



УУЛ УУРХАЙ
ХҮНД ҮЙЛДВЭРИЙН ЯАМ



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

АРГАЧИЛСАН ЗӨВЛӨМЖ

(ГАЗРЫН ХОВОР ЭЛЕМЕНТ, НИОБИ, ТАНТАЛ)

УЛААНБААТАР

2021

Мэдэгдэл

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

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

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

Adam Smith
International

Монгол Улсын Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн яамны захиалгаар Монгол Улсад Үндэсний геологийн алба байгуулагдсаны 80 жилийн ойг тохиолдуулан Шинжлэх ухаан, технологийн их сургуулийн Геологи, уул уурхайн сургуулиас Австрали Улсын Засгийн газрын Австрали-Монголын эрдэс баялгийн салбарын хамтын ажиллагааны хөтөлбөр (АМЕР)-ийн дэмжлэгээр боловсруулав.

Монгол Улсын Эрдэс баялгийн мэргэжлийн зөвлөлийн ... оны ... дугаар сарын...-ны өдрийн ... хуралдаанаар хэлэлцэн Уул уурхай, хүнд үйлдвэрлэлийн сайдын ... дугаар сарын ... ны өдрийн ... дугаар тушаалаар батлав.

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

ГАЗРЫН ХОВОР ЭЛЕМЕНТ, НИОБИ, ТАНТАЛ

Боловсруулсан:

С.Жаргалан, доктор (Ph.D), МУ-ын зөвлөх геологич

Г.Дамдин, МУ-ын зөвлөх геологич

Тус зөвлөмжийг байгууллагын харьяалал, өмчийн хэлбэрийг харгалзахгүйгээр газрын хэвлийн ашиглалтын үйл ажиллагаа явуулагч байгууллага, үйлдвэрлэлийн газар, төрийн байгууллагын ажилтнуудад зориулав.

Энэхүү зөвлөмж нь газрын ховор элемент, ниоби, танталын ордуудад геологичайгуулын ажил явуулж, нөөцийг тооцоолох, хайгуул хийгдсэн ордуудын нөөцийг үйлдвэрлэлийн эргэлтэд оруулахад, мөн ашигт малтмалын олборлолт, боловсруулалт хийж байгаа үйлдвэрүүдэд шинэчлэл хийхэд, шинэ үйлдвэрүүдийг барьж байгуулахад аргачилсан зөвлөмж болох боломжтой.

Редакцийн зөвлөл:

Б.Мөнхтөр, МУ-ын мэргэшсэн геологич;

Г.Ухнаа, профессор, доктор (Ph.D), Монгол Улсын зөвлөх геологич;

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

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

Л.Алтангэрэл, Монгол Улсын зөвлөх инженер;

Д.Алтанхуяг, доктор (Ph.D), МУ-ын зөвлөх геологич

Хянан тохиолдуулсан шинжээч:

ГАРЧИГ

1. Ерөнхий ойлголт
 2. Хайгуул хийх зорилгоор ордыг геологийн тогтцын нийлмэл
байдлаар нь бүлэглэх
 3. Ордын геологийн ба хүдрийн бодисын найрлагын судалгаа .
 4. Хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа
 5. Ордын гидрогеологи, инженер-геологи,экологийн ба
байгалийн бусад нөхцлүүдийн судалгаа
 - 6.Нөөцийн тооцоолол
 - 7.Ордын (түүний хэсгүүдийн) судалгааны түвшин
 - 8.Нөөцийн дахин тооцоолол ба дахин бүртгэлт
- Ашигласан материалуудын жагсаалт
- Хавсралтууд

Нэг. Оршил

“Төрөөс эрдэс баялгийн салбарт баримтлах бодлого”, “Ашигт малтмалын тухай хууль”-ийн 16 дугаар зүйл, “Монгол Улсын Засгийн Газрын 2016-2020 онд хэрэгжүүлэх үйл ажиллагааны хөтөлбөр”, Уул уурхай, үүнд үйлдвэрийн сайдын 2018 оны 2 дугаар сарын 5-ны өдрийн А/20 дугаар тушаалаар батлагдсан “Ашигт малтмал эрэх, хайх үйл ажиллагааны журам”, Уул уурхайн сайдын 2015 оны 9 дүгээр сарын 11-ний өдрийн 203 дугаар тушаалаар батлагдсан “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, зааврыг тухайн төрлийн ашигт малтмалын онцлогт тулгуурлан гаргасан зааварт нийцүүлж болно” гэж заасан хуулийн заалтууд, тушаал, журам, зааврыг үндэслэн энэхүү зөвлөмжийг боловсруулав. Энэхүү аргачилсан зөвлөмж нь хатуу ашигт малтмалын ордуудын геологийн баялаг, ордын нөөцийн ангиллыг газрын ховор элементүүд, тантал, ниобийн ордод хэрэглэх талаар зөвлөмжүүдийг агуулсан болно.

Энэхүү аргачилсан зөвлөмж нь мөнгөний ордуудад хайгуул хийж, нөөцийн тооцоолол бүхий тайланг боловсруулж, улсын ашигт малтмалын нөөцийн нэгдсэн бүртгэлд бүртгүүлэх, нөөцийн хөдөлгөөн хийлгэхийн тулд хайгуулын ба ашиглалтын тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч аж ахуйн нэгж, геологичид, уурхайчдад практик туслалцаа үзүүлэхэд чиглэгдэнэ.

Хоёр. Ерөнхий ойлголтууд

2.1. Газрын ховор элемент

2.1.1. Газрын ховор элементийн ерөнхий ойлголт, хэрэглээ, ач холбогдол

Газрын ховор элементэд химийн элементүүдийн үелэх системийн 57 дугаартай лантанаас эхлээд 71 дугаартай лютеци хүртэлх лантаноидын бүлгийн 15 элементүүд (La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) тэдгээрээс гадна 39 дугаартай иттри (Y) болон 21 дугаартай сканди (Sc) зэрэг нийлээд нийт 17 элементийг хамааруулдаг.

Анх 1787 онд “иттербит” хэмээх хар өнгөт эрдсийг олсноор Газрын ховор элементийг ялгах болсон бөгөөд хожим нь 1800-аад оноос энэ эрдсийг “гадолинит” хэмээн нэрлэсэн байдаг. Анх нээх үед эдгээр элементийг маш ховор тааралддаг гэж үзэж байсан ч өнөөгийн судалгаагаар тийм ч ховор биш гэдэг нь тодорхой болсон. ГХЭ-ийн дэлхийн царцдас дахь кларк агуулга нь алтнаас бараг 100 дахин өндөр никель, зэс, мөнгө, хар тугалга, цайр зэрэг металлуудтай ойролцоо болохыг тогтоогоод байна. ГХЭ-ийн дэлхий царцдасын дундаж агуулга нь 9.2 г/т гэж үздэг ч элементийн төрлөөсөө хамаараад өөр өөр байдаг. Жишээлбэл: цери нь хамгийн өргөн тархалттай элемент бөгөөд түүний кларк 43 г/т байдаг бол хамгийн ховор нь болох тулигийн кларк агуулга 0.28 г/т байдаг (Taylor and McLennan, 1985; Rudnick et al., 2003) байна.

Газрын ховор элементүүд нь геохимийн онцлогоороо өөр хоорондоо төстэй тул байгальд ихэнх тохиолдолд хамт оршихоос гадна геохимийн аливаа үйл ажиллагаанд хамтдаа оролцож байдаг онцлогтой бөгөөд мөнгөлөг цагаан өнгөтэй, нягт нь 4.48 г/см^3 (Y) - 9.32 г/см^3 (Tm), хайлах температур нь 804° C (цери) – 1550° C (тули), буцлах температур нь 1700° C (европи) – 4515° C (лантан), байгальд +3 исэлдлийн зэрэгтэй тохиолдоно.

Эдгээр элементүүдийн ионы радиус дээр тулгуурлан Газрын ховор Хөнгөн Элемент (ГХХөЭ) болон Газрын ховор Хүнд Элемент (ГХХүЭ) хэмээн үндсэн 2 ангилалд ялгаж үздэг. ГХХөЭ-үүдийг церийн бүлгийн элементүүд гэх ба түүнд нь лантан (La^{57}), цери (Ce^{58}), празеодим (Pr^{59}), неодим (Nd^{60}), промети (Pm^{61}) хүртэлх элементүүд байдаг бол ГХХүЭ-үүдийг иттрийн бүлгийн элемент гэх ба түүнд самари (Sm^{62}), европи (Eu^{63}), гадолини (Gd^{64}), терби (Tb^{65}), диспрози (Dy^{66}), гольми (Ho^{67}), эрби (Er^{69}), тули (Tm^{69}), иттерби (Yb^{70}), лютеци (Lu^{71}) хүртэлх элементүүд хамаарах ба энэ бүлэгт ионы радиус болон геохимийн төрхөөрөө төстэй байдаг тул иттри (Y^{39})-ийг оруулдаг. Сүүлийн жилүүдэд хөнгөн (церийн бүлэг), дундаж (самарийн бүлэг), хүнд (эрбийн бүлэг) гэж гурав хуваах хандлага илэрч байна.

Лантан (La^{57}) нь бусад элементүүдээсээ илүү их цацраг идэвхит төрхтэй, мөнгөлөг цагаан, зөөлөн, давтамтгай шинжтэй, агаарт амархан исэлддэг металл юм. Тэрээр нүүсртөрөгч, азот, бор, селени, цахиур, фосфор, хүхэр зэрэг элементүүдтэй амархан нэгддэг. Лантан нь церит, монацит, алланит бастнезит зэрэг эрдэст агуулагдана.

Цери (Ce⁵⁸) нь дэлхийн царцдаст хамгийн их тааралддаг элемент юм. Металл цери нь доргилтоор амархан дөл үүсгэдэг онцлогтой. Түүнийг доргиоход эхлээд церийн маш нарийн ширхгүүд бутрах бөгөөд агаар дахь хүчилтөрөгчтэй нэгдсэнээр дөл болон асдаг байна. Цери нь алланит, ортит, монацит, бастнезит, церит болон самарскит зэрэг эрдэст агуулагддаг.

Празеодим (Pr⁵⁹) нь зөөлөн, мөнгөлөг, давтамтгай чанартай металл юм. Тэрээр агаарт амархан исэлдэж ногоон өнгийн ислээр бүрхэгддэг. Бусад ГХЭ-ийн хамт монацит болон бастнезитэд агуулагддаг.

Неодим (Nd⁶⁰) нь цацраг идэвхт чанар ихтэй, мөнгөлөг цайвар гялгатай боловч агаарт амархан исэлддэг. Тэрээр бусад ГХЭ-үүдийн адил монацит, бастнезит болон лопаритод агуулагддаг.

Промети (Pm⁶¹) нь маш өндөр цацраг идэвхт чанартай, байгальд цэврээр байдаггүй, цацраг идэвхт элементийн задралаар үүсдэг цорын ганц элемент юм. Промети агуулсан давс нь харанхуй орчинд бүдэг цэнхэр, ногоовтор өнгө үзүүлдэг люминесценци шинж чанартай.

Самари (Sm⁶²) нь мөнгөлөг өнгөтэй, дунд зэргийн хатуулагтай металл бөгөөд агаарт харьцангуй тогтвортой исэлддэг, монацит, бастнезит зэрэг эрдсүүдэд агуулагддаг.

Европи (Eu⁶³) нь мөнгөлөг өнгөтэй, дунд зэргийн хатуулагтай металл бөгөөд агаар болон усанд амархан исэлддэг. Бусад ГХЭ-үүд болон хүнд металлтай харьцуулахад хор багатай байдаг тул биологийн ач холбогдол ихтэй гэж үздэг. Тэрээр монацит болон бастнезитэд агуулагддаг. Нар болон одон гарагт агуулагддаг болохыг сүүлийн үеийн судалгаануудаар тогтоосон байна.

Гадолини (Gd⁶⁴) нь мөнгөлөг цагаан өнгөтэй, уян харимхай, давтагдах чанар сайтай металл юм. Байгальд зөвхөн давс байдлаар байдаг. Хуурай агаарт харьцангуй тэсвэртэй боловч чийглэг орчинд амархан зэвэрдэг/исэлддэг.

Терби (Tb⁶⁵) нь мөнгөлөг цагаан өнгөтэй зөөлөн уян харимхай болон давтагдах чанар өндөртэй металл юм. Тэрээр байгальд цэврээр байдаггүй бөгөөд түүнийг церит, гадолинит, монацит, ксенотим болон эвксенит зэрэг эрдсүүдээс ГХЭ-ийг ялгах үед хам байдлаар гаргаж авдаг.

Диспрози (Dy⁶⁶) нь мөнгөлөг металл гялгатай, зөөлөн металл юм. Агаарт тогтвортой хэдий ч хүчиллэг орчинд амархан задардаг. Бусад ГХЭ-үүдийн хамтаар ксенотим, фергусонит, гадолинит, эвксенит, блонстрандин зэрэг эрдсүүдээс гаргаж авдаг.

Гольми (Ho⁶⁷) нь мөнгөлөг металл гялгатай, зөөлөн, давтагдах чанар сайтай металл. Агаарт харьцангуй тогтвортой боловч чийглэг ба өндөр температурын орчинд амархан исэлддэг, соронзон чанар өндөртэй байдгаараа бусад металлаас ялгагддаг. Гадолинит, монацит зэрэг эрдэст бусад элементүүдийн хамт агуулагдана.

Эрби (Er⁶⁸) нь мөнгөлөг металл гялгатай, зөөлөн, уян харимхай болон давтагдах чанар сайтай металл юм. Агаарт тогтвортой, амархан исэлддэггүй онцлогтой. Бусад ГХЭ-үүдийн хамт гадолинитод агуулагддаг.

Тули (Tm⁶⁹) нь мөнгөлөг саарал өнгөтэй, зөөлөн, уян харимхай, давтагдах чанар сайтай металл юм. Бусад элементүүдтэй харьцуулахад агуулга маш бага тул түүнийг ялгаж авахад их хүндрэлтэй байдаг ба хязгаарлагдмал хэрэглээтэй.

Иттерби (Yb⁷⁰) нь мөнгөлөг өнгөтэй зөөлөн металл, агаарт хүчилтөрөгчтэй амархан урвалд ордог. Тэрээр харьцангуйгаар маш бага агуулгатай байдаг тул түүний химийн шинж төрх муу судлагдсан мөн хязгаарлагдмал хэрэглээтэй, монацитийн элснээс ялгаж авдаг.

Лютеци (Lu⁷¹) нь зөвхөн сүүлийн жилүүдэд гаргаж авч байгаа мөнгөлөг цагаан өнгөтэй, агаарт тогтвортой, цацраг идэвхт чанартай металл юм. Иттриг агуулсан бүх эрдэст маш бага хэмжээгээр, мөн монацитад агуулагддаг.

