнэлгээ хийж, үндсэн параметруудыг оновчтой сонгох гол үзүүлэлтүүдийг гарган авна.

Ордын дүүрэгт олборлолтыг далд уурхайгаар болон карьераар олборлож байгаа уулын үйлдвэрүүд байгаа бол ордын гидрогеологи, инженер геологийн судалгааны өгөгдлүүдийн үнэлгээнд тэдгээр уурхайнуудад тогтоосон үзүүлэлтүүдийг судалж байгаа ордын гидрогеологи, инженер геологийн нөхцлийн онцлогтой уялдуулан үндэслэлтэй харьцуулалт судалгаа хийсний үндсэн дээр сонгон авах боломжтой.

5.8. Манганы ордын олборлолтын нөхцлийн судалгаа. Манганы ордыг ил (карьер) ба далд (далд уурхайн цогц) аль ч аргаар олборлох боломжтой. Ордыг далд аргаар олборлох цогцод манганы хүдрийг газрын доор цооногоор уусган олборлох (ГДЦУ) цооногийн гидродамжуулалт (ЦГД)-ын олборлолт зэрэг орчин үеийн дэвшилтэд аргуудыг багтааж болно.

Манганы ордыг сонгомол ил ба далд аргаар олборлоход ялангуяа баян агуулгатай манганы хүдэртэй голдуу холбогдож гардаг хэт нунтаглагдсан фракцын гарцыг аль болохоор бага байлгах техник хэрэгслийн сонголтод тэргүүн зэргийн ач холбогдол өгдөг.

Олборлолтод цооногоор газрын доор уусгах (ЦГДУ), цооногийн гидродамжуулалтын (ЦГД) зэрэг орчин үеийн сонгомол аргуудыг голдуу ядуу агуулгатай боловч нөөц ихтэй хүдэр, эсвэл маш нийлмэл уул-геологийн нөхцөлтэй ордын олборлолтод хэрэглэнэ.

Газрын доор цооногоор уусган (ГДЦУ) олборлох аргыг манганы карбонат хүдэр болон холимог найрлагатай хүдрийн хэсэгшлүүдийн олборлолтод хэрэглэхэд үр ашиг сайтай байдаг. Энэхүү аргыг манганы доломит хүдрийн олборлолтод ашиглах нь шохойн чулуун дахь манганы хүдрийн олборлолтод хэрэглэснээс илүү сайн үр дүн өгдөг байна. Учир нь манганы хүдрийг шүлтгүйжүүлэн уусгахад үүссэн уусмал нь шохойн чулуутай үйлчлэлцэн гөлтгөнө болон хувирч, улмаар гөлтгөнө нь чулуулгийн ан цав, нүх сүвийг бөглөн, түүний шүүрүүлэх чадамжийг муутгадаг.

Энэхүү аргаар гаргаж авсан ажлын уусмалаас баян агуулгатай (50–53 % Mn) манган, манганы карбонат ($MnCO_3$), металл манган (Mn) болон манганы давхар исэл (MnO_2) зэрэг бүтээгдэхүүнийг гарган авах боломжтой. ОХУ-ын Свердловск мужийн Уралын нуруунд орших манганы карбонат хүдрийн Полуночь бүлэг ордуудад хийсэн цооногоор газрын доор уусган олборлох туршилт сайн үр дүн өгсөн болохын зэрэгцээ уусган олборлох уулын үйлдвэрийг барьж байгуулахад далд уурхай болон карьерийг байгуулахаас бага зардал шаардаж, хугацаа хэмнэх боломжтой болохыг тогтоожээ. Үүнээс гадна уусган олборлох арга нь хөдөлмөрийн аюулгүй ажиллагааг хангах сайн талтайгаас гадна өртөг багатай, өндөр чанартай бүтээгдэхүүн гарган авах боломжийг олгодог.

Цооногийн гидродамжуулалтын (ЦГД) олборлолтын арга нь исэлдэж хэврэгшсэн, нунтаг ба хагас нунтаг байдалтай манганы ислийн болон манганы силикат хүдрийг олборлоход илүү тохирдог. Энэ тохиолдолд манганы хүдэр олборлох цооногийн гидродамжуулалтын (ЦГД) арга нь далд ба ил уурхайгаар олборлох аргаас эдийн засгийн үр ашиг өндөртэй, уурхай байгуулахад хугацаа бага шаарддаг зэрэг давуу талтай байна.

Газрын доор цооногоор уусган (ГДЦУ) олборлох, цооногийн гидро дамжуулалтын (ЦГД) олборлолтын аргуудыг мөн далд уурхай ба карьерийн олборлолттой хослуулан хэрэглэвэл уурхайн олборлолтын гүнийг нэмэгдүүлж, эдийн засгийн үр өгөөжийг дээшлүүлэх боломжтой.

Эдгээр аргуудыг манганы силикат болон карбонат төрлийн хүдэртэй ордын олборлолтод дарааллуулан хэрэглэвэл хүдрийн олборлолтыг бүрэн дүүрэн явуулах, уурхайн бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх өртгийг хямдруулан, зардлыг хэмнэх боломжтой.

Ордын хайгуулын шатанд ирээдүйд ордыг олборлох уулын үйлдвэрүүдийн дараах асуудлуудыг судлан, оновчтой хувилбарыг дэвшүүлсэн байна. Үүнд:

- Ордыг олборлох арга ба системийн сонголт хийх.
- Уурхайн техник хэрэгслийн сонголт, механикжуулалт, автоматжуулалт, уулын үйлдвэрийн хүчин чадал.
- Олборлолт, боловсруулалтын хаягдал ба бохирдолт, түүнийг багасгах арга зам.
- Карьерын мөргөцгийн өндөр, ханын тогтворшилтын өнцөг, ил ба далд уурхайн нэвтрэлтийн гүн.
- Хүдрийн биетийг хүрээлэх захын агуулга, үйлдвэрлэлийн бага агуулга ба бага зузаан, нөөцийн хүрээнд багтаах хоосон чулуулгийн үеийн их зузаан, хөрс хуулалт, түүний хязгаар утга зэрэг жишгийн үзүүлэлтүүд.

5.9. Хүрээлэн буй орчны судалгаагаар дараах асуудлуудыг судлан тогтоосон байна. Үүнд:

- Газрын доорх болон гадаргуугийн ус, хөрс, ургамлын бүрхэвч, амьтны аймаг, агаар мандлын суурь үзүүлэлтүүд.
- Уул уурхайн үйлдвэрүүдийг байгуулснаар зэргэлдээ нутгийн тоосжилт, гадаргуу болон уурхайгаас гадагшлуулж буй усны газрын доорх болон гадаргын усыг бохирдуулах нөхцөл, уурхайн үйл ажиллагаанаас хөрс, ургамлын бүрхэвчийн бохирдолт зэрэг хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх физик-химийн сөрөг нөлөөлөл.
- Үйлдвэрлэлийн зориулалтаар ашиглах ой модны хэрэглээ, техникийн болон ахуйн хэрэглээний зориулалтаар ашиглах усан хангамж, уулын үндсэн үйлдвэрүүд, туслах байгууламжуудыг байгуулах, хуулсан хөрс, баяжуулах үйлдвэрийн хаягдал, жишгийн шаардлага хангахгүй хүдрийн овоолго зэргийг байрлуулах талбай зэрэг уул уурхайн зориулалтаар ашиглах байгалийн баялгийн хэмжээ.
- Уул уурхайн үйлдвэрүүдийн үйл ажиллагаанаас хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийн эрчим, хөнөөлт байдал, нөлөөллийн динамик, үргэлжлэх

хугацаа, нөлөөллийн тархалтын хүрээ зэргийг тогтоож, төлөв байдлын үнэлгээ өгсөн байна.

Газрын хөрсний нөхөн сэргээлтийг иж бүрэн хийхийн тулд хөрсний үеийн зузааныг тодорхойлж, хөрс болон сэвсгэр хурдаст агрохимийн судалгаа явуулж, хуулсан хөрс, чулуулгийн хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх хорт нөлөөлөл, түүн дээр ургамлын бүрхэвч үүсч тогтох боломж зэргийг судлан тогтооно.

5.10. Хүрээлэн буй орчныг хамгаалах талаар тусгай ажиллагаа шаардагдах гидрогеологийн, инженер геологийн болон геоэкологийн маш нийлмэл, эмзэг нөхцөлтэй дүүрэгт хийх хүрээлэн буй орчныг хамгаалах ажлын нэр төрөл, хэмжээ, хэрэгжүүлэх арга ажиллагаа зэргийг ашигт малтмалын баялгийг олборлогчид нь төслийн байгууллагуудтай зөвшилцөн боловсруулсан хөтөлбөр, хамтын гэрээний үндсэн дээр төлөвлөж хэрэгжүүлнэ.

5.11. Шинээр уул уурхайн үйлдвэрүүд байгуулан олборлолтын үйл ажиллагаа эхэлж байгаа дүүрэгт үйлдвэрлэлийн болон иргэний барилга байгууламжуудыг барих, хуулсан хөрс, жишгийн бус агуулгатай хүдэр, баяжуулах үйлдвэрийн хаягдал хадгалах байршуулах талбайг сонгохын тулд гүндээ ашигт малтмалын баялаггүй талбайг олж тогтоох судалгааг хийсэн байна.

5.12. Хурдас, чулуулагтаа метан, хүхэрт устөрөгч гэх зэрэг байгалийн хий агуулж байгаа ордын хувьд хийн бүрдвэрүүдийн найрлага ба агуулгын өөрчлөлтийн зүй тогтлыг гадаргуу орчмын нөхцөлд болон гүний давхаргуудад судлан тогтоосон байна.

5.13. Өндөр цацрагшилт, амьсгалын зам, уушгинд үзүүлэх сөрөг нөлөөлөл (пневмокониозоопасность), геотермийн нөхцөл болон бусад хүний эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлэх байгалийн нөлөөллүүдийг тодорхойлсон байна.

5.14. Манганы ордын агуулагч чулуулаг болон хучаас хурдаст агуулагдсан бусад ашигт малтмалын судалгааг “Ашигт малтмалын ордыг иж бүрэн судалж, дагалдах ашигт малтмалын нөөцийг тооцоолох аргачилсан зөвлөмж”-ийн шаардлагын дагуу судалж тэдгээрийн үйлдвэрлэлийн үнэ цэнэ, хэрэглээний хүрээг тодорхойлсон байна.

5.15. Ордын геологи хайгуулын судалгаа, ирээдүйн олборлох, боловсруулах үйлдвэрүүдийг байгуулах уул уурхайн эдэлбэр газрын хил хүрээ, дүүргийн хэмжээнд байж болох археологийн, түүхийн дурсгалт зүйлсийн, палеонтологийн олдворын судалгааг тогтоосон журам, заавар зөвлөмжийг баримтлан шаардлагын дагуу хийсэн байна.

Зургаа. Ордын нөөцийн тооцоолол ба баялгийн үнэлгээ

6.1. Манганы ордын нөөцийн тооцооллыг 2015 онд батлагдсан Монгол Улсын “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”-ыг баримтлан хийнэ.

6.2. Ордын нөөцийг ирээдүйд ордыг олборлох уул уурхайн үйлдвэрийн жилийн хүчин чадлаас ихгүй хэмжээний нөөцтэй хэсэгшлүүдэд ангилан тооцоолно. Нөөцийн тооцоолол хийх нэгж хэсэгшлүүд дараах шаардлагуудыг хангасан байна. Үүнд:

- Ашигт малтмалын чанар ба тоо хэмжээ нь адил түвшинд хайгуул хийгдэж, судлагдсан байх;
- Хүдрийн биетийн бүтэц тогтоц, зузаан, бодисын найрлага болон хүдрийн чанарын болон технологи шинж чанарын үндсэн үзүүлэлтүүдийн хувьсан өөрчлөлт нь адил буюу бараг адил төрхтэй байх;
- Манганы хүдрийн биет нь ордын геологи-структурын нэгэн элементийн хэмжээнд (атирааны нэгэн жигүүрт, эсвэл цөм хэсэгт, хагарлаар зааглагдсан тектоникийн нэгэн хэсэгшилд гэх зэрэг) тогтвортой байрлалтай байх;
- Ордыг олборлох уул-геологийн нөхцөл адил байх;
- Хүдрийн биетийн уналын дагуу нөөцийн хэсэгшлийг ялгахдаа уулын ажлын горизонтоор, эсвэл ирээдүйн олборлолтын дэс дарааллыг харгалзан цооногоор хязгаарлан тогтооно.

б.3. Ордын нөөцийг зэрэглэлд ангилан тооцоолоход манганы ордын геологийн тогтцын өвөрмөц онцлог шинжийг тусгасан дараах нөхцлүүдийг харгалзан үзсэн байх шаардлагатай. Үүнд:

Баттай (А) зэрэглэлийн нөөцийг зөвхөн I бүлэгт хамаарагдах манганы ордын хайгуулын малталт, цооногоор нарийвчлан судлагдсан хэсэгт тооцоолно. Баттай (А) зэрэглэлийн нөөцийн хилийг экстраполяци хийхгүй зөвхөн малталт ба цооногоор хязгаарлан тогтооно.

Олборлолт хийж байгаа ордын хувьд баттай (А) зэрэглэлийн нөөцийг уулын бэлтгэл малталтуудын үр дүн болон ашиглалтын хайгуулын үр дүнгээр I ба II бүлгийн ордуудын энэхүү зэрэглэлийн нөөцийн шалгуур үзүүлэлтүүдийг хангасан ордын хэсэгшлүүдэд тооцоолох боломжтой.

Бодитой (В) зэрэглэлийн нөөцийг I ба II бүлгийн ордуудын бодитой (В) зэрэглэлийн нөөцийн шалгуур үзүүлэлтүүдийг хангах түвшинд хайгуул хийсэн хэсэгшлүүдэд тооцоолно. Бодитой (В) зэрэглэлийн нөөцийн хил хүрээг ихэвчлэн хайгуулын малталт ба цооногоор хязгаарлан тухайн зэрэглэлийн нөөцийн шалгуур үзүүлэлтүүд болох хүдрийн биетийн уул-геологийн нөхцөл, ашигт малтмалын чанар ба тоо хэмжээ, ашигт бүрдвэрийн болон хүдрийн биетийн зузааны өөрчлөлт, хүдрийн байгалийн болон технологийн төрлүүд нь чанартай бөгөөд хангалттай хэмжээний хайгуулын өгөгдлүүдээр судлагдсан хэсэгшлүүдэд ялган тогтооно. Манганы тунамал гаралтай, энгийн геологийн тогтоцтой, жигдэвтэр тархалттай хүдэржилттэй ордуудын хувьд бодитой (В) зэрэглэлийн нөөцийн хүрээг хязгаартай экстраполяцын аргаар тогтоосон байж болно. Энэ нь голдуу баттай (А) зэрэглэлээр нөөц тооцоолсон хэсэгшлүүдтэй хил залгаа орших хэсэгшлүүдэд хамаарна.

Олборлож байгаа ордын хувьд бодитой (В) зэрэглэлийн нөөцийг уулын бэлтгэл малталтуудын үр дүн болон ашиглалтын хайгуулын үр дүнд тулгуурлан мөн зэрэглэлийн нөөцийн шаардлагыг хангах түвшинд судлагдсан хэсэгшлүүдэд тооцоолно.

Боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцийг хайгуулын торын нягтрал нь тухайн зэрэглэлийн нөөцийн шаардлагыг хангах түвшинд байгаа ордын хэсгүүд болон

эдгээр хэсгүүдээс бүрдүүлсэн мэдээлэл нь ордын нарийвчилсан судалгаа хийсэн хэсгүүдийн өгөгдлөөр баталгаажсан, эсвэл олборлож байгаа ордын хувьд ашиглалтын хайгуул болон олборлолтын үр дүнгээр баталгаажсан хэсгүүдэд тооцоолно.

Боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцийн хүрээг ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдлаас хамааруулан хайгуулын малталт ба цооногоор, эсвэл тогтвортой геологийн тогтоцтой, томоохон орд, хүдрийн биетийн хувьд ордын морфоструктурын онцлог, хүдрийн биетийн зузаан ба чанарын өөрчлөлтийг харгалзан үзсэний үндсэн дээр хязгаартай экстраполяцаар тогтооно.

Геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар III бүлэгт хамаарагдах ордын хувьд хүдрийн биетийг унал ба суналын дагуу ирээдүйн олборлолттой уялдуулан сонгосон уулын далд малталтуудаар мөрдөж хайгуул хийх аргачлалыг сонгоход илүү анхаарах хэрэгтэй. Боломжтой зэрэглэлийн нөөцийн хүрээнд багтаж байгаа хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрөл болон хоосон чулуулаг, жишгийн шаардлага хангахгүй бага агуулгатай хүдэртэй хэсгийг ялгахдаа статистик үнэлгээг хэрэглэж болно.

Илрүүлсэн (P₁) баялгийн үнэлгээг хайгуул хийж байгаа ордын хувьд нөөцийн зэрэглэлд хамаарагдсан хэсэгшлүүдийн захын болон гүний хэсэгт, эрэл-үнэлгээний ажил хийж байгаа ордын хувьд геологи-структурын онцлог, мөн геологи, геофизик, геохимийн судалгааны үр дүнг цөөн тооны малталт ба өрөмдлөгийн үр дүнгээр баталгаажуулсан хэсэгт өгнө. Илрүүлсэн баялгийн үнэлгээ өгч байгаа хэсгийн хилийг манганы хүдэржилтийн байршлын зүй тогтол, хүдэржсэн хэсгийн зузаан ба агуулгын өөрчлөлтийг судалсан үр дүн болон геофизик, геохимийн өгөгдөлд тулгуурлан экстраполяцаар тодорхойлно.

6.4. Ордын геологийн нөөцөд тулгуурлан ордыг олборлох техник-эдийн засгийн үндэслэл (ТЭЗҮ)-ийг боловсруулна. ТЭЗҮ-ээр уурхайн хүрээ хязгаарт хамаарч байгаа геологийн нөөцөөс жишгийн шаардлага хангахгүй хүдрийн хэсэг, олборлолтын үеийн хаягдал, бохирдол тооцсон хэсгийг хасаад үлдэж буй хэсгийг үйлдвэрлэлийн нөөцөд хамааруулах бөгөөд түүнийг батлагдсан (А') ба магадласан (В') зэрэглэлд ангилахдаа "Монгол Улсын ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар"-т тусгасан шаардлагыг баримтлан хийнэ.

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

Магадласан (В') үйлдвэрлэлийн нөөц. Хайгуулын ажлаар тогтоогдсон бодитой (В), боломжтой (С) зэрэглэлийн геологийн нөөцөд тулгуурлан уулын үйлдвэрийн техник, технологийн сонголт, тооцоо, хүдрийн технологийн шинж

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

6.5. Ордын нөөцийг олборлох аргаар (ил ба далд аргаар, уурхайн горизонттоор гэх зэрэг), нөөцийн зэрэглэлээр, хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрөл ба сортоор ангилан, хайгуулын болон олборлолтын тусгай зөвшөөрлөөр ялгаж тооцоолно. Ордын нөөцийг зэрэглэлд хамааруулахдаа нөөц тооцоолох үндсэн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсон нарийвчлал болон үнэмшилт байдалд тоон болон магадлалын үнэлгээ хийж болно.

Хүдрийн янз бүрийн төрөл ба сортуудыг ялгаж хүрээлэн тэдгээрийн харьцааг тодорхойлох боломжгүй тохиолдолд статистик үнэлгээ хийсэн байна.

Ордын нөөцийг чийгшилтийн хэмжээг тогтоож, хуурай хүдрээр тооцоолно. Ус чийг их агуулсан нүх-сүвэрхэг хүдэртэй тохиолдолд мөн чийгтэй хүдрээр нөөцийг тооцоолно.

6.6. Олборлож байгаа ордын хувьд хөрс хуулалт хийгдсэн, олборлолтод бэлтгэгдсэн ба бэлэн болсон, уулын үндсэн ба туслах малталтуудын хамгаалалтын цулд үлдсэн нөөцийг холбогдох зэрэглэлд нь хамааруулан ангилан тооцоолно.

6.7. Томоохон усан сангийн хамгаалалтын хүрээнд байгаа, хот суурин газрын доор байгаа, зам, гүүр, далан, үйлдвэрийн болон иргэний барилга байгууламж, байгалийн цогцолбор газрууд, түүх, соёлын дурсгалт газруудын доор байгаа нөөцийг холбогдох зэрэглэлүүдэд хамааруулан тооцоолж, баялагт хамааруулна.

6.8. Олборлож байгаа ордын хувьд урьд нь тооцоолж бүртгэлжүүлсэн нөөцийг бүрэн дүүрэн олборлож байгаа болон шинээр илрүүлэгдсэн нөөцийн тооцооллын үнэмшлийн үнэлгээг ордын хайгуулын ба олборлолтын үзүүлэлтүүдийг харьцуулах журмаар хийнэ. Харьцуулалтыг хүдрийн биетийн геологийн тогтоц, байрших нөхцөл, морфологи, зузаан ба ашигт бүрдвэрийн агуулгын өөрчлөлт зэрэг үзүүлэлтээр харьцуулалт хийх аргачилсан зөвлөмжийг баримтлан хийнэ. Энэ төрлийн аргачилсан зөвлөмж боловсруулагдаагүй тохиолдолд түүнтэй адил чанарын ОХУ-ын “Методические рекомендации по сопоставлению данных..., 2007”-ийг баримтлах боломжтой.

Хэрэв хайгуулын үр дүн олборлолтоор үндсэндээ баталгаажиж байгаа болон гарсан багахан зөрөө нь уулын олборлох үйлдвэрийн техник-эдийн засгийн үзүүлэлтүүдэд нөлөөлөхөөргүй бол хайгуул ба олборлолтын харьцуулсан судалгаанд геологи-маркшейдерын өгөгдөл, тооцоог ашиглаж болно.

Ордын хайгуулын ажлын үр дүнгээр тооцоолж, журмын дагуу зохих ёсоор бүртгэлжүүлсэн нөөцийн тоо хэмжээ болон ашигт малтмалын чанар нь олборлолтын явцад баталгаажихгүй байгаа тохиолдолд ордын гүйцээх хайгуул, ашиглалтын хайгуул болон олборлолтын өгөгдөлд тулгуурлан ордын нөөцийг дахин шинэчлэн тооцоолж, холбогдох журмын дагуу бүртгэлжүүлэх шаардлагатай. Зөвхөн энэ тохиолдолд ордын нөөцийн тоо хэмжээ болон ашигт малтмалын

чанарын өөрчлөлтийг тусгасан засварлах итгэлцүүр хэрэглэх, эсэх асуудлыг шийдвэрлэнэ.

Ордын хайгуул ба олборлолтын үр дүнгийн харьцуулсан судалгаагаар өмнө бүртгэлжүүлсэн нөөцийг тооцоолоход хэрэглэсэн нөөцийн хэсэгшлийн талбай, хүдрийн биетийн зузаан, ашигт бүрдвэрийн агуулга, хүдрийн эзэлхүүн жин зэрэг үндсэн үзүүлэлт бүрээр харьцуулалтыг хийж ашигт малтмалын нөөцийн тоо хэмжээ болон чанарын өөрчлөлтийг тогтоож, өөрчлөлт гарсан шалтгааныг тодорхойлно.

6.9. Манганы ордын нөөцийг уламжлалт геологийн хэсэгшлийн, зүсэлтийн, ашиглалтын хэсэгшлийн, олон өнцөгтийн зэрэг аргуудаар болон геостатистик аргаар тооцоолно. Ордын нөөц тооцоолоход хэрэглэн үндсэн аргыг бусад аргаар хянаж харьцуулсан дүгнэлт гаргасан байна. Хяналтын нөөцийн тооцоог ордыг бүхэлд нь, эсвэл түүний төлөөлөл сайтай хэсгүүдээр сонгож түүвэрлэн хийсэн байж болно.

Ашигт малтмалын ордын эрэл хайгуулын ажлын явцад уул өрмийн малталтуудын тоо, байрлалын мэдээлэл, дээжлэлтийн тоо хэмжээ, түүн дэх ашигт болон дагалдах бүрдвэрүүдийн агуулга, агуулагч чулуулгийн төрөл, агуулагч болон хүдрийн чулуулгийн эзэлхүүн жингийн үзүүлэлтүүд зэрэг олон төрлийн тоон мэдээлэл цуглардаг. Эдгээр мэдээллийг хүдрийн биетийн хэлбэр хэмжээ, литологийн, хагарлын, исэлдлийн гадаргын гэх мэт мэдээллүүдтэй нэгтгэн нэг системд загварчлан статистик тооцоолол судалгааг хийн хүдрийн биетийн гурван хэмжээст загварыг гарган ордын нөөцийн тооцоог хийдэг системд хэдийнээ шилжжээ. Ордын статистик судалгаа хийж нөөцийн тооцооллыг хийхдээ өнөө үед манайд Gems, Supervisor, Surpac, Micromine, Leapfrog программ хангамжуудаар хийж гүйцэтгэж байна.

Сүүлийн үед ордын нөөцийн тооцоололд түгээмэл хэрэглэх болсон геостатистик аргаар нөөцийн тооцоолол хийхэд ашигт бүрдвэрийн агуулга, хүдрийн биетийн зузаан, босоо нөөцийн утга зэрэг нөөцийн тооцооллын үндсэн үзүүлэлтүүдийн үнэлгээг хүдрийн биетийн орон зайн тархалтын зүй тогтолд тулгуурлан хийж, гарах магадлалтай алдааны хэм хэмжээг тогтоож өгдөг.

Нөөцийн тооцоололд геостатистик аргыг үр бүтээлтэй хэрэглэх нь анхдагч өгөгдлийн чанар ба тоо хэмжээ, ордын геологийн тогтцын онцлогт дүйцүүлсэн анхдагч өгөгдлийн шинжилгээний болон загварчлалын аргачлал (нөөц тооцоолох үндсэн үзүүлэлтүүдийн тархалтын зүй тогтол, түүний анизотроп чанар, өөрчлөлтийн зүй тогтолт хандлага-тренд, структурын хил зааг, эксперименталь вариограммын структур ба зүй тогтолт хамаарал хадгалагдах зай, хайлтын хүрээний хэмжээ гэх зэрэг)-ыг хэр зөв тооцоолж, оновчтой сонгосноос шууд хамааралтай байдаг.

Иймээс ойр хөршийн, урвуу зайн, кригингийн зэрэг интерполяцын аргуудыг хэрэглэн хүдрийн биетийн унал ба сунал дагуу буюу 2 хэмжээст орон зайд тооцоолол хийхэд тухайн чиглэлд хэдэн арваар тооцогдох хайгуулын огтлолууд (малтал ба цооногууд) хэрэгтэй бол энэхүү тооцоололд хүдрийн биетийн зузааныг хамруулан 3 хэмжээст орон зайд загварчлал хийвэл хүдрийн биетийн зузааны дагуу хэдэн зуун сорьцлолтын өгөгдөл шаардлагатай болохыг анхаарах хэрэгтэй.

Өгөгдлийн орон зайн өөрчлөлтийн зүй тогтлын геостатистик үнэлгээг ордын төлөөлөх чадамжийг хангасан, хайгуулын судалгааг нарийвчлан хийсэн хэсгийн хэмжээнд судлан тогтоох нь оновчтой болно.

Геостатистик аргаар ордын нөөцийн блок загварыг боловсруулахад нэгж (микро хэсэгшил, элементарь хэсэгшил) хэсэгшлийн хэмжээг олборлолтын арга, технологи, хэрэглэж буй техник хэрэгслэлийн үзүүлэлтүүдээс хамааруулан сонгох нь оновчтой болно. Нэгж хэсэгшлийн хэмжээг ордын хайгуулд хэрэглэсэн торын нягтралын дундаж хэмжээний $1/4$ ба $1/8$ -аас багагүй байлгахыг эрмэлзэх хэрэгтэй. Энэхүү шаардлагыг мөрдлөг болгох зорилгоор нэгж хэсэгшлүүдийн хэмжээг томсгон авсан тохиолдолд хүдрийн эзэлхүүнийг тодорхойлохдоо үндсэн ба дэд нэгж хэсэгшлүүдийн эзэлхүүний факторыг харгалзах аргачлалыг хэрэглэх боломжтой.

Ордын нөөц тооцоолсон үр дүнг 2 янзаар тайлагнаж болно. Үүнд:

- Хэрэв ордын нөөцийг адил чиглэлд зүгширсэн, тэнцүү хэмжээний микро хэсэгшлүүдэд хувааж тооцоолсон бол нөөцийн тооцооны үр дүнг нөөц тооцоолсон үзүүлэлтүүд ба кригингийн дисперсийн хамт хүснэгт хэлбэрээр.

- Ордын нөөцийг бие даасан хэмжээ, хэлбэр бүхий геологийн томоохон хэсэгшлүүдэд ангилан тооцоолсон бол хэсэгшил бүрийн орон зайн холболт, нөлөөллийн хүрээнд багтсан сорьцын тоо бүхий хэсэгшлүүдээр.

Нөөцийн тооцоололд хэрэглэсэн бүх мэдээллүүд, тоон массивууд (сорьцын шинжилгээний өгөгдлүүд, сорьцын байрлалын координатууд, малталт ба цооногийн байрлалын координатууд, тэдгээрээр хүдрийн биетийг огтолсон цэгийн байршлууд, структурын вариограммын тайлал өгөгдлүүд гэх зэрэг) нь экспертүүд болон бусад судлаачдад ойлгоход хялбар төсөр бөгөөд түгээмэл хэрэглэгддэг файлууд (DBF-файлууд, GEOEAS-ийн стандарт формат бүхий ASCII-файл, Эксел, Акцесс гэх зэрэг)-ыг ашиглан гүйцэтгэгдсэн байна. Нөөцийн тооцоололд хэрэглэсэн янз бүрийн статистик загварууд, тухайлбал өгөгдлийн тархалтыг тэгш хэмжүүлсэн хувиргалтууд, трендийн шинжилгээ, вариограммын тооцоолол зэргийн аналитик дүрслэлийг тайлбар бичиглэлийн хамт тайлагнасан байна.

Ордын нөөцийн тооцоололд геостатистик аргыг хэрэглэх нь хэсэгшлийн дундаж агуулгыг үндэслэл сайтай үнэн зөв тооцоолж, нийлмэл хэлбэр ба дотоод тогтоц бүхий хүдрийн биетийн хүрээллийг оновчтой болгодог сайн талтай гэж үздэг боловч тус арга нь тухайн ордын геологийн тогтцын онцлогт захирагдсан, түүнтэй дүйцсэн байхад онцгой анхаарал хандуулах хэрэгтэй.

6.10. Геостатистик аргаар нөөц тооцоолоход хэрэглэсэн бүх анхдагч өгөгдлүүд (хайгуулын малталтуудын байрлалын координатууд, цооногийн хазайлт ба тахийлтын хэмжилтүүд, чулуулгийн хил заагийн огтлолын координатууд, сорьцлолтын өгөгдлүүд гэх зэрэг), завсрын тооцоо болон график байгуулалтууд (жишгийн шаардлагыг баримтлан ялгасан хүдрийн биетийн огтлолын координатууд болон өгөгдлийн катологи, хүдрийн биетийн хүрээлэл бүхий геологийн зүсэлт ба планууд, хүдрийн биетийн босоо, хэвтээ, налуу хавтгайн тусгалууд, нөөцийн хэсэгшлээр, далд малталтын түвшин болон ил уурхайн мөргөцгөөр нөөц тооцоолсон үзүүлэлтүүдгэх зэрэг), нөөцийн нэгдсэн тооцооллыг

уншиж ойлгох, хянаж шалгах боломжтой хялбар төсөр хувилбараар гүйцэтгэсэн, нөөцийн тооцоолол бүхий хайгуулын ажлын үр дүнгийн шаардлагыг хангах хэмжээнд үйлдэгдсэн байна.

6.11. Дагалдах ашигт малтмалууд болон ашигт бүрдвэрүүдийн нөөцийн тооцооллыг “Ашигт малтмалын ордыг иж бүрэн судлах, дагалдах ашигт малтмалын нөөцийг тооцоолох аргачилсан зөвлөмж”-ийн дагуу хийнэ.

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

Долоо. Ордын судлагдсан байдал

7.1. Ашигт малтмалын орд (түүний хэсэг)-ыг судлагдсан түвшингээр нь 2015 онд баталсан “Монгол улсын ашигт малтмалын нөөц, баялгийн ангиллын заавар”-ын дагуу үнэлгээ өгсөн орд, хайгуул хийгдсэн орд гэж ангилна.

Үнэлгээ өгсөн орд (түүний хэсэг) нь судлагдсан түвшингээрээ эрэл-үнэлгээний ажлын шаардлагыг хангасан байх бөгөөд үр дүн нь цаашид уг ордод хайгуул хийх шаардлагатай, эсэхийг тодорхойлох нөхцлийг бүрдүүлсэн байна.

Хайгуул хийгдсэн ордын судалгааны үр дүнд ордыг олборлох техник, эдийн засгийн үндэслэл (ТЭЗҮ) боловсруулах, ордыг олборлолтод бэлтгэгдсэн байдлыг тодорхойлох нөхцлийг бүрдүүлсэн байна.

7.2. Үнэлгээ өгсөн манганы хүдрийн ордын хувьд ордын ерөнхий хэмжээг тодорхойлон, үйлдвэрлэлийн ач холбогдлыг үнэлж, дараагийн шатны хайгуулын болон олборлолтын ажлыг тэргүүн ээлжинд төлөвлөн явуулах илүү хэтийн төлөвтэй хэсгүүдийг ялгаж үнэлгээ өгсөн байна.

Энэхүү хэтийн төлөвтэй хэсгүүдэд хийсэн илүү нарийвчилсан судалгаанд тулгуурлан ордод эдийн засгийн урьдчилсан үнэлгээ өгөх жишиг үзүүлэлтүүдийг тоймлон тогтоож, ордын нөөцийг нарийвчлан судалсан хэсэгт боломжтой (С) зэрэглэлээр тооцоолж, ордын хэмжээнд илрүүлсэн (P_1) зэргээр баялгийн үнэлгээ өгнө.

Судалж байгаа ордтой аналог болгон авч болох ижил төсөөтэй ордуудад хийсэн эдийн засгийн үнэлгээнд тулгуурлан ордыг олборлох арга ба системийн сонголтыг төсөөлж, олборлолтын масштабыг техник-эдийн засгийн томсгосон тооцоогоор тогтооно.

Хүдрийн баяжигдах чанарын технологийн судалгааг лабораторийн технологийн сорьцлолтын үр дүнд тулгуурлан хийж, бүтээгдэхүүний чанар ба баяжмалын гарц, ашигт малтмалыг иж бүрдлээр гарган авах боломж зэргийн үнэлгээг өгнө.

Ирээдүйн олборлох ба боловсруулах үйлдвэрүүдийг барьж байгуулахад шаардагдах хөрөнгийн хэмжээ, бүтээгдэхүүний өөрийн өртөг, үр ашиг, өгөөжийн дотоод норм, өнөөгийн үнэ цэнэ зэрэг эдийн засгийн үндсэн үзүүлэлтүүдийг адил төсөөтэй төсөлд харьцуулалт хийсний үндсэн дээр томсгосон тооцоогоор тодорхойлно.

Ордын дүүргийн гидрогеологийн нөхцөл, гол мөрөн, булаг шанд, нуур цөөрөм зэрэг байгалийн уст цэгүүд, худаг, малталт ба цооногт илэрсэн уст цэгүүд зэрэгт тулгуурлан ирээдүйн уул уурхайн үйлдвэрүүдийн техникийн болон ахуйн хэрэглээний усан хангамжийн талаар үнэлгээ өгнө.

Ордын ирээдүйн олборлолт болон хүдрийн боловсруулалтаас хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийн үнэлгээг хийсэн байна.

7.3. Онцгой нийлмэл геологийн тогтоцтой манганы орд болон нийлмэл технологи шаардах хүдэртэй ордын хувьд хүдрийн биетийн морфологи, байршил, хэмжээ, дотоод тогтцыг нарийвчлан судлах, хүдрийг баяжуулах технологийн бүдүүвчийг боловсруулах зорилгоор үнэлгээ өгч байгаа зарим ордод туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт, хүдрийн боловсруулалт (ТҮОБ) хийх боломжтой.

Туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт, боловсруулалтын ажлыг ордын хайгуулын ажлын төслийн хүрээнд багтаан тухайн ордын хамгийн төлөөлөл сайтай хэсгийг сонгон авч, 3 жилээс хэтрэхгүй хугацаагаар улсын эрдэс баялгийн мэргэжлийн байгууллагаас томилсон шинжээчдийн хяналтын доор явуулна.

Туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт, боловсруулалт явуулах ажлын зорилго ба шаардлага, ТҮОБ ажлын хэмжээ, үргэлжлэх хугацаа зэргийг Монгол улсын уул уурхайн хяналтын байгууллага, хүрээн буй орчны хяналтын байгууллага, цөмийн эрчим хүч, цацраг идэвхижлийн хяналтын байгууллагуудтай тохиролцож, хамтран төлөвлөж боловсруулсан байна.

ТҮОБ ажлыг мөн янз бүрийн гүнд орших нунтаг болон хагас нунтаг манганы хүдрийг газрын доор цооноогоор уусган олборлох зэрэг олборлолтын шинэ арга, технологийг нэвтрүүлэх, түгээмэл тохиолддог манганы хүдрээс эрс өөр төрлийн бөгөөд технологийн шинж чанар бүхий шинэ төрлийн хүдрийн боловсруулалтыг тогтоох зэрэг зорилгоор хэрэглэнэ. ТҮОБ-ын ажлыг мөн том, асар том ордыг олборлох, боловсруулах уул уурхайн томоохон үйлдвэрүүдийг барьж байгуулахын өмнө туршилтын зориулалт бүхий багахан хэмжээ олборлох, боловсруулах үйлдвэрүүдээр явуулж болно.

7.4. Хайгуул хийгдсэн ордын хувьд ашигт малтмалын чанар, нөөцийн тоо хэмжээ, хүдрийн технологийн шинж чанар, ордын гидрогеологи, инженер геологи, экологи болон бусад нөхцлүүдийн судалгаа нь уулын малталт ба өрөмдлөгийн цооногийн тусламжтайгаар ордыг олборлох уул уурхайн үйлдвэрүүдийг барьж байгуулах ТЭЗҮ-ийг боловсруулахад, эсвэл уул уурхайн ажиллаж байгаа үйлдвэрүүдийг өргөтгөх, шинэчлэх төсөл боловсруулахад хангалттай түвшинд судлагдсан байна.

Хайгуул хийгдсэн ордууд нь судлагдсан түвшингээрээ дараах шаардлагуудыг хангасан байна. Үүнд:

- Ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдлын бүлэгт харгалзах зэрэглэлүүдэд ангилан ордын нөөцийг тооцоолсон байх.
- Хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрөл ба сортуудын бодисын найрлага, технологи шинж чанарын судалгааг ашигт малтмалыг иж бүрдлээр баяжуулах, боловсруулах технологийн бүдүүвчийн оновчтой хувилбарыг сонгон авахад хангалттай түвшинд судалсан байх.

- Үйлдвэрлэлийн хаягдлыг ашиглаж болох чиглэлийг тодорхойлж, түүнийг хадгалах оновчтой хувилбарыг сонгох.
- Хуулж байгаа хөрс, уурхайн ус зэрэг дагалдах ашигт малтмалууд, түүнд агуулагдаж байгаа ашигт бүрдвэрийн агуулга, тоо хэмжээг жишгийн үзүүлэлтүүдийг баримтлан судлан тогтоож, ашиглах чиглэлийн талаар үнэлгээ өгсөн байх.
- Ордын гидрогеологийн, инженер геологийн (геотехникийн), геокриологийн, уул-геологийн, экологийн болон бусад байгалийн нөхцлүүдийн судалгааг хүрээлэн буй байгаль орчныг хамгаалах чиглэлээр тогтоосон хууль, эрх зүйн баримт бичгүүдийн шаардлага, уул уурхайн үйлдвэрлэл явуулах техник-аюулгүй ажиллагааны дүрэм журмын хүрээнд уулын үйлдвэрүүдийг барьж байгуулах төсөл боловсруулахад хангалттай түвшинд судлан тогтоосон байх.
- Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн биетүүдийн байрших нөхцөл, хэлбэр хэмжээ, ашигт малтмалын чанар ба тоо хэмжээг ордын нарийвчлан судлагдсан хэсгүүдэд үнэмшлийн өндөр түвшинд судлан тогтоосон байх. Ордын нарийвчилсан судалгаанд хамрагдах хэсгүүдийн байрлал болон тоо хэмжээг хайгуул ба олборлолт эрхлэгчид ордын геологийн тогтцын онцлогоос хамааруулан тухай бүр оновчлон тогтооно.
- Ордын олборлолт, ашигт малтмалын боловсруулалтаас хүрээлэн буй орчинд үзүүлж болох сөрөг нөлөөллүүдийг судлан тогтоож, хүрээлэн буй орчныг хамгаалах ажлыг холбогдох хууль тогтоомжийн шаардлагын түвшинд хийхээр төлөвлөсөн байх.
- Нөөцийг тооцоолоход баримтлах жишгийн үзүүлэлтүүдийг техник-эдийн засгийн тооцоонд тулгуурлан ордын нөөц, үйлдвэрлэлийн ач холбогдлыг үнэмшилтэйгээр бүрэн үнэлэх түвшинд тогтоох.

Янз бүрийн зэрэглэлээр тооцоолж байгаа нөөцийн зохистой харьцааг Монгол улсын ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, зааврын шаардлагыг баримтлан ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдлын бүлэгт харгалзуулан хайгуул, олборлолт эрхлэгчид болон ЭБМЗ-ийн шинжээчид гарч болох бизнесийн эрсдэлийг тооцон үзсэний үндсэн дээр тухай бүр тогтооно.

Геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар I ба II бүлэгт хамаарах ордуудын боломжтой (C) зэрэглэлийн нөөцөөс олборлолт хийх асуудлыг ордын геологийн тогтцын онцлог, олборлолтын арга, системийн сонголт, адил төсөөтэй төсөлд хэрэглэсэн туршлага зэргийг харгалзан үзсэний үндсэн дээр төсөл хэрэгжүүлэгчид нь шинжээчидтэй зөвшилцөн тодорхойлж, ЭБМЗ-өөс зөвлөмж хэлбэрээр шийдвэр гаргаж болно.

Хайгуул хийгдсэн ордод тавигдах дээрх шаардлагыг ханган биелүүлэх замаар хайгуул хийж, ашигт малтмалын нөөцийг ЭБМЗ-өөр хэлэлцүүлэн бүртгэлжүүлсний дараа ордыг олборлолтод бэлтгэгдсэн орд гэж үзнэ.

Найм. Ордын нөөцийг дахин тооцоолж, бүртгэлжүүлэх

Нөөцийн дахин тооцоолол ба дахин бүртгэлжүүлэлтийг тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчид, төрийн захиргаа ба мэргэжлийн хяналтын байгууллагын гаргасан санаачлагаар нэмэлт хайгуулын ба ашиглалтын үр дүнд ашигт малтмалын чанар, ордын нөөцийн хэмжээ, түүний геологи-эдийн засгийн үнэлгээнд мэдэгдэхүйц их хэмжээний өөрчлөлт гарсан тохиолдолд тогтсон журмаар гүйцэтгэнэ.

Үйлдвэрийн эдийн засгийн байдал эрс муудсан үед тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчийн санаачлагаар нөөцийг дахин тооцоолж, баталгаажуулах ажлыг дараах тохиолдолд хийнэ. Үүнд:

- өмнө нь бүртгэгдсэн манганы нөөц болон агуулгын хэмжээ олборлолтын явцад 20% хүртэл хэмжээгээр буурч байгаа;
- үйлдвэрлэлийн өөрийн өртгийн түвшинг хадгалсаар байхад бүтээгдэхүүний үнэ бодитой, мэдэгдэхүйц хэмжээгээр (20%, түүнээс их) тогтвортой унаж байгаа;
- эрдэс түүхий эдийн чанарт тавих үйлдвэрлэлийн шаардлага өөрчлөгдөж буй;
- гүйцээх болон ашиглалтын хайгуул, олборлолтын үед батлагдаагүйн улмаас хассан ба хасахад бэлтгэсэн нөөцийн хэмжээ, мөн техник-эдийн засгийн шалтгаанаар олборлох боломжгүй болсон нөөцийн хэмжээ нь уулын үйлдвэрийн балансаас ашигт малтмалын нөөцийг хасах журмын дагуу тогтоогдсон норм, хэмжээнээс их гарсан (20%, түүнээс их) эсвэл буурсан гэх зэрэг тохиолдол хамаарагдана.

Газрын хэвлий дэх баялгийг өмчлөгчийн (улсын) эрх ашиг зөрчигдсөн, ялангуяа татвар ногдуулах орлого үндэслэлгүй бага хэмжээгээр тогтоогдсон зэрэг дараах нөхцлүүдэд төрийн захиргааны ба мэргэжлийн хяналтын байгууллагын санаачлагаар нөөцийг дахин тооцоолж, дахин бүртгэлжүүлэх ажлыг хийнэ. Үүнд:

- өмнө бүртгэгдсэн нөөцийн хэмжээ олборлолтын явцад 30% ба түүнээс илүү хэмжээгээр өссөн тохиолдолд;
- үйлдвэрийн бүтээгдэхүүний дэлхийн зах зээлийн үнэ мэдэгдэхүйц хэмжээгээр, тогтвортой өсөж байгаа (жишигт тусгасан үнээс 30% ба түүнээс илүү хэмжээгээр өссөн);
- үйлдвэрлэлийн хүчин чадлыг ихээхэн хэмжээгээр нэмэгдүүлж чадах шинэ технологи боловсруулагдсан ба нэвтэрсэн тохиолдолд;
- хүдэр ба агуулагч чулуулаг дотор ордын үнэлгээ хийх, үйлдвэрлэлийн төсөл боловсруулах үед тооцож үзээгүй ашигт бүрдвэр болон хорт хольц илэрсэн гэх зэрэг тохиолдол хамаарна.

Түр зуурын шалтгаан (геологи, технологи, гидрогеологийн ба уул-техникийн нөхцөлд үүссэн нийлмэл хүндрэлтэй байдал, бүтээгдэхүүний дэлхийн зах зээлийн үнийн түр зуурын уналт)-аас үүдэлтэй үйлдвэрлэлийн эдийн засгийн асуудлыг ашиглалтын жишгийн механизмын тусламжтайгаар шийдвэрлэх бөгөөд нөөцийг дахин тооцоолж, дахин бүртгэлжүүлэх шаардлагагүй.

Ес. Ашигласан хэвлэл

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

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

3. Ашигт малтмалын хүдэр, баяжмал, бүтээгдэхүүний боловсруулалтын түвшинд тавигдах шаардлага, ангилал, тооцох үндсэн зарчим, аргачлал. **Засгийн** газрын 2011 оны 193 дугаар тогтоол.

4. Ашигт малтмал эрэх, хайх, ашиглах үйл ажиллагааны журам. Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2018 оны 02 дугаар сарын 05-ны өдрийн А/20 дугаар тушаалын хавсралт.

5. Геофизикийн судалгаа хийх заавар. Монгол Улсын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд хийгдэх цахилгаан, соронзон, гравиметр, агаарын геофизикийн зураглалын ажлыг гүйцэтгэх ба тайлагнах заавар, тавигдах шаардлага. 2019 он. Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2017 оны А/237 дугаар тушаал.

6. Инженерно-геологические, гидрогеологические и геоэкологические исследования при разведке и эксплуатации рудных месторождений. М., 2002 г.

7. Минеральное сырье. Марганец. (М., 1998).

8. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Марганцевые руды. Москва, 2007.

9. Методические руководство по изучению инженерно-геологических условий рудных месторождений при разведке. М., 2000 г.

10. Методические рекомендация по сопоставлению данных разведки и разработки месторождений твердых полезных ископаемых. М., 2007.

11. Региональная металлогения Центральной Азии. Изд-во ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург, 2012.

12. Рекомендация по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов. М., 2007 г.

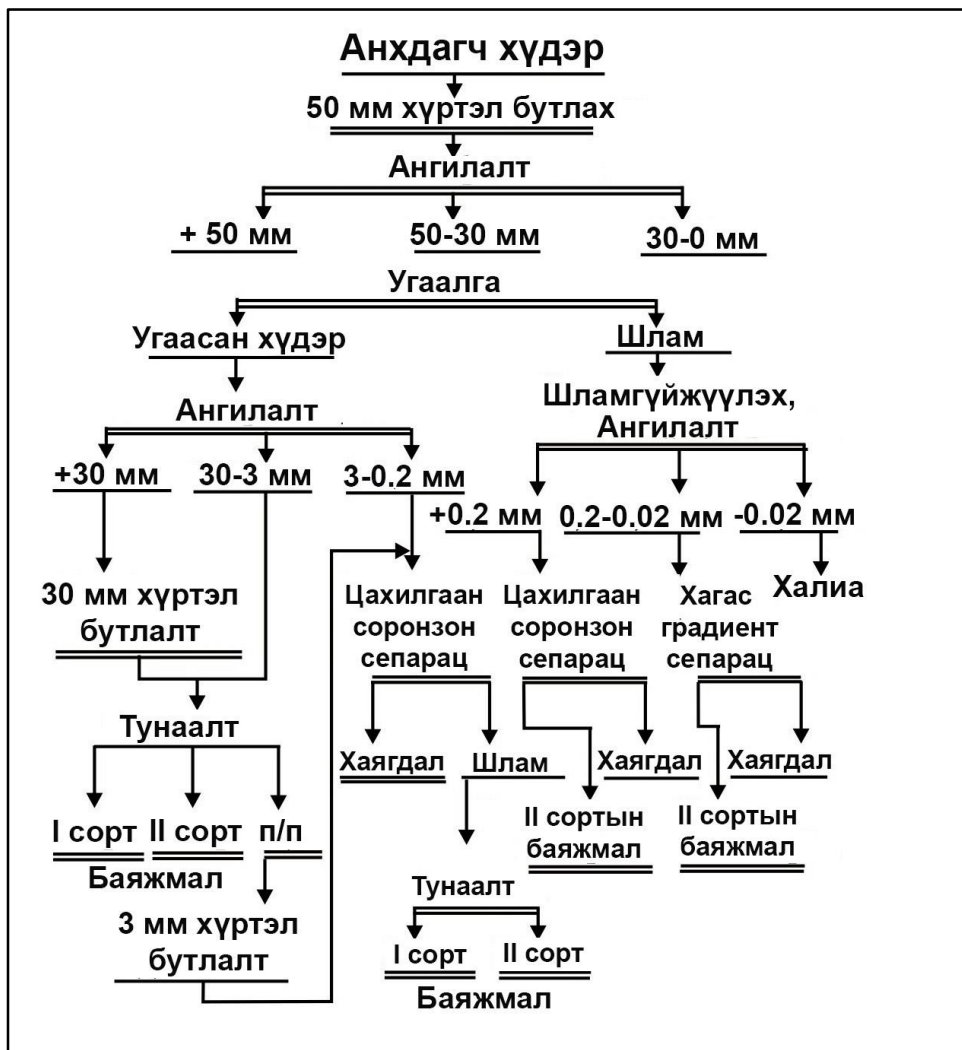
13. Сэдэвчилсэн болон дунд, том масштабын гидрогеологийн зураглал, ашигт малтмалын хайгуулын ажлын явцад ордын гидрогеологийн судалгаа хийх заавар, түүнд тавигдах шаардлага. 2019 он. Монгол Улсын Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2017 оны 12 дугаар сарын 12-ны өдрийн А/237 дугаар тушаал.

14. Твердые полезные ископаемые и горные породы. Технологическое опробование в процессе геологоразведочных работ. СТО РосГео 09-001–98, М., 1998 г.

15. Твердые полезные ископаемые и горные породы. Геолого-технологическое картирование. СТО РосГео 09-002–98, М., 1998 г.

Арав. Хавсралт

Хавсралт 1



Манганы исэлдсэн хүдэр баяжуулах технологийн бүдүүвч

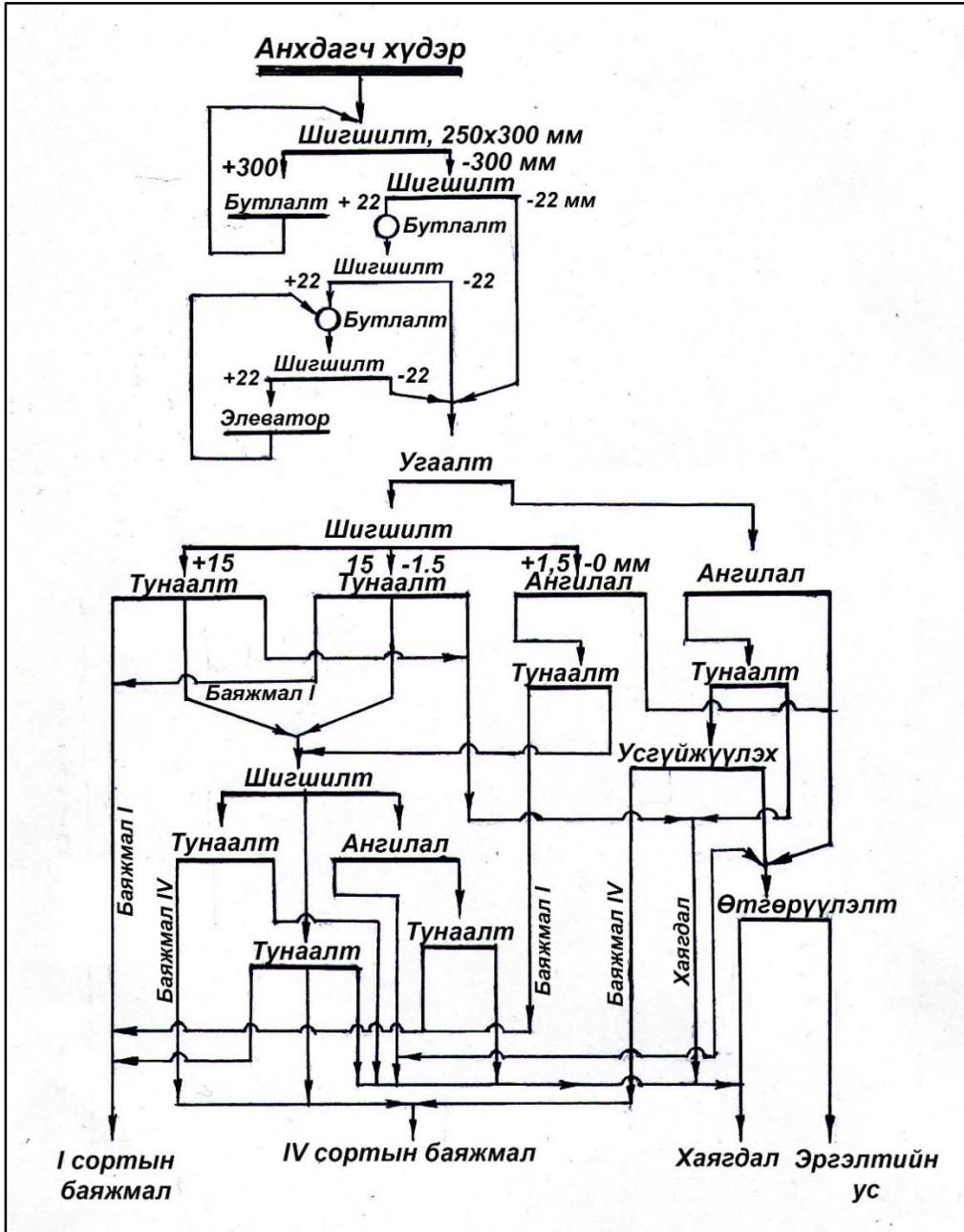
Украины Никопольск орд

МАНГАН



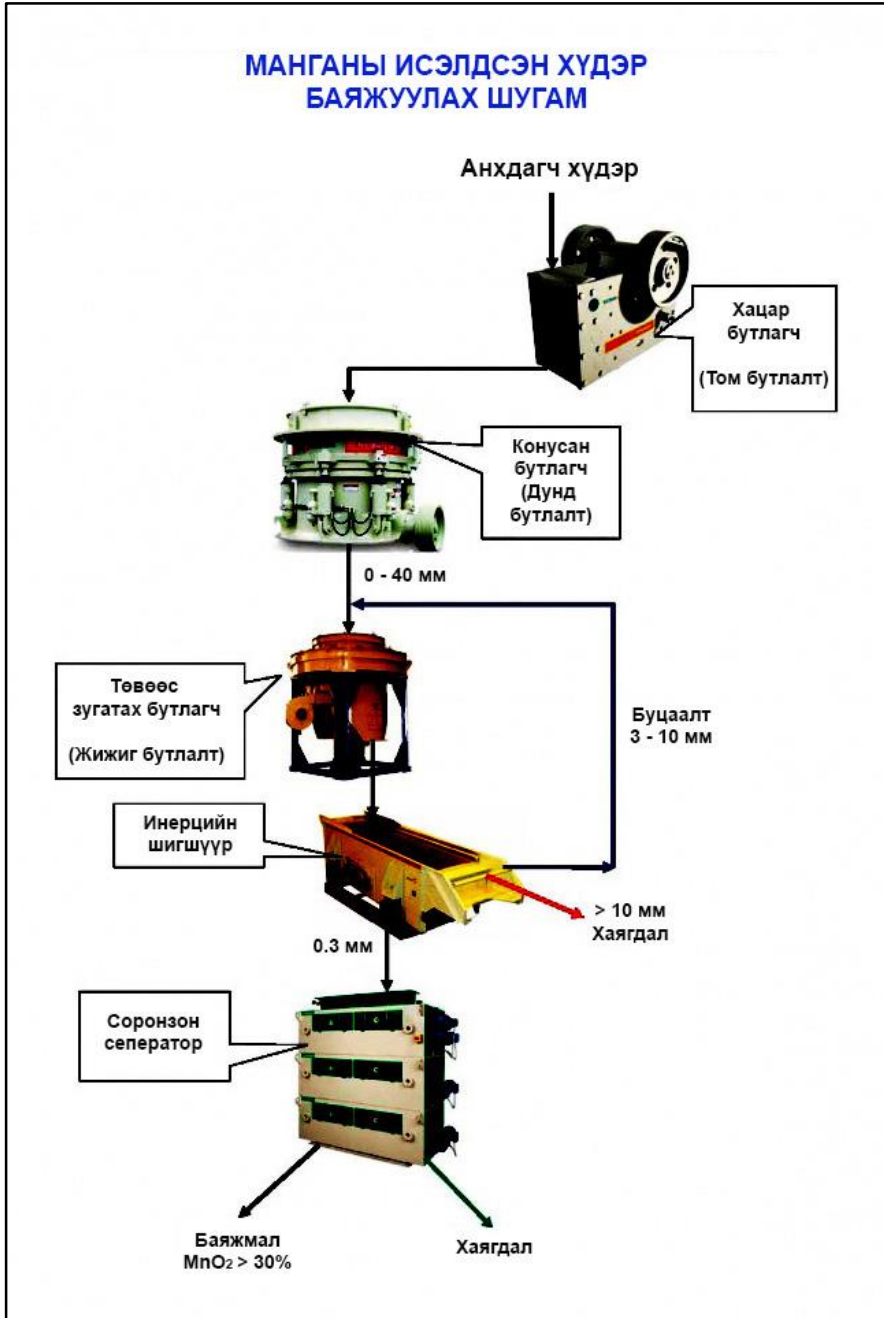
Манганы карбонат хүдэр баяжуулах технологийн бүдүүвч

Украины Никопольск орд

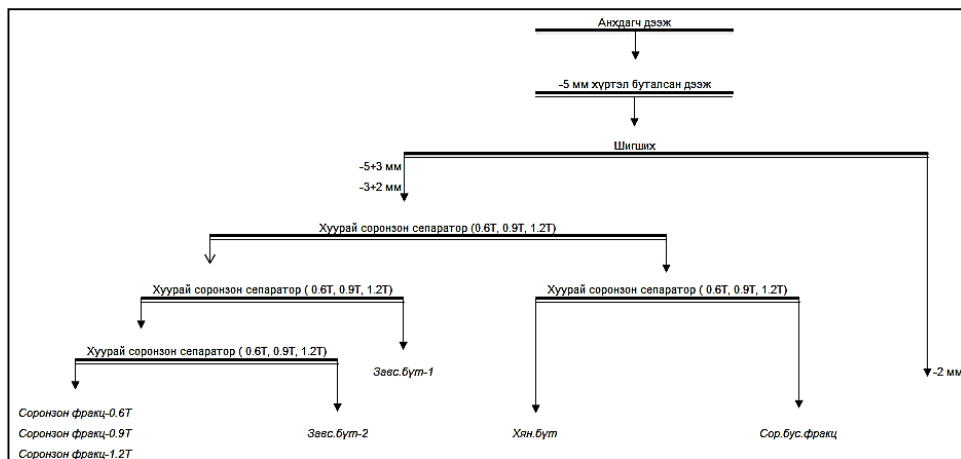


Манганы хүдэр баяжуулах технологийн бүдүүвч

Грузины Чиатурск орд



Хавсралт 5



Бүргэд хар уул ордын технологийн бүдүүвч

Хавсралт 6

Манганы хүдрийн ангилал (IS:11895:2006) /Энэтхэг/

Д/д	Төрөл	Бүрэлдэхүүн хэсэг (%)				
		Mn	Fe	SiO ₂	MnO ₂	Fe+Mn
1	Манганы хүдэр	>35	-	-	-	-
2	Төмөрлөг манганы хүдэр	35-25	23-13	-	-	>48
3	Цахиурт манганы хүдэр	30-25	-	>15	-	-
4	Мангант төмөр	25-10	48-30		-	>55
5	Манганы хүдэр (химийн агуулга)	-	<5	-	>78	-

**Төмөр ба ган үйлдвэрлэх манганы хүдрийн техникийн үзүүлэлтүүд
(IS:11281:2005)**

Бүтээгдэхүүн	Ган хайлах зэрэгтэй хүдэр (11-40 мм)	Домен зуухны хүдэр (25-85 мм)
Mn	>25%	>25%
Al ₂ O ₃	<8%	-
SiO ₂	<8%	
Fe ₂ O ₃	18-24%	-
P	<0.18%	<0.35%

МАНГАН

Товчилсон болон хэрэглэсэн зарим үгсийн тайлбар

Дешламация - шламгүйжүүлэлт

Дитионатный способ – Дитонатын арга. Шлам болон ядуу хүдрээс фосфоргүй, сайн чанарын манган гарган авдаг арга.

Диоксид углерод- Нүүрстөрөгчийн давхар исэл

Железомарганцевые конкреции (ЖМК)- Төмөр манганы конкрец (ТМК)

Классификация – Ангилалт

Коагуляция - Бөөгнөрүүлэлт. Энэ нь нарийн мөхлөгт хэсгүүдийг нэгтгэх замаар орчны дисперслэг түвшнийг бууруулах процесс юм

Кобальто-марганцевые корки (КМК)-кобальт манганы корк (КМК). Корк-нимгэн хальсан бүрхэвч, өнгөр.

Обезвоживание - Усгүйжүүлэх

Отсадка - Тунаалт

Пневмокониозоопасность – Амьсгалын зам, уушгинд сөрөг нөлөө үзүүлэх чанар

Слив – Халиа

Флокуляция – Өтгөрүүлэлт. Флокуляци нь коагуляцын нэгэн төрөл бөгөөд үр дүнд нь нарийн мөхлөг хэсгүүд нэгдэн хялбар тунах, эсвэл хөвөх чадамжтай хөвөнлөг агрегат-флокул болдог.

Химический диоксид марганца (ХДМ) – Химийн аргаар гарган авсан манганы давхар исэл

Электрохимический диоксид марганца (ЭДМ) – Электрохимийн аргаар гарган авсан манганы давхар исэл

БЕРИЛЛИ

ГАРЧИГ

1. Ерөнхий ойлголтууд	112
2. Хайгуулын зорилгоор ордыг геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар бүлэглэх нь	118
3. Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүний судалгаа	122
4. Хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа	135
5. Ордын гидрогеологи, инженер геологи (геотехник), геоэкологийн ба байгалийн бусад нөхцөлийн судалгаа	139
6. Ордын нөөцийн тооцоолол ба баялгийн үнэлгээ	142
7. Ордын судлагдсан байдал	149
8. Ордын нөөцийг дахин тооцоолж, баталгаажуулах	151
9. Ашигласан материал	153
10. Хавсралт	154

Нэг. Ерөнхий ойлголтууд

1.1. Берилли нь ховор элементүүдийн тоонд ордог мөнгөлөг саарал өнгөтэй, 1283°C температурт хайлж 2970°C температурт буцалдаг, 1.85 г/см^3 хувийн жинтэй. Металлуудын дотроос берилли нь нейтрон барих хамгийн бага (0.009 барн буюу $9 \cdot 10^{-25}\text{м}^2$) огтлолтой ба нейтрон ойлгох хамгийн өндөр огтлолтой, цацраг идэвхт туяаны үйлчлэлээр нейтроныг ялгаруулдаг. Берилли хамгийн хөнгөн металл (1.847 г/см^3 нягттай), масс ба бат бөхийн харьцаа хамгийн өндөр, уян хатан чанар сайтай, дулааны тэлэлтийн итгэлцүүр маш бага, химийн идэвхтэй орчинд зэврэлтэд маш тэсвэртэй металл юм. Энэ металл химийн элементүүдийн үелэх системийн 4 дүгээр элемент бөгөөд атом жин нь 9.01 г/моль . Байгальд ${}^6\text{Be}$, ${}^7\text{Be}$, ${}^8\text{Be}$, ${}^9\text{Be}$, ${}^{10}\text{Be}$ изотопуудыг үүсгэдэг ба ${}^9\text{Be}$ изотоп нь тогтвортой. Бусад ховор элементүүдээс ялгагдах түүний гол шинж нь петроген элементүүдийн дотор геохимийн шууд аналог байдаггүй. Берилли нь бусад эрдсүүдэд сарнидаггүй, ихэнх хэсэг нь эрдэс байдлаар хуримтлагддаг. Берилли нь жирийн литофиль элемент бөгөөд дэлхийн цардас дахь түүний дундаж агуулга 1.5 г/т байдаг бол суурилаг чулуулагт 0.4 г/т ; дундлаг чулуулагт 0.9 г/т ; хүчиллэг чулуулагт 3.5 г/т ; шүлтлэг чулуулагт 7.8 г/т ; шаварлаг чулуулагт 3.0 г/т ; элсэн чулуу ба карбонат чулуулагт 0.5 г/т ; бокситод 4.3 г/т ; чулуун нүүрсэнд 3.2 г/т агуулгатай гэж тогтоогджээ.

Берилли нь химийн бусад элементүүдтэй $+2$ валентаар нэгдэж силикатууд, алюмосиликатууд, фосфатууд, ислүүд, боратууд зэрэг эрдсүүдийг үүсгэнэ. Берилли нь фтортой нэгдэж тогтвортой комплекс нэгдлүүдийг үүсгэдэг. Фтор нь магмын дараах процессоор бериллийг зөөгч ба тээвэрлэгчийн үүрэг гүйцэтгэдэг.

Байгальд берилли агуулсан 100 гаруй эрдэс байдгаас 11 эрдэс (Хүснэгт-1) нь үйлдвэрлэлийн ба үйлдвэрлэлийн боломжит эрдсүүд юм. Тэдгээрээс гурван эрдэс нь (берилли, фенакит, бертрандит) бериллийн үйлдвэрлэлийн гол эрдэс болдог. Хризобериллийн ба гентгельвиний хайгуулдсан ордууд хүдэр баяжуулалтын технологийн үзүүлэлтүүдээс хамаарч ашиглагдаагүй байна.

1.2. Берилли нь бага нягттай, дулаан ба цахилгаан сайн дамжуулдаг, соронзон чанаргүй, хатуу ба уян хатан байдлын аль ч хослолыг гаргаж чаддаг гайхамшигтай олон шинж чанартай металл бөгөөд энэ бүх шинж чанаруудаараа өндөр технологийн олон салбаруудад (Хүснэгт-2) хэрэглэгддэг. Бериллийг зэс, цайр, хар тугалга, цагаан тугалга, хөнгөн цагаан ба бусад металлуудтай хольж хийсэн хайлшууд нь маш олон салбарт хэрэглэгддэг. Берилли ба түүний хайлшууд, керамик болон бериллитэй нийлмэл материалуудыг атомын, цөмийн, агаар сансрын, цахилгаан техникийн, электроникийн, автомашины болон бусад техникийн салбаруудад өргөн хүрээтэй ашигладаг. Цөмийн техникт берилли ба түүний нэгдлүүдийг нейтрон цацруулагч ба удаашруулагч болгон үр дүнтэй ашиглаж байна.

Бериллийн үйлдвэрлэлийн ба үйлдвэрлэлийн боломжит эрдсүүд

Хүснэгт 1

Эрдсийн нэр	Химийн томьёо	Бериллийн ислийн агуулга (BeO), %	Нягт, г/см ³
Үйлдвэрлэлийн эрдсүүд			
Берилл	Be ³ Al ² Si ⁶ O ¹⁸	12-14	2.65-2.90
Фенакит	Be ₂ SiO ₄	42-45	2.9-3.0
Бертрандит	Be ₄ Si ₂ O ₇ (OH) ₂	40-45	2.6-2.7
Үйлдвэрлэлийн боломжит эрдсүүд			
Хризоберилл	BeAl ₂ O ₄	18-20	3.6-3.8
Бехоит	Be(OH) ₂	54-56	1.95-1.97
Эвклаз	BeAlSiO ₄ (OH)	16-18	3.05-3.10
Лейкофан	(Ca, Na) ₂ BeSi ₂ (O,OH,F) ₇	9-12	2.95-2.97
Барилит	BaBe ₂ Si ₂ O ₇	15-16	4.0-4.02
Гентгельвин	(Zn, Fe) ₄ Be ₃ (SiO ₄) ₃ S	11-13.5	3.55-3.66
Гельвин	(Fe, Mn, Zn) ₄ Be ₃ (SiO ₄) ₃ S	9-16	3.17-3.27
Даналит	(Fe, Zn, Mn) ₄ Be ₃ (SiO ₄) ₃ S	8.1-16.0	3.34-3.46

Берилл нь хэдэн арван жилийн турш нейтроны урсгалыг тэсвэрлэх чадвартай бөгөөд дулаан ялгаруулагч элементүүдийн бүрхэвч, цөмийн дулаанаар хайлуулах байгууламжийн шүүлтүүрүүд ба нейтроны эх үүсвэр, цөмийн реакторын болон бусад бүтцийг бүрдүүлэхэд хамгийн сайн материал болдог.

Бериллийн бүтээгдэхүүний чухал төрлүүд ба түүний хэрэглээний салбарууд

Хүснэгт 2

Бүтээгдэхүүн	Бериллийн массын хувь, багагүй, %	Хэрэглээний салбарууд
Металл берилли:		
корольк	97.0	Цөмийн реакторуудад, пуужингийн түлшний нэмэлт бодис
нунтаг	98.0	Агаар, сансрын техникүүд, пуужин, цөмийн эрчим хүч
Вакумд хайлуулсан гулдмай	99.9	Багаж хэрэгсэл (гироскоп), радио электроник, цэргийн тоног төхөөрөмж
Берилли-зэсийн хайлш	1.0-5.0	Багаж хэрэгсэл, машин үйлдвэрлэл
Техникийн бериллийн исэл	96.0-99.0 BeO	Галд тэсвэртэй керамик, электрон бүтээгдэхүүн, лазер ба тусгай шил
Бериллийн фторид	99.0 BeF ₂	Оптикийн багаж хэрэгслүүд, халуун цөмийн реакторууд
Бериллид	өөрчлөгдмөл найрлага	Дулаанд тэсвэртэй бүрхүүлүүд, пуужингийн үйлдвэрлэлд зэврэлтээс хамгаалагч

1.3. Бериллийн бүх орд эндоген гарал үүсэлтэй. Бериллийн литофиль төрх ба геохимийн шинжүүд нь түүний ордууд дараах хоёр формацын төрлийн гранитоидын магматизм хөгжсөн мужтай региональ холбоотой байдгаар тодорхойлогдоно: 1) энгийн эгнээний шохойлог-шүлтлэг гранитын серийн сүүлчийн фазын лейкократ ба лити-фторт гранитын; 2) шүлтлэг эгнээний гранитоидын серийн сүүлчийн фазын рибекит, эгиринт гранитын.

Эхний формаци нь эх газрын плитийн түлхэлт, далайн царцдасын субдукцын бүслүүртэй холбоотой арын ороген бүсийн геологи-структурын нөхцөлд хөгждөг. Хоёр дахь нь эртний ба залуу кратонуудын эх газрын царцдас дээр үүссэн давхацмал рифтийн бүсүүд ба авлокоген структууудтай холбоотой анороген бүсэнд үүсдэг байна. Гранитын магмын үүсэл ба түүний ялгаралт (дифференциация), мантын флюидын түрэх суваг болдог гүний региональ хагарлуудын огтлолцлын зангилаанууд нь хүдрийн дүүргүүдийн байршилд тодорхойлох үүрэг гүйцэтгэдэг.

1.4. Бериллийг гарган авдаг үндсэн эх үүсвэр нь энэ элементийн ордууд ба берилли чухал дагалдах ашигт бүрдвэрээр орсон нийлмэл (комплекс) ордууд юм.

Бериллийн ордуудыг металлын нөөцийн хэмжээгээр нь дараах таван бүлэг болгон ангилдаг. Үүнд: 1) асар том- 50 мян. т-оос дээш; 2) маш том -20-50 мян. т; 3) том-10-20 мян. т; 4) дунд зэргийн-5-10 мян. т; 5) жижиг-5 мян. т хүртэл.

Бериллийн хүдрийг бериллийн ислийн (BeO) агуулгаар нь баян >0.6 %, энгийн 0.3-0.6 %, ядуу 0.1-0.3 %, хэт ядуу 0.04-0.1.% гэж ангилдаг. Бериллийн ордын хүдэрт бериллийн ислийн (BeO) үйлдвэрлэлийн хамгийн бага агуулга 0.20-0.35 %, нийлмэл хүдэр дэх дагалдах ашигт бүрдвэр бериллийн исэл 0.05-0.10 % хүртэл агуулгатай үед бериллийг ялган авахад ашигтай.

Орчин үед бериллийн үндсэн ба берилли агуулсан нийлмэл ордуудыг үйлдвэрлэлийн найман төрөлд (Хүснэгт-3) хамруулан ялгаж байна.

Бертрандит-аргиллизитын метасоматитын ордууд мезо-кайнозойн вулканиуудаар дүүргэгдсэн хотгоруудын захын хагарлуудаар хянагдсан байрлалтай. Агуулагч чулуулаг нь риолит, трахириолит, туфлав, туф зэргээс бүрдсэн ба тэдгээр нь хүчтэй цахиржсан, серицитжсэн, диккитжсэн байна. Бертрандит, гелбертрандит, сферобертрандит зэрэг эрдсүүдийн шигтгээ, судланцуудыг агуулсан метасоматит нь суналын дагуу 1500 м хүртэл, уналын дагуу 1000 м хүртэл үргэлжилсэн, 5-15 м зузаантай, нийлмэл тогтоцтой эрдэсжсэн бүсийг үүсгэсэн. Хүдрийн биет нь давхарга, мишэл маягийн хэлбэртэй. Хувирсан вулканиуудын масс дахь бериллийн ислийн дундаж агуулга (BeO) 0.6-1.5 % хооронд хэлбэлзэнэ. АНУ дахь үлэмж баян, том ордууд (Спор-Маунтин, Сьерра-Бланка) нь карбонат агуулсан вулканоген зузаалагт байрладаг.

