

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

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

АРГАЧИЛСАН ЗӨВЛӨМЖ

(БЕРИЛЛИ)



Энэхүү зөвлөмжийг Австрали Монголын Эрдэс баялгийн салбарын хамтын ажиллагааны (АМЕП 2) хөтөлбөрийн дэмжлэгтэйгээр боловсрууллаа. Уг хөтөлбөрийг Австралийн Гадаад хэрэг, худалдааны яам (Австралийн тусламжийн хөтөлбөр) санхүүжүүлж, Адам Смит Интернэшнл зөвлөх компани хэрэгжүүлэв.



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

Монгол Улсын Эрдэс баялгийн мэргэжлийн зөвлөлийн 2022 оны 04-р сарын 01-ны өдрийн ХХ-05-05 дугаар хуралдаанаар хэлэлцэн Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2022 оны 04 дугаар сарын 21 ны өдрийн А/76 тоот тушаалаар батлав.

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

БЕРИЛЛИ

Боловсруулсан:

Д.Доржготов – Монгол улсын зөвлөх геологич, доктор (PhD),

П. Наранхүү – Геологич

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

Редакцийн зөвлөл:

Ахлагч

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

Гишүүд

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

Г. Дэжидмаа Монгол улсын зөвлөх геологич, доктор (Ph.D)

Г. Жамсрандорж Монгол улсын зөвлөх геологич, доктор (Ph.D)

Д. Алтанхуяг Монгол улсын зөвлөх геологич, дэд профессор, доктор (Ph.D)

Нарийн бичгийн дарга

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

Хянан тохиолдуулсан шинжээчид:

Г. Дамдин Монгол улсын зөвлөх геологич

Ш.Чимгээ Монгол улсын зөвлөх инженер

Д.Оюун Монгол улсын зөвлөх инженер, доктор (PhD)

Гарчиг

1. Ерөнхий ойлголтууд	5
2. Хайгуулын зорилгоор ордыг геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар бүлэглэх нь.....	11
3. Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүний судалгаа.....	15
4. Хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа	28
5. Ордын гидрогеологи, инженер геологи (геотехник), геоэкологийн ба байгалийн бусад нөхцлийн судалгаа	33
6. Ордын нөөцийн тооцоолол ба баялгийн үнэлгээ	36
7. Ордын судлагдсан байдал	43
8. Ордын нөөцийг дахин тооцоолж, бүртгэлжүүлэх	46
9. Ашигласан материал.....	47
10. Хавсралт. Монголын берилли агуулсан ховор металлын (W, Sn, Be) комплекс ордуудын хүдрийг баяжуулах технологийн бүдүүвчүүд	48

1. 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	$Be^3Al^2Si^6O^{18}$	12-14	2.65-2.90
Фенакит	Be_2SiO_4	42-45	2.9-3.0
Бертрандит	$Be_4Si_2O_7(OH)_2$	40-45	2.6-2.7
Үйлдвэрлэлийн боломжит эрдсүүд			
Хризоберилл	$BeAl_2O_4$	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	$(Ca, Na)_2BeSi_2, (O, OH, F)_7$	9-12	2.95-2.97
Барилит	$BaBe_2Si_2O_7$	15-16	4.0-4.02
Гентгельвин	$(Zn, Fe)_4Be_3(SiO_4)_3S$	11-13.5	3.55-3.66
Гельвин	$(Fe, Mn, Zn)_4Be_3(SiO_4)_3S$	9-16	3.17-3.27
Даналит	$(Fe, Zn, Mn)_4Be_3(SiO_4)_3S$	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 гүлдмай	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 формацын 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 структуруудтай 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.

Берtrandит-аргиллизитын метасоматитын ордууд мезо-кайнозойн вулканистуудаар дүүргэгдсэн хотгоруудын захын хагарлуудаар хянагдсан байрлалтай. Агуулагч чулуулаг нь риолит, трахириолит, туфлав, туф зэргээс бүрдсэн ба тэдгээр нь хүчтэй цахиржсан, серицитжсэн, диккитжсэн байна. Берtrandит, гельберtrandит, сфероберtrandит зэрэг эрдсүүдийн шигтгээ, судланцруудыг 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 вулканистуудын 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.