Иттри (Y³⁹) нь мөнгөлөг өнгөтэй металл бөгөөд геохимийн хувьд лантаноидын бүлгийн элементүүдтэй төстэй тул ГХЭ-ийн орд, илрэлүүдэд тогтмол хам байдлаар ксенотим ба монацитад ихээр агуулагддаг.

Сканди (Sc²¹) нь ГХЭ-ийн орд илрэлүүдэд хам байдлаар байдаг, мөнгөлөг цагаан өнгөтэй металл юм. Эвксенит болон гадолинит зэрэг эрдсүүдэд агуулагддаг болохыг спектрийн судалгаагаар тогтоосон байдаг.

Газрын ховор металлууд нь химийн хувьд маш өндөр идэвхтэй харьцангуйгаар бага температурын орчинд бараг бүх элементүүдтэй харилцан үйлчлэлд орох боломжтой. Тэрээр хүчилтөрөгч (O), хүхэр (S), устөрөгч (H), нүүрстөрөгч (C), азот (N), фосфор (P) болон галоген элементүүдтэй нэгдэж исэл, сульфид, карбидын нэгдлүүдийг үүсгэдэг. Металл лантан, цери, промети нь агаарт амархан исэлдэх ба энэ тохиолдолд хүнд төрлийн элементүүдийн илүү тогтвортой байдалд шилждэг.

Дээрх газрын ховор элементүүдийн ихэнх нь байгальд +3 исэлдлийн зэрэгтэй бөгөөд ионы радиус нь эхний элементээс сүүлийнх руу багасдаг, тухайлбал лантаны ионы радиус 0.122 нм бол лютецийнх 0.099 нм байна. Хүнд лантаноидуудын ионы радиус нь 0.106 нм буюу иттрийн ионы радиустай ойролцоо байдаг тул тэдгээр нь геохимийн хувьд ижил төстэй шинж төрхийг үзүүлдэг.

Газрын ховор металлуудыг эрт үеэс маш ховор элементүүд гэж үздэг байсан тул тэдгээрийн хэрэглээ маш хязгаарлагдмал байсан. Хорьдугаар зууны 30-аад оны үед өнгөт металлын, ган, төмрийн цутгамал болон хайлш үйлдвэрлэх үед ГХЭ-ийг нэмснээр бүтээгдэхүүний чанар сайжирч байгааг илрүүлснээр хэрэглээ нь тодорхой хэмжээгээр нэмэгдэж ирсэн. Сүүлийн 40-50 жилд ГХЭ-ийн хэрэглээнд шинэ нээлтүүд гарсантай холбоотой (тусгай зориулалтын хайлш, онцгой сортын шилний үйлдвэрлэл, нефтийн крекингийн/өндөр температур дахь нэрэлтийн катализатор, өнгөт телевизорын дэлгэц, люминофор, кобальт ба самарын маш хүчтэй соронзон хайлш үйлдвэрлэх, лазерын болон квантын

өсгөгч- мазерын үйлдвэрлэлд ГХЭ-ийг хэрэглэх болсон, ^{170}Tm , ^{155}Eu , ^{144}Ce изотопуудыг атомын реакторт Gd, Sm, Eu туяаг зохицуулах, туяаны эх үүсвэр гаргахад хэрэглэх зэрэг) түүний хэрэглээ илүү ихэссэн. Орчин үед ГХЭ-ийг хольц хайлш хэлбэрээр (мишметалл) болон бие даасан дан элементийн хэлбэрээр; европийг телевизорын дэлгэц, люминесценцын ламп/гэрэл, цирконы тогтворжуулагч, оптикийн шилний үйлдвэрлэлд, самарийг тогтмол соронзон үйлвэрлэлд, гадолинийг монокристал галли-гадолины гранатын үйлдвэрлэлд, лантан, неодим, цери, тули зэрэг элементүүд ч бусад салбарт өргөн хэрэглэгдэж байна. ГХЭ-ийг хэрэглэгч 100 гаруй үйлдвэрлэлийн салбар байдгаас нефтийн крекингийн катализатор, металлурги, шилний болон керамикийн үйлдвэрлэл, хөдөө аж ахуйн салбарт хамгийн ихээр хэрэглэгдэж байна.

Иттри нь маш олон төрлийн үйлдвэрлэлд хэрэглэгддэгээс өнгөт дэлгэцийн люминофир, люминесценцын гэрэл, магнийн болон никель-кобальтын өндөр температурт тэсвэртэй, зэврэлтэд өртдөггүй хайлшны (супер хайлш) үйлдвэр, зэвэрдэггүй ган, төрөл бүрийн цахилгаан хэрэгсэлд хэрэглэдэг феррит ба гранат үйлдвэрлэл, лазер, оптикийн шил, галд тэсвэртэй керамик, хийн мэдрэгчүүд болон үнэт эдлэлийн үйлдвэрлэл зэрэгт хамгийн өргөн хэрэглэж байна. Хөнгөн цагааны хайлшинд иттрийг бага зэрэг нэмэхэд түүний цахилгаан дамжуулах чадвар нь 50 % ихэсдэг байна. Иттрийн ислийг техникийн керамикийн шинэ төрлүүдийн (хөдөлгүүрийн төхөөрөмж, зүсэгч багажууд, өндөр температурын тослох материал гэх мэт) үйлдвэрлэлд нэмэлт байдлаар хэрэглэж байна. 1980-аад оны сүүлээр Y-Ba-Cu-O найрлагатай хэт дамжуулагч керамикийг нээн үйлдвэрлэж эхэлсэн нь иттрийн хэрэглээг огцом нэмсэн.

Газрын ховор элементүүд нь анх нээгдсэн цагаасаа хойш төрөл бүрийн зорилгоор хүн төрөлхтний хэрэгцээг хангаж ирсэн ч 1965 он хүртэл түүний хэрэглээ харьцангуй хязгаарлагдмал, хэрэгцээ бага байсан. 1960-аад оны дунд үеэс өнгөт телевизийн дэлгэцэд газрын ховор элементийг, ялангуяа европийг дэлгэцийн өнгийг тодруулж харуулахад хэрэглэх болсноор түүний хэрэгцээ тодорхой хэмжээгээр ихэссэн. Үүний зэрэгцээ дэлхийн хэмжээнд сансрын пуужин үйлдвэрлэл, агаарын нисэх хүчин, аж үйлдвэрийн бүтээгдэхүүн, цахилгаан техникийн үйлдвэрлэлийн үсрэнгүй хөгжлийг түүний хэрэглээ ихэсж ирсэн байна. Улмаар газрын ховор элементийн металлууд, тэдгээрийн хайлшнуудыг компьютерын санах байгууламж, DVD, дахин цэнэглэдэг батарей, гар утас, машины катализаторын хөрвүүлэгч, төрөл бүрийн соронзонгуудын үйлдвэрлэлд хэрэглэн өдөр тутмын амьдралд чухал хэрэгцээ болсон. Өндөр технологи хөгжиж металлын шинэ хэрэглээний талаар нээлт гарснаар сүүлийн 20-иод жилийн дотор газрын ховор элемент найрлагад нь орсон бараа бүтээгдэхүүний тоо хмжээ хэрэглээ улам өссөөр байна. Жишээ нь: 20-иод жилийн өмнө гар утсыг цөөн тооны хүмүүс хэрэглэдэг байсан бол өнөөдрийн байдлаар таван тэрбум орчим хүн хэрэглэж байна.

Компьютер болон DVD-ний хэрэглээ ч гар утасны адил хурдацтайгаар ихэсжээ. Ер нь лантан, цери зэрэг элементүүд нь цэвэр металлын хэлбэрээр биш ГХЭ-ийг агуулсан хайлш эсвэл ямарваа нэгэн бүтээгдэхүүний зайлшгүй орц хэлбэрээр

хэрэгцээ нь ихэсч байна. Жишээ нь: NiMH батарей/зай хураагуурт гэхэд 27 % лантан, 52 % цери, 16 % неодим ба 5% празеодим найрлагатай ордог бөгөөд түүний хэрэглээ нь жилээс жилд эрчимтэй өсөж байна. Тоёота компанийн үйлдвэрлэж байгаа Приус машины үнийг багасгаж хэрэглээг удаан болгоход Li-ионы батарейгаас гадна NiMH хэрэглэх шаардлага өндөр байгааг тэмдэглэсэн байдаг. Дойче банкны мэдээлснээр 2015 онд NiMH батарейн хэрэглээ 70 %-д хүрнэ гэсэн тооцоо байна.

Түүнээс гадна катализатор, гэрэлтүүлэгч болон өнгөлөгч материал болгож агаарын бохирдлоос хамгаалах материал, гэрэлтүүлэгч самбар, оптикийн өндөр чанартай шил зэргийг үйлдвэрлэхэд хэрэглэж байгаа ба эдгээр бүтээгдэхүүнүүдийн хэрэглээ улам өссөөр байна. ГХЭ-ийн хэрэглээний гол төрлүүдийг элемент тус бүрээр (Хүснэгт 2.1) доор харууллаа.

Цэнэглэдэг батарей-ны хэрэглээний өсөлт нь ГХЭ-ийн хэрэглээнд хүчтэй нөлөөлж байна. Түүнийг бүх төрлийн цахилгаан хөдөлгүүртэй мотоциклууд болох General Motors EV1, Honda EV Plus, Ford Ranger EV Vectrix болон хос хөдөлгүүрт Toyota Prius, Honda Insight, Ford Escape Hybrid, Chevrolet Malibu Hybrid ба Honda Civic Hybrid зэрэг автомашинуудын үйлдвэрлэлд өргөнөөр (Зураг 3) хэрэглэж байна. Сүүлийн жилүүдэд NiMH батарейг цахилгаан холбооны салбарт сүлжээний орчинд мэдээлэл солилцох технологид өргөнөөр хэрэглэх болсон.

Тогтмол хүчтэй соронзон үйлдвэрлэлд ГХЭ-ийн хайлш ашигласнаар маш хүчтэй тогтмол соронзонг гаргаж авсан. Одоогоор соронзон үйлдвэрлэлийн 25 %-ийг гаргаж байгаа бөгөөд 2015 онд 30 % хүрэх хандлагатай байна.

ГХЭ ашиглаж неодимийн ($Nd_2Fe_{14}B$) ба самари-кобалтийн ($SmCo_5$) гэсэн хоёр төрлийн соронзонг гарган авдаг. Маш хүчтэй, овор бага соронзон тул автомашин болон түүний цахилгаан хөдөлгүүрийн хэмжээг жижигсгэж чадсанаас гадна байгальд ээлтэй технологи буюу бензиний хэрэглээг үлэмж багасгаж чадсан. Хос хөдөлгүүрт буюу Hybrid автомашины мотор, түүний бусад эд ангиудад ч өргөнөөр ГХЭ-ийн хэрэглээ улам ихэсч байна. Тхуайлбал, хос хөдөлгүүрт моторын хувьд неодим, празеодим, диспрози, терби зэрэг элементүүд цахилгаан үүсгүүр болон моторын гол эд ангийг хийхэд хэрэглэгдэж байна. Хос хөдөлгүүрт машинд цахилгаан үүсгүүр болон моторт 2.0 кг ГХЭ-ээс гадна 12.0 кг NiMH батарей хэрэглэдэг байна. Хүчтэй соронзонгуудыг мөн компьютерийн диск драйвер, гар утасны үйлдвэрлэлд өргөнөөр хэрэглэдэг. Далайн эргийн томоохон салхин хөдөлгүүрийн технологит сүүлийн жилүүдэд тогтмол соронзонг өргөнөөр хэрэглэх болсон. Салхин хөдөлгүүр бүтээгч Линас компаний мэдээлснээр 2008 оны байдлаар 400 хөдөлгүүрт хэрэглэсэн нь зах зээлийн 2 %-ийг эзэлж байсан бол 2020 онд 4300 хөдөлгүүр хийх ба энэ нь 16 %-д хүрэх төлвийг урьдчилан тооцоосон байна. 3 MW хүчин чадалтай нэг салхин хөдөлгүүрийг хөдөлгөхөд 1.0 тонн неодим хэрэгтэй гэсэн тооцоо ч байдаг.

Катализатор: ГХЭ-ийн хэрэглээний бараг 19 %-ийг автомашины хөдөлгүүрээс гарсан хийг хоргүйжүүлэх катализаторын дамжуулагчийн үйлдвэрлэлд түүний дотор церийн карбонат ба церийн ислийг голлон хэрэглэдэг байна. ГХЭ нь мөн

авто катализатортой урвалд орж өндөр температурт хөдөлгүүрийн ажиллагааг явуулах боломжийг хангадаг. Хөдөлгүүрийн хүчин чадлыг ихэсгэж цагаан алт болон бусад металлын хэрэглээг багасгадаг тул эдийн засгийн үр ашгийг дээшлүүлдэг ач холбогдолтой. Мөн түлш доторх хүнд молекулыг хөнгөн молекулд шилжүүлж түлшийг цэвэрлэж өгдөг зэрэг олон төрлийн ажиллагаанд хэрэглэгдэж байна.

Гэрэлтүүлэг нь ГХЭ-ийн хэрэглээний анхдагч гэж хэлж болох ба түүнийг ихэвчлэн телевизийн дэлгэц үйлдвэрлэхэд ашиглаж иржээ. Өндөр технологи хөгжсөнөөр плазмын болон шингэн талстын дэлгэц зохион бүтээж европи, терби, иттри зэрэг элементүүдийг ашиглан улаан, ногоон, цагаан өнгөнүүдийг цацруулж орчин үеийн авсаархан гэрэлтүүлэгчийг хийж чадсан байна. Сүүлийн жилүүдэд эрбиг гоо сайханд өргөн хэрэглэх болсон ба эрбийн лазераар хүний арьсны толбыг арилган арьсыг өнгөлөг болгож залуужуулдаг болжээ.

Өнгөлгөөний нунтаг: ГХЭ-ийн эртний хэрэглээний нэг бөгөөд түүнийг телевизийн болон компьютерын дэлгэц үйлдвэрлэхэд мөн оптикийн болон электрон бүтээгдэхүүний өнгөлгөөнд хэрэглэсээр байна. Церийн ислээр хийсэн өнгөлгөөний нунтаг нь шил, оптикийн линз, үнэт чулуу, телевизийн дэлгэцийн өнгөлгөөнд маш өргөнөөр хэрэглэгдэж байна. Неодим нь шилэнд улаан өнгө, празеоди ногоон өнгө, харин гольми хөх өнгийг тус тус оруулдаг байна. Цери, празеодим, неодим агуулсан нарны шил нь нарны хэт ягаан туяанаас бүрэн хамгаалж чаддаг. Гадолини агуулсан линзийг соронзон-оптик, цахилгаан-оптикийн үйлдвэрлэлд тусгай зориулалтаар хэрэглэдэг.