Бертрандит-фенакит-флюоритын метасоматитын ордууд нь шүлтлэг гранитоидууд идэвхтэй түрсэн давхацмал шугаман ховдлуудын захаар байрласан металлогений бүсүүдэд оршдог.

**Бериллийн үндсэн ба берилли агуулсан комплекс ордуудын
үйлдвэрлэлийн төрлүүд**

Хүснэгт 3

Ордын гарал үүсэл	Ордын үйлдвэрлэлийн төрөл	Хүдрийн эрдсийн төрөл	Хүдрийн биетийн хэлбэр	Ашигт бүрдвэр	Ордын хэмжээ	Ордын жишээ
Бериллийн үндсэн ордууд						
Вулкано ген гидротермаль	I. Бертрандит-аргиллизитын метасоматит	Бертрандитын, флюорит-бертрандитын	Давхарга хэлбэрийн, мэшил маягийн биетүүд	Be, флюорит	Асар том хүртэл	Спор-Маунтин, Сьерра-Блан (АНУ), Оротск (ОХУ)
Плутоно ген гидротермаль	II. Бертрандит-фенакит-флюоритын метасоматит	Фенакит-бертрандит-микроклин-флюоритын, лейкофан-флюоритын	Давхарга хэлбэрийн, мэшил маягийн биетүүд, судлууд	Be, флюорит газрын ховор элемент	Асар том хүртэл	Ермаковск, Ауникск, Окуневск (ОХУ)
Альбититын ?	III. Берилли агуулсан кварц-альбит-микроклины метасоматит	Гентгельвины, гелвин-фенакит-лейкофаны, кварц-хээрийн жонш-фенакитын	Мэшил маягийн, зөв бус хэлбэрийн биетүүд	Be, газрын ховор элемент Ta, Nb, Zr	Асар том хүртэл	Пержанск (Украин), Тор-Лейк (Канад)
Грейзен ий	IV. Берилли-гялтгануурын метасоматит	Берилл-флюоритын, берилл-маргарит-изумрудын, флюорит-фенакит-бериллийн, кварц-эвклаз-бертрандит-бериллийн	Давхарга, мэшил маягийн биетүүд, штокверкүүд, судлууд	Be, флюорит	Асар том хүртэл	Малышевск, Боевск, (ОХУ), Редскин-Шток (АНУ), Бао-Виста (Бразил)
Берилли агуулсан комплекс ордууд						
Грейзен ий	V. Апокарбонат дахь ховор элемент-флюоритын метасоматит	Гялтгануур-фенакит-флюоритын, гялтгануур хризоберилл-флюоритын	Давхарга, шток хэлбэрийн, мэшил маягийн биетүүд	Флюорит, Li, Rb, Cs, Be, Zn	Том	Вознесенск, Хилийн (ОХУ)
	VI. Ховор металлын (W, Mo, Sn Be)	Вольфрамит-молибденит-бериллийн	Давхарга хэлбэрийн, мэшил маягийн биетүүд	W, Mo, Be, Sn, Li, Bi	Жижиг	Төв, Егзөр (Монгол) Инкур (ОХУ), Кара-Обо, (Казахстан)
Грейзен жсэн скарны	VII. Берилли-цагаан тугалгат скарн	Хризоберилл-даналитын, флюорит-касситерит-фенакитын	Мэшил маягийн биетүүд, зөв бус хэлбэрийн биетүүд	Sn, Zn, Pb, Cu, Be, флюорит	Дунд зэргийн	Уукса (ОХУ), Айрон-Маунтин (АНУ)
Пегматитын	VIII. Ховор элементт (Ta, Nb, Be, Li, Cs) пегматит	Берилл-колумбитын, берилл-сподумен-бериллийн	Судлууд, ховроор шток хэлбэрийн биетүүд	Ta, Nb, Be, Li, Cs, кварц, мусковит, хээрийн жонш	Жижиг, дунд, том	Завитинск, (ОХУ), Берник-Лейк (Канад), Булагт (Монгол)

Хүдрийн биетүүд нь суналын дагуу 70-160 м, уналын дагуу 140-230 м урттай, 1.0-60 м зузаантай ихэнхдээ энгийн давхарга, мишэл маягийн хэлбэртэй, заримдаа хүдрийн баганууд үүсч, салбарлаж нийлмэл тогтоцтой болсон байдаг.

Бертрандит-фенакит-флюоритын метасоматитын ордууд нь шүлтлэг гранитоидууд идэвхтэй түрсэн давхацмал шугаман ховдлуудын захаар байрласан металлогений бүсүүдэд оршдог. Хүдрийн биетүүд нь суналын дагуу 70-160 м, уналын дагуу 140-230 м урттай, 1.0-60 м зузаантай ихэнхдээ энгийн давхарга, мишэл маягийн хэлбэртэй, заримдаа хүдрийн баганууд үүсч, салбарлаж нийлмэл тогтоцтой болсон байна. Энэ төрлийн ордуудаас ихээхэн хэмжээний флюоритыг дайвраар ялган авах боломжтой тул олборлолтын үр ашгийг нэмэгдүүлдэг. Баруун Өвөрбайгальд мезозойн тектоник-магмын идэвхжилийн үеийн шүлтлэгдүү гранитоидтой холбоотой үүссэн бертрандит-фенакитын ордууд (Ермаковск, Ауникск) байдаг.

Берилли агуулсан кварц-альбит-микроклины метасоматит нь бериллийн ислийн энгийн, баялаг хүдэртэй, ихээхэн нөөцтэй (Украин дахь Пержанскын гентгельвиний, Канадын Тор-Лейк нэртэй фенакитын ордууд) байдаг. Тэдгээр ордууд нь эртний томоохон тектоник хагарлуудад байрласан, суналын дагуу 100-1000 м, уналын дагуу 120-300 м урттай, 20-100 м зузаантай, нийлмэл морфологитой, берилли агуулсан кварц-альбит-микроклины метасоматитоос бүрдсэн. Томоохон хагарал, ан цавшлын бүст хөгжсөн, тасралтгүй үргэлжилсэн метасоматитын бүс дэх хүдрийн биетүүд нь хэмжээгээрээ том биш мишэл маягийн, зөв бус хэлбэртэй, олборлолтын уул техникийн нөхцлөөрөө төвөгтэй.

Берилл-гялтгануурын метасоматитын ордууд. Карбонат (Боевск), хэт суурилаг, суурилаг чулуулгийн (Малышевск) дотор байрласан, 1-90 м зузаантай, суналын дагуу 100-1500 м, уналын дагуу 100-500 м үргэлжилсэн берилл-гялтгануурын метасоматитын ба бутралын эрдэсжсэн бүсийн ордуудад бериллийн ислийн агуулга харьцангуй бага байдаг онцлогтой. Боевскын гялтгануур-флюорит-бериллийн орд нь суналын дагуу 1 км хүртэл үргэлжилсэн, 30-90 м зузаантай, ядуу (бериллийн ислийн дундаж агуулга 0.12 %) хүдэртэй, судлархаг метасоматитын бүсүүдээс бүрдсэн. Малышевскын берилл-изумрудын орд нь штокверк-метасоматитын ба судлын төрлийн шинжүүдийг агуулсан. Изумруд агуулсан ядуувтар гялтганууртай бүсүүдийн доторх томоохон хэмжээтэй, баян хүдэртэй судлуудыг флотацын баяжуулалттай бичил уурхай ба эртний хүдэр олборлолтын аргатай хослуулан олборлох нь түүнийг ашигтай болгодог. Фенакит-бериллийн хүдрийн ихээхэн нөөцтэй Снеж нэртэй орд нь бериллийн ислийн өндөр (BeO -дундаж агуулга 0.9 %) агуулгатай. Берилли агуулсан комплекс ордуудын төрлүүд нь эдийн засгийн ач холбогдлоороо янз бүр байдаг.

Апокарбонат дахь ховор элемент-флюоритын метасоматитын ордууд нь суналын дагуу 1200 м хүртэл, уналын дагуу 500 м хүртэл урттай, 50-300 м өргөнтэй, хүдрийн биетүүд нь давхарга, шток, мэшил маягийн хэлбэртэй. Энэ төрлийн ордууд (Вознесенск, Хилийн) флюорит, бериллийн их нөөцтэй тул бериллийн ихээхэн хэмжээний баяжмал гарган авах боломжтой боловч хүдэр баяжуулах, боловсруулах технологийн бүтээмж нь хараахан хангалтгүй байна.

Хүдэр дэх хризоберилл нарийн дисперслэг ялгаралттай байдаг учраас хүдрийн технологийн үзүүлэлтүүдийг бууруулдаг ба тийм хүдэр нь төвөгтэй баяжигдах ээрэглэлд хамрагдана. Харин хүдэр дэх берилли нь фенакит, эвклаз зэрэг эрдсүүд байдлаар хуримтлагдсан бол хүдрийн технологийн чанарт тохиромжтой байна. Грейзен гаралтай ховор металлын (W, Mo, Sn, Be) ордуудын хүдрийн биетүүд суналын дагуу 1200 м хүртэл, уналын дагуу 600 м хүртэл урттай, 100 м хүртэл зузаантай давхарга, штокверк, мэшил маягийн хэлбэртэй. Хүдэрт берилли ихэнхдээ дагалдах ашигт бүрдвэрээр орсон байдаг. Түүнийг ялгаж авах технологи сайн боловсруулагдсан боловч хэрэгжүүлэх зорилго нь зах зээлийн нөхцөл байдлаас хамаарна.

Берилли-цагаан тугалгат грейзенжсэн скарны ордууд нь суналын дагуу 600 м хүртэл, уналын дагуу 200 м хүртэл урттай, 100 м хүртэл зузаантай мэшил маягийн, зөв бус хэлбэрийн биетүүдтэй, хүдэрт берилли нь нарийн дисперслэг хризоберилл, гельвин зэрэг эрдсээр орсон байдгийн зэрэгцээ чулуу үүсгэгч везувианы найрлагад ихээхэн хэмжээтэй агуулагдсан байна. Ховор элементэт (Ta, Nb, Be, Li, Cs) пегматитын ордууд суналын дагуу 1000 м хүртэл, уналын дагуу 400 м хүртэл урттай, 120 м хүртэл зузаантай судлууд, ховроор шток хэлбэрийн биетүүдтэй. Ховор элементэт пегматитын хүдэр боловсруулалтын үед бериллийн баяжмалыг гарган авдаг. Оросын ба дэлхийн бериллийн ислийн нөөц нь ордуудын үйлдвэрлэлийн төрлүүдэд харилцан адилгүй хэмжээтэй (Хүснэгт-4) байна.

Дэлхийн ба ОХУ-ын бериллийн ислийн нөөц (Ордын үйлдвэрлэлийн төрлөөр)

Хүснэгт 4

Үйлдвэрлэлийн төрөл	Нөөцийн хэмжээ, %		Бериллийн ислийн агуулга (BeO), %	Ордууд
	Дэлхийн	ОХУ-ын		
I.Бертрандит-аргиллизитын метасоматитууд	27.0	—	0.6–1.5	Спор-Маунтин (АНУ)
II.Бертрандит-фенакит-флюоритын метасоматитууд	—	8.8	0.2–1.2	Ермаковск, Ауникск (ОХУ)
III. Берилл агуулсан хээрийн жоншны метасоматитууд	14.0	—	0.4–1.4	Тор-Лейк (Канад), Пержанск (Украин)
IV.Берилл-гялтгануурын метасоматитууд	5.0	21.8	0.1–0.3	Мальшевск,Боевск (ОХУ)
V.Апокарбонат дахь ховор элемент-флюоритын метасоматитууд	—	9.9	0.1–0.3	Вознесенск, Хилийн (ОХУ)

VI. Ховор металл (Be, W, Mo) грейзенүүд	5.0	1.9	0.05–0.3	Каракольск, Казандинск (ОХУ)
VIII. Ховор элементэт пегматитууд	49,0	57,6	0,03–0,3	Завитинск, Колмозерск (ОХУ)
<i>VII берилли агуулсан нийлмэл ордын төрөл нь (берилли-цагаан тугалгат скарны) бериллийн батлагдсан нөөц байхгүй тул хүснэгтэд ороогүй болно.</i>				

Үүсмэл (техноген) төрлийн орд нь хүдэр олборлолтын үр дүнд гарсан үйлдвэрлэлийн бус хүдрийн овоолго, баяжуулалтын үеийн берилли агуулсан хаягдал, металлургийн шаар зэргээс бүрддэг. Үүсмэл ордын тогтоц, үүсмэл ба гиперген үйлчлэлүүдийн нөлөөгөөр бий болсон берилли агуулсан хуримтлалын найрлага нь анхдагч ордын үйлдвэрлэлийн төрөл, олборлолтын арга, хүдэр боловсруулж баяжуулах технологийн бүдүүвч, овоолгын хадгалалтын хугацаа зэргээр тодорхойлогдоно.

Хоёр. Хайгуулын зорилгоор ордыг геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар бүлэглэх нь

2.1. Хүдрийн биетийн хэмжээ, хэлбэр, тэдгээрийн зузаан, дотоод бүтэц, тогтцын өөрчлөлт, бериллийн тархалтын онцлогоор Монгол Улсын Уул уурхайн сайдын 2015 оны 9-р сарын 11-ний өдрийн 203 дугаар тушаалаар баталсан "Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар"-ын дагуу бериллийн ордуудыг дараах гурван бүлэгт хамруулна. Дэлхий дахины хэмжээнд I бүлэгт хамрагдах бериллийн ордууд одоохондоо тогтоогдоогүй байна.

II бүлэгт геологийн нийлмэл тогтоцтой, бериллийн эрдэсжилт харьцангуй жигд бус тархалттай, ихээхэн зузаантай (5-10 м), суналын дагуу 1000 м хүртэл урттай метасоматитын хэвтшүүд, грейзений эрдэсжсэн бүсүүд (Монголын Егзэр, Төв) ба томоохон штокверкүүдээс (Монголын Өндөрцагаан, Казахстаны Кара-Обо) бүрдсэн ордууд (тэдгээрийн хэсгүүд) хамрагдана. Энэ бүлэгт ОХУ-ын Боекс, Преображеновск, Вознесенск зэрэг бериллийн үндсэн ба комплекс ордуудыг хамруулсан байна.

III бүлэгт геологийн маш нийлмэл тогтоцтой, бериллийн исэл маш жигд бус тархсан, зузаан нь өөрчлөлт ихтэй, дунд зэргийн хэмжээтэй нийлмэл судал, мэшил маягийн ба багана хэлбэрийн хэвтшүүдээс бүрдсэн берtrandит-фенакит-флюоритын метасоматитын (ОХУ-ын Ермаковск, Ауникск), берилли-гялтгануурын метасоматитын ба бутралын эрдэсжсэн бүсийн (ОХУ-ын Малышевск, Снеж) төрлийн бериллийн ордууд, берилли агуулсан ховор элементэт пегматитын томоохон комплекс ордууд (ОХУ-ын Вишняковск, Колмозерск) хамрагдана.

IV бүлэгт геологийн онцгой нийлмэл тогтоцтой, бериллийн ислийн үүрүүд маш жигд бус тархсан (бериллийн ислийн өндөр агуулгатай хэсгүүд хоосон чулуулаг ба маш ядуу хүдэртэй хэсгүүдээр тусгаарлагдсан), байрлал нь эрчимтэй эвдэрсэн, зузаан нь огцом өөрчлөлттэй, жижиг хэмжээтэй судал, мэшил заримдаа үүр, багана хэлбэрийн биетүүдээс бүрдсэн изумруд агуулсан гялтгануурын, берилли агуулсан хээрийн жоншны, флюоритын ба бусад төрлийн метасоматитын болон

ховор элементэт пегматитын том биш, ховроор дунд зэргийн ордууд (тэдгээрийн хэсгүүд) хамрагдана. Тухайлбал ОХУ-ын Оротск, Монголын Булагт, Украйны Пержанскын гентгельвины ордуудыг хамруулсан байна.

IV бүлгийн ордууд үйлдвэрлэлийн бие даасан ач холбогдолгүй боловч энэ бүлгийн ордод хайгуулын ажлыг бериллийн хүдэр олборлогч байгууллагад хүдрээ нийлүүлэх зорилгоор хийнэ.

2.2. Ордын нийт нөөцийн 70-аас багагүй хувийг агуулж байгаа үндсэн хүдрийн биетийн геологийн тогтцын нийлмэл байдлын зэргээр орд (түүний хэсэг) ямар бүлэгт хамрагдахыг тогтооно.

2.3. Ордыг геологийн тогтоцын нийлмэл байдлаар нь аль нэг бүлэгт хамруулахдаа хүдэржилтийн үндсэн шинж, чанаруудын өөрчлөлтийн тоон тодорхойлолтуудыг ашиглаж болно. Хайгуулын систем ба хайгуулын торын нягтрал нь үндсэндээ байгалийн хэд хэдэн зүйлээс хамаардаг. Тухайлбал хүдрийн биетүүдийн байршиж байгаа нөхцөл, структур-геологийн онцлог (хүдрийн биетийн хэлбэр дүрс, өөрчлөлтийн байдал, хил заагийн шинж), ашигт бүрдвэрүүдийн (хүдрийн биетүүдийн хэмжээнд ашигт малтмалын чанарын өөрчлөлтийн зэрэг) тархалтаас хамаарна. Тухайн ордыг геологийн тогтоцын нийлмэл байдлаар нь аль нэг бүлэгт хамруулахад шаардлагатай гол үзүүлэлтүүдийн тоон үнэлгээ, түүнд харгалзах ордын бүлгийн талаар дараах тайлбарыг санал болгож байна. Үүнд:

а. Хүдэржилтийн итгэлцүүрийг (K_x) тасалдсан хүдэржилттэй ордын нөөцийн нэгж хэсэгшлийг ялгахад хэрэглэнэ. Хүдэржилтийн итгэлцүүрийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

Энд: l_i – малталт ба цооногоор огтолсон хүдэртэй хэсгүүдийн шугаман хэмжээ,
 L – малталт ба цооногоор тогтоосон нийт хүдэржсэн хэсгийн шугаман хэмжээ.

Б. Ордын нийлмэл байдлын итгэлцүүр q – ийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

Энд: N_x – хүдэржилт огтолсон малталт ба цооногийн тоо,

N_{xz} – хүдэржилт огтлоогүй малталт ба цооногийн тоо.

В. Хүдрийн биетийн зузааны өөрчлөлтийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

Энд: V_m – хүдрийн биетийн зузааны өөрчлөлтийн вариацийн итгэлцүүр,

σ_m – хүдрийн биетийн зузааны дисперс,

\bar{m} – хүдрийн биетийн дундаж зузаан.

Г. Ашигт бүрдвэрийн агуулгын өөрчлөлтийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

Энд: V_a – ашигт бүрдвэрийн агуулгын өөрчлөлтийн вариацийн итгэлцүүр,

σ_a – ашигт бүрдвэрийн агуулгын дисперс,

\bar{a} – ашигт бүрдвэрийн дундаж агуулга.

Ордуудыг тодорхой бүлэгт хамруулахдаа хүдрийн биетийн хэлбэр, зузаан болон ашигт бүрдвэрийн агуулгын хамгийн их өөрчлөлтийг үзүүлэх геологийн бүх мэдээллийн бүрэн байдлыг харгалзан үзэх хэрэгтэй. Ордуудыг геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар бүлэглэхэд шаардлагатай гол үзүүлэлтүүдийн хамгийн их хязгаарын боломжит утгуудыг ОХУ-ын бериллийн ордуудын нөөцийн ангилалд санал болгосон хувилбарыг (Хүснэгт-5) ашиглах боломжтой.

Хүдэржилтийн үндсэн шинж чанаруудын өөрчлөлтийн тоон утгууд

Хүснэгт 5

Ордын бүлэг	Хайгуул хийж байгаа объектуудын өөрчлөлтийн үзүүлэлтүүд			
	Хүдрийн биетийн хэлбэр			Агуулга, %
	K_x	q	V_m %	V_a
I бүлгийн орд	0.9-1.0	0.8-0.9	< 40	< 40
II бүлгийн орд	0.7-0.9	0.6-0.8	40-100	40-100
III бүлгийн орд	0.4-0.7	0.4-0.6	100-150	100-150
IV бүлгийн орд	<0.4	<0.4	>150	>150

2.4. Монгол улс эдийн засгийн ач холбогдолтой грейзений гаралтай II ба III бүлгүүдэд хамрагдах берилли агуулсан ховор металлын комплекс ордуудад хайгуул хийж нөөц тооцоолжээ (Хүснэгт-6).

Монгол Улсын бериллийн зарим ордын төрөл ба бүлэг

Хүснэгт 6

Ордын нэр	Ордын төрөл	Хүдрийн биетийн хэлбэр	Хүдрийн текстур	Хүдрийн гол эрдэс	Ашигт бүрдвэрийн дундаж агуулга, %	Ордын хэмжээ	Ордын бүлэг
Төв	Ховор металл (W, Mo, Sn, Vc) грейзений	Мэшил хэлбэрийн биетүүд	Шигтгээлэг-судлархаг	Берилл, Вольфрамит Молибденит Касситерит	BeO-0.11, WO ₃ -0.1, Mo-0.02, Sn-0.043	Жижиг орд	III
Егзэр	Ховор металл (W, Mo, Vc) грейзений	Давхарга хэлбэрийн биетүүд	Шигтгээлэг-судлархаг	Вольфрамит Молибденит Берилл	WO ₃ -0.18, Mo-0.07, BeO-0.069	Вольфрамын дунд, молибден ба бериллийн жижиг орд	II
Өндөрцагаан	Ховор металл (W, Mo, Vc) грейзений	Штокверк	Шигтгээлэг-судлархаг	Вольфрамит Молибденит Берилл	WO ₃ -0.1, Mo-0.02, BeO-0.03	Вольфрамын том, молибден ба бериллийн дунд зэргийн орд	II
Булагт	Ховор элемент пегматитын	Шток мэшил	Шигтгээлэг	Берилл, Ортит, Колумбит	Бериллийн баяжмалд BeO-12.1-13.4%, Ортитийн баяжмалд CeO ₂ -40-50%, La ₂ O ₃ -28-33%, Y ₂ O ₃ -1.5-2.0%, Nb ₂ O ₅ -0.2%, Eu ₂ O ₃ -0.25-0.6%, Cd ₂ O ₃ -3-4%	Бериллийн жижиг орд	IV

Гурав. Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүний судалгаа

3.1. Хайгуул хийгдэж байгаа ордод тухайн нутгийн гадаргын шинж төрх, геологийн тогтоцын онцлог, ордын хэмжээнд тохирсон масштабтай байрзүйн зургийн суурийг хэрэглэнэ. Бериллийн хүдрийн ордуудын байрзүйн зураг ба плануудыг ихэвчлэн 1:1 000-5 000 масштабээр зохионо. Байрзүйн суурь зургийн солбицлыг Монгол улсад мөрдөж буй нэгдсэн тогтолцоонд тулгуурлан, тэгш өнцөгтийн (UTM) ба газарзүйн (градус, минут, секунд) нэгжээр харуулсан байна. Хайгуулын ба ашиглалтын бүх малталтууд (суваг, шурф, траншей, цооног, штольн, ил уурхай г.м.), геофизикийн нарийвчилсан хэмжилтийн шугамууд, хүдрийн биет, эрдэсжсэн бүсийн байгалийн гаршуудыг байрзүйн зурагт багажит хэмжилтийн холболтоор буулгана. Далд малталтууд ба цооногуудыг маркшейдерын зураглалын өгөгдлөөр план дээр буулгана. Малталтуудын горизонтуудын маркшейдерын плануудыг 1:200-1:500 масштабээр, нэгдсэн план зургийг 1:1 000 ба түүнээс том масштабээр зохионо. Цооногуудын байршлын солбицол, хүдрийн биетийн тааз (дээд), улны (доод) огтлогдсон цэгүүдийн солбицлоор цооногийн хазайлтыг тооцоолж, дэвсгэр зургууд болон зүсэлтүүдийн хавтгайнуудад буулгаж тэмдэглэнэ.

3.2. Ордын геологийн тогтцыг нарийвчлан судалж 1:1 000 1:5 000 масштабын геологийн зураг (ордын нийлмэл байдал, хэмжээнээс хамаарч), зүсэлтүүд, планууд, тусгалуудыг (проект) зохиож шаардлагатай тохиолдолд блок-диаграммууд, гурван хэмжээст загваруудаар дүрслэнэ. Ордуудын геологи ба геофизикийн судалгаануудын материалууд нь хүдрийн биетийн буюу эрдэсжсэн бүсийн хэлбэр, хэмжээ, тэдгээрийн байрлалын нөхцлүүд, дотоод тогтоц, тасралтгүй үргэлжлэх байдал (эрдэсжсэн бүсүүдийн хүдэржилтийн зэрэг), хүдрийн биетийн шургалтын шинж, хүдэржилтийн хэвтээ ба босоо бүсжилт, агуулагч чулуулгийн хувирлын онцлогууд, хүдрийн биетүүд ба агуулагч чулуулаг, атираат структур, хагарал эвдрэл хоорондын уялдаа холбооны талаар нөөцийн тооцооллыг хийхэд хангалттай төсөөлөл өгч чадахуйц түвшинд байх ёстой. Мөн ордуудын хүдэржилтийн хил хязгаар ба илрүүлсэн (P_1) зэрэглэлээр баялгийн үнэлгээ өгсөн хэтийн төлөвтэй хэсгүүдийн байрлалыг тодорхойлж байгаа эрлийн шалгуурууд үндэслэлтэй байх нь чухал. Хайгуулын талбай, ордын хүдрийн дүүргийн геологийн ба ашигт малтмалын зургуудыг 1:10 000-25 000 масштабээр тэдгээрт тавигдах шаардлагыг баримтлан Монголын литостратиграфийн кодексын дагуу зохиож, геологийн зүсэлт хийсэн байна.

3.3. Бериллийн хүдрийн биетүүд, эрдэсжсэн бүсүүдийн газрын гадарга дээрх гаршууд болон гадарга орчмын хэсгийг геологийн ба геофизикийн судалгаануудын үр дүнд үндэслэн хүдрийн биетүүдийн суналыг уулын малталтууд, бага гүнтэй цооногуудаар мөрдөн судалж тэдгээрийн сорьцлолтоор хүдрийн биетүүдийн хэлбэр дүрс, байрлалын нөхцлийг тодорхойлох, хүдрийн исэлдлийн зузаан, исэлдлийн зэрэг, исэлдлийн бүс дэх бериллийн ислийн ба бусад ашигт бүрдвэрүүдийн агуулга, исэлдлийн бүсийн хүдрийг баяжуулах боломжийг тогтоосон байна.

3.4. Бериллийн ордуудын хайгуулыг гүний түвшинд хийхдээ геофизикийн судалгааны аргуудыг (газрын гадарга дээрх, цооногуудын ба малталтуудын) хэрэглэн малталт, цооногуудаар хослуулан гүйцэтгэнэ. Хайгуулын малталтууд ба цооногуудын тоо хэмжээний харьцаа, малталтын төрлүүд, өрөмдлөгийн систем, хайгуулын торын хэлбэр ба нягтрал, сорьцлолтын төрөл зэрэг хайгуулын арга аргачлал нь ордуудын геологийн тогтцын нийлмэл байдлын бүлгүүдэд тохирсон зэрэглэлүүдээр нөөцийг тооцоолох боломжийг хангасан байх ёстой. Хайгуулын аргачлал нь ордын геологийн тогтцын онцлог, хайгуул хийхээр сонгосон малталт, өрөмдлөг, геофизикийн техник, тоног төхөөрөмжүүдийг хэрэглэх боломж, ижил төрлийн ордын хайгуул хийсэн болон олборлож байгаа арга туршлагыг харгалзан үзсэний үндсэн дээр тодорхойлогдоно. Хайгуулын оновчтой хувилбарыг сонгон авахад хүдрийн текстур, структурын онцлог (гол төлөв хүдрийн эрдсүүдийн томоохон ялгаралт үүссэн), бериллийн эрдсүүдийн орон зай дахь тархалтын шинж, бериллийн ислийн агуулгын хувьсалтын зэрэг болон малталтуудын сорьцлолт ба өрөмдлөгийн үед берилли агуулсан эрдсүүдийн сонгомол элэгдэлд өртөх боломжийг харгалзах ёстой. Мөн хайгуулын ажил гүйцэтгэх хугацаа, техник-эдийн засгийн харьцуулсан үзүүлэлтүүдийг харгалзан үзнэ.

3.4.1. Баганат өрөмдлөгийн чанар, керний гарц хамгийн өндөр байх, керн нь хүдрийн биетүүд ба агуулагч чулуулгийн байрлалын онцлог, тэдгээрийн хил зааг, зузаан, хүдрийн биетүүдийн дотоод бүтэц, тогтоц, хүдэр орчмын хувирлын шинж байдал, хүдрийн байгалийн янз бүрийн төрлүүдийн тархалт, тэдгээрийн структур, текстур, тодорхойлох, сорьцлолтын материал бүрэн төлөөлөх хэмжээнд байвал зохино. Орчин үеийн геологи-хайгуулын ажлын туршлагаас харахад өрөмдлөгийн ахиц бүрийн керний гарц 92 % ба түүнээс дээш байна. Керний шугаман гарцын тодорхойлолтын үнэн зөвийг жингийн болон эзэлхүүний аргуудаар тогтмол хянаж, түүнийг баримтжуулна. Цооногийн керний бутралд өртсөн байдалд ажиглалт, бичлэг хийхдээ керний бутарсан хэмхдэсийн хэмжээ 10см-ээс их байх үзүүлэлтэд тулгуурлана. Кернийг бутралын зэргээр нь бүрэн өгөршиж бутарсан (<25%), өгөршиж бутарсан (25-50%), дунд зэрэг бутарсан (51-75%), бага бутарсан (76-90%), бутралд ороогүй (91-100%) гэж ангилна. Энэхүү үзүүлэлтээр хүдэр, чулуулгийн физик-механикийн шинж чанарт анхдагч үнэлгээг өгнө. Бериллийн ислийн агуулга болон хүдрийн огтлолын зузааныг тодорхойлоход керн төлөөлөх чадвартай гэдгийг баталгаажуулахын тулд керн сонгомол элэгдэлд өртөх боломжийг судалсан байна. Үүний тулд, хүдрийн үндсэн төрлүүдээр керний ба шламын сорьцлолтын шинжилгээний үр дүнг (янз бүрийн гарцтай огтлолуудаар) хяналтын малталт, эсвэл өөр аргаар өрөмдсөн (хийн цохилтот, цохилтот, үрлэн гэх мэт) цооногуудын керний сорьцлолтын ба гамма-нейтроны каротажын үр дүнгүүдтэй харьцуулан үзнэ. Керний гарц бага эсвэл сонгомол элэгдэлд автсанаас сорьцлолтын үр дүн мэдэгдэхүйц гажиж байгаа нөхцөлд хайгуулын өөр арга хэрэглэх нь чухал. Керний сорьцууд дахь бериллийн агуулга мэдэгдэхүйц гажиж байгаа үед хяналтын малталтуудын мэдээлэлд үндэслэн үндсэн керний сорьцлолтын үр дүнг засварлах итгэлцүүр тооцоолж хэрэглэх боломжтой.

Хүдрийн нунтаг ба үүрмэг материалаас (өгөршлийн бүс, ан цавшил, эвдрэл бутралын бүс г.м.) бүрдсэн хүдрийн биетийн дээд хэсгийн керний гарцыг нэмэгдүүлэх зорилгоор өрөмдлөгийн тусгай технологи (угаалгагүй өрөмдлөг, богиносгосон өрөмдлөг, гурвалсан ялтаст, тусгай угаалгын шингэн хэрэглэх, давхар хамгаалалтын яндан суулгах г.м.) хэрэглэх шаардлагатай. Ордын талбай, хүдрийн биетүүд их зузаантай сэвсгэр хурдсаар болон эрдэсжилтгүй зузаалгаар хучигдсан тохиолдолд урвуу эргэлтэт өрөмдлөгийг хэрэглэж болно.

Өрөмдлөгийн үнэмшил, мэдээлэл, нөөцийн тоон үнэлгээний өгөөжийг дээшлүүлэхийн тулд орчин үеийн геофизикийн судалгааны аргын боломж, ордын геологи-геофизикийн нөхцөл, шийдвэрлэх зорилт зэргээс хамаарч цооногийн геофизикийн аргуудыг ашиглах нь чухал. Хүдэр дэх бериллийн ислийн агуулга, хүдрийн огтлолуудын зузааныг тодорхойлох, хүдрийн биетийн дотоод тогтоц, онцлогийг нарийвчлах, эрдэсжилтийн бүсийг ялгахад гамма-нейтроны аргыг тухайн орд дээр өрөмдсөн бүх цооногт хэрэглэнэ. Босоо өрөмдсөн 50 м-ээс дээш гүнтэй цооногууд болон бүх налуу цооногуудад цооногуудын азимут, зенитийн өнцгүүд болон цооногийн голчийн орон зайн байршлыг 20 м алхмаар, эсвэл тасралтгүй хэмждэг төхөөрөмжөөр хэмжилт хийж, тодорхойлж байх шаардлагатай. Тэдгээр хэмжилтийн үр дүнгүүдийг геологийн зүсэлтүүд, хэвтээ план зургууд байгуулах болон хүдрийн огтлолын зузааныг тооцоолж гаргахад ашиглах ёстой. Цооног нь малталтуудаар огтлогдсон тохиолдолд огтлолцлын цэгийн байрлалыг маркшейдерын холболтоор тодорхойлно. Хүдрийн биетийг 30°-аас багагүй өнцгөөр огтолсон байхаар цооногийн налууг сонгоно. Босоо уналтай хүдрийн биетийг хурц өнцгөөр огтлох тохиолдолд цооногт зориудаар хазайлгах төхөөрөмж ашиглаж болно. Хайгуулын үр дүнг сайжруулах зорилгоор олон мөргөцөгт цооног өрөмдөх, хэвтээ далд малталтуудаас дэвүүр маягийн өрөмдлөг хийх нь ашигтай. Хүдэр дундуур нэг л диаметрээр өрөмдөх хэрэгтэй.

3.4.2. Малталтууд нь хүдрийн биетүүдийн дотоод бүтэц, хэлбэр дүрс, байрлалын нөхцөл, тасралтгүй үргэлжлэх байдал, хүдрийн бодисын найрлага, үндсэн бүрдвэрүүдийн тархалтын шинжүүдийг нарийвчлан судлах, өрөмдлөг, геохими, геофизикийн судалгаануудын мэдээллийг хянах, технологийн сорьц авах үндсэн хэрэгсэл нь болдог. Малталтаар ордын төлөөлөх хэсэгт хангалттай хэмжээгээр хайгуул хийх шаардлагатай нөхцөлд хүдрийн биетийн унал ба суналын дагуух тасралтгүй үргэлжлэх байдал, хүдэржилтийн өөрчлөлтийн байдлыг нарийвчлан судлана.

Харин бага зузаантай хүдрийн биетүүдийг штрек ба босоо малталтаар тасралтгүй мөрдөж, эрдэсжсэн бүсийн төрлийн их зузаантай хүдрийн биетүүд, томоохон штокверк биетүүдийг квершлаг, орт, хэвтээ малталтуудын (цооногуудын) нягтруулсан тороор судлана. Малталтуудын чухал ач холбогдлуудын нэг нь өрөмдлөгийн үеийн керний сонгомол элэгдлийн зэргийг тогтооход оршино. Малталтуудыг ордын эхний ээлжинд олборлох, техник эдийн засгийн үндэслэлийг зохиохоор төлөвлөж байгаа горизонтууд ба хэсгүүдэд хийнэ.

3.4.3. Хайгуулын малталтуудын байрлал, тэдгээрийн хоорондох зайг хүдрийн биетийн структур-морфологийн төрөл тус бүрээр тодорхойлно. Үүний тулд баян

хүдэртэй баганалаг хэлбэрийн биетүүдийн байршлыг харгалзан үзэх нь чухал. ОХУ ба Тусгаар улсуудын хамтын нөхөрлөлийн орнуудын бериллийн ордуудын хайгуулд хэрэглэсэн хайгуулын торын нягтралын нэгтгэсэн мэдээллийг (Хүснэгт-7) геологи-хайгуулын ажлыг төлөвлөхдөө оновчтойгоор ашиглаж болох юм. Орд бүр дээр нарийвчлан судалсан хэсгүүдийн судалгаа болоод ижил төсөөтэй ордуудын геологийн, геохимийн, геофизикийн ба ашиглалтын материалуудын мэдээллүүдэд дүн шинжилгээ хийж түүнд тулгуурлан хайгуулын малталтуудын торын нягтрал, оновчтой хэлбэрийг сонгон авч болно.

Хайгуулын торын нягтралын оновчлолд олон улсын хайгуулын судалгаанд өргөн хэрэглэж байгаа геостатистикын аргыг хэрэглэж болно.

3.4.4. Хайгуул хийгдсэн ордын нөөцийн үнэмшлийг дээшлүүлэх зорилгоор ордын зарим хэсгүүдэд хайгуулыг илүү нарийвчлалтай хийсэн байх ёстой. Нарийвчлал хийх хэсгийн байрлал, тоо, хэмжээг тухайн ордын геологийн тогтцын онцлог, ордыг олборлох ТЭЗҮ-ээр сонгосон жишгийн үзүүлэлтүүдэд үндэслэн хайгуул эрхлэгчид тогтооно. Ордын тийм хэсгүүдийг хайгуулын илүү нягтралтай тороор судлан, сорьцлолт хийнэ. II бүлгийн ордуудын нарийвчлан судлагдсан хэсгүүдийн ба горизонтуудын нөөцийг Бодитой (B) зэрэглэлээр, III бүлгийн ордуудын тийм хэсгүүдийн нөөцийг Боломжтой (C) зэрэглэлээр тооцоолно. Энэ тохиолдолд хайгуулын торыг Боломжтой (C) зэрэглэлийн торын нягтралаас 2 дахинаас багагүйгээр нягтруулах нь зохистой.

Нарийвчлал хийсэн хэсгүүдийн нөөцийн тооцоололд геостатистик арга хэрэглэж өгөгдлүүдийг интерполяцаар тодорхойлж байгаа тохиолдолд хайгуулын огтлолын нягтрал нь интерполяцийн оновчтой томъёоллыг үндэслэхэд хангалттай хэмжээнд байх шаардлагатай. Нарийвчлан судлагдсан хэсгүүд нь ордын нөөцийн үндсэн хэсгийг агуулсан хүдрийн биетүүдийн хэлбэр дүрс, байрлалын нөхцлүүдийн онцлог, хүдрийн давамгайлах чанарыг агуулсан байх ёстой. Тийм хэсгүүд нь эхний ээлжинд олборлох нөөцийн хүрээ, хил зааг дотор байрласан байна. Хэрэв эхний ээлжинд олборлохоор төлөвлөсөн хэсгүүд нь геологийн тогтцын онцлогууд, хүдрийн чанар, уул-геологийн нөхцлөөрөө ордыг бүхэлд нь төлөөлж чадахгүй өвөрмөц онцлогтой бол шаардлага хангах хэсгүүдийг олж тогтоон нарийвчлан судлах шаардлагатай.

Бериллийн ордуудын хайгуулын торын нягтралын мэдээлэл

Хүснэгт 7

Ордын бүлэг	Хүдрийн биетийн шинж	Малталтын төрөл	Малталтуудаар хүдрийн биет огтлолцсон цэгүүдийн хоорондох зай (м), нөөцийн зэрэглэлээр:			
			B		C	
			Суналын дагуу Тасралтгүй үргэлжилсэн	Уналын дагуу	Суналын дагуу	Уналын дагуу
II	Бериллийн исэл жигд бус тархалттай, нийлмэл морфологитой, нилээд зузаантай, суналын дагуу ихээхэн (1 км-ээс их) үргэлжилсэн метасоматит хэвтшүүд, грейзеней төрлийн эрдэсжсэн бүсүүд ба томоохон штокверкүүд	Штрек	40-60	-	-	-
		Орт, рассечик, хэвтээ цооног	-	-	-	-
III	Бериллийн исэл жигд бус тархалттай, зузаан нь тогтмол бус, дунд зэргийн хэмжээтэй судал, мэйшил, багана хэлбэрийн метасоматит хэвтшүүд	Босоо малталт (Восстающие)	Тасралтгүй үргэлжилсэн	-	-	-
		Цооног	40-50	40-80	40-80	40-80
IV*	Бериллийн исэл жигд бус тархалттай, зузаан нь тогтмол бус, дунд зэргийн хэмжээтэй судал, мэйшил, багана хэлбэрийн метасоматит хэвтшүүд	Штрек	-	-	Тасралтгүй үргэлжилсэн	30-60
		Орт, рассечик, хэвтээ цооног	-	-	20-25	-
IV*	Бериллийн ислийн тархалт онцгой жигд бус (хүдэргүй чулуулгаар тусгаарлагдсан BeO өндөр агуулгатай хэсгүүд), зузаан нь огцом өөрчлөлттэй, байрлал нь хүчтэй эвдэрсэн, том биш хэмжээтэй судал, мэйшил хэлбэрийн заримдаа үүр, багана хэлбэртэй биетүүд	Босоо малталт	-	-	60-80	Тасралтгүй үргэлжилсэн
		Цооног	-	-	25-50	25-50
IV*	Бериллийн ислийн тархалт онцгой жигд бус (хүдэргүй чулуулгаар тусгаарлагдсан BeO өндөр агуулгатай хэсгүүд), зузаан нь огцом өөрчлөлттэй, байрлал нь хүчтэй эвдэрсэн, том биш хэмжээтэй судал, мэйшил хэлбэрийн заримдаа үүр, багана хэлбэртэй биетүүд	Штрек	-	-	Тасралтгүй үргэлжилсэн	15-30
		Орт, рассечик, хэвтээ цооног	-	-	10-20	-
IV*	Бериллийн ислийн тархалт онцгой жигд бус (хүдэргүй чулуулгаар тусгаарлагдсан BeO өндөр агуулгатай хэсгүүд), зузаан нь огцом өөрчлөлттэй, байрлал нь хүчтэй эвдэрсэн, том биш хэмжээтэй судал, мэйшил хэлбэрийн заримдаа үүр, багана хэлбэртэй биетүүд	Босоо малталт	-	-	Биет бүрээр нэгээс багагүй огтлол	-
		Цооног	-	-	12,5-25	12,5-25

* Ашигт бүрдвэрийн тасалдсан хувиралттай ба онцгой нийлмэл тогтоцтой том биш хүдрийн биетүүдэд хэрэглэсэн хайгуулын торын нягтралын тухай мэдээллийг ашиглав. Үнэлгээ өгсөн ордод Илрүүлсэн баялгийн (P₁) үнэлгээ өгөхөд Боломжтой (C) зэрэглэлийн торын нягтралыг ордын геологийн тогтоос хамааруулан 2-4 дахин сийрэгжүүлэн хэрэглэж болно.

Хүдрийн биетийн унал, суналын дагуу тасалдсан хүдэржилттэй ордуудын жишгийн хүдэртэй хэсэг бүрийг салгаж хүрээлэн нөөц тооцоолох боломжгүй тохиолдолд нөөцийн нэгдсэн хүрээнд багтаан нөөцийг тооцоолсны дараа хүдэржилтийн итгэлцүүр хэрэглэн жишгийн бус хүдрийн болон хоосон чулуулагтай хэсгүүдийн цулыг тооцоолж хүдрийн нөөцийн тоон хэмжээнээс хасах арга хэрэглэж болно. Нарийвчлан судалсан хэсгүүдийн геологийн мэдээлэл нь ордын нийлмэл байдлын бүлгийг үнэлэх, хайгуул хийхээр сонгож авсан тоног төхөөрөмж, арга аргачлал ба хайгуулын тор, түүний хэлбэр дүрс нь ордын геологийн тогтцын онцлогт тохирсон эсэхийг баталгаажуулах, ордын бусад хэсэгт нөөц тооцоолоход ашигласан тооцооны үзүүлэлтүүд болон сорьцолтын үр дүнгийн үнэмшлийг болон ордыг бүхэлд нь ашиглах нөхцөл байдлыг үнэлэхэд хэрэглэгдэнэ. Олборлож байгаа ордуудын хувьд дээрх зорилгоор ашиглалтын хайгуул ба олборлолтын үр дүнг ашиглана.

3.4.5. Хайгуулын бүх малталтууд, цооногууд, хүдрийн биетүүд ба эрдэсжсэн бүсүүдийн гаршуудыг 1:100 масштабтай зургаар баримтжуулсан байх ёстой. Сорьцуудын байрлал, сорьцолтын үр дүнг анхдагч баримтжуулалтын зураг дээр буулгаж геологийн бичиглэлээр баталгаажуулна.

Анхдагч баримтжуулалтын бүрдэл ба чанар нь ордын геологийн онцлогтой нийцэж буй эсэх, структурын элементүүдийн орон зайн байрлалыг зөв тодорхойлсон эсэх, зураг, бүдүүвчийн зохиолт, тэдгээрийн бичиглэлийг тогтсон журмын дагуу мэргэшсэн этгээдүүд байгаль дахь бодит байдалтай нь тулган шалгах ажлыг тогтмол хийнэ. Геологийн сорьцолт, геофизикийн хэмжилтийн (сорьцын жин ба сорьцолтын огтлол тогтвортой эсэх, ордын тухайн хэсгийн геологийн тогтцын онцлогт сорьцолтын байрлал нь тохирсон эсэх, сорьц авсан цэгийн нягтрал ба тасралтгүй үргэлжлэх байдал, хяналтын сорьцолт хийсэн эсэх, түүний үр дүн нь байгаа эсэх) чанарыг үнэлэх шаардлагатай.

3.5. Ашигт малтмалын чанарыг судлах, хүдрийн биетүүдийн хүрээг татах, нөөц тооцоолоход зориулан байгалийн гаршуудад тогтоогдсон, хайгуулын малталтуудаар илрүүлэгдсэн хүдрийн бүх огтлолуудыг сорьцолсон байх ёстой.

3.5.1. Геологийн сорьцолт ба геофизикийн хэмжилтийн арга, аргачлалын сонголтыг ордын геологийн тогтцын онцлог, ашигт малтмал ба агуулагч чулуулгийн физик шинж чанар, хайгуулд хэрэглэж байгаа техник, тоног төхөөрөмжөөс шалтгаалан ордын үнэлгээний болон хайгуулын ажлын эхний шатанд хийнэ.

Сорьцолт хийхээр сонгон авсан арга аргачлал нь хөдөлмөрийн бүтээмж өндөртэй, эдийн засгийн хувьд үр ашигтай байдлаар үр дүнг авах үнэмшлийг хангасан байвал зохино. Үр ашиггүй хөдөлмөр зарцуулалт, сорьц авах, боловсруулах арга барил, хэрэгслүүдийг багасгахын тулд сорцолт хийх огтлолуудыг цөмийн геофизикийн, соронзонгийн болон бусад аргуудын хэмжилтээр ба каротажын өгөгдлүүдээр урьдчилан төлөвлөхийг зөвлөж байна. Бериллийн хүдрийн ордуудын ердийн сорьцолтод гамма-нейтроны аргуудыг хэрэглэснээр сорьцууд дахь бериллийн агуулгын тухай мэдээллийг шууд хүлээн

авах боломжтой. Сорьцлолт хийх үед холбогдох аргачилсан баримт бичгүүдийг удирдлага болгох нь чухал.

3.5.2. Хайгуулын огтлолын сорьцлолтод заавал мөрдөх дараах нөхцлийг баримтлана. Үүнд:

- Сорьцлолтын тор тогтвортой, түүний нягтрал нь ордын судалж байгаа хэсгүүдийн геологийн онцлогоор тодорхойлогдсон байх, хүдэржилт хамгийн их өөрчлөлттэй байгаа чиглэлд сорьцуудыг авах; хүдрийн биетийг хайгуулын малталтаар (ялангуяа цооногоор) хүдэржилт хамгийн их өөрчлөлттэй байгаа чиглэлд хурц өнцгөөр огтолсон тохиолдолд сорьцлолт төлөөлөх чадвартай болсон нь эргэлзээтэй бол хяналтын сорьцлолт хийж үр дүнг нь харьцуулах замаар тэрхүү огтлолуудын сорьцлолтын үр дүнгүүдийг нөөцийн тооцоололд ашиглах боломжийг баталгаажуулсан байх ёстой;
- Сорьцлолтыг хүдрийн биетийн бүх зузааныг хамарсан байдлаар агуулагч чулуулаг руу оруулан, жишгийн дагуу үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой хүрээ буюу хүдрийн биет доторх хоосон болон жишгийн бус үеүдийн зузаанаас илүү гарч байх урттайгаар тасралтгүй хийх ёстой. Геологийн тодорхой хил зааггүй хүдрийн биетийн хувьд хайгуулын бүх малталт, цооногуудын кернийг бүхэлд нь сорьцох, геологийн тод хил заагтай хүдрийн биетүүдийн хувьд хүдрийн биетийг хамруулан сийрэгжүүлсэн тороор сорьцох хэрэгтэй. Хайгуулын малталтууд дахь хүдрийн үндсэн гаршуудаас гадна тэдгээрийн өгөршлийн бүтээгдэхүүнүүдийг сорьцолсон байна;
- Хүдрийн биетийн хажуугийн эрдэсжсэн чулуулгууд, хүдрийн байгалийн төрлүүд болон янз бүрийн гарцтай керний огтлолууд, өөр өөр голчтой кернийг тус тусад нь сорьцлоно. Сорьц бүрийн урт нь (ердийн сорьцууд) хүдрийн биетийн дотоод бүтэц, хүдрийн бодисын найрлагын өөрчлөлт, текстур-структурын онцлогууд, физик-механикийн болон бусад шинж чанаруудаар тодорхойлогдоно. Сорьцын урт нь жишгээр ялгасан хүдрийн төрөл, сортуудын хамгийн бага зузаанаас, мөн хүдрийн хүрээ хил доторх хоосон чулуулаг ба жишгийн бус агуулгатай үеүдийн хамгийн их зузаанаас илүү гарах ёсгүй.
- Өрмийн цооногоос сорьц авах арга нь (керний ба шламын) хэрэглэж байгаа өрмийн төрөл, чанараас хамаарна. Тиймээс керний голч ба керний гарц янз бүр байгаа огтлолуудыг тус тусад нь сорьцолно. Керн тодорхой хэмжээгээр элэгдэлд орсон тохиолдолд керн ба өрмөөр бутлагдсан бүтээгдэхүүнүүдийг (тоос, шлам) тус тусад нь сорьцолж шинжилгээ хийлгэнэ. Цооногийн диаметр бага, хүдрийн эрдсүүдийн тархалт маш жигд бус тохиолдолд кернийг хуваалгүй сорьцлоно.
- Жигд бус хүдэржилтийг судлахын тулд (хүдрийн толборхог ялгаралт) геофизикийн хэмжилтийн алхам нь 1 м-ээс ихгүй, хүдэржилт жигд тархалттай, их зузаантай тохиолдолд 2 м-ээс хэтрэхгүй байна. Хүдрийн ялгаралтыг штуфээр судлахын тулд цөмийн геофизикийн хэмжилтийн үр дүнг 5-10 см ахицаар ялгавартай байдлаар тайлал хийнэ. Хүдрийн толболог ба хэсэгчилсэн ялгаралтын үнэлгээнд холбогдох арга зүйн бичиг баримтуудыг удирдлага болгоно.

- Хүдрийн биетийн зузааныг бүрэн огтолсон далд малталтын сорьцлолыг 2 хананаас, хүдрийн биетийн суналын дагуу нэвтэрч байгаа тохиолдолд мөргөцөгт хийх ёстой. Уулын малталт дахь сорьц хоорондын зай нь голдуу 1 м-ээс ихгүй (сорьцлолын алхмыг уртасгах бол үр дүнг нь туршилт-араг зүйн судалгаагаар баталгаажуулна) байна. Босоо уналтай хүдрийн биетэд нэвтэрсэн хэвтээ малталтуудад бүх сорьцуудыг урьдчилан тодорхойлсон тогтвортой ижил өндрөөс авна.
- Сорьцлолтонд хэрэглэж байгаа үзүүлэлтүүдийг сорьцолж байгаа хүдрийн биетийн зузаан, ашигт бүрдвэрүүдийн тархалтын шинж, хүдэр ба агуулагч чулуулгийн физик-механикийн шинжээс хамааруулан харьцуулалтын аргаар сонгож, туршилтын ажлаар баталгаажуулсан байна.
- Малталт, цооногуудын геологийн ба геофизикийн сорьцлолын үр дүнг хүдэржилтийн жигд бус байдлын үнэлгээнд болон байгалийн нөхцөлд оршиж байгаа хүдрийн баяжигдах шинжийг радиометрийн баяжуулалтын урьдчилсан үнэлгээнд ашиглана. Том мөхлөгт хүдрийн ялгалтыг үнэлэх судалгаанд 1 м-ээс богино урттай сорьцлолын алхмыг тогтмол баримтлах нь зүйтэй. Харин радиометрийн ялгалтын үзүүлэлтүүдийг 100-200 мм хүртэл хэмжээтэй хэмхдэст тохирсон сорьцын шугаман хэмжээгээр хийсэн геофизикийн интерпретацийн тайлалтын өгөгдлүүдийн үр дүнгээр таамаглана. Хүдэржилтийн ялгаралтын үнэлгээнд аргачлалын баримт бичгүүдийг мөрдлөг болгон хэрэглэнэ.

3.5.3. Хүдрийн үндсэн төрлүүдээр хийгдэж байгаа сорьцлолын арга аргачлал тус бүрээр сорьцлолын чанарыг байнга хянаж үр дүнгийн үнэмшил, нарийвчлалыг үнэлэх хэрэгтэй. Геологийн тогтцын элементүүдэд сорьцууд яаж байрлаж байгааг хянаж, хүдрийн биетүүдийг зузаанаар нь хүрээлэх буюу хил заагийг тогтооход найдаж болох эсэх, сорьцуудын үзүүлэлтүүд тогтвортой байгаа эсэх, сорьцын жин нь ховилон сорьц авахаар төлөвлөсөн огтлолын тооцооны жинтэй болон керн сорьцын жин нь гаргаж авсан керний тооцооны жинтэй тохирч байгаа эсэхийг (хүдрийн нягтын өөрчлөлтийг харгалзан үзэхэд хазайлт нь $\pm 10-20\%$ -иас ихсэх ёсгүй) шалгаж, хянаж байна.

Ховилон сорьцын хяналтыг анхдагч ховилтой зэрэгцээ байрлалтай яг ижил ховилоор сорьц авах, керн сорьцлолын хяналтыг анхдагч керн сорьцын дубликатыг сорьцлох замаар гүйцэтгэнэ.

Хүдрийн байгалийн гарш ба малталтаар нээгдсэн хүдрийн илэрцэд геофизикийн хэмжилт хийж бериллийн хүдрийн чанарыг үнэлэхэд багаж хэрэгслийн ажлын тогтвортой байдал ба ижил нөхцөлд давтан хийсэн хэмжилтүүдийн ба эталон хэсгүүдэд хийсэн хэмжилтүүдийн харьцуулалтын үр дүнг ашиглана. Каротажийн өгөгдлүүд нь керний өндөр гарц бүхий (92 %, түүнээс дээш) тулгуур цооногийн керн сорьцлолын үр дүнгүүдээр баталгаажсан байна. Сорьцлолын үнэмшилд нөлөөлж буй дутагдлуудыг илрүүлсэн тохиолдолд хүдрийн огтлолд дахин сорьцлолт хийх нь (давтан каротаж хийх) чухал. Сорьцлолын үр дүнг мэдэгдэхүйц гажуудуулж байгаа сонгомол элэгдэл байгаа тохиолдолд цооногуудын ийм огтлолуудын үнэмшлийг зэрэгцээ малталтуудын сорьцлолтоор шалгана. Хэрэглэж байгаа сорьцлолын арга, аргачлал, сорьцлож

байгаа арга замуудын үнэмшлийг илүү төлөөлөх чадвартай сорьцоор, тухайлбал бериллийн ордууд дээр бөөн сорьц авч үр дүнг харьцуулах замаар хянадаг. Энэ зорилгоор хүдрийн боловсруулагдах чанарыг тодорхойлохоор авсан технологийн сорьц, мөрөгцөгүүдээс авсан эзэлхүүн жин тодорхойлох бөөн сорьцуудын мэдээллүүдийг болон ордын олборлолтын үр дүнгүүдийг ашиглах шаардлагатай.

Ажиллаж байгаа уулын үйлдвэрлэлийн хувьд хэрэглэж байгаа сорьцлолтын аргуудын үнэмшлийг ордын нэг хэсэг, хэсэгшил, түвшний хэмжээнд уулын малталт, өрөмдлөгийн үр дүнг харьцуулах замаар шалгана. Хяналтын сорьцын хэмжээ нь статистик боловсруулалт хийж тохиолдлын болон байнгын (системтэй) алдаа байгаа эсэх талаар үндэслэлтэй дүгнэлт гаргахад, мөн шаардлагатай тохиолдолд хэрэглэх засварын итгэлцүүрийг үндэслэхэд хангалттай байх ёстой.

3.6. Сорьцуудын боловсруулалтыг орд тус бүрт зориулан боловсруулсан, эсвэл ижил төрлийн ордтой адилтган авсан бүдүүвчийг баримтлан гүйцэтгэнэ. Үндсэн ба хяналтын сорьцуудыг ижил бүдүүвчээр боловсруулна. Сорьц боловсруулалтын бүх үйл ажиллагаанд тогтмол хяналт тавьж байх ёстой. Их эзэлхүүнтэй бөөн сорьцын боловсруулалтыг тусгайлан зохиосон хөтөлбөрийн дагуу гүйцэтгэнэ.

3.7. Хүдрийн химийн найрлагыг судлахдаа үндсэн ба дагалдах ашигтай, хортой хольц, мөн шаар үүсгэгч бүрдвэрүүд байгааг илрүүлэх боломжийг хангасан байхаар бүрэн хэмжээнд судлана. Хүдэр дэх химийн элементүүдийн агуулгыг сорьцуудын хими, тоон спектр, физик-хими, геофизик болон бусад шинжилгээний аргуудаар тодорхойлно.

Бериллийн хүдэр дэх дагалдах ашиг бүрдвэрүүдийн судалгаанд ОХУ-д мөрдөж байгаа "Ордуудын цогцолбор судалгаа, дагалдах ашигт малтмал ба ашигт бүрдвэрийн нөөцийн тооцоог хийх зөвлөмжүүд"-ийг болон бусад оронд мөрдөж буй ижил төстэй зөвлөмжийг хэрэглэж болно.

Бүх сорьцуудад бериллийн ислийн болон хүдрийн биетийг зузаанаар нь хүрээлэхэд тооцож үздэг (вольфрам, молибден, цагаан тугалга, флюорит г.м.) бүрдвэрүүдийг шинжилдэг. Бериллийн ордуудад байдаг бусад дагалдах ашигт бүрдвэрүүд (тантал, ниоби, лити, ховор шороон элемент г.м.) болон хортой хольцуудыг (фосфор, мышьяк г.м.) бүлэгчилсэн сорьцоор тодорхойлно.

Ердийн сорьцуудыг бүлэгчилсэн сорьцуудад нэгтгэх, тэдний тархалтын байдал ба ерөнхий тоо хэмжээг тогтоох зарчим нь хүдрийн үндсэн төрлүүдийн хувьд дагалдагч ба хортой хольцуудыг тодорхойлоход жигд хамрагдсан байх, хүдрийн биетүүдийн унал ба суналын дагуу тэдгээрийн агуулгын өөрчлөлтийн зүй тогтлыг илэрхийлж чадах нөхцлийг бүрдүүлэхэд чиглэгдэнэ.

Анхдагч хүдрийн хувьсалт, өөрчлөлтийн зэргийг тайлбарлах, өгөршлийн гадаргын хил заагийг тогтоохын тулд эрдсийн түүхий эдийн фазын шинжилгээний аргачлалд нийцсэн фазын шинжилгээг хийх ёстой.

3.8. Сорьцуудын шинжилгээний чанарыг тогтмол хянах, хяналтын үр дүнгүүдийг цаг тухайд нь зохих аргачлалын дагуу боловсруулах зайлшгүй шаардлагатай. Сорьцуудын шинжилгээний геологийн хяналтыг лабораторийн шинжилгээний хяналтаас хамаарахгүйгээр ордын хайгуулын туршид хэрэгжүүлэх нь чухал. Хяналтад бүх үндсэн ба дагалдах болон хортой хольцуудын

шинжилгээний үр дүнг хамруулна. Лабораторийн чанарын хяналтад баталгаат агуулгатай, гарал үүслийн гэрчилгээтэй стандарт ба хоосон буюу бланк сорьц болон дубликат сорьцуудыг ашиглана. Тухайн хүдрийн төрөл тус бүрээр баталгаат агуулгатай стандарт сорьцуудыг бэлтгэхэд олон улсад итгэмжлэгдсэн лабораториудыг ашиглана. Лабораторийн шинжилгээний чанарын хяналтад баталгаат агуулгатай, гарал үүслийн гэрчилгээтэй стандарт, агуулгагүй хоосон сорьц (бланк) болон үндсэн сорьцыг дахин шинжлэх дубликатын хяналт тавина. Берилли агуулсан комплекс ордын хувьд бериллээс гадна дагалдагч элементүүд агуулсан стандарт сорьцыг нэмэлт байдлаар ашиглаж болно.

Сорьцын шинжилгээний хяналтад хэт өндөр агуулга үзүүлсэн бүх сорьцуудыг хамруулна. Сүүлийн үед хэрэглэж байгаа стандарт, бланк (хоосон), дубликат сорьцуудыг 10-15 ш бүлэг сорьцуудтай хамт үндсэн лабораторид шинжилгээ хийлгэх замаар сорьцын шинжилгээний чанарын хяналт хийдэг аргачлалыг хэрэглэх боломжтой.

Стандарт сорьцын агуулга нь тухайн лабораторийн шинжилгээний аргачлал ба нарийвчлалаас шалтгаалаад тодорхой хэлбэлзэлтэй тогтоогдож байдаг. Лабораторийн шинжилгээний дараа стандарт сорьцын анхдагч ба хяналтын үр дүнг харьцуулж, статистик боловсруулалт хийж, байнгын ба тохиолдлын алдааны зөвшөөрөгдөх дээд, доод хязгаарыг тооцох ёстой.

Хоосон буюу агуулгагүй сорьцыг итгэмжлэгдсэн лабораторид бэлтгүүлэх шаардлагатай ба ихэвчлэн тодорхой элементийн агуулгагүй цэвэр кварцын элсийг ашиглаж болно. Шинжилгээний дараа уг сорьцонд илэрсэн үндсэн ба дагалдагч бүрдвэрийн агуулга нь сорьц бэлтгэлийн үе шатанд бохирдолт үүссэн эсэх, цэвэрлэгээ хэрхэн хийгдсэн, шинжилгээ бодитой хийгдэж байгаа эсэхийг хянадаг.

Дубликат сорьцын шинжилгээг лабораторийн нөхцөлд бэлтгэгдсэн үлдэгдэл сорьцонд хийх нь тохиромжтой. Энэхүү хяналтыг үндсэн шинжилгээ дууссаны дараа 20 ш сорьц тутмаас нэг сорьцыг сонгон авч анхдагч дугаарыг нь өөрчлөн дахин шинжилгээнд хамруулж болно. Үр дүн гарсны дараа үндсэн ба дагалдагч бүрдвэрийн агуулгын хамаарлыг статистик тооцоо, хүснэгт болон график байдлаар харуулж тохиолдлын алдааны зөвшөөрөгдөх дээд, доод хязгаарт байгаа эсэхийг тогтооно.

3.8.1. Сорьцуудын шинжилгээн дэх тохиолдлын алдааны хэмжээг тогтоохын тулд шинжилсэн сорьцуудын дубликатаас авсан хяналтын сорьцуудад нууцалсан дугаар өгч, үндсэн шинжилгээг хийсэн лабораторид гурван сараас илүүгүй хугацаанд өгч шинжилгээ хийлгэх замаар дотоод хяналтыг явуулна. Байнгын алдааг илрүүлж үнэлэхийн тулд гадаад хяналтыг эрх бүхий өөр лабораторид хийлгэнэ. Гадаад хяналтын шинжилгээнд үндсэн шинжилгээ хийсэн лабораторид хадгалагдаж байгаа ба дотоод хяналт хийсэн сорьцуудын дубликатыг илгээнэ. Судалж байгаа сорьцуудтай төстэй найрлага бүхий стандарт сорьцууд байгаа тохиолдолд гадаад хяналтыг стандарт сорьцуудын шифрлэсэн дугаараар шинжилгээ хийлгэх гэж байгаа ердийн сорьцуудын дотор багцлан оруулж үндсэн шинжилгээ хийсэн лабораторийн шинжилгээнд өгч хэрэгжүүлэх нь чухал.

Дотоод ба гадаад хяналтад илгээж байгаа сорьцууд нь ордын хүдрийн бүх төрлүүд, агуулгын бүлгүүдийг төлөөлж чадах хэмжээнд байх ёстой. Шинжлүүлж байгаа бүрдвэрүүдийн өндөр, хэт өндөр агуулга өгсөн бүх сорьцуудад дотоод хяналтыг заавал хийлгэнэ.

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

3.8.3. Агуулгын бүлэг тус бүрээр дотоод ба гадаад хяналтын мэдээллийн боловсруулалтыг тодорхой давтамжтайгаар (улирал, хагас жил, жилээр) шинжилгээний төрөл ба үндсэн шинжилгээ хийсэн лаборатори тус бүрээр хийнэ. Стандарт сорьцын шинжилгээний үр дүнгээр гарсан байнгын алдааны үнэлгээг шинжилгээний өгөгдлийн статистик боловсруулалт хийх аргачлалын дагуу хийнэ.

Дотоод хяналтын үр дүнгээр тодорхойлогдсон тохиолдлын (харьцангуй дундаж квадрат) алдаа нь зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс (Хүснэгт-8) хэтрэх ёсгүй. Хэтэрсэн тохиолдолд тухайн агуулгын бүлгийн үндсэн шинжилгээний үр дүн болон тухайн лабораторийн уг шинжилгээг хийсэн хугацааны бүх сорьцуудын шинжилгээний үр дүнг хүчингүйд тооцож сорьцуудын дахин шинжилгээг дотоод хяналттай хамт хийнэ. Үндсэн шинжилгээг хийсэн лаборатори нь алдаа гарсан шалтгааныг тайлбарлаж, түүнийг арилгах талаар зохих арга хэмжээ авах ёстой.

3.8.4. Гадаад хяналтын лабораторийн шинжилгээний үр дүнгээр үндсэн ба хяналт хийсэн лабораториудын шинжилгээний үр дүнгүүдийн хооронд байнгын их зөрөө илрэх тохиолдолд арбитрын хяналтын шинжилгээг олон улсын түвшинд магадлан итгэмжлэгдсэн хяналтын лабораторид хийлгэнэ.

Арбитрын хяналтын шинжилгээг хийлгэхдээ лабораторид хадгалагдаж байгаа дубликат, гадаад хяналтын шинжилгээний сорьцуудын дубликатад (зайлшгүй тохиолдолд шинжилгээ хийсэн сорьцын үлдэгдэл) хийлгэнэ. Хяналтаар шинжилгээний үр дүн байнга хэт зөрөөтэй гарсан тохиолдолд агуулгийн бүлэг тус бүрээс 30-40 сорьцыг дахин шинжлүүлнэ. Шинжлүүлж байгаа сорьцтой ижил төстэй найрлага бүхий стандарт сорьц байвал тэдгээрийг тусгайлан шифрлэж арбитрын хяналтын шинжилгээнд явуулах сорьцуудтай хамт шинжлүүлж болно. Стандарт сорьц тус бүрээс хяналтын шинжилгээгээр 10-15 үр дүнтэй байх ёстой. Арбитрын хяналтын үр дүнгээр байнгын алдаатай байгаа нь батлагдвал түүний шалтгааныг олж тогтоон арилгах арга замыг авч, тодорхой бүлэг тус бүрээр сорьцуудыг авч дахин шинжлүүлэх, тухайн үед үндсэн лабораторид хийгдсэн бүх шинжилгээний үр дүнг хүчингүйд тооцох, эсвэл үр дүнгийн үзүүлэлтэд зохих засварын итгэлцүүрийг хэрэглэх замаар шийдвэрлэвэл зохино. Арбитрын хяналтгүйгээр засварын итгэлцүүр хэрэглэхийг хориглоно.

**Бүрдвэрүүдийн агуулгын бүлгүүдээр шинжилгээний тохиолдлын алдааны
(харьцангуй дундаж квадрат) зөвшөөрөгдөх хэмжээ**

Хүснэгт 8

Бүрдвэр	Хүдэр дэх бүрдвэрийн агуулгын бүлэг*, % (Au, Ag, Te, Ge, In, Tl, Ga, Se, г/т)*	Харьцангуй дундаж квадрат алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээ, %	Бүрдвэр	Хүдэр дэх бүрдвэрийн агуулгын бүлэг*, % (Au, Ag, Te, Ge, In, Tl, Ga, Se, г/т)*	Харьцангуй дундаж квадрат алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээ, %
BeO	>10	2.5	Bi	0.2–0.6	11
	5–10	3.0		0.05–0.2	15
	1–5	5.5		0.02–0.05	20
	0.5–1	7.0		0.005–0.02	30
	0.2–0.5	10	Ta ₂ O ₅	0.02–0.05	22
	0.1–0.2	12		0.01–0.02	25
	0.05–0.1	15		0.005–0.01	30
	0.02–0.05	20		<0.005	30
CaF ₂	>50	2.5	Nb ₂ O ₅	0.1–0.2	16
	20–50	3.0		0.05–0.1	20
	10–20	5.0		0.02–0.05	23
	2–10	10		<0.02	30
	0.5–2	17	ΣTR ₂ O ₃	0.1–0.2	20
0.5–1	9	0.05–0.1		25	
0.2–0.5	12	0.02–0.05		30	
0.1–0.2	16	0.005–0.02		30	
WO ₃	0.05–0.1	18	Li ₂ O	0.1–0.2	17
	0.02–0.05	25		0.05–0.1	22
	0.5–1	7.5		0.01–0.05	30
	0.2–0.5	10		U	0.03–0.1
0.1–0.2	15	0.01–0.03	8.0		
0.05–0.1	20	0.01<0.01	15		
0.025–0.05	25	0.03–0.1	8.5		
Zn	0.5–2	11	Th	0.01–0.03	10
	0.2–0.5	13		<0.01	20
	0.1–0.2	17	Mo	0.2–0.5	8.5
	0.02–0.1	22		0.1–0.2	13
		0.05–0.1		18	
				0.02–0.05	23

* Тайлбар: Хэрэв судлаж байгаа ордод бүрдвэрүүдийн агуулга дээрх өгөгдлөөс өөр байвал харьцангуй дундаж квадрат алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээг интерполяцын аргаар тогтоож болно

3.9. Сорьц авалт, боловсруулалт, шинжилгээний хяналтын үр дүнгээр хүдрийн огтлолуудыг ялгахад болон тэдгээрийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлоход гарсан байж болох алдааг үнэлсэн байх хэрэгтэй. Лабораторийн шинжилгээнд илгээж байгаа 20-30 ш сорьц бүхий бүлэгт хоосон, дубликат ба стандарт агуулгатай эталон сорьц тус бүр 1 ш сорьцыг тогтмол оруулж хяналт хийлгэнэ.

3.10. Хүдрийн эрдсийн найрлага, структур-текстурын онцлог, физик шинжүүдийг минералогийн, петрографийн, физикийн, химийн болон бусад шинжилгээг хэрэглэн судалсан байх ёстой. Хүдрийн эрдсийн бүрэлдүүний судалгаагаар хүдэр бүрдүүлэгч тодорхой эрдсүүдийн бичиглэл хийхийн зэрэгцээ тэдгээрийн тархалтын тоон үнэлгээг өгсөн байна. Онцгой анхаарлыг берилли агуулсан хүдрийн ба судлын эрдсүүд, тэдгээрийн тоо хэмжээ, химийн найрлага, өөр хоорондын болон бусад эрдсүүдтэй үүсгэж байгаа хам ургалт, мөхлөгүүдийн хэмжээ ба тэдгээрийн тархалтад анхаарлаа хандуулах хэрэгтэй. Минералогийн судалгааны явцад үндсэн, дагалдах ашигт бүрдвэрүүд болон хортой хольцуудын тархалтыг судалж, эрдсүүдийн нэгдлийн хэлбэрээр тэдгээрийн балансыг зохионо. Тэрчлэн бериллийн ислийг ялгаж авах боломжийг онолын талаас нь тооцоолсон байна.

3.11. Хүдрийн эзэлхүүн жин ба байгалийн чийгшил зэрэг ордын нөөцийн тооцоонд ордог үндсэн үзүүлэлтүүдийг хүдрийн байгалийн төрөл бүрээр болон жишгийн бус хүдрээр, хоосон чулуулгаар ангилан холбогдох заавар, стандартыг баримтлан тодорхойлсон байна. Нягт, цул бүтэцтэй хүдрийн эзэлхүүн жинг тодорхойлохдоо дээжийг лааны тосоор бүрэлгүйгээр хэмжилт хийдэг бол сэвсгэр, ан цав ихтэй, нүх сүвэрхэг хүдрийн дээжийг лааны тосоор бүрж тодорхойлох, эсвэл тодорхой эзэлхүүнтэй малталтыг уулын цулд нэвтрэх, нийт хүдрийн хэмжээнд геофизикийн судалгааны аргуудаар тодорхойлох шаардлагатай. Эзэлхүүн жингийн хяналтын ажлыг шаардлагатай тохиолдолд сарнимал гамма туяагаар шарж шингээх аргаар хийж болно. Эзэлхүүн жинг тодорхойлсон материалд хүдрийн чийгшлийг хамт тодорхойлно. Эзэлхүүн жин болон чийгшил тодорхойлсон сорьц, дээжүүдэд минералогийн ба үндсэн бүрдвэрүүдийн шинжилгээнүүд хийгдсэн байх ёстой.

3.12. Хүдрийн химийн болон эрдсийн найрлага, структур-текстурын онцлогууд, физик шинж чанаруудыг судалсны үр дүнд хүдрийн байгалийн төрлүүдийг тогтоож, ангилан (селектив) олборлолт хийж туст нь боловсруулах шаардлагатай үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүдийг урьдчилсан байдлаар тогтоож өгнө. Хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүд болон сортуудын эцсийн ангиллыг ордуудад илэрсэн хүдрийн байгалийн төрлүүдийн технологийн судалгааны үр дүнд үндэслэн ялгана.