Берtrandит-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						
Вулканоген гидротермаль	I. Бертрандит-аргиллизитын метасоматит	Бертрандитын, флюорит-берtrandитын	Давхарга хэлбэрийн, мэшил маягийн биетүүд	Be, флюорит	Асар том хүртэл	Спор-Маунтин, Сьерра-Блан (АНУ), Оротск (ОХУ)
Плутоноген гидротермаль	II. Бертрандит-фенакит-флюоритын метасоматит	Фенакит-берtrandит-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, гельвин-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)
Грейзений	IV. Берилли-гялтгануурын метасоматит	Берилл-флюоритын, берилл-маргарит-изумрудын, флюорит-фенакит-бериллийн, кварц-эвклаз-берtrandит-бериллийн	Давхарга, мэшил маягийн биетүүд, штокверкүүд, судлууд	Be, флюорит	Асар том хүртэл	Мальшевск, Боевск, (ОХУ), Редскин-Шток (АНУ), Бао-Виста (Бразил)
Берилли агуулсан комплекс ордууд						
Грейзений	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, Егзэр (Монгол) Инкур (ОХУ), Кара-Обо, (Казахстан)
Грейзенжсэн 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 элементэт (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.

Берtrandит-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 берtrandит-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 зэрэглэлд 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, гелвин 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	Малышевск, 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.

2. Хайгуулын зорилгоор ордуудыг 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 Пержанскийн 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:

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

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

l_i – малталт ба цооногоор огтлогдсон хүдэртэй хэсгүүдийн шугаман хэмжээ

L – малталт ба цооногоор тогтоосон нийт хүдэржсэн хэсгийн шугаман хэмжээ

2. Ордын нийлмэл байдлын итгэлцүүрийг (q) 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

3. 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.

4. Ашигт бүрдвэрийн агуулгын өөрчлөлтийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

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 металлт (W, Mo, Sn, Be) 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 металлт (W, Mo, Be) 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 металлт (W, Mo, Be) 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 элементэт 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 ₃ -0.2%, Eu ₂ O ₃ -0.25-0.6%, Cd ₂ O ₃ -3-4%	Бериллийн жижиг орд	IV

3. Ордын геологийн тогтоц ба хүдрийн бодисын найрлагын 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 масштабтаар 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 масштабтаар, нэгдсэн план зургийг 1:1 000 ба түүнээс том масштабтаар 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 масштабтаар 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.

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 сорьцлолтын үр дүнгийн үнэмшлийг болон ордыг бүхэлд нь ашиглах нөхцөл байдлыг үнэлэхэд хэрэглэгдэнэ.

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	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, грейзений төрлийн эрдэсжсэн бүсүүд ба томоохон штокверкүүд	Штрек	Тасралтгүй үргэлжилсэн	40–60	–	–
		Орт, рассечик, хэвтээ цооног	20–40	–	–	–
		Босоо малталт (Восстающие)	80–120	Тасралтгүй үргэлжилсэн	–	–
		Цооног	40–50	40–50	40–80	40–80
III	Бериллийн исэл жигд бус тархалттай, зузаан нь тогтмол бус, дунд зэргийн хэмжээтэй судал, мэшил, багана хэлбэрийн метасоматит хэвтшүүд	Штрек	–	–	Тасралтгүй үргэлжилсэн	30–60
		Орт, рассечик, хэвтээ цооног	–	–	20–25	–
		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, мэшил хэлбэрийн заримдаа үүр, багана хэлбэртэй биетүүд	Штрек	–	–	Тасралтгүй үргэлжилсэн	15–30
		Орт, рассечик, хэвтээ цооног	–	–	10–20	–
		Босоо малталт	–	–	Биет бүрээр нэгээс багагүй огтлол	
		Цооног	–	–	12,5–25	12,5–25

*Ашигт бүрдвэрийн тасалдсан хувиарлалттай ба онцгой нийлмэл тогтоцтой том биш хүдрийн биетүүдэд хэрэглэсэн хайгуулын торын нягтралын тухай мэдээллийг ашиглав.

Тайлбар: Үнэлгээ өгсөн ордод Илрүүлсэн баялгийн (P_1) үнэлгээ өгөхөд Боломжтой (C) зэрэглэлийн торын нягтралыг ордын геологийн тогтцоос хамааруулан 2-4 дахин сийрэгжүүлэн хэрэглэж болно.