Керамик. Газрын ховор элементийг, ялангуяа иттри ба церийн ислийг керамик эдлэлийн бат бөх байдлыг сайжруулахад хэрэглэж ирсэн. Хагас дамжуулагчийн мэдрэгч, хэт авианы заагч болон пьезо-цахилгаан зэрэг тусгай зориулалтын керамик бүтээгдэхүүнд өргөн хэрэглэгдэнэ. Керамик эдлэлд празеодим шар, иттри улбар, неодим цайвар ягаан өнгө оруулахад хэрэглэгдэхээс гадна эдгээрийн хольцтой будагнууд нь өндөр температурт тогтвортой байдаг онцлогтой.

Бусад хэрэглээ. Газрын ховор элементүүд нь нейтроныг өөртөө шингээж өндөр температурт тогтвортой байдаг тул цөмийн энергид хэрэглэгддэг. Төрөл бүрийн будаг болон будагч элементэд хэрэглэдэг. Жишээ нь: хар тугалга ба хромын будагт церийг хольсноор гэрлийн үзэгдлийг багасгаж өнгөө бага алддаг байна. ГХЭ-ийг батлан хамгаалах салбар, цэргийн техникт өргөн хэрэглэдэг. Мөн эрүүл мэндийн салбарт эмчилгээ, оношилгооны төрөл бүрийн тоног төхөөрөмжид тусгай зорилгоор ашигладаг.

ГХЭ-үүдийн хэрэглээ металл тус бүрээр

Хүснэгт 2.1.

ГХЭ-үүд	Голлох хэрэглээ
Лантан (La)	Цахилгаан болон хос хөдөлгүүрт авто машин, зургийн аппарат, зөөврийн компьютер, дахин цэнэглэгддэг NiMH батарей, хэт улаан туяа шингээгч хамгаалалтын шил хийхэд өргөн хэрэглэнэ.
Цери (Ce)	Шил, металл, үнэт чулуу, компьютерын жижиг эд анги, транзистор болон цахилгаан төхөөрөмжүүд, агаарын бохирдлыг багасгах зориулалттай хурдасгуурын хөрвүүлэгч зэрэгт хэрэглэгдэнэ.
Празеоди м (Pr)	Неодимтой нийлүүлж хүчтэй соронзон үйлдвэрлэдэг. Гагнуурын хүчтэй очноос сэргийлэх шил, нарны хэт улаан туяанаас хамгаалах шил, пластик үйлдвэрлэл зэрэгт хэрэглэдэг.
Неодим (Nd)	Празедитай хослуулж хамгийн хүчтэй соронзонг гаргаж авсан. Энэхүү соронзонг цахилгааны болон автын олон бүтээгдэхүүнд хэрэглэдэг.
Промети (Pm)	Гэрлээр адсорбцид орж тодорхой үйл ажиллагаагаар хянагдсан гэрлийг үүсгэдэг, гэрлийг цахилгаан урсгал болгож хувиргах чадвартай тул зөөврийн X-RAY багажинд хэрэглэгддэг байна.
Самари (Sm)	Анх тогтмол соронзон үйлдвэрлэхэд хэрэглэж эхэлсэн ба сүүлийн үед X-туяа, лазерын технологит хэрэглэж байна. Цөмийн эрчим хүчний салбарт нейтрон шингээгчээр, хүчтэй тогтмол соронзон үйлдвэрлэл, хэт улаан туяаг шингээгч оптикийн шил зэрэгт өргөн хэрэглэх болсон.
Европи (Eu)	Нислэгийн өнгөт дэлгэц болон өнгөт телевизийн үйлдвэрт анх хэрэглэж эхэлсэн. Өнөө үед телевизийн дэлгэцийн өнгийг идэвхжүүлэгч, европигоор бүрхсэн хуванцрыг лазерийн технологит, керамикийн үйлдвэр ба цөмийн эрчим хүчний салбарт ашиглаж байна.
Гадолини (Gd)	MRI төхөөрөмжинд хэрэглэснээр бичил эд эсийг тодруулж хавдарыг эрт оношлох боломжтой болсон. Цөмийн урвалын үед атомын задралыг хянахад хэрэглэдэг. Гадолини ба иттрийн гранатыг хэт богино долгионы хэрэглээ, мөн өнгөт телевизийн дэлгэц зэрэгт хэрэглэнэ.
Терби (Tb)	Гэрэлтүүлгийн чиглэлээр өргөн ашигладаг. Тербийн исэл өнгөт телевизийн ногоон өнгийг идэвхижүүлэхэд цирконы исэлтэй холисон тохиолдолд түлшний оронт торын талстын тэнцвэржүүлэгч болдог.
Диспрози (Dy)	Неодим-төмөр-борын хүчтэй тогтмол соронзонгийн үйлдвэрлэлд хамгийн өргөн хэрэглэгдэж байна. Тэрхүү хүчтэй соронзон нь хос хөдөлгүүрт мотор, төрөл бүрийн цахилгаан хэрэглэл, цөмийн урвалын үед нейтроныг барьж авах зэрэгт хэрэглэгддэг. Диспрозийн исэл-никелийн цемент нь цөмийн урвалжаар ялгарсан дулааныг бууруулахад хэрэглэгддэг. Мөн бусад ГХЭ болон ванадийн хамтаар лазер материал үйлдвэрлэхэд хэрэглэгдэж байна.
Гольми (Hm)	Түүнийг металл кальциас түүний ангидрид хлорид эсвэл флюоридыг салгах явцад гаргаж авдаг. Соронзон материалын үйлдвэрлэлд өргөн, бага хэмжээгээр керамик болон лазер материалын үйлдвэрлэлд хэрэглэнэ.
Эрби (Er)	Шилний өнгийг солиход, эмнэлгийн болон шүдний эмчилгээний лазер төхөөрөмжинд өргөн хэрэглэнэ. Фото зургийн фильтерт, эрбийн трихлоридийг үнэт эдлэл, нарны шилэнд хэрэглэнэ.
Тули (Tm)	Ялгаж авахад хэцүү тул хэрэглээ нь хязгаарлагдмал. ¹⁶⁹ Tm изотопи нь зөөврийн X-Ray багажид; ¹⁷¹ Tm изотоп нь энергийн эх үүсвэр болдог.
Иттерби (Yb)	Энэхүү элементийн химийн онцлог бүрэн судлагдаагүй байгаа тул хязгаарлагдмал хэрэглээтэй байдаг. Гангийн механик чадварыг сайжруулах металлургийн үйлдвэрт хэрэглэгддэг.
Лютеци (Lu)	Лютецийн цөм нь нейтроны дулааны урвалжийн дараа бета цацраг гаргадаг тул түүнийг хурдасгуур, шүлтжүүлэлт, полимержүүлэлт зэрэгт хэрэглэдэг.
Иттри (Y)	Гэрэлтүүлэгч байдлаар хамгийн өргөн хэрэглэдэг. Цирконы исэлтэй хослуулснаар өндөр температурт ажиллах сансрын хөлгийн бүрхэвч хийхэд хэрэглэнэ. Сүүлийн үед LED дэлгэцийн үйлдвэрлэлд ихээр ашиглаж байна. Мөн электрод, лазер, хэт дамжуулагч болон эмчилгээний төхөөрөмжийн үйлдвэрлэлд хэрэглэдэг болсон.
Сканди (Sc)	Хөнгөн цагаантай хольж хайлш хийгээд сансрын хөлгийн үйлдвэрлэлд өргөнөөр хэрэглэж байна. Сүүлийн үед скандийг хольсон хайлш нь хамгийн хөнгөн гольфийн цохиур хийхэд хэрэглэгдэж байна

2.1.2. Газрын ховор элементийн ерөнхий ойлголт, хэрэглээ, ач холбогдол

ГХЭ-ийн 129 төрлийн эрдэс тогтоогдсон ба тэдгээрийн 51 нь иттрийн эгнээний ГХЭ-ээр, 78 нь церийн эгнээний ГХЭ-ээр баяжсан байдаг. ГХЭ-ийн үйлдвэрлэлийн ач холбогдол бүхий церийн эгнээний эрдэс: бастнезит [(Ce, La ...)(CO₃)F], монацит [(Ce,La ...)PO₄], бага хэмжээгээр пирохлор [(Na,Ca,Ce. . .)₂Nb₂O₆F] болон бусад эрдсүүд, иттрийн эгнээний эрдсүүд ксенотим (YPO₄), иттросинхизит [YCa(CO₃)₂F] ордог. Үүнээс гадна ГХЭ-ийг апатитаар фосфорын бордоо хийх явцад гаргаж авдаг. Эдгээрээс 20 гаруй нь үйлдвэрлэлийн голлох ач холбогдлыг өгдөг. ОХУ-ын ниоби, тантал, ГХЭ-ийн хайгуулын аргачилсан зөвлөлд дурдсан ГХЭ агуулсан голлох эрдсүүдийг Хүснэгт 1.2-т харууллаа.

ГХЭ-ийн голлох элемент

Хүснэгт 2.2.

Эрдсийн нэр	Структур-химийн томъёо	Газрын ховор металлын ислийн агуулга, %	Хольц элементүүд	Нягт, г/см ³
Монацит	CePO ₄	Σ Ce ₂ O ₃ <35; ThO ₂ <31	–	4.9–5.5
Ксенотим	YPO ₄	Σ Y ₂ O ₃ <61	U, Tb, TR	4.4–4.6
Чёрчит	YPO ₄ · 2H ₂ O	Σ Y ₂ O ₃ <51	TR	3.1–3.3
Бастнезит	CeCO ₃ F	Σ Ce ₂ O ₃ до 75	TR, Th	4.4–5.2
Паризит	Ce ₂ Ca[CO ₃] ₂ F ₂	Σ Ce ₂ O ₃ <60; Y ₂ O ₃ <10	TR, Th	4.3–4.4
Иттросинхизит	YCa[CO ₃] ₂ F	Σ Y ₂ O ₃ =44–47	Th, TR	3.6–3.7
Фергюсонит	Y(Ta, Nb)O ₄	Σ Y ₂ O ₃ =33–44; Ta ₂ O ₅ =4–9; Nb ₂ O ₅ =38.0–51.6	U, Th, TR	5.5–6.0
Эвксенит	Y(Nb, Ti, Ta) ₂ (O, OH) ₆	Σ Y ₂ O ₃ =16.3–27.8; Nb ₂ O ₅ =8.8–41.4; Ta ₂ O ₅ =1.0– 47.3	U, Th, TR	5.0–5.9
Гагаринит	(Na, Ca) ₃ YF ₆	Σ Y ₂ O ₃ =35–48	U, Th	4.2–4.5
Иттрофлюорит	(Y, Ca)F _{3-x}	Σ TR ₂ O ₃ =18–20	–	3.5–3.8

Дэлхийн ГХЭ-ийн үйлдвэрлэгч голлох уурхайнуудад агуулагдах голлох эрдсүүд			
№	Эрдсийн нэр	Химийн найрлага	REE Исэл, %
1	Бастнезит (Ce)	(Ce,La)(CO ₃)F	75
2	Монацит (Ce)	(Ce,La,Nd,Th)PO ₄	65
3	Паризит (Ce)	Ca(Ce,La) ₂ (CO ₃) ₂ F ₂	61
4	Ксенотим	YPO ₄ .	61
5	Гадолинит (Ce)	(Ce,La,Nd,Y) ₂ Fe ²⁺ Be ₂ Si ₂ O ₁₀	60
6	Иттроцерит	(Ca,Ce,Y,La)F ₃ .nH ₂ O	53
7	Синхизит Ce)	Ca(Ge, LA)(CO ₃) ₂ F.	51
8	Хуангоит(Ce)	BaCe(CO ₃) ₂ F.	39
9	Алланит (Ce)	(Ce,Ca,Y) ₂ (Al,Fe ³⁺) ₃ (SiO ₄) ₃ OH.	38
10	Бритолит (Ce)	(Ce,Ca) ₅ (SiO ₄ ,PO ₄) ₃ (OH,F)	32
11	Цебаит (Ce)	Ba ₃ Ce ₂ (CO ₃) ₅ F _z .	32
12	Флоренцит (Ce)	Ce Al ₃ (PO ₄) ₂ (OH) ₆ .	32
13	Лопарит	(Ce,La,Na,Ca,Sr)(Ti,Nb)O ₃	30
14	Эвксенит (Y)	(Y,Ca,Ce,U,Th)(Nb,Ta,Ti) ₂ O ₆	24
15	Эвдиалит	Na ₄ (Ca,Ce) ₂ Fe ²⁺ ,Mn,Y ZrSi ₈ O ₂₂ (OH,Cl) ₂ (?).	9

2.1.2. Газрын ховор элементийн тойм, үнэ, хэтийн төлөв

Америкийн Геологийн Албаны ашигт малтмалын нээлттэй мэдээллийн санд мэдээлснээр 2018 оны 12-р сарын байдлаар дэлхийн ГХЭ-ийн нийт нөөц 120 сая т орчим байгаагаас Хятад улс 36.7 %, Бразил 18.3 %, Вьетнам 18.3 % тус тус эзэлж нөөцөөрөө тэргүүлж байна. Харин бүтээгдэхүүний хувьд дэлхийн хэмжээнд жилд нийт 170 мянган т ГХЭ үйлдвэрлэж байгаагаас Хятад улс 120 мянган т буюу 70.6 %, Австрали 20 мянган т буюу 11.8 %, Америк 15 мянган т буюу 8.8 % тус тус гаргаж байна.

ГХЭ-ийн голлох нөөц нь дэлхийн цөөн хэдэн орноор хязгаарлагдаж байгаагаас Хятад улс дэлхийн нөөцийн гуравны нэгийг эзэмшиж нөөцөөрөө дэлхийд тэргүүлсээр байна. Америк улсын хувьд Маунтин Пасс орд гол үйлдвэрлэгч нь бөгөөд 1998 онд ашиглалтын үйл ажиллагааг зогсоосон ч 2018 оноос дахин ашиглаж эхэлсэн. Маунтин Пассаас гадна Бокан уул, Беар Лодж Раунд топ зэрэг хэд хэдэн ГХЭ-ийн орд, илрэлүүд дээр хайгуулын ажил явагдаж байна. Америкийн геологийн албанаас Аляск муж улсад Хайпер спектрийн аргыг хайгуулд ашигласнаар ГХЭ-ийн хүдэржилт бүхий хэтийн төлөвтэй талбайг (Wilburn and Karl, 2018) илрүүлсэн байна. Энэтхэгт дэлхийн ГХЭ-ийн нөөцийн 5 % орчим нь байх ба энэ нь ильменит, силлиманит, анар, циркон, монацит, рутил зэргийг агуулсан далайн эргийн шороон ордын төрөл юм. Энэтхэгийн геологийн алба сүүлийн жилүүдэд ГХЭ-ийн эрэл хайгуулын ажилд анхаарч шүлтлэг интрузив, карбонатит, скарн, пегматит, грейзен төрлийн хүдэржилтийг анхааран судалж байна. Далайн эргийн болон эх газрын шороон ордуудад 2016 оны байдлаар монацитын нөөц 11,935 сая т хүрнэ хэмээн үзэж байсан ба үүний 30 % нь далайн эргийн Андра Прадеш бүсийн бүлэг шороон ордод агуулагдаж байна.