Дөрөв. Хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа

4.1. Хүдрийн технологийн шинж чанарыг минералог-технологийн, бага технологийн, лабораторийн, томсгосон лабораторийн болон хагас үйлдвэрлэлийн зориулалтаар авсан сорьцуудад лабораторийн ба хагас үйлдвэрлэлийн нөхцөлд судална. Хялбар баяжигдах шинж чанартай хүдэрт хийгдсэн лабораторийн туршилт судалгааны баталгаажуулсан үр дүнг үйлдвэрлэлд шууд ашиглаж болно. Харин баяжигдахдаа төвөгтэй ба шинэ төрлийн хүдрийн хувьд, тэдгээр төрлийн хүдрийг баяжуулсан туршлага байхгүй бол шаардлагатай тохиолдолд, баяжуулсан бүтээгдэхүүнийг сонирхсон байгууллагатай зөвшилцсөний үндсэн дээр тусгай хөтөлбөрөөр хүдрийн технологийн судалгааны ажлыг явуулж, үйлдвэрлэлийн бүдүүвчийг сонгоно. Геологи хайгуулын ажлын янз бүрийн үе шатуудад авдаг технологийн сорьцыг ОХУ-ын "Твердые полезные ископаемые и горные породы. Технологическое опробование в процессе геологоразведочных работ, 1998" зааврыг ашиглаж болно.

4.2. Хүдрийн технологийн сорт, төрлүүдийг ялгахдаа геологи-технологийн зураглал хийх ба сорьцлолтын торыг хүдрийн байгалийн төрлүүдийн тоо хэмжээ, ээлжлэн дараалж илэрсэн давтамжаас шалтгаалан сонгоно. Технологийн зураглал хийх сорьцлолтын ажилд ОХУ-ын "Твердые полезные ископаемые и горные породы. Геолого-технологическое картирование, 1998" аргачилсан зөвлөмжийг баримталж болно.

Тодорхой тороор авдаг минералог-технологийн болон бага технологийн сорьцуудыг орд дээр тогтоогдсон хүдрийн байгалийн бүх төрлийг жигд хамруулан төлөөлөхүйц сорьцыг авна. Сорьцын туршилтын үр дүнгээр ордын хүдрийн геологи-технологийн төрлүүдийг тогтоож, хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүд, сортуудыг ялгаж ангилан, ялгасан үйлдвэрлэлийн төрлүүдийн хэмжээнд хүдрийн бодисын найрлага, физик-механикийн ба технологийн шинж чанаруудын орон зай дахь өөрчлөлтийг судлан тогтоож, хүдрийн геологи-технологийн зургууд, планууд, зүсэлтүүд боловсруулагдана.

Лабораторийн болон томсгосон лабораторийн сорьцуудаар хүдрийн үйлдвэрлэлийн бүх төрлүүдийн технологийн шинж чанарууд, баяжуулалтын технологийн ба тэдгээрийг боловсруулах технологийн оновчтой бүдүүвчийн сонголтод шаардлагатай үндсэн үзүүлэлтүүд, гаргаж авах бүтээгдэхүүний чанар судлагдсан байх ёстой. Энэ тохиолдолд хүдрийг буталж нунтаглах оновчтой зэргийг тогтоож, ашигт эрдсүүдийг хамгийн их хэмжээгээр баяжуулж, баяжуулалтын хаягдалд ашигт эрдсүүд хамгийн бага байх боломжийг хангана.

Хагас үйлдвэрлэлийн технологийн сорьцууд нь баяжуулалтын технологийн бүдүүвчийг шалгах, лабораторийн технологийн сорьцуудаар тогтоосон хүдрийн баяжилтын үзүүлэлтүүдийг нарийвчлахад зориулагдана. Хагас үйлдвэрлэлийн технологийн туршилтыг тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч байгууллага, технологийн туршилт хийдэг мэргэшсэн байгууллагатай хамтран, төслийн байгууллагатай зохицсон хөтөлбөрийн дагуу лабораторийн болон хагас үйлдвэрлэлийн түвшинд хийгдэнэ. Сорьцыг тусгай хөтөлбөрийн дагуу авч акт хөтөлнө.

Томсгосон лабораторийн ба хагас үйлдвэрлэлийн технологийн сорьцууд нь тухайн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлийн хүдрийн химийн ба эрдсийн найрлага, структур-текстурын онцлог, физикийн ба бусад шинж чанаруудын дундаж үзүүлэлтийг төлөөлөх чадвартай байх бөгөөд хүдэр агуулагч чулуулгийн боломжит бохирдлыг тооцсон байх ёстой.

4.3. Хүдрийн технологийн шинж чанаруудын судалгаа нь хүдэр боловсруулах технологийн бүдүүвчийг сонгоход хангалттай бөгөөд хүдэр дэх үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой бүрдвэрүүдийг иж бүрнээр ялган авах, боловсруулахад шаардлага хангасан бүх өгөгдлүүдийн талаар анхдагч мэдээлэл авахуйцаар нарийвчлан хийгдсэн байна. Хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүд ба сортуудыг холбогдох урьдчилсан жишгийн үзүүлэлтүүдийн дагуу тодорхойлох ба баяжуулах технологийн үндсэн параметруудыг (баяжмалын гарц, тэдгээрийн тодорхойлолт, тусгай ажиллагааны явцад ашигт бүрдвэрүүдийн ялган авалт, төгс ялган авалт г.м.) тодорхойлсон байх ёстой.

Хагас үйлдвэрлэлийн технологийн туршилтын үр дүнгээр бий болсон өгөгдлүүдийн үнэмшлийг технологийн болон бүтээгдэхүүний балансын үндсэн дээр үнэлнэ. Тэдгээр балансуудын хоорондох металлын жингийн ялгаа 10%-иас хэтрэх ёсгүй ба тэр нь баяжмал ба хаягдал дахь металлын жинтэй хувь тэнцүү хуваарилагдсан байх ёстой. Боловсруулалтын үзүүлэлтийг бериллийн хүдэр боловсруулах орчин үеийн баяжуулах болон металлургийн үйлдвэрүүдийн үзүүлэлтүүдтэй харьцуулж үзэх хэрэгтэй.

Дагалдах бүрдвэрүүдийн хувьд тэдгээрийн баяжмалд болон түүний дахин боловсруулалтын бүтээгдэхүүнүүдэд орших хэлбэрийг тайлбарлах, тэдгээрийн хуваарилалтын балансыг зохиох, түүнчлэн тэдгээрийг ялгаж авах эдийн засгийн ач холбогдол, боломж, нөхцлийг тогтоох ба үүнд ОХУ-д мөрдөж байгаа "Ордыг иж бүрэн судлах, дагалдах ашигт малтмал ба бүрдвэрүүдийн нөөцийн тооцоолол хийх зөвлөмж"-ийг баримтлан судалж болно.

Ордын эрдсийн түүхий эдийг зөвлөмж болгож байгаа технологийн бүдүүвчээр баяжуулахад хэрэглэгдэх эргэлтийн болон хаягдлын усыг дахин ашиглах боломжийг судалсан байх ёстой ба үйлдвэрийн усыг цэвэршүүлэх талаар зөвлөмж өгсөн байна.

4.4. Технологийн туршилт хийх явцад конвейер, автосамосвал, вагон г.м төхөөрөмжүүдээр тээвэрлэгдэж ирсэн нураасан хүдрийг сортоор ангилах, урьдчилан баяжуулах зорилгоор радиометрийн (рентгенрадиометрийн, гамма-нейтроны, нейтрон идэвхжлийн болон бусад) ялгалтын аргаар том мөхлөг (-200 +20мм) ихтэй хүдрийг сортлох, ангилал хийх боломжийн судалгааг хийсэн байна. Хүдрийн урьдчилсан баяжуулалтын судалгааны эерэг үр дүнгээр хүдрийг бөөнөөр нь гарган авах боломжийг баталгаажуулах, сонгон олборлох хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүдийг тодорхой болгох нь чухал. Хүдрийн цаашдын гүн баяжуулалтын аргуудыг сонгохдоо эдийн засгийн үр ашиг, боломжид тулгуурлан урьдчилсан баяжуулалтын үе шатны технологийн ерөнхий бүдүүвчийг сонгож болно.

4.5. Бериллийн хүдрийн технологийн шинжүүд нь бериллийн ислийн агуулга, хүдрийн бодисын найрлага, ашигт бүрдвэрүүдийн байдал, бериллийн эрдсүүдийн талстууд ба шигтгээнүүдийн хэлбэр, хэмжээнээс хамаарна. Бериллийн эрдсүүдийн шигтгээнүүдийн хэмжээгээр хүдрийг том, дунд, жижиг талстлаг ба тоосорхог гэж ангилдаг. Том талстлаг хүдрийг гар аргаар ба механик сортлогчоор баяжуулна. Дунд-жижиг талстлаг хүдрийн баяжуулалтад флотацийн аргыг хэрэглэдэг. Харин вольфрамит-молибденит-бериллийн, сподумен-бериллийн, флюорит-касситерит-фенакитын, флюорит-бертрадит-фенакитын, гентгельвиний, хризобериллийн нийлмэл (комплекс) хүдрүүд нь гравитацийн, флотацийн ба бусад аргуудын хослолоор баяжигдана. Тоосорхог хүдэрт механик баяжуулалт хийж болдоггүй (зөвшөөрдөггүй) учир түүнээс жишгийн бүтээгдэхүүн гарган авахын тулд тийм хүдрийг хими-металлоургийн комплекс аргуудаар дахин боловсруулна.

Бериллийн ба флюорит-бериллийн хүдрүүдийг урьдчилан баяжуулах үед бериллийг фотонейтроны аргаар, флюоритыг рентгенолюминесцентийн аргаар ялгалт хийх боломжийг авч үзэх хэрэгтэй. Урьдчилсан баяжуулалт нь цаашдын гүн баяжуулалтад илгээх хүдрийн массыг (30-40%) ихээхэн хэмжээгээр багасгана.

4.6. Бериллийн хүдэр нь дагалдах эрдсүүд ба бериллийн эрдсийн төрлөөрөө маш олон янз бөгөөд түүнийг дотор нь бериллийн, бертрандитын, фенакитын, гентгельвины, хризобериллийн, лейкофаны ба холимог эрдэсжилтийн гэж ангилдаг. Харин бериллийн хүдэр нь химийн найрлагаараа нэг ашигт бүрдвэрийг агуулсан энгийн, берилли болон бусад үйлдвэрлэлийн агуулгатай ашигт бүрдвэрүүдийг агуулсан нийлмэл (комплекс) гэж ангилагдана.

4.7. Бериллийн ислийн агуулгаараа ялгарсан бериллийн хүдрийн урьдчилсан баяжуулалтад фотонейтроны ялгалтын аргыг хэрэглэх нь маш үр дүнтэй бөгөөд тэр нь олборлосон хүдрийн массаас хоосон чулуулаг ба жишгийн бус хүдрийн нэлээд хэсгийг ялгаж болдог, хэрэглэхэд маш бүтээмжтэй.

4.8. Бериллийн хүдрийг баяжуулдаг орчин үеийн үндсэн арга нь хүчиллэг ба шүлтлэг орчинд гүйцэтгэдэг сонгомол ба хосолмол флотаци юм.

Хүчиллэг орчинд флотацилах бүдүүвч. Эхлээд хүхрийн хүчлийн орчинд катионы төрлийн цуглуулагч ашиглан бериллийн хүдрээс гялтгануурыг флотацийн аргаар баяжуулж авна. Гялтгануурын флотацийн хаягдлыг хайлуурын хүчлээр боловсруулсаны дараа урвалж бодисын илүүдэл ба шламыг угааж цэвэрлээд тосны хүчлийн төрлийн урвалжаар бериллийг флотацилах туршилт явуулна. Бериллийн баяжмалыг цэвэрлэх шатны туршилтыг хайлуурын хүчлийн орчинд гүйцэтгэнэ. Урвалж ба шламыг угааж цэвэрлэхдээ рН орчинг 7-8 болтол нь сод нэмж өгнө. Хүчиллэг орчны бүдүүвч нь хүчилд тэсвэртэй тоног төхөөрөмж хэрэглэдэг учир техникийн аюулгүй ажиллагааг нарийн баримталж ажиллах шаардлагатай.

Шүлтлэг орчинд баяжуулах бүдүүвч нь нунтаглах хүдрийг идэмхий натрий буюу хүхэрт натрийг ашиглан боловсруулах арга бөгөөд эхлээд нунтагласан хүдрээс шламыг нь угааж зайлуулсны дараа олейны хүчил (олейновые кислоты) буюу түүнийг орлох урвалж ашиглан бериллийг флотацилна. Бериллийн флотацид кальци, магни, төмөр, хөнгөнцагаан зэрэг олон валентат эрдсүүд болон хоосон чулуулгийн нунтаг саад болдог учир нунтагласан хүдрээ флотацилахын өмнө усаар

сайтар угааж шламыг нь цэвэрлэнэ. Шүлтлэг орчинд баяжуулах бүдүүвч нь хүхрийн ба хайлуурын хүчил ашигладаггүй сайн талтай ч зутанг зохих хэм хүртэл халааж зөөлөн ус нэмж хэрэглэдэг тул флотацийн өөрийн өртгийг үлэмж хэмжээгээр нэмэгдүүлэх талтай. Берилли агуулсан вольфрамит-касситеритын ордын хүдрээс вольфрамит ба касситеритыг гравитацийн аргаар баяжуулж, вольфрамит-касситеритийн хам баяжмал гарган авна. Вольфрамит нь бутрамтгай шинж чанартай байдгийг харгалзан нунтаглалтыг болгоомжтой гүйцэтгэх хэрэгтэй. Вольфрамит-касситеритын баяжмалыг хуурай соронзон сеперацийн аргаар гүйцээн баяжуулна. Шүлтлэг орчинд тосны төрлийн цуглуулагч ашиглан бериллийн хүдрийг флотацийн аргаар баяжуулна. Баяжмалын чийг 3%-аас ихгүй, мөхлөгийн хэмжээ 50мм-ээс том байвал зохино.

Бериллийн эрдсүүд нь флотацилагдах шинжээрээ дараах хоёр бүлэгт хуваагддаг. I—берилл, лейкофан, хризоберилл, гентгельвин; II—фенакит, берtrandит.

4.9. Бериллийн баяжмалууд нь чанараараа ялгагддаг бөгөөд энэ салбарт үйлчилж байгаа стандартад тохирсон бериллийн флотацийн баяжмалуудыг бериллийн ислийн агуулгаар нь (BeO) дараах дөрвөн сорт болгон ангилдаг. Үүнд: дээд зэргийн $\geq 10\%$; I зэргийн -8%; II зэргийн -5%; III зэргийн -3 %.

АНУ бериллийн хүдрийг баяжуулж бериллийн ислийн 11-13 хувийн агуулгатай баяжмал гарган авдаг байна. Баяжмалд Al_2O_3 -17-19%, SiO_2 -64-70%, Fe_2O_3 -1-2% болон олон янзын металлуудын исэл-1-2% агуулагддаг.

АНУ-ын Готта-Валден фабрик 0.14%-ийн бериллийн ислийн (BeO) агуулгатай хүдрийг -0.83 мм хүртэл нунтаглан флотацийн аргаар бериллийн ислийн (BeO) 8.05%-ийн агуулгатай, 69.3%-ийн металл авалттай баяжмал авдаг бол Викс-Кворя ордын бериллийн ислийн (BeO) 8.05%-ийн агуулгатай хүдрээс 12.2%-ийн агуулгатай, 74.7%-ийн металл авалттай флотацийн баяжмалуудыг гарган авдаг.

Бразил, АНУ, Австрал улсуудад гарган авдаг бериллийн баяжмалын химийн найрлага

Хүснэгт 9

Исэл	Улс			Исэл	Улс		
	Бразил	АНУ	Австрал		Бразил	АНУ	Австрал
BeO	10.96	11.35	13.02	MgO	0.67	0.30	0.02
SiO ₂	65.32	62.0	63.20	Li ₂ O			0.82
Al ₂ O ₃	18.61	22.50	17.25	K ₂ O		0.22	0.20
Fe ₂ O ₃	1.95	0.41	0.80	Na ₂ O		1.13	1038
CaO	0.31	3.40	0.30	Бусад	1.48		2.30

4.10. Бериллийн баяжмалуудын үйлдвэрлэлийн боловсруулалтыг сульфатын ба фторидын аргуудаар гүйцэтгэнэ. Боловсруулалтын арга, техник-эдийн засгийн

үзүүлэлтүүд нь баяжмалын бодисын найрлага, бериллийн эрдсийн хэлбэр, агуулгаас хамаардаг ба юуны өмнө, хүдрийн найрлага, түүнийг баяжуулах аргаар тодорхойлогддог.

Бериллийн баяжмалуудын чанар нь тухайн нөхцөл бүрт нийлүүлэгч ба металлургийн үйлдвэр хоорондын хэлэлцээрээр болон техникийн нөхцөл, тодорхой стандартаар зохицуулагдана. Жишгийн бус баяжмалуудаас үйлдвэрлэлд шууд ашиглах буюу ердийн аргаар боловсруулж болохуйц бүтээгдэхүүн гарган авах хими-металлургийн боловсруулалтын судалгаанууд хийгдсэн байх ёстой.

Тав. Ордын гидрогеологи, инженер-геологи (геотехник), геоэкологийн ба байгалийн бусад нөхцлийн судалгаа

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

5.1.1. Гидрогеологийн судалгаагаар тухайн ордын гидрогеологийн нөхцлийг судалж олборлолтын үеийн усжилтад нөлөөлөх үндсэн уст үе, давхаргуудыг судлан их хэмжээний устай хэсгүүдийг илрүүлэн тогтоож, уурхайд шүүрэх усны хэмжээг тооцоолж, түүнийг ашиглах, эсвэл зайлуулах арга замыг шийдвэрлэсэн байх хэрэгтэй. Уст үе, давхарга бүрээр түүний зузаан, литологийн найрлага, коллекторын төрлүүд, тэжээгдэх нөхцөл, бусад ус агуулсан бүс, горизонтууд болон тэдгээрийн гадаргын устай харилцан холбогдох байдал, газрын доорх усны статистик, динамик түвшний байрлал ба бусад үзүүлэлтүүдийг тогтоосон байх ёстой. Техник-эдийн засгийн үндэслэлээр төлөвлөсөн ашиглалтын малталтууд руу нэвчин орох усны боломжит урсгалын хэмжээг тодорхойлж, газрын доорх уснаас хамгаалах болон уурхайн налуугийн тогтворжилтод үзүүлэх газрын доорх усны нөлөөллийн байдлын талаарх зөвлөмж өгч дараах зүйлүүдийг судалж үнэлсэн байх хэрэгтэй. Үүнд:

- Уурхай болон ашиглалтын малталтуудад шүүрэн орж улмаар усанд автахад оролцох газрын доорх усны химийн найрлага, бактериологийн төлөв байдал, бетон бүтэц, металл, полимерт үзүүлэх идэмхий чанар, уг усан дахь ашигтай ба хортой хольцуудыг тодорхойлсон байх.
- Олборлон ашиглаж байгаа ордуудад уурхайн ус, хаягдлуудаас гарч байгаа усны химийн найрлагыг судалж тогтоосон байна.
- Ирээдүйн олборлох ба боловсруулах үйлдвэрийн хэрэгцээт ахуйн болон техникийн усан хангамжийн боломжит эх үүсвэрийг тодорхойлсон байх.
- Уурхайн усыг усан хангамжид ашиглах боломж, түүнээс ашигт бүрдвэрүүдийг ялгаж авах боломжийг үнэлэх, орд орчимд байгаа газрын доорх усыг хуримтлуулагч усан санд шавхах, зайлуулахад үзүүлэх боломжит нөлөөллийн үнэлгээг өгөх;

- Уурхайн малталтад нэвчин орох газрын доорх усны ундрагийн хэтийн төлөвт үнэлгээ өгөх, ордын талбайн газрын доорхи усны горимыг тогтоох, түүний өөрчлөлтийг үнэлэх талаар зөвлөмж боловсруулж дүгнэлт хийсэн байх
- Бериллийн тухайн төрлийн ордын геологи-структурын, гидрогеологийн нөхцлүүдийг үндэслэн гидрогеологийн судалгааны арга, аргачлал ба тооцооны аргуудыг тохируулан сонгох талаар зөвлөмж боловсруулах
- Дараагийн шатны нарийвчилсан тусгай судалгааны ажил хийх шаардлагатай эсэх талаар зөвлөмж өгч, уурхайн усны хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийг үнэлсэн байвал зохино;

Уурхайгаас шавхан гаргаж байгаа усыг ашиглахаар төлөвлөж байгаа бол ашиглалтын усны нөөцийн үнэлгээг зохих норматив, аргачлалын баримт бичгүүдийг баримтлан хийнэ. Гидрогеологийн судалгааны үр дүнгээр уурхайн төсөл боловсруулах талаар дараах асуудлуудаар зөвлөмж өгнө. Үүнд:

- Геологийн цулуудыг хуурайшуулах, хатаах
- Уурхайд нэвчин орж ирэх усыг зайлуулах
- Уурхайгаас зайлуулж байгаа усыг ашиглах
- Ус хангамжийн эх үүсвэр, байгаль орчныг хамгаалах

Хүдрийн ордын гидрогеологийн судалгааны аргачилсан зөвлөмж боловсруулагдаагүй тохиолдолд ОХУ-ын "Инженерно-геологические, гидрогеологические, геоэкологические исследования при разведке и эксплуатации рудных месторождений., 2002" зөвлөмжийг баримталж гидрогеологийн судалгааг хийж болно.

5.1.2. Инженер-геологийн (геотехникийн) судалгаа. Хайгуулын үед ордуудад хийгдэх инженер-геологийн судалгаа нь олборлолтын төслийг боловсруулахад (ил уурхай ба целикүүдийн үндсэн үзүүлэлтүүдийг тооцоолох, өрөмдлөг-тэсэлгээний болон малталтын бэхэлгээний ажлын паспорт боловсруулах г.м.) болоод уулын ажлын аюулгүй нэвтрэлтийг хангах, дээшлүүлэхэд шаардлагатай мэдээллээр хангах зорилготой.

Инженер-геологийн судалгаагаар бериллийн ордын хүдэр, агуулагч чулуулаг, хучаас хурдас чулуулгийн хуурай ба усжсан байдал дахь бат бэх чанарыг тодорхойлогч физик-механикийн шинж чанаруудыг (чулуулгийн бат бэхийн шинж чанарын үзүүлэлтүүд, чулуулгийн уян харимхайн шинж чанарын судалгаа) судалсан, ордын хурдас чулуулгийн массивуудын инженер-геологийн онцлогууд, тэдгээрийн анизотроп чанар, хурдас чулуулгийн найрлага, тектоник хагарал, ан цавшилд автсан байдал, текстурын онцлогууд, карстжилт, өгөршилд автсан байдал, өгөршлийн бүс дэх эвдрэл, ордын олборлолтын асуудлыг хүндрүүлж болох орчин үеийн геологийн процессуудыг тодорхойлсон байна.

Онцгой анхаарлыг тектоникийн хагарлууд, ан цавшил ихтэй бүсүүд, чулуулаг, хүдрийн бутлагдах шинж чанар ба түвшин, хагарлуудыг дүүргэгч, хагарлуудын сунал ба уналын дагуу усны урсгал илрэх боломж, чулуулгийн массивын структурын блоклог тогтоц зэрэгт хандуулах шаардлагатай. Мөн олон жилийн цэвдэг тархсан газар нутгийн хувьд хурдас чулуулгийн температурын горим,

цэвдгийн дээд ба доод хил зааг, гэсэглэн хэсгүүдийн тархалтын хүрээ түүний гүн, цэвдэг хайлах, эргэн хөлдөх үеийн чулуулгийн физик шинж чанарын боломжит өөрчлөлтийг тодорхойлсон байна.

Инженер-геологийн судалгааны үр дүнд уулын малталтын тогтвортой байдлын таамагласан үнэлгээ хийх болон уурхайн далд малталтууд, карьерын үндсэн үзүүлэлтүүдийн тооцоонд ашиглах материалуудыг бүрдүүлсэн байх ёстой.

5.2. Ордын дүүрэгт ижил төрлийн гидрогеологийн болоод инженер-геологийн нөхцөлд үйл ажиллагаагаа явуулж байгаа далд ба ил уурхай байдаг бол тэдгээрт тогтоогдсон гидрогеологи, инженер геологийн өгөгдлүүдийг шинээр төлөвлөж буй далд ба ил уурхайн усжилт болон инженер-геологийн нөхцлүүдийн тодорхойлолтонд ашиглах хэрэгтэй.

5.3. Бериллийн түүхий эдийн ордуудын олборлолтыг ил, далд, эсвэл хосолсон аргуудаар явуулдаг. Хосолсон аргаар олборлолт хийх тохиолдолд ил аргаар олборлох хил заагийг хөрс хуулалтын итгэлцүүрийн хамгийн их хязгаар утгаар бериллийн хүдрийг ил ба далд аргаар олборлох өртгийн тэнцүү байдлаас хамааруулан тогтооно. Олборлолтын арга нь хүдрийн биетүүдийн уул-геологийн нөхцлүүд, уул-техникийн үзүүлэлтүүд, хүдрийг олборлох бүдүүвчээс шалтгаалах ба ТЭЗҮ-ийн жишгийн үзүүлэлтэд үндэслэгдэнэ.

5.4. Бериллийн ордуудын хүдэр нь экологийн хувьд хортой, маш хортой химийн элементүүдийг (фосфор, мышьяк г.м.) агуулж байгаа нь тогтоогдвол экологийн судалгаа нь ордын хайгуулын ажлын хойшлуулашгүй асуудал нэг болно.

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

5.6. Хүний эрүүл мэндэд нөлөөлөх хүчин зүйлүүдийг (уушгинд нөлөөлөх, өндөр цацрагжилт, шөрмөслөг эрдсийн тархалт, геотермийн нөхцөл г.м.) судалж тогтоосон байна.

5.7. Геоэкологийн судалгаа нь ордуудыг олборлох төслийг хэрэгжүүлэх явцад байгаль орчныг хамгаалахад шаардлагатай мэдээллийг цуглуулан хангах үндсэн зорилготой. Геоэкологийн чиглэлээр дараах судалгааг хийсэн байна. Үүнд: Хүрээлэн буй орчны нөхцөл байдлын (цацрагжилтын түвшин, газрын дээрх, газрын доорх ус ба агаарын чанар, хөрсний бүрхэвч, ургамал ба амьтдын ертөнцийн шинж байдал г.м.) суурь үзүүлэлтүүдийг тогтоох, төлөвлөж байгаа объектыг барьж байгуулахад хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх химийн ба физикийн үйлчлэлийн таамаглаж байгаа төрлүүдийг (газар нутгийн орчны тоосжилт, уурхайгаас гарах ус, баяжуулах үйлдвэрлэлийн хаягдлаас гарах усны урсгалаас болж газрын дээрх, газрын доорх ус ба хөрсөнд учрах бохирдол, агаарт хаягдах зүйлүүдээс агаар бохирдох г.м.) тогтоох, үйлдвэрлэлийн хэрэгцээг хангахад байгалийн баялгуудаас авч хэрэглэх хэмжээг (ойн хэсэг, техникийн зориулалттай ус, үндсэн ба туслах үйлдвэрлэл явуулахад, хучаас ба агуулагч чулуулаг, жишгийн бус хүдрийн овоолго хийхэд хэрэгцээтэй газрууд г.м.) тогтоох, хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх хорт нөлөөллийн үйлчлэлийн шинж байдал, эрчим зэргийг үнэлсэн, бохирдлын эх үүсвэрүүдийн үйлчлэх динамик, үргэлжлэх хугацаа болон тэдгээрийн нөлөөллийн

бүсүүдийн хил хязгаарыг үнэлэх асуудлууд хамаарна. Тэдгээр асуудлуудыг шийдвэрлэхийн тулд байгаль орчныг хамгаалах, хүрээлэн буй орчны бохирдлыг арилгах арга хэмжээнүүдийг боловсруулах талаар зөвлөмж өгсөн байх ёстой.

5.8. Олборлолтын үеийн гидрогеологи, инженер-геологи, геокриологи, уул-геологи ба байгалийн бусад нөхцлүүдийг орд, газрыг ашиглах төсөл боловсруулахад шаардлагатай анхдагч мэдээллээр хангах хэмжээний нарийвчлалтайгаар шаардлагатай геологи, геофизикийн болон бусад аргуудыг ашиглан судалсан байна. Олборлолтын үеийн маш нийлмэл гидрогеологи, инженер-геологи ба байгалийн бусад нөхцлүүдтэй тохиолдолд тусгайлсан судалгаа хийх шаардлагатай гэж үзвэл судалгааны ажлуудын хэмжээ, хугацаа, журмыг газрын хэвлийг ашиглагч болон төслийн байгууллагуудтай зөвшилцөн тохиролцсон байна. Биологийн нөхөн сэргээлт хийхтэй холбоотой асуудлуудыг шийдвэрлэхэд хөрсний бүрхэвчийн зузааныг тодорхойлох, сэвсгэр хурдасны агрохимийн судалгааг явуулах, хучаас хурдасны хор нөлөөний түвшинг болон тэдгээр дээр ургамлын бүрхэвч үүсэх боломжийг тодорхойлох шаардлагатай. Газрын хэвлийг хамгаалах, хүрээлэн буй орчны бохирдлыг зайлуулах, биологийн нөхөн сэргээлт хийх талаар зөвлөмж өгсөн байх хэрэгтэй.

5.9. Агуулагч ба хучаас хурдас дотор бие даасан биетүүдийг үүсгэж байгаа бусад төрлийн ашигт малтмалуудын үйлдвэрлэлийн ач холбогдол, хэрэглэх боломжтой салбаруудыг зөвшөөрөгдөх түвшинд судалсан байвал зохино.

Зургаа. Ордын нөөцийн тооцоолол ба баялгийн үнэлгээ

6.1. Бериллийн ордуудын нөөцийг тооцоолж, ангилал хийхдээ 2015 онд батлагдсан “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”-ыг баримтална.

6.2. Геологийн нөөцийг нөөцийн хэсэгшлүүдийн хүрээнд тооцоолох ба нэгж хэсэгшил дэх хүдрийн нөөц нь төлөвлөж байгаа уулын үйлдвэрийн нэг жилийн хүчин чадлын хэмжээнээс ихгүй байна. Нөөцийн тооцооны хэсэгшлүүдэд хуваагдсан хүдрийн биетүүдийн хэсэг нь дараах шинж байдлуудаар тодорхойлогдсон байна. Үүнд:

- Хүдрийн чанар ба нөөцийн тоо хэмжээ нь ижил түвшинд хайгуул хийгдэж судлагдсан байна.
- Нэг хэсэгшилд хамрагдаж байгаа хүдрийн биетүүд нь геологийн ижил тогтоцтой, зузаан нь харьцангуй тогтвортой байхын зэрэгцээ хүдрийн дотоод бүтэц, бодисын найрлага, чанарын үзүүлэлтүүд болон технологийн шинж чанар адилаатар, жигд байх.
- Нөөцийн хэсэгшилд хамрагдаж байгаа хүдрийн биетийн байрлалын элемент тогтвортой, атираат структурын атирааны жигүүр, нугасны хэсэг ба тасралтат эвдрэл, хагарлуудаар хязгаарлагдсан структурын нэг элементэд байршсан байх.
- Олборлолтын уул-техникийн нөхцөл нь тухайн хэсгийн хэмжээнд ижил байх.

Хүдрийн биетүүдийн уналын дагуух нөөцийн хэсэгшлүүдийг хайгуулын малталтын горизонтуудаар эсвэл цооногоор, суналын дагууд хайгуулын шугамуудаар нөөцийг олборлох төлөвлөсөн дэс дарааллыг харгалзан хязгаарласан байна. Хүдрийн биетүүд, хүдрийн технологийн, үйлдвэрлэлийн төрлүүд, сортуудын хүрээ хязгаар ба хэлбэр дүрсийг загварчлах боломжгүй бол нөөцийн хэсэгшил дэх эдийн засгийн үр ашигтай хүдрийн чанар, тоо хэмжээг статистик аргаар тодорхойлно. Нөөцийг уламжлалт эсвэл геостатистик аргуудийн аль нэгээр тооцоолсон тохиолдолд нөгөө аргаар нь тооцоолж хянан баталгаажуулсан байх ёстой.

6.3. Нөөцийн тооцооллод бериллийн орд, хүдрийн биетүүдийн геологийн тогтоц, байрлалын онцлог, хайгуул хийгдсэн зэрэг, үнэмшилт байдлын түвшинг үндэслэн ордын нөөцийг дараах зэрэглэлүүдээр ангилан тооцоолно. Үүнд:

Баттай (А) зэрэглэлийн бериллийн ислийн нөөцийг зөвхөн олборлолт хийж байгаа ордын ашиглалтын хайгуул, олборлолтын бэлтгэл малталтуудын үр дүнгээр тооцоолно. Баттай (А) зэрэглэлээр тооцоолсон нөөц нь тухайн зэрэглэлд тавигдах шаардлагыг бүрэн хангасан, олборлолтод бэлтгэгдэж байгаа ба бэлэн болсон хэсгийн нөөцийг хамааруулна.

Бодитой (В) зэрэглэлээр бериллийн ислийн нөөцийг геологийн тогтоцын нийлмэл байдлаараа II бүлэгт хамаарах ордын нарийвчлан судалсан хэсэгт тооцоолно. Бодитой (В) зэрэглэлд хамааруулан тооцоолсон нөөц нь энэ зэрэглэлд тавих шаардлагыг бүрэн хангасан байх ёстой.

Бодитой (В) зэрэглэлийн нөөцийн хүрээг экстраполяци хийлгүйгээр хайгуулын малталтууд, цооногуудаар хязгаарлан татах ба тийм нөөцийн хүрээн доторх хүдрийн чанар, хүдрийн биетүүдийн уул-геологийн үндсэн шинж чанаруудыг төлөөлж чадах хангалттай хэмжээний мэдээллээр тодорхойлсон байна. Нөөцийн хэсэгшилд геометр загварчлалыг хэрэглэх боломжгүй тохиолдолд, хэсэгшил дэх хүдрийн үйлдвэрлэлийн төрлүүдийн тоон хэмжээ, чанар нь статистик аргаар үнэлэгдэнэ.

Хүдрийн эзэлхүүнийг хүдэржилтийн итгэлцүүр хэрэглэн тооцоолсон хэсэгшлүүдэд бодитой зэрэглэлийн нөөцөд хэрэглэх хүдэржилтийн итгэлцүүрийн утга нь ордын хүдэржилтийн итгэлцүүрийн дундаж утгаас их байвал зохино. Жишгийн шаардлага хангасан хүдрийн хэсгүүдийн орон зай дахь байршлын зүй тогтол, хэлбэр дүрс, онцлог хэмжээсүүд нь тэдгээрийг ангилан олборлох боломжийг үнэлж болохуйц хэмжээнд судлагдсан, хүдрээр ханасан байдлын өөрчлөлт нь талбайн хэмжээгээр болон хүдрийн биетийн уналын дагуу гүнд тогтоогдсон байх ёстой.

Олборлож буй ордуудад бодитой зэрэглэлийн нөөцийг энэ зэрэглэлийн нөөц ангилах шаардлагыг хангаж судлагдсан ашиглалтын ба нэмэлт хайгуул болон бэлтгэл малталтуудын мэдээллээр тооцоолно. Хүдрийн биетүүдэд геометр загварчлалыг хэрэглэх боломжгүй тохиолдолд, нөөцийн хэсэгшил дэх хүдрийн үйлдвэрлэлийн төрлүүдийн тоон хэмжээ, чанарыг статистик аргаар үнэлнэ.

Боломжтой (С) зэрэглэлийн бериллийн ислийн нөөцийг II, III, IV бүлгийн ордуудын хайгуулаар тооцоолно. Боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөц тооцоолоход

шаардлага хангасан нягтралтай хайгуулын тороор судлагдсан хэсгүүдийн нөөц хамаарагдах ба түүний үнэмшил нь олборлож байгаа ордуудын ашиглалтын өгөгдлүүд ба нарийвчлан судалсан хэсгүүдийн үр дүнгээр баталгаажсан байна.

Хүдрийн биетэд геометр загварчлалыг хэрэглэх боломжгүй тохиолдолд, хэсэгшил дэх хүдрийн үйлдвэрлэлийн төрлүүдийн нөөцийн тоон хэмжээ, чанарыг статистик аргаар үнэлнэ. Боломжтой зэрэглэлийн нөөцийн хэсэгшлийн хүрээ, хил зааг нь хайгуулын малталт, цооногуудаар, харин том хэмжээний ба тасралтгүй үргэлжилсэн хүдрийн биетүүдэд хүдрийн чанар, хүдрийн биетүүдийн зузаан ба хэлбэр дүрсийн өөрчлөлтийг тооцон үзээд геологийн хувьд үндэслэгдсэн, хязгаартай экстраполяциар тодорхойлогдоно.

Хязгаартай экстраполяцийн хүрээ боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцөд хэрэглэдэг малталтууд хоорондын зайн хагасаас хэтэрч болохгүй.

Илрүүлсэн баялгийн (P_1) үнэлгээг нөөц тооцоолсон хэсэгшлүүд бүхий хүдрийн биетүүдийн захын хэсгүүд ба гүний түвшинд нэвтэрсэн цөөн тооны цооног, малталтаар тогтоогдсон хүдрийн биетүүдэд өгсөн байна. Илрүүлсэн баялгийн (P_1) хэсэгшлийн хүрээг ордын геологи-структурын нөхцөл, бериллийн ислийн агуулгын ба хүдрийн биетийн зузааны тогтоогдсон өөрчлөлтүүд, геофизикийн судалгааны үр дүнд тулгуурлан өндөр зэрэглэлийн нөөцийн хэсэгшлийн хүрээнээс, түүний унал ба суналын дагуу экстраполяци хийж тогтооно.

Хайгуулын тусгай зөвшөөрлийн талбайд оршиж байгаа, судалгаа сайн хийж амжаагүй бериллийн илрэлүүд дээр илрүүлсэн баялгийн (P_1) үнэлгээ өгсөн байна.

6.4. Ордын хүдрийн нөөцийг хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүд ба сортуудаар, нөөцийн зэрэглэлээр, олборлох аргаар (ил уурхайгаар, далд малталтуудаар г.м), эдийн засгийн ач холбогдлоор (үйлдвэрлэлийн ба үйлдвэрлэлийн бус) ангилан тооцоолно. Ашигт малтмалын нөөцийг зэрэглэлүүдэд ангилахдаа нэмэлт үзүүлэлт болгон нөөцийн тооцооны үндсэн үзүүлэлтүүдийн тодорхойлолтын нарийвчлал ба үнэмшлийн тоо хэмжээ болоод боломжит таамаг үнэлгээг ашиглаж болно. Хүдрийн үйлдвэрлэлийн янз бүрийн төрлүүд ба сортууд хоорондын хамаарал ба тэдгээрийн хүрээг тогтоох боломжгүй тохиолдолд түүнийг статистик аргаар үнэлнэ.

6.5. Ордын геологийн нөөцөд тулгуурлан ордыг олборлох техник эдийн засгийн үндэслэлийг (ТЭЗҮ) боловсруулна. ТЭЗҮ-ээр олборлох уурхайн хязгаарт багтаж байгаа хүдрийн хаягдал, бохирдлыг тооцсон геологийн нөөцийн хэсгийг үйлдвэрлэлийн нөөцөд хамруулна.

Үйлдвэрлэлийн нөөцийг Батлагдсан (A^1), Магадласан (B^1) гэж ангилан дараах шаардлага хангасан байхаар "Ашигт малтмалын нөөц, баялгийн ангиллын" зааварт тусгасан байна.

Үйлдвэрлэлийн батлагдсан (A^1) нөөцийг хайгуулын ажлаар тогтоогдсон геологийн баттай (А), бодитой (В) зэрэглэлийн нөөцөд тулгуурлан уулын үйлдвэрийн техник, технологийн сонголт, тооцоо, хүдрийн технологийн шинж чанарыг үйлдвэрлэлийн технологийн түвшинд судлан, инженерийн шийдэл, байгаль орчин, хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуй, эрх зүй, хүний нөөц, удирдлага зохион байгуулалт, дэд бүтэц, нийгэм ахуйн үйлчилгээ, эдийн засгийн

үр ашгийн тооцоо болон холбогдох хүчин зүйлсийг нарийвчлан тооцсон "Ашигт малтмалын ордыг ашиглах техник-эдийн засгийн үндэслэл"-ээр тогтоосон байна.

Үйлдвэрлэлийн магадласан (В') нөөцийг хайгуулын ажлаар тогтоогдсон геологийн бодитой (В), боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцөд тулгуурлан уулын үйлдвэрийн техник, технологийн сонголт, тооцоо, хүдрийн технологийн шинж чанарыг үйлдвэрлэлийн технологийн түвшинд судлан, инженерийн шийдэл, байгаль орчин, хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуй, эрх зүй, хүний нөөц, удирдлага зохион байгуулалт, дэд бүтэц, нийгэм ахуйн үйлчилгээ, эдийн засгийн үр ашгийн тооцоо, болон холбогдох хүчин зүйлсийг нарийвчлан тооцсон "Ашигт малтмалын ордыг ашиглах техник эдийн засгийн үндэслэл"-ээр тогтоосон байна.

6.6. Ирээдүйд эдийн засгийн ач холбогдолтой байж болох нөөцийг газрын хэвлийд хадгалах, дагалдагч маягаар гаргаж авахад үр ашигтай байх боломжтой, ирээдүйд өөр технологиор боловсруулахын тулд агуулахад ба овоолгоор хадгалах зэрэг шийдлийг ТЭЗҮ-ээр баталгаажсан тохиолдолд нөөцийг тооцоолж баялагт хамааруулна. Ирээдүйд эдийн засгийн ач холбогдолтой байж болох нөөцийг тооцоолохдоо энэ бүлэгт хамруулах болсон хүчин зүйлсийг (эдийн засгийн, технологийн, уул-геологийн, экологийн, нийгмийн г. м.) харгалзана.

Геологийн болон үйлдвэрлэлийн хүдрийн нөөцийг хуурай хүдрээр тооцоолох ба хүдрийн чийгшлийн хэмжилтийн үр дүнг зааж өгдөг. Ус, чийг их агуулдаг нүх сүвэрхэг хүдрийн нөөцийг чийгтэй хүдрээр тооцоолж улмаар олборлолтын явцад хуурай хүдэрт шилжүүлнэ.

6.7. Хүдрийн нөөцийг уламжлалт аргуудаар (геологийн хэсэгшлийн, зүсэлтийн г.м.) тооцоолоход бериллийн хэт өндөр агуулгатай сорьцуудыг илрүүлж, тэдгээрийн хайгуулын огтлол ба нөөцийн хэсэгшлүүдийн дундаж агуулгын хэмжээнд үзүүлж байгаа нөлөөлөлд статистик дүн шинжилгээ хийж, шаардлагатай тохиолдолд тэдгээрийн нөлөөллийг хязгаарлана. Хэт өндөр агуулгатай болон зузаан нь хэт ихэссэн, хүдэржилтийн итгэлцүүр ихтэй хүдрийн биетийн хэсгүүдийг бие даасан хэсэглэлд ялгаж арай илүү нарийвчлалтай хайгуул хийх нь зүйтэй.

Олборлож байгаа ордуудад хэт өндөр агуулгын хэмжээний түвшин болон түүнийг солих аргачлалыг тодорхойлохын тулд хайгуулын болон олборлолтын мэдээллүүдийг харьцуулах (түүн дотор үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой бүрдвэрүүдийн агуулгын ангиллаар сорьцуудын тархалтын өөрчлөлтийн онцлогуудыг хайгуулын нягтруулсан торын үр дүнтэй харьцуулах) хэрэгтэй. Сорьцын шинжилгээний хяналтад хэт өндөр агуулга үзүүлсэн бүх сорьцуудыг хамааруулна. 20-30 ширхэг сорьц тутамд 1 стандарт сорьц, 2-3 бланк (хоосон) сорьц, 1 ширхэг дубликат сорьц хийж тэдгээртэй хамт шинжилгээ хийлгэж хяналт тавих боломжтой.

6.8. Олборлож байгаа ордуудад хүдрийн нөөцүүдийг хөрс хуулсан, бэлтгэгдсэн, бэлэн болсон, уулын үндсэн ба бэлтгэл малталтуудын хамгаалалтын цулд байгаа хүдрийн нөөцийг тэдгээрийн судалгааны түвшинд үндэслэн нөөцийн зэрэглэлд ангилан тооцоолол хийнэ.

6.9. Томоохон усан сангууд, усны эх, гол мөрнүүд, хүн ам оршин суудаг хот, тосгон, тусгай байгууламжууд, хөдөө аж ахуйн нөөц газар, улсын тусгай

хамгаалалттай газар, байгалийн, түүх соёлын дурсгалт газруудын хамгаалалтын бүсүүдэд байгаа хүдрийн нөөцүүдийг баталсан жишгийн дагуу тооцоолж баялагт хамруулна.

6.10. Олборлож байгаа ордуудад өмнө нь бүртгэгдсэн нөөцийг бүрэн олборлож байгаа эсэхийг хянах, шинээр тооцоолж байгаа нөөцийн үнэмшлийг үндэслэхийн тулд хайгуулаар тогтоогдсон нөөцүүд, хүдрийн биетүүдийн байршлын нөхцөл, хэлбэр дүрс, зузаан, дотоод бүтэц тогтоц, ашигт бүрдвэрийн агуулгын мэдээллийг олборлолтын үед тогтоогдож байгаа байдалтай нь харьцуулалт хийж байх ёстой.

Харьцуулалтын материалуудад өмнө нь улсын экспертизийн байгууллага бүртгэсэн ба хасалт хийсэн (түүнээс олборлосон ба хамгаалалтын цулд үлдсэн) нөөцүүдийн хил заагууд, батлагдаагүй гэж хассан, нөөц өсгөсөн талбайнуудын хил зааг, мөн Улсын нөөцийн бүртгэлд бүртгэгдсэн нөөцүүдийн талаарх мэдээлэл түүний дотор өмнө нь эрх бүхий байгууллагын бүртгэсэн нөөцийн үлдэгдэл, нөөцүүдийн хил заагуудыг харуулсан байх шаардлагатай. Ордын хэмжээнд бүхэлд нь болон хүдрийн биетүүд, нөөцийн зэрэглэл бүрийн нөөцийн хөдөлгөөний хүснэгтүүд хийгдсэн байна. Хассан нөөцийн хүрээн дэх хүдэр ба металлын баланс, Эрдэс баялгийн мэргэжлийн зөвлөлийн (ЭБМЗ) хурлаар хэлэлцэж бүртгэсэн нөөц нь гүйцээх хайгуулаар өөрчлөгдсөн өөрчлөлтийг тусгасан байх хэрэгтэй.

Олборлолт, тээвэрлэлтийн үеийн ба хүдэр боловсруулалтын үеийн хаягдлуудад болон товарын бүтээгдэхүүний гарцад харьцуулалт хийсэн байна. Хэрэв хайгуулын мэдээллүүд нь олборлолтоор бүхэлдээ батлагдаж байвал, эсвэл бага хэмжээний зөрүү нь уулын үйлдвэрийн техник-тоног төхөөрөмж, эдийн засгийн үзүүлэлтэд нөлөөлөхөөргүй бол хайгуул ба ашиглалтын мэдээллүүдийн харьцуулалтад геологи-маркшейдерын тооцооны үр дүнг ашиглаж болно.

Тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчийн үзэж байгаагаар ЭБМЗ-ийн хурлаар хэлэлцэж бүртгэсэн хүдрийн нөөц ба чанар нь ордын ашиглалтын явцад батлагдахгүй байгаа бол өмнө нь тогтоосон хэмжигдэхүүнүүд болон бүртгэлжүүлсэн нөөцөд засварын итгэлцүүрийг хэрэглэх шаардлагатай бөгөөд гүйцээх хайгуул болон ашиглалтын хайгуулын мэдээллээр нөөцийн тооцоог дахин хийж, энэ ажлуудаар олж авсан үр дүнгүүдийн үнэмшлийг үнэлэх шаардлагатай.

Харьцуулалтын үр дүнд хийсэн дүн шинжилгээг ЭБМЗ-ийн хурлаар хэлэлцэж бүртгүүлсэн нөөцийн тооцооны үзүүлэлтүүд (нөөцийн тооцооны талбай, ашигт бүрдвэрүүдийн агуулга, хүдрийн биетүүдийн зузаан, хүдэржилтийн итгэлцүүр, эзэлхүүн жин г.м.), нөөцийн хэмжээсүүд, хүдрийн чанар нь гүйцээх хайгуул болон олборлолтын үр дүнд хэрхэн яаж өөрчлөгдсөн хэмжээг тогтоож, тэдгээр өөрчлөлтүүд гарах болсон шалтгааныг тайлбарлах ёстой.

6.11. Хүдрийн ордуудад нөөцийн тооцоолол хийхдээ судалж байгаа шинж чанаруудын (ашигт бүрдвэрүүдийн агуулга, хүдрийн огтлолуудын зузаан, метропроцент) орон зайн тархалтын зүй тогтлуудыг судлахад геостатистик загварчлалын (энгийн кригинг, урвуу зайн) аргыг хэрэглэж болно. Геостатистик загварчлалын аргыг хэрэглэхэд үр дүн нь хайгуулын анхдагч мэдээллийн тоо хэмжээ ба чанар, хайгуул хийгдсэн тухайн ордын геологийн тогтцын онцлогт

(тооцоолол хийгдэх хэмжигдэхүүнүүдийн тархалтын зүй тогтлууд, чиглэл ба анизотроп шинж байдал, структур, хагарал эвдрэлүүдийн хил заагуудын нөлөөлөл, туршилтын вариограммуудын структур ба чанар, хайлтын эллипсоидын хэмжигдэхүүнүүд г.м.) тохируулан хийх анхдагч өгөгдлүүдийн дүн шинжилгээ ба загварчлалын аргачлалтай холбоотой. Геостатистик аргыг ашиглахад хайгуулын огтлолын тоо хэмжээ ба нягтрал нь интерполяцийн оновчтой томъёог (тэгшитгэлүүдийг) үндэслэхэд хоёр хэмжээст загварчлалд хайгуулын хэдэн арваас доошгүй огтлолууд, гурван хэмжээст загварчлалд доор хаяж хэдэн зуун сорьцын үр дүн байх хэрэгтэй. Тооцоолол хийгдэж буй хэмжигдэхүүнүүд нь орон зайд хэрхэн хувьсан өөрчлөгдөж байгаа зүй тогтлыг ордын геологийн тогтоцтой уялдуулан нарийвчлан судалж, хэсэглэлүүдэд хувааж хийхийг зөвлөж байна.

Вариограммын үнэлгээг хүдрийн судлын төрөлд нэвт хийсэн хүдрийн бүрэн огтлолоор, штокверк ба том хэмжээний эрдэсжсэн бүсийн ордуудад ил уурхайн мөрөгцгийн өндрөөр тогтоосон урт бүхий бүлэгчилсэн сорьцуудаар, харин бүлэгчилсэн сорьцуудаар босоо чиглэлийн өөрчлөлтийн судалгааг хийх боломжгүй үед сорьцлолын огтлолуудаар (интервалуудаар) хийнэ.

Ордын нөөцийг геостатистик аргаар тооцоолоход зүй тогтолт хамаарал хадгалагдах хүрээнд төрөл бүрийн аргуудаар интерполяци хийж микро хэсэгшлийн хүрээнд өгөгдлийг олж тодорхойлох, микро хэсэгшлийн хэмжээг сонгохдоо тухайн зэрэглэлээр нөөц тооцоолж байгаа хайгуулын торыг 4-8 дахин багасгаснаас бага хэмжээг аль болохоор ашиглахгүй байх шаардлагыг харгалзан үзсэн байвал зохино. Энэхүү шаардлагыг мөрдлөг болгох зорилгоор микро хэсэгшлүүдийн хэмжээг томсгон авсан тохиолдолд хүдрийн эзэлхүүнийг тодорхойлохдоо үндсэн ба дэд микро хэсэгшлүүдийн эзэлхүүний хүчин зүйлсийг (факторыг) харгалзах аргачлалыг хэрэглэх боломжтой.

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

- Нэг ижил тэнцүү хэмжээ ба чиглэлтэй хэсэгшлүүдээр нөөцийг тооцоолохдоо бүх нэгж хэсэгшлүүдээр (микроблок, элементар блок) Кригингийн дисперсийн утгуудынх нь хамт тооцооллын хэмжигдэхүүнүүдийн хүснэгтүүдийг зохионо.
- Өөрийн гэсэн геометрийн дүрс бүхий геологийн томоохон хэсэгшлүүдээр тооцоог хийхдээ хэсэгшил бүрийг орон зайд холбож, нөлөөллийн бүсэд орсон сорьцуудын жагсаалтыг хийсэн байна.

Тоон мэдээллийн бүх өгөгдлүүдийг (сорьцлолын мэдээлэл, сорьцууд болон хүдрийн огтлолуудын солбицлууд, вариограммуудын тоон шинжилгээнүүд г.м.) тооцоолол хийхэд хэрэглэсэн программ хангамжуудыг ашигласан үр дүнгийн хамтаар танилцуулах шаардлагатай. Вариограмуудын чиглэл тус бүрээр хийгдсэн моделиуд, чиглэлүүд түүний туршилтын вариограммууд болоод бусад дүн шинжилгээ хийхэд шаардагдсан хэмжигдэхүүнүүдийг зурган болоод бичиглэл байдлаар тодорхой харуулж тайланд хавсаргасан байна.

Нөөцийн тооцооллын геостатистик арга нь нөөцийн хэсэгшлүүд, хүдрийн биетүүд, ордын хэмжээнд хэт өндөр агуулгатай сорьцуудын нөлөөллийг бууруулах тусгай аргууд хэрэглэлгүйгээр бериллийн ислийн дундаж агуулгын хамгийн

оновчтой тооцооллыг хийх боломжийг олгож, маш нийлмэл хэлбэр дүрстэй, дотоод тогтоцтой хүдрийн биетүүдийн хил заагийг тогтооход гарах алдааг бууруулах, ордын олборлолтын технологийг зөв сонгоход дэмжлэг үзүүлдэг гэж үздэг. Тэрчлэн нөөцийн тооцооллын геостатистик арга нь ордын геологийн тогтцын онцлогт захирагдсан байвал зохино. Геостатистик загварчлалын ба тооцооллын үр дүнгүүдийг төлөөлөх чадвартай хэсгүүдэд уламжлалт аргаар хийсэн нөөцийн тооцооллын үр дүнтэй харьцуулан дүн шинжилгээ хийсэн байх ёстой. Дүн шинжилгээг хүснэгтээр эсвэл графикаар үзүүлж, харьцуулсан дүнг процентоор тооцож болно.

6.12. Нөөцийн тооцоог геостатистик аргаар хийхдээ анхдагч өгөгдлүүдийг (хайгуулын малталтуудын солбицлууд, инклинометрийн өгөгдлүүд, геологийн мэдээллүүд, сорьцлолт, түүний үр дүн г.м.) шалгах, засвар хийх боломжийг хангасан, завсрын тооцоолууд ба байгуулалтын үр дүнгүүдэд (жишгийн дагуу ялгасан хүдрийн огтлолуудын жагсаалт, үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой хүдэржилтийн хил хүрээ бүхий геологийн зүсэлтүүд ба планууд, хэвтээ ба босоо хавтгай дахь хүдрийн биетүүдийн тусгалууд, хэсэгшлүүд, мөрөгцүүд болон зүсэлтүүдийн тооцооны хэмжигдэхүүнүүдийн жагсаалт) болоод нөөцийн тооцооны нэгдсэн үр дүнд дахин шалгалт хийх боломжийг хангасан байна. Үйлдсэн бичиг баримтууд болон компьютероор хийсэн графикууд нь энэ төрлийн бичиг баримтын бүтэц, бүрэлдэхүүн, хэлбэр гэх мэтэд тавьдаг шаардлагыг хангасан байвал зохино.

6.13 Ордын жишгийн үзүүлэлт нь ордын геологи, гидрогеологи, уул-геологийн нөхцөл, ашигт бүрдвэрийн үйлдвэрлэлийн хамгийн бага агуулга, захын агуулга хүдрийн биетийн хамгийн бага зузаан, хүдэр дэх хоосон чулуулгийн хамгийн их зузаан, металл ба баяжмалын зах зээлийн үнэ, дэд бүтэц, хүдрийг баяжуулах технологийн шийдэл зэрэг үндсэн үзүүлэлтүүд ба нөхцлүүдээр тодорхойлогдоно. Ашигт бүрдвэрийн үйлдвэрлэлийн хамгийн бага агуулгыг техник-эдийн засгийн урьдчилсан тооцоонд тулгуурлан тогтооно.

Бериллийн ордын захын агуулга нь нэгж тонн бүтээгдэхүүнийг (баяжмалыг) борлуулах үеийн ашиг, алдагдлын түвшингээр тодорхойлогдоно. Зах зээлийн хувьсамтгай (металл ба баяжмалын үнийн өөрчлөлт, валютын ханш, зардлын өөрчлөлт зэрэг) нөхцөл байдлаас шалтгаалан төслийн үр ашиг өөрчлөгддөг. Төслийн үр ашгийн өөрчлөлтийг мэдрэмжийн шинжилгээ ашиглан тогтоох нь оновчтой бөгөөд тэр нь ордын нэгж тонн баяжмал борлуулах үеийн орлого, зарлагын тэнцлийг бодитой гаргах боломжтой.

Хүдрийн биетийн хамгийн бага зузаан болон хүдэр доторх ядуу буюу хоосон чулуулгийн хамгийн их зузааныг тухайн ордын техник эдийн засгийн судалгаанд тулгуурлан тогтооно.

Жишгийн үзүүлэлт нь ордын үйлдвэрлэлийн төрөл, хүдрийн биетийн морфологи, уул-геологийн нөхцлөөс шалтгаалан орд болгонд өөр байна. Тухайн ордын жишгийн үзүүлэлтийг ижил төстэй, ашиглалтад орсон ордтой харьцуулах замаар тодорхойлж болно.

6.14. Бериллийн ордын хэмжээнд үндсэн ба дагалдах ашигт бүрдвэрүүд нь орон зайн хувьд сайн хамааралтай байвал тухайн харгалзах огтлолд (интервалд) дагалдах бүрдвэрүүдийн агуулгыг үндсэн бүрдвэр рүү дүйцүүлэн шилжүүлж тооцоолно. Дүйцүүлсэн агуулгын тооцоонд үндсэн ба дагалдах ашигт бүрдвэрүүдийн нэгж массд харгалзах зах зээлийн үнэ, металл тус бүрийн металл авалтыг тооцоолох шаардлагатай.

Долоо. Ордын судлагдсан байдал

7.1. Ашигт малтмалын ордуудыг (хэсгүүдийг) судалгааны зэргээр нь үнэлгээ өгсөн орд ба хайгуул хийсэн орд гэж ангилна. Үнэлгээ өгсөн ордуудын судалгааны түвшин нь объектууд дээр хийгдсэн хайгуулын ажлыг үргэлжлүүлэх шаардлагатай эсэхийг тодорхойлдог бол хайгуул хийгдсэн ордуудын судалгааны түвшингээр ордуудын ашиглалтад бэлтгэгдсэн байдлыг үнэлнэ.

7.2. Эрэл-үнэлгээний ажлаар судлагдаж үнэлгээ өгсөн бериллийн орд дээр ордын геологийн тогтоц, хүдрийн биетүүдийн хэлбэр, ерөнхий хэмжээ, ашигт малтмалын чанарыг тодорхойлж цаашид хайгуул хийх, олборлох үндэслэлтэй хэтийн төлөвтэй хэсгүүдийг ялгасан байх ёстой. Нөөцийн тооцооны жишгийн үзүүлэлтүүдийг судалж байгаа ордтой нэг бүс нутаг, дүүрэгт орших шинэ ордын үнэлгээний ажлын үр дүнгээр боловсруулсан хайгуулын түр жишгийн үзүүлэлтүүд дээр үндэслэсэн, ордын ба түүний нарийвчлан судлагдсан хэсгийн хэмжээнд техник-эдийн засгийн урьдчилсан тооцоо хийхэд хангалттай түвшинд тогтоосон байвал зохино.

Үнэлгээ өгсөн орд ба хэсгийн хэмжээнд баялгийн үнэлгээг илрүүлсэн (P_1) зэрэглэлээр, ордын төлөөлөл сайтай, нарийвчлан судлагдсан багахан хэсэгт нөөцийг боломжтой (С) зэрэглэлээр тооцоолсон байна.

Ордын олборлолтын арга, системүүд, олборлолтын боломжит цар хүрээний талаарх төсөөллийг ижил төстэй ордын олборлолттой харьцуулсан судалгааны үндсэн дээр тоймлон тогтоосон байж болно.

Хүдрийн бодисын найрлага, технологийн шинж чанар нь ашигт бүрдвэрүүдийг иж бүрнээр нь ашиглах, хүдэр боловсруулах баяжуулах технологийн бүдүүвчийг сонгон авах түвшинд лабораторийн технологийн туршилтаар судалсан байна.

Ордын гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологи, олборлолтын болон бусад нөхцлүүдийн талаар урьдчилсан үнэлгээ өгч болохуйц түвшинд судалгаа хийсэн байвал зохино.

Бериллийн хүдрийн ордуудын үйлдвэрлэлийн ач холбогдлын үнэлгээг өгөхөд олборлох үйлдвэрүүдийн болон ахуйн ундны усан хангамжийн асуудлуудыг ашиглаж байгаа хайгуул хийгдсэн орд болон бусад боломжит эх үүсвэр дээр үндэслэн урьдчилсан байдлаар тодорхойлно. Ордын олборлолтоор хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөөг тодорхойлж, үнэлгээ өгсөн байна.

7.3. Үнэлгээ өгсөн ордуудын хүдрийн биетүүдийн хэлбэр дүрс, бодисын найрлагыг нарийвчлан судлах, хүдрийн баяжуулалтын технологийн бүдүүвчийг боловсруулах зорилгоор ордын хамгийн сайн судлагдсан төлөөлөл сайтай хэсэгт

хайгуулын ажлын үр дүн болон шинжээч нарын дүгнэлт, зөвлөмжийн дагуу туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт явуулж хүдрийн баяжуулалт хийж болно. Туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолтыг ордын хайгуулын ажлын хөтөлбөрт багтаан уул уурхайн болон хүрээлэн байгаа орчны хяналтын төрийн байгууллагуудын зөвшөөрөлтэйгөөр гурав хүртэл жилийн хугацаанд гүйцэтгэх боломжтой.

Туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт, боловсруулалтыг гол төлөв ордын гүний болон захын хэсгүүдэд хүдрийн биетүүдийн геологийн тогтцыг (дотоод тогтоц ба хэлбэр дүрсийн өөрчлөлт) нарийвчлан судлах, ордын олборлолтын уул-геологийн ба уул-техникийн нөхцлүүдийг тодруулан, хүдрийг олборлох ба баяжуулах технологийн (хүдрийн байгалийн ба технологийн төрлүүд, тэдгээрийн хоорондын харьцаа, баяжигдах онцлогууд г.м.) оновчтой горимыг сонгоход нэмэлт судалгаа хийх зайлшгүй шаардлага гарсан тохиолдолд гүйцэтгэнэ.

Туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт, боловсруулалтыг ашигт малтмалын олборлолтод шинэ аргуудыг нэвтрүүлэх үед, тухайлбал их ба бага гүний сийрэгжсэн хүдрийг цооногоор гаргаж авах, хүдрийн шинэ төрлүүдийг олборлох үед явуулна. Түүнээс гадна том, маш том ордуудыг эзэмших үед том үйлдвэр байгуулахын өмнө жижиг хэмжээний баяжуулах үйлдвэрт сонгосон технологийн бүдүүвчийг туршин үзэж сайжруулахын тулд туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт, боловсруулалтыг хийдэг.

7.4. Хайгуул хийсэн ордуудыг үйлдвэрлэлийн эргэлтэд оруулах нөхцлүүд ба дэс дарааллын асуудлуудыг шийдвэрлэх техник эдийн засгийн үндэслэл (ТЭЗҮ) боловсруулахад хэрэгцээтэй, хангалттай мэдээллийг авахын тулд, мөн уулын олборлох үйлдвэрийг барьж байгуулах ажлын төсөл боловсруулах, тийм үйлдвэрүүдэд шинэчлэл хийхэд зориулан ордуудын нөөцийн чанар ба хэмжээ, хүдрийн технологийн шинж чанарууд, олборлолтын гидрогеологийн, уул-техникийн ба экологийн нөхцлүүдийг цооногуудаар болон уулын малталтуудаар судалсан байна. Хайгуул хийгдсэн ордууд нь судалгааны түвшингээр дараах шаардлагуудыг хангасан байх ёстой. Үүнд:

- Бериллийн ордыг геологийн тогтцын нийлмэл байдлын бүлгүүдийн аль нэгэнд хамааруулах боломжийг хангасан байх;
- Ашигт малтмалын үйлдвэрлэлийн төрлүүд ба сортуудын технологийн шинж чанаруудыг ордын геологийн нөөцийг техник-эдийн засгийн тооцоонд үндэслэн тогтоосон жишгийн үзүүлэлтүүдийг баримтлан ордын тухай бүлэгт тохирох зэрэглэлээр ангилан тооцоолсон байх ёстой. Ордын янз бүрийн зэрэглэлээр тооцоолсон нөөцүүдийн харьцааг эрх бүхий мэргэжлийн геологич тогтоож шинжээч нар хянаж баталгаажуулна.
- Хүдэр дэх үйлдвэрлэлийн ач холбогдол бүхий ашигт бүрдвэрүүдийг цогцолбороор гаргаж авах баяжуулалтын оновчтой технологийн төсөл боловсруулах, үйлдвэрлэлийн хаягдлыг ашиглах чиглэлийг тодорхойлох, тэдгээрийг хамгийн оновчтой хадгалах хувилбарыг хангах түвшинд нарийвчлан судалсан байх хэрэгтэй.
- Ордыг иж бүрэн судалж хамт оршиж байгаа ашигт малтмалын, тухайлбал хучаас хурдас, газрын доорх усны геологийн нөөцийг жишгийн үндсэн дээр

тооцоолох, эсвэл баялагт хамааруулах, тэдгээрийг ашиглах боломжит чиглэлийг тодорхойлсон байна.

- Гидрогеологи, инженер-геологи, геокриологи, уул-геологийн, экологийн болон байгалийн бусад нөхцлүүдийг уулын ажлын аюулгүй байдал, байгаль орчны талаарх хууль тогтоомжуудын шаардлагуудын дагуу тооцон үзэж ордын олборлох, боловсруулах үйлдвэр байгуулах техник-эдийн засгийн үндэслэл боловсруулахад хангалттай нарийвчлалтайгаар судалсан байх шаардлагатай.
- Геологийн тогтоц, хүдрийн биетүүдийн байрлалын нөхцлүүд, хэлбэр дүрсүүд, нөөцүүдийн тоо хэмжээ ба чанарын тухай мэдээллүүдийн үнэмшлийг тухайн ордыг бүрэн төлөөлж чадах тогтоцтой хэсгүүд дээр нарийвчилсан ажил хийж баталгаажуулсан байна.
- Ордыг олборлоход хүрээлэн буй орчинд үзүүлж болох нөлөөллийг авч үзэх, таамаглаж байгаа экологийн сөрөг үр дагавруудын түвшнийг бууруулах, арилгах талаар санал, дүгнэлт, зөвлөмж гаргасан байна.
- Нөөцийн тооцоолдолд хэрэглэх жишгийн үзүүлэлтүүдийг үнэмшлийн шаардлага хангах түвшинд, ордын үйлдвэрлэлийн ач холбогдол ба цар хүрээг тодорхойлж болох боломжтой техник-эдийн засгийн тооцооны үндсэн дээр тогтоосон байх;
- Ордыг ашиглах төсөл боловсруулахад боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцийг бүрэн, эсвэл түүний хэсгийг олборлох боломжийг тодорхой тохиолдол бүрт ЭБМЗ-ийн шинжээч тодорхойлж, зөвлөмж хэлбэрээр шийдвэр гаргана. Энэ тохиолдолд шийдвэрлэх хүчин зүйлүүд нь хүдрийн биетүүдийн геологийн тогтцын онцлогууд, тэдгээрийн зузаан ба тэдгээр дэх хүдэржилтийн тархалтын шинж чанар, хайгуулын боломжит алдаануудын (аргуудын, техник, багаж төхөөрөмжүүдийн, сорьцлолтын, лабораторийн шинжилгээний г.м.) үнэлгээ, мөн ижил төсөөтэй ордуудын хайгуул ба олборлолтын туршлагыг харгалзан үзэх нь чухал.

7.5. Дээр дурдсан үзүүлэлт, шаардлагуудыг хангах түвшинд хайгуул хийгдэж нөөцийг нь тогтсон журмын дагуу тооцоолж бүртгүүлсний дараа үйлдвэрлэлийн зориулалтаар эзэмшихэд бэлтгэгдсэн гэж үзнэ.

Найм. Ордын нөөцийг дахин тооцоолж, бүртгэлжүүлэх

8.1. Нөөцийн дахин тооцоолол ба дахин бүртгэлжүүлэлтийг тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч, төрийн захиргааны ба мэргэжлийн хяналтын байгууллагуудын гаргасан санаачилгаар нэмэлт хайгуулын ба ашиглалтын үр дүнд ордын нөөцийн чанар ба хэмжээнд гарсан ихээхэн зөрөө, геологи-эдийн засгийн үнэлгээнд мэдэгдэхүйц хэмжээний өөрчлөлт илэрсэн тохиолдолд тогтоосон журмаар гүйцэтгэнэ.

Үйлдвэрийн эдийн засгийн байдал эрс муудсан тохиолдолд тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчийн санаачилгаар нөөцийг дахин тооцоолж, баталгаажуулах ажлыг дараах тохиолдлуудад хийнэ. Үүнд:

- Үйлдвэрлэлийн өөрийн өртгийн түвшин тогтвортой нөхцөлд бүтээгдэхүүний үнэ бодитой, мэдэгдэхүйц хэмжээгээр (20% ба түүнээс дээш) тогтвортой унаж байгаа тохиолдолд;
- Ашигт малтмалын чанарт тавих үйлдвэрлэлийн шаардлага өөрчлөгдсөн үед;
- Өмнө нь бүртгэгдсэн нөөцийн ба түүний тодорхой хэсгийн хэмжээ, чанар нь их хэмжээгээр батлагдахгүй байгаа тохиолдолд;
- Гүйцээх хайгуул болон ашиглалтын хайгуул, олборлолтын үеийн нийт нөөцийн хэмжээ, бүртгэлээс хассан ба хасахад бэлтгэсэн нөөцүүдийн батлагдаагүй хэмжээ, мөн техник-эдийн засгийн шалтгаанаар олборлох боломжгүй болсон нөөцийн хэмжээ нь уулын үйлдвэрүүдийн бүртгэлээс ашигт малтмалын нөөцүүдийг хасах журмын тухай тогтоогдсон нормативаас их гарсан (20%, түүнээс их) нөхцөлд;
- Хайгуулын ажлын үр дүнгээр тогтоогдсон нөөцийн зэрэглэлд өөрчлөлт орох нөхцөл үүссэн үед

Тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчийн (болон улсын) эрх ашиг зөрчигдсэн, ялангуяа татвар оногдуулах суурийн үндэслэлгүй багасалт тогтоогдсон зэрэг доорх нөхцлүүдэд мэргэжлийн хяналтын байгууллагын санаачлагаар нөөцийг дахин тооцоолж, дахин бүртгүүлэх ажлыг хийнэ.