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, сорьцлолтын 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 сорьцлолт, геофизикийн хэмжилтийн (сорьцын жин ба сорьцлолтын огтлол тогтвортой эсэх, ордын тухайн хэсгийн геологийн тогтцын онцлогт сорьцлолтын байрлал нь тохирсон эсэх, сорьц авсан цэгийн нягтрал ба тасралтгүй үргэлжлэх байдал, хяналтын сорьцлолт 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 сорьцлолт 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.

Сорьцлолт 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 сорцлолт хийх огтлолуудыг цөмийн геофизикийн, соронзонгийн болон бусад аргуудын хэмжилтээр ба каротажын өгөгдлүүдээр урьдчилан төлөвлөхийг зөвлөж байна. Бериллийн хүдрийн ордуудын ердийн сорьцлолтод 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 сорьцлох, геологийн тод хил заагтай хүдрийн биетүүдийн хувьд хүдрийн биетийг хамруулан сийрэгжүүлсэн тороор сорьцлох 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 сорьцлолтыг 2 хананаас, хүдрийн биетийн суналын дагуу нэвтэрч байгаа тохиолдолд мөргөцөгт хийх ёстой. Уулын малталт дахь сорьц хоорондын зай нь голдуу 1 м-ээс ихгүй (сорьцлолтын алхмыг уртасгах бол үр дүнг нь туршилт-араг зүйн судалгаагаар баталгаажуулна) байна. Босоо уналттай 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 сорьцлолтын 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 сорьцлолтын 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 сорьцлолтын арга аргачлал тус бүрээр сорьцлолтын 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 сорьцлолтын 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 сорьцлолтын үр дүнгүүдээр баталгаажсан байна. Сорьцлолтын үнэмшилд нөлөөлж буй дутагдлуудыг илрүүлсэн тохиолдолд хүдрийн огтлолд дахин сорьцлолт хийх нь (давтан каротаж хийх) чухал. Сорьцлолтын үр дүнг мэдэгдэхүйц гажуудуулж байгаа сонгомол элэгдэл байгаа тохиолдолд цооногуудын ийм огтлолуудын үнэмшлийг зэрэгцээ малталтуудын сорьцлолтоор шалгана. Хэрэглэж байгаа сорьцлолтын 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
	Sn	0.5–1	7.5	U	0.01–0.05
0.2–0.5		10	0.03–0.1		6.5
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	Th	0.03–0.1	8.5
Zn	0.5–2	11		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.

4. Хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа

4.1. Хүдрийн технологийн шинж чанарыг минералогич-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 минералоги-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.

3.3. 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 ангилал, 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 баяжуулана. 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.

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

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-Квора ордын бериллийн ислийн (BeO) 8.05%-ийн агуулгатай хүдрээс 12.2%-ийн агуулгатай, 74.7%-ийн металл авалттай флотацийн баяжмалуудыг гарган авдаг.

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.

5. Ордын гидрогеологи, инженер-геологи, 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.

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.

6. 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 тооцоололд 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 (A¹), Магадласан (B¹) гэж ангилан дараах шаардлага хангасан байхаар "Ашигт малтмалын нөөц, баялгийн ангиллын" зааварт тусгасан байна.

Үйлдвэрлэлийн батлагдсан (A¹) нөөцийг хайгуулын ажлаар тогтоогдсон геологийн баттай (A), бодитой (B) 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 (B¹) нөөцийг хайгуулын ажлаар тогтоогдсон геологийн бодитой (B), боломжтой (C) 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 сорьцлолтын 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 (сорьцлолтын 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 тооцооллууд 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.

7. 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 (P₁) зэрэглэлээр, ордын төлөөлөл сайтай, нарийвчлан судлагдсан багахан хэсэгт нөөцийг боломжтой (C) 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.

7.2. 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.

7.3. 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 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;
- 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.

7.4. Дээр дурдсан үзүүлэлт, шаардлагуудыг хангах түвшинд хайгуул хийгдэж нөөцийг нь тогтсон журмын дагуу тооцоолж бүртгүүлсний дараа үйлдвэрлэлийн зориулалтаар эзэмшихэд бэлтгэгдсэн гэж үзнэ.

8. Ордын нөөцийн дахин тооцоолол ба бүртгэлжүүлэлт

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 зөрчигдсөн, 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.