Газрын ховор элементийн металлын болон ислийн үнэ дэлхийн хэмжээнд 2005 оноос огцом өсөж ирсэн боловч 2012 оны эхний улирлаас буурч эхэлсэн. Металлын үнийн өсөлт, бууралтын судалгааг хийдэг судлаачид үнийн өсөлтийг тайлбарлахдаа Хятад улс ГХЭ-ийн нөөц ба үйлдвэрлэлээрээ дэлхийд ноёлж байгаа бөгөөд энэ металлын экспортод хязгаарлалт хийсэнтэй холбоотой гэж үздэг. Харин үнийн бууралт болон сүүлийн үед нэлээд тогтвортой болоод байгааг тайлбарлахдаа үнийн өсөлт улам ихэснэ хэмээн дүн шинжилгээ хийж гол хэрэглэгч орнууд шаардлагатай металлыг нөөцөлж чадсан, зарим орнуудад ГХЭ-ийн уурхайнууд ажиллаж эхэлсэн болон түүнийг дахин боловсруулалтын аргаар гаргах боломжтой болсон зэрэгтэй холбоотой хэмээн үзэж байна. ГХЭ-ийн нийлбэр ислийн хувьд аваад үзэхэд ийм чиг хандлага харагдаж байгаа хэдий ч ГХХүнд элементүүдийн эрэлт хэрэгцээ их, үнэ эргээд өсөх магадлалтай хэмээн таамаглаж байна. Хэдийгээр ГХЭ-ийн үнийг цаашид тогтворжино хэмээн үзэж байгаа ч дэлхийн хүн амын өсөлттэй уялдаж дэлхийн хэмжээнд эдийн засгийн өсөлт явагдах нь харагдаж байгаа ба үүнтэй холбоотойгоор ГХЭ-ийн үнийн гэнэтийн өсөлт болох магадлалтай хэмээн зарим судлаачид тооцож байна. ГХЭ-ийн гол үйлдвэрлэгч болох Хятад улсад сүүлийн жилүүдэд байгаль орчны болон, нийгэм улс төрийн байдал хурцдах хандлагатай, түүнээс гадна ажилчдын

хөдөлмөрийн хөлс өндөрсөж байгаатай холбоотой үнийн өсөлт байж болохыг үгүйсгэхгүй.

Газрын ховор элемент нь ногоон технологи, электроникийн үйлдвэрлэл болон цэргийн зориулалттай хэрэглэгддэг гол түүхий эд нь байсаар байна. ГХЭ нь 17 металлыг өөртөө агуулдаг бөгөөд эдгээр нь харилцан адилгүй хэрэглээтэй байдагтай холбоотойгоор зарим элементийн хэрэглээ багасахад заримын ялангуяа диспрози, неодим, европи зэрэг газрын ховор хүнд элементийн хэрэглээ улам ихсэх хандлагатай гэж үздэг. ГХЭ-ийн цаашдын хэрэглээг бодитоор таамаглахад хэцүү ч ирэх 25 жилийн хугацаанд түүний хэрэглээний өсөлт 5 -9 % хооронд (Alonso et al., 2012) байна хэмээн таамаглаж байна. Ногоон технологийн хөгжилтэй холбоотойгоор салхин сэнс болон цахилгаан мотор үйлдвэрлэхтэй холбоотой диспрозигийн үнэ харьцангуй ихээр өсөж болох юм. Өнөөгийн хэрэглээгээр аваад үзэхэд жилд 105000 т ($\pm 15\%$) ГХЭ-ийн исэл шаардлагатай (Hatch, 2012; Alonso et al., 2012) гэсэн тооцоо байна. Тогтмол соронзон, металл хайлш, катализаторын үйлдвэр, өнгөлгөө зэрэг нь ГХЭ-ийн гол хэрэглээний салбар нь билээ. Өнөөгийн байдлаар неодим, празеодим, самари (диспрози ба терби нэмэлтээр) зэрэг элементүүдээр хийсэн тогтмол соронзонгууд нь хамгийн хүчтэй болоод хөнгөн байж чадаж байгаа тул дэлхийн зах зээл дээр эрэлт хэрэгцээ ихтэй байна. ГХЭ-ийн бүх төрлийн хэрэглээг харгалзан жилд 5-8.6 % өсөлттэй байхаар тооцоолж 2025 оны хүртэлх хэрэгцээг загварчилан 2025 он гэхэд жилийн хэрэглээ нь ГХЭ-ийн нийлбэр ислээр 210 000 т хүрнэ гэж таамаглажээ.

Дэлхийн эрчим хүчний эх үүсвэрийн судалгааны үр дүнгээс харахад эрчим хүчний хэрэглээ 2035 он хүртэл жилийн 13 % өсөх хандлагатай байна. Мэдээж шатах ашигт малтмал голлох түүхий эд нь байсаар байх бөгөөд 2035 оны үед нийт эрчим хүчний дөрөвний гурвыг эзэлсээр байх ба сэргээгдэх эрчим хүчний хувьд 10 % орчимд хүрэх болов уу хэмээн таамаглаж байна. Ийнхүү байгальд ээлтэй ногоон технологийн хөгжилтэй холбоотой ГХЭ-ийн хэрэгцээ улам бүр өссөөр байхаар харагдаж байна.

2.1.2. Газрын ховор элементийн хүдэржилт, гарал үүсэл

ГХЭ-үүд нь ионы радиус томтой учир силикатлаг хайлшны талстжилтын үед чулуулаг бүрдүүлэгч гол эрдсүүдийн оронд торд орж суух боломж муутай, үлдэгдэл хайлшинд ихэвчлэн үлддэг бөгөөд талстжилтын төгсгөлийн шатанд катионы оронд тор томтой циркон, анар, апатит зэрэг эрдсийн найрлагад ордог онцлогтой. Боржинлог пегматитын эрдсүүд ГХЭ-ээр баяжсан байдаг.

ГХЭ-ийн хүдэржилт нь ихэвчлэн эх газрын доторх геодинамик нөхцөлд тэлэлтийн тектониктой холбоотой үүссэн пулл апарт (pull apart) хагаралд эсвэл астеносферийн цоргилтын бүсэд үүсдэг ажээ. Ийм тектоник тогтцод литосферийн зузаан багасаж нимгэрсэнтэй холбоотойгоор даралт багасаж гүний мантийн эх үүсвэртэй магма царцдас бүрхүүлд хөөрөн орж царцсанаар үүссэн шүлтлэг-суурилаг найрлагатай гүний биетүүдтэй орон зай цаг хугацааны хувьд

нягт холбоотойгоор ГХЭ-ийн хүдэржилт үүсдэг байна. Зарим судлаачид дэлхийн хэмжээнд тогтоогдсон томоохон хэмжээний ГХЭ-ийн ордуудын өнөөгийн байршиж буй геодинамик орчин дээр дүн шинжилгээ хийж тэдгээрийн тархалтыг эртний суурь, эх газрын рифт, ороген хөгжил болон өгөршлийн бүс зэрэг нөхцлүүдэд байршиж байгааг тэмдэглэсэн байна (Chakmouradian et al., 2012).

Өндөр технологи хөгжиж ГХЭ-ийн хэрэглээ ихэссэнтэй холбоотойгоор дэлхийн хэмжээнд эдгээр металлын эх үүсвэрийг тодруулах судалгаа 2005-2011 онуудад эрчимтэй хийж Америкийн геологийн албанаас Америкийн болон дэлхий дахины ГХЭ-ийн хүдэржилт, түүний хэтийн төлөвийн талаарх судалгааг хийж тайлагнасан (Keith et al., 2010) байдаг. Америкийн Геологийн албаны үзэж байгаагаар ГХЭ-ийн хүдэржилтийг гарал үүслээр нь үндсэн 9 төрөлд ангилж түүний төлөөлөх ордуудын жишээг (Хүснэгт 2.3) өгсөн байна.

Шүлтлэг интрузивтэй холбоотой хүдэржилтийн хувьд шүлтлэг магма нь өөрөө маш нийлмэл магмын эх үүсвэртэй гэж үздэг бөгөөд түүнтэй холбоотой хүдэржилтийн асуудал бүрэн тогтоогдоогүй. Шүлтлэг интрузивтэй холбоотой ГХЭ-ийн хүдэржилт нь ихэвчлэн циркон, ниоби, стронци, бари, лититэй эвшилдсэн байдалтай тохиолдох бөгөөд гарал үүслийн асуудлыг системчилж тодорхойлоход маш ярвигтай байдаг. Карбонатитууд нь маш ховор тохиолддог, дэлхийн хэмжээнд ердөө 527 байршилд (Woolley and Kjarsgaard, 2008) тогтоогдсон. Төмрийн ислийн алт-зэсийн орд нь 1980-аад оны үед Олимпик Дам ордыг олдсоноос хойш гарч ирсэн ордын гарал үүслийн өвөрмөц, шинэ төрөлд тооцогдоно. Хэдийгээр үүнтэй төстэй ордууд дэлхийн хэмжээнд нэлээд тааралддаг ч тэдний ГХЭ-ийн агуулга бага байдаг бол Олимпик Дам ордод нэлээд их нөөцтэй байдаг онцлогтой. Пегматитууд боржинлог интрузивийн томоохон биетийн зах орчмоор үүссэн байх ба тэдгээр нь маш нийлмэл олон төрлийн найрлагатай байдгаас гадна ерөнхийдөө биетийн хувьд жижиг тул тэр болгон үйлдвэрийн ач холбогдолтой байдаггүй.

Клаймакс төрлийн молибдений порфирийн ордод тодорхой түвшинд ГХЭ-ийн өндөржсөн агуулга өгдөг боловч маш жигд бус тул хэтийн төлөв нь тодорхойгүй байна. Өгөршлөөр газрын ховор элемент агуулсан уулын чулуулаг болон ГХЭ-ийн хүдэржилт бүхий талбай элэгдэлд орж зөөгдөж дахин хуримтлагдаад шороон хуримтлал үүсгэдэг. Ялангуяа монацит болон ксенотимийн гол эх үүсвэр нь шороон хуримтлал байдаг онцлогтой. Мөн далайн эргийн хар элс хэмээн нэрлэгддэг ильменит-магнетитийн болон цагаан тугалганы шороон ордод дайвар байдлаар монацит нэлээд хэмжээгээр агуулагддаг. Халуун чийглэг уур амьсгалтай орчинд чулуулаг химийн өгөршилд гүнзгий автахад төмөр, хөнгөн цагаан-төмрөөр баяжсан өгөршлийн үлдэгдэл гадаргуу үүсэх бөгөөд ГХЭ, түүний дотроос хүнд элементүүд тодорхой хэмжээгээр баяждаг байна.

Шохойн чулуулгийн доторх карстын агуйд хуримтлагдсан хөнгөн цагаанаар баян хурдас ГХЭ-ээр баяжсан байхыг Монтенегрод тогтоосон боловч одоогоор эдийн засгийн ач холбогдол нь тодорхойгүй (Maksimović and Pantó, 1995) байна.

ГХЭ-ийн хүдэржилтийн гарал үүслийн төрлүүд (Keith, 2010)

Хүснэгт 2.3.

Гарал үүслийн төрөл	Гарал үүслийн дэд төрөл	Жишээ, төлөөлөх томоохон ордууд
Шүлтлэг интрузивтэй холбоотой	Магмын (шүлтлэг-суурилаг)	ОХУ-ын Ловозеро,
	Пегматитын дэл судлын (шүлтлэг-суурилаг)	ОХУ-ын Хибины массив
	Пегматитын дэл судлын (хэт шүлтлэг)	Гринландын Моцфелдт
	Гидротермаль судал ба штокверк	АНУ, Айдахогийн Лемхи
	Галт уулын	Баруун Австралийн Брокман
	Альбититийн метасоматит	ОХУ-ын Миаск
Карбонатит	Магмын	АНУ, Маунтин Пасс,
	Дэл судлын	Малавийн Кангакундэ хилл
	Гидротермаль судал ба штокверк	Шинэ Мексико Галлинас уулс
	Скарн	Хятадын Сайма
	Карбонат чулуулаг дахь түрэлтийн	Хятадын Баян-Овоо
	Метасоматит-фенитийн	АНУ, Арканзасын Магнет кове
Төмрийн ислийн зэс-алт	Магнетит-апатитийн түрэлтийн	АНУ, Ийгл маунтин
	Гематит-магнетитийн брекчийн	Австралийн Олимпик Дам
Пегматит	Абиссал (ГХХүЭ, ГХХөЭ), алланит, монацит, эвксенит эвшлийн	ОХУ-ын Алдан, Швед-Иттерби, Канад-Файв Майл
Мо-порфир	Клаймакс төрөл	АНУ, Колорадогийн Клаймакс
Метаморф	Мигматитжсан гнейс	АНУ, Калифорны Мюзик Валлей,
	Уран-ГХЭ-ийн скарн	Австрали, Мари Катлин
Стратиформ фосфорит ба өгөршлийн гадаргуу	Платформын фосфорит	АНУ, Өмнөт Айдахо
	Карбонатиттай эвшилдэх фосфорит	Баруун Австрали, Маунт Велд
	Граниттай эвшилдэх латерит	Өмнөт Хятад
	Бадделит агуулсан боксит	Бразилийн Покос де Калдас
	Карстын боксит	Монтенегро (Европ)
Эртний шороо	Уран агуулсан пирит-кварцтай конгломерат	Канад, Онтарио, Еллиот нуур,
	Алт агуулсан пирит-кварцтай конгломерат	Өмнөт Африк, Витватерсранд
Шороо	Далайн эргийн титаны шороон	Баруун Австрали, Күүлжарлоо,
	Цагаан тугалганы шороон	Малайзын Sn шороо

2.1.4. Газрын ховор элементийн хүдрийн төрөл

Дифференциацид орсон нефелин-сиенитийн массивт агуулагдах ордууд нь (Ловозеро) ниоби-тантал-ГХЭ гол хүдэр болдог. Хүдэржсэн интрузив нь төвийн төрлийн дугариг хэлбэртэй олон фазтай бүслүүрлэг тогтоцтой байна.

Лопарит агуулсан дифференциацид орсон хэсэг нь (2-р фаз) нефелин, хээрийн жонш, уртит, ювит, фояит, луяврит, малинит зэрэг эрдсүүдийн ритмлэг тогтоцтой үелэлүүдээс тогтно. Лопарит нь доод хэсэгт нь уртит малинетийн найрлагатай хэсэгт акцессор эрдэс байдлаар бага зузаантай (0.1-2 м) үе үүсгэнэ. Эрдэслэг бүрэлдэхүүний хувьд нефелин, кали-натрийн хээрийн жонш, эгирин, шүлтлэг амфибол, содалит, цеолит байх ба акцессор байдлаар лопарит, виллиомит, апатит, эвдиалит, рамзаит, мурманит, ловозерит, сфен, магнетит, пирит, пирротин үүссэн байна. Лопарит нь ниоби, тантал, церийн бүлгийн ГХЭ гарган авдаг гол түүхий эд юм.