- Нэмэгдсэн нөөцийн хэмжээ нь өмнө бүртгэгдсэн нөөцөөс 30% ба түүнээс их хэмжээгээр өссөн болон буурсан тохиолдолд;
- Үйлдвэрийн бүтээгдэхүүний дэлхийн зах зээлийн үнэ мэдэгдэхүйц хэмжээгээр, тогтвортой өсч байгаа (ТЭЗҮ-д тусгасан үнээс 30% ба түүнээс их хэмжээгээр өссөн болон буурсан) үед;
- Үйлдвэрлэлийн хүчин чадал, эдийн засгийг эрс сайжруулж чадах шинэ техник, технологи боловсруулагдсан ба нэвтэрсэн бол;
- Хүдэр ба агуулагч чулуулаг дотор ордын үнэлгээ хийх, үйлдвэрлэлийн төсөл боловсруулах үед тооцож үзээгүй ашигт бүрдвэрүүд болон хорт хольцууд илэрсэн үед

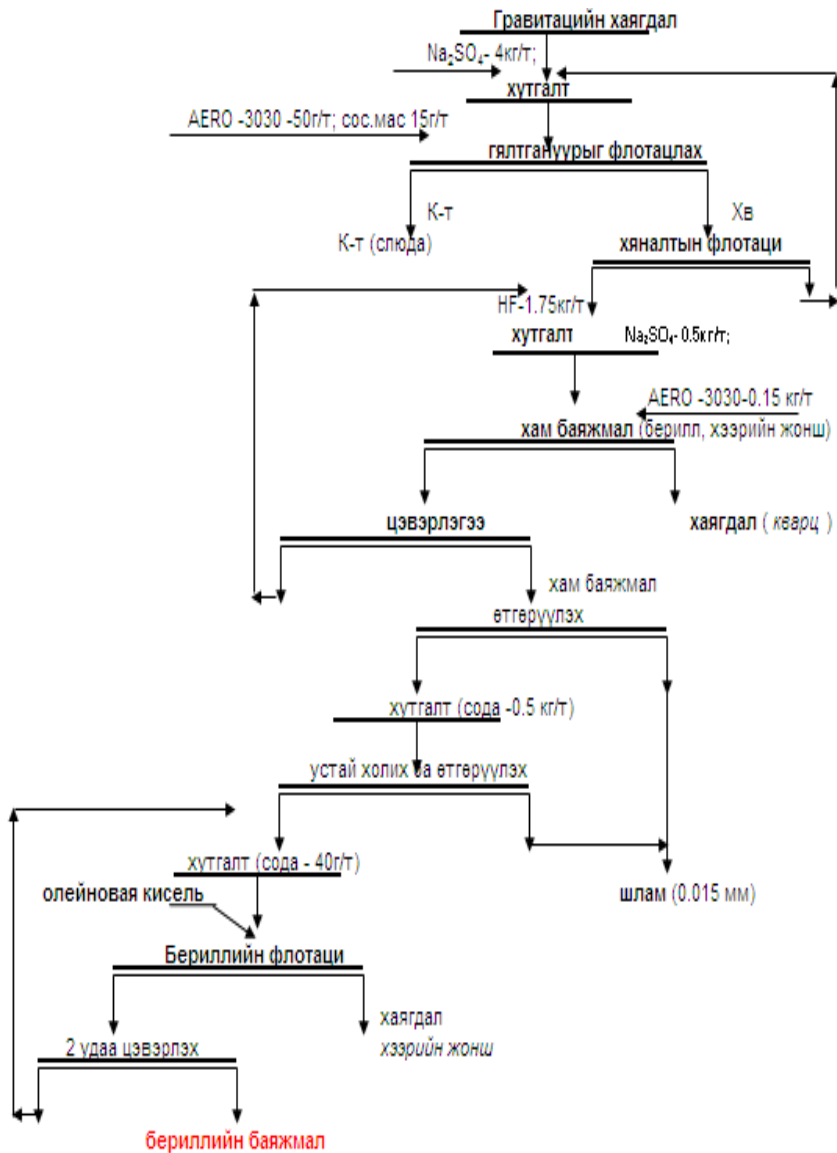
Түр зуурын шалтгаанаас (геологийн, технологийн, гидрогеологийн ба уул техникийн нөхцөлд нийлмэл хүндрэлтэй байдал үүссэн, бүтээгдэхүүний дэлхийн зах зээлийн үнийн түр зуурын уналт) үүдэлтэй үйлдвэрлэлийн эдийн засгийн асуудлыг ашиглалтын жишгийн механизмын тусламжтайгаар шийдвэрлэх бөгөөд тийм тохиолдолд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

Ес. Ашигласан материал

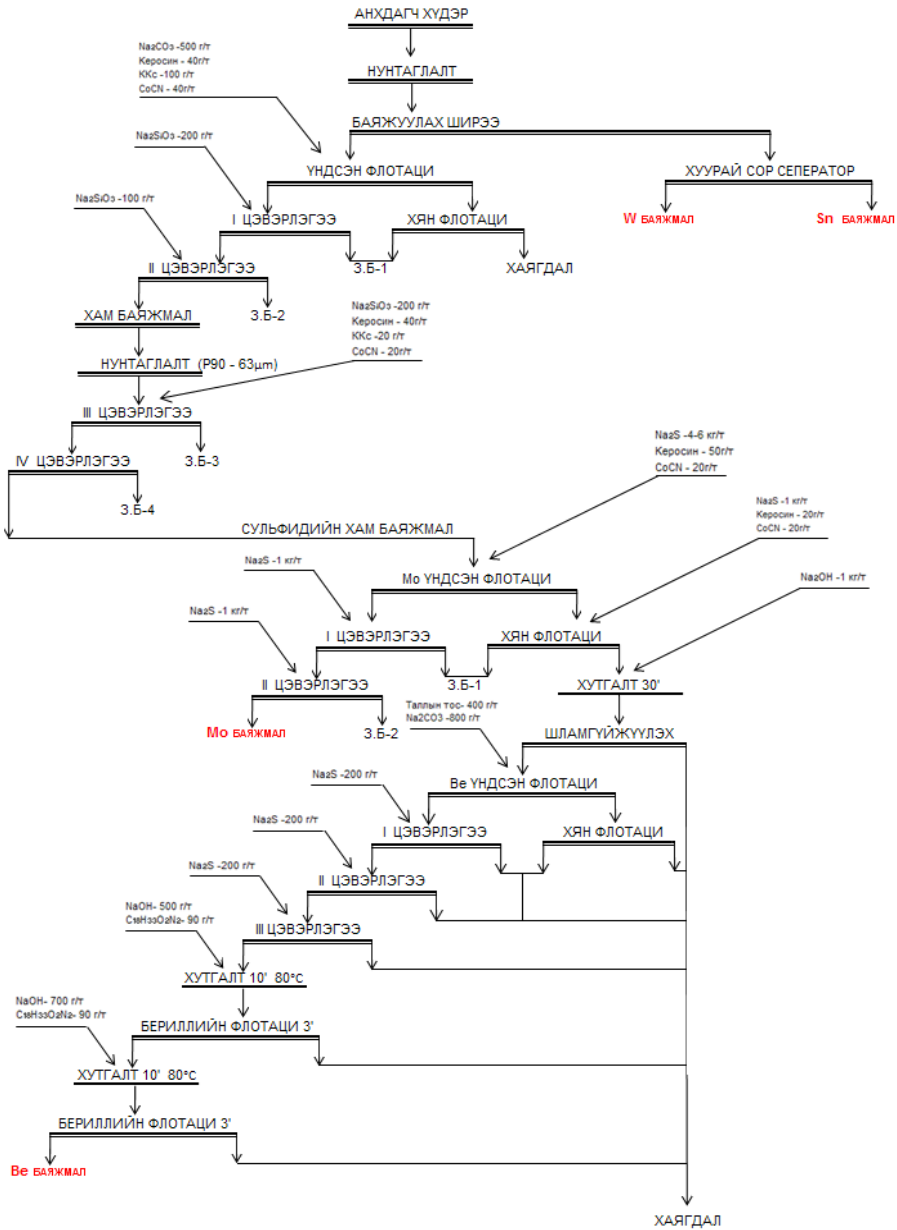
1. “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”. Уул уурхайн сайдын 2015 оны 9-р сарын 15-ны өдрийн 203 дугаар тушаал.
2. “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангиллыг тухайн төрлийн ашигт малтмалд хэрэглэх аргачилсан зөвлөмж”. /“Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2018 оны 08 дугаар сарын 13-ний өдрийн А/195 дугаар тушаалын хоёрдугаар хавсралт.
3. Гомбобаатар О., Доржготов Д., Батдорж Н. Егзэр зүүн вольфрам-молибдены ордод 2008-2010 онд гүйцэтгэсэн хайгуулын үр дүнгийн тайлан. 2010он.
4. Гинзбург А. И. Бериллий. В кн:Курс рудных месторождений. М., Недра, 1986.
С. 227-235
5. Доржготов Д., Наранхүү П. Төвийн берилл-вольфрамын ордод 2009-2010 онд гүйцэтгэсэн нарийвчилсан хайгуулын үр дүнгийн тайлан. 2010он.
6. Доржготов Д., Жаргал Л., Тамир Б.,Туяацэцэг Ю. Төвийн ховор металын ордын чулуулгийн хувирал ба хүдрийн эрдэслэг бүрэлдүүн. Геологийн асуудлууд 2019, №17, х. 42-52.
7. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых. Берилли. Москва, 2007, 40с.
8. Чимгээ Ш., Пүрэв-Очир М., Төгөлдөр Т. Төвийн ордын берилли-вольфрамын ховор металлын хүдрийн технологи туршилтын тайлан. 2011он.
10. Хавсралт. Бериллийн ордуудын хүдрийг баяжуулах технологийн бүдүүвчүүд

Арав. Хавсралт

Хавсралт 1



Бериллийн хүдрийг баяжуулах технологийн бүдүүвч



Төвийн берилли агуулсан ховор металлт (W, Sn, Be) комплекс ордын хүдрийг баяжуулсан технологийн бүдүүвч

НИКЕЛЬ, КОБАЛЬТ

ГАРЧИГ

1. Ерөнхий ойлголтууд	158
2. Хайгуулын зорилгоор ордыг геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар бүлэглэх нь	171
3. Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүний судалгаа	174
4. Хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа	186
5. Ордын гидрогеологи, инженер геологи (геотехник), геоэкологийн ба байгалийн бусад нөхцөлийн судалгаа	192
6. Ордын нөөцийн тооцоолол ба баялгийн үнэлгээ	195
7. Ордын судлагдсан байдал	203
8. Ордын нөөцийг дахин тооцоолж, баталгаажуулах	206
9. Ашигласан материал	207
10. Хавсралт	208

Нэг. Ерөнхий ойлголтууд

1.1. Никель

1.1.1. Никелийн ерөнхий ойлголт, хэрэглээ, ач холбогдол

Никель нь мөнгөлөг саарал өнгөтэй металл юм. Түүний нягт нь 8.35–8.90 г/см³, 1452°C-д хайлж, 2913°C-д буцалдаг, ферромагнит шинж чанартай, хүчтэй гялгатай, маш сайн өнгөлгөө авдаг, цувих, давтагдах, ширээх чадвар сайтай тул цувимал утас хийж болдог. Химийн үелэх системийн 28-р элемент, атомын жин нь 58.71. Байгаль дээр ⁵⁸Ni, ⁶⁰Ni, ⁶¹Ni, ⁶²Ni ба ⁶⁴Ni зэрэг 5 тогтвортой изотоп үүсгэдэг. Эдгээрээс ⁵⁸Ni изотоп нь хамгийн ихээр тархсан бөгөөд 68.077%-ийг эзэлдэг байна. Никелийн кларк агуулга нь 0.0058% боловч түүний агуулга хүчиллэг чулуулагт бага буюу 0.0008%, суурилаг болон хэт суурилаг чулуулагт 0.12% хүрч ихэсдэг. Байгаль дээр никель нь хүхэр болон төмөртэй нэгдэл үүссэн байдлаар тааралдах нь элбэг. Дэлхийн гүнийг судлах зорилгоор хийсэн геофизикийн төрөл бүрийн судалгааны үр дүнгээр дэлхийн гадаргад болон дотоод цөмд асар их хэмжээний никелийн хуримтлал байгаа гэдгийг тогтоосон. Мөн дэлхий дээр олдсон солирын найрлагад никель ихээр агуулагддаг байна.

Никелийн өндөр температурт тэсвэртэй чанарт үндэслээд түүнийг эрт дээр үеэс төрөл бүрийн металлтай хольж бат бөх хайлш хийхэд хэрэглэж ирсэн. Орчин үед никелийн хэрэглээний 80%-ийг металлургийн үйлдвэрт төрөл бүрийн металлын хайлш үйлдвэрлэхэд ашиглаж байна. Никелийн хайлшийг автомашин, трактор, суурь машин болон цахилгаан техникийн үйлдвэрлэлд өргөнөөр хэрэглэдэг. Никелийн зэс, цайр, хөнгөнцагаантай хольсон хайлшийг үйлдвэрлэлд өргөн хэрэглэхээс гадна зэс, төмөртэй хольсон хайлшийг зоосон мөнгө үйлдвэрлэхэд хэрэглэж байна. Химийн болон хүнсний үйлдвэрт цэвэр никелийг сав суулга, дамжуулагч хоолой зэрэгт ашигладаг.

Дэлхийн хэмжээнд үйлдвэрлэж буй никелийн ихэнх хэсгийг (65%) дулаанд тэсвэртэй, аж үйлдвэрийн багаж тоног төхөөрөмж, зэвэрдэггүй ган зэргийн сайн чанарын хайлш үйлдвэрлэлд хэрэглэдэг. Никелийн үйлдвэрлэлийн 20% орчмыг нь төмөр, хром, зэс, цайр болон бусад металлуудтай хольж маш сайн чанарын тусгай хайлш үйлдвэрлэхэд хэрэглэж байна. Түүнээс гадна никелийн тодорхой хэсгийг (7%) бусад төрлийн металлуудаар хийсэн хийц болон хайлшийг гадаргуугаас нь электролитийн бүрхүүлээр бүрэхэд хэрэглэж байна. Мөн никелийг аккумулятор үйлдвэрлэл болон бусад химийн үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаанд хурдасгуур (катализатор) болгон ашигладаг.

1.1.2. Никель агуулсан хүдрийн эрдсүүд

Никель агуулсан 40 гаруй эрдсүүд байх ба тэдгээр нь ихэвчлэн энгийн болон нийлмэл сульфидууд, арсенидууд болон сульфоарсенидын нэгдлүүд хэлбэртэй байна. Мөн ус агуулсан силикат нэгдэл хэлбэртэй 10 орчим эрдэс байдаг. Никель болон кобальт нь 100 орчим эрдсийн бүтцэд адсорбцлогдсон хэлбэрээр изоморф хольц байдлаар агуулагддаг. Никелийн гол эрдсүүдийг Хүснэгт-1-д харууллаа.

Никель болон кобальт агуулагч үйлдвэрлэлийн гол эрдсүүд

Хүснэгт 1

Эрдсийн нэр ба химийн томьёо	Агуулга, %	
	Никель	Кобальт
I. СУЛЬФИДУУД		
Пентландит (Fe, Ni) ₉ S ₈	22–42	1–3
Никель агуулсан пирротин FeS	0.4–0.7	–
Миллерит NiS	61–64	0.1–0.5
Линнеит Co ₃ S ₄	–	40–53
Кобальт агуулсан пирит (Fe, Co)S ₂	–	0.05–3
II. АРСЕНИДУУД, СУЛЬФОАРСЕНИДУУД ба АРСЕНАТУУД		
Скуттерудит CoAs ₃	0–9	11–20
Саффорит (Co, Fe)As ₂	0–0.3	10–30
Шмальтин – хлоантит (Co, Ni)As ₂	1–21	4–24
Кобальтин CoAsS	0.5–2	26–34
Эритрин Co ₃ (AsO ₄) ₂ · 8H ₂ O	0–6	20–30
III. СИЛИКАТУУД, УС АГУУЛСАН СИЛИКАТУУД ба УСАН ИСЛҮҮД		
Гарниерит (Ni, Mg) ₄ [Si ₄ O ₁₀] (OH) ₄ · 4H ₂ O	16–35	0–0.1
Ревдинскит (Ni, Mg) ₈ [Si ₄ O ₁₀] (OH) ₈	16–35	0.0–0.1
Никель агуулсан керолит (Mg, Ni) ₄ [Si ₄ O ₁₀] (OH) ₄ · 4H ₂ O	10–15	Ул мөр
Нонтронит $m\{Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2\} \cdot p\{(Al, Fe)_2 \cdot [Si_4O_{10}](OH)_2\}$	0.5–2.0	Ул мөр
Никель агуулсан серпофит (Mg, Ni, Fe) ₆ [Si ₄ O ₁₀] (OH) ₈	4–5	Ул мөр
Никель агуулсан гидрохлорит (Mg, Al, Fe) ₆ [(Si, Al) ₄ O ₁₀] · (OH) ₈ · <i>n</i> H ₂ O	2–6	0.03–1.2
Асболан ба псиломеланвад $m(Co, Ni)O \cdot MnO_2 \cdot nH_2O$	0.8–20	0.8–32
Гетерогенит CoO · 2Co ₂ O ₃ · 6H ₂ O	–	10–20

1.1.3. Никелийн хүдэржилт, гарал үүсэл

Зэс-никелийн сульфидын томоохон ордууд эртний платформын идэвхжил болон рифтийн хөгжлийн үеийн томоохон хэмжээний магмын биеттэй холбоотой үүссэн байдаг. Баруун Австралийн Камбалда бүсэд эртний коматиттай базальтын бялхалттай холбоотой никелийн ордууд үүссэн байдаг. Эртний платформын томоохон хэмжээний хагарлын бүсэд үүссэн суурилаг, хэт суурилаг найрлагатай магмын үйл ажиллагаатай холбоотой никелийн сульфидын томоохон ордууд үүснэ. Ороген хөгжлийн үед боржинлогтой холбоотой никель-кобальтын ордууд үүсдэг. Экзоген гаралтай никелийн силикатын ордууд платформын нөхцөлд өгөршлийн царцдаст үүсдэг. Агуулагч чулуулаг нь силикатлаг эсвэл карбонатлаг орчин байгаа эсэхээс хамаарч хүдрийн биет нь судал, давхарга үүр, нийлмэл зэрэг олон төрөл байдаг.

Металлогений эриний хувьд авч үзвэл геологийн төрөл бүрийн цаг үед үүссэн байдаг. Зэс-никелийн сульфидын томоохон ордууд архей (баруун Австрали), протерозой (Канад, Балтийн шит, Өмнөд Африк) болон мезозойн (Сибирийн платформ) үед үүссэн байна. Эдгээрээс хамгийн томоохон хүдрийн дүүрэгт Канадын Судбури, Томсон, Австралийн Камбалда, ОХУ-ын Норильскийн бүсүүд орно. Баруун Австралид протерозойн ультрабазитын магматай холбоотой коматиттай базальтад агуулагдсан 30 гаруй никелийн сульфидын ордууд үүссэн байна. Түүрүү палеозойн үед никелийн томоохон ордууд Европын баруун хойд хэсэгт нэлээд үүссэн бөгөөд гол төлөөлөгч нь Норвегийн Рингерийн орд юм. Хожуу палеозойн үед никелийн томоохон орд үүсээгүй ч кобальт-никелийн гидротермаль гаралтай ордууд болон (Тувагийн Ховуакс) өгөршлийн гадаргуутай холбоотой (Урал) ордууд байдаг. Мезозойн үед дэлхийн аварга ордууд Орос (Норильск) болон Өмнөд Африкийн Бүгд Найрамдах Улсад үүссэн байна. Мөн никелийн силикатын ордууд Өмнөд Урал, баруун хойд Казакстан болон Бразилд тогтоогддог. Кайнозойн үед никелийн силикатын ордууд зонхилж үүссэн. Хэт суурилаг болон суурилаг найрлагатай интрузив чулуулгийн өгөршлийн гадаргууд үүссэн силикат-никелийн ордууд Урал, Куба, Шинэ Каледонид, Филиппин, Австралид тархалттай байдаг. Томоохон ордууд нь Зүүн Өмнөд Ази, Төв ба Өмнөд Америкт тогтоогдсон.

Никелийн ордууд нь базит-гипербазитын найрлагатай магмын үйл ажиллагаатай холбоотой үүсдэг. Суурилаг болон хэт суурилаг чулуулагт никель нь оливины оронд торонд орж суух тул чулуулагт никелийн агуулга 0.13–0.41% хүртэл өсдөг. Хэрэв магмад тодорхой хэмжээгээр хүхэр агуулагдаж байвал никель нь төмөр, зэс, кобальтын (заримдаа цагаан алтны бүлгийн металл) хамт сульфид эрдсүүдийг үүсгэж ликвацийн төрлийн зэс-никелийн ордууд үүсдэг бөгөөд энэ нь үйлдвэрлэлийн гол төрөл болдог. Магмын дараах гидротермаль орчинд кобальт, хүнцэл, хүхэр, заримдаа висмут, уран ба мөнгөтэй нэгдэж арсенид эсвэл сульфид байдалтай хуримтлал үүсгэдэг. Энэ тохиолдолд кобальт зонхилсон сульфид, сульфид-арсенидын төрлийн хүдэр үүснэ.

Экзоген орчинд суурилаг, хэт суурилаг чулуулаг өгөршилд автахад никель нь серпентинит, оливин зэргийн задралаар ялгарч өгөршлийн гадаргуу үүсгэнэ.

Зэс-никелийн сульфидын ордууд (дэлхийн никелийн нөөцийн 37%, кобальтын 10%) нь дифференциацид орсон хэт суурилаг болон суурилаг найрлагатай магмын чулуулагтай (перидотит, габбро-норит, габбро ба габбро-диабаз) гарал үүслийн хувьд шууд холбоотой байна. Зэс-никель агуулсан хүдрийн биетүүд нь интрузив биетийн ёроол хэсэгт ихэвчлэн хуримтлагдсан байх ба зарим тохиолдолд агуулагч чулуулагтаа үүссэн байдаг. Хүдэр нь ихэвчлэн шигтгээ, судланцар байх ба багахан тохиолдолд цул болон брекчлэг тогтоцтой. Хүдрийн биетүүд нь хэмжээний хувьд нэлээд том, 100 м хүртэл зузаантайгаар унал болон суналын дагуу хэдэн км үргэлжилдэг, ихэвчлэн хэвтээ эсвэл бага зэргийн хэвгий заримдаа налуу, эгц уналтай хавтан, давхарга, мэшил, судал болон бусад нийлмэл хэлбэртэй байна. Агуулагч чулуулагтайгаа нийцлэг байршилтай давхарга хэлбэрийн биетүүдийн хувьд хүдэр нь шигтгээлэг тогтоцтой байх нь элбэг

тохиолддог. Харин агуулагч чулуулагтайгаа үүсгэж буй хэвтээ хажууд хүдэр нь бие даасан давхарга, үе, мэшил, судал маягийн хэлбэртэй бие даасан хуримтлал үүсгэж нягт цул, брекчлэг болон нэлээд шигүү шигтгээлэг тогтоцтой болсон байна. Сульфидын төрлийн хүдэржилтийн гол онцлог нь хүдрийн найрлага нь тодорхой төрлийн эрдэслэг бүрэлдэхүүнтэй байдаг оршино. Хүдрийн гол эрдэс нь пирротин, пентландит, халькопирит ба магнетит; хоёрдугаар зэргийн эрдэс нь пирит, кубанит, миллерит, валерит, цагаан алтны бүлгийн металл агуулсан эрдсүүд; ховроор хромит, маккинавит, шижир алт зэрэг байна. Энэ төрлийн ордын хүдэрт никелиэс гадна зэс, кобальт, цагаан алтны бүлгийн металлууд агуулагдах бөгөөд багаар селен, теллур, алт, мөнгө, хүхэр агуулагдана. Сульфидын төрлийн хүдэр нь дэлхийн болон ОХУ-ын никелийн нөөц ба үйлдвэрлэлийн зонхилох хэсгийг эзэлдэг.

Өгөршлийн гадаргууд үүссэн никелийн силикатын ордууд (дэлхийн никелийн нөөцийн 63%, кобальтын 58%) нь суурилаг болон хэт суурилаг чулуулгийн гадаргууд латерит өгөршлийн орд байдлаар үүсдэг. Өгөршлийн гадаргуугийн ордуудыг геологийн тогтоц, хүдрийн биетийн хэлбэр байрших нөхцөл, өгөршлийн гадаргуугийн хөгжих төрөл зэргээс хамаарч 1) латерит/талбайн (Буруктадьск, Сахаринск, Серовск); 2) шугаман (Синарск); 3) шугам-талбайн хосолсон (Черемшанск) гэсэн төрлүүдэд хуваадаг байна. Никелийн силикатын ордуудын хүдрийн биет нь төрлөөсөө хамаарч харилцан адилгүй байх ба хэдэн зуун метрээс 1-2 км хүртэл урттай, 1 м-ээс 30-50 м зузаантай байх нь элбэг. Хүдрийн биет нь ерөнхийдөө нөмрөг, давхарга хэлбэртэй хэдий ч план дээрээ зөв бус хэлбэр үүсгэдэг. Зарим тохиолдолд гэнэтийн гүнзгийрсэн уут, үүр бүхий мэшил, шаантаг, үүр хэлбэрийн биетүүд үүсгэх ба хүдрийн биетийн хил зааг нь тодорхой бус тул сорьцлолтоор хил заагийг зурагладаг онцлогтой. Хил заагийн болон карстын төрлийн өгөршлийн гадаргуугийн ордуудаас (Черемшанск) бусад ордуудад хүдрийн биетүүд нь голчлон хэвтээ, ховор тохиолдолд бага зэргийн хэвгий байрлалтай оршдог. Хүдрийн эрдсийн найрлага нь маш нийлмэл. Никель нь силикат, исэл зэрэг маш олон төрлийн нэгдэл бүхий эрдсүүдийн химийн найрлагад орсон байдаг. Хүдэрт никелиэс гадна серпентинит дахь марганец агуулсан эрдсүүдийн өнгөр (охор) зос зэрэгт кобальт тодорхой хэмжээгээр агуулагддаг. Эдгээр ордуудын хүдэрт ашигт металл нь нарийн мөхлөгт дисперс байдалтай болон аморф байдлаар төрөл бүрийн эрдсийн фазд агуулагддаг.

Өгөршлийн гадаргуугийн үлдэгдэл царцдаст хоёрдогч серпентинит, феррисаполит, нонтронит, гётит-гидрогётит, маггемит (мартит), хоёрдогч магнетит, кобальт-никель агуулсан асболан, төмөр-цахиурын фазын эрдсүүдээс тогтоно.

Шүүгдэл (инфилтрац)-ийн бүсэд никель, магни-никель агуулсан серпентинитүүд, тальк маягийн магни-никелийн эрдсүүд (керолит, пимелит), эсвэл тэдгээрийн хоорондын нэгдэл үүснэ. Дахин хуримтлагдсан өгөршлийн гадаргууд никелийн бертьерит, хоёрдогч магнетит, маггемит, миллерит, магни-никелийн серпентин болон амезитүүд үүснэ. Энэ төрлийн хүдрийг эрдсийн эвшил болон найрлагаас (никель ба кобальт, төмөр, магни, цахиур ба шавар) хамаарч

төмөрлөг (зосжсон, лептохлоритжсон, гематитжсан) болон магнилаг (никелийн силикат агуулсан серпентин) гэсэн үндсэн 2 төрөлд ангилна. Силикатлаг найрлагатай никелийн хүдэр нь агуулга ядуувтар байдаг тул уламжлалт механик аргаар баяжуулахад хүндрэлтэй тул гидрометаллургийн эсвэл пирометаллургийн аргаар баяжуулдаг. Хүдэрт никелийн агуулга 0.5%-иас 1-2% хүртэл илэрнэ. Силикатлаг никелийн хүдэрт хорт хольц нь зэс ба хром, хайлуулалтын үед ферроникель, фосфор болно. Дэлхийн олон оронд энэ төрлийн хүдэр нь никель болон кобальтыг гарган авах гол эх үүсвэр нь болдог.

Арсенид ба сульфоарсенидын никель-кобальтын ордууд ан цав хагарлын систем дагасан судал, судал маягийн биетүүд мөн гидротермаль үүсэлтэй шигтгээлэг, судланцар-шигтгээлэг хүдэр байдлаар үүссэн байх ба кобальт (Ховуакс) зонхилдог. Судлууд нь нийлмэл тогтоцтой гэнэт өргөсөн томрох, эсвэл нарийсан шувтарч тасалдах тохиолдол их тааралдана. Өд хэлбэрийн судлууд байснаа мэшлүүд болох эсвэл судланцар, шигтгээлэг хүдэр рүү шилжих тохиолдол их тааралдана.

Хүдрийн гол эрдсүүдээс гадна леллингит, аранжин мөнгө, аргентит, электрум, аранжин висмут, арсенопирит, теннантит, антимонит, киноварь, ховроор сфалерит, галенит агуулагдана. Исэлдлийн бүсэд кобальт-никелийн арсенатууд болох эритрин-аннабергит үүссэн байх нь олонтоо тааралдана. Судлын гол эрдсүүд нь кварц, кальцит, доломит, ховроор анкерит ба хлорит байна. Хүдэрт кобальт, никель, зэс, мөнгө, алт, висмут ба хүнцэл агуулагдана. Энэ төрлийн ордууд нь тэр болгон өргөн тархалт үзүүлдэггүй, тэдгээрийн никель ба кобальтын нөөцөд үзүүлэх үүрэг багахан байдаг.

Дээр өгүүлсэн геологи-үйлдвэрлэлийн төрлүүдээс гадна барууны орнуудад никель агуулсан ильменит-магнетит (Норвеги), никель агуулсан цул сульфид (Финлянд) болон судлын (таван элементийн хүдрийн төрөл) ордууд (ӨАБНУ) тогтоогдсон байдаг ба тэдгээр нь дэлхийн никелийн нөөцийн 1% орчмыг бүрдүүлдэг байна.

Монгол орны хэмжээнд никелийн ордын судалгаа харьцангуй бага хийгдсэн. Өнөөгийн байдлаар никелийн 3 орд, 30 гаруй илрэл тогтоогдоод байгаа боловч агуулга болон нөөцийн хувьд маш бага, гарал үүслийн хувьд нарийвчлан судлагдаагүй зэргээс үүдээд олон улсын хэмжээнд ялгагдаад байгаа үйлдвэрийн төрлүүдэд хамруулан үзэх боломжгүй байна.

1.1.4. Никелийн хүдрийн үйлдвэрлэлийн төрөл

Дэлхийн хэмжээнд никелийн сульфидын, силикатын болон холимог хүдрээс никелийг ашиглаж байна. Сульфидын хүдэрт никелийн агуулга 0.5–2.0%, түүнээс өндөр агуулгатай байдаг бол силикат хүдэрт 1.3% байдаг. Сульфид-арсенидын холимог хүдэр никель, кобальт, мөнгө, заримдаа алт, висмут, уран агуулах бөгөөд агуулга нь нэлээд баян байдаг.

Никелийн геологи-үйлдвэрлэлийн гол төрөл нь магмын гаралтай зэс-никелийн сульфидын, өгөршлийн гадаргуугийн никелийн силикат болон гидротермаль гаралтай никель-кобальт агуулсан арсенид, сульфоарсенидын ордууд (Хүснэгт-2) байна.

1.1.5. Никелийн үйлдвэрлэл, хэтийн төлөв

Дэлхийн хэмжээнд тогтоогдсон никелийн ордын захын агуулгыг 0.5%-иар тооцвол ойролцоогоор 300 сая тонн орчим нөөц байгаагаас 60% нь латеритын төрлийн ордод, 40% нь сульфидын төрлийн ордод агуулагдаж байна (USGS Open file report, 2021). Өнөөгийн байдлаар олборлоод байгаа нийт никелийн 80% орчмыг сүүлийн 30 жилд олборлосон гэж үздэг ба ирээдүйд ашиглах никелийг далайн ёроолын ордуудаас олборлоно гэж тооцсон. Сүүлийн үед далайн ёроолын Fe-Mn (Ni-Cu-Co-Mo)-ийн ордуудад 290 сая тонн гаруй никель агуулагдаж байгаа гэсэн тооцоо байдаг.

Никель, кобальтын ордуудын үйлдвэрлэлийн гол төрлүүд

Хүснэгт 2

Ордын үйлдвэрлэлийн төрөл	Хүдрийн биетийн структур морфолог	Хүдрийн гол эрдсүүд	Хүдрийн		Голлох дагалдах бүрдвэр	Ордын жишээ
			Ni	Co		
Зэс-никелийн сульфид	Нийцлэг, давхарга хэлбэрийн хэвтэш, мэшил	Никель агуулсан пирротин пентландит халькопирит (талнахит, моихукит), кубанит, магнетит	0.1%-ээс хэдэн %	0.01-0.1%	Цагаан алтны бүлгийн металл, алт, мөнгө, селен, теллур	Норильск-1, Талнах, Октябрьск, Ждановск, Семилетка (ОХУ), Судбури (Канад), Инсизва (ӨАБНУ), Микола-Нивола (Финлянд), Камбалда (Австрали)
Өгөршлийн гадаргуугийн никелийн силикат	Давхарга, нөмрөг хэлбэрийн хэвтэшүүд	Гарниерит, ревдинскит, керолит, нонтронит, гидрохлорит	0.7–0.8 % хэдэн %	0.01-0.1%	Төмөр	Серовск, Буруктаьльск, Сахаринск (ОХУ), Кемпирсайск (Казахстан), Побужской групп (Украин), Шинэ Каледони,
Никель-кобальтын арсенид ба сульфоарсенид кобальт зонхилно	Ан цавын судлууд, судал маягийн биетүүд	Шмальтин, хлоантит, никелин, скуттерудит, кобальтин	0.1%-ээс хэдэн %	1-2%	Алт, сурьма, Мөнгөн ус	Ховуакс (ОХУ), Бу-Аззер (Морокко), Кобальт (Канад)

2019 оны байдлаар нийт олборлож байгаа никелийн 60 гаруй хувийг гангийн үйлдвэрлэлд, 10 орчим хувийг сэргээгдэх эрчим хүчний түүхий эдийн салбарт литион батареины үйлдвэрлэлд ашиглаж байна. Олон улсын судалгааны үр дүнд 2016

онд лити-ионы батарейнд никелийн агуулга 38% байсан бол 2025 онд хоёр дахин өсөж лити-ион батарейн 76%-д нь никель агуулагдаж байгааг тогтоосон.

1.2. Кобальт

1.2.1. Кобальтын ерөнхий ойлголт, хэрэглээ, ач холбогдол

Кобальт нь улаавтар туяатай цайвар өнгийн металл юм. Менделеевийн үелэх системийн 27-р элемент бөгөөд түүний атом масс 58.93 байна. Тэрээр 1493°C-д хайлдаг, нягт нь 7-8.9 г/см³. Хүчтэй тогтвортой ферромагнит, сунах, давтагдах чанартай. Дэлхийн царцдасын дундаж агуулга нь (кларк) 0.0036%. Хэт суурилаг чулуулагтай илүү ихээр эвшилддэг.

Кобальтыг металл эсвэл исэл байдлаар (40% хүртэл) халуунд тэсвэртэй хайлш, ган хийх зорилгоор бусад металлээр хийсэн хайлшид нэмэлт байдлаар ашигладаг. Кобальтын үйлдвэрлэлийн 20% орчим нь нэгж эзлэхүүнд ногдох соронзон энерги ихтэй соронзон хайлш хийхэд хэрэглэгдэж байна. Кобальтын тодорхой хэсэг нь (16%) хром, вольфрам, титан, нүүрстөрөгч зэргээр хийдэг хатуу хайлш, цутгамал (стеллит) болон металл-керамик хайлш (кермет) зэргийн үйлдвэрлэлд ашиглагдаж байна.

Химийн болон керамикийн үйлдвэрлэлд кобальтын 20% орчим нь катализатор болон будгийн зориулалтаар 20% орчим нь хэрэглэгддэг. Сүүлийн жилүүдэд кобальтыг лити-кобальтын батарей, тэжээлийн үүсвэр хийхэд ашиглах болсон. Кобальтын ⁶⁰Со цацраг идэвхт изотопыг эрүүл мэндийн салбар, хөдөө аж ахуйн салбарт хэрэглэж байна.

1.2.2. Кобальт агуулсан хүдрийн эрдсүүд

Кобальт агуулсан 30 орчим эрдэс байдгаас ихэнх нь энгийн болон нийлмэл сульфид, арсенид, сульфо-арсенидын нэгдэл хэлбэртэй байна. Никель болон кобальт нь 100 орчим эрдсийн бүтцэд адсорбцлогдсон хэлбэрээр изоморф хольц байдлаар агуулагддаг. Голлох эрдсийг Хүснэгт 3-д харууллаа.

Кобальтын хүдрийн эрдсүүд (Hazen et al., 2016)

Хүснэгт 3

Эрдсийн нэр	Химийн томьёо	Дундаж агуулга (%)			Тогтоогдсон жишээ ордууд
		Co	Ni	Cu	
1	2	3	4	5	6
Скуттерудит	(Co,Ni)As _{3-x}	17.95	5.96	-	Скуттеруд уурхай (Норвеги), Боу Аззер (Марокко)
Кобальттайп ентландит	Co ₉ S ₈	49.33	9.06	-	Судбери (Канад)
Смальтит	(Co,Fe,Ni)As _{3-x, 0.5<x}	28.20	-	-	Боу Аззер (Марокко), Лангис уурхай (Канад)
Саффлорит	(Co,Fe)As ₂	21.25	-	-	Элизабет уурхай (Румын)
Кобальтин	CoAsS	35.52	-	-	Судбери (Канад), Брокен Хилл, (Австрали)
Аллоклазит	(Co,Fe)AsS	26.76	-	-	Элизабет уурхай (Румин), Силверфилдс уурхай (Канад)
Глаукодот	(Co,Fe)AsS	26.76	-	-	Хакансбода (Швед)
Карролит	Cu(Co,Ni) ₂ S ₄	28.56	9.48	20.5 3	Чамбиши, Мутанда (Конго), Кэрролл Каунти (АНУ)
Линнэйт	Co ₂ +Co ₂₃₊₅	57.95	-	-	Боу Аззер (Марокко), Норильск (Орос)
Сигенит	(Ni,Co) ₃ S ₄	14.51	43.36	-	Жангфер уурхай (Герман)
Катерит	CoS ₂	47.89	-	-	Шинколобве (Конго)
Бравоит	(Fe,Ni,Co)S ₂	4.88	9.71	-	Лангис уурхай (Канад), Боу Аззер (Марокко)
Вилламит	(Co,Ni)SbS	20.78	6.90	-	Брокен Хилл, (Австрали)
Со- пентландит	(Co,Ni,Fe) ₉ S ₈	54.18	15.69	-	Лангис уурхай (Канад), Соткамо (Финланд)
Эритрит	Co ₃ (AsO ₄) ₂ ·8(H ₂ O)	29.53	-	-	Боу Аззер (Марокко), Даниел Майн (Герман)
Розелит	Ca ₂ (Co,Mg)(AsO ₄) ₂ ·2 (H ₂ O)	9.95	-	-	Рапполдын уурхай (Герман), Росасын уурхай (Итали)
Гетерогенит	CoO(OH)	64.10	-	-	Катанга муж (Конго)
Асболан	(Ni,Co) ₂ · xMn ₄ + (O,OH) ₄ ·n(H ₂ O)	3.30	9.85	-	Кониамбо массив, Горо (Шинэ Каледони)
Со- литофорит	(Al,Li,Ni,Co)(Mn,Fe, Mg)O ₂ (OH) ₂	1.90	1.90	-	Тиебагхи (Шинэ Каледони), Шинколобве (Конго)
Колвезит	(Cu,Co) ₂ (CO ₃)(OH) ₂	17.84	-	39.0 5	Мусоной, Камото, Мупин, Машамба уурхай (БНАСАУ)
Сфаерокоба льтит	CoCO ₃	49.55	-	-	Тенке Фунгуруме (Конго), Шнееберг дүүрэг (Герман)

Биберит	$\text{CoSO}_4 \cdot 7(\text{H}_2\text{O})$	20.96	-	-	Шнееберг дүүрэг (Герман), Яхимов дүүрэг (Чех)
Апловит	$(\text{Co}, \text{Mn}, \text{Ni})\text{SO}_4 \cdot 4(\text{H}_2\text{O})$	15.66	2.60	-	Магнет Коув уурхай (Канад)
Фреболдит	CoSe	42.74	-	-	Стейнбрух Трогтал уурхай (Герман)
Троггалит	CoSe_2	27.18	-	-	Мусоной уурхай (Конго),
Пенрозеит	$(\text{Ni}, \text{Co}, \text{Cu})\text{Se}_2$	8.14	16.22	2.93	Пакажаккийн уурхай (Боливи)
Тиррелит	$(\text{Cu}, \text{Co}, \text{Ni})_3\text{Se}_4$	10.59	3.52	22.8 4	Голдфилдс дүүрэг (Канад), Петровисын орд (Чех)

1.2.3. Кобальтын хүдэржилт, гарал үүсэл

Арсенид, сульфоарсенидын хүдэртэй кобальтын ордууд зонхилон үүсэх ба тэдгээр нь ан цав хагарал дүүргэсэн судал, судланцар, судал маягийн биетүүд гидротермаль (Хову Аксы) гаралтай шигтгээ, судланцар-шигтгээ төрлийн хүдэр үүсгэнэ. Судлууд нь маш нийлмэл тогтоцтой, огцом зузаарч, огцом нимгэрэн шувтарч тасалддаг, тогтворгүй зузаантай. Өд хэлбэрийн судлууд байснаа мэшил биетүүд болох эсвэл судланцар, шигтгээлэг хүдэрт шилжих тохиолдол их тааралдана. Хүдрийн гол эрдсүүдээс гадна леллингит, аранжин мөнгө, аргентит, электрум, аранжин висмут, арсенопирит, теннантит, антимонит, киноварь, ховроор сфалерит, галенит агуулагдана. Исэлдлийн бүсэд кобальт-никелийн арсенатууд болох эритрин, аннабергит үүссэн байх нь олонтоо тааралдана. Судлын гол эрдсүүд нь кварц, кальцит, доломит, ховроор анкерит ба хлорит байна. Хүдэрт кобальт, никель, зэс, мөнгө, алт, висмут хүнцэл агуулагдана. Энэ төрлийн ордууд нь тэр болгон өргөн тархдаггүй, тэдгээрийн никель ба кобальтын нөөцөд үзүүлэх үүрэг бага байдаг. Кобальт агуулсан ордуудыг гарал үүслийн доорх 11 төрөлд ангилсан байдаг (Robert et al., 2017). Үүнд:

1. Зэс-никель-кобальтын сульфидын орд (Ni-Cu, Ni-Co-PGE)
2. Хэмхдэслэг чулуулагт агуулагдах давхарга маягийн орд (Cu-Co)
3. Өгөршлийн гадаргуугийн орд (Ni-Co, Cu-Co)
4. Таван элементийн судлын орд (Bi-Co-Ni-Ag-As)
5. Хар занарт агуулагдах орд (Co)
6. Хувирмал - тунамал чулуулагт агуулагдах орд (Co-Cu-Au)
7. Исэлдсэн төмрийн хүдэрт агуулагдах давхарга маягийн орд (IOCG-Co, U, REE)
8. Галт уулын чулуулагт агуулагдах орд (Cu-Pb-Zn-Co)
9. Далайн ёроолын тунамал орд (1. Fe-Mn (Ni-Co-Cu), 2. Fe-Mn (o-Mo-REE)
10. Хил заагийн метасоматит (скарны) орд
11. Далайн ёроолын Fe-Mn (Ni-Cu-Co-Mo) орд гэж ангилж байна (Хүснэгт-4).

Кобальт агуулсан ордын гарал үүслийн төрлүүд (Mudd et al., 2013).

Хүснэгт 4

Ордын төрөл	Товч тодорхойлолт	Ордын хэмжээ (сая тонн хүдэр)	Кобальтын хүдрийн эрсдүүд	Жишээ ордууд болон кобальтын агуулга
1	2	3	4	5
Зэс-никель-кобальтын сульфидын орд (Ni-Cu, Ni-Co-PGE)	Хэт суурилаг, суурилаг чулуулаг агуулагдах цул болон шигтгээлэг-сарнимал эрдэсжилттэй.	5–>500	Карролит, линнеит, пентландит, сиогенит Кобальтит, глаукодот	Норильск-Талнах, Орос (Со-0.061%); Канадын Войсей вэй (Со-0.13%); Камбалда, Австрали (Со-0.21%)
Хэмхдэслэг чулуулагт агуулагдах давхарга маягийн орд (Cu-Co)	Хэмхдэслэг эсвэл карбонатлаг чулуулагт хүдэржилт нь агуулагдана.	10–500	Карролит-линнеит, кобальтит, каттиерит, (өгөршлийн бүсэд гетерогенит, сферокобальтит)	Тенке Фунгуруме, Конго (Со-0.245%); Кизанфу, Конго (Со-1.08%); Нчанга, Замби (Со-0.026%)
Өгөршлийн гадаргуугийн орд (Ni-Co, Cu-Co)	Хэт суурилаг, суурилаг чулуулгийн өгөршлийн гадаргууд үүснэ.	10–800	Эритрит, гетерогенит, асболан, гарниерит	Моа, Куба (Со-0.13%); Горо, Шинэ Каледони (Со-0.11%); Муррин-Муррин, Австрали (Со-0.078%)
Таван металлын орд (Ni-Co-As-Ag-Bi)	Гидротермаль судлуудад хүдэржилт агуулагдана.	< 20	Со-арсенид, сульфид, сульфарсенид	Боу Аззер, Марокко (Со-1%)
Хар занарт агуулагдах орд	Хүхэр ихтэй хар занарт агуулагдах сарнимал сульфидын эрдэсжилттэй.	>500	Пентландит, пирротин	Соткамо, Финланд (Со-0.02%)
Хувирмал тунамал чулуулагт агуулагдах орд (Co-Cu-Au)	Рифттэй холбоотой үүссэн давхарга маягийн, линз, судал, брекч зэрэгт их	<1–31	Со-арсенид, сульфид, сульфарсенид	Модум дүүрэг, Норвеги (Со-0.26%)

1	2	3	4	5
	хэмжээгээр шийтгээлэг болон цул сульфидын хүдэржилттэй.			
Исэлдсэн төмрийн хүдэрт агуулагдах орд (Ag-U-REE-Co-Ni) (IOCG)	Магмын гидротермал, структураар хянагдсан түрэлтийн ордууд.	5→9 000	Кобальтит, глаукодот	Олимпын далан, Австрали (Co-0.02%)
Галт уулын цул сульфидын орд (VMS) Cu (-Zn-Co-Ag-Au)	Далайн ёроолд үүссэн цул сульфидын ордын хэт суурилаг, суурилаг чулуулагт кобальтын агуулга тогтоогддог.	<10–300	Кобальт, кобальтпентландит,	Киллахти, Финланд (Co-0.15%)
Миссисипи төрлийн орд (MVT) Zn-Pb (-Co-Ni)	Доломит болон шохойн чулууг зүссэн гидротермал судлуудтай холбоотой хүдэржилт тогтоогддог.	7 (дунд хэмжээтэй орд)	Сигенит, бравоит, герсдорфит, пирит	Хигдон, АНУ (Co-0.14%)
Скарны орд Ag-Ni-As-Bi)-Co	Шохойлог-цаххиурлаг чулуулагт хүдэржилт агуулагдана.	100–500	Кобальтит, карролит-линнаеит, пирит, сафлорит	Корнуолл, АНУ (Co-0.03%); Гороблагадат, Орос (Co-0.02%)
Далайн ёроолын Fe-Mn (Ni-Cu-Co-Mo) орд	Далайн ёроолын цахиурлаг хурдасд үүссэн Fe-Mn баяжсан хэсгүүд	100-500		Майн Ла Мотте-Фредериктаун, АНУ (Co-0.8)

1.2.4. Кобальтын ордын үйлдвэрлэлийн төрөл

Ордод кобальтын агуулга 0.01%-иас хэдэн арван хувь хүртэл агуулагддаг. Кобальтын нөөцийн зонхилох хэсгийг нийлмэл найрлагатай кобальт агуулсан ордуудаас гарган авдаг. Эдгээр ордуудад зэс-никелийн сульфидын, никелийн силикатын төрлийн хүдрээс гадна зэстэй элсэн чулуу, занар, төмрийн хүдэр (магнетиттай) болон зэсийн цул сульфидын ордууд орно.

Кобальт агуулсан зэстэй элсэн чулуу болон занар төрлийн стратиформ ордууд нь Африкийн Конго, Замби, Угандад тогтоогдсон. Эдгээр ордуудад хүдрийн биет нь давхарга, ховроор судал маягийн хэлбэртэй. Кобальт нь хүдэрт ураны болон зэсийн эрдсүүдтэй эвшилдсэн кобальт агуулсан пирит, линнеит болон карролит агуулагдана. Кобальтын агуулга өндөр буюу сульфидын хүдэрт 0.3%, исэлдсэн хүдэрт 0.25-2.0% хүрдэг. Энэ төрлийн ордууд маш том бөгөөд дэлхийн кобальтын нөөцийн 50%, үйлдвэрлэлийн 40%-ийг бүрдүүлдэг.

Кобальт нь төмрийн хүдрийн ордуудад пиритэд, заримдаа магнетитад, ховроор арсенид ба сульфоарсенидуудад агуулагддаг. Энэ ордуудад кобальтын агуулга 0.007-0.028% байдаг. Энэ төрлийн ордууд нь дэлхийн олон оронд өргөн тархалттай, ялангуяа ОХУ-д олноор тогтоогдсон. Төмрийн хүдрийн ордуудын баяжуулалтын үед кобальт нь хам баяжмалаар гардаггүй тул эдгээр ордуудад эдийн засгийн үнэлгээнд нь үндэслээд нэмэлт технологи суурилуулах шаардлага гардаг.

Зэсийн цул сульфидын төрлийн ордуудад кобальт нь пиритэд изоморф хольц байдлаар зонхилон агуулагдах ба заримдаа кобальтин, линнеит зэрэг бие даасан эрдэс үүсгэдэг. Энэ төрлийн ордод кобальт 0.013-0.07% агуулагддаг. Ийм ордууд Финлянд, Норвеги болон ОХУ-д тогтоогдсон, харин кобальтыг ашиглаж байгаа нь зөвхөн Финлянд улс юм.

Кобальт үүссэн байж болох шинэ хэтийн төлөв бүхий үйлдвэрлэлийн төрөлд орчин үеийн болон эртний далайн ёроолд 4500-5500 м гүн усны нөхцөлд хуримтлагдсан төмөр-манганы конкреци (ТМК) байж болох юм гэж үздэг. Номхон далайн ёроолд илрүүлсэн Кларион-Клиппертон (1500 × 2000 км) бүс нь энэ төрлийн ордын орчин үеийн гол төлөөлөл болох юм. Төмөр-манганы конкрец бүхий үеийн хуримтлалын нягтрал нь (далайн ёроолын 1 м²-д ногдох) харьцангуйгаар маш өргөн хэлбэлзэл үзүүлдэг ба заримдаа 30 кг/м² хүрдэг. Ийм конкрец агуулсан давхаргад Mn, Ni, Co ба Cu зэрэг нийлмэл найрлагатай ордууд үүсдэг. Конкрецын диаметр нь 0.1–*n*·10 см хэмжээтэй байх ба 3-7 см хэмжээтэй нь зонхилно. Конкрецд агуулагдах металлуудын агуулга: Mn 25–30%, Fe 6–12%, Ni 1–2%, Co 0.2–1.5%, Cu 1–1.5%, P 0.5–1% байдаг. Эдгээрээс гадна хольц байдлаар Mo, ГХЭ, V, цагаан алтны бүлгийн металл, Au болон бусад металлууд агуулагдана.

Мөн орчин үеийн далайн ёроолд далайн голч нурууны ойролцоо 3000-4000 м гүнд илрүүлэгдээд байгаа кобальт-төмөр манганы конкрецууд бүхий хурдас хэтийн төлөвийн хувьд сонирхол татаж байна. Тэдгээр нь далайн ёроолын хурдас хуримтлалын дээгүүр хэдэн мм-ээс 10 см хүртэл зузаантай нөмрөг хэлбэрийн хучаас үүсгэсэн байна. Энэ хучаас хурдас нь Mn, Ni, Cu, Co ба P агуулсан төмрийн усан ислээс тогтоно.

Сүүлийн жилүүдэд никель, кобальтын хүдрийн болон тэдгээрийг агуулсан хүдрийн бага агуулгатай хэсгийг хадгалсан овоолго, баяжмалын (пирротины баяжмал, хаягдал) болон металлургийн үйл ажиллагааны үед гарсан (шлак, хуурай хаягдал) зэргээс үүссэн техноген ордуудыг дахин ашиглах явдал ихсэж байна.

Техноген ордуудын дотоод бүтэц ба хүдрийн найрлага нь анхдагч ордын гарал үүслийн болон үйлдвэрлэлийн төрөл, олборлолтын арга, баяжуулалтын технологийн схем, бага агуулгатай хүдрийн агуулах, хадгалах аргачлал, овоолгын хугацаа зэргээс шууд хамаарна. Иймд техноген ордын хайгуул хийж эдийн засгийн үнэлгээ өгөх тохиолдолд энэ төрлийн ордод зориулан гаргасан аргачлалыг мөрдөх нь зүйтэй юм.

1.2.5. Кобальтын үйлдвэрлэл, хэтийн төлөв

Шинжлэх ухаан, технологи эрчимтэй хөгжиж буй өнөө үед кобальт нь өндөр үзүүлэлттэй хайлшийн үйлдвэрлэл (*Shedd 2013a, b*), өндөр технологийн салбарт ашиглагддаг цэнэглэдэг батарей, катализатор болон карбид үйлдвэрлэлд өргөнөөр ашиглагдаж байна (*Donachie 2002*). Мөн түүнчлэн цахилгаан тээврийн хэрэгслийн үйлдвэрлэл, хайлшны температурын тогтворжилт, нисэх онгоцны хөдөлгүүрийн турбины товчлууруудад хэрэглэгддэг (*Donachie 2002*). 2019 онд дэлхийн кобальтын хэрэглээний 46 орчим хувийг өндөр технологийн салбарт цэнэглэдэг батарей хийхэд ашигласан бол, 17 орчим хувийг супер хайлш хийхэд ашигласан байна (*Petavratzi et al., 2019*).

2019 онд дэлхийн хэмжээнд 168000 тонн кобальт олборлосны (*Brown et al., 2019*) 65% орчмыг Бүгд Найрамдах Ардчилсан Конго Улс (БНАКУ) –ын хэмхдэслэг чулуулагт агуулагдах кобальтын давхарга маягийн ордуудаас олборлосон байна. Бусад олборлогч орнуудад Шинэ Каледон, Хятад, Канад, Австрали зэрэг орнууд ордог. 2019-2020 онд олборлосон кобальтын нөөцийн 49%-ийг никель сульфидын хүдрээс, 32% -ийг зэсийн сульфидын хүдрээс, 19%-ийг никелийн латеритын хүдрээс олборлосон (*USGS., 2017, 2020*).

2020 байдлаар тогтоогдсон кобальтын нийт нөөц 154 сая тонн бөгөөд үүний 121 сая тонн нөөцийг ирээдүйд далайн ёроолын ордуудаас олборлоно гэж судлаачид тогтоосон байна (*Mudd et al., 2013*).

Хоёр. Хайгуулын зорилгоор ордыг геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар ангилах

Хүдрийн биетийн хэлбэр хэмжээ, түүний зузааны дагуух өөрчлөлт, дотоод бүтцийн тогтвортой байдал болон хүдэр дэх никель, кобальтын агуулгын тархалтын онцлогт нь тулгуурлаад Монгол улсын 2015 онд батлагдсан “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”-ыг баримтлан хайгуулын зорилгоор ордыг I, II ба III бүлэгт ангилна. Харин кобальтын ордын хувьд ордын нийлмэл байдлаас хамаарч IV бүлгийг ялгана.

2.1. **I** бүлгийн ордод дараах ордыг хамруулна.

- Геологийн тогтцын хувьд энгийн, шигтгээлэг хүдэртэй, зузаан ихтэй, томоохон хэмжээтэй давхарга хэлбэрийн хүдрийн биеттэй никелийн агуулгын тархалт нь жигд (Норилск-1 ба Талнах-Октябрьскийн дүүргийн шигтгээ хүдэртэй хэвтэшнүүд) зэс никелийн сульфидын ордуудыг (түүний хэсэг) хамааруулна.
- Хүдрийн биет нь 300 м-ээс 1.5 км хүртэл өргөнтэйгөөр хэдэн км хүртэл үргэлжилдэг
- Хүдрийн биетийн зузаан нь дунджаар 30-40 м, захын хэсгүүд рүүгээ 5-10 м, төв хэсэгтээ 60-100 м.

2.2. **II** бүлгийн ордод дараах ордыг хамруулна.

- Геологийн тогтцын хувьд нийлмэл, хүдрийн биет нь томоохон хэмжээтэй давхарга болон хавтан хэлбэртэй, нийлмэл тогтоцтой, тогтвортой зузаантай, зарим хэсэгтээ цүлхэн маягаар зузаарч, зарим хэсэгтээ аажим нимгэрсэн, зах хэсэг рүүгээ салаалсан, никелийн агуулгын тархалт жигд бус (Октябрьск ба Талнахын ордуудын хүдрээр баян хэвтэшүүд Ждановское, Заполярное, Котсельваара-Каммикиви, Семилетка зэрэг ордууд) зэс-никелийн сульфидын ордууд (түүний хэсэг) хамаарна.
- Хүдрийн биет нь хэдэн зуун метрээс хэдэн км урттай, бараг ижил хэмжээний өргөнтэй бага налуутай биетүүд, зарим эгц уналтай налуу биетүүд нь уналын дагуу 1.5 км хүртэл мөрдөгддөг. Хүдрийн биетийн зузаан нь 1-2 метрээс 100 м хүрнэ.
- Давхарга, нөмрөг, мэшил, шаантаг хэлбэрийн том, дунд зэрэг хэмжээтэй, заримдаа жижиг хэмжээтэй, зузаан нь тогтворгүй, заримдаа томоохон үүрүүд үүсгэх, эсвэл нарийсаж шувтарсан хүдрийн биетүүд бүхий никелийн агуулгын тархалт жигд биш никелийн силикатын ордууд (Буруктаьск, Черемшанск, Серовск, Сахаринск ордууд).
- Хүдрийн биетүүд нь ерөнхийдөө хэвтээ, заримдаа бага зэргийн хэвгий байрлалтай байх ба зузаан нь 1 м-ээс 30-50 м, харин урт нь хэдэн 100 м-ээс хэдэн км хүртэл үргэлжилнэ.

2.3. **III** бүлгийн ордод дараах ордыг хамруулна.

- Геологийн тогтцын хувьд маш нийлмэл тогтоцтой мэшил судал хэлбэрийн хүдрийн биетүүдтэй, зузаан нь маш тогтворгүй, олон салаалсан, өргөсөж нарийссан, шувтарч тасарсан дунд зэргийн болон жижиг хэмжээтэй зэс-

никелийн сульфидын ордууд (түүний хэсэг) хамаарна. Эдгээрт никелийн тархалт маш жигд бус байна.

- Хүдрийн биет нь унал болон суналынхаа дагуу хэдэн арав болон 100-200 м үргэлжилнэ. Зузаан нь 1-2 м заримдаа 10 м (Спутник, Шануч, Октябрьск ба Талнахын ордуудын «зэст» хүдэр).
- Дунд зэргийн болон жижиг хэмжээтэй нарийхан шаантаг хэлбэрийн, маш тогтворгүй зузаантай хүдрийн биет бүхий өгөршлийн гадаргуутай холбоотой никелийн силикатын ордууд.
- Хүдрийн биет нь унал болон суналын дагуу 100-200 м-ээс хэтрэхгүй. Хүдрийн биетийн зузаан нь 1 м-ээс 10-20 м хүрдэг (Кунгурск, Покровск, Синарск ордууд)

2.4. IV бүлэгт ордод дараах ордыг хамруулна.

- Геологийн тогтоц нь маш нийлмэл, жижиг хэмжээтэй олон тооны хагарал ан цавшилаар таслагдсан олон салаалсан нийлмэл хүдрийн биеттэй, никелийн тархалт нь маш жигд бус никель-кобальт болон кобальт зонхилон агуулсан арсенид, сульфоарсенид төрлийн ордууд.
- Хүдрийн биет нь суналын дагуу 100-400 м, уналын дагуу 20-600 м үргэлжилдэг зузаан нь 0.5-1.0 м байна (Ховуакс орд)

Ордыг ийнхүү геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар нь бүлэгт хамааруулахдаа ордын нөөцийн 70%-иас ихийг агуулж байгаа хамгийн томоохон хүдрийн биетийн геологийн тогтцыг харгалзан үзнэ. Ордыг геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар нь бүлэгт хамааруулахдаа хүдэржилтийн гол чанаруудын тоон үзүүлэлтийн статистик үнэлгээг харгалзан үзэх боломжтой.

Хайгуулын систем болон хайгуулын торын нягтрал нь үндсэндээ байгалийн хэд хэдэн хүчин зүйлээс хамаардаг: хүдрийн биетийн байршиж буй нөхцөл ба структур-геологийн онцлог (хүдрийн биетийн хэлбэр дүрс ба тогтвортой байдал, хил заагийн шинж төрх) болон ашигт бүрдвэрийн тархалт (хүдрийн биет дэх ашигт малтмалын чанарын өөрчлөлтийн түвшин).

Ордын/хүдрийн биетийг нийлмэл байдлаар бүлэглэхэд шаардлагатай үндсэн тоон утгууд байдаг. Үүнд: хүдэржилтийн итгэлцүүр (K_x), хүдрийн нийлмэл байдлын үзүүлэлт (q), хүдрийн биеийн зузааны хэлбэлзлийн итгэлцүүр (V_m) агуулгын хэлбэлзлийн итгэлцүүр (V_a) зэрэг орно (А.П.Прокофьев, 1973).

- а. Хүдэржилтийн итгэлцүүр K_x – ийг тасалдсан хүдэржилттэй ордын нөөцийн нэгж хэсэгшлийг ялгахад хэрэглэнэ. Үүнийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

Энд: l_i – малталт ба цооногоор огтолсон хүдэртэй хэсгүүдийн шугаман хэмжээ,

L – малталт ба цооногоор тогтоосон нийт хүдэржсэн хэсгийн шугаман хэмжээ.

- б. Ордын нийлмэл байдлын итгэлцүүр q – ийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

Энд: N_x – хүдэржилт огтолсон малталт ба цооногийн тоо,

N_{x_2} – хүдэржилт огтлоогүй малталт ба цооногийн тоо.

в. Хүдрийн биетийн зузааны өөрчлөлтийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

Энд: V_m – хүдрийн биетийн зузааны өөрчлөлтийн вариацийн итгэлцүүр,

σ_m – хүдрийн биетийн зузааны дисперс,

\bar{m} – хүдрийн биетийн дундаж зузаан.

г. Ашигт бүрдвэрийн агуулгын өөрчлөлтийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

Энд: V_a – ашигт бүрдвэрийн агуулгын өөрчлөлтийн вариацийн итгэлцүүр,

σ_a – ашигт бүрдвэрийн агуулгын дисперс,

\bar{a} – ашигт бүрдвэрийн дундаж агуулга.

I, II, III ба IV бүлгийн ордуудын хүдрийн биетүүдийн нийлмэл байдлыг харуулах хамгийн их хязгаарын боломжит утгууд (Хүснэгт-5)

Хүдэржилтийн үндсэн шинж чанаруудын өөрчлөлтийн тоон утгууд

Хүснэгт 5

Ордын бүлэг	Ордын геологийн тогтоцын нийлмэлбайдлын үзүүлэлтүүд			
	K_p	q	$V_m, \%$	$V_c, \%$
I бүлэг	0.9–1.0	0.8–0.9	< 40	< 40
II бүлэг	0.7–0.9	0.6–0.8	40–100	40–100
III бүлэг	0.4–0.7	0.4–0.6	100–150	100–150
IV бүлэг	< 0.4	< 0.4	> 150	> 150

2.5. Никель кобальтын ордыг нөөцийн хэмжээгээр нь том, дунд жижиг хэмжээний орд хэмээн ангилах ба хүдрийн агуулгаар нь мөн баян, дунд, ядуу хүдэр гэж ангилна. Ийнхүү ангилах тоон хэмжээг хүснэгт 6-аар илэрхийлэв.

Никель, кобальтын ордуудын нөөцийн хэмжээ, хүдрийн агуулгын ангилал

Хүснэгт 6

Металл	Никель, кобальтын ордын нөөцийн хэмжээний ангилал, мян.тн			Никель, кобальтын хүдрийн чанарын ангилал, %		
	Том	Дунд	Жижиг	Баян	Дунд	Ядуу
Никель	>200	30-200	<30	>2	0.5-2	0.3-0.5
Кобальт	>15	2-15	<2	>0.5	0.1-0.5	0.05-0.1

Гурав. Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүний судалгаа

3.1. Хайгуул хийсэн ордуудад түүний хэмжээ, геологийн тогтоц, орон нутгийн рельефийн шинж байдал, хэрчигдэлд тохирсон масштаб бүхий байр зүйн зурагтай байх ёстой. Никель, кобальтын хүдрийн ордуудын талбайн байр зүйн зураг болон плануудыг ихэвчлэн 1:1000-1:5000 масштабээр бэлтгэн хэрэглэнэ. Хайгуулын ба ашиглалтын бүх малталтууд (суваг, шурф, хэвтээ ам /штольн/, налуу ба босоо амууд /шахт/, цооногууд), геофизикийн нарийвчилсан судалгааны шугамууд, мөн хүдрийн биет, хүдэржсэн бүсийн байгалийн гаршууд нь маркшейдерын хэмжилтээр холбогдож, байр зүйн зургийн суурин дээр буулгасан байна. Уулын далд малталтууд ба цооногуудыг горизонтын планууд дээр маркшейдерын хэмжилтийн үр дүнгээр буулгана. Уулын малталтуудын хувьд горизонт бүрийн маркшейдерын плануудыг 1:200-1:500 масштабээр, нэгдсэн план зургийг 1:1000-аас багагүй масштабтай үйлдэнэ. Хайгуулын цооногуудын хүдрийн биетийн тааз ба улыг огтолсон цэгүүдийн координатыг маркшейдерын хэмжилтээр тодорхойлж, мөн зүсэлт ба план зургуудын хавтгайд цооногийн баганын тахийлт, хазайлтыг буулгасан байна.

3.2. Ордын геологийн тогтоцыг нарийвчлан судалж, ордын хэмжээ ба нийлмэл байдалтай нь уялдуулан 1:1000-1:10000 масштабтай геологийн зураг (никелийн силикатын хүдрийн хувьд ижил масштабтай өгөршлийн гадаргуугийн зураг), планууд, проекцуудад, шаардлагатай тохиолдолд блок диаграммууд болон загваруудад үзүүлсэн байх ёстой. Ордод хийгдсэн геологийн ба геофизикийн судалгааны материалууд нь хүдрийн биетүүд эсвэл хүдэржсэн бүсүүдийн хэмжээ ба хэлбэр дүрс, тэдгээрийн байрлалын нөхцөлүүд, дотоод тогтоц, тасралтгүй үргэлжлэх байдал (эрдэсжсэн бүсүүдийн хүдрээр ханасан байдал), хүдрийн биетүүдийн шувтарч байгаа шинж төрх, агуулагч чулуулгуудын өөрчлөлтийн онцлогууд, хүдрийн биетүүд ба агуулагч чулуулгийн хоорондын харилцан хамаарал, атираат структур, тасралтат хагарлуудтай үүсгэж байгаа харьцаануудын талаарх ойлголт нь ордын нөөцийг тооцоолоход шаардлагатай бөгөөд хангалттай хэмжээний ойлголт, төсөөлөл өгч чадах хэмжээнд судлагдсан байх ёстой. Мөн хүдрийн биет нь хэрхэн шувтарч байгаа, агуулагч чулуулагтаа үзүүлж буй хувирал өөрчлөлт, хүдрийн биет нь агуулагч чулуулаг, атираашил ба тектоник эвдрэл зэрэгтэй үзүүлж буй хамаарал, никелийн силикатын ордын хувьд өгөршлийн гадаргуугийн төрх (шугаман эсвэл талбайн), тэдгээрийн анхдагч хувираагүй чулуулаг болон тектоник эвдрэл, түүний эрчимтэй үзүүлэх харилцан хамаарал зэргийг нөөцийг тооцоолоход хангалттай хэмжээний ойлголт, төсөөлөл өгч чадах хэмжээнд судалсан байх ёстой. Ордод хэрэв илрүүлсэн (P_1) зэрэглэлээр баялаг үнэлж байгаа бол хэтийн төлөвтэй хэсгийн байрлалыг тодорхойлж байгаа геологийн хил заагууд, эрлийн шалгууруудын үндэслэлийг гаргасан байх шаардлагатай.

3.3. Хүдрийн биетүүд, эрдэсжсэн бүсүүд болон өгөршлийн гадаргын гаршууд болон гадарга орчмын хэсгийг хүдрийн биетүүдийн суналд хөндлөн чиглэлд суваг, шурфууд, рассечкатай (хүдрийн биетийг доод хэсгээсээ хэвтээ малталт

салбарлуулан огтолсон) шурфууд, цэвэрлэгээтэй траншейгээр, бага гүнтэй цооногуудаар, мөн геофизикийн ба геохимийн аргуудыг хослуулан судалсан байх шаардлагатай. Хүдрийн биетийн хэлбэр дүрс, байрлалын нөхцөлийг тодорхойлох, өгөршлийн гадаргуу болон исэлдлийн бүс түүний хөгжсөн гүн, сульфидын хүдрийн исэлдлийн зэрэг, хүдрийн бодисын найрлагын ба технологийн шинж чанарын өөрчлөлт, ордын никелийн болон кобальтын агуулгын судалгааны үр дүн нь тухайн ордын нөөцийн тооцооллыг хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүдээр нь ангилал хийх боломжийг хангасан байна.

3.4. Зэс-никелийн сульфидын болон никелийн силикатын ордуудын хайгуулыг гүнд нь цооногоор (нийлмэл тогтоцтой хүдрийн биетүүд, ялангуяа арсенид болон сульфоарсенидын ордуудад уулын малталттай хосолсон цооногоор) хийж гадаргуугийн ба далд малталтууд болоод цооногуудад геофизикийн судалгааг хослуулан хэрэглэнэ.

Хайгуулын аргачлал-уулын малталтууд ба цооногуудын тоо хэмжээний харьцаа, уулын малталтын төрлүүд, өрөмдлөгийн арга төрөл, хайгуулын торын хэлбэр ба нягтрал, сорьцлолтын төрөл ба арга аргачлал нь ордуудын геологийн тогтцын нийлмэл байдлын бүлгүүдэд тохирсон зэрэглэлүүдээр нөөцийг тооцоолох боломжийг хангасан байх ёстой. Хайгуулын аргачлал нь ордын геологийн тогтцын онцлог, хайгуул хийх уулын малталтын, өрөмдлөгийн, геофизикийн техник тоног төхөөрөмжүүдийг хэрэглэх боломж, ижил төрлийн ордын хайгуул хийсэн болон олборлож байгаа арга туршлагыг харгалзсаны үндсэн дээр тодорхойлогдоно. Хайгуулын системийн оновчтой хувилбарыг сонгохдоо хайгуулын ажлын төрөл бүрийн хувилбарт тохирох техник эдийн засгийн үзүүлэлтүүд болон хайгуулын ажлыг гүйцэтгэх хугацаа зэргийг харьцуулан тооцоолж, дүн шинжилгээ хийсэн байна.

3.5. Баганат өрөмдлөгийн цооногуудаас дээд зэргийн гарцтай кернийг гарган авах шаардлагатай бөгөөд керн нь хүдрийн биетүүд ба агуулагч чулуулгийн байрлалын онцлог, тэдгээрийн зузаан, хүдрийн биетүүдийн дотоод бүтэц тогтоц, хүдэр орчмын хувирлын шинж байдал, хүдрийн байгалийн янз бүрийн төрлүүдийн тархалт, тэдгээрийн структур, текстурыг бүрэн тодорхойлж болох, мөн кернээс сорьцлолт хийхэд бүрэн төлөөлж чадах хэмжээнд байх ёстой. Сүүлийн үеийн геологи-хайгуулын ажлын туршлагаас үзэхэд керний гарц өрөмдлөгийн рейс бүрд 90%-иас багагүй байх ёстой. Керний шугаман гарцыг үнэн зөв тодорхойлохын тулд жингийн болон эзэлхүүний аргуудаар тогтмол хянаж байх шаардлагатай.

Никель ба кобальтын агуулга болон хүдрийн огтлолын зузааныг тодорхойлоход керний төлөөлөх чадвартай гэдгийг баталгаажуулахын тулд тухайн керн нь сонгомол элэгдэлд автагдсан, эсэхийг судалсан байх шаардлагатай. Үүний тулд хүдрийн үндсэн төрлүүдээр цооногийн керн, шламын сорьцлолтын шинжилгээний үр дүнг (янз бүрийн гарцтай огтлолуудаар) хяналтын уулын малталт, эсвэл өөр аргаар өрөмдсөн (цохилтот, хийн цохилтот ба үрлэн) цооногуудын сорьцлолтын үр дүнтэй, мөн керний гарцыг дээшлүүлсэн баганат өрөмдлөгийн цооногуудын сорьцлолтын үр дүнтэй харьцуулан үзэх хэрэгтэй. Хэрэв керний гарц бага байх, эсвэл сонгомол элэгдэл үрэлтэд автсанаас сорьцлолтын үр

дүн мэдэгдэхүйц гажих тохиолдолд өөр техник, технологи хэрэглэн шалгах хэрэгтэй.

Сэвсгэр юм уу, сул нягтарсан хүдэр (өгөршлийн гадарга)-ээс тогтсон ордод хайгуул хийж байгаа бол өрмийн керний гарцыг сайжруулах тусгайлан боловсруулсан дэвшилтэт технологийг (угаалгагүй өрөмдөх, богино рейсээр өрөмдөх, өрөмдлөгийн тусгай шингэн ашиглах гэх мэт) ашиглах хэрэгтэй. Өрөмдлөгийн үнэмшил болон түүний мэдээллийн үр дүнг дээшлүүлэхийн тулд цооногийн геофизикийн судалгааны цогц аргуудыг хэрэглэх шаардлагатай бөгөөд энэ нь шийдвэрлэхээр дэвшүүлж байгаа зорилт, ордын геологи-геофизикийн тодорхой нөхцөл, геофизикийн аргуудын орчин үеийн дэвшилтэт аргачлалаас хамааран тодорхойлогдоно. Каротажийн цогц хэмжилт хийх нь хүдрийн огтлолыг ялгах, түүний үзүүлэлтүүдийг тогтооход үр дүнгээ өгдөг тул тухайн ордод өрөмдсөн хайгуулын бүх цооногт хийх шаардлагатай.

Газрын гадаргаас болон газрын гүнээс өрөмдсөн 100 м-ээс их гүнтэй бүх босоо болон налуу цооногуудад 20 м тутамд цооногийн азимутын болон зенитийн өнцгүүдийг тодорхойлж байх шаардлагатай. Эдгээр хэмжилтийн үр дүнгүүдийг геологийн зүсэлтүүд, план зургууд хийхэд болон хүдрийн огтлолын зузааныг тооцож гаргахад ашиглах ёстой. Цооногийг уулын малталт огтолсон тохиолдолд огтлолцлын цэгийн байрлалыг маркшейдерын хэмжилтээр тогтоосон байна.

Цооногуудын налууг хүдрийн биетийг 30°-ээс багагүй өнцгөөр огтолсон байхаар сонгоно. Босоо уналтай хүдрийн биетийг хурц өнцгөөр огтолж байгаа тохиолдолд цооногт хиймэл хазайлт хийх боломжтой. Хайгуулын үр дүнг сайжруулах зорилгоор олон мөргөцөгт цооног өрөмдөх, хэвтээ далд малталтуудаас газрын доор дэвүүр маягийн өрөмдлөг хийх нь ашигтай байдаг. Хүдэрт өрөмдлөгийг аль болох нэг диаметрээр өрөмдөх хэрэгтэй.

3.6. Уулын малталтууд (хайгуулын цооногуудын хамт) нь хүдрийн биетүүдийн дотоод бүтэц, хэлбэр дүрс, байрлалын нөхцөлүүд, хүдрийн биетүүдийн эрдэслэг бүрэлдэхүүн, тасралтгүй үргэлжлэх байдлыг нарийвчлан судлах, мөн өрөмдлөг болон геофизикийн судалгааны мэдээллийг хянах, технологийн сорьц авах үндсэн арга зам болдог. Арсенид болон сульфоарсенид найрлагатай хүдрийн ордуудад уулын малталтууд нь (хайгуулын цооногуудын хамт) хүдрийн биетийн байрших нөхцөл, хэлбэр дүрс, дотоод бүтэц, мөн хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүний онцлогийг тодруулахад чиглэсэн нарийвчилсан судалгааны гол арга нь болно.

Уулын малталтаар хайгуулын ажлыг хийснээр хүдрийн биетүүдийн тасралтгүй байдал, унал ба суналын дагуу зузаан болон никель, кобальтын агуулгын өөрчлөлтийг төлөөлөх чадвартай хэсгүүдээр хангалттай хэмжээнд судлах боломжтой. Бага зузаантай хүдрийн биетүүдийг суналын дагуу штрек нэвтрэн, уналын дагуу восстающий нэвтрэн судална. Зузаан ихтэй биетүүдийг орт, рассечки нэвтрэх, эсвэл нягтруулсан тороор газрын доорх хэвтээ цооногуудын системээр судална. Уулын малталтыг тухайн ордын хэмжээнд хамгийн эхний ээлжид ашиглалтад оруулахаар төлөвлөж буй хэсэг болон түвшингүүдээс эхлэн хийнэ.

3.7. Хайгуулын малталтуудын байрлал, тэдгээрийн хоорондох зайг хүдрийн биетийн структур-морфологийн төрөл тус бүр дээр тэдгээрийн хэлбэр, хэмжээ, геологийн тогтцын онцлогт нь тохируулан сонгосон байх ёстой.