9. Ашигласан материал

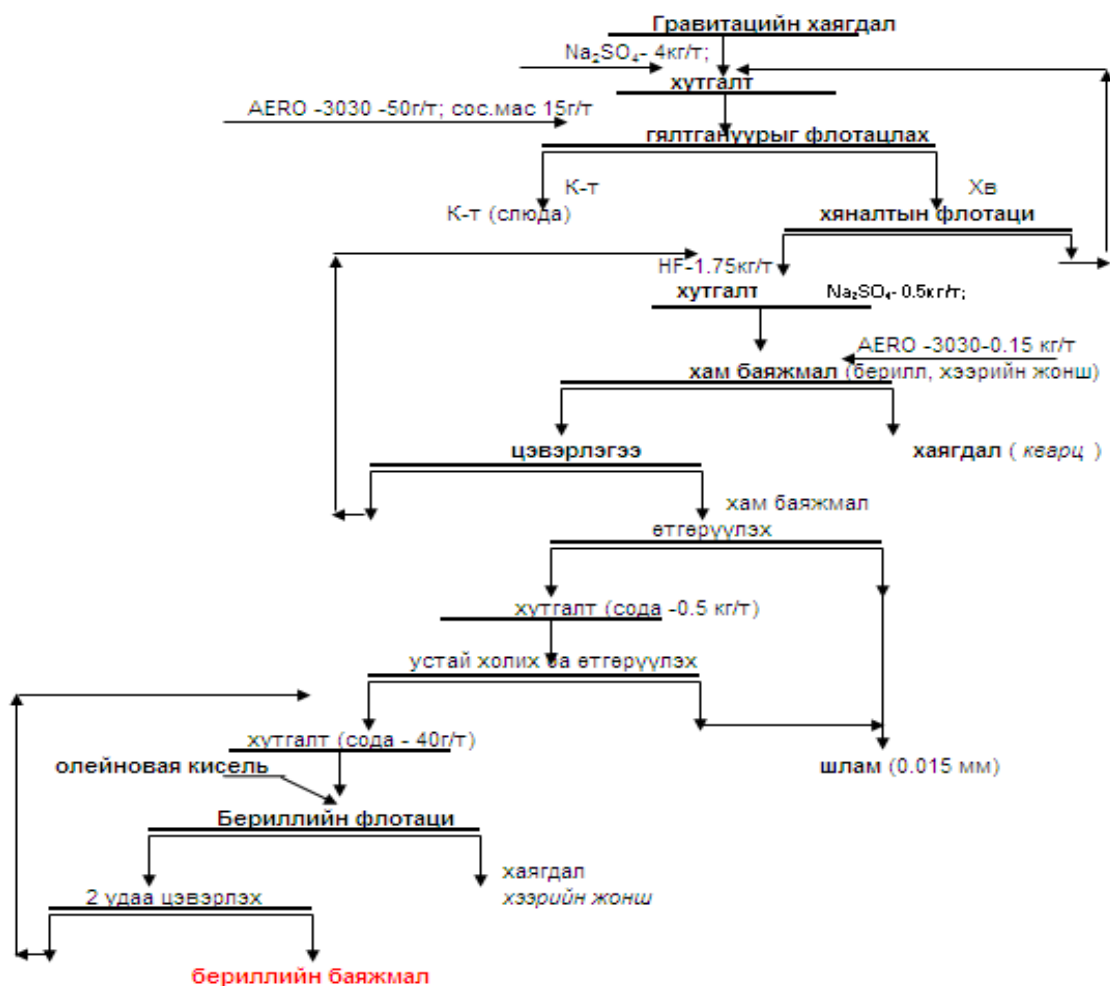
1. “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”. Уул уурхайн сайдын 2015 оны 9-р сарын 15-ны өдрийн 203 дугаар тушаал.
2. “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангиллыг тухайн төрлийн ашигт малтмалд хэрэглэх аргачилсан зөвлөмж”. /”Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2018 оны 08 дугаар сарын 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. *Ашигт малтмалын үйлдвэрлэл* 2019, 117, б. 42-52.

7. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых. Берилли. Москва, 2007, 40с.