Хэт суурилаг, шүлтлэг чулуулгийн карбонатит нь дэлхийн ниобийн голлох эх үүсвэр нь болдог. Хэт суурилаг, шүлтлэг чулуулгийн карбонатит нь дугуй болон цагариг хэлбэртэй биетүүд үүсгэх ба карбонатит нь шток, цагариган дэл судлууд, хоолой хэлбэртэй байна. Карбонатитын биет нь тухайн хэт суурилаг шүлтлэг магмын дифференциацийн төрлөөс хамаарч дугариг хэлбэртэй шток, цацраг маягийн дэл судлууд, цагариг болон тал цагариг хэлбэртэй биетүүд, хоолой маягийн биетүүд хэлбэртэй гадаргууд илэрдэг.

Карбонатит нь кальцит, доломит, анкеритын төрлүүдтэй. Карбонатитад пирохлорын хүдэржилт жигд тархалттай шигтгээ хэлбэртэй байна. Хүдрийн биет нь ядуувтар агуулгатай ($Nb_2O_5=0.05-0.08$ %) суурь дээр баяжсан ($Nb_2O_5=0.2-0.8$ %) бүс байдлаар шугаман хэлбэртэй илэрдэг. Хүдэр агуулсан чулуулагт форстерит, флогопит, пирит зонхилохоос гадна апатит, монацит, заримдаа циркон, бадделеит ба магнетит агуулна. Дунд болон том талстлаг кальцитын карбонатит нь карбонатын түүхий эд (Жишээ нь: ОХУ-ын Белозиминское болон Канадын Сэнт Оноре) болж болно.

Ховор тохиолдолд хэт суурилаг шүлтлэг чулуулагтай холбоотой пирохлорын хүдэржилт нь карбонатитад биш микроклинит-калийн хээрийн жонштой метасоматит дотор (Эрхүү мужийн Больше Тагнинск орд) хөгжсөн байна. Больше Тагнинск ордод апатит-пирохлорын хүдэржилт нь 600 м гаруй урт, 300 м хүртэл өргөнтэй бүсийн дагуу шигтгээ, судал-шигтгээ хүдэр бүхий мэшил хэлбэртэй байна. Түүний хүдэр дэх Nb_2O_5 агуулга 1.0 % хүрдэг.

Зарим тохиолдолд карбонатитад гатчеттолит жижигхэн шигтгээ байдлаар баяжиж бие даасан хуримтлал үүсгэх эсвэл пирохлорын хүдрийн бүсийн захаар баяжсан байдалтай илэрдэг. Тантал-ниобийн нийлмэл (комплекс) хүдэрт Nb_2O_5/Ta_2O_5 харьцаа 4.5–8 байна (Среднезиминск орд болон Белозиминскийн хүдрийн бүсийн зарим хэсэг).

Бастнезиттай карбонатитын ордууд нь церийн бүлгийн ГХЭ-ийн гол эх үүсвэр нь болдог. Энэ төрлийн ордын гол төлөөлөгч нь АНУ-ын Маунтин Пасс орд юм. Тус орд нь цул болон зурваслаг тогтоцтой карбонатит (кальцит) 60 %, барит 20 %, кварц 10 %, ГХЭ-ийн эрдсүүд (бастнезит болон монацит) 10 % агуулсан 700 х 200 м хэмжээтэй штокоос тогтоно. Маунтин Пасс ордын ГХЭ-ийн нийлбэр агуулга баян хэсэгтээ 10 %, ядуу хэсэгтээ 5 % ба түүнээс бага агуулгатай. Нийт нөөцийг

нь 2.5 сая тн хүдэрт 5 % түүнээс дээш агуулгатай ГХЭ-ийн исэл агуулагдаж байна гэж үздэг.

Шүүгдлийн буюу зөөгдлийн өгөршлийн гадаргууд дахин хуримтлагдсан ГХЭ-ниобийн (Y ба Sc) ордууд нь ихэвчлэн карбонатитын өгөршлөөр үүсэх ба сүүлийн үед хэтийн төлөв бүхий шинэ төрөл (Якутын Сахад байх Томтор орд) болж байна. Хүдрийн биет нь 2600×1700 м хэмжээтэй 10 м орчим дундаж зузаантай давхарга хэлбэрийн биет байна. Хүдэржсэн үе нь пирохлор-монацит-крандаллит болон каолинит-крандаллитын ээлжлэн/салаавчлан дараалсан үеүд байна Хүдрийн гол эрдэс нь монацит ба стронци-пирохлор, бари-пирохлор, плюмбопирохлор болон энгийн пирохлорын үлдцүүд байна. Хүдэр нь маш баян агуулгатай буюу Nb₂O₅ 4–8 %, TR₂O₃ 6–12 %, Y₂O₃ нь 0.5–0.65 %, Sc₂O₃ 0.05 % байх боловч тэдгээр нь нарийн ширхэглэг тул баяжуулахад хүнд байдаг байна. Ордын гарал үүсэл нь нийлмэл бөгөөд дотор нь 2 төрлөөр тайлбарладаг. Эхнийх нь шороон тунамал ордууд бөгөөд эдгээрийг хэт суурилаг шүлтлэг чулуулгийн карбонатит нь нуур орчимд үүссэн өгөршлийн гадаргууд зөөгдөж хуримтлагдсан гэж үздэг. Хоёрдугаар төрөл нь төмөр манганы төрлийн өгөршлийн гадаргууд ниоби ба ГХЭ-ийн өгөршлийн үлдэгдэл гадаргууд хөгжсөн байна.

Олон төрлийн давхацмал гарал үүсэлтэй хэмээн үздэг нөөцөөрөө дэлхийд тэргүүлэгч Баян Овоо орд нь ниоби-ГХЭ-төмрийн хүдэртэй. Ниоби болон ГХЭ-ийн хүдэржилт нь өргөргийн дагуу 3 км орчим өргөнтэйгөөр 16 км орчим үргэлжлэх бүсэд үүссэн. ГХЭ-ийн хүдэржилт нь хожуу протерозой-түрүү палеозойн настай доломит дахь давхарга хэлбэртэй төмрийн хүдэрт агуулагдана. Ордын хэмжээнд ГХЭ-ээр баяжсан (TR₂O₃: 2–3.5 %) карбонатитын судал хэлбэрийн биетүүд байна. Хүдрийн гол эрдэс нь магнетит, гематит байх ба нарийн мөхлөгт шигтгээ байдлаар монацит, бастнезит, пирохлор, эшинит агуулагдана. Төмрийн агуулга баян хэсэгтээ 45 % түүнээс дээш, ГХЭ агуулга 5.7-6.7 % (TR₂O₃), ниоби 0.126–0.14 % (Nb₂O₅). Төмрийн нөөц нь 470 сая т, TR₂O₃ нөөц 40.1 сая т, Nb₂O₅ нөөц 1 сая т байдаг ажээ. Ордын гарал үүсэл маш нийлмэл, ниоби-ГХЭ-ийн хүдэржилт нь карбонатиттай холбоотой, төмрийн хүдрийг метаморф-тунамал үүсэлтэй хэмээн үздэг байна.

Иттрийн төрлийн ГХЭ-ийн хүдэржилтийн голлох төлөөлөл болох ионы хүдэр Хятадад байдаг бөгөөд энэ нь гранит, занар, амфиболитын өгөршлийн гадаргууд үүссэн байна.

ГХЭ-ийн үйлдвэрийн дээрх гол төрлүүдээс гадна ЗХУ-д (ОХУ) дараах төрлүүдийг ашиглаж ирсэн. Үүнд:

- Нефелинт сиенитын массивтай холбоотой альбитит, карбонатит болон пегматитад агуулагдах циркон-ниоби (Уралын Вишневогорск орд);
- Кварц-хлоритын метасоматитгд агуулагдах иттрийн төрлийн ГХЭ (Киргизийн Кутессай-II орд);
- Органик тунамал сканди-ГХЭ-уран (Казахстан, Меловое орд).

Өнөөгийн байдлаар эдгээр ордуудын нөөцийн ихэнх нь ашиглагдсан тул хаагдсан.

ГХЭ-ийн ордуудын үйлдвэрлэлийн төрөл

Хүснэгт 2.4.

Ордын үйлдвэрлэлийн төрөл	Хүдрийн биетийн морфологийн төрөл	Хүдрийн (эрдсийн) төрөл	Хүдэр дэх ашигт бүрдвэрийн агуулга, %	Дагалдах ашигт бүрдвэр	Хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн төрөл)	Жишээ орд
1	2	3	4	5	6	7
Дифференцилагдсан нефелин сиенитийн массивт агуулагдах церийн бүлгийн ниоби-тантал	Уртит, ювит, малиньит зэрэгт агуулагдах хэвгий байрлалтай давхарга хэлбэрийн биетүүд	Лопарит	Nb ₂ O ₅ : 0.2-0.40; Ta ₂ O ₅ : 0.018-0.027; TR ₂ O ₃ : 0.9-1.4	Ti, Sr, Th	ГХЭ-тантал-ниоби (сортлох, гравитаци-флотаци-гидрометаллургийн)	Ловозеро (ОХУ)
Хэт суурилаг хэт шүлтлэг чулуулаг болон карбонатитад агуулагдах ниоби	Карбонатитд агуулагдах мэшил маягийн судал, шток-хоолой хэлбэрийн биетүүд	Пирохлор	Nb ₂ O ₅ : 0.2–0.8	P, TR, Ta, U, Zr	Металлургийн ниоби (сортлох, гравитаци-флотаци-гидрометаллургийн)	Белозиминское (ОХУ), Сент-Оноре (Канад)
	Микроклинит-д агуулагдах мэшил хэлбэрийн	Пирохлор	Nb ₂ O ₅ : 0.3–1.2	P, микроклин	Металлургийн ниоби (сортлох, гравитаци-соронзон-флотаци-гидрометаллургийн)	Больше Тагнинск (ОХУ)
Бастнезиттай карбонатитад агуулагдах серийн бүлгийн ГХЭ	Карбонатитад агуулагдах шток, хоолой болон судал хэлбэрийн	Бастнезит	TR ₂ O ₃ : 0.9–9.0	Fe, U, Th, барит, флюорит	Флюорит-барит-стронци-ГХЭ (сортлох, гравитаци-соронзон-флотаци-гидрометаллургийн)	Карасуг (ОХУ), Маунтин-Пасс (АНУ)
Шүлтлэг боржингийн метасоматитад агуулагдах Ниоби-тантал	Шүлтлэг боржингийн кварц-альбит-микроклин болон альбитын метасоматитад агуулагдах шток болон мэшил хэлбэрийн	Циркон-пирохлор-колумбит	Nb ₂ O ₅ : 0.12-0.40; Ta ₂ O ₅ : 0.014-0.040; ZrO ₂ : 0.3–0.7	TR, Li, Th, U, Hf, Rb, криолит	Металлургийн циркони-ниоби-тантал (гравитаци-флотаци-гидрометаллургийн)	Улуг-Танзек, Зашихинс (ОХУ)
Шүлтлэг метасоматитад агуулагдах ГХЭ-ниоби-тантал	Шүлтлэг метасоматитад агуулагдах мэшил, давхарга хэлбэрийн	Циркон-тантал-пирохлор ба ГХЭ	Nb ₂ O ₅ : 0.20–0.40; Ta ₂ O ₅ : 0.012-0.025; ZrO ₂ : 1.5–1.6; TR ₂ O ₃ : 0.2–0.4	Y, U, Th, Hf, Zn, Pb, криолит	Циркон, ГХЭ агуулсан металлургийн ниоби тантал (гравитаци-флотаци-гидрометаллургийн)	Катугинск (ОХУ)

2.2. Ниоби ба тантал

2.2.1. Ниоби ба танталын ерөнхий ойлголт, хэрэглээ, ач холбогдол

Ниоби ба тантал нь химийн шинж чанараараа өөр хоорондоо маш төстэй, байгальд үргэлж хамтдаа үүссэн байдаг онцлогтой.

Ниоби нь Менделеевын үелэх системийн 41-р элемент юм. Металл ниоби нь ган маягийн саарал өнгөтэй, хувийн жин нь 8.57 г/см^3 , 2415°C -д хайлж, 3300°C -д буцална. Ниобийн атом жин нь 92.906, байгальд ^{93}Nb гэсэн тогтвортой 1 изотоптой, А.П. Виноградовын тооцоолсноор дэлхийн царцдас дахь ниобийн кларк 0.002 %, хэт суурилаг чулуулагт 0.0001 %, суурилаг чулуулагт 0.002 %, дундлаг чулуулагт 0.002 %, хүчиллэг чулуулагт 0.002 %, шүлтлэг чулуулагт 0.01 % байна.

Тантал нь Менделеевын үелэх системийн 73-р элемент, атом жин нь 180.95. Байгальд ^{180}Ta ба ^{181}Ta гэсэн тогтвортой 2 изотоптой, +5 зэргээр исэлддэг, Геохимийн шинж төрхийн хувьд ниобитой нилээд төстэй. А.П. Виноградовын тооцоолсноор дэлхийн царцдас дахь танталын кларк 0.00025 %, хэт суурилаг чулуулагт 0.0000018 %, суурилаг чулуулагт 0.000048 %, дундлаг чулуулагт 0.00007 %, хүчиллэг чулуулагт 0.00035 %, шүлтлэг чулуулагт 0.0008 %. Ta:Nb харьцаа хэт суурилаг чулуулагт 1:55, суурилагт 1:41, дундлагт 1:26, хүчиллэгт 1:6 байдаг байна. Танталын хувийн жин 16.6 г/см^3 , 2996°C -д хайлж, 5300°C -д буцладаг. Мөнгөлөг бүдэг саарал өнгөтэй. Өндөр температурт тэсвэртэй металлуудын нэг бөгөөд энэ чанараараа вольфрам, ренийн дараа орно.