**Никель, кобальтын ордын хайгуулд хэрэглэсэн хайгуулын
торын нягтралын мэдээлэл**

Хүснэгт 7

Ордын бүлэг	Хүдрийн биетийн төрөл	Малталтын төрөл	Хайгуулын огтлол хоорондын зай (нөөцийн зэрэглэл бүрээр), м					
			А		В		С ₁	
			Сунал дагуу	Унал дагуу	Сунал дагуу	Унал дагуу	Сунал дагуу	Унал дагуу
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	Энгийн тогтоцтой, тогтвортой зузаантай, кобальт ба никелийн агуулгын тархалт жигд, шигтгээ хүдэртэй, томоохон хэмжээтэй давхарга хэлбэрийн биетүүд	Цооног	100	100	200	200	400	400 – 600
II	Нийлмэл тогтоцтой, тогтвортой бус зузаантай, кобальт ба никелийн агуулгын тархалт жигд биш томоохон давхарга ба хавтан хэлбэрийн биетүүд	Цооног	–	–	50–100	50–100	100–200	75–100
	Жигд бус зузаантай, кобальт ба никелийн тархалт нь жигд бус том, дунд, жижиг хэмжээний давхарга, нөмрөг, мэшил хэлбэрийн биетүүд	Цооног	–	–	20–50	20–50	50–100	50
III	Никелийн агуулга нь маш жигд бус тархсан, нийлмэл тогтоцтой дунд жижиг хэмжээтэй биетүүд	Цооног	–	–	–	–	50	25–50
IV	Никель болон кобальтын агуулга нь маш жигд бус тархалттай, зузаан нь тогтворгүй, нийлмэл тогтоцтой жижиг судлууд	Уулын малталт ба цооног	–	–	–	–	Тасралтгүй мөрдөх 50	30–40 50

* Р зэрэглэлээр баялгийн үнэлгээ хийгдэж буй ордуудын хувьд тухайн ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдлаас хамаарч С зэрэглэлийн хайгуулын торыг 2–4 дахин сийрэгжүүлж тооцно.

Никель, кобальтын хүдрийн ордуудын хайгуулд хэрэглэдэг хайгуулын торын нягтралын талаарх мэдээллийг Хүснэгт 7-д жишээ болгон үзүүлсэн ба үүнийг

геологи-хайгуулын ажлыг төлөвлөхдөө ашиглаж болох хэдий ч заавал ийм хэмжээний тор хэрэглэнэ гэсэн үг биш юм.

Орд бүр дээр нарийвчлан судлах хэсгүүдийн судалгаа, ижил төстэй ордуудын геологи, геофизикийн судалгаа, ашиглалтын мэдээллүүдэд хийсэн дүн шинжилгээнд тулгуурлан хайгуулын торын нягтрал ба оновчтой хэлбэрийг үндэслэн тогтооно.

3.8. Нөөцийн тооцооллын үнэмшлийг баталгаажуулахын тулд ордын тодорхой хэсэгт хайгуулын ажлыг илүү нарийвчлалтай хийсэн байх ёстой. Энэ хэсгүүд нь ордын бусад хэсэгтэй харьцуулахад илүү нягт хайгуулын тороор судалж, сорьцлогдсон байна. I бүлгийн ордуудын хувьд ийнхүү илүү нарийвчлан судалсан хэсэгт хайгуулын нөөцийг нь баттай (А) ба бодитой (В) зэрэглэлээр, II бүлгийн ордуудын хувьд бодитой (В) зэрэглэлээр III ба IV бүлгийн ордуудад боломжтой (С) зэрэглэлээр нөөц тооцоолох шаардлагыг хангахуйц хэмжээнд судлагдсан байна. Харин III ба IV бүлгийн ордуудын хувьд нарийвчлан судалсан хэсэг нь боломжтой (С) зэрэглэлээр нөөц тооцоолоход хэрэглэдэг хэмжээний хайгуулын торыг хоёроос багагүй дахин нягтруулсан байх хэрэгтэй.

Ордын нөөцийн тооцоололд геостатистик аргыг хэрэглэж байгаа бол хайгуулын тор ба сорьцлолын нягтрал нь орон зайн чиглэлүүдэд тооцоолол хийх шаардлагыг хангаж байх ёстой.

Нарийвчилсан судалсан хэсгүүд нь ордын нөөцийн үндсэн хэсгийг агуулсан хүдрийн биетүүдийн хэлбэр дүрс, байрлалын нөхцөлүүдийн онцлогуудыг, мөн хүдрийн давамгайлах чанарыг тусгасан байх ёстой. Ийм хэсгүүд нь боломжийн хирээр эхний ээлжид олборлох нөөцийн хүрээ хил зааг дотор байрлаж байх нь зүйтэй. Хэрэв эхний ээлжид олборлохоор төлөвлөсөн хэсгүүд нь геологийн тогтцын онцлогууд, хүдрийн чанар, уул-геологийн нөхцөлөөрөө ордыг бүхэлд нь төлөөлж чадахгүй өөрийн гэсэн онцлогтой бол энэ шаардлагыг хангах хэсгүүдийг олж нарийвчлан судлах шаардлагатай. Тухайн ордын хэмжээнд нарийвчлан судлах хэсгийн тоо хэмжээг тухайн тохиолдол бүрд газрын хэвлийг ашиглагч тодорхойлно.

Нарийвчлан судалсан хэсгүүдээс олж авсан геологийн мэдээллийг ордын нийлмэл байдлын бүлгийг бататган үнэлэхэд, 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 сорьцлолын үр дүнгийн үнэмшлийг үнэлэхэд, ордыг бүхэлд нь ашиглах нөхцөл байдлыг үнэлэхэд ашигладаг. Олборлож байгаа ордуудын хувьд дээрх зорилгоор ашиглалтын хайгуул ба олборлолын үр дүнгүүдийг ашиглана.

Хүдэржилт нь тасалдалтай тархалттай ордуудад (IV бүлэг) нөөцийг тооцоолохдоо тодорхой хүдрийн биетүүдийн геометрийн байгуулалт хийлгүйгээр нэгтгэсэн хүрээ хил дотор хүдэржилтийн коэффициент ашиглан хийх бөгөөд эдийн засгийн үр ашигтай гэж үзсэн хүдэртэй хэсгүүдийн орон зайн байрлал, хэлбэр, хэмжээний тодорхойлолт ба хүдрийн огтлолуудын зузаанаар нөөцүүдийн тархалтыг үндэслэн, ангилан олборлох боломжийг үнэлсэн байх ёстой.

3.9. Хайгуулын бүх малталтууд, хүдрийн биетүүд ба бүсүүдийн гадарга дээрх гаршуудад тогтсон журам, хэлбэрийн дагуу баримтжуулалт хийсэн байна. Сорьцлолтын үр дүнг анхдагч баримтжуулалт дээр буулгах ба геологийн бичиглэлээр шалган баталгаажуулна.

Анхдагч баримтжуулалтын бүрэн бүтэн байдал ба чанар, тэр нь ордын геологийн онцлогтой тохирч байгаа эсэх, структурын элементүүдийн орон зайн байрлалыг зөв тодорхойлсон эсэх, зураг схемүүдийг зохиосон байдал, тэдгээрийн бичиглэлийг хийсэн байдлыг тогтсон журмын дагуу мэргэшсэн геологичоор байгаль дахь байдалтай нь тулган шалгах ажлыг тогтмол хийж анхдагч баримтжуулалтын нэгтгэсэн геологийн материалуудтай тохирч байгаа эсэхэд хяналт тавьж байх шаардлагатай.

Түүнээс гадна геологийн болон геофизикийн сорьцлолтын чанар (сорьцын жин ба сорьцлолтын огтлол тогтвортой эсэх, хэсгийн геологийн тогтцын онцлог сорьцлолтын чиглэл байрлал нь тохирсон эсэх, сорьц авсан нягтрал ба тасралтгүй үргэлжлэх байдал, хяналтын сорьцлолт хийсэн, үр дүн нь байгаа эсэх), минералоги-технологи, геометаллург, инженер-гидрогеологи, эзлэхүүн жин тодорхойлох, олборлолтын үйл ажиллагаатай холбоотой аналитик сорьцуудын төлөөлөх чадварыг үнэлж сонгосон байх.

3.10. Ашигт малтмалын чанарыг судлах, хүдрийн биетүүдийн хүрээ хязгаарыг тогтоох, нөөц тооцоолоход шаардлагатай хайгуулын малталтаар нээгдсэн хүдрийн бүх огтлолууд болон байгалийн хүдэржсэн гаршуудыг бүгдийг нь сорьцлолтонд хамруулсан байх ёстой.

3.11. Сорьцлолт (геологийн ба геофизикийн) болон түүний аргуудын сонголтыг ордын геологийн тогтцын онцлог, ашигт малтмал ба агуулагч чулуулгийн физик шинж чанар, хайгуулыг явуулж байгаа техник, тоног төхөөрөмжөөс шалтгаалан ордын үнэлгээний болон хайгуулын ажлуудын эхний шатанд хийнэ. Сорьцлолт хийхээр сонгож авсан арга аргачлал, хийх арга замууд нь хөдөлмөрийн бүтээмж өндөртэй, эдийн засгийн хувьд үр ашигтай байдлаар үр дүнг олж авах үнэмшлийг хангасан байх ёстой. Сорьцлолтын өөр өөр төрлийн хэд хэдэн аргыг ашиглаж байгаа тохиолдолд тэдгээрийн үр дүнгийн нарийвчлал болон үнэмшилтэй байдлыг хооронд нь харьцуулан дүн шинжилгээ хийх хэрэгтэй.

Сорьцлолтын төрөл (геологийн, геофизикийн) ба аргыг (керний, ховилон ба хусмал сорьц гэх мэт) сонгохдоо сорьцлолтын чанар, сорьц боловсруулалтын үнэмшлийг үнэлэх аргачлалын зөвлөмжүүдийг баримтлах хэрэгтэй.

3.12. Хайгуулын огтлолын сорьцлолтыг дараах нөхцөлийг баримтлан явуулна. Үүнд:

- Сорьцлолтын торлол тогтвортой, түүний нягтшил нь ордын судалж байгаа хэсгүүдийн геологийн онцлогоор тодорхойлогдсон байх ёстой бөгөөд энэ нь ихэвчлэн ижил төстэй ордуудын хайгуулын туршлагад үндэслэн тогтоогддог бол шинэ объектууд дээр туршилтын замаар тодорхойлогдоно. Хүдэржилтийн зүй тогтол нь хамгийн их өөрчлөлттэй байгаа чиглэлд сорьцыг авна. Хүдрийн биетийг хайгуулын малталтаар (ялангуяа цооногоор) хамгийн их өөрчлөлттэй байгаа чиглэлд хурц өнцгөөр огтолсон тохиолдолд (хэрэв сорьцын төлөөлөх

чадвар эргэлзээтэй гэж үзвэл) хяналтын сорьцлолт хийж үр дүнг нь харьцуулах замаар энэхүү огтлолуудын сорьцлолтын үр дүнг нөөцийн тооцоололд ашиглах боломжийг баталгаажуулсан байх ёстой.

- Сорьцлолтыг хүдрийн биетийн бүх зузааныг хамруулан тодорхой хэмжээгээр агуулагч чулуулагт оруулан явуулна. Агуулагч чулуулагт нэвтрэн сорьцлох хэмжээ нь нөөцийн хүрээнд багтаах хоосон чулуулгийн үеийн зузаан хэмээх жишгийн шаардлагаас багагүй байх хэрэгтэй. Геологийн тодорхой хил зааггүй хүдрийн биетийн хувьд хайгуулын огтлолыг бүхэлд нь, геологийн тод хил заагтай хүдрийн биетүүдийн хувьд хүдрийн биетийн хэмжээнд сийрэгжүүлсэн торлолоор сорьцлолт хийх боломжтой. Суваг, шурф, траншейнд хүдрийн үндсэн гаршуудаас гадна тэдгээрийн өгөршлийн бүтээгдэхүүнийг мөн сорьцолсон байх шаардлагатай.
- Хүдрийн биетүүдийн агуулагч, хувирсан ба хүдэржсэн чулуулгууд, хүдрийн байгалийн төрлүүдийг тус тусад нь сорьцлох ёстой. Сорьц бүрийн урт нь (ердийн сорьцууд) хүдрийн биетийн дотоод бүтэц, хүдрийн бодисын найрлагын өөрчлөлт, текстур-структурын онцлогууд, физик-механикийн болон бусад шинж чанаруудаас хамаарч тодорхойлогдоно. Өрмийн цооногоос сорьц (керн ба шлам) авахдаа өрөмдлөгийн төрөл, чанараас хамаарч харилцан адилгүй авна. Керний (шлагын) гарц өөр өөр байвал цооногийн өрөмдлөгийн диаметр ондоо огтлолуудыг тус тусад нь сорьцолно. Кернд тодорхой хэмжээгээр сонгомол элэгдэл үрэлтэд автсан тохиолдолд керн болоод үрэгдэлтээс болж гарсан материалыг агуулж байгаа шлагыг мөн сорьцолж тус тусад нь шинжилгээнд хамруулна. Хэрэв өрөмдлөгийн диаметр бага, хүдрийн эрдсийн тархалт нь маш жигд бус байвал тухайн кернийг бүтнээр сорьцолно.
- Уулын малталтын хувьд хүдрийн биетийн бүх зузааныг огтолж байгаа хэвтээ болон босоо малталтын хоёр хананаас, харин хүдрийн биетийн суналын дагуу малтсан малталтуудын хувьд мөрөгцөгт сорьцлолт хийнэ. Хүдрийн биетийн дагуу малтсан малталтын мөргөцөгөөс сорьцлохдоо сорьц хоорондын зай ихэвчлэн 2-4 м, арсенид, сульфо-арсенидын хүдрийн ордод 1-2 м байхаар (зайг ихэсгэх бол туршилтын ажлын үр дүнгээр баталгаажуулсан байх ёстой) тооцно. Босоо уналтай хүдрийн биетэд малтсан хэвтээ малталтаас сорьцлохдоо урьдчилан тодорхойлсон тогтвортой түвшнээс сорьцуудыг авч, хэрэглэж байгаа үзүүлэлтийг туршилтын ажлаар баталгаажуулсан байх ёстой. Уулын малталтад хэрэглэж байгаа сорьцлолтын аргыг ашиглахад хүдрийн ба хүдрийн бус эрдсүүдийн наалдаж, нялзах тохиолдол байгаа эсэхийг судалж тогтоосон байх ёстой.
- Өрмийн цооног болон уулын малталтуудаас авсан геологи, геофизикийн сорьцлолтын үр дүнг тухайн хүдэржилтийн жигд бус байдлыг үнэлэх, цацраг идэвхжил байгаа эсэхийг тогтооход хэрэглэнэ. Иймд томоохон хэмжээгээр авах сорьцыг секц тус бүрд жигд алхмаар (ердийн сорьц) буюу 1 м-ээр авах хэрэгтэй. Хүдэржилтийн үзүүлэлтүүд нь маш тогтвортой тохиолдолд сорьцлолтын уртыг нэмж болно, маш жигд бус байвал заавал 1 м гэхгүйгээр

багасгаж бас болно. Сорьцлолтын үр дүн өрмийн цооног болон уулын малталтаас гарсан чулуун дээж материалын баримтжуулалт зэргээр тухайн ордын нөөцийн тооцооны хүрээнд агуулагдах ядуу (жишгийн бус) эсвэл хоосон үеүдийн тархалтын тоон үнэлгээ өгч болно.

3.13. Хүдрийн үндсэн төрлүүдээр хийгдэж байгаа сорьцлолтын арга аргачлал тус бүрээр сорьцлолтын чанарыг тогтмол хянаж үр дүнгийн үнэмшил, нарийвчлалыг үнэлж байх ёстой. Геологийн тогтцын тодорхой элементүүдэд сорьц хэрхэн байрлаж байгааг хянаж, хүдрийн биетүүдийг зузаанаар нь хүрээлэх буюу хил заагийг тогтооход найдаж болох эсэх, сорьцын үзүүлэлтүүд тогтвортой байгаа эсэх, түүний жин нь ховилон сорьц авахаар төлөвлөсөн огтлолын онолын жинтэй, мөн гаргаж авсан керний сорьцын жин нь онолын жинтэй тохирч байгаа эсэхийг (хүдрийн нягтын өөрчлөлтийг харгалзан үзэхэд ийм зөрөө $\pm 10-20\%$ -иас хэтэрч болохгүй) шалгаж, хянаж байх ёстой.

Ховилон сорьцын нарийвчлалыг яг ижил ховилоор зэрэгцүүлэн сорьцлолт хийж, керний сорьцыг түүний үлдсэн талыг сорьцлох замаар шалгана. Хэрэглэж байгаа сорьцлолтын аргачлал, сорьц авч байгаа аргуудын үнэмшлийг илүү төлөөлөх чадвартай сорьц авч үр дүнг харьцуулах замаар хянадаг.

Геофизикийн судалгааны хувьд байгалийн хэмжилт хийхдээ хэмжилтийн аппаратурын тогтвортой байдлыг хянах хэрэгтэй ба үүнийг ердийн хэмжилт болон давтан хэмжилтээр хийнэ. Каротажийн үр дүн нь өрмийн керний гарц өндөртэй (90%) сорьцын үр дүнгээр баталгаажигдана.

Сорьцлолтын үнэн зөв байдалд ямар нэг дутагдалтай зүйл тохиолдсон үед хүдрийн интервалыг дахин сорьцлоно (эсвэл давтан каротаж хийх).

Хэрэв өрмийн керн сонгомол элэгдэлд орж тэр нь сорьцлолтын үр дүнд мэдэгдэхүйц нөлөө үзүүлж байгаа тохиолдолд тухайн цооногийн мэдээллийн үнэн зөв байдлыг тодорхойлохдоо зэргэлдээх уулын малталтын сорьцлолтоор баталгаажуулна.

Сорьцлолт хийсэн аргын хяналтыг илүү төлөөлөх чадвартай аргаар сорьцлолт хийж, үр дүнг харьцуулах замаар хийдэг. Түүнээс гадна сорьцлолтын үнэмшлийг тодорхойлоход технологийн сорьц, эзлэхүүний жинг тодорхойлох зорилгоор целикүүдээс авсан бөөн сорьцуудын мэдээллүүд, мөн ордын олборлолтын үр дүнгүүдийг ашиглах шаардлагатай.

Ашиглалтын үйл ажиллагаа явагдаж буй үйлдвэрлэлийн хувьд сорьцлолтын арга аргачлалыг шалгахдаа уулын малталт эсвэл өрмийн цооногоор хязгаарлагдсан нөөцийн блокууд, уурхайн түвшингүүдийн үр дүнг хооронд нь харьцуулах замаар шалгана.

Хяналтын сорьцын хэмжээ нь статистик боловсруулалт хийхэд болон байнгын (системтэй) алдаа байгаа эсэх талаар үндэслэлтэй дүгнэлт гаргахад, мөн шаардлагатай тохиолдолд хэрэглэх засварын итгэлцүүрийг үндэслэхэд хангалттай байх ёстой.

3.14. Сорьцын боловсруулалтыг орд тус бүр дээр ашигт бүрдвэрийн тархалт, түүнийг агуулагч эрдсийн мөхлөгийн хэлбэр ба хэмжээг тооцон үзэж боловсруулсан бүдүүвчийн дагуу хийнэ. Үндсэн ба хяналтын сорьцуудыг ижил

бүдүүвчээр боловсруулна.

Боловсруулалтын чанарыг бүх үйл ажиллагаа тус бүрээр, тухайлбал “К” коэффициентын үндэслэл болон боловсруулалтын бүдүүвчийг баримталж байгаа байдлыг тогтмол хянана. Сорьцыг боловсруулахдаа бутлах төхөөрөмжийн цэвэрлэгээг тогтмол хянах хэрэгтэй.

Хяналтын бөөн сорьцын боловсруулалтыг тусгайлан боловсруулсан хөтөлбөрийн дагуу хийнэ.

3.15. Хүдрийн химийн найрлагыг судлахдаа голлох ашигт ба дагалдах бүрдвэрүүд болон хорт хольцуудыг илрүүлэхэд чиглэсэн бүрэн хэмжээний судалгааг хийнэ. Тэдгээрийн хүдэр дэх агуулгыг сорьцуудад химийн, гэрлийн, физикийн болон бусад шинжилгээний аргуудаар улсын батлагдсан стандартын дагуу тодорхойлно.

Хүдэр дэх дагалдах ашигт бүрдвэрийн судалгааг ашигт малтмалыг цогцоор судалж, ашиглах зорилгоор дагалдах ашигт бүрдвэрийн судалгаа хийх аргачилсан зөвлөмжийн шаардлагыг баримтлан гүйцэтгэнэ. Энэ төрлийн аргачилсан зөвлөмж боловсруулагдаагүй тохиолдолд түүнтэй адил төсөөтэй тухайлбал ОХУ-ын “Методические рекомендации по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов, 2007” зөвлөмжийг ашиглаж болно.

Бүх ердийн сорьцуудад үндсэн ашигт бүрдвэрийг тодорхойлох ба түүний үр дүнг хүдрийн биетийг хүрээлэн, нөөцийг тооцоолоход хэрэглэнэ.

Зэс-никелийн сульфидын хүдрийн ордуудад ердийн сорьцуудыг никель, зэс, кобальт болон хүхрийн агуулгыг тодорхойлох шинжилгээнд хамруулах ба эдгээр элементүүд өндөр агуулагдаж буй тохиолдолд алт болон цагаан алтны бүлгийн элементүүдийг шинжилнэ. Бусад ашигт бүрдвэрүүд (мөнгө, селен, теллур) болон хорт хольц (цайр, хар тугалга, хүнцэл, фтор, кадми, висмут), мөн эдгээрээс гадна шлак (шаар) үүсгэгч бүрдвэрүүд (SiO_2 , Fe_2O_3 , FeO , Al_2O_3 , MgO ба CaO) зэргийг бүлэгчилсэн сорьцуудад тодорхойлно.

Никелийн силикат хүдрийн ордуудад ердийн сорьцуудад никель, кобальт, төмөр (төмөрлөг хүдэрт)-ийн агуулга тодорхойлно. Бүлэгчилсэн сорьцуудад никель, кобальт, төмөр, шлак үүсгэгч бүрдвэрүүд (SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , Fe_2O_3 , CaO , заримдаа FeO , MnO , TiO_2) болон хорт хольцын (Cr_2O_3 , Cu , P_2O_5) шинжилгээнд хамруулна.

Арсенид болон сульфо-арсенидын никель, кобальтын хүдрийн ордод ердийн сорьцуудад никель, кобальт, заримдаа хүнцэл, бүлэгчилсэн сорьцонд зэс, хүнцэл, висмут, алт, мөнгө, хүхэр, сурьма, хар тугалга, цайр болон шлак үүсгэгч (SiO_2 , CaO и MgO) бүрдвэрүүдийг тодорхойлно.

Энгийн сорьцуудыг бүлэгчилсэн сорьцуудад нэгтгэх, тэдний тархалтын байдал ба ерөнхий тоо хэмжээг тогтоох журам нь хүдрийн үндсэн төрлүүдийн хувьд дагалдах ба хортой хольцууд, мөн шлак үүсгэгч бүрдвэрүүдийг тодорхойлоход жигд сорьцлогдсон байдалтай байх, хүдрийн биетүүдийн унал ба суналын дагуу тэдгээрийн агуулгын өөрчлөлтийн зүй тогтлыг гаргаж чадах нөхцөлийг хангахад чиглэгдэнэ.

Никелийн силикат хүдрийн ордуудад шлак үүсгэгч бүрдвэрүүдийг тухайн ордын хайгуулын боломжтой (С) зэрэглэлд хамаарах нөөцийн бүх цооногуудад судлагдсан байна.

Сульфид, арсенид болон сульфо-арсенидын хүдрийн исэлдлийн зэргийг тогтоох, исэлдсэн бүсийн хилийг зураглах, мөн силикаттай холбоотой никель, кобальтын хэмжээг тодорхойлохдоо фазын шинжилгээг заавал хийнэ.

3.16. Сорьцын шинжилгээний чанарыг тогтмол хянаж, хяналтын үр дүнг цаг тухайд нь зохих аргачлалын заалтын дагуу боловсруулж байх ёстой. Сорьцын шинжилгээний геологийн хяналтыг лабораторийн дотоод хяналтаас хамаарахгүйгээр ордын хайгуулын төслийн үргэлжлэх хугацааны туршид хийж байх ёстой. Шинжилгээний хяналтад үндсэн ашигт бүрдвэрээс гадна дагалдах ашигт бүрдвэрүүд болон хортой хольцуудыг нэгэн адил хамааруулсан байна.

3.17. Санамсаргүй (тохиолдлын) алдааны хэмжээг тогтоохын тулд шинжилгээний сорьцуудын дубликатаас авсан хяналтын сорьцуудад өөр дугаар өгөөд үндсэн шинжилгээг хийсэн лабораторид нь шинжлүүлэх замаар дотоод хяналтыг ашиглана.

Байнгын алдааг илрүүлэх, үнэлэхийн тулд гадаад хяналт хийх эрх бүхий өөр лабораторид гадаад хяналтын шинжилгээ хийлгэнэ. Гадаад хяналтын шинжилгээнд үндсэн шинжилгээ хийсэн лабораторид хадгалагдаж байгаа ба дотоод хяналт хийсэн сорьцуудын дубликатыг илгээнэ. Судалж шинжилж байгаа сорьцуудтай ижил төсөөтэй стандарт найрлагатай сорьц (СНС)-ууд байгаа тохиолдолд стандарт сорьцуудаа шинжилгээ хийлгэх гэж байгаа ердийн сорьцуудын бүлэгт багтаан үндсэн шинжилгээ хийсэн лабораторид шинжлүүлэх замаар гадаад хяналтыг хийж болно.

Дотоод болон гадаад хяналтад илгээж байгаа сорьцууд нь ордын хүдрийн бүх төрлүүд, агуулгын бүлгүүдийг төлөөлж чадах хэмжээнд байх ёстой. Дотоод хяналтад гоц өндөр агуулгатай бүх сорьцыг заавал хамааруулсан байна.

3.18. Дотоод ба гадаад хяналтын хэмжээ нь шинжилгээ хийгдсэн үе шат бүрээр (улирал, хагас жил г.м.), агуулгын бүлэг бүрээс сонгогдсон тэднийг төлөөлөх хэмжээнд байх ёстой. Агуулгын бүлгүүдийг ялгахдаа ашигт бүрдвэрийн агуулгаар нөөцийн тооцоонд хэрэглэх жишгийн (захын агуулга, үйлдвэрлэлийн бага агуулга гэх зэрэг) үзүүлэлтүүдийг тооцон үзнэ. Шинжлүүлж байгаа сорьцын тоо маш их (жилд 2000 ба түүнээс их) бол хяналтын шинжилгээнд 5%-тай тэнцэх тооны сорьцыг илгээнэ. Агуулгын бүлэг бүрээр шинжлүүлсэн сорьцуудын тоо бага бол хяналтын хугацаанд тус бүрээс 30-аас багагүй тооны хяналтын сорьцод шинжилгээ хийлгэнэ.

3.19. Агуулгын бүлэг тус бүрээр дотоод ба гадаад хяналтын мэдээллийн боловсруулалтыг тодорхой давтамжтай (улирал, хагас жил, жил)-гаар шинжилгээний төрөл ба үндсэн шинжилгээ хийсэн лаборатори тус бүрээр хийнэ. Стандарт сорьцын шинжилгээний үр дүнгээр гарсан байнгын алдааны үнэлгээг шинжилгээний өгөгдлийн статистик боловсруулалт хийх аргачлалын дагуу хийнэ. Дотоод хяналтын үр дүнгээр тооцоолсон харьцангуй дундаж квадрат алдаа нь хүснэгт 8-д заасан хэмжээнээс хэтрэхгүй байх ёстой.

Дундаж квадрат алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээ

Хүснэгт 8

Найрлага	Хүдрийн агуулгын бүлэг*, % (Au, Ag, Se, Te, г/т)*	Дундаж квадрат алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээ, %	Найрлага	Хүдрийн агуулгын бүлэг*, % (Au, Ag, Se, Te, г/т)*	Дундаж квадрат алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээ, %
Ni	1–2	5	Te	100–500	17
	0.5–1	7		50–100	22
	0.2–0.5	10		20–50	25
Co	>1	2.5	Cr ₂ O ₃	5–20	30
	0.5–1.0	3.5		1–5	30
	0.1–0.5	6.0		10–20	2.5
	0.05–0.1	10		5–10	3
Cu	0.01–0.05	25	P ₂ O ₅	1–5	5
	1–3	5.5		0.1–1	8.5
	0.5–1	8.5		0.1–0.3	11
	0.2–0.5	13		0.05–0.1	15
S	0.1–0.2	17	SiO ₂	0.01–0.05	25
	30–40	1.2		0.001–0.01	30
	20–30	1.5		>50	1.3
	10–20	2		20–50	2.5
	2–10	6		5–20	5.5
Au	1–2	9	Fe ₂ O ₃	1.5–5	11
	4–16	18		10–20	3
	1–4	25		5–10	6
	0.5–1	30		1–5	12
Ag	<0.5	30	FeO	5–12	5.5
	100–300	7		3.5–5	10
	30–100	12	MgO	<3.5	20
	10–30	15		20–40	3
	1–10	22		10–20	4.5
Se	0.5–1	25	Al ₂ O ₃	1–10	9
	100–500	15		15–25	4.5
	50–100	20		10–15	5
	20–50	25		5–10	6.5
	5–20	30		1–5	12
	1–5	30			

* Тухайн ордын агуулгын бүлэгт заагдсан хэмжээнээс зөрж байгаа тохиолдолд дундаж квадрат алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээг интерполяциар тодорхойлно.

Хэтэрсэн тохиолдолд тухайн агуулгын бүлгийн үндсэн шинжилгээний үр дүн болон лабораторийн уг шинжилгээг хийсэн хугацааны бүх сорьцуудын үр дүн хүчингүй болж сорьцуудад дахин шинжилгээг геологийн дотоод хяналттай хамтруулан хийнэ. Үндсэн шинжилгээг хийсэн лаборатори алдаа гарах болсон шалтгааныг тогтоож, арилгах арга хэмжээг авах ёстой.

3.20. Гадаад хяналтын шинжилгээгээр үндсэн ба гадаад хяналт хийсэн лабораториудын үр дүнгийн хооронд байнгын зөрүү илэрсэн тохиолдолд арбитрын хяналтын шинжилгээг эрх бүхий лабораторид хийлгэнэ. Арбитрын хяналтад лабораторид хадгалагдаж буй ердийн болон гадаад хяналтын шинжилгээний үр дүн бүхий сорьцуудын дубликатыг (шаардлагатай тохиолдолд шинжилгээ хийсэн сорьцын нунтаг үлдэгдэл) илгээнэ. Хяналтад байнгын зөрүү илэрсэн агуулгын бүлэг тус бүрээс 30-40 сорьцыг арбитрын хяналтад хамааруулна. Шинжилж байгаа сорьцтой ижилхэн найрлагатай СНС байгаа бол тэдгээрийг мөн арбитрын шинжилгээнд илгээж буй сорьцуудын дунд оруулж шинжлүүлнэ. СНС тус бүрээр хяналтын шинжилгээний 10-15% -д үр дүн байх ёстой.

Арбитрын шинжилгээгээр байнгын алдаа байгаа нь батлагдсан тохиолдолд түүний шалтгааныг олж, арилгах арга хэмжээ авч, тодорхой бүлэг тус бүрийн бүх сорьцуудыг дахин шинжлэх, эсвэл үндсэн лабораторийн уг сорьцуудын шинжилгээ хийсэн цаг үеийн бүх шинжилгээний үр дүнг хүчингүй болгох, эсвэл зохих засварын коэффициент (итгэлцүүр) хэрэглэх эсэхийг шийдвэрлэх шаардлагатай болно. Арбитрын шинжилгээ хийлгүйгээр засварын коэффициент хэрэглэхийг хориглоно.

3.21. Сорьц авалт, боловсруулалт ба шинжилгээний талаар хийсэн хяналтын үр дүнгээр хүдрийн огтлолуудыг ялгахад болон тэдгээрийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлоход гарсан байж болох алдааг үнэлсэн байх хэрэгтэй.

3.22. Хүдрийн байгалийн ба үйлдвэрлэлийн төрлүүдийн эрдсийн найрлага, тэдний структур-текстурын онцлог болоод физик шинж чанаруудыг минералогипетрографи, физикийн, химийн болон бусад шинжилгээг ашиглан судалсан байх ёстой. Тодорхой эрдсүүдийн бичиглэл хийхийн зэрэгцээ тэдгээрийн физик шинж чанарыг тодорхойлж, тархалтын тоон үнэлгээг хийнэ.

Зэс-никелийн сульфидын, арсенидын болон сульфо-арсенидын хүдэрт никель, кобальт, зэс болон цагаан алтны бүлгийн элемент агуулсан эрдсүүдэд онцгойлон анхаарч тэдгээрийн тоо хэмжээ, өөр хоорондоо болон бусад эрдсүүдтэй үзүүлж буй хамаарал (хам ургалт, эрдсийн хэлбэр, хэмжээ гэх мэт), мөхлөгийн хэмжээ тэдгээрийн төрлүүдийн ангилал зэргийг тодорхойлох ёстой. Баяжуулалт хийх шаардлагатай хүдрийн хувьд хүдрийн хаягдалд үлдэж болох сульфидтай холбоогүй никель, кобальтын хэмжээг тодорхойлно.

Хэт суурилаг чулуулгийн өгөршлийн гадаргууд үүссэн никелийн силикатын хүдрийн хувьд юуны түрүүнд түүний химийн найрлагад тусгайлан анхаарч, хүдрийн биетийн хэмжээнд никель, кобальт, шлак үүсгэгч бүрдвэрүүд, хромын гуравч исэл болон бусад хорт хольцуудын тархалтын зүй тогтлыг тодруулах хэрэгтэй. Мөн хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүнийг нарийвчлан судалж никель, кобальт агуулсан эрдсүүдийг нэг бүрчлэн тогтоох хэрэгтэй. Ялангуяа никель,

кобальт агуулсан силикат хүдэрт хүдрийн эрдэс нь оптик микроскопоор ялгахад хүндрэлтэй тохиолдол байдаг тул XRD (рентген фазын шинжилгээ), Лазер раман спектрометр зэрэг минералогийн шинжилгээний тусгай аргуудыг хэрэглэх шаардлагатай.

Минералогийн судалгааны явцад хүдрийн голлох, дагалдах ашигт бүрдвэрүүд болон хортой хольцын тархалтыг хослуулж тэдгээрийн тархалтын баланс нь эрдсийн хэлбэрээрээ тохирч байгаа эсэхийг судлах хэрэгтэй.

3.23. Хүдрийн эзлэхүүн жин, байгалийн чийгшлийг тухайн хүдрийн байгалийн төрөл тус бүрд тодорхойлох бөгөөд хүдэр доторх жишгийн бус агуулгатай үеүдийг ялгахдаа зохих аргачлалын дагуу гүйцэтгэнэ.

Нягт тогтоцтой цул хүдрийн эзлэхүүн жинг голчлон шаардлага хангасан сорьцыг парафинаар бүрж тодорхойлдог ба хяналтыг том хэмжээний сорьцод хийж байх шаардлагатай. Сэвсгэр, ан цав ихтэй, нүх сүвэрхэг хүдрийн эзлэхүүн жинг целикэд тодорхойлох шаардлагатай. Хяналтын ажил шаардлагатай хэмжээнд байгаа тохиолдолд эзлэхүүн жинг гамма туяагаар шарж шингээх аргаар тодорхойлж болно. Эзлэхүүн жин тодорхойлсон сорьцонд хүдрийн чийгшлийг заавал хамт тодорхойлно. Эзлэхүүн жин болон чийгшил тодорхойлсон сорьцууд нь минералогийн хувьд бүрэн бичиглэл хийгдсэн ба үндсэн бүрдвэрүүдийн агуулгын шинжилгээ хийгдсэн байх ёстой.

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

Дөрөв. Хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа

4.1. Никель, кобальтын ордын хүдрийн технологийн судалгааг явуулахын тулд юуны өмнө ордын төрлөөс хамааран хүдрийн байгалийн (минералогийн) болон технологийн бүх төрөл, сортуудыг хамааруулан туршилт хийх сорьцыг тогтоосон аргачлал, журмын дагуу тухайн ордыг бүрэн төлөөлж чадахуйц хэмжээнд авна.

Никелийн хүдэржилт нь эрдэслэг бүрэлдэхүүний хувьд сульфидын болон силикатын үндсэн 2 төрөлд ангилагдах ба үүнтэйгээ холбоотой баяжуулалтын технологийн туршилт нь харилцан адилгүй аргуудыг шаардаж болно. Кобальтын хувьд маш олон төрлийн гарал үүсэлтэй сүүлийн жилүүдэд сэргээгдэх эрчим хүчний технологид кобальтыг ашиглах болсонтой холбоотойгоор бусад төрлийн ашигт малтмалын ордоос дагалдах ашигт бүрдвэр байдлаар гарган авч байна. Тус аргачилсан зөвлөмжид дэлхийн хэмжээнд өргөнөөр хэрэглэж байгаа баяжуулалтын технологийн аргуудыг тусган харуулахыг зорилоо.

Никелийн силикат хүдрийн хувьд никель нь силикат, усан исэл хэлбэрт орсон байх тул эрдэслэг бүрэлдэхүүнийг оптик микроскопоор тогтооход хүндрэлтэй

байдаг. Иймд рентген фазын судалгаа буюу XRD мөн лазер раман спектрометр багажийн тусламжтайгаар эрдсийн чанарын болон оронт торын шинжилгээг заавал хийх хэрэгтэй.

Индукцийн холбоост плазмын оптик шингээлт (ICP-OES), атом шингээлт (ICP-AES) болон массын (ICP-MS) спектрометр зэрэг өндөр нарийвчлалтай лабораторийн шинжилгээний аргууд аль ч төрлийн ашигт малтмалын ашигт бүрдвэрийн агуулгыг тогтоох судалгаанд өргөн хэрэглэгдэж байгаа ба эдгээрийг никель, кобальтын агуулгыг тогтооход хэрэглэхийг зөвлөж байна. Мөн силикатын буюу XRF шинжилгээгээр чулуулаг бүрдүүлэгч гол ислүүдийн хамт хром, зэс, никель, кобальт зэрэг дагалдах элементүүдийн агуулгыг тогтоож болох тул агуулагч чулуулгийн химийн онцлогтой нь хамтруулан судлахад энэхүү шинжилгээний төрлийг санал болгож болно.

Хүдрийн эрдэс нь маш жижиг хэмжээтэй байх эсвэл ашигт бүрдвэр нь ямарваа нэг эрдсийн дотор хатуу хайлш байдлаар үүссэн тохиолдолд, мөн хүдрийг нунтаглах бондын индексийг тогтоох шаардлагатай тохиолдолд QEMSCAN, MLA зэрэг багажуудыг ашиглаж болно.

4.2. Хүдрийн баяжигдах шинж чанарын туршилтыг минералоги-технологийн, бага технологийн, лабораторийн, томсгосон лабораторийн, хагас үйлдвэрлэлийн зориулалттай сорьцод лабораторийн болон хагас үйлдвэрлэлийн нөхцөлд түвшинд хийнэ.

4.3. Хялбар баяжигддаг хүдрийн хувьд лабораторийн түвшний технологийн судалгааны аргачлалыг ижил төстэй шинж чанар бүхий хүдэр баяжуулах үйлдвэрийн технологийг жишиг болгон авч ашиглахыг зөвшөөрнө. Баяжигдах чанар нь хүнд (төвөгтэй), эсвэл шинэ төрлийн хүдрийн хувьд ийм төрлийн хүдрийг баяжуулсан туршлага байхгүй бол, шаардлагатай тохиолдолд тухайн хүдрийг баяжуулсан бүтээгдэхүүнийг сонирхсон байгууллага, компанитай зөвшилцсөний үндсэн дээр техникийн даалгаврын дагуу хүдрийн технологийн судалгааг явуулна.

4.4. Хүдрийн технологийн төрлүүд, сортуудыг ялгахдаа геологи-технологийн зураглал хийх ба үүний үндсэн дээр сорьцлолт хийх торыг хүдрийн байгалийн төрлүүдийн тоо хэмжээ болон илрэх давтамжаас шалтгаалан сонгоно.

4.5. Тодорхой торлолоор авагдсан минералоги-технологийн болон бага хэмжээний технологийн сорьцууд нь тухайн орд дээр илэрсэн хүдрийн байгалийн бүх төрлийг төлөөлөхүйц хэмжээгээр авагдсан байх ёстой. Тэднийг урьдчилсан технологийн туршилтад хамруулсны үр дүнд хүдрийн геологи-технологийн төрлүүдийг тогтоож, хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүд, сортуудыг ангилж, ангилсан үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүдийн хэмжээнд хүдрийн бодисын найрлага, физик-механикийн ба технологийн шинж чанаруудын орон зайн өөрчлөлтийг судлан, хүдрийн геологи-технологийн зургууд, планууд, зүсэлтүүдийг байгуулна.

4.6. Лабораторийн ба томсгосон лабораторийн сорьцуудад хүдэрт ялгасан үйлдвэрлэлийн (технологийн) бүх төрлүүдийн технологийн шинж чанарыг судалж хүдрийг баяжуулах (боловсруулах) технологийн оновчтой бүдүүвчийг сонгох, баяжуулалтын технологийн болоод гаргаж авсан бүтээгдэхүүний үндсэн

үзүүлэлтүүдийг тодорхойлоход шаардлагатай хэмжээнд тодорхойлсон байна. Энэ тохиолдолд хүдрийг бутлах, нунтаглалтын оновчтой зэргийг тогтоож, ашигт эрдсүүдийг баяжуулж авах, хаягдалд ашигт эрдсүүдийг хамгийн бага хаях боломжийг хангана.

4.7. Хагас үйлдвэрлэлийн технологийн туршилт нь хүдрийг баяжуулах технологийн бүдүүвчийг шалгах, лабораторийн туршилтаар тогтоосон хүдрийн баяжилтын үзүүлэлтүүдийг тодруулах зорилгоор хийгдэнэ. Хагас үйлдвэрлэлийн технологийн туршилтыг хийхдээ технологийн туршилт хийх тусгай эрхтэй байгууллагаар гэрээ хийсний үндсэн дээр тусгайлан бэлтгэсэн программын (хөтөлбөр) дагуу хийнэ. Хагас үйлдвэрлэлийн туршилтад зориулж сорьц авахдаа зөвхөн тус төсөлд тусгайлан гаргасан аргачлалыг мөрдөж авна

4.8. Лабораторийн томсгосон ба хагас үйлдвэрлэлийн технологийн туршилтад зориулж авсан сорьц нь тухайн хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлийн химийн ба эрдсийн найрлага, структур-текстурын онцлог, физикийн болон бусад шинж чанаруудын дундаж найрлагыг төлөөлөх чадвартай байх ёстой бөгөөд ашиглалтын үеийн боломжит бохирдол болон сортлолтын үеийн баяжилтыг тооцож үзсэн байх ёстой. Сорьц нь гранулометрийн найрлагын хувьд тухайн ордын хүдрийн баяжуулалтад хэрэглэхээр төлөвлөж байгаа технологийн бүдүүвчид тохирч ёстой.

4.9. Хүдрийн технологийн туршилтыг хийхдээ тухайн хүдрийг радиометрийн (рентгенорадиометрийн болон бусад) аргаар ялгалт хийх боломжийг судлахыг зөвлөж байна. Холбогдох арга зүйн баримт бичгийг удирдлага болгон хүдрийн массыг ялгахад ашиглаж болох физик шинж чанар, хүдрийг найрлагаар нь багцлах ялгарал, хүдрийн бүрэлдэхүүний янз бүрийн агуулгын утгуудад ялгагдаж болох радиометрийн ялгалтыг үнэлсэн байх ёстой. Радиометрийн аргаар ялгах боломжийг үнэлэх, хүдрийг ангилан олборлоход шаардлагатай хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүдийг тодруулах, хүдрийн массыг бөөнөөр нь олборлох боломжийг баталгаажуулах, мөн радиометрийн аргаар баяжуулах схемийг боловсруулсан байх ёстой. Цаашид хүдрийг боловсруулах туршилтуудыг хийхдээ хүдрийн радиометрийн аргаар баяжуулах технологийн ерөнхий бүдүүвчийг гаргаж эдийн засгийн ач холбогдлыг үнэлэхэд дараах зүйлсийг анхаарах хэрэгтэй. Хүдрийн бутлагдах, нунтаглагдах чанар, эрдсийн фазуудын задрах хэмжээ, хүдрийн угаагдах чанар зэргийг тодорхойлохын тулд хүдрийн ширхэглэлийн янз бүрийн бүлгүүдийн шигшүүрийн шинжилгээ хийхээс гадна, угаагдсан хүдэр болон угаасан шламанд гравитацын шинжилгээ, жижиг ширхэглэг хэсэгт соронзон шинжилгээг тус тус хийнэ. Хүдэр баяжуулах технологийн бүдүүвчийг сонгож, бутлах-нунтаглах үе шатны тоо ба үе шатуудыг тогтооно. Баяжуулалтын арга замууд, баяжмал болон хагас бүтээгдэхүүнүүд, тэдгээрт агуулагдсан ашигт бүрдвэрүүдийг гүйцээн гаргаж авах арга замуудыг тодорхойлно.

4.10. Сульфидын болон арсенидын хүдрийн баяжигдах чанарын судалгааг хийхдээ хүдрийн исэлдлийн зэрэг, эрдэслэг бүрэлдэхүүн, хүдрийн структур, текстурин онцлог дагалдах ашигт болон хорт хольц байгаа эсэх хэрэв байгаа бол тэдгээрийг гарган авах арга замыг технологийн минералогийн аргаар тогтоосон

байх ёстой. Хүдрийн бутлагдах, нунтаглагдах чанар, эрдсийн фазуудын задрах хэмжээ, хүдрийн угаагдах чанар зэргийг тодорхойлохын тулд хүдрийн янз бүрийн бүлгүүдийн шигшүүрийн шинжилгээ, хүндийн хүчний шинжилгээг хийнэ. Хүдэр баяжуулах технологийн бүдүүвчийг сонгож, бутлах-нунтаглах үе шатны тоо ба үе шатуудыг тогтооно. Баяжуулалтын арга замууд, баяжмал болон хагас бүтээгдэхүүнүүд, тэдгээрт агуулагдсан ашигт бүрдвэрүүдийг гүйцээн гаргаж авах арга замуудыг тодорхойлно.

4.11. Хүдрийн технологийн шинж чанарыг судалсны үр дүнд тухайн хүдрийг баяжуулах, түүнд агуулагдах үйлдвэрийн ач холбогдол бүхий бүх төрлийн ашигт бүрдвэрүүдийг салган авахад зориулсан технологийн бүдүүвчийг гарган авахад шаардлагатай гол өгөгдлүүдийг тодорхойлсон байна.

4.12. Хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрөл ба сортууд урьдчилан төлөвлөсөн жишгийн үзүүлэлтүүдийг хангах шаардлагатай, баяжуулалтын болон химийн боловсруулалтын технологийн үндсэн параметруудийг (гравитаци, соронзон ялгалт болон флотацын үед баяжмалын гарц ба түүний чанарт ховор металл, бусад дагалдах ашигт бүрдвэр болон хорт хольцын агуулга хамаарна) тогтоосон байх ёстой. Үүнээс гадна баяжмалыг дахин боловсруулж дагалдах ашигт бүрдвэрүүдийг гарган авах тусгай ажиллагаанууд болон тэдгээрийг гарган авахтай холбоотой хэрэглэгдэх урвалж материалуудын зарцуулалт (мөхлөгийн хэмжээ, урвалжийн үлдэгдэл концентраци) зэргийг тооцоолж хаягдлын далан, хоргүйжүүлэх асуудлыг судалж шийдвэрлэсэн байна.

4.13. Хагас үйлдвэрлэлийн туршилтын үр дүнд хүлээн авсан технологийн бүдүүвчийн найдвартай байдлыг үйлдвэрлэлийн явцад технологийн болон эцсийн бүтээгдэхүүний балансын тооцоогоор үнэлнэ. Туршилтын үр дүн болон бүтээгдэхүүний балансын тооцоогоор зөрүү 10%, түүнээс ихгүй байх ёстой ба түүний хэмжээг баяжмал дахь металлын масс болон хаягдалд пропорциональ хэмжээгээр тархаах ёстой. Дахин боловсруулалтын үзүүлэлтүүдийг орчин үеийн никель ба кобальтын хүдрийн баяжуулах үйлдвэрүүдийн үзүүлэлтүүдтэй харьцуулан үзэх хэрэгтэй. Баяжмалын чанарыг уурхайн олборлогч болон металлургийн үйлдвэрийн тохирсон гэрээний дагуу тодорхой цаг хугацаанд зохицуулалт хийх, эсвэл тохирох стандарт болон техникийн нөхцөлөөр тохирох ёстой. Манай улсад өнөөгийн байдлаар никель, кобальтын баяжмалд тавих улсын, салбарын техникийн нөхцөлийн стандарт хараахан байхгүй байна.

4.14. Дагалдах ашигт бүрдвэрийн хувьд Монгол улсын Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн яамнаас батлагдахаар хүлээгдэж байгаа “Ордыг иж бүрэн судлах болон дагалдах ашигт малтмал ба ашигт бүрдвэрийн нөөцийг тооцоолох аргачилсан зөвлөмж” байхгүй байгаа учраас ОХУ-д боловсруулан мөрдөж байгаа “Ордыг иж бүрэн судлах болон дагалдах ашигт малтмал ба ашигт бүрдвэрийн нөөцийг тооцоолох аргачилсан зөвлөмж”-ийн дагуу хийж, хүдэр дэх боловсруулалтын бүтээгдэхүүнүүдэд тэдгээрийн тархалтын тэнцэл (баланс) ба орших хэлбэрийг тодорхойлж, ялган авах нөхцөлүүд болон эдийн засгийн хувьд ашигтай эсэхийг тогтоосон байх хэрэгтэй.

4.15. Боловсруулан санал болгосон технологийн бүдүүвчинд баяжуулалтын

хаягдал, баяжуулалтад хэрэглэсэн усыг эргүүлэн дахин ашиглах боломж, тухайлбал баяжуулалтын хаягдлыг боловсруулан микробордоо болгох, хаягдал усыг цэвэршүүлэх зөвлөмжүүдийг өгсөн байх шаардлагатай.

4.16. Монгол орны хувьд өнөөгийн байдлаар олборлолт, баяжуулалтын үйл ажиллагаа хийгдэж байгаа никель ба кобальтын орд хараахан байхгүй байна. Хэдий тийм боловч ОХУ-ын жишээнээс харахад зэс-никелийн сульфидын болон өгөршлийн гадаргуутай холбоотой никелийн силикатиин (лиственит хамаарч болно) гэсэн үндсэн 2 төрөл байж болох юм.

4.17. Зэс-никелийн сульфидын хүдэр нь никелийн агуулгаасаа хамаарч баян (цул) болон ердийн (шигтгээлэг) гэж үндсэн 2 төрөлд ялгагдана.

- Ердийн (шигтгээлэг төрөл) хүдрээс зэс-никелийн хам баяжмал гаргадаг. Норильскийн төрлийн ердийн хүдрийг гравитац-флотацын аргаар баяжуулж, никель, зэс, пирротины болон гравитацын баяжмалуудыг гарган авдаг. Гравитацын баяжмалаас цагаан алтны бүлгийн металлээр баяжсан бүтээгдэхүүн байна.
- Баян (цул төрөл) хүдрийн хувьд никелийн агуулга 1,5% түүнээс их байх тул шууд хайлуулах зуух руу илгээдэг. Норильскийн төрлийн баян хүдрийг ихэвчлэн баяжуулалтын схемийн дагуу боловсруулж ердийн шигтгээлэг хүдрийг агуулсан хөнгөн фракцыг ялгахаас гадна никелийн, зэсийн, пирротины болон гравитацын баяжмалуудыг гарган авна. Зарим баян хүдэр нь баяжуулалтын үйлдвэрийг дамжихгүйгээр металлургийн үйлдвэр рүү шууд боловсруулалтад илгээгддэг.
- Зэс-никелийн хам баяжмалыг тусгай цехэд илгээн шатааж үрлэн бөмбөлөг үйлдвэрлэнэ. Орчин үед энэ үйл ажиллагаа нь төгөлдөржиж баяжмалын шахмал (брикет) үйлдвэрлэдэг болсон. Үрлэн бөмбөлөг буюу шахмалыг баян хүдэртэй хамт хайлуулах цехэд боловсруулалт хийх ба үүний үр дүнд эцсийн бүтээгдэхүүн болох зэс-никелийн файнштейн үйлдвэрлэнэ.
- Баяжуулалтын явцад гарсан хөнгөн фракц нь шигтгээлэг хүдэртэй хамт баяжуулалтын үйлдвэрт илгээгдэж ангилсан баяжмал үйлдвэрлэгдэнэ.
- Зарим тохиолдолд никелийн баяжмалыг урьдчилсан агломерацын дараа, харин зэсийн баяжмалыг хатаасны дараа пирометаллургийн боловсруулалтад илгээдэг.
- Пирротины баяжмалд сульфидын үйлдвэрлэлийн бүтээгдэхүүн агуулагдах ба түүнийг гидрометаллургийн автоклав-исэлдүүдэлэлтийн аргаар тусад нь боловсруулж сульфидын баяжмал гарган авах ба хаягдалд нь төмрийн гидратууд үлддэг байна. Ийнхүү гарган авсан баяжмалыг баяжуулах үйлдвэрээс гарсан никелийн болон зэсийн баяжмалтай хамт жигнэсэн хайлууулалтын бүдүүвчээр боловсруулж файнштейн, анодын зэс болон техникийн хүхэр ялгаж авна.
- Гравитацын баяжмалыг зэсийн флотацын баяжмалтай нийлүүлж зэсийн үйлдвэрт боловсруулна.
- Баяжуулалтын явцад гарсан бүх төрлийн дагалдах ашигт хольцууд нь цаашдын металлургийн боловсруулалтаар ялгагдана. Кобальтыг никелийг

боловсруулах явцад гарсан конверторын шаарнаас гидрометаллургийн аргаар кобальтыг үйлдвэрт ялган авна.

- Файнштейн болон анодын зэсийг хайлуулах явцад ялгарсан хийнээс хүхрийн хүчил болон техникийн хүхрийг ялган авна.
- Үнэт металлууд, селен, теллур зэрэг нь никель ба зэсийн үйлдвэрлэлийн үед анодын шааранд хуримтлагдах ба пирометаллург болон гидрометаллургийн аргаар боловсруулагдах үед ялган авсан цагаан алтны баяжмалыг цэвэршүүлэх үйлдвэрт илгээж цэвэр металл гарган авна.
- Зэс-никелийн сульфидын хүдрийн хорт хольц нь цайр, хар тугалга, хүнцэл, фтор, кадми, висмут зэрэг байх ба эдгээр металлын агуулагдах дээд хэмжээг техникийн нөхцөлөөр тогтооно.
- Зэс-никелийн сульфидын хүдрээс гарган авсан эцсийн бүтээгдэхүүн нь никель ба зэсийн электролит, металл кобальт, цагаан алтны бүлгийн металл, алт, мөнгө, селен, теллур, техникийн хүхэр, хүхрийн хүчил зэрэг байна.

4.18. Никелийн силикатын хүдрийн хувьд хүдэр үүсгэгч эрдсүүдийн эвслээс хамаарч байгалийн (геологийн) болон технологийн нэгэн төрлийг агуулна. Хүдрийг урьдчилсан агломерацд оруулсны дараа эсвэл шахмал хийсний дараа пирометаллургийн аргаар уурхайн штейн дэх сульфиджуулсан хайлшаар боловсруулах ба түүний дараа эцсийн боловсруулалт хийж металл никелийг гаргаж авна. Хайлуулах шихтэнд кокс, шохойн чулуу (гантиг), пирит ба гипс зэргийг хэрэглэдэг. Энэхүү технологийн бүдүүвч нь практикт маш ихээр хэрэглэгддэг хамгийн сайн үр дүнтэй арга нь юм. Энэ аргын үндсэн дутагдалтай тал нь технологийн бүдүүвч нь нийлмэл (олон үе шаттай), өндөр үнэтэй бөгөөд ховор олддог коксыг их хэмжээгээр ашигладаг, никелийн баяжмалын гарц бага, ялангуяа кобальтын гарц маш бага, хүдэрт агуулагдах төмрийг бүгдийг хаягдалд шилжүүлдэг зэрэгт оршино. Кобальтыг конвертерийн шаарнаас нэлээд төвөгтэй технологиор металл болон кобальтын исэл хэлбэрээр ялгана.

Барууны орнуудад никелийн силикатын хүдрийг пирометаллургийн аргаар хүдрийг шатааж ферроникель болгоод цахилгаан хайлуулалтаар, эсвэл гидрометаллургийн аргаар аммиакийн уусгалтаар ашиглан бүтээгдэхүүн гаргах хүхрийн хүчлийн уусгалтаар никель 50% хүртэл, кобальт 5-6% агуулагдах хүхрийн баяжмал гарган авдаг байна.

Никелийн силикатын хүдрийн хорт хольц нь зэс болон хром, ферроникельд хайлуулсан тохиолдолд фосфор байх ба эдгээр металлын агуулагдах дээд хэмжээг техникийн нөхцөлөөр тогтооно.

4.19. Хүдрийг баяжуулахгүйгээр боловсруулах үйлдвэрт илгээх тохиолдолд хүдрийн чанар, гарган авах хам ба ангилсан баяжмалууд, үйлдвэрээс гарах бүтээгдэхүүн зэрэг нь тухайн тохиолдол бүрд хүдрээр хангагч тал (уурхай, баяжуулах үйлдвэр) болон металлургийн (пирометаллург) үйлдвэрийн хоорондын гэрээ хэлэлцээрээр зохицуулагдах ёстой.

Тав. Ордын гидрогеологи, инженер-геологи (геотехник), геоэкологийн ба байгалийн бусад нөхцөлийн судалгаа

5.1. Монгол Улсын нутаг дэвсгэрийн байгаль, цаг уур, газарзүйн ямар бүсэд байршиж байгаагаас хамааран, тухайн орд байрших бүс нутгийн эрозийн базисын (элэгдэл) түвшингээс дээш, эсвэл доор оршиж байгаа нь ордуудын гидрогеологи, инженер-геологи, геоэкологийн нөхцөлүүдийг харилцан адилгүй болгосон байдаг.

Никель, кобальтын ордуудын гидрогеологийн судалгааг явуулахдаа Монгол Улсын Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2017 оны А/237 тоот тушаалаар баталсан “Сэдэвчилсэн болон дунд, том масштабын гидрогеологийн зураглал, ашигт малтмалын хайгуулын ажлын явцад ордын гидрогеологийн судалгаа хийх заавар, түүнд тавигдах шаардлага”-ыг баримтална.

Хайгуулын ажлын явцад орд болон түүний орчны гидрогеологийн талаар хийгдсэн өмнөх судалгааны ажлын материалыг бүрэн ашиглаж нэмэлт судалгаа, ажиглалт явуулан хайгуулын ажлын үр дүнгийн тайлангийн “Ордын гидрогеологийн нөхцөл” бүлэгт тодорхой тусгасан байвал зохино.

5.2. Ордын гидрогеологийн судалгаагаар ашиглалтын үед ордыг усанд автуулах эрсдэлтэй байж болох ус агуулагч үндсэн үе, давхаргуудыг заавал судалсан байх, ордын хэмжээнд хамгийн их устай хэсэг болон бүсүүдийг тогтоосон байх, уурхайд орж ирэх усны хэмжээг тогтоон тооцоолсон байх шаардлагатай.

Ус агуулсан горизонт бүрд тэдгээрийн зузаан, литологийн найрлага, коллекторын төрөл, гадаргын устай харилцах харьцаа, газрын доорх усны түвшний хөдөлгөөн, найрлага болон бусад үзүүлэлтүүд нь ордыг ирээдүйд олборлох үеийн техник-эдийн засгийн үндэслэлд хэрхэн тусгагдах талаар тодорхойлогдсон байвал зохино. Үүнээс гадна дараах зүйлсэд тусгайлан анхаарах хэрэгтэй. Үүнд:

- Орд усанд автах тохиолдолд оролцох газрын доорх усны химийн найрлага, бактерологийн төлөв байдал, бетон эдлэл, металл, полимерт үзүүлэх идэмхий чанар, уг усан дахь ашигтай ба хортой хольцыг тодорхойлсон байна, олборлож байгаа ордуудад уурхайн ус, хаягдлуудаас гарч байгаа усны химийн найрлагыг судалж тодорхойлно.
- Ордын талбайн усны ундаргын хэтийн төлөвийн үнэлгээ, түүний урсцын байгалийн чиглэлийг зураглаж, ирээдүйн ил болон далд уурхайн малталтад нэвчих усны хэмжээг тодорхойлсон байна.
- Талбайн газарзүй, цаг уурын нөхцөлтэй уялдуулж уурхайн малталтад нэвчих хур тунадасны хэмжээг тооцох шаардлагатай.
- Уурхайн усыг усан хангамжид ашиглах боломж, түүнээс ашигт бүрдвэрүүдийг гаргаж авах боломжийг үнэлсэн, мөн орд орчимд ажиллаж байгаа газрын доорх усыг хуримтлуулагч усан сан руу уг ордын газрын доорх усыг шавхах, зайлуулахад үзүүлэх боломжит нөлөөний үнэлгээг өгсөн байх.
- Дараагийн шатны нарийвчилсан онцлог судалгааны ажил шаардлагатай эсэх талаар зөвлөмж өгч, уурхайн усны хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийг үнэлсэн байх

- Ирээдүйн олборлох ба боловсруулах үйлдвэрийн хэрэгцээг хангах, унд-ахуйн болон техникийн усан хангамжийн боломжит эх үүсвэрийг тодорхойлсон байна.
- Монгол орны хэмжээнд илрээд байгаа никель кобальтын хүдэржилт нь томоохон хэмжээний хагарал даган илэрсэн суурилаг, хэт суурилаг найрлагатай интрузив чулуулагтай оронзайн болон гарал үүслийн холбоотой байх чиг хандлага илэрдэг тул хагарал, тухайн ордын геологи структурын нөхцөлд тохирсон гидрогеологийн судалгааг тусгайлан хийх нь зүйтэй.
- Хэт суурилаг, суурилаг найрлагатай чулуулаг тархсан орчинд хөрсний болон гүний усны найрлагад магни болох хромын агуулга харьцангуй өндөр байх магадлалтай тул усны химийн найрлагыг тусгайлан шинжлэх

Уурхайгаас шавхан гаргаж байгаа усыг ашиглахаар төлөвлөж байгаа бол ашиглалтын нөөцийн үнэлгээг зохих норматив, аргачлалын баримт бичгүүдийг удирдлага болгон хийнэ. Гидрогеологийн судалгааны үр дүнгээр уурхайн төсөл боловсруулах талаар дараах асуудлуудаар зөвлөмж өгнө. Үүнд: геологийн цулуудыг хатаах, усыг зайлуулах, зайлуулж байгаа усыг ашиглах, ус хангамжийн эх үүсвэр, байгаль орчныг хамгаалах асуудал хамаарна.

5.3. Хайгуулын үед ордуудад хийгдэх инженер-геологийн судалгаа нь олборлолтын төслийг боловсруулахад (карьер ба целикүүдийн үндсэн хэмжээсийн тооцоо хийхэд, ерөмдлөг-тэсэлгээний болон бэхэлгээний ажлын паспорт боловсруулахад) болоод уулын ажлын аюулгүй нэвтрэлтийг дээшлүүлэх ажлуудыг мэдээллээр хангах зорилготой.

Инженер-геологийн судалгаагаар хүдэр, агуулагч чулуулаг, хучаас хурдас чулуулгийн байгалийн нөхцөл байдал дахь болон усаар ханасан тохиолдол дахь бат бэх чанарыг тодорхойлогч физик-механикийн шинж чанаруудыг судалсан, ордын хурдас чулуулгийн массивуудын инженер-геологийн онцлогууд, тэдний анизотропи чанар, хурдас чулуулгийн найрлага, ан цавшил, тектоник хагаралд автсан байдал, текстурин онцлогууд, карстад автсан байдал, өгөршлийн бүс дэх эвдрэлийг, мөн ордын олборлолтын асуудлыг хүндрүүлж болох орчин үеийн геологийн процессуудыг тодорхойлсон байх. Онцгой анхаарлыг тектоникийн хагарлууд, ан цавшил ихтэй бүсүүд, чулуулаг хүдрийн бутлагдах шинж чанар ба зэрэгт, хагарлуудын дүүргэгчид, хагарлуудын сунал ба уналын дагуу усны урсгал илрэх боломжид, массивын структурын блоклог тогтцод хандуулах шаардлагатай. Олон жилийн цэвдэг тархсан нутаг дэвсгэрийн хувьд хурдас чулуулгийн температурын горимыг, цэвдгийн дээд ба доод хил заагийг, хайлсан хэсгүүдийн тархалтын хил зааг ба гүнийг, цэвдэг хайлах, мөн эргэн хөлдөх үеийн чулуулгийн физик шинж чанарын боломжит өөрчлөлтийг тодорхойлсон байх ёстой.

Инженер-геологийн судалгааны үр дүнд уулын малталтын тогтвортой байдлын таамагласан үнэлгээ хийх болон карьерын үндсэн хэмжигдэхүүний тооцоонд ашиглах материалуудыг бүрэлдүүлсэн байх ёстой.

Уг ордын дүүрэгт үйл ажиллагаагаа явуулж буй ижил төрлийн гидрогеологийн болоод инженер-геологийн нөхцөлд байгаа далд ба ил уурхай байгаа бол энэ

талын шинж байдлыг тодорхойлохдоо уг далд ба ил уурхайн усжилт болон инженер-геологийн нөхцөлүүдийн талаарх мэдээллийг ашиглах хэрэгтэй.

Никель, кобальтын ордын ашиглалтын үйл ажиллагаа ил, далд болон хосолсон байж болно. Хосолсон аргаар олборлолт явагдах үед ил аргаар олборлох хамгийн доод гүнийг хөрс хуулалтын коэффициентын хамгийн их утгаар буюу ашиглалтын төрлүүдийн өөрийн өртгийн тэнцэж байх утгаар тодорхойлно. Аль аргыг сонгох нь тухайн ордын хүдрийн биетийн уул геологийн нөхцөлүүд, уул-техникийн үзүүлэлтүүд, хүдрийг олборлох схемээс шалтгаалах ба ТЭЗҮ-ийн кондицоор (жишиг үзүүлэлтүүд) үндэслэгдэнэ. Никелийн силикатын хүдрийн ордуудыг зөвхөн ил аргаар ашиглана.

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

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

5.6. Шинэ ордуудын дүүрэгт үйлдвэрлэлийн болон орон сууц-иргэний зориулалттай объектууд, хоосон чулуулгийн хаягдал ба баяжуулалтын хаягдлыг байрлуулахад ашигт малтмалгүй болох нь тогтоогдсон талбайнуудыг зааж өгсөн байх шаардлагатай. Тухайн орон нутагт барилгын материалууд байгаа эсэх, судалж байгаа ордын хучаас болон агуулагч чулуулгийг барилгын материал болгон ашиглах боломж байгаа эсэх талаар мэдээлэл өгнө.

5.7. Геоэкологийн судалгаагаар дараах зүйлүүдийг судлан тогтоосон байх шаардлагатай. Үүнд: хүрээлэн буй орчны нөхцөл байдлын (радиацийн түвшин, газрын дээрх, доорх ус ба агаарын чанар, хөрсөн бүрхэвч, ургамал ба амьтдын ертөнцийн шинж байдал г.м.) дэвсгэр үзүүлэлтүүдийг тогтоосон, төлөвлөж байгаа объектыг барьж байгуулахад хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх химийн ба физикийн үйлчлэлийн таамаглаж байгаа төрлүүдийг (орчны газар нутгийн тоосжилт, уурхайгаас гарах ус, баяжуулах үйлдвэрийн хаягдлаас гарах усны урсгалаас болж газрын дээрх, доорх ус ба хөрсөнд учрах бохирдол, агаарт хаягдах зүйлүүдээс агаар бохирдох г.м.) тогтоосон, үйлдвэрлэлийн хэрэгцээг хангахад байгалийн баялгуудаас авч хэрэглэх хэмжээг (ой, техникийн зориулалттай ус, үндсэн ба туслах үйлдвэрлэл явуулахад, хучаас ба агуулагч чулуулаг, кондицийн бус хүдрийн овоолго хийхэд хэрэгцээтэй газрууд г.м.) тогтоосон, үйлчлэлийн шинж байдал, эрч хүч, зэрэг аюулыг үнэлсэн, бохирдлын эх үүсвэрүүдийн ажиллагааны динамик болон тэдгээрийн нөлөөллийн бүсүүдийн хил хязгаарыг үнэлсэн байх зэрэг хамаарна.

Никель, кобальтын хүдрийн ордуудын хувьд хүрээлэн буй орчинд нөлөөлөгч техноген эх үүсвэрүүдийн үйлчлэлийн онцлог нь олборлолтын арга (далд эсвэл ил), хүдрийг баяжуулах үндсэн арга болох флотац, эсвэл металлургийн (гидрометаллург, автоклав уусгалт) үед бүрэн боловсруулагдах боломжгүй ялгарч атмосферийг болон усыг бохирдуулагч тодорхой элементүүд (хүхэрт хий) зэргээр тодорхойлогдоно.

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

Газрын хэвлийг хамгаалах, хүрээлэн буй орчны бохирдлыг зайлуулах, биологийн нөхөн сэргээлт хийх талаар зөвлөмжүүд өгсөн байх шаардлагатай.

Ордыг ашиглах үед бий болох бага агуулгатай хүдэр болон хоосон чулуулгийн хаягдлыг хадгалах, хамгаалахтай холбоотой технологийн асуудлыг хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөлөлтэй нь хамт судалж тогтоосон байх. Усыг дахин ашиглах боломжийг судалсан байх, хүдэр баяжуулалтын схем түүнээс гарах аливаа хаягдлыг дахин ашиглах боломжтой эсэхийг тодорхойлсон байх, техникийн усны хэрэглээ, цэвэрлэгээ зэрэгт үнэлэлт дүгнэлт гаргаж зөвлөмж боловсруулсан байх,

5.8. Олборлолтын үеийн маш нийлмэл гидрогеологийн, инженер-геологийн ба байгалийн бусад нөхцөлүүдтэй тохиолдолд тусгай ажлуудыг явуулах шаардлагатай бол судалгааны ажлуудын хэмжээ, хугацаа, журмыг газрын хэвлийг ашиглагч болон төслийн байгууллагуудтай зөвшилцөн тохиролцсон байна.

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

Зургаа. Ордын нөөцийн тооцоолол ба баялгийн үнэлгээ

6.1. Никель, кобальтын ордуудын нөөцийг тооцоолж, хайгуул хийсэн зэрэглэлээр ангилахдаа Уул уурхайн сайдын 2015 оны 09 дүгээр сарын 11-ний өдрийн 203 дугаар тушаалын хавсралтад заасан заавар, ангиллын дагуу хийнэ

6.2. Энэхүү зааварт ордын нөөцийг нөлөөлөх хүчин зүйлээс хамааруулан геологийн нөөц, үйлдвэрлэлийн нөөц гэж ангилсан. Геологийн нөөцийг ордын хайгуулын ажлын үр дүнгээр тооцоолдог бол үйлдвэрлэлийн нөөцийг ордыг олборлох техник-эдийн засгийн үндэслэлээр тооцоолно.

6.3. Ордын геологийн болон үйлдвэрлэлийн нөөцийг тооцоолоход юуны өмнө тооцоололд баримтлах жишиг үзүүлэлтүүдийг тодорхойлон улмаар үүнийгээ баримтлан нөөцийн тооцоолол хийнэ. Ордын нөөцийн тооцоолол болон баялгийн үнэлгээнд түгээмэл хэрэглэгддэг жишиг үзүүлэлтүүд:

- Үйлдвэрлэлийн бага агуулга, %
- Хүдрийн биетийг хязгаарлах захын агуулга, %
- Хүдрийн биетийн хамгийн бага зузаан, м.
- Хүдрийн биетэд оруулах жишгийн бус хүдрийн болон хоосон чулуулгийн үеийн зузаан, м зэрэг болно.

6.4. Нөөцийн жишиг үзүүлэлтийг тооцохдоо дан элементийн зах зээлийн үнийг үндсэн шалгууруудын нэг болгон тооцно. Орд газарт никель, кобальт, зэс (магадгүй хар тугалга, цайр) зэрэг элементийн аль нэг нь давамгайлсан (өндөр агуулгатай) тохиолдолд тухайн элементийг гол төлөөлөх элемент болгон бусад

бага агуулгатай элементүүдийг дагалдах байдлаар тооцож болно. Энэ нь олон элементүүдээс бүрдэх (мөнгө-холимог металл, молибден-вольфрам-цагаан тугалга г.м) ордуудад эквивалент утга шилжүүлэхтэй адил юм. Нөөцийн жишиг үзүүлэлтийг тооцоход эдийн засгийн талаас нь ийнхүү үнийн шалгуур тавьж байгаа нь тухайн орд газрын онцлогийг эдийн засгийн хувьд ашигтай байлгах гол хөшүүрэг болно. Тодруулбал аль нэг өндөр агуулгатай элементийг ордын гол төлөөлөл болгох нь тухайн элемент ордын нийлмэл металлын үнэд шингэж зах зээлийн үнэлгээ багасахаас сэргийлнэ. Цаашлаад никель, кобальтын болон эдгээр металлыг дагалдах ашигт бүрдвэр байдлаар агуулсан ордуудын урьдчилсан техник-эдийн засгийн үнэлгээг тооцон гаргаж, бусад үзүүлэлтүүдтэй харьцуулах замаар эдийн засгийн хувьд хамгийн ашигтай жишгийн хувилбарыг сонгох боломж бүрдэнэ.

6.5. Ордын нөөцийг тооцоолохдоо ордыг геологийн тогтцын нийлмэл байдал, судалгааны түвшин зэрэгт тулгуурлан хэсэгшлүүдэд хувааж тооцоолно. Нөөцийн тооцооллын нэгэн хэсэгшилд хамаарагдах орд, хүдрийн биетийн хэсэг нь дараах шаардлагуудыг хангасан байна). Үүнд:

- Нөөцийн хэмжээ ба хүдрийн чанар нь ижил түвшинд хайгуул хийгдэж судлагдсан байх;
- Хүдрийн биетүүд нь ижил геологийн тогтоцтой, зузаан нь харьцангуй тогтвортой өөрчлөлт багатай байхаас гадна хүдрийн дотоод бүтэц, бодисын найрлага, чанарын үзүүлэлтүүд ба технологийн шинж чанар адил, эсвэл ойролцоо байх;
- Нөөцийн хэсэгшилд хамаарч буй хүдрийн биетийн байрлалын элемент тогтвортой, структурын тодорхой нэг элементэд (атирааны жигүүр, цөм, тасралтат хагарлаар хязгаарлагдсан тектоникийн блок зэрэг) байршсан байх;
- Олборлолтын уул-техникийн нөхцөл нь нэг ижил байх;
- Хүдрийн биетүүдийн уналын дагуух нөөцийн хэсэгшлийг хайгуулын малталтын горизонтуудаар (түвшнүүдээр) эсвэл цооногоор, суналын дагууд хайгуулын шугамуудаар нөөцийг ашиглалтад бэлтгэх дэс дарааллыг харгалзан хязгаарлах;
- Хүдрийн биет, үйлдвэрлэлийн болон технологийн төрлүүдийн хил зааг ба геометржүүлэлтийг тодорхойлох боломжгүй бол нөөцийн хэсэгшил дэх хүдрийн төрлүүдийн хэмжээг статистик аргаар үнэлж болно.