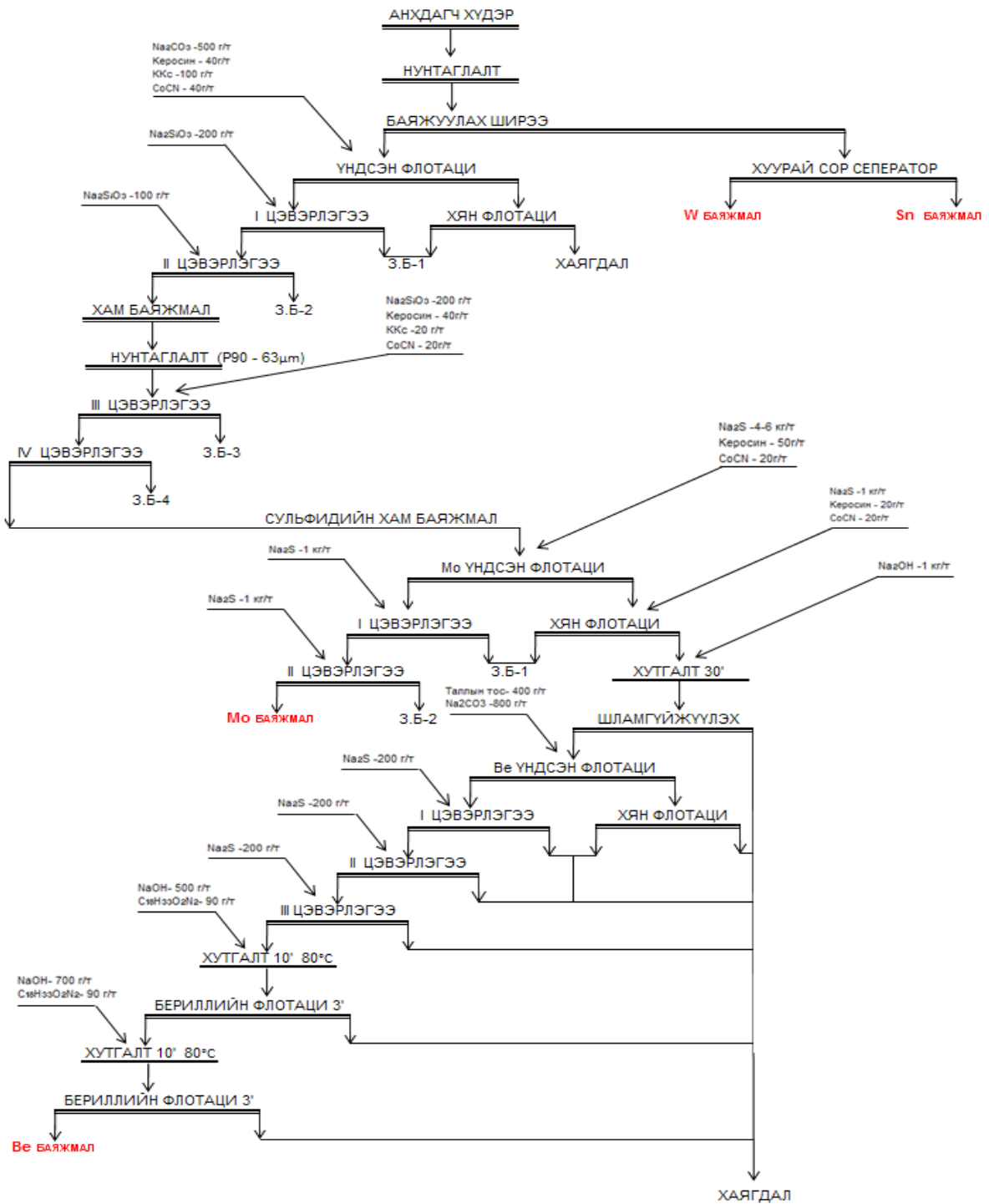
8. Чимгээ Ш., Пүрэв-Очир М., Төгөлдөр Т. Төвийн ордын берилли-вольфрамын ховор металлын хүдрийн технологи туршилтын тайлан. 2011он.

10.Хавсралт

Бериллийн ордуудын хүдрийг баяжуулах технологийн бүдүүвчүүд



Бериллийн хүдрийг баяжуулах технологийн бүдүүвч



**Төвийн берилли агуулсан ховор металлт (W, Sn, Be) комплекс ордын
хүдрийг баяжуулсан технологийн бүдүүвч**