Ниобийг хар төмөрлөгийн үйлдвэрт феррониоби (Nb 65 % хүртэл) хэлбэрээр ганг зэвэрдэггүй болгох, өндөр чанарын хайлш хийхэд нэмэлт байдлаар өргөн хэрэглэдэг ба ийм хайлшнууд хүчиллэг, шүлтлэг орчинд тэсвэртэй байдаг онцлогтой. Ниоби орсон хайлш бат бөх, халуун тэсвэрлэхдээ сайн, зэвэрдэггүй тул магистраль хэмжээний газрын тос болон хий дамжуулах хоолой, цөмийн тогоо, пуужин, сансрын техник, химийн үйлдвэрийн тоног төхөөрөмж, өндөр даралтын бойлер, төмөр замын рельс зэрэг олон салбарт хэрэглэдэг. Багаар химийн болон цахилгаан техникийн үйлдвэрт хэрэглэдэг. Ниобийг Ni, Sn, Zr, Ti, Ge зэрэг металлуудтай хольсноор харьцангуй өндөр температурт (23 K) цахилгаан дамжуулах чадвар маш сайжирдаг. Nb-Zr, Nb-Ti, Nb-Sn хайлшууд маш сайн цахилгаан дамжуулах чадвартай байдаг тул өндөх хүчин чадалтай соронзонг үйлдвэрлэдэг. Nb-Ti хайлшаар хийсэн ороомог бүхий турбин генераторууд массыг 4-5 дахин бууруулж АҮК-ийг 99.5-99.8 %-д хүргэдэг. Тодорхой хэмжээгээр никель, кобальт, төмөртэй хольсон хайлшийг тэсрэлтэт хөдөлгүүр, пуужин, хийн турбин, дулаан тусгаарлагч зэрэгт ашиглагдаж байна. Ниобийг сүүлийн үед далдуу модны тосноос био-түлш (дизель) гарган авах технологит катализатор болгон хэрэглэж байна. Ниобийн үйлдвэрлэлийн 87 %-ийг гангийн үйлдвэрлэлд, 5.2 % нь химийн үйлдвэрт, 2.7 % нь вакуум

үйлдвэрлэлд, 2.5 % нь ниобийн хайлш гарган авахад, 0.9% нь металл ниоби гарган авахад тус тус хэрэглэгдэж байна.

Танталыг хэрэглэдэг гол салбар бол цахилгаан вакуумын (анод, торнууд, хүлээн авагч, өндөр температурын вакуум зуухны хэрэгсэл) техникийн салбар бөгөөд халуунд болон үрэлтэд тэсвэртэй маш хатуу хайлшийн үйлдвэрлэл, химийн төрөл бүрийн хэрэгсэл, лабораторийн тоног төхөөрөмж, хайлш болон гангийн чанарыг сайжруулах зэрэгт мөн хэрэглэдэг. Түүнээс гадна тантал нь хүний биед суулгахад хамгийн тохиромж сайтай цорын ганц металл тул анагаах ухаан, мэс заслын салбарт судас орлуулах, төрөл бүрийн хиймэл эрхтэн хийх болон бусад шаардлагатай хэрэгсэл байдлаар хэрэглэгддэг.

Танталын үйлдвэрлэлийн бараг хагасыг цахилгаан техникийн үйлдвэрлэлийн салбарт нунтаг болон утас байдлаар хэрэглэж байна. Танталын энергийн алдагдлыг хуримтлуулах онцгой чадвартайг нь ашиглан цахилгаан конденсатор, цахилгаан холбоо (гар утас), ихээхэн хэмжээний өгөгдлийг хадгалах төхөөрөмж (хард диск) анагаах ухаан (сонсголын аппарат, зүрхний аппарат) зэргийг үйлдвэрлэхэд хэрэглэдэг. Танталын ислийг өсгөгч шилний хугарлын индексийг сайжруулах зорилгоор мөн танталын карбидыг таслагч, зүсэгч багажхэрэгсэлд хэрэглэдэг.

Танталын үйлдвэрлэлийн 24 %-ийг конденсаторын үйлдвэрлэлд нунтаг байдлаар, 22 %-ийг бутлуурын үйлдвэрлэлд, 18 %-ийг химийн үйлдвэрлэлд, 17 %-ийг металлурgt, 12 %-ийг танталын гулдмай, 7 %-ийг танталын карбидийн үйлдвэрлэлд тус тус хэрэглэж байна.

Ниоби болон танталын аль аль нь бие даасан эрдэс үүсгэдэггүй ч олон тооны эрдсийн найрлагад орсон байдаг. Ниобийг агуулсан 83 эрдэс мэдэгдэж байгаагаас 60 нь исэл, 22 нь силикат, нэг нь аранжин эрдэс байна. Ниобийн хувьд үйлдвэрлэлийн ач холбогдол бүхий эрдэс нь: пирохлор, гатчеттолит, колумбит бөгөөд бага хэмжээгээр лопарит, танталит ба цагаан тугалганы шаараас гаргаж авдаг. Nb_2O_5 агуулга карбонатитын хүдэрт 0.5–2 %, өгөршлийн гадаргад 0.1–1.5% байвал орд болдог. Танталыг агуулсан 37 эрдэс байдаг ба бүгд ислийн эрдсүүд юм. Танталын үйлдвэрлэлийн гол эрдсүүдэд: танталит, воджинит, тапиолит, микролит, колумбит, лопарит, гатчеттолит, самарскит зэрэг эрдсүүд ордог. Ниоби ба танталын хүдрийн голлох эрдсүүдийн мэдээллийг Хүснэгт 2.5-д харуулав.

Ниоби, танталын хүдрийн эрдсүүд

Хүснэгт 2.5

Эрдсийн нэр	Химийн томъёо	Ислийн агуулга, %		Хольц элемент	Нягт г/см ³
		Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅		
Колумбит	(Fe, Mn)(Nb, Ta) ₂ O ₆	59–78.7;	1–20	–	5.3
Танталит	(Fe, Mn)(Ta, Nb) ₂ O ₆	0.2–20	63–86	–	8.3
Пирохлор	(Na, Ca) _{2-x} Nb ₂ O ₆ (OH, F)	52–71;	до 7.0	U, Th, TR	3.8–4.7
Микролит	(Ca, Na) ₂ Ta ₂ O ₆ (O, OH, F)	0.9–10	55–80	U	5.9–6.4
Тапиолит	Fe(Ta, Nb) ₂ O ₆	9–22	62–85	–	6.4–7.9
Иксиолит	(Ta, Nb, Sn, Mn, Fe) ₄ O ₈	8.3	68.96	Mn, Sn	7.23
Воджинит	(Ta, Nb, Mn, Sn, Fe) ₂ O ₄	0.1–15	65–75	Sn	7.19–7.36
Лопарит	(Na, Ce, Ca)(Ti, Nb, Ta) ₃ O ₃	8.0–12.8;	0.6–0.8	Ti, TR, Sr	4.6–4.9
Луешит	NaNbO ₃	81.09		-	4.44
Эвксенит	Y(Nb, Ti, Ta) ₂ (O, OH) ₆	47.43	22.53	Y, Ce,	4.84
Стрюверит	(Ti, Ta, Nb, Fe)O ₂	11.32	37.65	Ti	4.25
Гатчеттолит	(Ca, U, TR) _{2-x} (Nb, Ta) ₂ O ₆ (F, OH) _{1-x} · 2H ₂ O	35	18	Th, TR	4.4–4.9
Мариньякит	(TR, Na, Ca) _{2-x} (Nb, Ta) ₂ O ₆ · (OH, F)	50	5	REE, U	4.13–4.15
Ильменорутил	(Ti, Nb, Fe ³⁺)O ₂	27.9	-	Ti	4.6

2.2.2. Ниоби ба танталын ордуудын гарал үүсэл

Танталын эндоген ордууд ниобитой хамт хүчиллэг болон шүлтлэг чулуулгийн пегматитууд, тантал агуулсан хээрийн жоншит метасоматитад үүсдэг ба дэлхийн танталын эндоген ордуудын нөөцийн 42.5 % оногддог. Шүлтлэг боржин болон агпаитлаг нефелинт сиенитүүдэд түүний эндоген нөөцийн 57.5 % ноогддог. Карбонатит ордуудад танталын эндоген нөөцийн 6 % байдаг. Хүчиллэг болон шүлтлэг боржинтой холбоотой ордууд эртний платформ, атираат мужуудын идэвхжлийн шатанд буюу эх газрын рифтийн бүс, хожуу ороген шатанд үүсдэг. Цаг хугацааны хувьд кембрийн өмнөх үе, каледон, герцин, киммерийн үед үүссэн байдаг. Эдгээрээс герцины үе шат чухал ач холбогдолтой бөгөөд энэ үед танталын бүх нөөцийн 36 % оногддог бол кембрийн өмнөх ордуудад 41 %, каледонд 15 %, киммер ба альпийн үед 8 % нь оногддог. Платформын нөхцөлд өгөршлийн гадаргын ба шороон ордууд үүсдэг.

Эндоген гаралтай ниобийн ордууд эртний платформ, атираат структурүүдийн хэмжээнд үүссэн эх газрын рифтийн бүсүүд, мөн коллизийн дараахи өргөгдлийн боржинд байршдаг. Металлогений хэд хэдэн үе шатанд үүссэн байдаг ч хүдэржилтийн эрчим архейгаас киммерийн үе рүү өсдөг. Ниобийн нийт нөөцийн 68.8% нь киммерийн үед, 24.1% нь герцины үе, 2.6% нь каледон, 3.5% нь кембрийн өмнөх үед үүсчээ. Платформын нөхцөлд, атираат мужуудын хэмжээнд

бага хэмжээгээр карбонатитын ба шүлтлэг пегматитын өгөршлийн гадаргын ордууд болон шороон ордууд үүссэн.

Ниоби ба танталын ордууд нь ихэнхдээ гранит, сиенит, карбонатит зэрэг гүний чулуулагтай гарал үүслийн болон орон зайн шууд холбоотой үүсдэг. Эдгээр ордууд нь өгөршилд автсанаар зарим газар өгөршлийн гадаргуугийн шороон хуримтлал үүсч хоёрдогч орд бий болсон байдаг. Ниоби ба танталын ордуудын гарал үүслийн үндсэн төрлүүдийг Хүснэгт 2.6-д харууллаа.

Ниоби ба танталын ордуудын гарал үүслийн төрөл

Хүснэгт 2.6.

Ордын төрөл	Товч тодорхойлолт	Агуулга, нөөц	Гол жишээ
Карбонатиттай холбоотой	Nb>Ta. Карбонатитын интрузивт перовскит болон пирохлорын бүлгийн эрдэс байдлаар үүссэн.	Хэмжээгээрээ харилцан адилгүй. Хамгийн том нь 2900 сая т хүдэрт 2.85 % Nb ₂ O ₅ агуулгатай байхад Ниобек Ока ордод 46 сая т хүдэрт 0.53 % агуулгатай	Бразилийн Морро дес Сеис Лагос, Канадын Ниобек Ока,
Шүлтлэг гранит ба сиениттэй холбоотой	Nb>Ta. Шүлтлэг, болон хүчиллэг боржинлогтой холбоотой үүссэн байна. Ихэвчлэн ниобийн ордууд байна. Тантал багатай	Ихэнхдээ 1000 сая т, түүнээс бага хүдэрт 0.1-1.0 % Nb ₂ O ₅ байна, танталын ислийн агуулга 0.05 %.	Грийнландын Моцфельдт, ОХУ-ын Ловозеро, Канадын Торе лейк, Стрэнж лейк
Ховор металлт гранит	Ta>Nb. Хөнгөн цагаанаар ханасан боржинлог биетийноройн хэсгээр магмын талстжилтын хожуу үед үүссэн магмын-гидротермаль төрхтэй байна	Ихэнхдээ 100 сая т, түүнээс бага хүдэрт 0.05 %-ийн Ta ₂ O ₅ агуулгатай	Хятадын Ичун, Египитийн Нувейби, Абу Даббаб
Li-Cs-Ta төрлийн пегматит	Ta>Nb. Li-Cs-Ta-аар баяжсан пегматитад хамт үүссэн байна.	Ихэнхдээ 100 сая т, түүнээс бага хүдэрт 0.05 % Ta ₂ O ₅ агуулгатай	Австралийн Грийн буш, Воджина, Бразилийн Волта Гранде
Өгөршлийн гадаргуутай холбоотой хоёрдогч	Ниобийн болон танталын хүдрийн эрдсүүд өгөршлийн гадаргууд суларч шороон хуримтлал үүсгэнэ	Ихэнхдээ 1000 сая тн, түүнээс бага хүдэрт 3 % Nb ₂ O ₅ байна, Томторт 12 % хүрдэг.	ОХУ-ын Томтор, Бразилийн Аракса, Австралийн Грийн буш

2.2.3. Ниоби, танталын ордуудын хүдрийн төрөл

Шүлтлэг боржингийн метасоматитад агуулагдах ниоби-танталын орд нь рибекит, эгирин-рибекитийн найрлагатай жижиг хэмжээний (1-1.5 км²) массивт агуулагдна. Ниоби-танталын хүдрийн гол нөөц нь кварц-альбит-микроклины метасоматитад үүсэх (Улуг Танзек) ба ихэвчлэн босоо чиглэлд тогтвортой үргэлжилсэн байна. Хүдрийн баян хэсэг нь альбитын метасоматитад (альбитит)

массивын дотоод хил зааг орчимд мэшил хэлбэрийн биет (Зашихинск) үүсгэнэ. Хүдрийн гол эрдэс нь колумбит, пироклор, циркон байх ба жигд бус тархалттай жижиг ширхэглэг шигтгээлэг хүдэржилт үүсгэнэ

Региональ хагарлын бүсэд байх шүлтлэг метасоматитад агуулагдах ГХЭ-ниоби-танталын ордуудын (Чита мужын Катугинск орд) хувьд ямар нэг магмын эх үүсвэр ажиглагддаггүй, зөвхөн томоохон хагарлын дагуу байршиж амфиболитын фацын хувирал хөгжсөн байдаг. Хүдэржсэн кварц-альбит-микроклин (арфведсонит, биотит зэрэг) агуулсан метасоматит нь давхарга болон мэшил хэлбэрийн биетүүд үүсгэнэ. Хүдрийн гол эрдэс нь тантал агуулсан пироклор, циркон, гагаринит болон ГХЭ-тэй флюорит байна.

Лити-фторт гранитад агуулагдах танталын ордууд нь жижиг-дунд мөхлөгт альбит, топаз, литийн гялтгануур агуулсан амазониттой боржингийн жижиг биетэд (0.5–1.5 км²) үүснэ. Танталын хүдэржилт нь интрузив биетийн оройн хэсэгт байх ба Та₂О₅ агуулга 0.01-0.04 % байна. Босоо чиглэлд хүдэржилт нь бага буюу хэдхэн арван метрээс хэтрэхгүй. Хүдрийн биет нь хэвгий байрлалтай/налуу уналтай-? мэшил, хүдэр нь шигтгээ болон судал-шигтгээ хэлбэртэй байна. Хүдрийн гол эрдэс нь танталит-колумбит ба микролит (Чита мужийн Орловск ба Этыкинск орд) байна.

Сподументэй боржинд агуулагдах лити-танталын орд нь анх 1989 онд нээсэн (Уулын Алтайн Алахинск орд) үйлдвэрлэлийн шинэ төрөл юм. Ховор металлын хүдэржилт нь сподумен агуулсан гранитын жижиг биетийн (~0.4 км²) оройн хэсэгт бүнхэр хэлбэртэй биет үүсгэнэ. Танталын хүдэржилт нь сподументэй эвшилдэж нарийн ширхэглэг танталит, микролит байдалтай илэрнэ. Хүдрийн Та₂О₅ дундаж агуулга 0.012 % байдаг бол нь Li₂O агуулга 0.71 % байдаг. Гүндээ лити-танталын хүдэр ядуурч ба Li₂O агуулга 0.3-0.4 % болно.