6.6. Ордын геологийн нөөцийг баттай, бодитой, боломжтой зэрэглэлд ангилан баттай нөөцийг (А), бодитой нөөцийг (В), боломжтой нөөцийг (С) үсгээр тэмдэглэнэ.

Баттай (А) зэрэглэлийн нөөцийг зөвхөн I бүлгийн ордуудад хайгуулын явцад нарийвчлал хийж уулын малталт, цооногийн мэдээллээр хүрээлэгдсэн хэсэгшилд экстрополяци хийхгүйгээр тооцоолно. Олборлож байгаа ордуудад баттай зэрэглэлийн нөөцийг ашиглалтын хайгуул болоод уулын бэлтгэл малталтуудын мэдээллээр тооцоолно. Баттай (А) зэрэглэлийн нөөц нь Монгол улсын "Ашигт

малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар"-т тусгагдсан баттай зэрэглэлийн нөөцөд тавигдах шаардлагуудыг бүрэн хангасан байна. Хайгуулын ажлын үр дүнгээр I бүлгийн ордод баттай зэрэглэлээр тооцоолсон нөөцийн хэмжээ нь олборлох үйлдвэрийн анхны хөрөнгө оруулалтыг нөхөх хугацаанд хүрэлцэхүйц хэмжээний нөөц байна. Үүнээс гадна хайгуулын зэрэглэлээрээ шаардлага хангасан, олборлоход бэлтгэгдэж бэлэн болсон хэсэгшлүүд дэх нөөцийг энэ зэрэглэлд хамааруулна.

Бодитой (B) зэрэглэлийн нөөцийг I ба II бүлгийн ордуудын нарийвчлан судлагдсан хэсэгт тооцоолно. Бодитой (B) зэрэглэлд ангилах "Нөөцийн ангилал"-ын шаардлагыг хайгуулын зэрэглэлээрээ хангасан ордын болон хүдрийн биетүүдийн нарийвчлан хайгуул хийгдсэн хэсгүүдэд ялгасан нөөцүүдийг хамааруулна. Бодитой зэрэглэлийн нөөцийн хил хүрээг экстраполяци хийлгүүгээр хайгуулын малталтууд, цооногуудаар (өөрөөр хэлбэл малталтаас малталт, хүдрийн жишгийн огтлолоос огтлол хооронд) хязгаарлан татаж, энэхүү хил хүрээ доторх хүдрийн чанар, хүдрийн биетүүдийн геологийн үндсэн шинж чанаруудыг төлөөлж чадах хангалттай тооны мэдээллээр тодорхойлсон байна. Хүдрийн биетийг орон зайн байрлал, хэлбэр дүрс, чанар тоон үзүүлэлтээр нь геометржүүлэлт хийх боломжгүй тохиолдолд дээрх параметруудийг статистик аргаар үнэлж болно. Хүдэржилтийн итгэлцүүр ашиглан хүдрийн хэмжээг нь тодорхойлдог ордуудын хувьд бодитой зэрэглэлийн нөөцөд хүдэржилтийн итгэлцүүр нь ордын дунджаас дээгүүр, хүдрээр ханасан байдлын өөрчлөлт нь талбайн хэмжээгээр болон гүний дагуу тогтоогдсон, жишгийн шаардлага хангах хүдрийн хэсгүүдийн орон зайн байрлалын зүй тогтол, хэлбэр дүрс, онцлог хэмжээсүүд нь тэдгээрийг ангилан (селектив) олборлох аргаар гаргаж авах боломжийг нь үнэлж болох хэмжээнд судлагдсан хэсэгшлүүдийг хамруулж болно.

Бодитой (B) зэрэглэлийн нөөц нь Монгол улсын "Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар"-т тусгагдсан бодитой зэрэглэлийн нөөцөд тавигдах шаардлагуудыг бүрэн хангасан байна. II бүлгийн ордод нөөцийн дийлэнх хэсэгт бодитой зэрэглэлээр нөөцийг тооцоолно.

Боломжтой (C) зэрэглэлийн нөөц тооцоолоход шаардлага хангасан нягтралтай хайгуулын тороор судлагдсан хэсгүүдийн нөөцийг хамааруулдаг ба үнэмшил нь хайгуулын үр дүнд олж авсан мэдээлэл, олборлож байгаа ордууд дээр ашиглалтын өгөгдлүүдээр батлагддаг. Шинэ төрлийн ордуудын хувьд хайгуулын торлол бүлэгт тусгасан байгаа нарийвчлан судлагдсан хэсгүүдийн үр дүнгээр батлагддаг. Хүдрийн биетийг орон зайн байрлал, хэлбэр дүрс, чанар тоон үзүүлэлтээр нь геометржүүлэлт хийх боломжгүй тохиолдолд дээрх параметруудийг статистик аргаар тодорхойлж болно. Энэ тохиолдолд тус зэрэглэлийн шаардлага хангасан хэсгүүдийн тархалтын зүй тогтол ба хүдрээр ханасан байдлыг ойлгогдох хэмжээнд судалсан байна. Боломжтой зэрэглэлийн нөөцийн хил хүрээ нь хайгуулын малталтуудаар, харин том хэмжээний ба тасралтгүй үргэлжилсэн хүдрийн биетүүдэд хүдрийн чанар, хүдрийн биетүүдийн зузаан ба хэлбэр дүрсийн өөрчлөлтийг харгалзан үзээд геологийн хувьд үндэслэгдсэн хязгаартай экстраполяциар тодорхойлно.

Боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцөд хамааруулах түвшинд хайгуул хийгдсэн нөөцийн хил заагаас унал ба суналын дагууд нь баталгаажуулсан геофизикийн ажил, геологи-структурын загвар, тэдгээр дэх никель, кобальтын агуулга ба хүдрийн биетүүдийн зузааны өөрчлөлтийн зүй тогтлын судалгаа, ганц нэг огтлолууд байгаа тохиолдолд тодорхой хүдрийн биетүүдээр экстраполяци хийн нөөц тооцоолно. Бие даасан хүдрийн биетүүдийн хувьд бол байгалийн гарш, уулын малталтууд, цооногуудад тогтоогдсон хүдрийн огтлолууд байгаа үед геофизикийн ба геохимийн судалгаа, геологийн тогтцын мэдээллийг тооцон үзэж нөөцийг тооцоолно.

Боломжтой зэрэглэлийн нөөц нь Монгол улсын “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”-т тусгагдсан боломжтой зэрэглэлийн нөөцөд тавигдах шаардлагыг хангасан байна. III бүлгийн ордод нөөцийн дийлэнх хэсгийг боломжтой зэрэглэлээр тооцоолно

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

6.7. Ордын геологийн нөөцөд тулгуурлан ордыг олборлох техник-эдийн засгийн үндэслэлийг боловсруулна. Энэхүү үндэслэлээр олборлох уурхайн хязгаарт багтаж байгаа, олборлолтын хаягдал ба бохирдлыг тооцсон геологийн нөөцийн хэсгийг үйлдвэрлэлийн нөөцөд хамааруулах бөгөөд үйлдвэрлэлийн нөөцийг батлагдсан (A'), магадласан (B') гэж ангилан дараах шаардлага хангасан байхаар “Ашигт малтмалын нөөц, баялгийн ангиллын заавар”-т тусгажээ. Ордын уул-техникийн нөхцөл, нөөцийн зэрэглэлүүдийн үндэслэгдсэн байдлын баталгаажуулалтын үнэмшлээс хамаарч геологийн нөөцийн зэрэглэлийг бууруулах, дээшлүүлэх тохиолдол практикт гардаг.

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

Магадласан (B') үйлдвэрлэлийн нөөцийг хайгуулын ажлаар тогтоогдсон бодитой (В), боломжтой (С) зэрэглэлийн геологийн нөөцөд тулгуурлан уулын үйлдвэрийн техник, технологийн сонголт, тооцоо, хүдрийн технологийн шинж чанарыг үйлдвэрлэлийн технологийн туршилтын түвшинд судлан, инженерийн шийдэл, байгаль орчин, хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуй, эрх зүй, хүний нөөц, удирдлага зохион байгуулалт, дэд бүтэц хангамж, нийгэм, ахуй үйлчилгээ,

эдийн засгийн үр ашгийн тооцоо, болон холбогдох хүчин зүйлийг нарийвчлан тооцсон Ашигт малтмалын ордыг ашиглах техник, эдийн засгийн үндэслэлээр тогтоосон байна.

Үйлдвэрлэлийн нөөцөд хамаарах дээрх 2 зэрэглэлийн нөөцөд тавигдах шаардлага нь хоорондоо төсөөтэй байгаа хэдий ч тэдгээрийн ялгаа нь зөвхөн батлагдсан (А') үйлдвэрлэлийн нөөцийг баттай (А), бодитой (В) зэрэглэлийн геологийн нөөцөд, магадласан (В') үйлдвэрийн нөөцийг бодитой (В), боломжтой (С) зэрэглэлийн геологийн нөөцөд тулгуурлан тогтооход оршино. Боломжтой (С) зэрэглэлээр тооцоолох геологийн нөөцөд тавигдах хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа харьцангуй энгийн байгаа боловч түүнийг олборлохоор бол үйлдвэрлэлийн технологийн туршилтын түвшинд хүртэл судалсан байхыг магадалсан (В') нөөц шаардаж байгааг анхаарах хэрэгтэй.

Ирээдүйд эдийн засгийн ач холбогдолтой байж болох, дагалдах бүтээгдэхүүнээр гаргаж авахад үр ашигтай байж болох, мөн ирээдүйд өөр технологиор боловсруулахын тулд овоолгод хадгалах зэрэг шийдлийг ТЭЗҮ-ээр тогтоосон тохиолдолд эдгээр нөөцийг *баялагт* хамааруулна. Ирээдүйд эдийн засгийн ач холбогдолтой байж болох хүдрийн нөөцийг тооцоолохдоо энэ бүлэгт хамруулах болсон нөлөөлөх хүчин зүйлүүдийг (эдийн засгийн, технологийн, уул-геологийн, гидрогеологи, экологи, нийгэм, улс төрийн гэх мэт) харгалзана.

6.8. Нөөцийг хайгуул хийсэн зэрэглэлээр, олборлолтын аргаар (ил уурхай, хэвтээ амны түвшин, босоо ам), хүдрийн үйлдвэрлэлийн буюу технологийн төрлүүд, хүдрийн сорт болон эдийн засгийн үр ашгаар нь тус тусад нь ангилан тооцоолно.

Ашигт малтмалын нөөцийг зэрэглэлүүдэд ангилахдаа нэмэлт үзүүлэлт болгон тооцооллын үндсэн үзүүлэлтүүдийн тодорхойлолтын нарийвчлал, тоо хэмжээ болон үнэмшлийн таамаг үнэлгээг ашиглаж болно. Хүдрийн үйлдвэрлэлийн янз бүрийн төрлүүд ба сортуудын хоорондын хамаарлууд ба хил заагийг тогтоох боломжгүй тохиолдолд статистик аргаар үнэлгээ өгнө.

6.9. Хүдрийн нөөцийг тооцоолохдоо чийгшлийг (хуурай хүдэр) тооцоонд оруулахгүй, харин хүдрийн чийгшлийн хэмжээнд зааж өгсөн байна. Чийгшил болон нүх сүвшил ихтэй хүдрийн нөөцийн тооцоог чийгтэй хүдрээр тооцоолно.

6.10. Хүдрийн нөөцийг уламжлалт аргуудаар (геологийн блок, зүсэлт г.м.) тооцоолоход хэт өндөр агуулгатай сорьцуудыг тодорхойлж, тэдгээрийн хайгуулын огтлол ба нөөцийн блокуудын дундаж агуулгын хэмжээнд үзүүлж байгаа нөлөөлөлд статистикийн дүн шинжилгээ хийж, шаардлагатай тохиолдолд тэдгээрийн нөлөөллийг хязгаарлана. Хэт өндөр агуулгатай болон зузаан нь ихэссэн, эсвэл хүдэржилтийн итгэлцүүр ихтэй хүдрийн биетийн хэсгүүдийг бие даасан хэсэгшил ялгаж арай илүү нарийвчлан хайгуул хийнэ.

Олборлож байгаа ордуудад хэт өндөр агуулгын хэмжээний түвшин болон түүнийг солих аргачлалыг тодорхойлохын тулд хайгуулын болон олборлолтын мэдээллүүдийг харьцуулах (ялангуяа сорьцын агуулгын бүлгүүдээр сорьцуудын тархалтын өөрчлөлтийн онцлогуудыг нягтруулсан торын үр дүнтэй харьцуулах) хэрэгтэй.

6.11. Олборлож байгаа ордуудад хүдрийн нөөцүүдийг хөрс хуулсан, олборлоход бэлэн болсон, уулын үндсэн ба бэлтгэл малталтуудын хамгаалалт (целик) зэрэгт ноогдох/хамаарах нөөцийг тэдгээрийн судалгааны түвшнээс нь хамааруулан судлагдсан түвшинтэй уялдан зэрэглэлд ангилж тооцооллыг нь хийнэ

6.12. Том усан сангууд, гол мөрнүүд, хүн ам оршин суудаг газрууд, суурин барилга байгууламжууд, ХАА-н объектууд, дархан цаазат газар, байгалийн, түүхийн ба соёлын дурсгалт газруудын хамгаалалтын бүсүүдэд байгаа хүдрийн нөөцүүдийг баталсан жишгийн дагуу тооцоолж геологийн нөөц, баялагт хамааруулна.

6.13. Олборлож байгаа ордуудад өмнө нь бүртгэгдсэн нөөцийг бүрэн олборлож байгаа эсэхийг хянах болон шинээр тооцоолж байгаа нөөцийн үнэмшлийг бататгахын тулд хайгуулаар тогтоогдсон нөөц, хүдрийн биетүүдийн байршлын нөхцөл, хэлбэр дүрс, зузаан, дотоод бүтэц тогтоц, ашигт бүрдвэрийн агуулгын мэдээллийг олборлолтын үед тогтоогдож байгаа байдалтай нь тогтоосон журмын дагуу харьцуулалт хийх хэрэгтэй. ОХУ-д энэхүү харьцуулалтыг “Хатуу ашигт малтмалын ордуудын хайгуул ба олборлолтын өгөгдлүүдийг харьцуулах аргачилсан заавар”-н дагуу хийдэг ба манай улсад адил төсөөтэй заавар гартал уг зааврыг ашиглаж болно.

Харьцуулалтын материалуудад өмнө нь улсын экспертизийн байгууллага бүртгэсэн ба хасалт хийсэн (түүнээс олборлосон ба хамгаалалтын цулд үлдсэн) нөөцүүдийн хил заагууд, батлагдаагүй гэж хассан, нөөц өсгөсөн талбайнуудын хил зааг, мөн Улсын нөөцийн нэгдсэн тоо бүртгэлд бүртгэгдсэн нөөцүүдийн талаарх мэдээлэл (түүний дотор өмнө нь бүртгэсэн нөөцийн үлдэгдэл), нөөцүүдийн хил хүрээг харуулсан байна. Ордын хэмжээнд бүхэлд нь болон хүдрийн биетүүд, нөөцийн зэрэглэл бүрийн нөөцийн хөдөлгөөний хүснэгтүүд хийсэн байна. Хассан нөөцийн хүрээн дэх хүдэр ба металлын баланс, Эрдэс баялгийн мэргэжлийн зөвлөлийн (ЭБМЗ) хурлаар хэлэлцэж бүртгэсэн нөөц гүйцээх хайгуулаар өөрчлөгдсөнийг тусгасан байна. Олборлолт, тэвэрлэлтийн үеийн хаягдал, бүтээгдэхүүний гарц, хүдрийг боловсруулалтын үеийн хаягдлыг үзүүлнэ. Харьцуулалтын үр дүнг ордын уул-геологийн нөхцөлүүдийн талаарх ойлголтын өөрчлөлттэй уялдуулан графикаар харуулж хавсаргасан байна.

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

6.14. ЭБМЗ-ийн хурлаар хэлэлцэж бүртгэсэн хүдрийн нөөц ба чанар нь ордын ашиглалтын явцад батлагдахгүй тохиолдолд гүйцээх хайгуул болон ашиглалтын хайгуулын мэдээллээр нөөцүүдийн тооцооллыг заавал дахин тодотгож, энэ ажлуудын үр дүнд олж авсан мэдээллийн үнэмшлийг үнэлэх шаардлагатай.

Харьцуулалтын үр дүнд хийсэн дүн шинжилгээг ЭБМЗ-ийн хурлаар хэлэлцэж бүртгүүлсэн нөөцийн тооцооны үзүүлэлтүүд (нөөцийн тооцооны талбай, ашигт

бүрдвэрүүдийн агуулга, хүдрийн биетүүдийн зузаан, хүдэржилтийн итгэлцүүр, эзэлхүүн жин г.м.), нөөцийн хэмжээсүүд хүдрийн чанар нь гүйцээх хайгуул болон олборлолтын үр дүнд хэрхэн яаж өөрчлөгдсөн хэмжээг тогтоож, эдгээр өөрчлөлтүүд гарах болсон шалтгааныг тайлбарлана.

6.15. Сүүлийн жилүүдэд хүдрийн ордуудын нөөцийн тооцооллыг хийхдээ судалж байгаа хүдрийн шинж чанаруудын (ашигт бүрдвэрүүдийн агуулга, хүдрийн огтлолуудын зузаан, агуулга, метропроцент) орон зайн тархалтын зүй тогтлуудыг геостатистик загварчлалын (кригинг, урвуу зайн, ойр хөршийн гэх мэт) аргыг өргөн хэрэглэж боломжит алдааны хэлбэлзлийг тогтоон үнэлэх болсон.

Геостатистик загварчлалын аргыг хэрэглэх гол ач холбогдол нь хайгуулын анхдагч мэдээллийн тоо хэмжээ ба чанар, хайгуул хийгдсэн тухайн ордын геологийн тогтцын онцлогт (тооцоолол хийгдэж буй хэмжигдэхүүнүүдийн тархалтын зүй тогтлууд, чиглэл ба анизотроп шинж байдал, хагарал эвдрэлүүдийн хил заагуудын нөлөөлөл, туршилтын вариограммуудын структур ба чанар, хайлтын эллипсоидын хэмжигдэхүүнүүд гэх мэт) тулгуурлан анхдагч өгөгдлүүдэд хийх дүн шинжилгээ болон загварчлалыг чанарын өндөр түвшинд хийхэд оршсон байна.

Геостатистик аргыг ашиглахад хайгуулын огтлолын тоо хэмжээ ба нягтрал нь интерполяцийн оновчтой томъёог үндэслэхэд хангалттай (гурван хэмжээст загварчлалд доор хаяж хэдэн зуун сорьцын үр дүн) байна. Тооцоолол хийгдэж буй хэмжигдэхүүнүүд нь орон зайд хэрхэн хувьсан өөрчлөгдөж буй зүй тогтлыг ордын геологийн тогтоцтой уялдуулан нарийвчлан судалж хэсэгшлүүдэд хувааж хийхийг зөвлөж байна.

Вариограммын тооцоолол хийхдээ хүдрийн биетийн огтлолын (судлын биет) хэмжээнд хийгдсэн сорьцлолт болоод туршилтын ажлуудын анхдагч уртаар эсвэл боломжит уурхайн мөргөцгийн өндөртэй дүйцэхүйц уртаар (штокверк ба их зузаантай биет) бүлэглэсэн байдлаар хийнэ.

Ордын хэмжээнд хэрэглэгдэх блок загварыг байгуулахдаа блокийн хамгийн бага хэмжээг төлөвлөж байгаа олборлолтын технологи, хайгуулын торын нягтрал зэргийг (хамгийн бага блокийн хэмжээ нь хайгуулын торын дундаж нягтралын $(1/4-1/8)$ -ээс багагүй байхаар сонгохыг санал болгож байна. Нөөцийн тооцооллын үр дүнг дараах 2 байдлаар үзүүлж болно. Үүнд:

- Жигд чиглэсэн блокуудын тороор тооцоолохдоо бүх элементар нэгж блокуудаар кригингийн дисперсийн утгуудынх нь хамт тооцооллын хэмжигдэхүүнүүдийн хүснэгтүүд зохионо.
- Өөрийн гэсэн геометрийн дүрс бүхий геологийн томоохон хэсэгшлүүдээр тооцоог хийхдээ блок бүрийг орон зайд холбож, нөлөөллийн бүсэд орсон сорьцуудын жагсаалтыг хийсэн байна.

Тоон мэдээллийн бүх өгөгдлүүдийг (сорьцлолтын мэдээлэл, сорьцууд болон хүдрийн огтлолуудын солбицлууд, вариограммуудын тоон шинжилгээнүүд гэх мэт) тооцоолол хийхэд ашигласан программ хангамжууд ашигласан үр дүнгийн хамтаар танилцуулах шаардлагатай. Вариограммуудын чиглэл тус бүрээр хийгдсэн моделиуд, чиглэлүүд түүний туршилтын вариограммууд болоод бусад дүн

шинжилгээ хийхэд шаардагдсан хэмжигдэхүүнүүдийг зурган болоод бичиглэл байдлаар тодорхой харуулж тайланд хавсаргасан байна.

Нөөцийн тооцооллын геостатистик арга нь нөөцийн хэсэгшлүүд, хүдрийн биетүүд, нийт ордын хэмжээнд хэт өндөр агуулгатай сорьцуудын нөлөөллийг бууруулах тусгай аргууд хэрэглэлгүйгээр дундаж агуулгын хамгийн оновчтой тооцооллыг хийх боломжийг олгож, маш нийлмэл дотоод тогтоцтой хүдрийн биетүүдийн хил заагийг тогтооход гарах нөхцөлт алдааг бууруулах, ордын олборлолтын технологийг зөв сонгоход дэмжлэг үзүүлдэг. Нөөцийн тооцоолол хийсэн геостатистик арга нь түүнийг дахин шалгах боломжтойгоор тайлбарлагдсан, үндсэн үзүүлэлтүүдийг тодорхой тусгасан байх, ордын геологийн тогтцын онцлогт захирагдсан байна.

Геостатистик загварчлалын ба тооцооллын үр дүнгүүдийг төлөөлөх чадвартай хэсэгшлүүдэд уламжлалт аргаар хийсэн нөөцийн тооцооллын үр дүнтэй харьцуулсан дүн шинжилгээ хийсэн байвал зохино.

6.16. Нөөцийн тооцооллыг геостатистик аргаар хийхдээ анхдагч өгөгдлүүдийг (хайгуулын малталтуудын солбицлууд, литологи, стратиграфийн хил заагууд, инклинометрийн өгөгдлүүд, геологийн мэдээллүүд, сорьцлолт, түүний үр дүн гэх мэт) шалгах, засвар хийх боломжийг хангасан, завсрын тооцооллууд ба үр дүнгүүдэд (жишгийн дагуу ялгасан хүдрийн огтлолуудын жагсаалт, үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой хүдэржилтийн хил хүрээ бүхий геологийн зүсэлтүүд ба планууд, хэвтээ ба босоо хавтгай дахь хүдрийн биетүүдийн проекцууд/тусгалууд, хэсэгшлүүд, мөргөцгүүд болон зүсэлтүүдийн тооцооны хэмжигдэхүүнүүдийн жагсаалт) болоод нөөцийн тооцооны нэгдсэн үр дүнд дахин шалгалт хийх боломжийг хангасан байна. Үйлдсэн бичиг баримтууд болон нөөцийн тооцоололтой холбоотой зохиосон графикууд нь энэ төрлийн бичиг баримтын бүтэц, бүрэлдэхүүн, хэлбэр гэх мэтэд тавих шаардлагыг хангасан байна.

6.17. Хэрвээ хүдэрт дагалдах ашигт малтмалууд болон ашигт бүрдвэрүүд илэрч, тодорхойлогдож байгаа бол тэдгээрийн нөөцийн тооцооллыг баримталж ирсэн журмын дагуу боловсруулна. ОХУ-ын боловсруулсан “Ордуудыг иж бүрэн судлах, дагалдагч ашигт малтмал, ашигт бүрдвэрүүдийн нөөцийг тооцоолох зөвлөмж”-ийг манай улсад энэ төрлийн зөвлөмж гартал ашиглахыг зөвлөж байна.

6.18. Никель болон кобальтын ордод үндсэн ба дагалдах ашигт бүрдвэрүүд нь орон зайн хувьд сайн хамааралтай, баяжигдах шинж чанар ойролцоо байвал тухайн харгалзах интервалд тэдгээр дагалдах бүрдвэрүүдийн агуулгыг үндсэн бүрдвэр рүү дүйцүүлэн тооцоолж болно.

Долоо. Ордын судлагдсан байдал

7.1. Уул уурхайн сайдын 2015 оны 9 дүгээр сарын 11-ний өдрийн 203 дугаар тушаалаар батлагдсан “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”-ын хавсралтын дагуу орд (түүний хэсгүүд)-ыг судалгаа хийгдсэн түвшнээр үнэлгээ хийгдсэн, хайгуул хийгдсэн орд гэж ангилан эрэл ба хайгуулаар тооцоолох нөөц ба баялагт тавих шаардлагыг заасан. Үнэлгээ хийгдсэн ордуудын судалгааны түвшнийг объектууд дээр хийгдсэн хайгуулын ажлыг үргэлжлүүлэх шаардлага байгаа эсэх, хайгуул хийгдсэн ордуудын судалгааны түвшнийг ордуудын олборлолтод бэлтгэгдсэн байдлаар нь үнэлнэ.

7.2. Үнэлгээ хийгдэж буй никель, кобальтын хүдрийн ордуудад эрэл-үнэлгээний ажлын үр дүнд ордын үйлдвэрлэлийн үнэ цэнийг тодорхойлж, ордын ерөнхий цар хүрээг тогтоож, хайгуулын ажлыг цаашид явуулах шаардлага байгаа эсэх, олборлолтын ажлууд явуулах үндэслэл, хэтийн төлөвтэй хэсгүүдийг ялгасан байна.

Эрэл-үнэлгээ хийгдсэн никель, кобальтын ордуудад тэдгээрийн үйлдвэрлэлийн ач холбогдол, үнэ цэнэ, ерөнхий цар хүрээг тогтоож, цаашлаад олборлох зорилгоор хайгуул хийх шаардлагатай хамгийн хэтийн төлөвтэй хэсгүүдийг нь ялгаж өгсөн байх хэрэгтэй.

Шинээр нээгдсэн бүх орд, түүний хэсгүүдэд хийсэн үнэлгээний ажлын үр дүнгийн тайланг үндэслэж боловсруулсан хайгуулын түр жишигт үндэслэн боловсруулсан нөөцийн тооцоололд хэрэглэх жишгийн үзүүлэлтүүдийг урьдчилсан геологи-эдийн засгийн үнэлгээ хийх хангалттай хэмжээнд тогтоосон байна.

Үнэлгээ хийгдсэн ордуудын илрүүлсэн баялгийг (P_1), зарим хэсгийн геологийн нөөцийг боломжтой (C) зэрэглэлд хамааруулна.

Ордын олборлолтын арга, системүүд, олборлолтын боломжит цар хүрээний талаарх төсөөллийг газрын хэвлийг ашиглаж байгаа ижил төстэй төслүүдэд тулгуурлан байдлаар өргөн хүрээнд авч үзнэ. Түүхий эдийг иж бүрнээр ашиглахуйц баяжуулах технологийн бүдүүвч, бүтээгдэхүүний боломжит гарц болоод чанарыг лабораторийн технологийн туршилтын үндсэн дээр тодорхойлно. Уулын үйлдвэрийг байгуулах үндсэн хөрөнгө оруулалтын зардлууд, бүтээгдэхүүний өөрийн өртөг болон эдийн засгийн бусад үзүүлэлтүүдийг ижил төсөөтэй төслүүдийн үзүүлэлттэй адилтган харьцуулсны (ижил төстэй байдлаар) үндсэн дээр томсгосон тооцоогоор хийнэ.

Хатуу ашигт малтмалын ордуудын үйлдвэрлэлийн ач холбогдлын үнэлгээг өгөхөд олборлох үйлдвэрүүдийн болон ахуй-ундны усан хангамжийн асуудлуудыг одоо ашиглаж байгаа, хайгуул хийгдсэн болон бусад боломжит эх үүсвэр дээр суурилан урьдчилсан байдлаар тодорхойлно.

Ордуудын ашиглалтаас хүрээлэн буй орчинд үзүүлж болох нөлөөллүүдийг авч үзэн үнэлнэ.

Үнэлгээ хийгдсэн ордуудын хүдрийн биетүүдийн хэлбэр дүрс, бодисын найрлага, хүдрийн баяжуулалтын технологийн бүдүүвчийг боловсруулах нарийвчилсан судалгааг хийх зорилгоор туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт, боловсруулалт (ТҮОБ) хийж болно. ТҮОБ-ыг ордын ихэнх хэсгийг төлөөлж чадах

шинж чанартай, ордод хамгийн түгээмэл хүдрийн биетүүдийг агуулсан хэсгүүд дээр 3 жилээс илүүгүй хугацаанд уул уурхайн хяналтын байгууллагын зөвшөөрөлтэйгөөр хайгуулын үе шатны ажлын төслийн хүрээнд явуулна. ТҮОБ-ын хэмжээ ба хугацааг экологи, технологи, цацрагийн асуудал хариуцсан мэргэжлийн хяналтын төрийн байгууллагуудаас шаардлагатай зөвшөөрлийг авсан байна. ТҮОБ-ыг хийх зайлшгүй шаардлага байгаа тодорхой тохиолдол бүрд түүний зорилго ба шийдвэрлэх асуудлыг тодорхойлон үндэслэсэн байна.

ТҮОБ-ыг хүдрийн биетүүдийн геологийн тогтцын онцлогууд (дотоод тогтоц ба хэлбэр дүрсийн өөрчлөлт), олборлолтын уул-геологийн ба уул-техникийн нөхцөлүүд, хүдрийг олборлох ба баяжуулах технологийг (хүдрийн байгалийн ба технологийн төрлүүд, тэдгээрийн хоорондын харьцаа, баяжигдах онцлогууд г.м) тодруулах зорилгоор явуулна. Эдгээр асуудлуудыг хүдрийн биетүүдийг нэлээд гүн бөгөөд урттайгаар нээсэн малталтууд хийсэн үед л шийдвэрлэж болдог. ТҮОБ-ыг ашигт малтмалын олборлолтод шинэ аргуудыг нэвтрүүлэх үед, тухайлбал их ба бага гүний сийрэгжсэн хүдрийг цооногоор гаргаж авах, хүдрийн уламжлалт бус шинэ төрлүүдийг олборлох үед явуулна. Түүнээс гадна том, маш том ордуудыг олборлох үед том үйлдвэр барихын өмнө жижиг хэмжээний баяжуулах үйлдвэрт боловсруулсан технологийн бүдүүвчийг туршин үзэж сайжруулахын тулд ТҮОБ-ыг хийнэ.

7.3. Хайгуул хийсэн ордуудыг үйлдвэрлэлийн эргэлтэд оруулах нөхцөлүүд ба дэс дарааллын асуудлуудыг шийдвэрлэхэд техник-эдийн засгийн үндэслэл (ТЭЗҮ) боловсруулахад хэрэгцээтэй, хангалттай мэдээллийг авахын тулд, мөн уулын олборлох үйлдвэрийг барьж байгуулах ажлын төсөл боловсруулах, тийм үйлдвэрүүдэд шинэчлэл хийхэд зориулан ордын нөөцүүдийн чанар ба хэмжээ, хүдрийн технологийн шинж чанарууд, олборлолтын гидрогеологийн, уул-техник ба экологийн нөхцөлүүдийг цооногуудаар болон уулын малталтуудаар судалсан байна. Хайгуул хийгдсэн ордууд нь судалгааны түвшнээрээ дараах шаардлагуудыг хангасан байна. Үүнд:

- Ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдлын бүлэгт тохирох зэрэглэлд нөөцийн ихэнх хэсгийг хамааруулах боломжийг хангасан байх;
- Ашигт малтмалын үйлдвэрлэлийн төрлүүд ба сортуудын технологийн шинж чанаруудыг үйлдвэрлэлийн ач холбогдол өгч байгаа бүх ашигт бүрдвэрүүдийг цогцолбороор гаргаж авах баяжуулалтын оновчтой технологийн төсөл боловсруулах, үйлдвэрлэлийн хаягдлыг ашиглах чиглэлийг тодорхойлох, тэдгээрийг хамгийн оновчтой хадгалах хувилбарыг хангах түвшинд нарийвчлан судалсан байх;
- Хамт оршиж байгаа ашигт малтмал, ашигт бүрдвэрүүд агуулсан бүрдлүүд тухайлбал, хучаас хурдас, газрын доорх усыг оролцуулаад тэдгээрийн нөөцийг тооцоолох, тэдгээрийг жишгийн үндсэн дээр геологийн нөөц, эсвэл баялагт хамааруулах, тэдгээрийн тоо хэмжээ болон ашиглах боломжит чиглэлийг тодорхойлж болох хэмжээнд хангалттай судалж, үнэлсэн байх;

- Гидрогеологи, инженер-геологи, геокриологи, уул-геологийн болон байгалийн бусад нөхцөлүүдийг уулын ажлын аюулгүй байдал, байгаль орчны талаарх хууль тогтоомжуудын шаардлагуудын дагуу тооцон үзэж ордын олборлолтын төсөл боловсруулахад хангалттай хэмжээний нарийвчлалтайгаар судалсан байх;
- Геологийн тогтоц, хүдрийн биетүүдийн байрлалын нөхцөлүүд, хэлбэр дүрсүүд, нөөцүүдийн тоо хэмжээ ба чанарын тухай мэдээллүүдийн үнэмшлийг ордыг бүрэн төлөөлж чадах тогтоцтой хэсгүүд дээр нарийвчилсан ажил хийж баталгаажуулсан байх ба ийм хэсгийн хэмжээ ба байрлалыг тодорхой тохиолдол бүрийг ордын геологийн онцлогуудаас хамаарч тодорхойлсон байх;
- Ордыг олборлоход хүрээлэн буй орчинд үзүүлж болох нөлөөллийг авч үзэх, таамаглаж байгаа экологийн сөрөг үр дагавруудын түвшнийг бууруулах, зайлуулах талаар зохих нормативын баримт бичгүүдтэй нийцсэн зөвлөмжүүдийг гаргах;
- Нөөцийн тооцоололд хэрэглэх жишгийн үзүүлэлтүүдийг үнэмшлийн шаардлага хангах түвшинд, ордын үйлдвэрлэлийн ач холбогдол ба цар хүрээг тодорхойлж болох боломжтой техник-эдийн засгийн тооцооны үндсэн дээр тогтоосон байх;

Хайгуул хийсэн ордын төрөл бүрийн зэрэглэлийн нөөцийн зохистой харьцааг газрын хэвлийг ашиглагч болон ЭБМЗ-ийн шинжээчид, бизнесийн эрсдэлийн түвшин зэргийг харгалзан тогтооно. Ордыг ашиглах төсөл боловсруулахад боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцийг бүрэн, эсвэл түүний хэсгийг олборлох боломжийг тодорхой тохиолдол бүрд ЭБМЗ-ийн шинжээч тодорхойлж, зөвлөмж хэлбэрээр шийдвэр гаргана. Энэ тохиолдолд шийдвэрлэх хүчин зүйлүүд нь хүдрийн биетүүдийн геологийн тогтцын онцлогууд, тэдгээрийн зузаан ба тэдгээр дэх хүдэржилтийн тархалтын шинж чанар, хайгуулын боломжит алдаануудын (аргуудын, техник, багаж төхөөрөмжүүдийн, сорьцлолтын, лабораторийн шинжилгээний г.м) үнэлгээ, ижил төсөөтэй ордуудын хайгуул ба олборлолтын туршлагыг харгалзан үзэх явдал юм.

Хайгуул хийгдсэн ордуудыг энэхүү зөвлөмжийг хэрэгжүүлсэн ба нөөцийг нь тогтсон журмын дагуу бүртгүүлсний дараа үйлдвэрлэлийн зориулалтаар олборлоход бэлтгэгдсэн гэж үзнэ.

Найм. Ордын нөөцийг дахин тооцоолж, бүртгэлжүүлэх

Нөөцийн дахин тооцоолол ба дахин бүртгэлжүүлэлтийг тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч, төрийн захиргаа ба мэргэжлийн хяналтын байгууллагуудын гаргасан санаачилгаар нэмэлт хайгуулын ба ашиглалтын үр дүнд ордын нөөцийн чанар ба хэмжээний талаарх ерөнхий байдал, түүний геологи-эдийн засгийн үнэлгээнд мэдэгдэхүйц хэмжээний өөрчлөлт илэрсэн тохиолдолд тогтоосон журмаар гүйцэтгэнэ. Тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчийн санаачилгаар үйлдвэрийн эдийн засгийн байдал эрс муудсан тохиолдолд нөөцийг дахин тооцоолж, баталгаажуулах ажлыг дараах тохиолдлуудад хийнэ. Үүнд:

- Өмнө нь бүртгэсэн нөөцийн хэмжээ, түүний тодорхой хэсгийн хэмжээ болон чанар нь мэдэгдэхүйц хэмжээгээр батлагдахгүй байгаа тохиолдолд;
- Үйлдвэрлэлийн өөрийн өртгийн түвшин тогтвортой нөхцөлд бүтээгдэхүүний үнэ бодитой, мэдэгдэхүйц хэмжээгээр (20%, түүнээс их) тогтвортой унаж байгаа тохиолдолд;
- Эрдэс түүхий эдийн чанарт тавих үйлдвэрлэлийн шаардлага өөрчлөгдсөн;
- Гүйцээх болон ашиглалтын хайгуул, олборлолтын үед батлагдаагүй нөөцийн нийт хэмжээ, хассан ба хасахад бэлтгэсэн нөөцүүдийн хэмжээ, мөн техник-эдийн засгийн шалтгаанаар олборлох боломжгүй болсон нөөцийн хэмжээ нь уулын үйлдвэрүүдийн балансаас ашигт малтмалын нөөцүүдийг хасах журмын дагуу тогтоогдсон норм, хэмжээнээс их гарсан (20%, түүнээс их) эсвэл буурсан тохиолдол,

Тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч ордод нэмэлт хайгуул хийж нөөц тооцоолон нөөцийг өсгөсөн, эсвэл нөөцийн зэрэглэлийг ахисан түвшинд тооцоолсноос өмнө бүртгүүлсэн нөөцөд өөрчлөлт орсон тохиолдол хамаарна.

- Газрын хэвлий дэх баялгийг өмчлөгчийн (улсын) эрх ашиг зөрчигдсөн, ялангуяа татвар ногдуулах нөөц үндэслэлгүйгээр багассан эсвэл ихэссэн дараах нөхцөлүүдэд төрийн захиргааны ба мэргэжлийн хяналтын байгууллагуудын санаачилгаар нөөцийг дахин тооцоолж, дахин бүртгэлжүүлэх ажлыг хийнэ. Үүнд:
 - Өмнө бүртгэгдсэн нөөцийн хэмжээ олборлолтын явцад 30% ба түүнээс их хэмжээгээр өссөн тохиолдолд;
 - Үйлдвэрийн бүтээгдэхүүний дэлхийн зах зээлийн үнэ мэдэгдэхүйц хэмжээгээр, тогтвортой өсөж байгаа (жишигт тусгасан үнээс 30% ба түүнээс их хэмжээгээр өссөн);
 - Үйлдвэрлэлийн хүчин чадлыг ихээхэн хэмжээгээр нэмэгдүүлэх шинэ технологи боловсруулж нэвтрүүлсэн тохиолдолд;
 - Хүдэр ба агуулагч чулуулаг дотор ордын үнэлгээ хийх, үйлдвэрлэлийн төсөл боловсруулах үед тооцож үзээгүй ашигт бүрдвэрүүд болон хорт хольцууд илэрсэн зэрэг тохиолдлууд хамаарна.
- Түр зуурын шалтгаанаас (геологийн, технологийн, гидрогеологийн ба уул-техникийн нөхцөлд нийлмэл хүндрэлтэй байдал үүссэн, бүтээгдэхүүний дэлхийн зах зээлийн үнийн түр зуурын уналт) үүдэлтэй үйлдвэрлэлийн эдийн засгийн асуудлыг ашиглалтын жишгийн механизмын тусламжтайгаар шийдвэрлэх бөгөөд нөөцийг дахин тооцоолж, бүртгэлжүүлэх шаардлагагүй.

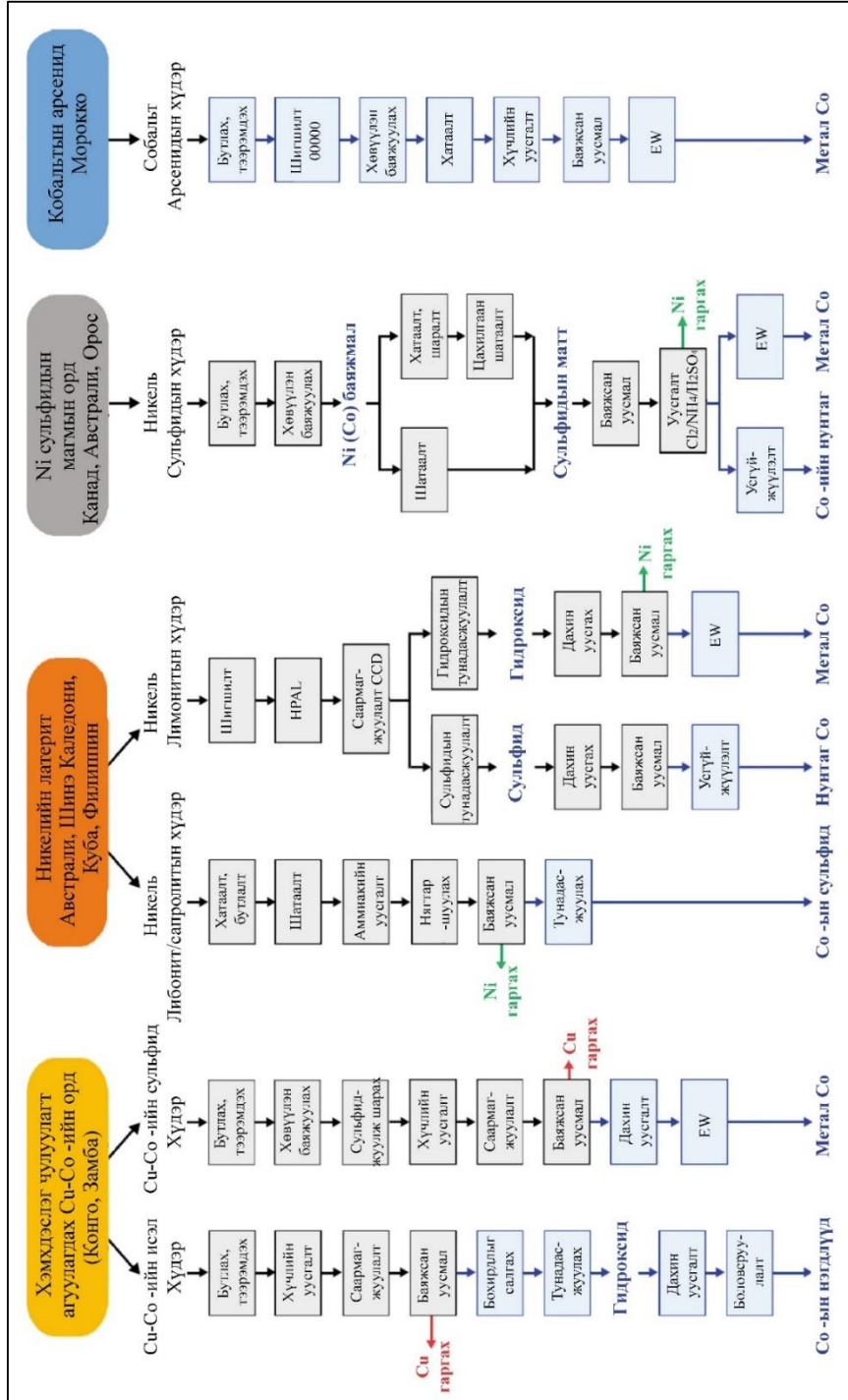
Ес. Ашигласан материал

1. Уул уурхайн сайдын тушаал, 2015 оны 9-р сарын 11-ний өдрийн 203 тоот тушаал, “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”.
2. Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2018 оны 02 дугаар сарын 05-ны өдрийн А/20 дугаар тушаалын хавсралт “Ашигт малтмал эрэх, хайх, ашиглах үйл ажиллагааны журам”.
3. “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангиллыг тухайн төрлийн ашигт малтмалд хэрэглэх аргачилсан зөвлөмж” ТӨСЛИЙН ДААЛГАВАР /“Уул уурхай, хүнд үйлдвэрлэлийн сайдын 2018 оны 08 дугаар сарын 13-ний өдрийн А/195 тушаалын хоёрдугаар хавсралт.
4. “Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых” Никелевые и кобальтовые руды, Москва, 2007, 40стр.
5. “Методические рекомендации по сопоставлению данных разведки и разработки месторождений твердых полезных ископаемых», утвержденными МПР России 2007.
6. “Сэдэвчилсэн болон дунд, том масштабын гидрогеологийн зураглал, ашигт малтмалын хайгуулын ажлын явцад ордын гидрогеологийн судалгаа хийх заавар, түүнд тавигдах шаардлага” Буянхишиг, Н., Жадамба, Н., Оюун, Д. 2019.
7. <http://webmineral.com/>
8. U.S. Geological Survey, Reston, Virginia: 2017. Critical Mineral Resources of the United States-Economic and Environmental Geology and Prospects for Future Supply
9. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2021
10. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2020
11. Brown, T, Idoine, N, Raycraft, R, Hobbs, S, Shaw, R, Everett, P, Kresse, C, Deady, E, & Bide, T. (2019). World Mineral Production 2013-17. British Geological Survey.
12. Donachie. J.M., Donachie, S.J. 2002. Super all alloys a technical guide.
13. Hazen R.M, Hystad G, Golden J.J, Hummer D.R, Cobalt mineral ecology [American Mineralogist](#), Vol 102, 108-116
14. [Petavratzi](#), E., Gunn, G., Kresse, C. 2019. Commodity review: Cobalt. British Geological Survey
15. Shedd, K.B., 2013a, Cobalt, in Metals and minerals: U.S. Geological Survey Minerals Yearbook 2011, v. I, p. 19.1–19.21. [<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cobalt/index.html#myb.>]
16. Shedd, K.B., Cobalt: U.S.G.S Mineral Commodity Summaries 2013, 46–47.

Арав. Хавсралт

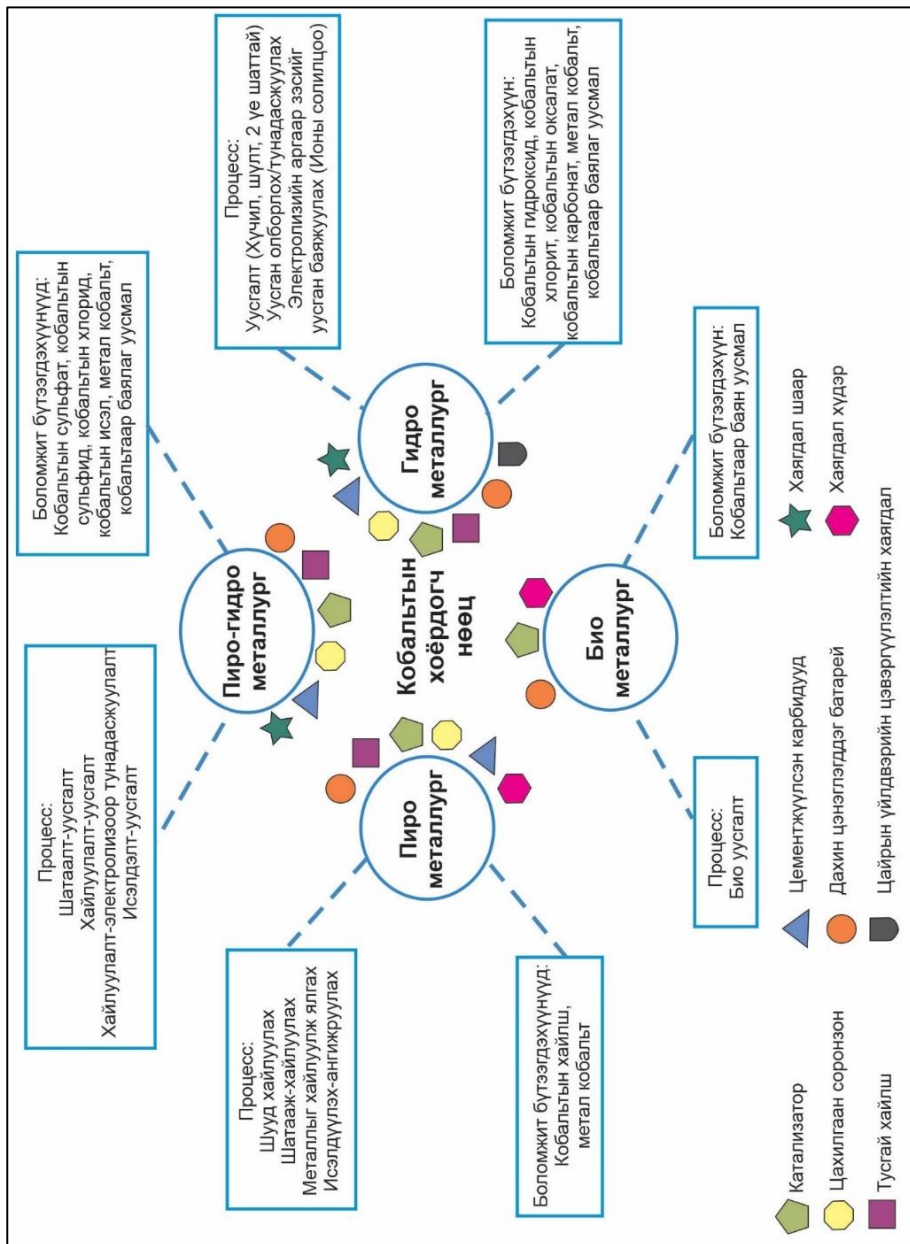
Хавсралт 1

Хүдрийн ордын төрлөөс хамаарч кобалтыг ялгах ерөнхий схем

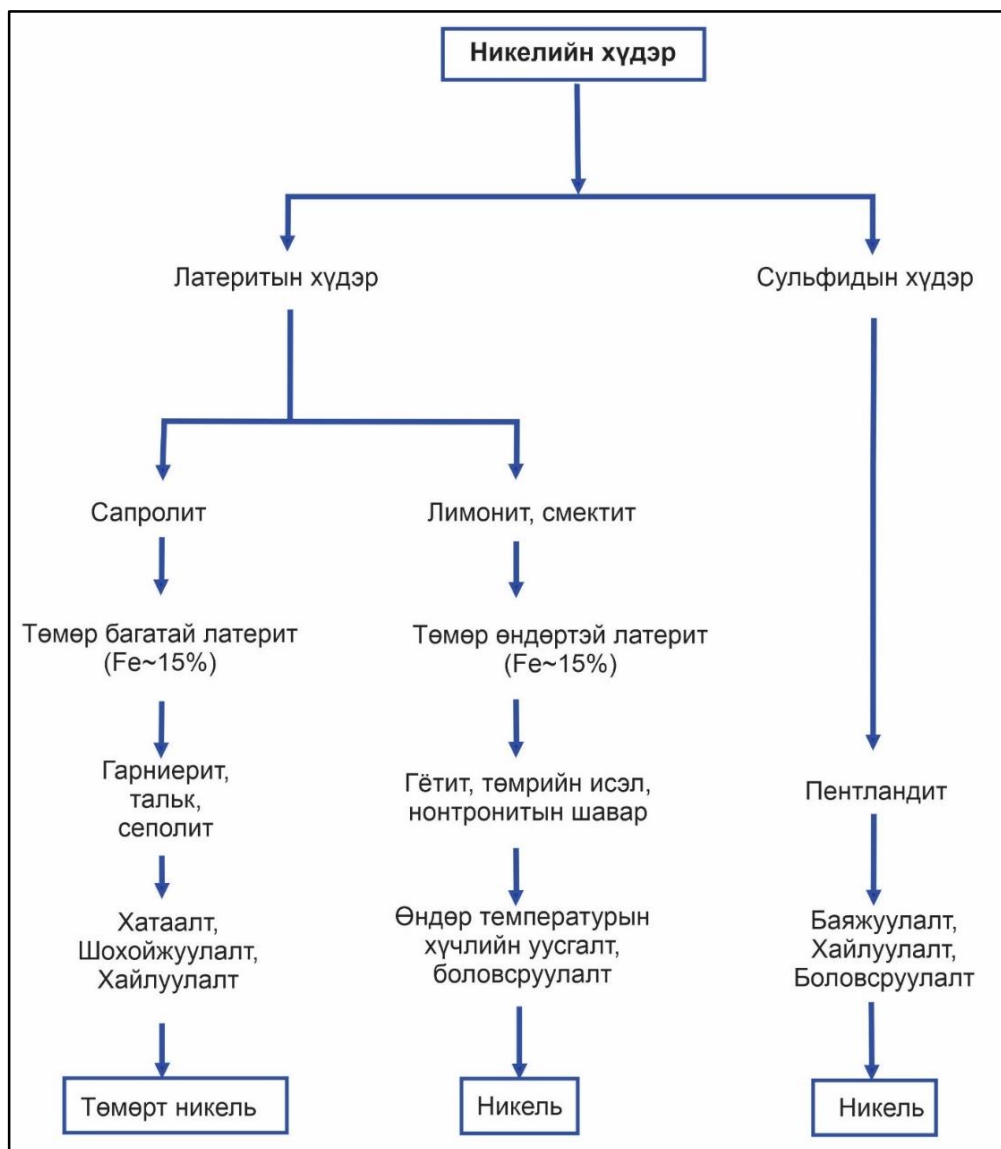


Хавсралт 2

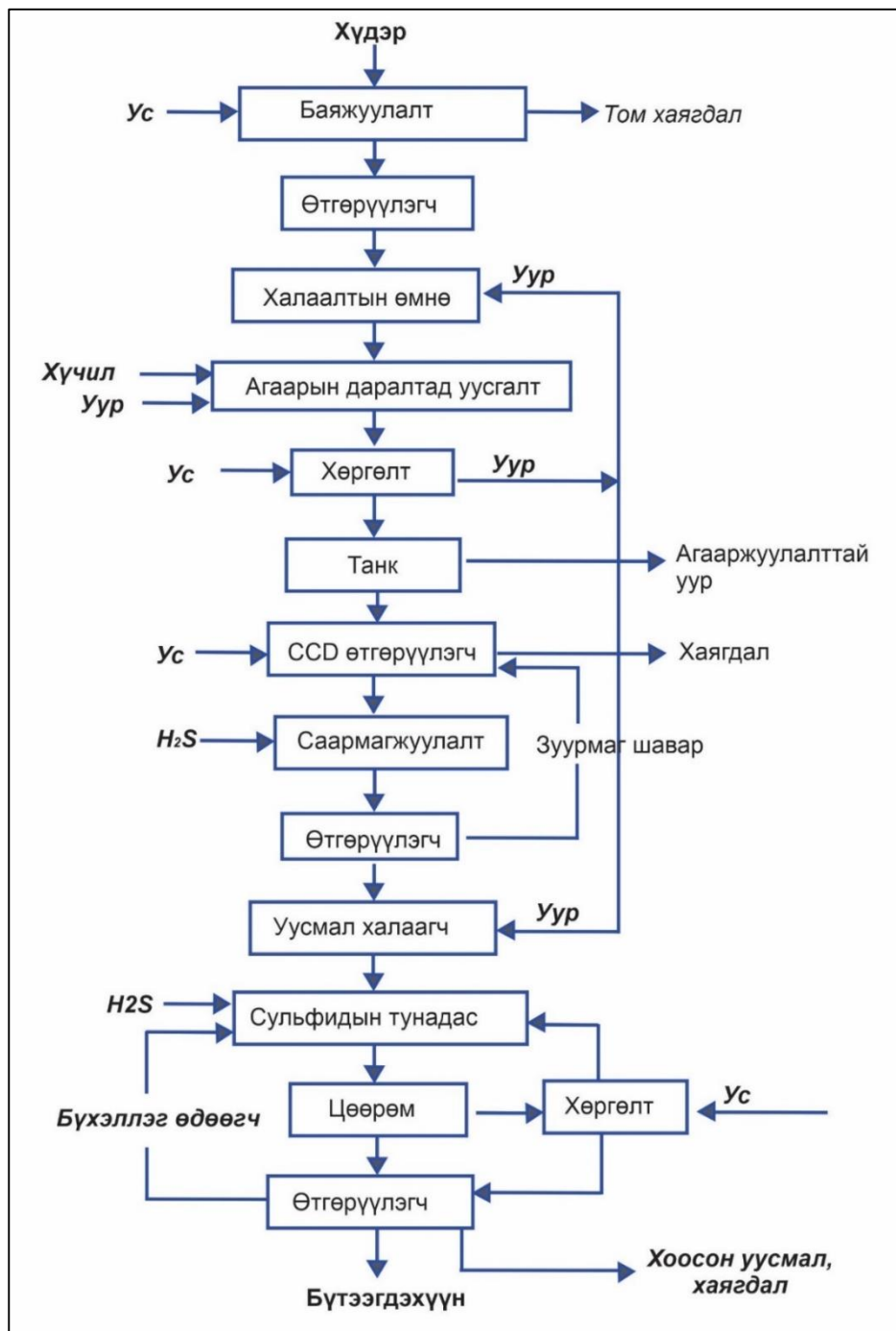
Кобальтыг хоёрдогч эх үүсвэр байдлаар дахин боловсруулах схем



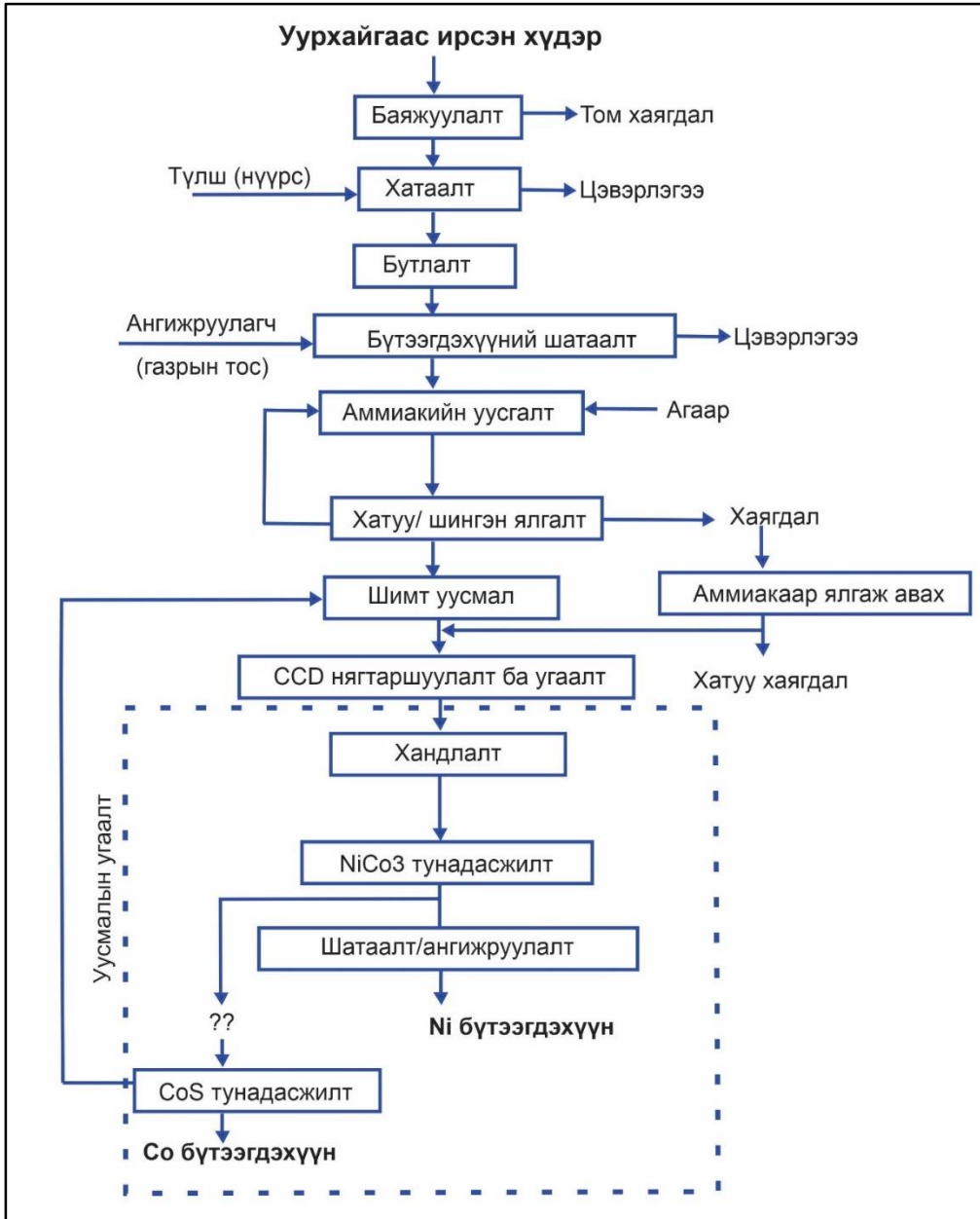
Никелийн хүдэр баяжуулах ерөнхий схем



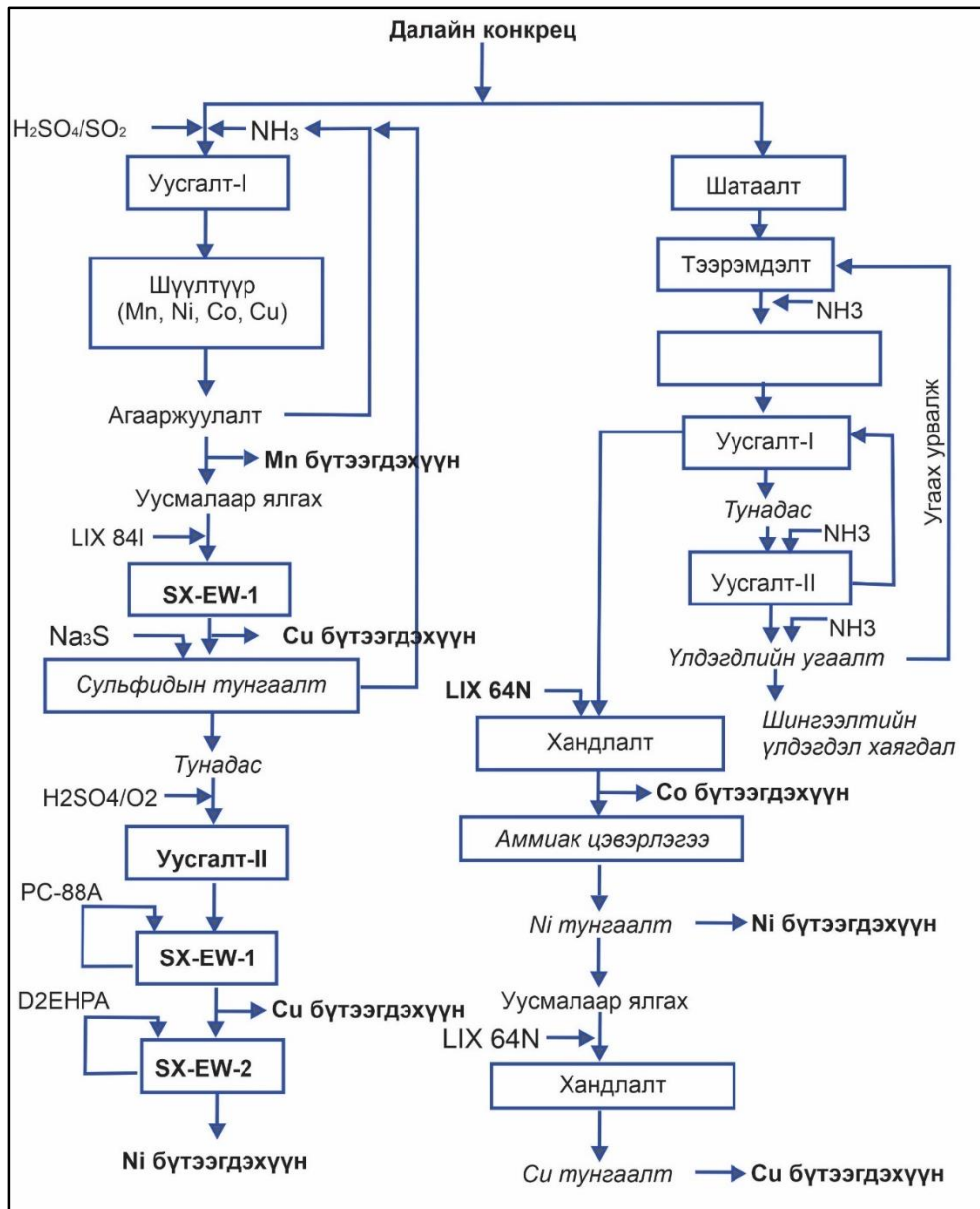
Латеритын никелийн хүдэр боловсруулах схем



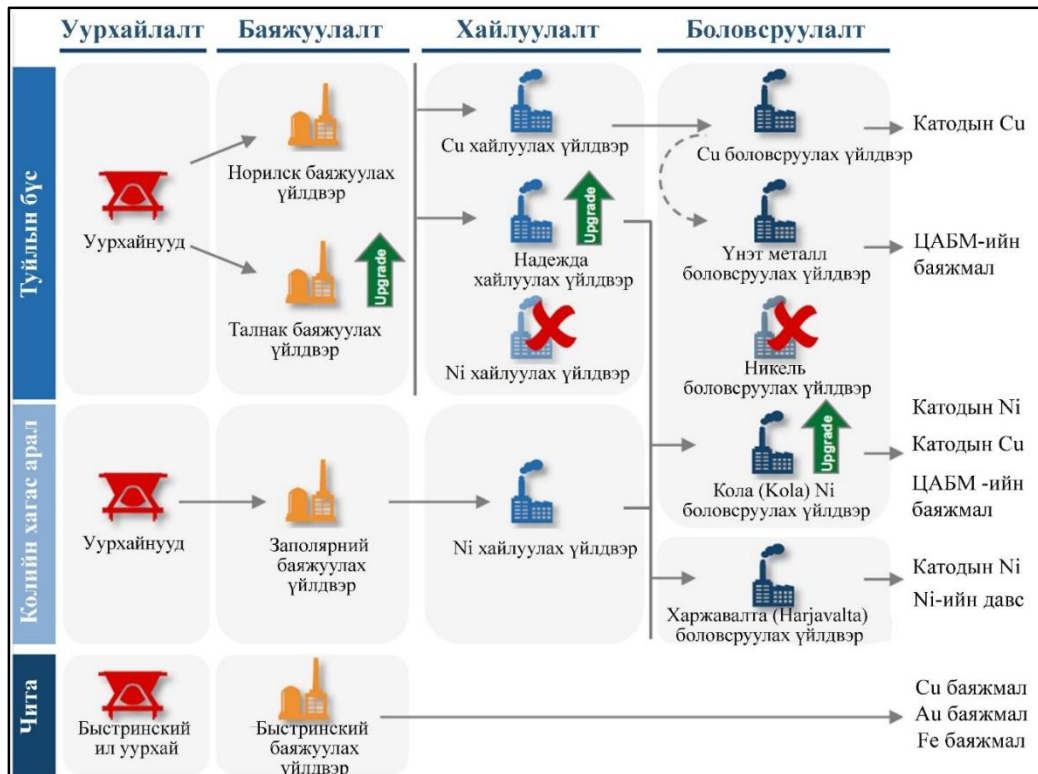
**Төмрийн агууламж өндөртэй лимониттой латеритын хүдэр баяжуулах
схем**



Далайн гаралтай нодуль хүдрээс никель ялган авах технологийн схем



Норильск ордын никелийн хүдэр боловсруулах схем



ХРОМ

ГАРЧИГ

1. Ерөнхий ойлголтууд	216
2. Хайгуулын зорилгоор ордыг геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар бүлэглэх нь	222
3. Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүний судалгаа	225
4. Хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа	237
5. Ордын гидрогеологи, инженер геологи (геотехник), геоэкологийн ба байгалийн бусад нөхцөлийн судалгаа	245
6. Ордын нөөцийн тооцоолол ба баялгийн үнэлгээ	250
7. Ордын судлагдсан байдал	253
8. Ордын нөөцийг дахин тооцоолж, баталгаажуулах	256
9. Ашигласан материал	257
10. Хавсралт	258

Нэг. Ерөнхий ойлголтууд

1.1. Хром (Cr) нь үелэх системийн VI бүлэгт багтдаг, атомын дугаар 24, атомын жин нь 51.996, хар металлын бүлгийн элемент бөгөөд 4 изотоптойгоос Cr⁵² (83.76%) нь хамгийн өргөн тархалттай.

Хром нь сидерофиль элемент бөгөөд дэлхийн царцдас дахь хромын дундаж агуулгыг А.П.Виноградов 0,0083%, Ф.Кларк, Г.Вашингтон нар 0,033% гэж тодорхойлсон байдаг.

Хром нь мөнгөлөг цагаан, хөхөмдөг өнгөтэй, ердийн орчинд агаар болон усанд исэлддэггүй, 7,19 г/см³ нягттай /агаарын хэм 20°C нөхцөлд/, 1890°C-ын хэмд хайлдаг, 2327°C-д буцалдаг, ховор тархацтай гялалзсан металл юм.

Хром нь байгаль дээр 2-оос 6 валенттай нэгдлүүд үүсгэх ба тэдгээрээс 3 валенттай нэгдэл нь исэлд тэсвэртэй, харин 6 валентат нэгдэл нь хүчтэй исэлдүүлэгч шинжтэй тохиолдоно.

Хром нь хэт суурилаг магмын чулуулагт 0,20%, суурилаг чулуулагт 0,02%, хүчиллэг чулуулагт 0,001% дундаж агуулгатай байх бол магни ихтэй оливинт чулуулагт Cr₂O₃-ийн агуулга 3.0-4.0 % хүрнэ.

Хромыг анх 1797 онд Францын химич Л.Воклен Уралын нуруунд олдсон “крокоит” гэдэг эрдсээс нээсэн ба 1854 онд Р.Бунзен цэвэр металл хромыг гарган авсан. Хром нь ердийн орчинд сулруулсан HCl ба H₂SO₄-тай хялбархан урвалд ордог, HNO₃, H₃PO₄ ба HClO₄ -д хамгаалалтын хальс үүсгэн уусдаггүй онцлогтой.

Хромыг 19-р зууны эхэн үеэс арьс идээлэх, будаг гаргаж авах, металлургийн зуухны ханыг доторлоход ашиглаж эхэлсэн бол 20-р зууны сүүлээс зэвэрдэггүй, хүчилд тэсвэртэй, өндөр температур даах сайн чанарын ган үйлдвэрлэхэд өргөн хэрэглэх болсон.

Хромын гол хэрэглэгч нь металлургийн салбар бөгөөд энд нийт олборлосон хүдрийн 50,0-иас илүү хувийг, галд тэсвэртэй материалын үйлдвэрлэлд 40,0 орчим хувийг, химийн үйлдвэрлэлд 10,0 орчим хувийг хэрэглэж байна.

Хром нь бүлэг элементүүдтэй нэгдэн тусгайлсан хайлшууд үүсгэх бөгөөд төмөрт нэгдлийг феррохром, нүүрс төрөгч ба кобальт, никельт нэгдлийг стеллит, хром никелийн давхар хайлшийг нихром гэнэ.

Ферро хромыг металлургийн үйлдвэрт зэвэрдэггүй, хүчилд тэсвэртэй (Cr-18.0%, Ni-8.0%, C-0.1%), галд тэсвэртэй сайн чанарын ган (Cr-25.0-30.0%) үйлдвэрлэхэд, галд тэсвэртэй материалын үйлдвэрлэлд, хромит ба хром магнетитын +2000°C-д хайлдаггүй, 1700°C хүртэл градуст эзлэхүүнээ өөрчилдөггүй онцгой шинжтэй хольц бэлтгэхэд ашигладаг бол химийн үйлдвэрлэлд хромитыг боловсруулж хромын хүчил, давснууд, органик нэгдлүүдийг гарган авч арьс шир идээлэх, нэхмэлийн болон будгийн үйлдвэрт хэрэглэдэг. Мөн хромын цацраг идэвхит изотопыг анагаах ухааны салбарт хэрэглэж байна.

Нихромыг (Cr-15.0-20.0%) цахилгаан зуухнуудын халаагч элементүүд, тууз, ороомогийн үйлдвэрлэлд хэрэглэдэг.

Хром нь машины үйлдвэрлэлд өргөн хэрэглэгддэг чухал металл бөгөөд уян хатан пүрш, хэв, үрлэн холхивчийн ганд нүүрстөрөгчийн хамт 1,5% орчим, бусад бүх төрлийн гангийн найрлаганд манган, никель, ванадитай хамт оролцоно.

1.2. Хром агуулсан 30 гаруй эрдэс байдаг боловч үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой нь зөвхөн хромшпинелийн бүлгийн эрдсүүд бөгөөд одоо үед металл хром болон хром агуулсан нэгдлүүдийг зөвхөн түүнээс ялган авч байна. Цэвэр хромит нь маш ховор тааралддаг ба хром нь хромшпинелүүдээс гадна фуксит, хромт хлорит, хромвезувиан, хромтурмалин, хромт гранат (уваровит) зэрэг эрдсүүдийн найрлаганд орсон байдаг.

Хромшпинелидын бүлэгт $(Mg,Fe)(Cr,Al,Fe)_2O_4$ хамаарах эрдсүүд нь байгаль дээр геологийн ижил орчинд үүсдэг, гадаад төрхөөрөө хоорондоо маш адил тул химийн найрлагаар нь дараах эрдсийн төрлүүдэд ангилна. Үүнд: Хромит $FeCr_2O_4$ (солирт тааралдах ба гол хүдрийн эрдэс), магнохромит $(Mg,Fe)Cr_2O_4$, хромпикотит $(Mg,Fe)(Cr,Al)_2O_4$, алюмохромит $(Mg,Fe)(Cr,Al)_2O_4$, субферрихромит $(Mg,Fe)(Cr,Al,Fe)_2O_4$, бага хэмжээгээр субферриалюмохромит $(Mg,Fe)(Cr,Al,Fe)_2O_4$ багтана.

Дээрх эрдсүүдэд: Cr_2O_3 2–67 %, Al_2O_3 2–65 %, Fe_2O_3 0–41 %, FeO 10–30 %, MgO 1–20% өргөн хүрээнд хэлбэлзэнэ.

Хромын хүдрийн гол эрдсүүд

Хүснэгт 1

Эрдсийн нэр	Химийн томъёо	Хромын ислийн агуулга, %
Хромшпинелидын бүлэг	$(Mg, Fe)(Cr, Al, Fe)_2O_4$	Cr_2O_3 -18-62
Стихтит	$Mg_6Cr_2[OH]_{16}[CO_3]4H_2O$	
Крокоит	$PbCrO_4$	CrO_3 -31.1
Феникохроит	$Pb_3[CrO_4]_2O$	
Вокеленит (лаксаманит)	$Pb_2Cu[CrO_4]_3$	
Уваровит	$Ca_3Cr_2[SiO_4]_3$	Cr_2O_3 -30.6
Кеммерерит	$(Mg, Fe)_5(Al, Cr)[AlSi_3O_{10}][OH]_8$	
Кочубеит	Хром агуулсан клинохлор	Cr_2O_3 -8.0 хүртэл
Волконскоит	$(Cr, Fe, Al)_4[Si_4O_{10}][OH]_8 2H_2O$	

1.3. Хромитын үйлдвэрийн ач холбогдолтой хүдрүүд ихэвчлэн цул, шигүү шигтгээ текстуртэй, хромын исэл ихтэй (32,0%-оос их) байна.

Хромын хүдэр дахь хромшпинелидын найрлагаас хамааран цул (>90%), баян (70-90%), дунд (50-70%), ядуу (30-50%) болон хэт ядуу хүдэр гэж ангилна.

1.4. Хромитын ордууд далайн хөгжлийн эхний шатанд далайн царцдасын хэт суурилаг чулуулагтай холбоотой, эх газрын нөхцөлд үеллэг хэт суурилаг чулуулгуудтай эвшилдэж үүснэ. Гүний нөхцөлд хэт суурилаг чулуулгийн талсжилтын сүүлийн шатанд нь хром ялгаран хуралдаж байрших ба агуулагч чулуулаг руу нэвтрэх замаар баялаг орд үүсгэнэ. Далайн хөгжлийн эхний шатанд дунит-гарцбургитын массивуудтай холбоотой үүссэн үүр хэлбэрийн хромитын ордууд ОХУ-ын Урал, Балканы хойг, Турк, Филиппиний арлуудад тогтоогдсон байдаг.

Тектоник магмын идэвхжилтэй холбоотой үеллэг гарцбургит-ортопироксенитын найрлагатай массивуудад, түүний талсжилтын эхний шатанд хромитын ордууд үүссэн байдаг.

Гидротермаль процесст хромын хүдэржилт үүсэх нь ховор ба харин хэт суурилаг чулуулгийн өгөршлийн дүнд хромитын шижирмэг шороон хуримтлал үүсэх боломжтой.

1.5. Нөөцийн хэмжээгээр нь хромын хүдрийн ордыг ЗХУ-ын (хуучин нэрээр) 1986 оны үеийн ангиллаар 100 сая тн-оос дээш бол том орд, хэдэн арван сая тн нөөцтэй бол дунд орд, 1,0 сая тн-хүртэлх нөөцтэй бол жижиг ордод хамааруулсан байдаг. Энэ ангиллыг Монгол орны нөхцөлд авч ашиглах боломжтой.

1.6. Дэлхийн хромитын тогтоогдсон нөөц 2012 оны байдлаар 2,9 тэрбум тн бөгөөд түүний 1,0 тэрбум гаруй тонн нь Өмнөд Африкт, 550 сая.тн нь Зимбабвед, 350 сая.тн нь Казахстанд байдаг ба жилд 5,4 сая.тн хүдэр олборлож байна. 2022 оны байдлаар ӨАБНУ, Казахстан, Энэтхэг, БНХАУ гэсэн 4 улс феррохром үйлдвэрлэлтээр дэлхийд тэргүүлж байна. БНХАУ-ын феррохром үйлдвэрлэлт 2002-2008 онд 28,0% өсч жилд 1,5 сая.тн-д хүрсэн. Хромитын хүдрийн гол хэрэглэгч нь АНУ, Баруун Европын орнууд бөгөөд 1990-ээд онд 1 тн 48,0%-ын хромын ислийн агуулгатай баяжмал АНУ-д 55 ам.доллар, Баруун Европт 60 ам.доллар байсан бол 2015 оны 9-р сарын байдлаар 1 кг хромын үнэ 209 ам.долларт хүрсэн байна.

1.7. Хромын ордууд нь үүссэн нөхцөлөөсөө хамааран олон янз байх боловч тэдгээрийн үйлдвэрлэлийн үнэ цэнийг хромын хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүн голчлон тодорхойлно. Хромын ордууд нь хэт суурилаг чулуулгийн талсжилтын эхний шатанд хрошпинел хэлбэрээр томоохон хуримтлал үүсгэдэггүй ба ховор тохиолдолд баялаг хуримтлал үүсгэнэ. Ихэнхдээ хэт суурилаг чулуулгуудын талсжилтын сүүлийн шатанд түүн дэх дэгдэмхий компонентуудын ялгаралтай холбоотойгоор магмын хайлшийн үлдэгдэлд хуримтлагддаг онцлогтой. Хэт суурилаг чулуулагт магнийн агуулга ихсэх нь хромын хүдэржилт үүсгэх таатай орчин бүрдүүлдэг ба гипергенезийн бүсэд хромшпинелүүд тогтвортой хадгалагдан үлдэж, шижирмэгийн ордуудыг үүсгэх эх үүсвэр нь болдог. Хромын үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой ордууд нь эндоген, экзоген болон техноген гарал үүсэлтэй байна. Эндоген гаралтай орд нь түрүү магмын, хожуу магмын гэсэн 2 дэд төрөлд хуваагдана. Үүнд:

1.7.1. Эндоген гарал үүсэлтэй хромын ордууд нь гипербазитын интрузивтэй холбоотой үүсэх бөгөөд перидотит-пироксенит-габброноритын үеллэг магматай болон дунит-гарцбургитын альпын төрлийн интрузивтэй холбоотой гэсэн 2 дэд төрөлд ангилагдана.

Түрүү магмын хромитын хүдэр нь үелэн ялгарсан хэт суурилаг массивтай холбоотой, түүний үүслийн эхэн шатанд үүсдэг. Хромитын хүдэр пироксенит, перидотит, дунитын найрлагатай массивуудын доод түвшинд мэшил, багана, судал хэлбэртэй байрлана. Хүдрийн давхаргууд нь хэдэн метрээс хэдэн зуун метр зузаантай тохиолдоно.

Давхарга хэлбэрийн хүдрийн биетүүд нь интрузийн бүх талбайд тархана. Хүдрийн биетүүдийн зузаан бага, тогтвортой, заримдаа уналын дагуу хэдэн арван

км үргэлжилдэг тул бага зузаантай боловч хүдрийн биетүүд нь нилээд нөөцтэй байх боломжтой байдаг. Хүдрүүд нь ихэвчлэн нягт цул ба шигүү шигтгээлэг текстуртэй, хромитжилт бага, төмөржилт илүүтэй хөгжсөн, ерөнхий үзүүлэлтүүдээрээ галд тэсвэртэй материал үйлдвэрлэх төрөлд хамаарах ба арай баян агуулгатай нь металлургийн хүдрийн шаардлагыг хангана.

Энэ хүдрийн төрөлд ӨАБНУ-ын Бушвельд, Зимбабвейн "Аварга дэл", Финляндын Кеми, АНУ-ын Стиллуотер, Энэтхэгийн ордуудыг гол төлөөллөөр дурьдаж болно. Эдгээрээс жишээлэхэд, Бушвельдын орд нь 75000 км² талбайд тархсан үеллэг суурилаг, хэт суурилаг чулуулгаас бүрдэх массивд байршина. Уг массив нь хромитоос гадна цагаан алт, никель, ванади болон магнетитийн хүдэржилт агуулна. Массивд доорх бүсүүд үүссэн байдаг. Үүнд: ул суурийн бүс буюу доод бүс (пироксенит, гарцбургит, норит), критик бүс (норит, дунит, пироксенит, хромитын үе, анортозит), гол бүс (габбро, анортозит, норит), дээд бүс (диорит, габбро, анортозит, магнетитын давхарга) зэрэг орно. Критик бүсийн ул хэсэгт 1.5-2.0 м зузаантай хромитын үеүүд массивын төв хэсгийг тойрч хүрээлсэн байрлалтайгаар ерөнхий үеллийн дагуу байршилтай илэрнэ.

Бушвельдын комплекст Линдебург ба Рюстенбург гэсэн 2 том хүдрийн бүс ялгагддаг. Хүдэрт Cr₂O₃ -40.0-50.0%, FeO-23.7-25.8%, SiO₂-1.4-2.1% агуулагддаг, хүдрийн нөөц нь 1 тэрбум тонн гэж тогтоогдсон.

1.7.2. Хожуу магмын хромитын хүдрийн ордууд захын хотгорууд дахь дунит-гарцбургитын найрлагатай хэт суурилаг чулуулгийн массивуудын ялгарлын төгсгөлийн шатанд үүсдэг. Хүдрийн биетүүд нь дунитын дунд мэшил, багана, судал хэлбэртэйгээр байршина. Томоохон хүдрийн биетүүдийн зузаан 250.0 м, урт нь 1550.0 м хүрнэ. Орд нь хэдэн арван зэрэгцээ байрлах багц биетүүдээс бүрдэнэ.

Хромшпинелүүд нь хром ба хөнгөн цагааны өндөр агуулгатай, өндөр магнилаг төрөлд хамаарна. Энэ төрлийн ордууд хромитын баян агуулгатай металлургийн хүдэр болон хөнгөн цагааны өндөр агуулгатай, галд тэсвэртэй хүдрийн гол эх үүсвэр болдог.

Энэ төрлийн ордуудын гол төлөөллөөр: Казахстаны Өмнөд-Кимперсайн бүлэг ордууд, Туркын Гулемены ордыг дурьдаж болно.

Кимперсайн бүлэг ордууд нь өмнөд Уралд ижил нэрт серпентинитжсэн хэт суурилаг чулуулгийн массивын өргөгдсөн блокуудад мэшил болон судал хэлбэртэй, суналын дагуу хэдэн зуун метр үргэлжлэх, 80.0 м хүртэлх зузаантай биетүүдээс тогтоно. Хүдрийн гол эрдэс нь хромшпинел, оливин, серпентин, ховроор магнохромит, алюмохромит, хромпикотит тааралдана. Хүдрийн агуулга: Cr₂O₃ -50.0-60.0%, FeO-12.0-14.0%, SiO₂-4-10%, CaO-0.3%-д хэлбэлзэнэ.

Монгол орны тухайд энэ төрлийн хромитын хүдэржилт түрүү палеозойн дунит-верлит-клинопироксент массивуудтай холбоотой тогтоогдох боломжтой бөгөөд судлаачдын (А.Э.Изох Г.В.Поляков 1990) тэмдэглэснээр Хан хөхийн нуруунд ялгагдсан Жаргалант, Онц уул, Даривын массивууд дахь MgO-11.0-37.0%, Fe₂O₃-4-11.0 % агуулгатай тогтоогддог нь хромитын хүдэржилтийн эрлийн нэг шинж гэж үзэх боломжтой.

1.7.3. Экзоген (шижирмэг) гарал үүсэлтэй хромитын ордууд нь (элювийн, делюви, аллювийн ба эрэг орчмын) эндоген хромитын ордуудын өгөршил, эвдрэлийн үр дүнд үүсдэг. Үйлдвэрлэлийн ач холбогдол нь хязгаарлагдмал. Энэ төрөлд Кимперсайн ордын өгөршлөөр үүссэн шижирмэгийн орд, Саранов, Аварга дэл ордуудын хүдрийн биетүүдийн өгөршлөөс үүссэн бул чулуурхаг шижирмэгийн ордуудыг жишээлж болно. Югослав болон Японд эрэг орчмын гаралтай шижирмэгийн ордууд байдаг. Энэ төрлийн ордуудад хромитын агуулга төдийлэн өндөр биш байдаг. Зимбавед Cr_2O_3 -35.0% хүртэлх агуулгатай ордыг ашиглаж, хромыг хөвүүлэн баяжуулах аргаар баяжуулж агуулгыг 53.0-55.0% хүргэн олборлож байна.

Манай орны хувьд Жонгийн голын хөндийд шижирмэгийн ордыг тогтоон үнэлгээ өгсөн байдаг ба энэ төрлийн ордууд гипербазит тархсан бүсүүдийн хэмжээнд (тухайлбал: Баянхонгорын Бөмбөгөр суманд дээд цэрдийн хурдаст хромитын шижирмэгийн илрэлүүд тэмдэглэгдсэн байдаг) шинээр тогтоогдох боломжтой.

1.7.4. Техноген гарал үүсэлтэй хромитын ордуудад Cr_2O_3 -30.0%-иас их агуулгатай хромитын хүдрийн олборлолтын явцад үүссэн, хром агуулсан хаягдал, үйлдвэрлэлийн бус агуулгатай хүдрийн тусгайлсан овоолго зэргийг хамааруулна.

Техноген гарал үүсэлтэй ордуудын судалгааг тусгайлсан судалгааны арга, аргачлалаар гүйцэтгэнэ.

1.8. Хромын хүдрийг гарал үүслээр нь голлох 2 үндсэн төрөл болгон хуваана. Харин бусад төрлүүд нь бага хэмжээгээр тохиолдоно (Хүснэгт-2).

Хромын хүдрийн үйлдвэрлэлийн үнэ цэнэ нь хромшпинелийн эрдсүүдийн химийн найрлага, түүн дэх хортой хольц болох CaO , S , P болон $\text{FeO}^+ = \text{FeO} + 0,9\text{Fe}_2\text{O}_3$ ба SiO_2 -(8-10.0%), $(\text{Cr}_2\text{O}_3:\text{FeO}^+) < 2.5$, $\text{Cr}_2\text{O}_3 > 32\%$ -ийн агуулгаар тодорхойлогдоно.

1.9. Хромтой хамт платины бүлгийн элементүүд ассоциац үүсгэн үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой хуримтлал үүсгэх нь цөөнгүй тохиолдоно.

Хүдэр агуулагч перидотит, дунит, серпентенитыг галд тэсвэртэй түүхий эдээр, перидотит, анортозитыг өнгөлгөөний чулуу хэлбэрээр дагалдагч ашигт малтмалаар ашиглах боломжтой.

Хромын хүдрийн эндоген ордуудын үйлдвэрлэлийн төрлүүд

Хүснэгт 2

Ордын үйлдвэрлэлийн төрөл	Ордын хүдрийн формац	Хүдрийн төрөл (Эрдэслэг бүрэлдэхүүн)	Хүдэр дэх Cr ₂ O ₃ -ийн агуулга, %	Хүдрийн төрөл	Жишээлсэн ордууд
Давхарга хэлбэрийн	Базит-ультрабазитын үеллэг магма дахь давхарга хэвтэш маягийн биетүүд	Хромиттой (баян хромын)	23–24	Металлургийн	Сопчеозерск
		Хромиттой (төмрөөр баялаг)	22–24	Хими, галд тэсвэртэй материалын үйлдвэрлэл	Аганозерск, Большая Варака, Сарановск
		Хромиттой (төмөр болон хөнгөн цагаанаар баян)	37	Галд тэсвэртэй материалын үйлдвэрлэл	Сарановск
Альпийн төрлийн	Хэт суурилаг чулуулаг дахь мэшил, судал маягийн	Хромиттой (хромоор баялаг)	28–37	Металлургийн	Рай-Из (Центральное, Западное, Юго-западное)
		Хромиттой (хөнгөн цагаантай)	24–31	Галд тэсвэртэй материалын үйлдвэрлэл	Хойлинск

1.10. Монгол орны хромитын орд, илрэлүүд нь орон зайн тархалтын хувьд ихэнхдээ Альпийн төрлийн гипербазитын, магнигаар баялаг чулуулаг болох дунит, оливиноор баяжсан гарцбургит зэрэг чулуулагтай голлон холбоотой байна.

2021 оны байдлаар Монгол улсын нутаг дэвсгэрт хром агуулсан гипербазитын 24 бүс ялгаснаас 19 нь түрүү палеозойн, 5 нь хожуу палеозой-мезозойн атираат структурт байршиж байна.

2017 оны байдлаар Монгол улсын хэмжээнд 20-55% хромын агуулгатай, 50 орчим үндсэн болон шижирмэгийн илрэлүүд тогтоогдсон байна (Хүснэгт-3).

Монгол орны хромитын зарим орд, илрэлүүдийн товч мэдээлэл

Хүснэгт 3

д/д	Илрэлийн нэр	Химийн томъёо	Агуулга, %	Баялаг ба нөөц, тн / металаар /	Илрэлийн тоо	Талбай *хүдрийн биетийн хэмжээ
1.	Нарангийн бүлэг илрэлүүд	Cr ₂ O ₃	41.88	P ₁ -300 P ₂ -951000 тн P ₃ -107700	21	Гүн 100,0 *0,8-1,3 x 1500 м
2.	Ногоон толгойн бүлэг илрэл	Cr ₂ O ₃ FeO-10.85%	20,98 10,85	С-680060 тн P-4707871тн	5	26,8 км ²
3.	Жонгийн голын шижирмэг илрэл	хромит	400-2000 мг/м ³	P1-6080	22	6,0 км ² , *0,5-0,7x20,0-30,0 м
4.	Сулинхээрийн бүлэг илрэл	Cr ₂ O ₃	37-45	Нөөц тооцсон мэдээлэл байхгүй.	15	2.5-7 x 8-28 км *3-25,0*20-100,0 м
5.	Хавцалын илрэл	Cr ₂ O ₃ Ni-0.2-0.3	0.24-31.5	Нөөц тооцсон мэдээлэл байхгүй	1	*50 x 0.5 -1.0 м
6.	Дүмбэрэл уулын илрэл	Cr ₂ O ₃ Pd-0.8г/тн Ni-0.11%	44.4-48.7	Нөөц тооцсон мэдээлэл байхгүй	-	*20.0 x 1,-2,0 м
7.	Уул хийдийн илрэл	Cr ₂ O ₃ Ni-0.01% Co-0,006% Pt-1г/тн	29.25	Нөөц тооцсон мэдээлэл байхгүй	-	0,5-20,0x40-2500 м *0,03-0,1 x 1-0,2 м

Хоёр. Хайгуулын зорилгоор ордыг геологийн тогтоцын нийлмэл байдлаар бүлэглэх нь

2. Хромын хүдрийн ордыг Монгол Улсын Уул уурхайн сайдын 2015 оны 9-р сарын 11-ний өдрийн 203 дугаар тушаалаар баталсан "Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар"-ыг баримтлан хромын хүдрийн ордуудыг хромшпинелын бүлгийн эрдсүүдийн тархалтын онцлог, хүдрийн биетүүдийн дотоод бүтэц, хэлбэр, хэмжээ ба зузааны өөрчлөлтөөр нь II, III ба IV бүлэгт хамааруулах боломжтой.

2.1. II бүлэг. Энгийн ба нийлмэл геологийн тогтоцтой, тогтвортой зузаантай, жигд тархалттай хүдэржилттэй, суналын дагууд 300 м-ээс дээш урттай, том, томоохон хэмжээний мэшил, судал маягийн болон давхарга хэлбэрийн биетүүд, хүдэржсэн бүсүүд бүхий ордуудыг хамааруулна. Хүдрийн биет нь хагарлаар

хэрчигдэж блоклог тогтоцтой болсон нөхцөлд хамгийн багадаа 50 м буюу түүнээс том хэмжээтэй блок үүсгэсэн байж болно. Энэ бүлэгт ОХУ-ын Аганозерское, Главное Сарановское, Сопчеозерское, Казахстаны Миллионное, Алмаз-Жемчужина, XL лет зэрэг ордуудыг хамааруулна.

Хайгуулын үед II бүлгийн ордод ихэнх нөөцийг бодитой (B) зэрэглэлээр тооцоолно.

2.2. III бүлэг. Хромын агуулга жигд бус, хүдрийн биетийн геологийн тогтоц болон зузааны өөрчлөлт ихтэй, суналын дагууд хэдэн арван метрээс 300 м хүртэл үргэлжлэх дунд болон багахан хэмжээний мэшил, судал маягийн, заримдаа үүр болон багана хэлбэрийн биет бүхий хүдрийн биетийг хамааруулна. Хүдрийн биетийн дотоод тогтоц, ашигт эрдсийн чанарын огцом өөрчлөлттэй, хүдрийн биет нь хожуу үеийн хагарлуудаар 50 м-ээс жижиг хэмжээтэй хэсэгшлүүдэд хуваагдан эвдрэл, бутралд орсон байж болно. Энэ бүлэгт ОХУ-ын Сопчеозерское, Рай-Изийн төв биет, Полярный Урал зэрэг ордууд, Монгол орны Наран, Ногоон толгой ордууд, Жонгийн голын илрэлийг хамааруулж болно. Ордын нөөцийг бодитой (B) болон боломжтой (C) зэрэглэлээр тооцоолно.

2.3. IV бүлэг. Ордын (хэсэг) геологийн тогтоц нь маш нийлмэл, хүдрийн эрдсийн бүрэлдэхүүний хувьд онцгой их өөрчлөлттэй, тасалдсан үүр маягийн тогтоцтой, дангаараа үйлдвэрлэлийн ач холбогдолгүй жижиг судал, мэшил, хэвтэш хэлбэрийн биетүүд (хүдэржсэн хэсгүүд)-ийг хамааруулна. Өнөөгийн судалгааны түвшинд эрлийн ач холбогдолтой.

2.4. Ордыг аль нэг бүлэгт хамааруулах асуудлыг тухайн ордын нөөцийн ихэнх хэсгийг агуулсан гол хүдрийн биетүүдийн геологийн тогтоцын нийлмэл байдлаар тогтооно.

2.5. Ордуудыг дээрх бүлгүүдэд хамааруулахдаа тодорхой тохиолдолд хүдэржилтийн үндсэн хэв шинжүүдийн тоон үзүүлэлтүүдийн өөрчлөлтийг ашиглаж болно.

2.6. Тухайн ордыг аль нэгэн бүлэгт хамааруулахдаа хүдэржилтийн үндсэн чанаруудын өөрчлөлтийн тоон үнэлгээ, тэдгээрт харгалзах ордын бүлгүүдийн талаар дараах үзүүлэлтүүдийг ашиглахыг санал болгож байна. Үүнд:

а. Хүдэржилтийн итгэлцүүр K_x – ийг тасалдсан хүдэржилттэй ордын нөөцийн нэгж хэсэгшлийг ялгахад хэрэглэнэ. Үүнийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

Энд: l_i – малталт ба цооногоор огтолсон хүдэртэй хэсгүүдийн шугаман хэмжээ,

L – малталт ба цооногоор тогтоосон нийт хүдэржсэн хэсгийн шугаман хэмжээ.

б. Ордын нийлмэл байдлын итгэлцүүр q -ийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

$$q = \frac{N_x}{N_x + N_{x2}}$$

Энд: N_x – хүдэржилт огтолсон малталт ба цооногийн тоо,

N_{x2} – хүдэржилт огтлоогүй малталт ба цооногийн тоо.

в. Хүдрийн биетийн зузааны өөрчлөлтийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

Энд: V_m – хүдрийн биетийн зузааны өөрчлөлтийн вариацийн итгэлцүүр,

σ_m – хүдрийн биетийн зузааны дисперс,

\bar{m} – хүдрийн биетийн дундаж зузаан.

г. Ашигт бүрдвэрийн агуулгын өөрчлөлтийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

Энд: V_a – ашигт бүрдвэрийн агуулгын өөрчлөлтийн вариацийн итгэлцүүр,

σ_a – ашигт бүрдвэрийн агуулгын дисперс,

\bar{a} – ашигт бүрдвэрийн дундаж агуулга.

Ордын геологийн тогтоцын нийлмэл байдлын статистик үнэлгээ ба бүлгийн хамаарлыг хүснэгт 4-т үзүүлэв.

Ордын геологийн тогтоцын нийлмэл байдлын статистик үнэлгээ ба бүлгийн хамаарал

Хүснэгт 4

Ордын бүлэг	Орд /хэсэг/-ын геологийн тогтоцын нийлмэл байдлын үзүүлэлтүүд			
	K_x	q	V_m	V_a
II бүлгийн орд	0.7–0.9	0.6–0.8	40–100	40–100
III бүлгийн орд	0.4–0.7	0.4–0.6	100–150	100–150
IV бүлгийн орд	< 0.4	< 0.4	> 150	> 150

Гурав. Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүний судалгаа

3.1. Хромын хүдрийн геологи-хайгуулын ажилд Монгол Улсын Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2018 оны 02 дугаар сарын 05-ны өдрийн А/20 дугаар тушаалаар батлагдсан “Ашигт малтмал эрэх, хайх, ашиглах үйл ажиллагааны журам”, мөн сайдын 2017 оны 12 дугаар сарын 12-ны өдрийн А/237 дугаар тушаалаар батлагдсан “Монгол улсын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд хийгдэх цахилгаан, соронзон, гравиметр, агаарын геофизикийн зураглалын ажлыг гүйцэтгэх, тайлагнах заавар” болон бусад холбогдох заавар, шаардлагуудыг тус тус баримтална.

3.2. Хайгуул хийгдэж буй ордод гадаргын хэрчигдэл, ландшафт-геоморфологийн нөхцөл, ордын хэмжээ, геологийн тогтоцын онцлог ба нийлмэл байдлын зэрэгтэй уялдсан 1:2000-1:10000-ны масштаб бүхий байр зүйн зургийг бэлтгэж хэрэглэнэ. Ордын хайгуулын талбайн агаарын ба сансрын 1:5000-1:10000 масштабтай зургийг ашиглан хүдэржилтийн хувирлын зургуудыг (шаварлаг, төмөрлөг, цахиурлаг гэх мэт) зохионо.

Ордын хайгуулын болон олборлолтын үеийн бүх малталтууд (суваг, траншей, шурф, штольн, далд уурхай), цооногууд, геофизикийн хэмжилтийн ба геохимийн сорьцлолтын шугамууд, цэгүүд, талбайн сорьц авсан цэгүүд, хүдрийн бүс болон биетүүдийн байгалийн гаршууд нь маркшейдерын хэмжилтээр холбогдож, байр зүйн зургийн суурин дээр буулгагдсан байна.

Хайгуулын ажлын байр зүйн дэвсгэр зургууд нь 1:200-1:500 масштабтайгаар, нэгтгэсэн дэвсгэр зургууд нь тухайн ордын хэмжээ, геологийн тогтоц, судалгааны нарийвчлалын зэргээс хамаарч 1:1000-1:2000 болон түүнээс том масштабтайгаар зохиогдсон байна.

Хайгуулын цооногуудын хүдрийн биетийг огтолж орсон цэг, хүдрийн биетээс гарсан цэгүүдийг маркшейдерын хэмжилтээр тодорхойлж, цооногийн баганын тахийлт, хазайлтыг тооцоолон, хайгуулын зүсэлт ба планууд дээр буулгасан байна.

3.3. Ордын геологийн тогтоцыг нарийвчлан судалж, түүний нийлмэл байдал, хүдрийн биетүүдийн хэлбэр хэмжээнээс хамааруулан геологийн зураг, түвшингийн (горизонтын) плануудыг 1:1000-1:10000-ны дэвсгэр зургууд, геологийн зүсэлтүүдийг 1:500-1:1000-ны масштабтайгаар зохион, хүдрийн биетүүдийн 3 хэмжээст загварчлалыг байгуулан судалсан байна.

Хайгуулын эхний шатанд хүдрийн биетүүдийн гадаргад гарсан гаршууд, хүдэржилттэй холбоо бүхий эрдэсжсэн болон хувирлын бүсүүдийг гадаргаас зураглан, суваг, траншей нэвтрэн судалсан байна. Гадаргын геологийн судалгааг мөн адил масштабын геофизикийн судалгааны аргууд (газрын соронзон зураглал, радиометр, цахилгаан хайгуул), литохимийн хоёрдогч болон анхдагч сарнилын хүрээний судалгаатай хамтатган хийнэ. Ордын хайгуулын аргачлалыг тодорхойлох зорилгоор цөөн тооны бага гүнтэй цооног, зарим нийлмэл тогтоцтой ордод уулын ил малталтын (рассечкатай шурф, пунктир суваг, гаршийн цэвэрлэгээ) системийг хэрэглэн гадаргуу орчмын гүний судалгааг хийж, хүдрийн биетийн байршлыг тодорхойлсон байна.

Ордын геологи болон геофизикийн судалгааны материалууд нь хүдрийн биетийн хэлбэр, хэмжээ, байрших нөхцөл, байршлын онцлог, дотоод бүтэц, тогтвортой байдал, агуулагч чулуулгийн өөрчлөлтийн онцлогууд, хүдрийн биетүүдийн атираат структур, тектоникийн хагарлууд ба агуулагч чулуулгуудтай харилцан шүтэлцэх төлөв байдал зэргүүдийг нөөц тооцоолоход шаардлагатай бөгөөд хангалттай хэмжээнд тогтоож, тэдгээрийн талаар бүрэн ойлголт өгсөн байна. Үүнээс гадна илрүүлсэн баялаг (P_1)-ийн үнэлгээ өгч болохуйц ордын хэсгийн хил хүрээ, хэтийн төлөвтэй талбай, эрлийн геологийн шалгуурууд зэргийг тодорхойлсон байна. Ордын байрших хүдрийн дүүргийн хүрээнд 1:25000-1:50000 масштабтай геологийн ба ашигт малтмалын зургуудыг холбогдох зүсэлтүүдийн хамт зохиосон байна.

Энэхүү материалуудад хүдэр хянагч структур ба хүдэр агуулагч чулуулгийн бүрдлүүд (комплекс), дүүргийн хромын ордууд ба илрэлүүд, баялгийн үнэлгээ хийсэн хэсгүүдийн байршлыг харуулсан байна. Дүүргийн хэмжээнд хийгдсэн геофизикийн судалгааны үр дүнг геологийн зураг ба зүсэлтүүдийг зохиохдоо ашиглах ба геофизикийн гажлуудын тайлалтыг хийж, геологийн судалгааны үр дүнтэй харьцуулж, нэгдмэл дэвсгэр зургууд дээр харуулсан байна.

3.4. Хромын ордын гүний хайгуулыг баганат өрөмдлөг, уулын далд малталтуудын хосолсон системээр, цооногийн болон малталтын геофизикийн судалгаатай хамтатган гүйцэтгэнэ.

Хромын хүдрийн биетүүдийн гаршууд ба эрдэсжсэн бүсүүдийг маршрутын судалгаа, геофизик, геохимийн аргуудыг хэрэглэн уулын ил (шаардлагатай тохиолдолд далд) малталтууд болон гүн биш цооногуудаар судалж, тэдгээрийн сорьцлолтоор хүдрийн биетүүдийн байрших нөхцөл, хэлбэр, хэмжээ, исэлдлийн бүсийн тогтоц, зузаан ба тархацын гүн, хүдрийн исэлдлийн зэрэглэл, анхдагч, холимог ба исэлдсэн хүдрийн эрдсийн найрлага, технологийн чанарыг нарийвчлан тогтоож, ордын нөөцийн тооцооллыг хүдрийн төрлүүдээр нь ангилан хийсэн байна.

3.5. Ордын хайгуулын аргачлал нь ордын геологийн тогтоцын нийлмэл байдлаас шалтгаалан өрөмдлөг, уулын ажил, геофизикийн судалгаануудыг хэрэглэх боломжууд дээр суурилан тогтоогдох ба үүнд мөн тухайн төрлийн ордын хайгуул, олборлолтын туршлагыг ашиглана.

Хромын хүдрийн ордын хайгуулыг голчлон гүний цооногуудын тусламжтайгаар явуулах бөгөөд ингэхдээ гадаргуугийн болон цооногийн геофизикийн судалгааны аргуудыг хавсран хэрэглэнэ. Хүдрийн биетүүд нь бага гүнд тархсан ордод хайгуулыг цооногуудаар, уулын малталттай хамтатган явуулна. Өрөмдлөгийн үр дүнгээр тодорхойлоход хүндрэлтэй, маш нийлмэл геологийн тогтоцтой ордууд дээр шаардлагатай тохиолдолд хүдрийн биетийн байршил, дотоод бүтэц, эрдэслэг бүрэлдэхүүн, хүдрийн төрөл, сортуудыг ялган тогтоох, өрөмдлөгийн ажил, геофизикийн хэмжилтүүд болон технологийн сорьцлолтын чанарыг хянах зорилгоор уулын далд малталтуудыг хүдрийн биетийн төлөөлөх хэсгүүдэд нэвтрэх хэрэгтэй. Хайгуулын ажлаар тухайн ордод гүйцэтгэсэн геофизикийн ажлын төрөл, хэмжээ, тэдгээрийн зорилго, өрөмдлөгийн ажилтай

хавсрах байдал, уулын малталтуудын оновчлол, хайгуулын торын нягтрал ба сорьцлолтын аргачлал ба аргууд нь ордыг геологийн тогтоцын нийлмэл байдлын зохицох бүлэглэлд хамааруулан, нөөцийн холбогдох зэрэглэлүүдээр ангилан тооцоолох боломжийг бүрдүүлсэн байх ёстой.

3.6. Баганат өрөмдлөгийн цооногуудаас бүрэн бүтэн байдал нь сайтар хадгалагдсан керн (чөмөг) гарган авах шаардлагатай бөгөөд энэ нь хүдрийн биетүүдийн болон агуулагч чулуулгийн байршил, зузаан, хүдрийн дотоод бүтэц, хүдрийн биет орчмын хувирлын шинж төлөв, хүдрийн байгалийн төрөл, тэдгээрийн текстур, структурыг нарийвчлан тодорхойлох, сорьцын төлөөлөх чадварыг бүрэн хангасан байна. Керний гарцыг шугаман аргаар тогтоохын зэрэгцээ эзэлхүүний болон жингийн аргаар тогтмол хянан тодорхойлж, керний алдагдал, сонгомол элэгдэл гарсан тохиолдол бүрт арилгах арга хэмжээ авсан байна.

Геологи-хайгуулын ажлын чөмгийн гарц нь өрөмдлөгийн рейс бүрээр 90%-иас доошгүй байх ёстой. Үйрмэг бутархай хүдэр бүхий хүдрийн огтлолын хэсэгт чөмгийн гарц муудаж байвал чөмөгтэй хамт шламын сорьцлолт хийх, геофизикийн аргаар (цооногийн каротаж) хүдэртэй хэсгийн байрлалыг нягтлан баталгаажуулах ажлыг хийнэ. Хүдрийн чанар ба хүдрийн интервалуудын зузаануудыг тодорхойлох зорилгоор авсан керний төлөөлөх чадвар нь тэдгээрийн сонгомол элэгдэл өгөх боломжийн судалгаагаар давхар батлагдсан байх ёстой. Сонгомол элэгдлийн зэрэглэлийг керний гарцын ангилал болон хүдрийн төрлүүдээр ангилан судална. Энэ зорилгоор хүдрийн физик-механикийн шинж чанар, малталтуудын сорьцлолтын судалгааны мэдээлэл, каротажийн ажлын үр дүн, ашиглалтын хайгуул ба олборлолтын ажлын материалууд болон янз бүрийн гарцтай керний мэдээллүүдийн статистик боловсруулалтын үр дүн зэргийг ашиглана. Нунтаг, бутархай хүдрээс бүрдсэн хүдрийн биетүүдийн хайгуулын үед керний гарцыг дээшлүүлэх үйл явцад эерэг нөлөө үзүүлдэг угаалгагүй өрөмдлөг, богиносгосон рейсийн өрөмдлөг, тусгайлсан угаалгын шингэн хэрэглэх гэх мэт өрөмдлөгийн тусгай технологийг хэрэглэх нь зүйтэй. Өрөмдлөгийн мэдээллийн чадварыг нэмэгдүүлж, нөөцийн тоон үнэлгээ өгөх зорилгоор ордын геологи-геофизикийн тухайн нөхцөлд тохирсон, геофизикийн судалгааны орчин үеийн цооногийн геофизикийн судалгааны оновчтой цогцолбор аргуудыг хэрэглэх шаардлагатай. Хүдрийн интервал ба тэдгээрийн параметруудийг ялгах зорилгоор орд дээр өрөмдсөн бүх цооногуудад каротажийн цогц судалгаа хийнэ. Хромын хүдрийн хувьд соронзон мэдрэмжийн каротаж, соронзон бус хүдэрт цөмийн геофизикийн аргуудыг, сулавтар соронзон хүдэрт цахилгаан соронзон ба цөмийн геофизикийн аргуудыг хэрэглэх хэрэгтэй. 200 м-ээс дээш гүнтэй босоо цооног болон бүх налуу цооногуудад 50 м-ийн ахиц тутамд цооногийн хазайлт, муруйлтыг тогтоох хяналтын хэмжилт хийж цооногуудын азимутын болон зенитийн өнцгүүдийг тодорхойлж цооногийн голчийн орон зайн байршлыг тодорхойлсон байна.

Эдгээр хэмжилтийн үр дүнг геологийн зүсэлтүүд, гүний түвшингийн дэвсгэр зургууд, зүсэлтүүдийг зохиох болон хүдрийн интервалуудын зузааныг тооцоолоход

ашиглана. Цооногийг уулын далд малталтаар огтолсон тохиолдолд огтлолцолын цэгийн байршлыг маркшейдерын холболтын хэмжилтээр шалгаж баталгаажуулна. План ба зүсэлт дээр хүдрийн биетийг огтлох өнцөг 30°-ээс дээш байхаар өрөмдлөгийн ажлыг төлөвлөнө. Эгц уналтай хүдрийн биетийг дээрх өнцгөөр огтлохын тулд цооногийн хиймэл хазайлтын аргыг хэрэглэх, хайгуулын үр дүнг дээшлүүлэхийн тулд олон мөргөцөгт цооногийн өрөмдлөг болон далд малталтуудтай тохиолдолд газрын доорх өрөмдлөгийг явуулах нь зүйтэй. Хүдрийн биетэд өрөмдлөгийг нэг хэмжээний голчоор өрөмдөнө.

3.7. Хайгуулын малталтуудын байршил ба тэдгээрийн хоорондын зайг хүдрийн биетийн структур-морфологийн төрөл бүрээр тодорхойлно. Ингэхдээ тэдгээрийн хэмжээ, геологийн тогтоцуудын онцлогууд болон хүдрийн биетүүдийн хүрээг тогтоож нийцүүлэхийн тулд гадаргуугийн болон цооногийн геофизикийн судалгааны аргуудыг хэрэглэнэ. Хайгуулын зориулалтаар далд малталтуудыг голдуу ордын нарийвчлан судалж байгаа хэсэгт, эсвэл тэргүүн ээлжинд олборлолт явуулах хэсэгт төвлөрүүлэн нэвтрэх нь зүйтэй.

Хромын хүдрийн орд дээр гадаргуугийн болон цооногийн соронзон хайгуулын аргууд, цахилгаан хайгуулын зүсэлт, цахилгаан каротажийн аргуудыг хэрэглэх нь үр дүнтэй.

ОХУ болон ХНО (Хамтын Нөхөрлөлийн Орнууд)-ад хромын ордын хайгуул, олборлолтын туршлага дээр суурилан тогтоож, хэрэглэж ирсэн хайгуулын торын нягтралын жишээг нөөцийн ангиллын заавартаа (Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых Хромовые руды Москва 2007) үзүүлсэн байдаг. 2015 онд батлагдсан Монгол орны "Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар"-т тусгагдсан нөөцийн зэрэглэлүүдэд тавигдах шаардлагууд, энэ төрлийн ордуудын хайгуулд хэрэглэж ирсэн торын нягтралыг харгалзан хромын ордын хайгуулд торын нягтралын дараах хувилбарыг санал болгож байна (Хүснэгт-5).

Хромын хүдрийн ордуудад хэрэглэж байгаа хайгуулын торын нягтралын нэгтгэсэн мэдээлэл

Хүснэгт 5.

Ордын бүлэг	Хүдрийн биетүүдийн структур-морфологийн төрөл	Ажлын төрөл	Нөөцийн зэрэглэлд харгалзах хайгуулын огтлолуудын хоорондын зай, м			
			В		С ₁	
			унал дагуу	сунал дагуу	унал дагуу	сунал дагуу
1	2	3	4	5	6	7
ЗХУ-ын үед буюу 1996 оноос өмнө						
II	Тогтвортой зузаантай том хэмжээний хэвтэш, мэшил хэлбэрийн					
	>1000 м-ээс дээш урттай	Цооног	60	80	60-80	80-120
	>300 м-ээс дээш урттай	Цооног	20-30	40-60	40-60	80-120

III	Хүдэржилтийн дараах хагарлуудаар жижиг хэсэгшилүүдэд хуваагдсан 10-300 м хүртэл урттай судал, мэшил маягийн, заримдаа үүр болон том биш багана маягийн биет				20-30	40-60
ОХУ-д одоо мөрдөгдөж буй						
1	2	3	4	5	6	7
II	Бага налуутай том /үндсэн/ хэмжээтэй хромитын үе, давхарга /Аганозерск орд /	Цооног	20-60	100-200	20-60	400
II-III	Налуу уналтай хүдрийн биет, хэвтэш / Сопчеозерск орд/	Цооног	12	25	25-50	50
III	10-500 м хүртэл урттай, босоо уналтай судал, мэшил маягийн биетүүд /Централное орд /	Цооног			20-25	20-50
		Суваг				10-20

Монгол Улсад мөрдөгдөх хромын хүдрийн ордуудад хэрэглэх хайгуулын торын нягтралын хувилбар

Хүснэгт 6

Ордын бүлэг	Хүдрийн биетүүдийн структур-морфологийн төрөл	Ажлын төрөл	Нөөцийн зэрэглэлд харгалзах хайгуулын огтлолуудын хоорондын зай, м			
			Бодитой (B)		Боломжтой (C)	
			унал дагуу	сунал дагуу	унал дагуу	сунал дагуу
II	нийлмэл геологийн тогтоцтой, тогтвортой зузаантай, суналын дагууд 300 м-ээс дээш урттай, том, томоохон хэмжээний мэшил, судал маягийн болон давхарга хэлбэрийн биетүүд, хүдэржсэн бүсүүд	цооног	20-60	100-200	20-60	200
III	нийлмэл геологийн тогтоцтой, суналын дагууд хэдэн арван метрээс 300м хүртэл үргэлжлэх дунд болон багахан хэмжээний мэшил, судал маягийн, заримдаа үүр болон багана хэлбэрийн биетүүд	цооног			20-25	50-100
IV	Ордын (хэсэг) геологийн тогтоц нь маш нийлмэл, хүдрийн эрдсийн бүрэлдэхүүний хувьд онцгой их өөрчлөлттэй, тасалдсан үүр маягийн тогтоцтой, дангаараа үйлдвэрлэлийн ач холбогдолгүй жижиг судал, мэшил, хэвтэш хэлбэрийн биетүүд /хүдэржсэн хэсгүүд	цооног			20-25	20-50
	Тайлбар: Илрүүлсэн баялаг (P ₁) зэрэглэлээр үнэлгээ өгч буй ордын хэсгийн хувьд ордын геологийн тогтоцын нийлмэл байдлын зэргээс хамааруулан боломжтой (C) зэрэглэлийн хайгуулын торын нягтралыг 2-4 дахин сийрэгжүүлж болно.					

Хайгуулын торын нягтралын дээрх хувилбарыг зөвхөн шинээр хайгуулын ажил төлөвлөж байгаа хромын ордод, адил төсөөтөй геологийн тогтоц бүхий ордын

хайгуултай харьцуулсан судалгаа хийсний үндсэн дээр сонгон хэрэглэж болно. Хайгуулын торын нягтралын оновчлолд харьцуулалтын аргаас гадна туршилт арга зүйн судалгааны арга, сийрэгжүүлэх арга, хайгуул ба олборлолтын үр дүнг харьцуулах арга, математик-статистикийн аргууд, геостатистикийн арга зэрэг олон аргыг хэрэглэж байгаагаас олон улсын хайгуулын практикт өгөгдөл хооронд зүй тогтолт хамаарал хадгалагдах хүрээний статистик буюу геостатистикийн аргыг өргөн хэрэглэж байна.

Хромын ордууд нь манай орны нөхцөлд геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар II бүлгээс дооших бүлэгт буюу нэлээд нийлмэл тогтоцтой ордуудад хамаарагддаг тул ренжийн хэмжээтэй тэнцүү буюу түүний 80 %-иас ихгүй зайд боломжтой (C) зэрэглэлийн, 40-50 %-иас ихгүй зайд бодитой (B) зэрэглэлийн нөөцийг хамааруулах хувилбар байж болох ба хайгуулын торын нягтралд оновчлол хийхэд хүдрийн биетийн орон зайд хамаарал судлах үзүүлэлтийн утга хангалттай олон байх, ордын хайгуулын явцад бүрдүүлсэн бүхий л материалыг бүрэн ашиглах шаардлагатай .

3.8. Хайгуулын ажлаар тооцоолсон нөөцийн үнэмшлийг дээшлүүлэх зорилгоор ордын тухайлсан хэсэгт (ялангуяа тэргүүн ээлжинд олборлох) хайгуулын ажлыг нарийвчлан хийж, нөөцийг ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдлын бүлэгт тохирсон хамгийн өндөр зэрэглэлээр тооцоолсон байна. Ордын нарийвчлан судлах хэсэг нь геологийн шинжүүдээрээ, ордын ерөнхий зүй тогтлыг төлөөлөх чадамжтай, ирээдүйн олборлолтыг эхлэн явуулах боломжтой, ордын нөөцийн хүрээлэл дунд багтсан хэсэг байна. Энэ хэсгүүдийг ордын бусад хэсгүүдийг бодвол харьцуулахад арай шигүү хайгуулын тороор судалж сорьцолсон байна. Ордын энэхүү нарийвчлан судлах хэсгийн байрлал болон хэмжээг ордын геологийн тогтоцын онцлог, ордыг олборлох ТЭЗҮ-ээр сонгосон жишиг үзүүлэлтүүдэд тулгуурлан хайгуул эрхлэгчид тогтооно. Нарийвчлан хайгуул хийж буй хэсгүүдийн нөөцийн тооцоололд геостатистикийн аргыг хэрэглэхэд хайгуулын тор нь өгөгдөл хооронд урвуу зайн, кригингийн болон бусад аргуудаар интерполяц хийх томъёог үндэслэлтэй сонгож болохуйц түвшинд нягтарсан байх шаардлагатай. Хэрэв тэргүүн ээлжинд олборлохоор төлөвлөсөн хэсгүүд нь геологийн тогтоцын онцлог, хүдрийн чанар болон уул-геологийн нөхцөлөөр ордыг бүхэлд нь төлөөлж чадахгүй тохиолдолд энэхүү шаардлагыг хангаж чадах өөр хэсгүүдийг нарийвчлан судлах шаардлагатай. Үүнээс гадна жишгийн шаардлага хангахгүй хүдэртэй болон хоосон чулуулагтай хэсгийн хэмжээг оновчлоход ирээдүйд ордыг олборлоход ангилан олборлолт хийж болох хэсгийн хамгийн бага хэмжээг харгалзан үзсэн байна.

Ордын нарийвчилсан судалгаа хийсэн хэсгээс бүрдүүлсэн бүх мэдээлэл нь ордын бусад хэсэгт цаашдын судалгааг оновчтой явуулах үндсэн үзүүлэлтүүд болно.

Хайгуул хийгдсэн II ба III бүлгийн ордын хүдрийн нөөцийг нарийвчлан судлагдсан хэсэгт Бодитой (B) хүртэл зэрэглэлээр, шаардлага хангах түвшинд бол Боломжтой (C) зэрэглэлээр тооцоолсон байна.

Харин IV бүлгийн ордуудын тухайд нөөцийг Боломжтой (C) зэрэглэлээр тооцож, илрүүлсэн баялаг (P₁) зэрэглэлээр үнэлсэн байна.

3.9. Хайгуулын бүх малталт, цооногууд, хүдрийн биетийн гадаргад гарсан гаршуудад геологийн бичиглэл хийгдсэн байна. Сорьцлолтын үр дүнг анхдагч баримтжуулалтад тусгаж өгөхөөс гадна тэдгээр нь геологийн бичлэгтэй таарч байх ёстой. Анхдагч баримтжуулалтын бүрэн бүтэн байдал, ордын геологийн онцлогуудад тохирч буй эсэх, структурын элементүүдийн орон зайн тодорхойлолт, зургуудын болон тэдгээрийн бичлэгийн зохиолт зэргүүд нь бодит байдалтай тохирч байгаа эсэхийг тогтмол хянаж байх ёстой. Мөн түүнчлэн геологийн ба геофизикийн сорьцлолтын чанар (сорьцуудын жин ба хөндлөн огтлолын тогтмолжилт, сорьц нь геологийн тогтоцын онцлогуудад зохицож байгаа эсэх, сорьц авалтын бүрэн бүтэн ба тасралтгүй байдал), минералоги-технологийн ба инженер-гидрогеологийн судалгааны төлөөлөх чадвар, эзлэхүүн жингийн тодорхойлолт, сорьц боловсруулалт ба шинжилгээний ажлын чанар зэргүүдийг үнэлэн дүгнэж байх шаардлагатай.

3.10. Ашигт малтмалын чанарыг судлах, хүдрийн биетүүдийн хүрээ татах болон нөөцийг тооцоолох зорилгоор хайгуулын малталтуудаар илрүүлсэн ба байгалийн гаршид тогтоогдсон хүдрийн бүх интервалуудыг сорьцлох ёстой.

Үнэлгээний болон хайгуулын ажлын эхний шатанд сорьцлолтын аргачлал (геологийн, геофизикийн) ба аргуудыг ордын геологийн тогтоцын тухайн үеийн мэдээлэл болон хэрэглэж буй хайгуулын техник, хэрэгслүүдээс хамааран сонгож хэрэглэнэ. Энгийн сорьцлолтын оронд геофизикийн аргуудаар (соронзон, цөмийн геофизикийн) бий болсон үндэслэл сайтай мэдээллийг ашиглаж болно. Гэхдээ геофизикийн өгөгдөл нь сорьцыг орлох боломжийг заавал шалгаж баталгаажуулсан байх шаардлагатай.

3.11. Хайгуулын огтлолын сорьцлолт нь заавал мөрдөх дараах нөхцлүүдийг хангасан байна. Үүнд:

- Сорьцлолтын тор нь тогтвортой байх ба түүний нягтрал нь ордын судалж буй хэсгүүдийн геологийн тогтцын онцлогуудаар тодорхойлогдоно.
- Сорьцуудыг хүдэржилтийн дээд зэргийн өөрчлөлттэй чиглэлээр хүдрийн биетийн суналд хөндлөн чиглэлээр авна. Цооногууд нь хүдрийн биетүүдийг хурц өнцгөөр, эсвэл өөрчлөлт багатай чиглэлээр огтолсон тохиолдолд (энэ үед сорьцлолтын төлөөлөх чадварт эргэлзээ үүсдэг) эдгээр огтлолуудын сорьцлолтын үр дүнг хяналтын харьцуулах аргуудаар шалгаж, нөөцийн тооцоонд ашиглах боломжийг баталсан байх ёстой.
- Сорьцлолтыг тасралтгүй байдлаар, боломжтой бол жигд ахицаар хүдрийн биетийн зузааныг бүрэн огтолж, агуулагч чулуулагт тодорхой зайд нэвтрүүлэн хийсэн байна. Агуулагч чулуулагт нэвтэрсэн энэхүү зайн хэмжээ (сорьцын урт) нь нөөцийн хүрээнд орсон хоосон чулуулаг ба жишгийн бус хүдрийн үеийн зузаанаас илүү гарсан байх хэрэгтэй. Хайгуулын малталтуудад хүдрийн үндсэн гаршуудаас гадна тэдгээрийн өгөршлийн хэсгийг сорьцолсон байх ёстой.
- Эрдэсжсэн бүс ба хүдрийн байгалийн төрлүүдийг тус тусад нь хэсэглэн сорьцлох ёстой. Энгийн нэг сорьцын урт нь хүдрийн биетийн дотоод бүтэц, хүдрийн эрдсийн найрлагын хувьсац, текстур, структурын онцлогууд ба

бусад шинжүүдээс хамааран сорьцлох алхмын уртаар тодорхойлогдоно. Энэ тохиолдолд керний олон янзын гарцтай хэсгүүд нь тус тусдаа сорьцлогдоно.

3.12. Хүдрийн үндсэн төрлүүдээр ангилан сорьцлолт хийсэн арга бүрээр сорьцлолтын үр дүнгийн нарийвчлал ба үнэмшлийг үнэлэх хяналтыг тогтмол хийж байх хэрэгтэй. Геологийн тогтоцын элементүүдтэй харьцуулсан сорьцуудын байршил, сорьцлолтоор хүдрийн биетийн зузааныг үнэн зөв тогтоосон эсэх, сорьцын бодит жин нь керний голч ба гарцаас хамааруулан тооцоолсон жинтэй хэр зэрэг дүйж буй зэргийг тогтмол хянаж байх хэрэгтэй (хүдрийн нягтын өөрчлөлтөөс хамаарах хазайлт нь +10-20%-иас хэтрэхгүй байх). Керний сорьцлолтын нарийвчлалыг төлөөлөх сорьцын (дубликат) судалгаагаар хянаж байх шаардлагатай. Геофизикийн сорьцлолтын үед багаж хэрэгслийн ажлын тогтворжилт болон үндсэн хэмжилтийн үнэн зөвийг ижил нөхцөлд хийсэн үндсэн ба хяналтын хэмжилтүүдийн харьцуулан судалгаагаар хянаж, баталгаажуулж байх хэрэгтэй. Геофизикийн сорьцлолтын үнэмшлийг сонгомол элэгдэлгүй, дээд зэргийн керний гарц бүхий тулгуур интервалуудаар хийгдсэн керний болон геофизикийн сорьцлолтуудын үр дүнг харьцуулах замаар хийнэ. Хэрэв сорьцлолтын нарийвчлалд нөлөөлөх алдаанууд илэрсэн тохиолдолд сорьцлолтыг (каротажийг) давтан хийх шаардлагатай.

3.13. Каротажийн аргаар хүдрийн үндсэн төрлүүдээр ангилан агуулга тодорхойлсон үнэмшлийг дээд зэргийн чөмгийн гарцтай (90%-иас дээш) тулгуур цооногуудын мэдээлэлтэй харьцуулах замаар баталгаажуулна. Жирийн цооногуудын керний сорьцлолтын үнэмшлийг геофизикийн сорьцлолтын мэдээллээр баталсан байх ёстой бөгөөд ингэхдээ керний янз бүрийн гарцуудын хувьд тус тусдаа хийгдэнэ. Сорьцлолтын үр дүнг нилээд гажуудуулсан сонгомол элэгдэл байгаа тохиолдолд керний сорьцлолтын үнэмшлийг, холбогдох уулын малталтуудын сорьцлолтоор баталгаажуулна. Олборлох үйл ажиллагаа явуулж буй уулын үйлдвэрүүдэд сорьцлолтонд хэрэглэсэн аргын үнэмшлийг ордын адил төрлийн хэсгүүд, блокууд ба гүний түвшингүүдийн хүрээнд нэвтэрсэн малталтууд болон өрөмдлөгөөр бий болсон мэдээллийг тус тусад нь харьцуулах замаар баталгаажуулна. Хяналтын сорьцлолтын тоо хэмжээ нь статистик боловсруулалт хийж, тохиолдлын ба байнгын алдааг үнэлэн тогтоож болохуйц хангалттай хэмжээтэй байх ёстой. Энэ нь байнгын алдаа илэрсэн тохиолдолд засварын итгэлцүүрүүдыг тооцоолоход мөн хангалттай байх шаардлагатай.

3.14. Сорьцуудын боловсруулалтыг тухайн ордын онцлогт тохируулан боловсруулсан, эсвэл ижил төрлийн ордуудтай адилтгасан бүдүүвчээр (схемээр) хийнэ. Үндсэн ба хяналтын сорьцуудыг нэгэн адил бүдүүвчээр боловсруулна. Сорьц боловсруулалтын явцыг бутлах, холих, шигших, хураангуйлах зэрэг түүний дамжлага бүр дээр тогтмол хянаж байх хэрэгтэй. Их хэмжээний бөөн сорьцын боловсруулалтын хяналтыг тусгайлан зохиогдсон хөтөлбөрүүдийн дагуу хийнэ.

3.15. Хүдрийн химийн найрлага нь тэдгээрийн чанарын үнэлгээ хийхэд болон хортой хольцууд ба ашигтай бүрдвэрүүдийг илрүүлэхэд хангалттай байдлаар тодорхойлогдсон байна. Хүдрийн химийн найрлага тодорхойлох шинжилгээг тодорхойлох элементийн химийн шинжээс хамааруулан химийн, атомын

шингээлтний (ААС-10, АСС-пробирын), ICP болон бусад аргаар, шинжилгээний аргачлал, заавар, стандартуудыг баримтлан гүйцэтгэнэ.

Хромын хүдэр дэх дагалдах бүрдвэрүүдийн судалгаанд энэ төрлийн зөвлөмж боловсруулагдаагүй тохиолдолд түүнтэй адилтгах ОХУ-ын Ашигт малтмалын ордыг иж бүрэн судалж, дагалдах ашигт бүрдвэр ба ашигт малтмалын нөөцийг тооцоолох аргачилсан зөвлөмж (Рекомендация по комплексному изучению ..., 2007)-ийг баримталж болно.

3.16. 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, шаарга үүсгэгч бүрдвэрүүд болон хортой хольцуудын шинжилгээний дүнгүүд хамаарна.

3.17. Тохиолдлын алдааны хэмжээг тодорхойлохын тулд шинжилгээний сорьцуудын дубликатуудаас авсан, нууцалсан дугаар бүхий хяналтын сорьцуудыг үндсэн шинжилгээ хийсэн лабораторид өгч шинжилгээ хийлгэх замаар дотоод хяналтыг явуулна. Байж болзошгүй байнгын алдааг илрүүлж, үнэлэхийн тулд хяналтын эрх бүхий лабораторид гадаад хяналтыг явуулах ёстой. Гадаад хяналтад дотоод хяналт хийгдсэн бөгөөд үндсэн лабораторид хадгалагдаж байгаа шинжилгээний сорьцуудаас сонгож явуулна. Шинжилж буй сорьцуудтай адил жишиг стандарт агуулгатай сорьцууд байгаа тохиолдолд гадаад хяналтыг үндсэн лабораторид шинжилгээ хийсэн, нууцалсан дугаар бүхий стандарт агуулгатай сорьцуудад хийнэ. Гадаад ба дотоод хяналтад явуулж буй сорьцууд нь ордын хүдрийн бүх төрөл болон агуулгуудын ангиллыг бүрэн хамарсан байх ёстой. Сорьцын шинжилгээний хяналтад гоц өндөр агуулга үзүүлсэн бүх сорьцуудыг хамааруулна. Сүүлийн үед түгээмэл хэрэглэх болсон стандарт сорьц, дубликат сорьц, хоосон буюу бланк сорьц, эталон сорьцуудыг 20-25 ширхэг бүлэг сорьцтой хамт үндсэн лабораторид шинжилгээ хийлгэх журмаар сорьцын шинжилгээний чанарын хяналт хийдэг аргачлалыг ашиглаж болно. Хоосон буюу бланк сорьцыг бэлтгэхдээ хүдэржилт бүхий хэсгээс тодорхой хэмжээний зайд орших буюу орд оршиж буй геологийн структурээс өөр төрлийн структурт орших хромын хүдэржилтгүй чулуулгаас бөөн сорьц авч, 2-оос доошгүй лабораторид олон удаагийн шинжилгээ хийлгэсэн үр дүн нь хромын агуулгагүй болохыг тогтоосон сорьц байна. Эталон сорьцыг ордын хүдрийн үндсэн төрлүүдээс, захын агуулга, ордын дундаж агуулга, өндөр агуулга гэсэн агуулгын 3 түвшинд дүйцүүлэн авсан 20 кг-аас доошгүй жинтэй бөөн сорьцоос бэлтгэнэ. Эталон сорьцын агуулгыг хоорондоо үл хамааралтай 3-аас доошгүй лабораторит шинжилгээ хийлгэж баттай тогтоосон байна. Үндсэн сорьцтой хамтатган шинжлүүлэх бүх төрлийн хяналтын сорьцыг үндсэн бүлэг сорьцонд оруулан дараалсан дугаар өгч шинжилгээнд илгээнэ.

3.18. Гадаад ба дотоод хяналтын ажлын хэмжээ нь хүдрийн технологийн төрөл, агуулгуудын ангилал бүрийн болон ордын хайгуулын улирал, хагас жил, жилийн ажлын хэмжээг харгалзсан түүврийн төлөөлөх чадамжийг хангах

ёстой. Дотоод болон гадаад хяналтад зориулсан сорьцын түүврийг хийхдээ ордын хүдрийн бүх төрлүүд, агуулгын бүх бүлгүүдийг бүрэн хамаарах байдлаар сонголтыг явуулсан байна. Агуулгын бүлгийг тодорхойлоход захын агуулга, үйлдвэрлэлийн доод агуулга зэрэг жишиг үзүүлэлтүүдийг харгалзах ба сорьцын шинжилгээний дотоод хяналтыг нийт сорьцын 5-8%-д, гадаад хяналтыг 5%-д хийдэг, нэг жилд шинжилгээ хийж байгаа сорьцын тоо 1000-аас дээш бол 5%-д нь хяналт хийдэг шаардлагыг баримталж болно. Гадаад болон дотоод хяналтын шинжилгээний тоо, тохиолдлын болон байнгын алдааг статистик тооцоо хийж, үнэмшилтэй үнэлэхэд 20-30-аас цөөнгүй тооны дээж хамрагдсан байх шаардлагатай.

Сорьцын хяналтын шинжилгээний үр дүнгийн боловсруулалтыг шинжилгээний хяналтын үр дүн гарсан тухай бүрд нь тогтмол хийж байна.

Агуулгуудын ангилал бүрээр хийгдэх гадаад ба дотоод хяналтын мэдээллийн боловсруулалтыг хугацаагаар (улирал, хагас жил, жил), шинжилгээний арга бүрээр болон үндсэн шинжилгээг гүйцэтгэсэн лаборатори бүрээр харгалзан үзэж хийнэ. Стандарт агуулгатай сорьцуудын шинжилгээний үр дүнгээр бий болсон байнгын алдааны үнэлгээг статистик аргаар боловсруулах аргачлалын дагуу явуулна. Дотоод хяналтын үр дүнгээр тодорхойлсон тохиолдлын алдаа нь 7-р хүснэгтэд үзүүлсэн хязгаар утгуудаас хэтрэхгүй байх ёстой. Эсрэг тохиолдолд лабораторийн тухайн үеийн ажлын үр дүнг хүчингүй болгож, сорьцуудад геологийн дотоод хяналттайгаар дахин шинжилгээ хийнэ. Мөн энэ үед шинжилгээ хийсэн лаборатори өөрийн ажлын гологдлын шалтгаануудыг илрүүлж, тэдгээрийг арилгах арга хэмжээнүүдийг авсан байх ёстой. Дотоод хяналтаар тогтоосон тохиолдлын алдааг бүрдвэрүүдийн агуулгын мужид харгалзах квадрат дундаж алдааны зөвшөөрөгдөх хязгаарын дараах утгаар үнэлж болно (Хүснэгт-7).

Тохиолдлын алдааг дараах томъёонуудаар тодорхойлно.

$$m_y = \sqrt{\frac{\sum (C_y - C_x)^2}{n}} ; \quad m_x = \frac{2 \cdot m_y}{C_y + C_x} \cdot 100\%$$

m_y – үнэмлэхүй алдаа,

m_x – харьцангуй алдаа.

\bar{C}_y, \bar{C}_x – нь үндсэн ба хяналтын шинжилгээний дундаж утга.

Эдгээрийг дараах томъёонуудаар тодорхойлно:

$$\bar{C}_y = \frac{\sum C_{yi}}{n} ; \quad \bar{C}_x = \frac{\sum C_{xi}}{n} ;$$

**Хромын хүдрийн үндсэн ба дагалдах бүрдвэрүүдийн квадрат
дундаж алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээ**

Хүснэгт 7

Бүрд- вэрүүд	Агуулгын бүлэг, %	Квадрат дундаж алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээ, %	Бүрд- вэрүүд	Агуулгын бүлэг, %	Квадрат дундаж алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээ, %
Cr ₂ O ₃	40-60	1.2	MgO	20-40	3
	20-40	1.8		10-20	4.5
	10-20	2.5		1-10	9
	5-10	3.0		0.5-1	16
FeO	12-17	4.0	TiO ₂	0.1-0.2	20
	5-12	5.5		0.02-0.1	28
	3.5-5	10		0.01-0.02	35
CaO	1-7	11	Mn	0.2-0.5	10
	0.5-1.0	15		0.1-0.2	13
	0.2-0.5	20		0.05-0.1	20
P ₂ O ₅	0.05-0.1	15	S	0.05-0.1	20
	0.01-0.05	25		0.01-0.05	30
	0.001-0.01	30		0.001- 0.01	30
SiO ₂	5-20	5.5			
	1.5-5	11			

Тайлбар: Хэрэв судлаж байгаа ордод бүрдвэрүүдийн агуулга дээрхи өгөгдлөөс өөр байвал квадрат дундаж алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээг интерполяцын аргаар тогтоож болно

3.19. Үндсэн ба хянагч лабораториудын шинжилгээний үр дүнд байнгын алдаа илэрсэн тохиолдолд хяналтын шинжилгээг Олон улсын түвшинд магадлан итгэмжлэгдсэн, хяналтын шинжилгээ хийх эрх бүхий лабораторид хийлгэнэ. Энэ түвшний хяналтад үндсэн лабораторид хадгалагдаж буй жирийн сорьцууд болон гадаад хяналтын шинжилгээний мэдээлэл нь байгаа жирийн сорьцуудын шинжилгээний дубликатуудыг явуулна. Хяналтад байнгын алдаа илэрсэн агуулгуудын ангилал бүрээс 30-40 сорьцыг хамааруулна. Шинжилж буй сорьцуудтай адилтгасан стандарт сорьцууд байгаа үед тэдгээрийг нууцалсан дугааруудтайгаар хяналтад өгөх сорьцуудын багцад оруулах шаардлагатай. Стандарт сорьц бүрт 10-15 ш хяналтын шинжилгээнүүд хийгдсэн байх ёстой. Хяналтын шинжилгээгээр байнгын алдаа байгаа нь батлагдсан үед тэдгээрийн шалтгаануудыг илрүүлж, арилгах арга хэмжээ авах хэрэгтэй. Мөн түүнчлэн тухайн ангиллын болон үндсэн лабораторийн энэ хугацаанд шинжилгээ хийгдсэн бүх сорьцуудыг дахин шинжлэх шаардлага байгаа эсэх, эсвэл үндсэн шинжилгээний үр дүнд засварын итгэлцүүр хэрэглэх асуудлыг шийдвэрлэх шаардлагатай.

Олон улсын түвшинд магадлан итгэмжлэгдсэн лабораторийн хяналтын шинжилгээгүйгээр засварын итгэлцүүрүүдийг хэрэглэхийг хориглоно.

Сорьцлолт, сорьц боловсруулалт ба шинжилгээнд хийсэн хяналтын үр дүнгээр хүдрийн интервалуудыг ялгах болон тэдгээрийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлоход байж болох алдаануудыг үнэлж үзсэн байх ёстой.

3.20. Хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүн, тэдгээрийн текстур-структурын онцлогууд ба физик-механик шинжүүдийг минералогич-петрографийн, физикийн, химийн болон бусад шинжилгээний төрлүүдийг хэрэглэн судалсан байна. Ялангуяа хромын эрдсүүд, тэдгээрийн тоо хэмжээ, агуулгууд ба тэдгээрийн хоорондын болон бусад эрдсүүдтэй үүсгэж буй харилцан шүтэлцээ (хам ургалтууд байгаа эсэх, тэдгээрийн хэмжээ, хам ургалтын шинж) зэрэгт онцгой анхаарал тавина. Үүнээс гадна баяжуулах шаардлагатай хүдрийн хувьд ширхэглэлийн хэмжээ, янз бүрийн ширхэглэлийн хоорондын харьцаа, болон хаягдалд очих силикатын эрдсүүдтэй холбоотой хромын тоо хэмжээг тодорхойлно.

Минералогич судалгааны үед хром, дагалдах ашигт бүрдвэрүүд болон хортой хольцуудын тархалт судлагдсан байхаас гадна тэдгээрийн эрдсүүдийн хэлбэрээр тархалтын харьцааг тогтоосон байх шаардлагатай.

3.21. Хүдрийн эзэлхүүн жин, чийгшил зэрэг үзүүлэлтүүдийг ордын хүдрийн төрөл бүрээр болон жишгийн шаардлага хангахгүй хүдэр, агуулагч чулуулгаар ангилан, холбогдох аргачлал, заавар, стандартыг баримтлан тодорхойлсон байна. Хүдрийн эзэлхүүн жинг төлөөлөх чадвар сайтай сорьцуудаар лабораторийн нөхцөлд тодорхойлохын зэрэгцээ нүх сүвшил, ан цавшил ихтэй хүдрийн хувьд уулын цулд тодорхой хэмжээний (тухайлбал 1 м³) малталт нэвтэрч, малталтаас гарсан хүдрийн жинг малталтын нарийвчлан тодорхойлсон эзэлхүүнд харьцуулах замаар хээрийн нөхцөлд тодорхойлж болно. Хүдрийн эзэлхүүн жингийн тодорхойлолтод сарнимал гамма цацрагийн шингээлтийн аргыг хэрэглэсэн тохиолдолд геофизикийн аргаар тодорхойлсон эзэлхүүн жингийн үр дүнг сорьцоор болон уулын цулаар тодорхойлсон эзэлхүүн жингийн мөн үзүүлэлтүүдээр сайтар хянаж баталгаажуулсан байх шаардлагатай. Эзэлхүүн жин болон чийгшилтийн судалгаа хийж байгаа сорьцуудад минералогич, химийн шинжилгээнүүд хийж, эрдэслэг бүрэлдэхүүн, химийн найрлагыг тодорхойлсон байна.

3.22. Хүдрийн химийн ба эрдсийн найрлага, текстур-структурын онцлогууд болон физикийн шинжүүдийг судалсны үндсэн дээр хүдрийн байгалийн төрлүүдийг тогтоож, дангаар олборлох болон ангилан боловсруулалт хийх шаардлагатай үйлдвэрийн (технологийн) төрлүүдийг урьдчилан тодорхойлсон байна. Хүдрийн үйлдвэрийн (технологийн) төрлүүд болон сортуудыг ордын хүрээнд илрүүлсэн байгалийн төрлүүдийн технологийн судалгаагаар эцэслэн тогтооно.

Дөрөв. Хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа

4.1. Ордын хайгуулын үед хүдрийн технологийн сорьцлолт, судалгаа хийх аргачилсан зөвлөмж Монгол Улсад хараахан боловсруулагдаагүй тул ОХУ-ын ижил төрлийн стандарт (СТО РосГео 09-001–98, Твердые полезные ископаемые и горные породы. Технологическое опробование в процессе геологоразведочных работ)-ийг ашиглаж болно.

Технологийн шинж чанарын судалгаануудад хүдрийн байгалийн (эрдсийн) төрлүүд ба урьдчилан тогтоогдсон үйлдвэрлэлийн (технологийн) бүх төрлүүд бүрэн хамрагдана. Баяжуулалтын туршилт хийхээс өмнө хүдрийн химийн найрлагыг индукцийн холбоост плазмын-масс спектрометр, атом шингээлтийн спектрометр, индукцийн холбоост плазмын оптик эмиссийн спектрометр (ICP-OES XRF) гэх мэт орчин үеийн өндөр нарийвчлалтай багажаар хэмжиж тодорхойлно.

Хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүн буюу бодисын найрлагын судалгааг рентген-диффрактометр XRD, TESCANA-TIMA эрдсийн анализатор, Mineral Liberation Analysis (MLA) багажууд дээр нарийвчилсан судалгааг хийлгэсэн байна.

Хромын үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой хүдэрт доорх шаардлагууд тавигдана. Үүнд:

- Үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой хүдэрт Cr_2O_3 -ийн агуулга 25-30%-иас багагүй байна.
- Металлургийн боловсруулалтад орох хүдэрт Cr_2O_3 -ийн агуулга 40%-иас багагүй байна.
- Ширмийн зориулалтын хүдэрт Cr_2O_3 -ийн агуулга 35-40% байна.
- Галд тэсвэртэй материал үйлдвэрлэлд хүдрийн агуулга 32% байна.

Хромшпинелийн агуулгаар хромын хүдрийг дараах ангилалд хуваана. Үүнд:

- Цул (Cr_2O_3 -ийн агуулга > 90%)
- Шигүү (Cr_2O_3 -ийн агуулга 70-90%)
- Дундаж (Cr_2O_3 -ийн агуулга 50-70%)
- Бага (Cr_2O_3 -ийн агуулга 30-50%)
- Ядуу (Cr_2O_3 -ийн агуулга 5-15%)

Баяжуулалтын туршилт дараах дарааллаар хийгдэнэ.

1. Тунаах машинаар баяжуулна.
2. Урьдчилсан шламгүйжүүлэлтийн дараа шурган сепаратор болон сэгсрэх ширээгээр баяжуулна.
3. Нарийн ангиллаас хромын ислийг хүчтэй соронзон сепаратороор ялгана.
4. Шууд анионы флотаци болон урвуу катионы флотацийн аргаар баяжуулна. Анионы флотацад хүчиллэг орчинд NaF аль эсвэл Na_2SiF_6 –оор хоосон чулуулгийг дарна, харин шүлтлэг орчинд шингэн шил эсвэл сульфит-целлюлозны щелок-оор хоосон чулуулгийг дарна. Урвуу катионы флотаци урьдчилсан шламгүйжүүлэлтийн дараа хүчтэй шүлтлэг ($\text{pH}>12$) орчинд цуглуулагч урвалжаар алифатический амины ашиглан явагдана.

4.2. Энгийн ба ядуу хүдрийн ордын нөөцийг зохистой ашиглах болон баяжуулалтын үр ашигтай технологийг бий болгохын сонгохын тулд олборлож буй түүхий эдийн чанарын удирдлагын системийг ашиглах нь зохимжтой ба энэхүү системийн үндсэн элемент нь тээврийн чингэлэг дэх том ширхэглэлийн радиометрийн ангилал байна. Түүнийг хромын хүдэр дээр ашиглах боломжийн талаарх дүн шинжилгээ нь хаягдал чулуулгийг салгах (гадаад ба дотоод сийрүүлэлт), баяжуулалтад зориулж хүдрийн ба таваарын баян бүтээгдэхүүнийг ялгах зэрэг нь холбогдох заавар, аргачлалуудын баримт бичгүүдийг удирдлага болгон хэрэгжинэ. Судалгааны үр дүнд сорьцлолтын өгөгдлийн үндсэн дээр төрөл бүрийн хэмжээтэй (геологийн ба каротажийн) сорьцын хувьд ердийн тогтоц дахь Cr_2O_3 агуулгын хувьд хүдрийн бөөгнөрлийн үзүүлэлтийг тооцсон байх ёстой.