Пегматитад агуулагдах танталын (Li, Cs, Be) ордууд нь танталын үйлдвэрлэлийн гол эх үүсвэр нь болдог. Пегматитын ордууд нь Орос болоод бусад олон оронд тогтоогдсон. Тэдгээрээс хамгийн том бөгөөд баян нь эртний платформд үүссэн байна. Поллуцит-сподумен-танталит агуулсан пегматит нь хамгийн өргөн тархалттай бөгөөд эдгээрийн хэмжээнд үүссэн өгөршлийн гадаргуу нь дэлхийн танталын гол нөөц нь болдог. Та₂О₅ агуулга 0.02–0.03 %, заримдаа 0.1 % хүрэх ба Nb/Ta харьцаа нь дунджаар 1-3 (6 хүртэл) байна. Хүдрийн гол эрдсүүд нь танталит, танталит-колумбит, микролит, сподумен, поллуцит болон берилл байна. Зарим ордод гүндээ лити ихсэж, тантал, рубиди, цези багассан босоо бүслүүржилт үүссэн байна. Пегматитад агуулагдах ордын нөөцийг бодохдоо хүдрийн биетийг пегматитын хил заагаар авдаг.

Өгөршлийн гадаргууд үүссэн ордууд нь ниоби, тантал, ГХЭ-ийн хүдэр эсвэл эдгээрийг өндөржсөн хэмжээгээр агуулсан чулуулагт явагдсан гадаргуугийн үйл ажиллагааны нөлөөгөөр үүснэ. Тэдгээрийг дотор нь үлдэгдэл ба шүүгдэл гэсэн үндсэн хоёр төрөлд ангилна. Өгөршлийн үлдэгдэл гадаргуу нь 1) хэт суурилаг,

шүлтлэг чулуулгийн карбонатит; 2) региональ хагаралын бүсэд байх карбонатит болон шүлтлэг метасоматит; 3) пегматит зэрэг анхдагч ордуудад үүсдэг.

Хэт суурилаг, шүлтлэг чулуулгийн карбонатитын өгөршлийн гадаргуугийн ниоби ба ниоби-ГХЭ ордууд нь томоохон хэмжээтэй байх ба өгөршлийн гадаргуу үүсэх эрчмээсээ хамаарч хүдрийн эрдсүүд нь усан гялтгануурт гадаргууд колумбит ба пирохлор (Белозиминск орд) болон латеритын гадаргууд хоёрдогч пирохлор (стронци-пирохлор, бари-пирохлор) болон ГХЭ агуулсан монацит, заримдаа флоренсит зэрэг фосфат (ОХУ-ын Чуктуконск орд) байна. Латеритын өгөршлийн гадаргуу нь харьцангуйгаар ниобийн агуулга өндөр (Nb_2O_5 нь 3 % хүртэл) бөгөөд дэлхийн ниобийн нөөцийн ихэнх хувийг эзэлж байна.

Региональ хагарлын бүсэд байх карбонатит болон шүлтлэг метасоматитын өгөршлийн гадаргууд үүссэн ниобийн орд нь мэшил, судал хэлбэрийн карбонатиттай холбоотой үүссэн ба ниобийн агуулга ядуу байна. Хүдрийн биет нь анхдагч биетийнхээ хэлбэрийг дагах ба агуулга 2-4 дахин өссөн байна. Хүдрийн биет нь тууз хэлбэртэй, суналын дагуу нэлээд үргэлжилдэг (100 м хүртэл зузаантай, 2000 м хүртэл урт). Хүдрийн эрдэс нь пирохлор, колумбит ба апатит байна. Хүдэрт Nb_2O_5 агуулга 0.4–0.75 %, нөөцийн хувьд бага.

Пегматитын өгөршлийн гадаргууд үүссэн танталын ордуудын хувьд хүдрийн биет нь мэшил болон давхарга хэлбэртэй, хүдрийн гол эрдэс нь танталит, колумбит-танталит, берилл, касситерит байна. Ta_2O_5 агуулга 0.004–0.03 % (0.1 % хүртэл).

Ниоби ба танталын ордуудын хүдрийн төрлүүд

Хүснэгт 2.7.

Ордын үйлдвэрлэлийн төрөл	Хүдрийн биетийн морфологийн төрөл	Хүдрийн (эрдсийн) төрөл	Хүдэр дэх ашигт бүрдвэрийн агуулга, %	Дагалдах ашигт бүрдвэр	Хүдрийн үйлдвэрийн (технологийн төрөл)	Жишээ орд
1	2	3	4	5	6	7
Шүлтлэг метасоматитад агуулагдах ГХЭ-ниобитантал	Шүлтлэг метасоматитад агуулагдах мэшил, давхарга хэлбэрийн	Циркон-тантал-пирохлор ба ГХЭ	Nb ₂ O ₅ : 0.20-0.40; Ta ₂ O ₅ : 0.012-0.025; ZrO ₂ : 1.5-1.6; TR ₂ O ₃ : 0.2-0.4	Y, U, Th, Hf, Zn, Pb, криолит	Циркон, ГХЭ агуулсан металлургийн ниобитантал (гравитаци-флотаци-гидро металлургийн)	Катугинск (ОХУ)
Лити-фтортой гранитад агуулагдах тантал	Амазониттой боржингийн орой хэсэгт бүнхэр ба мэшил хэлбэрийн	Микролит-танталит-колумбит	Ta ₂ O ₅ : 0.010-0.018	Nb, Li, Sn, Rb, амазонит	Хими-металлургийн тантал (гравитаци-флотаци-гидро металлургийн)	Орловск, Этыкинск (ОХУ)
Сподументэй гранит дахь лити-тантал	Сподументэй гранитын орой хэсэгт бүнхэр хэлбэрийн	Сподументанталит	Ta ₂ O ₅ : 0.010-0.016 Li ₂ O: 0.6-1.0	Nb, Rb, Cs	Хими-металлургийн ниоби агуулсан лити-тантал (гравитаци-флотаци-гидро металлургийн)	Алахинск (ОХУ)
Пегматитад агуулагдах тантал (Li, Cs, Be)	Амфиболит, гнейс, занарт агуулагдах хавтан ба судал хэлбэрийн	Сподуменберилл-танталит, поллуцит-сподументанталит, лепидолит-микролит	Ta ₂ O ₅ : 0.01-0.03; Cs ₂ O: 0.1-0.8; Li ₂ O: 0.3-1.5; BeO: 0.02-0.07	Sn, Rb, Nb, Ga	Хими-металлургийн берилл-лити-цези-тантал (сортлох, гравитаци-соронзон-флотаци-гидрометаллургийн)	Завитинск, Вишняковское, (ОХУ), Берник-Лейк (Канад), Гринбушес (Австрали)
Хэт суурилаг, шүлтлэг чулуулаг, карбонатитын өгөршлийн гадаргууд агуулагдах ниоби ба ГХЭ-ниоби	Хэт суурилаг, шүлтлэг чулуулаг, карбонатитын өгөршлийн гадаргууд агуулагдах давхарга, мэшил хэлбэрийн	Апатит-пирохлор-колумбит	Nb ₂ O ₅ : 0.4-1.0; P ₂ O ₅ : 10-16	TR, Ta, Fe	Металлургийн ниоби (сортлох, гравитаци-флотаци-гидрометаллургийн)	Белозиминск (ОХУ)
		Sr-, Ba-пирохлор	Nb ₂ O ₅ 1.0-3.0	TR, Fe, P, Mn		Араша (Бразил)

Ордын үйлдвэрлэлийн төрөл	Хүдрийн биетийн морфологийн төрөл	Хүдрийн (эрдсийн) төрөл	Хүдэр дэх ашигт бүрдвэрийн агуулга, %	Дагалдах ашигт бүрдвэр	Хүдрийн үйлдвэрийн (технологийн төрөл)	Жишээ орд
1	2	3	4	5	6	7
Регионал хагарлын бүс дэх карбонатит, шүлтлэг метасоматитын өгөршлийн гадаргуу дахь ниоби	Карбонатит, шүлтлэг метасоматитын өгөршлийн гадаргууд агуулагдах тууз хэлбэрийн	Пирохлор, колумбит-пирохлор	Nb_2O_5 0.4-0.8	P, Fe, вермикулит	Металлургийн ниоби (сортлох, гравитаци-флотаци-гидрометаллургийн)	Татарск (ОХУ)
Пегматитын өгөршлийн гадаргууд агуулагдах тантал (Sn, Be)	Ховор металл пегматитын өгөршлийн гадаргууд агуулагдах давхарга ба мэшил хэлбэрийн	Берилл-колумбит-танталит	Ta_2O_5 0.004-0.03	Sn, Be, Nb	Хими-металлургийн берилл-тантал (гравитаци-флотаци-гидрометаллургийн)	Назарену (Бразилия), Гринбушес (Австралия)
Карбонатитын дахин хуримтлагдсан өгөршлийн гадаргууд байрших сканди-ГХЭ-ниоби	Карбонатитын дахин хуримтлагдсан өгөршлийн гадаргууд агуулагдах давхарга хэлбэрийн	Монацит-Sr-, Ba-, Pb-пирохлор	Nb_2O_5 4-8; TR_2O_3 6-12; Y_2O_3 0.5-0.65; Sc_2O_3 0.05	P_2O_5	Хими-металлургийн ГХЭ-ниоби (сортлох, гравитаци-флотаци-гидрометаллургийн)	Томторск (ОХУ)

Гурав. Ордуудыг хайгуул хийх зорилгоор геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар ангилах

Хүдрийн биетийн хэлбэр хэмжээ, түүний зузааны дагуух өөрчлөлт болон дотоод бүтцийн тогтвортой байдал болон хүдэр дэх ниоби, тантал, ГХЭ-ийн гуравч ислийн агуулгын тархалтын онцлог зэрэг дээр нь тулгуурлаад Монгол улсын 2015 онд батлагдсан “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”-ыг баримтлан хайгуулын зорилгоор ордыг 1, 2 ба 3-р зэрэгт ангилна.

- 1-р бүлгийн ордод геологийн тогтцын хувьд энгийн бөгөөд дараах хүдрийн биет бүхий орд эсвэл түүний хэсгийг хамааруулна.
 - Маш тогтвортой давхарга хэлбэрийн лопарит агуулсан хүдрийн биетүүд байх ба тэдгээр нь жигд тархсан хүдэртэй байх ба урт ихтэй ($n \times 1000$ м) байна
 - Шүлтлэг боржинд агуулагдах шток хэлбэрийн томоохон биетүүд (1.8×0.8 км) байх ба хүдэржилт нь жигд тархалттай (Улуг-Танзек орд) байна.
 - Уран, ГХЭ, стронци, скандийн өндөржсөн агуулгатай апатитжсан загасны шүд, яс зэргийг агуулсан, зузаан ба суналын дагуу маш тогтвортой давхарга маягийн биет бүхий шаврын ордууд (Меловое орд).
- 2-р бүлгийн ордод геологийн тогтцын хувьд нийлмэл боловч карбонатитын төрлийн (Белозиминск орд) шугаман эсвэл нум хэлбэртэй томоохон биет (суналын дагуу $n \times 100$ м), өгөршлийн гадаргууд үүссэн үлдэгдэл эсвэл зөөгдлийн төрлийн (Белозиминск ба Томторск орд) давхарга хэлбэрийн томоохон ($(n \cdot 100 - n \times 1000) \times n \cdot 100$ м), апогнейсийн метасоматит болон ховор металлт гранитын төрлийн (Орловск, Этыкинск, Катугинск орд) мэшил хэлбэрийн томоохон хэвтэш эсвэл пегматитын төрлийн хавтан хэлбэрийн урт сунасан судлууд (1-2 км) зэрэг биетүүдийг хамааруулах ба тэдгээр нь зузаан ихтэй боловч ашигт бүрдвэрийн тархалт нь харьцангуй жигд бус ордууд байна.
- 3-р бүлэгт геологийн тогтцын хувьд нийлмэл том, дунд хэмжээний пегматитын судлууд бүлэг судлууд (Белореченск, Гольцовое, Вишняковск орд), өгөршлийн гадаргуугийн (Татарск орд) жижиг хэмжээтэй туузан болон мэшил хэлбэртэй хэвтшүүд болон ниоби, тантал, ГХЭ-ийн маш жигд бус тархалттай иттрийн бүлгийн ГХЭ-ийн судал, хоолой хэлбэрийн биетүүд бүхий ордуудыг хамааруулна.

Ниоби, тантал болон ГХЭ-ийн ордуудад өнөөгийн байдлаар бие даасан үйлдвэрийн ач холбогдол өгч чаддаггүй тул 4-р зэргийн ордыг ялгадаггүй.

Ордыг ийнхүү геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар нь бүлэгт хамааруулахдаа ордын нөөцийн 70 %-иас ихийг агуулж байгаа хамгийн томоохон хүдрийн биетийн геологийн тогтцыг харгалзан үзнэ.

Дөрөв. Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүний судалгаа

- Хайгуул хийсэн ордуудад түүний хэмжээ, геологийн тогтоц, орон нутгийн рельефийн шинж байдал, хэрчигдэлд тохирсон масштаб бүхий топографийн суурьтай байх ёстой. ГХЭ-ийн ордуудын талбайн топографийн зураг болон плануудыг ихэвчлэн 1:1 000-1:5 000 масштабээр бэлтгэн хэрэглэнэ. Хайгуулын ба ашиглалтын бүх малталтууд (суваг, шурф, хэвтээ ам /штольн/, налуу ба босоо амууд /шахт/, цооногууд), геофизикийн нарийвчилсан судалгааны шугамууд, мөн хүдрийн биет, хүдэржсэн бүсийн байгалийн гаршууд нь багажит холболтоор холбогдож топографийн зурагт буулгагдсан байна. Уулын далд малталтууд ба цооногуудыг горизонтын планууд дээр маркшейдерийн зураглалын үр дүнгээр буулгана. Уулын малталтуудын хувьд горизонт бүрийн маркшейдерийн плануудыг 1:200-1:500 масштабээр, нэгдсэн план зургийг 1:1 000-с багагүй масштабтай үйлдэнэ. Хайгуулын цооногуудын хүдрийн биетийн тааз ба улыг огтолсон цэгүүдийн координатыг маркшейдерийн хэмжилтээр тодорхойлж, мөн зүсэлт ба план зургуудын хавтгайд цооногийн баганын тахийлт, хазайлтыг буулгасан байна.