Олборлолтын үед ангилах, ялгах физик аргыг тогтоох (нейтрон-идэвхжүүлэлтийн эсвэл рентгенорадиометрийн), баяжуулалтад илгээж буй ангилан ялгасан бүтээгдэхүүнүүдийн бодисын найрлагыг тодорхойлох, ангилан ялгах сорьцын зохистой хэмжээг тодотгох болон хүдрийг холих нөлөөллийн дүн шинжилгээ зэрэг шийдэгдэж буй асуудлын үр ашгийн үнэлгээ ба технологийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлох ажил нь хагас үйлдвэрлэлийн, эсвэл уулын ажлыг явуулахаар төлөвлөсөн технологиос үүдэлтэйгээр талбай дээрх туршилтын боловсруулалтын үед явагдана. Радиометрийн ангилан ялгалтын технологийг хэрэглэн эерэг үр дүн гарсан тохиолдолд ангилан олборлох шаардлагатай хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүдийг нарийвчлах шаардлагатай, эсвэл хүдрийн бөөнөөр гарган авах боломжийг батлах ёстой.

Хромын хүдрийн технологийн сорьцлолтын болон бүх төрлийн баяжуулалтын үйл ажиллагаанд Монгол Улсад холбогдох журамын дагуу боловсруулагдаж, мөрдөхөөр хүлээгдэж байгаа зөвлөмжийг баримтлана. Эсвэл ижил төрлийн батлагдсан зөвлөмж ашиглаж болно.

4.3. Технологийн судалгааны ажлын үед тээврийн чингэлэг дэх уулын цулын их хэмжээний сорьцын ангилан ялгалтыг ашиглан хүнд шингэнээр олборлосон хүдрийг ялгах ба урьдчилсан баяжуулалт явуулах, харин өндөр бүхэллэг фракцийн гарцтай тохиолдолд, тэдгээрийн радиометрийн ангилан ялгалтыг боломжуудыг судлах нь зохистой.

Урьдчилсан баяжуулалтын технологийг хэрэглэн эерэг үр дүн гарсан тохиолдолд ангилан олборлох шаардлагатай хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүдийг нарийвчлах шаардлагатай, эсвэл хүдрийг бөөнөөр гарган авах боломжийг батлах ёстой.

Хүдрийг гүн боловсруулалтын уламжлалт аргуудаар (гравитаци, соронзон ялгалт, хөвүүлэн баяжуулалт) боловсруулах цаашдын туршилтууд нь Монгол Улсад холбогдох журмын дагуу боловсруулагдаж, мөрдөхөөр хүлээгдэж байгаа "Хүдрийн технологийн сорьцлолт хийх аргачилсан зөвлөмж, Хүдэрт соронзон, хүндийн хүчний болон уусгах технологийн туршилт хийх аргачилсан зөвлөмж"-ийн дагуу хүнд шингэнээр баяжуулах эсвэл радиометрийн ангилан ялгалтын технологийн ерөнхий схемийг оруулан эдийн засгийн үр ашиг болон технологийн боломжуудыг тооцоолсны дүнд явагдах ёстой.

4.4. Баяжуулалт шаардагдах хүдрийн технологийн шинж чанарыг ихэвчлэн лабораторийн ба хагас үйлдвэрлэлийн нөхцөлд минералоги-технологи, бага технологийн, лабораторийн, лабораторийн томруулсан ба хагас үйлдвэрлэлийн технологийн сорьцоор судалдаг. Төстэй шинж чанар бүхий хүдрийн үйлдвэрийн боловсруулалтын туршлага байгаа тохиолдолд лабораторийн судалгааны үр дүнгүүдээр баталгаажсан ижил төстэй үр дүнг ашиглаж болно. Хүнд баяжигдах хүдэр, эсвэл боловсруулалтын туршлага байхгүй шинэ төрлийн хүдрийн баяжуулалтын технологийн судалгааг захиалагчид болон ашигт малтмалын асуудал эрхэлсэн төрийн захиргааны байгууллагатай зөвшилцөн боловсруулсан хөтөлбөрийн дагуу явуулна.

4.5. Минералоги-технологийн ба бага технологийн сорьцоор тухайн орд газар дээр илрүүлсэн хүдрийн байгалийн (эрдсийн) бүх төрлүүд төлөөлөгдсөн байх ёстой. Тэдгээрийн туршилтын үр дүнгээр хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрөл ба сортуудыг эцэслэн ангилж, улмаар хүдрийн технологийн төрлүүдийн хүрэн дэх хүдрийн бодисын найрлага, физик-механикийн болон технологийн шинжүүд хэрхэн хувьсан өөрчлөгдөж байгаа зүй тогтлыг судалж, холбогдох уул-техникийн болон технологийн нөхцлийн зураг, зүсэлтүүдийг зохиож, үнэлгээ өгнө.

Лабораторийн болон томруулсан лабораторийн сорьцууд, баяжуулалт шаардагдах хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) бүх төрлүүд дээр тэдгээрийн боловсруулалтын технологийн зохистой горимыг сонгох хэмжээнд технологийн шинж чанаруудыг судлах ба баяжуулалтын технологийн үндсэн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлно.

4.6. Хагас үйлдвэрлэлийн технологийн туршилт нь лабораторийн шинжилгээний хүдрийн баяжуулалтын үзүүлэлтүүдийг тодотгох ба технологийн схемийг шалгахад зориулагддаг.

4.7. Лабораторийн томруулсан ба хагас үйлдвэрлэлийн технологийн туршилт нь тухайн төрлийн хүдрийн химийн ба эрдэслэг бүрэлдэхүүний найрлага, структур-текстурын онцлог, ач холбогдолтой эрдэс, хромшпинелидийн цугларал, бөөгнөрлийн хэмжээ, физик болон бусад шинжээрээ тус хүдрийн төрлийн дундаж агуулгад нийцэн, төлөөлөх чадварыг хангасан байх ёстой.

Геологи хайгуулын янз бүрийн шатанд хүдрийн технологийн судалгаанд цаашид боловсруулахаар хүлээгдэж байгаа "Хүдрийн технологийн сорьцлолт хийх аргачилсан зөвлөмж, Хүдэрт соронзон, хүндийн хүчний болон уусгах технологийн туршилт хийх аргачилсан зөвлөмж"-ийг мөрдөж ажиллана.

4.8. Шууд олборлолтын үед баяжуулалт шаардагдахгүй таваарын хүдэр, эсвэл радиометрийн ангилан ялгалт явагдсан том бүхэллэг хүдрийн технологийн үзүүлэлтүүд ба тэдгээрийн хэрэглэгчийн шаардлагад нийцсэн нийцэмжийг химийн, минералогийн, ширхэглэлийн найрлагын бүрэн шинжилгээ ба CaCr_2O_3 , FeO , Fe_2O_3 , SiO_2 , CaO , фосфор, хүхэр, гадны хольцын (шавар, хоосон хүдэр, хольц) агуулга, бүхэллэгийн ангилал бүрийн шатаалтын хорогдлын шинжилгээнүүд дээр үндэслэн тодорхойлно.

4.9. Ядуу ба дундаж агуулгатай хүдрийн (Cr_2O_3 20–40%) баяжуулалтын судалгааны үндэс нь гравитацийн аргад суурилагдсан ашигтай эрдсийг ялган авах

олон шаттай технологийн схем байна. Янз бүрийн ангиллын түүхий эдийн анхан шатны буталгааны дараа эхний шатанд бөөн ба цул хүдрийн бүхэллэг баяжмалыг ялган авдаг ба хаягдлыг ялган зайлуулдаг. Эхний шатанд хүдрийн ширхэглэлийн хязгаар нь баяжуулалтын аргуудаас шалтгаалах ба хүнд шингэнээр баяжуулахад ($-100+10$ мм) ба радиометрийн ангилан ялгалтын үед ($-200+15$ мм) байна. Хоёрдогч технологийн шат нь тунаан баяжуулалт байх ба хүдрийн ширхэглэлийн хэмжээ $-15(10)+1(0.5)$ мм байна. Энэхүү шат нь эхний шатанд хүдрийн шигшилтээс үлдэж эхний шатанд баяжуулагдаагүй баян агуулгатай хүдэр ба бутлагдсан завсрын бүтээгдэхүүний ашигтай бүрдвэрийг дахин баяжуулагдахад чиглэгдэнэ.

Хромитын КХД-1 маркийн баяжмалд -10 мм-ийн ангилал 15%-иас ихгүй, КХД-2 маркийн баяжмалд -3.0 мм-ийн ангилал 15%-иас ихгүй, -0.5 мм-ийн ангилалд 70%-иас ихгүй байна.

Галд тэсвэртэй сайн чанарын хромитын баяжмалын химийн найрлага

Хүснэгт 8

Чанарын үзүүлэлт	Норм
Агуулга Cr_2O_3 багагүй, %	57.0
SiO_2 ихгүй, %	3.0
CaO ихгүй, %	1.0
Мөхлөгийн хэмжээ, мм	0.5-0

4.10. Түүхий эдийн боловсруулалтын эцсийн шат нь илүү баян баяжмал гарган авах зорилготойгоор өмнөх шатны хромшпинелидийг суллаж чөлөөлөхийн тулд зохистой хэмжээнд хүртэл нунтагласан завсрын бүтээгдэхүүн дээр явагдана. Энэхүү шатанд сэгсрэх ширээн дээр болон шурган ангилагчийн хослолыг ашиглан материалын баяжуулалтыг явуулах нь зохимжтой. Түүхий эдийн байгалийн шинж чанарын нийлэмжээс шалтгаалан тус технологийн схем нь зөвхөн баяжуулалтын дамжлагын хэлхээнээс хамааран шинэчлэгдэж болно.

Хүдрийн нарийн ширхэглэлтэй ангилал ба ширээн дээр дахин баяжуулсан завсрын бүтээгдэхүүнийг баяжуулах үр ашигтай арга нь хүчтэй үйлчлэлтэй соронзон ялгалт (800 кА/м хүртэл), харин нунтаг ангиллын хувьд өндөр нөлөөлөлтэй соронзон ялгалтын арга юм.

Хромын хүдрийн баяжуулалтад гравитацийн арга нь хангалттай үр ашигтай байж чадахгүй тохиолдолд хромшпинелидийн нунтаг ангиллыг ялгахад хөвүүлэн баяжуулах технологийг ашиглаж болох ба энэ нь ихэвчлэн завсрын бүтээгдэхүүн ба хаягдал хүдэрт хэрэглэгдэнэ. Агуулагч чулуулгийн найрлагаас шалтгаалан (оливин эсвэл серпентин) янз бүрийн хөвүүлэн баяжуулах схемийг хэрэгжүүлэх ба тосны хүчлийн цуглуулагчтай, катионы флотаци болон бусад схемүүдийг хэрэглэдэг.

- 4.11. Хүдрийн баяжуулалтын технологийг сайжруулах ирээдүйтэй чиглэл нь
- Радиометрийн ангилан ялгалт, хүдрийн зарим төрөлд бүхэллэг ангиллын тунаалт
 - Цахилгаан соронзон роторт ялгагч дээр жижиг ширхэглэлийн (–10 мм) материалыг өндөр нөлөөтэй соронзон үйлчлэлээр ялгах соронзон ангилалт
 - Нарийн нунтаглалтын үед хромшпинелидийн шламын алдагдлыг багасгахын тулд сонгон өтгөрүүлэх зэрэг аргууд байна.

4.12. Явуулсан судалгааны үр дүнд бүхэллэг хүдрийн радиометрийн ангилах аргыг хэрэглэх зохистой эсэх, анхдагч хүдэр болон баяжуулалтын шат бүрийн эцсийн бүтээгдэхүүний химийн болон эрдсийн найрлагыг тодорхойлсон, хүдрийн нунтаглалт ба бутлагдах чанарын судалгааг харуулсан, баяжуулалтын бүтээгдэхүүн ба анхдагч хүдрийн чийглэг, эзэлхүүн жин, нягтыг тодорхойлсон, бүдүүн болон нарийн буталгаа, нунтаглалтын ширхэглэл, таваарын болон хаягдал бүтээгдэхүүний ширхэглэлийн өгөгдлүүдийг тодорхойлсон, баяжуулалтын бүх циклийн технологийн схемийг боловсруулсан, баяжуулах процессын үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсон (түүн дотор хөвүүлэн баяжуулалтын урвалжийн горим), боловсруулалтын чанар тоон схем, баяжуулалтын технологийн шууд үзүүлэлтүүд болох дагалдах бүрдвэрүүд ба Cr_2O_3 бүтээгдэхүүний гарц, агуулга, металл авалтуудыг тооцсон, баяжуулалтын коэффициентийг тодорхойлсон байх ёстой. Баяжуулалтын бүтээгдэхүүний чанар нь захиалагчийн шаардлага эсвэл зохих норм, стандартад нийцсэн байх ёстой.

4.13. Аж үйлдвэрийн төрөл бүрийн салбарын баяжуулалтын бүтээгдэхүүн болон таваарын хромын хүдэрт химийн найрлага, болон гаднын хольцын хэмжээ болон материалын бүхэллэгийн хэмжээнд тавигдах шаардлага нь янз бүр байна.

Металлургийн феррохайлшийн үйлдвэрлэлд Cr_2O_3 агуулга 45%-оос их, Cr_2O_3/FeO^+ -ын харьцаа 2.5-аас багагүй, SiO_2 , фосфор ба хүхрийн хэмжээ хязгаарлагдсан хэмжээтэй, өндөр чанарын бүхэллэг хүдэр шаардагддаг.

Ферросплав болон галд тэсвэртэй материалын үйлдвэрлэлд хэрэглэх хромитын баяжмалын найрлага (ТУ 14-9-250-83)

Хүснэгт 9

Чанарын үзүүлэлт		Марк		
		КХД-1	КХД-2	КХД-3
Агуулга	Cr_2O_3 багагүй, %	48.00	50.00	50.00
	SiO_2 ихгүй, %	8.00	7.00	7.00
	CaO ихгүй, %	0.80	0.80	0.80
	S ихгүй, %	0.05	0.08	0.08
	P ихгүй, %	0.005	0.005	0.005
Харьцаа	$Cr_2O_3:FeO$	3.50	3.50	3.60
Мөхлөгийн хэмжээ, мм		100-10	10-3	3-0

Монгол улсад өнөөдрийн байдлаар олборлож байгаа хромын орд байхгүй, түүнтэй холбоотой технологийн судалгаа, хүдэрт тавигдах чанарын шаардлагууд, хүдрийн маркуудыг тогтоон хэрэглэж байгаа жишээ практик алга байна.

Дээрх шалтгаанаар одоогоор ОХУ-д мөрдөгдөж буй хүдрийн марк, чанарын үзүүлэлтүүдийг жишээлэн оруулав.

**ТУ 14-9-102-76. Донской УБҮ-ийн хромын хүдэр
(галд тэсвэртэй бүтээгдэхүүний үйлдвэрлэл)**

Хүснэгт 10

Чанарын үзүүлэлтүүд	Хүдрийн маркад харъяалагдах хэмжээ (%)		
	ДХ-2-0	ДХ-2-1	ДХ-2-2
Cr ₂ O ₃ , багагүй	52.0	50.0	45.0
SiO ₂ , багагүй	6.5	8.0	8.0
FeO, багагүй	14.0	14.0	14.0
CaO, багагүй	1.0	1.0	1.3

Тайлбар. Хромын хүдрийн ширхэглэлийн найрлагын хувьд: 1-р зэрэг (нарийн) 0-10 мм, 2-р зэрэг (бүхэллэг) 10-300 мм, 3-р зэрэг (энгийн) 0-300 мм. Нунтаг ширхэглэлийн хэмжээ (0-10 мм) 2-р зэргийн бүхэллэг хүдэрт (10-300 мм) 30 %-аас ихгүй байж болно.

**ТУ 14-9-220-81. Донской УБҮ-ийн хромын хүдэр
(феррохайлшийн үйлдвэрлэлд)**

Хүснэгт 11

Чанарын үзүүлэлтүүд	Хүдрийн маркад харъяалагдах хэмжээ (%)	
	ДХ-1-1	ДХ-1-2
Cr ₂ O ₃ агуулга, багагүй, %	50.0	47.0
SiO ₂ агуулга, ихгүй, %	7.0	9.0
Cr ₂ O ₃ ба FeO-ийн харьцаа, багагүй	3.5	3.0
P агуулга, ихгүй, %	0.005	0.005
S агуулга ихгүй, % (2-6мм ангиллын хувьд)	0.05	0.05

**Хүдрийн ширхэглэлийн агуулга
(феррохромын үйлдвэрлэлд)**

Хүснэгт 12

Бүхэллэгийн зэрэг	Бүхэллэгийн хэмжээ, мм	Нийлүүлэлт дэх ангиллын агуулга, ихгүй, %	
		Торон дээрх	Торон доорх
1	0-10	10	—
2	10-80	15	30
3	80-300	10	30
4	0-300	10	—
5	10-20	10	20
6	20-80	10	30

**ТУ 14-9-219-81. Донской УБҮ-ийн хромын хүдэр
(хромын нэгдлийн үйлдвэрлэл)**

Хүснэгт 13

Чанарын үзүүлэлтүүд	Хүдрийн маркад харъяалагдах хэмжээ (%)
	ДХ-З
Cr ₂ O ₃ , багагүй	49.0
SiO ₂ , багагүй	8.0
FeO, багагүй	14.5
Чийг, ихгүй	5.0
<i>Тайлбар. Хромын хүдрүүд ширхэглэлийн найрлагын хувьд 0-10 мм хэмжээтэй нийлүүлэгдэх ёстой. Хэрэглэгчтэй зөвшилцсөний үндсэн дээр 0-300 мм хэмжээтэй энгийн хүдэр нийлүүлж болно.</i>	

**ТУ 14-9-149-78. Сарановын ордын булархаг
хромын хүдэр (цутгуурын үйлдвэрлэл)**

Хүснэгт 14

Чанарын үзүүлэлтүүд	Норм, хэмжээ
Cr ₂ O ₃ , багагүй, %	36.0
CaO, багагүй, %	0.4
Гаднын хольц (шавар, чулуулаг, холимог), ихгүй, %	5.0
Шатаалтын хаягдал/алдагдал-?, ихгүй, %	2.0
Хүдрийн бүхэллэгийн хэмжээ, мм	40-350

**ТУ 14-9-148-78. Сарановын ордын хромын хүдэр
(хроммагнетитын бүтээгдэхүүний үйлдвэрлэл)**

Хүснэгт 15

Чанарын үзүүлэлтүүд	Норм, хэмжээ
Cr ₂ O ₃ , % (хромын ислийн зөвшөөрөгдөх хазайлт ±2 %)	36.0
SiO ₂ , багагүй, %	8.5
CaO, багагүй, %	2.0
10-350 мм ангилал, багагүй, %	90.0
0-10 мм ангилал, ихгүй, %	10.0
<i>Тайлбар: 1. Хромын ислийн агуулгын дээд хэмжээ хязгаарлагдахгүй. 2. Хүдэр нь гаднын шаврын хольц, кальцитын 15 мм-ээс том бүхэллэг хэсэг, модны болон бусад хольц агуулах ёсгүй.</i>	

**ТУ 14-9-250-83. Хромитын баяжмалын агуулга
(феррохайлш ба галд тэсвэртэй бүтээгдэхүүнд)**

Хүснэгт 16

Чанарын үзүүлэлтүүд	Хүдрийн маркад харъяалагдах хэмжээ (%)		
	КХД-1	КХД-2	КХД-3
Cr ₂ O ₃ агуулга, багагүй, %	48.0	50.0	50.0
SiO ₂ агуулга, ихгүй, %	8.0	7.0	7.0
Cr ₂ O ₃ ба FeO-ийн харьцаа, багагүй	0.8	0.8	0.8
P агуулга, ихгүй, %	0.05	0.08	0.08
S агуулга, ихгүй, % (2-6мм ангиллын хувьд)	0.005	0.005	0.005
Cr ₂ O ₃ ба FeO-ийн харьцаа, багагүй	3.5	3.5	3.6
Бүхэллэг, мм	100-10	10-3	3-0
Ангиллын агуулга, ихгүй, %:			
-0,5 мм	—	—	70
-3 мм	—	15	—
-10 мм	15	—	—

**Галд тэсвэртэй бүтээгдэхүүнд зориулсан
хромитын баяжмал**

Хүснэгт 17

Чанарын үзүүлэлтүүд	Норм, хэмжээ
Cr ₂ O ₃ , багагүй, %	57,0
SiO ₂ , багагүй, %	3,0
CaO, багагүй, %	1,0
Бүхэллэг, мм	0,5-0

Бусад орнуудад хромын хүдэр болон баяжмалд тавигдах ерөнхий шаардлагууд дараах байдалтай байна. Үүнд:

Металлургийн сорт – Cr₂O₃ агуулга 48%-аас их; SiO₂ 3%-аас ихгүй ба MgO+Al₂O₃ 25%-аас бага; хром ба төмрийн харьцаа 2.8-аас их, хатуу болон бүхэллэг хүдэр байвал зохимжтой;

Галд тэсвэртэй сорт – Cr₂O₃ агуулга 31% орчим, SiO₂ 6%-аас ихгүй, төмөр 12%-аас , Al₂O₃ 25%-аас ихгүй; хатуу болон бүхэллэг хүдэр байвал зохимжтой;

Химийн сорт - Cr₂O₃ агуулга 45% орчим, SiO₂ 5%-аас ихгүй, Al₂O₃ 25%-аас ихгүй, хром ба төмрийн харьцаа 1.6; нунтаг хүдэр байх нь зохимжтой.

Тав. Ордын гидрогеологи, инженер геологи (геотехник), геоэкологийн ба байгалийн бусад нөхцлийн судалгаа

5.1. Ордын гидрогеологийн судалгааг Монгол Улсын Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2017 оны 12 дугаар сарын 12-ны өдрийн А/237 дугаар 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.

5.1.1. Хайгуулын ажлын явцад хийгдэх гидрогеологийн судалгааг ордын гидрогеологийн нөхцлийг судлан уурхайг усанд автах аас сэргийлэх арга замыг тодорхойлох, баяжуулах болон боловсруулах үйлдвэрийн усан хангамж, ахуйн хэрэглээний усан хангамжийн асуудлуудыг шийдвэрлэх зорилгоор явуулна.

5.1.2. Ордын гидрогеологийн нөхцөлийн судалгаагаар уст давхарга бүрийн литологийн найрлага, тархалт байршил, зузаан, коллекторын төрөл, тэжээгдэх нөхцөл, уст давхаргуудын өөр хоорондын болон гадаргуугийн устай үүсгэх холбоо хамаарал, цооног ба малталтууд дахь гүний усны түвшин, ундарга, уурхайд ирэх усны хэмжээ болон бусад үзүүлэлтүүдийг тодорхойлно. Мөн уурхайд орж ирэх усны химийн найрлага, бактериологийн нөхцөл, уурхайн бетон, төмөр болон полимер хийцүүдэд үзүүлэх нөлөөлөл, уурхайн усан дахь ашигтай ба хортой хольц, нэгдлүүдийн агууламжийг тодорхойлно.

Газрын доорх усны химийн найрлага, усны найрлагын зүй тогтол, өөрчлөлт, байгаль орчинд үзүүлэх нөлөөллийг тогтоосон байна.

Хэрэв орд нь олон жилийн цэвдэгт чулуулагт агуулагдаж байгаа тохиолдолд геокриологийн судалгаа хийсэн байна.

5.1.3. Уурхайн усыг гадагшлуулах нөхцөл, уурхайн ус шавхалтаар болон уурхайн усан сангаас орд орчмын гидрогеологийн нөхцөлд үзүүлэх нөлөөлөл, гарах өөрчлөлт зэргийг тодорхойлж, уурхайн усыг үйлдвэрлэлийн усан хангамжид хэрэглэх, уурхайн уснаас ашигт бүрдвэр ялган авах боломж зэргийг судалсан байна. Уурхайн усжилтын судалгаанд гүний усны ирцээс гадна гадаргуугийн ус, хур тундасны ус, үерийн усны ирц, нөлөөллийг тогтоосон байна.

5.1.4. Ордуудын гидрогеологийн нөхцөлийн судалгаа нь тэдгээрийн гидрогеологийн нөхцөлийн нийлмэл байдлаас шалтгаалан ялгаатай байна.

ОХУ-ын аргачилсан зөвлөмжинд: Энгийн гидрогеологийн нөхцөлтэй ордод уст давхарга нь тогтвортой хатуу чулуулагт агуулагдсан, уурхайд орж ирэх усны хэмжээ 1000 м³/цаг-аас хэтрэхгүй ордыг, дунд зэргийн гидрогеологийн нөхцөлтэй ордод: тектоник эвдрэл, бутралын бүсэнд агуулагдсан гүний устай, уурхайд ирэх усны хэмжээ 1500 м³/цаг хүрэх нөхцөлтэй ордыг, нийлмэл гидрогеологийн нөхцөлтэй ордод: ус агуулсан чулуулаг нь тектоник эвдрэл, бутралд эрчимтэй автсан, гүний усны агууламж ихтэй, уурхайд ирэх усны хэмжээ 10000 м³/цаг-аас их ордыг тус тус хамааруулна гэж заасан байдаг.

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, даралтат (артезийн) уст давхаргыг огтолсон бол ийм үеийн усны хөөрөлт зэргийг судлах байдлаар, мөн гидрогеологийн тусгайлсан ажиглалт, хэмжилт хийх зориулалтын цөөн цооног өрөмдөж тоноглон, 1-2 уст давхаргад шавхалт хийх байдлаар судална. Мөн 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. Мөн гидрогеологийн цооног өрөмдөх, малталт-цооногийн хосолсон системийг ашиглан гидрогеологийн ажиглалт, хэмжилтийг түр болон удаан хугацаагаар хийх зэргээр гидрогеологийн нөхцлийн судалгааг явуулна.

5.2. Ордын инженер-геологийн судалгааг ОХУ-д мөрдөгдөж байгаа ижил төстэй аргачилсан зөвлөмжийг тулгуур болгон ашиглаж болох ба “Барилга, байгууламжийн инженерийн судалгааны нийтлэг үндэслэл (БНБД 11-07-19)-ийн норм, дүрэм. 2019”-ийг баримтлан хийнэ.

Ордын инженер геологийн судалгаа нь ордыг олборлох төсөл боловсруулахад шаардлагатай мэдээлэл (ил уурхайн карьер, далд малталтууд, уулын цулуудын үндсэн тооцоо хийх, өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын тооцоо хийх болон далд малталтын нөхцөлд бэхэлгээний тооцоо хийх гэх мэт)-ийг бүрдүүлэх буюу олборлолтын төсөл боловсруулах зориулалтаар хийгдэнэ.

Ордын инженер геологийн нөхцөлийн судалгааны үр дүнд дараах үндсэн асуудлуудыг шийдвэрлэнэ. Үүнд:

- Ордыг олборлох инженер геологийн нөхцөлийг тодорхойлох.
- Ордыг олборлох аргыг (ил ба далд) сонгох, далд аргаар олборлох тохиолдолд олборлолтын системийн сонголт хийх.
- Уурхайн үндсэн параметруудийн тооцоолол, оновчлол, сонголт хийх.
- Олборлолтын малталт нэвтрэлтийг хүндрүүлж болох байгалийн хүчин зүйлүүдийг судалж, үнэлгээ өгөх.
- Олборлолтын явцад гарах хаягдал, бохирдолтыг тооцоолох.

5.2.1. Хромын хүдрийн ордын олборлолтыг ил ба далд, хосолсон аргуудаар явуулах боломжтой бөгөөд тус бүрт нь инженер геологийн нөхцөлийн судалгаа ялгаатай хийгдэнэ. Ордыг ил аргаар олборлох нөхцөлд хучаас хурдас чулуулгийн судалгаа, хүдрийн биетийг агуулагч чулуулгийн судалгаа тэргүүлэх ач холбогдолтой. Ордын хүдрийн биет нь сул барьцалдсан чулуулаг болон сэвсгэр хурдаст агуулагдсан, түүгээр хучигдсан байвал чулуулгийн литологийн найрлага, ширхэглэлийн найрлага, барьцалдалтын зэрэглэл, эзэлхүүний болон хувийн жин, нүх сүвшлийн хэмжээ, чийгшил, шүүрэлтийн итгэлцүүр, байгалийн тогтворжилтын өнцөг зэргийг судлан тогтоосон байна. Агуулагч чулуулаг нь карстжилттай бол карстын хөндийлжүүдийн тохиолдох давтамж, хэлбэр, хэмжээ, хөндийлжүүд юугаар дүүргэгдсэн болох, тэдгээрийн усжилт зэргийг судална. Агуулагч чулуулаг нь цэвдэгшилтэй бол хайгуулын малталт, цооногуудад инженер геологийн

ажиглалт судалгаа явуулахын зэрэгцээ тусгай зориулалтын цооног ба малталт нэвтэрч геотермийн судалгаа, хэмжилт хийхийн зэрэгцээ гэсгэлэн болон хөлдүү хөрсний сорьцлолт хийж лабораторийн шинжилгээнд илгээх, мөсжилтийн хэмжээг тогтоох зэрэг судалгаа явуулна. Эдгээр судалгааны ажлын үр дүнд дараах асуудлуудыг шийдсэн байна. Үүнд:

- Олон жилийн цэвдэгшилт бүхий талбайн тархац, байршил, цэвдэг хөрсний зузаан, цэвдгийн дээд ба доод хил, гэсгэлэн хэсгийн байрлал
- Цэвдэг хөрсний гадаргууд болон улаар урсах усны урсацын хэмжээ
- Карьерийн хана ба улны чулуулгийн тогтворжилт
- Карстын хөндийлжүүд байгаа эсэх, гулсалт, нуралт, суффозын үйл ажиллагаа явагдаж болох хэсгүүдийг тогтоох
- Гадаргуугийн усны урсацын уурхайд нөлөөлөх нөлөөлөл
- Уурхайн усыг зайлуулах, уурхайг хуурайшуулах болон бусад хамгаалалтын арга хэмжээг төлөвлөж, хэрэгжүүлэх
- Хаягдлын овоолгыг байршуулах талбайг ялгаж тогтоох

5.2.2. Инженер геологийн судалгаа хийх хайгуулын цооногууд болон энэ зорилгоор өрөмдсөн тусгай цооногуудад ердийн геологийн баримтжуулалт хийхийн зэрэгцээ дараах үзүүлэлтүүдийг судална. Үүнд:

- Хатуу чулуулаг болон хагас хатуурсан чулуулагт тэдгээрийн хатуулаг, бэх бат чанар, үешилт, занаршилт, текстурын онцлог, ан цавшилт (ан цавын давтамж, чиглэл, уналын өнцөг гэх мэт), чулуулагт карстжилтын шинж байгаа эсэх, карстын хөндийлж болон ан цавын дүүргэгдсэн байдал. Лабораторийн нөхцөлд ийм чулуулгийн петрографийн найрлагыг тодорхойлохын зэрэгцээ эзэлхүүний болон хувийн жин, нүх сүвшил, тогтвортой байдлын итгэлцүүр, нэг тэнхлэгийн шахалтад үзүүлэх эсэргүүцэл, тасралт эвдрэл
- Сул барьцалдсан чулуулагт консистенцийн төрх байдал, текстурын онцлог, бусад хольцын агууламжийг хээрийн нөхцөлд судлахын зэрэгцээ лабораторийн нөхцөлд байгалийн чийгшилт, эзэлхүүн жин, уян харимхайн хязгаар зэргийг судалж, цөөн сорьцоор нягт, уян харимхайн эсэргүүцэл, нүх сүвшил, ус шингээж норох хурд, ширхэглэлийн найрлага, гидрофильность, хөөлт, нэг тэнхлэгийн шахалтанд үзүүлэх эсэргүүцэл, ус агууламж
- Сэвсгэр хурдас буюу барьцалдаагүй нунтаг чулуулагт ширхэглэлийн найрлага, байгалийн тогтворжилтын өнцөг зэргийг судлахаас гадна цөөвтөр сорьцонд литологийн болон минералогийн найрлага, эзэлхүүний болон хувийн жин, нүх сүвшил, чийг агууламж, ус өгөмж, шүүрүүлэлтийн итгэлцүүр
- Олон жилийн цэвдэгшил бүхий нутагт сорьцолтыг хөлдүү болон гэсгэлэн чулуулгаас авч тэдгээрийн нийлбэр чийгшил, мөсжилт, хувийн жин ба эзэлхүүн жин, хөлдүү төлвөөс гэсгэлэн төлөвт шилжих үеийн шахалтын эсэргүүцэл зэргийг судлан тогтооно.

5.2.3. Ордыг далд аргаар олборлох нөхцөлд нуралт суултад автах бүсийн хил хүрээг тогтоож уулын үндсэн малталтуудыг нэвтрэх байрлалыг сонгох, тэдгээрийг

нэвтрэх болон бэхлэх аргачлал, хүдэр олборлох хамгийн оновчтой системийн сонголт хийх, хамгаалалтын цулын хэмжээг тогтоох зэрэг асуудлуудыг шийдвэрлэх зорилгоор инженер геологийн судалгааг явуулна. Далд аргаар олборлох ордын хайгуулын үед уулын даралт болон чулуулгийн хөдөлгөөний үнэлэмжийг тогтооход чиглэсэн мэдээлэл цуглуулах нь чухал ач холбогдолтой байдаг. Уулын даралт ба чулуулгийн хөдлөл нь дараах хүчин зүйлүүдээс шууд хамааралтай байдаг. Үүнд:

- 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.

Малталтуудын тааз болон ул чулуулагт ус агуулсан давхаргатай бол малталтыг усанд автахаас сэргийлсэн хамгаалалтын экраныг үлдээж, энэхүү экран бологч чулуулагт суналтын эсэргүүцлийн судалгаа хийсэн байх шаардлагатай. Олон түвшинд нэвтэрсэн гүний малталт бүхий уурхайд чулуулгийн физик-механик шинж чанарын өөрчлөлтийг байнга судлан хянаж байх шаардлагатай.

5.3. Ордын хайгуул болон ирээдүйн олборлолтын үйл ажиллагаанаас хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийг судлах, хүрээлэн буй байгаль орчныг хамгаалах, хүрээлэн буй байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөөлөл, түүнээс сэргийлэх арга замыг урьдчилан төлөвлөх асуудал бол ордын хайгуулын ажлын салшгүй нэгэн хэсэг юм. Ордын хайгуулын эхний үе шатнаас эхлэн хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийг буруулах, хүрээлэх орчныг хамгаалахад чиглэсэн судалгаа, хэрэгжүүлэх ажлуудад шаардагдах хөрөнгийн хэмжээг ордын эдийн засгийн үнэлгээнд суулгаж, эртнээс төлөвлөн хэрэгжүүлэх шаардлагатай.

5.3.1. Ордын хайгуул, олборлолтын үйл ажиллагаанаас хүрээлэн байгаа орчинд үзүүлэх нөлөөллийн үнэлгээнд дараах судалгааны ажлууд хамаарагдана. Үүнд:

1. Хүрээлэн байгаа орчны суурь үзүүлэлтүүдийг судлан тогтоох.

Энэхүү судалгааг ордын хайгуул эхлэх эхний үе шатанд хийж, хүрээлэн буй орчинд хайгуул болон ирээдүйн олборлолтоос үзүүлж байгаа нөлөөллийн хэм, хэмжээг үнэлэхэд харьцуулах суурь өгөгдөл болгон ашиглана. Энэхүү суурь судалгаанд агаар мандал, гадаргуугийн болон гүний ус, ургамлын бүрхэвч, хөрс, хучаас хурдсын анхдагч төлөв байдлын үнэлгээ, агаар, ус, хөрс, ургамлын бүрхэвч, агуулагч чулуулгийн геохимийн суурь үзүүлэлтүүд, мөн эдгээр дэх цацрагжилтын суурь үнэлгээ болон бусад суурь судалгаа багтана.

2. Хүрээлэх орчинд уул уурхайн байгууламжуудыг барих, олборлолт, боловсруулалтын үйл ажиллагаа явуулснаас үзүүлэх нөлөөллийн судалгаа

Энд дээрх үйл ажиллагаанаас хүрээлэх орчинд үзүүлэх химийн ба физик нөлөөллүүд болох тоосжилтын хэмжээ, цацрагжилт, хүрээлэх орчинд сарнин

тархаж болох хүнд, хортой (Hg, Pb, Zn, As, Cd, Se, Cu, Cr, V) элементүүдийн тархалт, хуримтлах нөхцөлийн судалгаа, агаар мандал, гадаргуугийн болон гүний ус, хөрс, ургамлын бүрхэвчийн бохирдолт, түүний хэмжээ, динамик, бохирдлын хүрээ, уурхайгаас зайлуулсан ус болон баяжуулалтын хаягдал уснаас хүрээлэх орчинд үзүүлж байгаа бохирдуулах нөлөөлөл, уурхайн үйл ажиллагаа, хүдэр ба чулуулаг тээвэрлэлтээс хөрс, ургамлын бүрхэвчийг талхлан гэмтээх байдал, уурхайн үйл ажиллагааны зориулалтаар ус, ой мод, барилгын материал зэрэг байгалийн баялгийг авч ашиглах хэмжээ, үүнээс хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөлөл зэргийг судлан тогтооно.

Мөн уурхайн үндсэн болон ахуйн барилга байгууламжуудыг барих талбайг сонгох, барьж байгуулах, уурхайн хаягдлын хадгалалт зэргээс хүрээлэх орчинд үзүүлэх нөлөөллийн хэмжээг тогтооно. Уурхайн хаягдлаас хүрээлэх орчинд үзүүлэх нөлөөллийг тооцсоны үндсэн дээр хаягдал хадгалах, хамгаалах технологийг боловсруулж мөрдөнө.

5.3.2. Уурхайн усыг үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаанд дахин хэрэглэх боломжийг судалж, уурхайн усан дахь химийн нэгдэл, элементүүдийн агууламжийг тогтоох, уурхайн бохирдсон ус нь байгалийн устай холилдохоос сэргийлэх арга замыг тогтоох зэрэг судалгааг хийсэн байна.

5.3.3. Хүрээлэх орчныг хамгаалах үйл ажиллагаанд уурхайн нөхөн сэргээлт хамгийн чухал үүрэгтэй. Уурхайн нөхөн сэргээлтэд газрын гадаргын техникийн нөхөн сэргээлтээс гадна биологийн нөхөн сэргээлт хамгийн чухал ач холбогдолтой. Манай орны тал хээрийн болон говийн бүсэнд үүсч бүрэлдсэн багахан зузаантай үржил шимт хөрс нь туйлын эмзэг тул олборлолт эхэлмэгц үржил шимт хөрсний овоолгыг шимт байдал нь алдагдахгүй нөхцлөөр хийж, хожмын биологийн нөхөн сэргээлтэд хэрэглэнэ.

5.3.4. Агуулагч чулуулаг, хуулсан хөрс болон үндсэн ашигт малтмалыг дагалдагч бусад ашигт малтмалын үйлдвэрлэлийн ач холбогдлыг тодорхойлох судалгааг "Ашигт малтмалыг иж бүрэн судлах, дагалдах ашигт малтмал ба бүрдвэрийн нөөцийг тооцоолох аргачилсан зөвлөмж"-ийн дагуу судалсан байна. Энэ төрлийн зөвлөмж боловсруулагдаагүй тохиолдолд бусад оронд боловсруулан мөрдөж байгаа адил төсөөтэй зөвлөмж, тухайлбал, ОХУ-ын "Рекомендация по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов. 2007"-ийг энэ зорилгоор ашиглах боломжтой.

5.3.5. Ордын геологи хайгуулын судалгааны үед ирээдүйн олборлох, боловсруулах үйлдвэрлэлийг явуулах уурхайн ил хүрээ, тусгай зөвшөөрлийн талбай, түүний хүрээнд байж болох археологи, түүхийн дурсгалт зүйлс, палеонтологийн олдворын судалгааг Монгол Улсын "Соёлын өвийг хамгаалах" хууль тогтоомжид тогтоосон журам, шаардлагын дагуу мэргэжлийн байгууллагуудаар хийлгэсэн байна.

5.4. Олборлолтын үеийн гидрогеологи, инженер-геологи, геокриологи, уул-геологи ба байгалийн бусад нөхцөлүүдийг, ордыг ашиглах төсөл боловсруулахад шаардлагатай анхдагч мэдээллээр хангах хэмжээний нарийвчлалтайгаар, геологи геофизикийн болон бусад аргуудыг ашиглан судалсан байна.

Олборлолтын үеийн маш нийлмэл гидрогеологи, инженер-геологи ба байгалийн бусад нөхцөлүүдтэй тохиолдолд тусгайлсан ажлыг холбогдох журмын дагуу хийж болно.

Зургаа. Ордын нөөцийн тооцоолол ба баялгийн үнэлгээ

6.1. Хромын хүдрийн ордын нөөцийн тооцоолол, баялгийн үнэлгээ хийхэд Монгол Улсын Уул уурхайн сайдын 2015 оны 9 дүгээр сарын 11-ний өдрийн 203 дугаар тушаалаар батлагдсан "Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар"-ын шаардлагыг баримтална.

6.2. Энэхүү зааварт ордын нөөцийг нөлөөлөх хүчин зүйлээс хамааруулан геологийн нөөц, үйлдвэрлэлийн нөөц гэж ангилсан. Геологийн нөөцийг ордын хайгуулын ажлын үр дүнгээр тооцоолдог бол үйлдвэрлэлийн нөөцийг ордыг олборлох техник-эдийн засгийн үндэслэл боловсруулахад тооцоолно.

6.3. Ордын геологийн нөөцийг Бодитой, Боломжтой зэрэглэлд ангилах бөгөөд Бодитой нөөцийг (В), Боломжтой нөөцийг (С) үсгээр тэмдэглэнэ.

6.4. **Бодитой (В)** зэрэглэлийн нөөцийг II ба III бүлгийн ордын нарийвчлан судлагдсан хэсэгт тооцоолно. Хэсэгшлийн хилийг малталт ба цооногоор хязгаарлана. Харин хүдрийн биетийн зузааны өөрчлөлт, үндсэн ашигт бүрдвэрийн тархалтын зүй тогтол зэрэг ордын төрхийг тодорхойлогч үндсэн үзүүлэлтүүд, уул-геологийн нөхцөлийг сайтар судалж тогтоосон II бүлгийн орд, түүний хэсэгт бодитой (В) зэрэглэлийн нөөцийн хилийг хязгаартай экстраполяцын хүрээнд тогтоож болно. Олборлож буй ордод хийж байгаа гүйцээх хайгуул, ашиглалтын хайгуул болон уулын бэлтгэл малталтын ажлын үр дүнгээр мөн бодитой (В) зэрэглэлээр нөөц тооцоолно. Бодитой (В) зэрэглэлийн нөөц нь Монгол улсын "Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар"-т тусгагдсан бодитой (В) зэрэглэлийн нөөцөд тавигдах шаардлагуудыг бүрэн хангасан байна.

II бүлгийн ордод нөөцийн дийлэнх хэсгийг бодитой (В) зэрэглэлээр тооцоолно.

6.5. III бүлгийн ордод нөөцийн дийлэнх хэсгийг Боломжтой (С) зэрэглэлээр тооцоолно.

Боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцийг ордын хайгуулын торын нягтрал нь мөн зэрэглэлийн нөөцийн шаардлагыг хангах хэмжээнд хүртэл нягтарсан хэсэгт тооцоолох ба тооцоолж буй хэсгийн хайгуулаар тогтоосон мэдээлэл, үр дүн нь ордын нарийвчилсан судалгаа хийсэн хэсгийн үр дүнгээр, эсвэл олборлож буй ордод ашиглалтын үр дүнгээр баталгаажсан байна.

Боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцийн хилийг хайгуулын малталт, цооногийн үр дүнд тулгуурлан ордын геологийн тогтоц, ашигт бүрдвэрийн тархалт, хүдрийн биетийн зузаан ба морфологийн өөрчлөлт, геофизикийн судалгааны үр дүн зэргийг харгалзан экстраполяцын аргаар тодорхойлж болно.

Боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөц нь Монгол улсын "Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар"-т тусгагдсан Боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцөд тавигдах шаардлагыг хангасан байна.

IV бүлгийн орд нь эдийн засгийн хувьд үр өгөөж нь тодорхой бус, эрлийн түвшинд үнэлэгдэж байгаа тул шаардлага хангасан түвшинд судлагдсан хэсэгт Боломжтой (С) зэрэглэлээр нөөцийг тооцож болно.

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

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

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

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

6.8. Ордын нөөцийг тооцоолохдоо ордыг геологийн тогтоцын нийлмэл байдал, судалгааны түвшин зэрэгт тулгуурлан хэсэгшлүүдэд хувааж тооцоолно. Нөөцийн тооцооллын нэгэн хэсэгшилд хамаарагдах орд, хүдрийн биетийн хэсэг нь дараах шаардлагуудыг хангасан байна. Үүнд:

1. Ашигт малтмалын чанар ба тоо хэмжээг тодорхойлогч гол үзүүлэлтүүд нь ижил түвшинд судлагдсан байна.
2. Геологийн тогтоц нь нэгэн төрлийн, хүдрийн биетийн зузаан, ашигт малтмалын чанарын гол үзүүлэлтүүд, бодисын найрлага, хүдрийн технологийн шинж чанар зэрэг үзүүлэлтүүдийн хувьсан өөрчлөгдөлт нь адил буюу бараг адил төрхтэй.

3. Хүдрийн биетийн байрших нөхцөл тогтвортой, нөөцийн хэсэгшил нь структурийн нэгэн элементийн (атирааны нэг жигүүр, эсвэл цөм хэсэг, хагарлаар хүрээлэгдсэн нэгэн хэсэгшил гэх мэт) хүрээнд багтсан.
4. Олборлох уул техникийн адил нөхцөлтэй байх шаардлагатай.

6.9. Ордын нөөц тооцоолох нэгж хэсэгшил ялгахад тавигдах энэхүү шаардлагуудыг нөөц тооцоолох уламжлалт аргуудын хувьд тэр болгон баримтлах боломжгүй болдог. Тухайлбал зүсэлтийн аргаар ордын нөөц тооцоолоход нэгж хэсэгшлийг хайгуулын хоёр шугам хооронд ялгадаг тул ордын геологийн тогтоцын төрх байдал, ашигт бүрдвэрийн тархалт болон зузааны өөрчлөлтийн шинж, хүдрийн технологийн төрөл ба сортуудын ялгааг нөөцийн нэгэн хэсэгшлийн хүрээнд тэр болгон харгалзах боломжгүй юм. Иймд ордын нөөцийн тооцооллыг 2-оос доошгүй аргачлалаар хийж, харьцуулсан дүгнэлт гаргасан байх хэрэгтэй.

6.10. Геостатистикийн аргаар нөөц тооцоолоход орд, хүдрийн биетийг жишгийн (кондици) үзүүлэлтүүд болон ирээдүйн олборлолтын арга, малталтын параметрууд, ангилан олборлолт хийх хэсэгшлийн бага хэмжээ, олборлолтод хэрэглэх техникийн үзүүлэлтүүд зэрэгт тулгуурлан микро хэсэгшлүүдэд ангилан тооцоолж байна. Харьцангуй бага хэмжээтэй ийм микро хэсэгшилд ордын геологийн тогтоц болон хүдрийн шинж чанартай холбогдох өөрчлөлтийг сайтар харгалзан, жигд үзүүлэлт бүхий нэгж хэсэгшил ялгах боломжтой болдог. Гэвч ийм микро хэсэгшлийн нөөцийн гол үзүүлэлтийн дийлэнх нь (тухайлбал ашигт бүрдвэрийн агуулга нь) бодит хэмжилтээр бус кригинг, ойр хөршийн арга зэрэг геостатистик тооцоогоор тогтоосон өгөгдөл юм. Иймээс ОХУ болон ХНО-ын ордын нөөцийн ангиллын зааварт ийм микро хэсэгшлийн хэмжээг ордын хайгуулын торын нягтралын дундаж хэмжээний 1/4-ээс багагүй байлгахыг зөвлөмж болгосон байгааг анхаарах хэрэгтэй.

Геостатистик аргыг хир оновчтой бөгөөд өгөөжтэй хэрэглэх нь тухайн ордын геологийн тогтоцын онцлог шинж, түүний төрх байдлыг тодорхойлогч ашигт бүрдвэрийн орон зайн тархалтын зүй тогтол, хүдрийн биетийн зузаан, хэлбэр хэмжээний өөрчлөлт, нөөцийн нэгж хэсэгшил ангилахад нөлөөлөх геологи-структурийн хил заагууд зэргээс ихээхэн хамааралтайгаас болохоос 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 нөөц 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. Хромын хүдрийн ордын хувьд хоёр хэмжээст орон зайн загвар

(зүсэлтүүд, давхаргын планууд) байгуулахад хүдрийн биетийн сунал ба уналын дагуу (эсвэл сунал ба түүнд хөндлөн чиглэлд) хэдэн арваар тоологдох мэдээлэл, гурван хэмжээст загвар байгуулахад хүдрийн биетийн зузааны дагуу хэдэн зуун өгөгдөл байхыг оновчтой гэж үзнэ.

6.11. Ордын нөөцийг ийнхүү зэрэглэлээр ангилан тооцоолохоос гадна ирээдүйн олборлолтой уялдуулан олборлолтын арга, системээр, ил аргаар олборлох бол олборлолтын ахицын түвшингээр, хүдрийн технологийн төрөл ба сортоор ангилан тооцоолох, эдийн засгийн үнэлгээгээр геологийн болон үйлдвэрлэлийн нөөцөөр ангилан тооцоолно.

Олборлож байгаа ордын хувьд хайгуулын болон ашиглалтын хайгуулын үр дүнд тулгуурлан олборлоход бэлтгэгдсэн, олборлосон, хамгаалалтын цулд үлдсэн, хот байгууламж, уурхай, усан сан зэрэг томоохон байгууламжийн доор үлдсэн нөөц, хууль эрх зүй, байгаль хамгааллын болон бусад нөлөөлөх хүчин зүйлийн учир шалтгаанаар олборлохгүй нөөц гэх зэргээр ангилан тооцоолно.

6.12. Ашигт малтмалын ордын нөөцийн тооцоо бүхий тайланг Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2018 оны 2-р сарын 5-ны өдрийн А/20 дугаар тушаалаар батлагдсан "Ашигт малтмал эрэх, хайх, ашиглах үйл ажиллагааны журам"-ын дагуу хийнэ.

6.13. Хромын хүдрийн ордын нөөцийн тооцоолол ба үнэлгээнд түгээмэл хэрэглэгддэг дараах жишиг үзүүлэлтүүдийг зайшгүй хэрэглэнэ. Үүнд:

- Захын агуулга, %
- Үйлдвэрлэлийн бага агуулга, %
- Хүдрийн биетийн үйлдвэрлэлийн бага зузаан, м.
- Метрпроцентийн бага утга, м%
- Нөөцийн хүрээнд багтааж болох хоосон чулуулгийн үеийн их зузаан, м.
- Хортой хольцын хязгаар утгууд
- Ил аргаар олборлох ордод хөрс хуулалтын хязгаар утга

Долоо. Ордын судлагдсан байдал

Монгол Улсын Уул уурхайн Сайдын 2015 оны 9-р сарын 11-ний өдрийн 203 дугаар тушаалаар батлагдсан "Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар"-ын дагуу ашигт малтмалын ордыг (томоохон ордын хувьд түүний зарим хэсгийг) судлагдсан түвшингээр нь:

- Үнэлгээ өгөгдсөн орд
- Хайгуул хийгдсэн орд гэж ангилна.

7.1. Үнэлгээ өгөгдсөн орд гэж ордын геологийн тогтоц, гидрогеологи, инженер геологи, олборлолтын нөхцөл, хүдрийн биетүүдийн хэлбэр, хэмжээ, ашигт малтмалын чанар, хүдрийн технологийн шинж чанар нь цаашдын хайгуулын ажлыг үндэслэлтэй явуулж болохуйц түвшинд судлагдаж, үйлдвэрлэлийн ач холбогдолд үнэлгээ өгсөн ордыг хэлнэ.

Эрэл-үнэлгээний ажлаар дараах шаардлагуудыг хангах түвшинд судалсан байна. Үүнд:

- Үнэлгээ өгч байгаа ордын, ашигт малтмалын үйлдвэрлэлийн төрөл, ач холбогдлыг тодорхойлон, хүдэржилтийн гарал үүсэл, хүдрийн биетийн хэлбэр, хэмжээний талаар үнэлгээ өгч, хэтийн төлөвтэй хэсгүүдийг ялган, цаашдын хайгуулын ажил явуулах үндэслэлийг гаргасан байна.
- Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн биетийн хэлбэр хэмжээг тодорхойлон, баялгийн үнэлгээг илрүүлсэн (P1) баялгийн зэрэглэлээр, төлөөлөл сайтай жижиг хэсэгт хүдрийн нөөцийг Боломжтой (C) зэрэглэлээр тооцоолсон байна.
- Ашигт малтмалын бодисын найрлага, хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгааг, ашигт малтмалыг иж бүрдлээр нь ашиглах, хүдрийг боловсруулах технологийн зарчмын схемийг сонгон авах түвшинд гүйцэтгэсэн байна.
- Ордын гидрогеологи, инженер геологи, геотехник, геоэкологи, олборлолтын болон бусад нөхцөлүүд, тэдгээрийн гол үзүүлэлтүүд нь урьдчилсан байдлаар үнэлгээ өгөх түвшинд судлагдсан байна.
- Нөөцийн тооцоонд ашиглах жишгийн үзүүлэлтүүдийг техник-эдийн засгийн урьдчилсан тооцоон дээр тулгуурлан, эсвэл судалж байгаа ордтой геологийн тогтоц, олборлох нөхцөлөөрөө төсөөтэй, нэг хүдрийн бүсэд орших судлагдсан ордтой харьцуулах журмаар сонгон авч болно.
- Ордыг олборлох арга, систем, технологийн сонголт, олборлолтын хэмжээг ижил төсөөтэй ордын олборлолттой харьцуулан судалсны үндсэн дээр тоймлон тогтоосон байна.
- Ордыг олборлох үеийн уурхайн үйлдвэрийн болон ахуйн хэрэгцээний усан хангамжийн асуудалд орон нутгийн гидрогеологийн судалгаа, ойр байрших болон ордын эрэл-үнэлгээний ажлаар тогтоогдсон уст цэгүүдийн тухай мэдээллүүдэд тулгуурлан үнэлгээ өгсөн байна.
- Ордыг олборлохтой холбоотой хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөөллийг тодорхойлж, үнэлгээ өгсөн байна.

7.2. Үнэлгээ өгсөн ордын хувьд хүдрийн биетийн хэлбэр, хэмжээ байршил хүдрийн бодисын найрлагыг нарийвчлан судлах, хүдрийг баяжуулах болон боловсруулах технологийн горимыг сонгох зорилгоор ордын хамгийн сайн судлагдсан, төлөөлөл сайтай хэсэгт хийгдсэн хайгуулын ажлын үр дүн болон нөөцийн тооцоолдолд дүгнэлт гаргасан шинжээчидтэй зөвлөлдсөний дагуу туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт хийж болно.

Туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолтыг ордын хайгуулын ажлын хөтөлбөрт багтаан, уул уурхайн болон хүрээлэх орчны хяналтын төрийн байгууллагуудын зөвшөөрөлтэйгөөр гүйцэтгэнэ.

Туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолтыг ордын геологийн тогтоцыг нарийвчлан судлах, олборлолтын үеийн уул-геологийн болон техникийн нөхцөлийг тодруулан, олборлох арга, технологи, хүдэр баяжуулах оновчит горимыг сонгоход багахан хэмжээний туршилт олборлолт явуулж баталгаажуулах зайлшгүй шаардлага гарсан тохиолдолд гүйцэтгэнэ.

Мөн ийм туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолтыг, томоохон нөөцтэй ордыг олборлох уул уурхайн цогцолбор үйлдвэр байгуулахын өмнө хүдэр баяжуулах

горимыг нягтлах, баяжуулах технологийн хувьд шинэ, өвөрмөц төрлийн хүдэртэй, олборлолтын шинэ арга технологийг туршин нэвтрүүлж байгаа ордод хэрэглэнэ.

7.3. Хайгуул хийгдсэн орд гэж түүний геологийн нөөц, ашигт малтмалын чанарын үнэлгээ, хүдрийг боловсруулах технологийн шинж чанар, ордын гидрогеологийн болон геотехник, олборлолтын нөхцөл, ордын нөөцийг тооцоолоход шаардлагатай бусад үзүүлэлтүүдийг өрөмдлөг, уулын ажил (ил ба далд малталт)-аар 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 боловсруулахад хангалттай түвшинд судлагдсан ордыг хэлнэ.

Хайгуулын ажлаар хромын ордыг дараах шаардлагуудыг хангасан түвшинд судалсан байна. Үүнд:

- Хромын ордыг энэхүү зөвлөмжид заасан ордын геологийн тогтоцын нийлмэл байдлын тохирох бүлэгт хамааруулан, ордын геологийн нөөцийг техник-эдийн засгийн тооцоон дээр тулгуурлан үндэслэлтэй тогтоосон жишгийн үзүүлэлтүүдийг баримтлан, тухайн бүлэгт тохирох зэрэглэлээр ангилан тооцоолсон байна.
 - Ордын геологийн тогтоцын онцлог байдал, олборлох, боловсруулах үйлдвэр байгуулах болон хөрөнгө оруулалтын нөхцөл дээр тулгуурлан янз бүрийн зэрэглэлээр тооцоологдсон ордын нөөцийн оновчтой харьцааг эрх бүхий мэргэжлийн зохиогч тогтоож, шинжээч хянаж, баталгаажуулна.
 - Ордын хүдрийн биетийн хэлбэр, хэмжээ, геологийн тогтоцыг аль болох нарийвчлан судалж баталгаажуулах ба ордын хүдрийн нөөцийг ордын бүлэгт заагдсан шалгуурыг ханган хайгуул хийгдсэн хэсгүүдэд бодитой (В), бусад хэсэгт боломжтой (С) зэрэглэлээр тооцоолсон байна.
- Бодитой нөөцийн хэмжээ нийт нөөцийн 50,0%-иас багагүй байна.
- Хүдрийн чанарын судалгааны үр дүн нь хүдрийг боловсруулах технологийн оновчтой горимыг сонгох, ашигт малтмалыг иж бүрдлээр нь ашиглах, олборлох болон боловсруулах үйлдвэрийн хаягдлыг хэрэглэх боломж, чиглэлийг тогтоох, мөн хаягдлыг хадгалах болон булшлах нөхцлийг тодорхойлох боломжийг бүрдүүлсэн байна.
 - Ордыг иж бүрэн судалж, дагалдах ашигт малтмалын нөөцийг тооцоолон, хуулах хөрс, газрын доорх усыг ашиглах чиглэлийг нь тодорхойлсон байна.
 - Ордын гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологи, олборлолтын болон бусад нөхцөлийг судалж тогтоосон мэдээлэл нь хүрээлэн буй байгаль орчныг хамгаалахтай холбоотой хууль тогтоомжууд, уурхайн аюулгүй ажиллагааны болон олборлох, боловсруулах үйлдвэр байгуулах техник-эдийн засгийн үндэслэл боловсруулах шаардлагуудыг хангасан байна.
 - Ордын геологийн тогтоц дээр тулгуурлан сонгон авсан, ордыг төлөөлөх тухайлсан хэсгийн хэмжээнд түүний геологийн тогтоц, ашигт малтмалын чанар, тоо хэмжээ, ашигт бүрдвэрийн тархалт болон хүдрийн биетийн бүтцийг нарийвчлан судалж тогтоосон байна.

- Ордын нөөцийг тооцоолоход хэрэглэгдэх жишгийн үзүүлэлтүүдийг ирээдүйн олборлох ба боловсруулах үйлдвэрийн цар хэмжээ, ордын үйлдвэрлэлийн ач холбогдлыг үнэмшилтэйгээр тодорхойлох түвшинд хийсэн техник-эдийн засгийн урьдчилсан тооцоонд үндэслэн сонгоно.

Хүдрийн нэг бүс, дүүрэгт орших, адил гарал үүсэл болон төсөөтэй геологийн тогтоцтой ордуудын хувьд нөөцийг тооцоолох жишгийн үзүүлэлтүүдийг адилтган авч болох боловч үүнийгээ харьцуулсан судалгаагаар сайтар үндэслэсэн байна.

- Ордыг олборлох, хүдрийг боловсруулах үед хүрээлэн байгаа байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөөлөл, түүний үр дагаварыг аль болох бүрэн тогтоож, таамаглаж буй сөрөг нөлөөллийг бууруулах, арилгах арга замын талаарх санал, дүгнэлт, зөвлөмжийг гаргасан байна.

7.4. Дээрх шаардлагуудыг хангаж хайгуул хийгдсэн ордын геологийн болон үйлдвэрлэлийн нөөц, ордыг олборлох техник-эдийн засгийн үндэслэлүүд нь Улсын эрдэс баялгийн мэргэжлийн зөвлөлөөр хэлэлцэгдэж бүртгэлжсэн байна.

Найм. Ордын нөөцийг дахин тооцоолж, бүртгэлжүүлэх

8.1. Ордын олборлолтын явцад болон нэмэлт хайгуулын ажлаар ордын өмнө нь тогтоосон геологийн болон үйлдвэрлэлийн нөөцийн хэмжээ, ашигт малтмалын чанар болон ордын геологи-эдийн засгийн үнэлгээнд ихээхэн хэмжээний зөрөө гарсан тохиолдолд ордын хайгуул, олборлолт эрхлэгчдийн санаачлагаар болон ашигт малтмалын асуудал эрхэлсэн төрийн захиргаа, хяналтын байгууллагуудын санаачлагаар ордын нөөцийг дахин тооцоолж, бүртгэлжүүлэх ажлыг дараах тохиолдлуудад хийнэ. Үүнд:

8.2. Ордыг ашиглаж байгаа үйлдвэрийн эдийн засгийн үр өгөөж бодитоор буурсан тохиолдолд тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчийн санаачлагаар нөөцийн дахин тооцоолол хийж, шинэчлэн бүртгүүлж болно:

- Өмнө хайгуул хийж бүртгүүлсэн нөөц ба ашигт малтмалын чанар нь олборлолтын явцад батлагдахгүй байгаа (30%-оос дээш хэмжээгээр өсч, буурсан)
- Үйлдвэрлэлийн өөрийн өртгийн түвшинг тогтвортой байгаа нөхцөлд бүтээгдэхүүний үнэ мэдэгдэхүйц унасан (20%-иас их)
- Эрдсийн түүхий эд, ашигт малтмалын чанарт тавигдах шаардлага өөрчлөгдсөн
- Олборлолтын явцад нөөц нь батлагдаагүйн улмаас нөөцийн балансаас хасах олборлохгүй нөөц нь нөөцийн хөдөлгөөн хийх журам, зааварт заасан хэмжээнээс 20 % ба түүнээс их хэмжээгээр хэтэрсэн.
- Нэмэлт болон ашиглалтын хайгуулын ажлаар өмнө нь тогтоогдсон нөөцийн зэрэглэлд өөрчлөлт орох нөхцөл бүрдсэн.

8.3. Төрийн захиргааны хяналт, шалгалтын байгууллагын шаардлагаар нөөцийн дахин тооцоолол ба бүртгэлжүүлэлт хийнэ:

- Тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч нь татвар ноогдуулах хэмжээг үндэслэлгүйгээр бууруулсан

- Ашиглалтын үеийн хайгуул болон олборлолтын явцад ордын нөөц нь өмнө тооцож бүртгүүлснээс 30%-иас их хэмжээгээр нэмэгдсэн эсхүл буурсан,
- Бүтээгдэхүүний дэлхийн ба дотоодын зах зээлийн үнэ байнга тогтвортой өсөж байгаа (жишгээр тогтоосон үнээс 30 %-иас их),
- Эдийн засгийн ач холбогдолтой үйлдвэрлэлийн чанарыг өөрчлөх шинэ техник, технологи бий болсон, түүнийг нэвтрүүлсэн, нэвтрүүлэх зайлшгүй шаардлага үүссэн
- Ордын нөөцийг өмнө нь бүртгэх үед тогтоогдоогүй байсан хортой хольц ба ашигт бүрдвэрүүдийг хүдэрт болон агуулагч чулуулагт шинээр илрүүлсэн.

8.4. Тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчийн болон улсын эрх ашиг зөрчигдсэн, ноогдуулах татварын хэмжээ үндэслэлгүй өөрчлөгдсөн.

8.5. Геологийн, технологийн, гидрогеологийн ба уул-техникийн (геотехникийн) нөхцөлд хүндрэлтэй байдал үүссэн, бүтээгдэхүүний дэлхийн зах зээлийн үнийн түр зуурын уналт зэрэг богино хугацааны шалтгаанаас үүдэлтэй олборлолт-үйлдвэрлэлийн эдийн засгийн асуудлыг, ашиглалтын үеийн жишгийн өөрчлөлтийн тусламжтайгаар шийдвэрлэх бөгөөд ордын геологийн болон үйлдвэрлэлийн нөөцийг дахин тооцоолж, дахин баталгаажуулах, бүртгүүлэх шаардлагагүй.

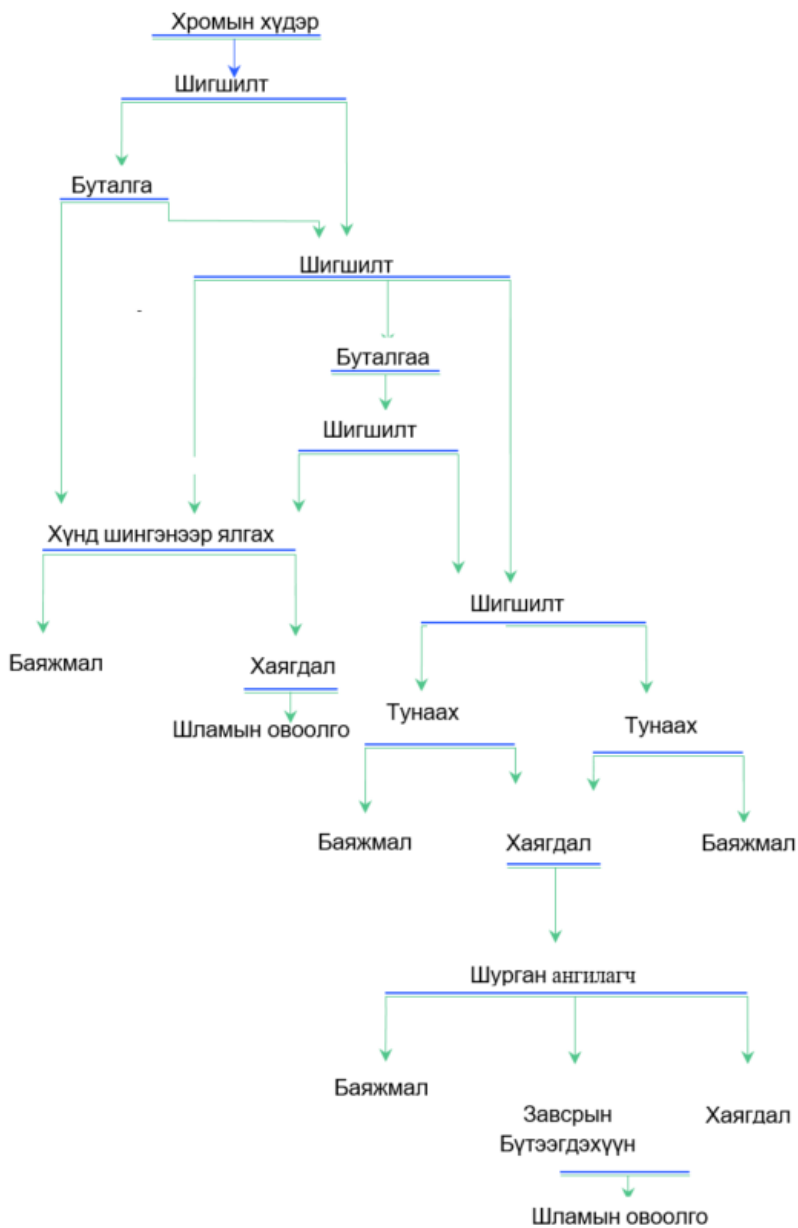
Ес. Ашигласан материал

1. Д.Даваасамбуу, Д.Сосорбарам, Д.Гантөмөр. Ашигт малтмалын ордын хайгуул, нөөцийн тооцоо, нөөцийн ангилал. Улаанбаатар хот. 2013 он.
3. С.Жаргалан, Б.Энхжаргал, Д.Алтанхуяг. Металл ашигт малтмал. Хуудас 35-42. Улаанбаатар хот. 2017 он.
4. Методические рекомендации по применению Классификации запасов к месторождениям хромовых руд. Министерство природных ресурсов РФ. Федеральное агентство по недропользованию Государственная комиссия по запасам. Москва. 2005. 39- 90 стр.
5. Пинус Г.В, Агафонов Л.В, Деснов Ф.П. Альпинотипные гипербазиты Монголии (Тр. Совмест. Сов. –Монгол НИ геологич. Экспедиция, труды, вып 36). Изд. Наука, Москва. стр 200. 1984.
6. Ред. Покалева В.Т. Формации Хромитовых месторождений. В кн. Принципы прогноза и оценки месторождений полезных ископаемых. Москва. Недра. 3 стр.
7. Ступаков С.И, Агафонов Л.В, Хромититы офиолитов Северо-западной Монголии и Южной Тувы /Офиолитовые ассоциации складчатых областей/. Вып 7. Новосибирск: ИГ и ГСО АН СССР. стр 57-71. 1993.
8. Ц.Түдэв, Н.Дондог, Н.Арвисбаатар, П.Дугараа. Геофизикийн судалгаа хийх заавар. Монгол Улсын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд хийгдэх цахилгаан, соронзон, гравиметр, агаарын геофизикийн зураглалын ажлыг гүйцэтгэх ба тайлагнах заавар, тавих шаардлага. Улаанбаатар хот. 2019 он.
9. Bat-Erdene G, and Todbileg M. Jon Gol chromite occurrence. Mongolian Geoscientist. No5, 4-5 pp. 1997.

Арав. Хавсралт

Хавсралт 1

Хромын хүдрийг баяжуулах технологийн схем



Донскийн УБҮ-ийн гравитацийн баяжуулалтын технологийн схем

Баяжуулалтын технологийн дараалал

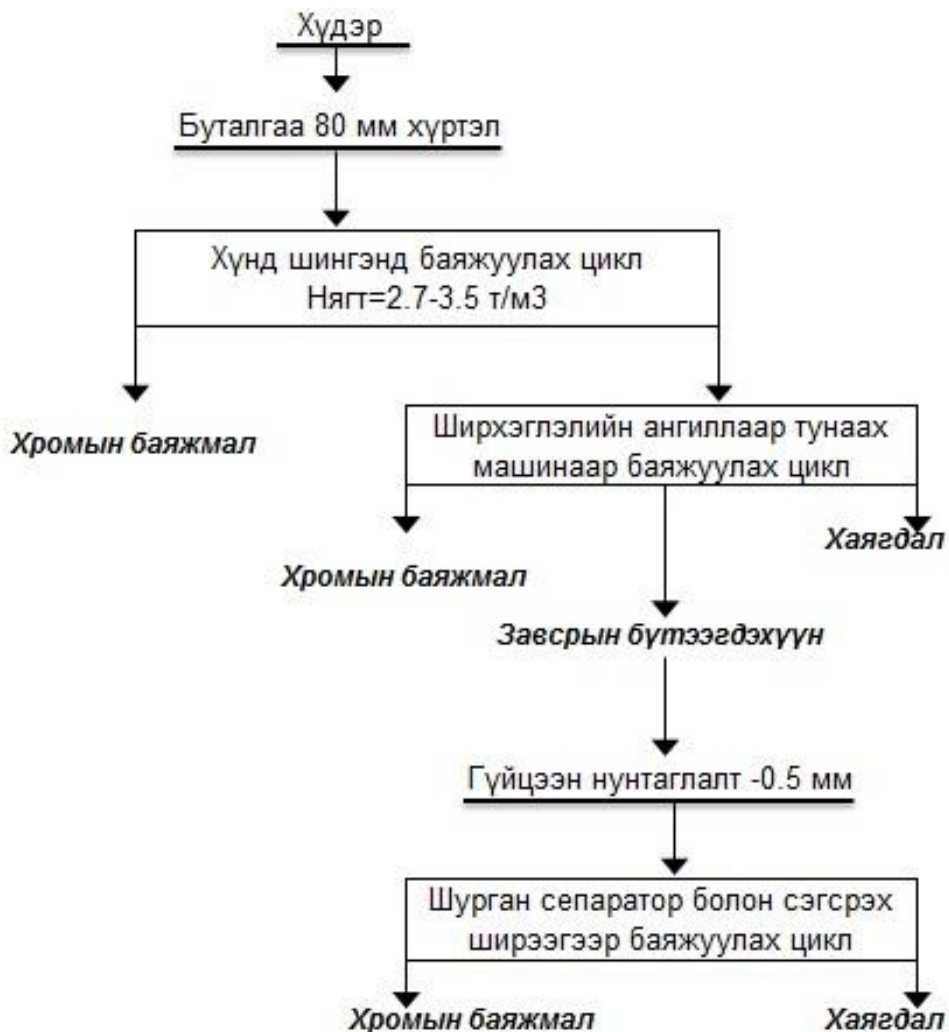
Хүдэр бэлтгэх ажиллагааны дараа 0-160 мм-ийн хромын хүдэр нь 0-10 мм, 10-160 мм ангиллаар ялгахын тулд шигшүүр рүү өгөгдөнө. Эндээс 10-160 мм ангиллын хүдрийн баяжуулалт нь “Ведаг” хүнд шингэний төхөөрөмж дээр явагдана.

10-160 мм-ийн ангиллын баяжмал нь бэлэн бүтээгдэхүүний агуулах руу тээвэрлэгдэнэ.

10-160 мм-ийн ангиллын бүхэллэг хаягдал нь завсрын агуулах руу, мөн цаашид шламын овоолго руу тээвэрлэгдэнэ.

0-10 мм-ийн ангиллын торны доорх бүтээгдэхүүн нь 0-3 мм болон 3-10 мм ангилалд ялгагдах ба тунаах машин дээр баяжуулагдана. 3-10 мм-ийн ангиллын торны дээрх бүтээгдэхүүн нь шигшүүрээс ОПС-24 маркийн тунаах машинд өгөгдөнө. Тунаах машины баяжмал нь бэлэн бүтээгдэхүүний агуулах руу тээвэрлэгдэнэ. Тунаах машины хаягдал нь шурган ангилагч дээр гүйцээн баяжуулагдсанаар баяжмал, завсрын бүтээгдэхүүн, хаягдал гэсэн 3 бүтээгдэхүүн гарна.

Донской УБҮ-1 –ийн хаягдал нь шламын овоолго буюу хаягдлын далан руу ачигдана.



Баяжуулалтын технологийн схем