- Ордын геологийн тогтцыг нарийвчлан судалж 1:1 000-1:10 000 масштабтай (ордын хэмжээ ба нийлмэл байдлаас нь шалтгаалан) геологийн зураг, планууд, проекцүүдэд, шаардлагатай тохиолдолд блок диаграммууд болон загваруудад үзүүлсэн байх ёстой. Ордуудын геологийн ба геофизикийн материалууд нь хүдрийн биетүүд эсвэл хүдэржсэн бүсүүдийн хэмжээ ба хэлбэр дүрс, тэдгээрийн байрлалын нөхцлүүд, дотоод тогтоц, тасралтгүй үргэлжлэх байдал (эрдэсжсэн бүсүүдийн хүдрээр ханасан байдал), хүдрийн биетүүдийн шувтарч байгаа шинж төрх, агуулагч чулуулгуудын өөрчлөлтийн онцлогууд, хүдрийн биетүүд ба агуулагч чулуулгийн хоорондын харилцан хамаарал, атираат структур, тасралтат хагарлуудтай үүсгэж байгаа харьцаануудын талаар нөөцийг тооцоолоход шаардлагатай хангалттай хэмжээний ойлголт, төсөөлөл өгч чадах хэмжээнд байх ёстой. Ордын эрлийн шалгуурууд дээр тулгуурлан хүдэржсэн бүсийн геологийн хилийг тогтоож, энэ хүрээнд илрүүлсэн P_1 зэрэглэлээр баялгийн үнэлгээ өгөх нөхцлийг бүрдүүлсэн байна.

- ГХЭ-ийн хүдрийн биетүүд, эрдэсжсэн бүсүүдийн газрын гадарга дээрх гаршууд болон гадарга орчмын хэсгийг хүдрийн биетүүдийн суналын дагуу сувгууд, шурфууд, рассечкатай (хүдрийн биетийг доод хэсгээсээ хэвтээ малталт салбарлуулан огтолсон) шурфууд, цэвэрлэгээтэй траншейгээр (хүдрийн биетийг дагуулан ухаж биетийг уландаа гаргаж ирсэн малталт), бага гүнтэй цооногуудаар, мөн геофизикийн ба геохимийн аргуудыг хослуулан судалсан байх шаардлагатай бөгөөд хүдрийн биетийн хэлбэр дүрс, байрлалын нөхцлийг тодорхойлох, өгөршлийн гадаргуу түүний хөгжсөн гүн (гипергенезийн нөлөөгөөр явагдах хүдрийн эрдсийн өөрчлөлт), хүдрийн цацраг идэвхжил, хүдрийн бодисын найрлагын ба технологийн шинж чанарын өөрчлөлтийг судлан хүдийг

үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүдээр нь тус тусад нь нөөц тооцоолоход ашиглах мэдээлэл авах зорилгоор нарийвчилан сорьцолж судалсан байна.

- ГХЭ-ийн ордуудын хайгуулыг гүнд нь цооногоор, шаардлагатай тохиолдолд уулын малталттай хосолсон цооногоор (маш нийлмэл тогтоцтой ордын хайгуулыг уулын далд малталтуудаар) хийж гадаргын ба далд малталтуудад болоод цооногуудад, геофизикийн судалгааг хослуулан хэрэглэнэ. Хайгуулын аргачлал болох уулын малталтууд ба цооногуудын тоо хэмжээний харьцаа, уулын малталтын төрлүүд, өрөмдлөгийн арга төрөл, хайгуулын торын хэлбэр ба нягт, сорьцлолтын төрөл ба арга аргачлал нь ордуудын геологийн тогтцын нийлмэл байдлын бүлгүүдэд тохирсон зэрэглэлүүдээр нөөцийг тооцоолох боломжийг хангасан байх ёстой. Хайгуулын аргачлал нь ордын геологийн тогтцын онцлог, хайгуул хийх уулын малталтын, өрөмдлөгийн, геофизикийн техник тоног төхөөрөмжүүдийг хэрэглэх боломж, ижил төрлийн ордын хайгуул хийсэн болон олборлож байгаа арга туршлагыг харгалзсаны үндсэн дээр тодорхойлогдоно. Хайгуулын системийн оновчтой хувилбарыг сонгоход Nb_2O_5 , Ta_2O_5 , TR_2O_3 зэрэг ашигт бүрдвэрийн агуулгын өөрчлөлт, ниоби, тантал, ГХЭ агуулсан эрдсүүдийн орон зайн тархалтын шинж байдал, хүдрийн структур, текстур, онцлогууд, мөн өрөмдлөгийн үед керний сонгомол элэгдэл, үрэлтэд автах байдал, уулын малталтуудад дээжлэлт хийхэд хүдрийн эрдсүүд нь нялзаж будагдах байдал зэргийг харгалзан үзнэ. Үүнээс гадна ордын хайгуулыг янз бүрийн аргачлалаар явуулах хувилбаруудыг гүйцэтгэж болох хугацаа болон эдийн засгийн нөхцлүүдийг харьцуулан үзэж дүн шинжилгээ хийх хэрэгтэй.

- Баганат өрөмдлөгийн цооногуудаас маш сайн чанар, хэмжээ бүхий чөмгийн дээд зэргийн гарц шаардлагатай бөгөөд өрмийн чөмөг нь хүдрийн биетүүд ба агуулагч чулуулгийн байрлалын онцлог, тэдгээрийн зузаан, хүдрийн биетүүдийн дотоод бүтэц тогтоц, хүдэр орчмын хувирлын шинж байдал, хүдрийн байгалийн янз бүрийн төрлүүдийн тархалт, тэдгээрийн структур, текстур, тодорхойлж бүрэн болох, мөн чөмгөөс дээжлэлт хийхэд бүрэн төлөөлж чадах хэмжээнд байх ёстой. Сүүлийн үеийн геологи-хайгуулын ажлын туршлагаас үзэхэд чөмгийн гарц өрөмдлөгийн рейс бүрд **70** %-с багагүй байх ёстой. Чөмгийн шугаман гарцыг үнэн зөв тодорхойлохын тулд жингийн болон эзлэхүүний аргуудаар тогтмол хянаж байх шаардлагатай. Nb_2O_5 , Ta_2O_5 , TR_2O_3 агуулгыг болон хүдрийн огтлолын зузааныг тодорхойлоход чөмөг төлөөлөх чадвартай гэдгийг баталгаажуулахын тулд тухайн чөмөг нь сонгомол элэгдэл үрэлтэд автагдсан эсэхийг судалсан байх шаардлагатай. Үүний тулд, хүдрийн үндсэн төрлүүдээр цооногийн чөмөг, шламын дээжлэлтийн шинжилгээний үр дүнг (янз бүрийн гарцтай огтлолуудаар) хяналтын уулын малталт, эсвэл өөр аргаар өрөмдсөн (цохилтот, хийн цохилтот ба үрлэн) цооногуудын дээжлэлтийн үр дүнтэй, мөн чөмгийн гарцыг дээшлүүлсэн баганат өрөмдлөгийн цооногуудын дээжлэлтийн үр дүнтэй харьцуулан үзэх хэрэгтэй. Хэрэв чөмгийн гарц бага байх эсвэл сонгомол элэгдэл үрэлтэд автсанаас сорьцлолтын үр дүн мэдэгдэхүйц гажих тохиолдолд өөр техник, технологи

хэрэглэн шалгах хэрэгтэй. Хэрэв сэвсгэр хурдас юм уу сул нягтарсан хүдэрт (өгөршлийн гадаргуу) хайгуул хийж байгаа бол өрмийн керний гарцыг сайжруулах дэвшилтэт технологийг (угаалгагүй өрөмдөх, богино рейсээр өрөмдөх, тусгай өрмийн шингэн ашиглах гэх мэт) ашиглах хэрэгтэй. Өрөмдлөгийн үнэмшил болон түүний мэдээллийн үр дүнг дээшлүүлэхийн тулд цооногийн геофизикийн судалгааны цогц аргуудыг хэрэглэх шаардлагатай бөгөөд энэ нь шийдвэрлэхээр дэвшүүлж байгаа зорилт, ордын геологи-геофизикийн тодорхой онцлог, геофизикийн аргуудын орчин үеийн боломжоос шалтгаалан тодорхойлогдоно. Каротажын цогц хэмжилт хийх нь хүдрийн огтлолыг ялгах, түүний үзүүлэлтүүдийг тогтооход үр дүнгээ өгдөг тул хайгуулын бүх цооногт хийх шаардлагатай. Газрын гадаргаас болон газрын гүнээс өрөмдсөн 100 м-ээс их гүнтэй бүх босоо болон налуу цооногуудад 20 м тутамд цооногийн азимутын болон зенитын өнцгүүдийг тодорхойлж байх шаардлагатай. Эдгээр хэмжилтийн үр дүнгүүдийг геологийн зүсэлтүүд, хэвтээ план зургууд хийхэд болон хүдрийн огтлолын зузааныг тооцож гаргахад ашиглах ёстой. Цооногийн мөрөгцөг уулын малталт огтолсон тохиолдолд маркшейдерийн холболтоор хэмжилтүүдийн үр дүнг шалгана. Цооногуудын налууг хүдрийн биетийг 30°-ээс багагүй өнцгөөр огтолсон байх нөхцлийг хангасан байхаар сонгоно. Босоо уналтай хүдрийн биетийг хурц өнцгөөр огтлох гэж байгаа тохиолдолд цооногт хиймэл мурийлт хийж өгөх нь ашигтай. Хайгуулын үр дүнг сайжруулах зорилгоор олон мөрөгцөгт цооног өрөмдөх, хэвтээ далд малталтуудаас газрын доор дэвүүр маягийн өрөмдлөг хийх нь ашигтай байдаг. Хүдэр дундуур өрөмдлөгийг нэг л диаметрээр өрөмдөх хэрэгтэй.

- Уулын малталтууд нь хүдрийн биетүүдийн дотоод бүтэц, хэлбэр дүрс, байрлалын нөхцлүүдийг, хүдрийн биетүүдийн эрдэслэг бүрэлдэхүүн, тасралтгүй үргэлжлэх байдлыг нарийвчлан судлах, мөн өрөмдлөг болон геофизикийн судалгаануудын мэдээллийг хянах, технологийн дээж авах үндсэн арга зам болдог. Хүдэржилт нь жигд бус, тасралттай тархалттай ордуудад хүдрээр ханасан байдлын зэрэг, түүний өөрчлөлт, ангилан (селектив) олборлолт хийх боломжийг үнэлэхийн тулд кондицийн хүдэртэй хэсгүүдийн хамгийн онцлог хэмжээнүүдийг тогтоосон байх шаардлагатай. Хүдрийн биетүүдийн тасралтгүй байдал, унал ба суналын дагуух зузаан болон ГХЭ-ийн агуулгын өөрчлөлтийг төлөөлөх чадвартай хэсгүүдийг хангалттай хэмжээнд судалсан байх ёстой. Үүнд: судлын төрлийн бага зузаантай хүдрийн биетүүдийг хүдрийн биет дагуу малтсан далд хэвтээ малталт (тасралтгүй үргэлжлэх штрекүүд), хүдрийн биетийн уналын дагуу мөрддөг босоо малталт (восстающий) харин томоохон биет болон штокверк хэлбэрийн биетүүдийг орт, квершлаг, нягтруулсан тороор газрын доорх хэвтээ цооногуудын системээр судална. Уулын малталтын бас нэг чухал зорилго нь геологийн бүтэц тогтцыг тодруулах болон нөөц тооцоолоход геофизикийн судалгааны үр дүн, цооногийн чөмгөн дээжийн шинжилгээний үр дүнг ашиглаж болох эсэхийг тодруулах, өрөмдлөгийн үед “чөмөг” нь сонгомол элэгдэл үрэлтэд

орсон эсэхийг тогтооход оршино. Уулын малталтуудыг нарийвчлан судлах хэсгүүд түрүүлж олборлохоор төлөвлөсөн түвшнүүдэд явуулна.

- Хайгуулын малталтуудын байрлал, тэдгээрийн хоорондох зайг хүдрийн биетийн структур-морфологийн төрөл тус бүр дээр тодорхойлсон байх ёстой. ГХЭ болон ховор металлын ордуудын хайгуулд ОХУ-ад хэрэглэж буй хайгуулын торын нягтралын талаарх мэдээллийг Хүснэгт ...-д жимшээ болгон үзүүлсэн ба үүнийг геологи-хайгуулын ажлыг төлөвлөхдөө ашиглаж болох хэдий ч заавал ийм хэмжээний тор хэрэглэнэ гэсэн үг биш юм. Орд бүр дээр нарийвчлан судлах хэсгүүдийн судалгаа болоод ижил төстэй ордуудын геологи, геофизик болон ашиглалтын талаарх бүх материалуудад хийсэн дүн шинжилгээнд тулгуурлан хайгуулын малталтуудын торын нягтрал болоод оновчтой хэлбэрийг үндэслэн тогтооно.

- Нөөцийн тооцооллын үнэмшлийг баталгаажуулахын тулд ордын тодорхой хэсэгт хайгуулын ажлыг илүү нарийвчлалтай хийсэн байх ёстой. Энэ хэсгүүд нь ордын бусад хэсэгтэй харьцуулахад илүү нягт хайгуулын тороор судалж сорьцлогдсон байна. Ийнхүү илүү нарийвчлан судалсан хэсэг нь 1 ба 2 дугаар бүлгийн ордуудад нөөцийг баттай ба бодитой "А+В" болон бодитой "В" (тус бүр) зэрэглэлээр тооцоолох түвшинд хайгуул хийгдсэн байх ёстой. Харин 3 дугаар бүлгийн ордуудын хувьд нарийвчлан судалсан хэсэг нь боломжтой "С" зэрэглэлээр нөөц тооцоолох шаардлагыг хангахуйц байх ёстой. Энэ тохиолдолд 3-р бүлгийн ордуудад нарийвчлан судалсан хэсэг нь боломжтой "С" зэрэглэлээр нөөц тооцоолох хэмжээний хайгуулын торыг хоёроос багагүй дахин нягтруулсан байх хэрэгтэй. Нарийвчлан судалсан хэсгүүдэд нөөц бодолтын интерполяцийн аргуудыг хэрэглэж байгаа бол (геостатистик, урвуу зайн арга г.м.) хайгуулын огтлолуудын нягтрал нь интерполяцийн оновчтой тэгшитгэлүүдийг үндэслэхэд хангалттай байх хэмжээнд байх ёстой. Нарийвчилсан судалсан хэсгүүд нь ордын нөөцийн үндсэн хэсгийг агуулсан хүдрийн биетүүдийн хэлбэр дүрс, байрлалын нөхцлүүдийн онцлогуудыг, мөн хүдрийн давамгайлах чанарыг тусгасан байх ёстой. Ийм хэсгүүд нь боломжийн хирээр эхний элжинд олборлох нөөцийн хүрээ хил зааг дотор байрлаж байх нь зүйтэй. Хэрэв эхний элжинд олборлохоор төлөвлөсөн хэсгүүд нь геологийн тогтцын онцлогууд, хүдрийн чанар, уул-геологийн нөхцөлөөрөө ордыг бүхэлд нь төлөөлж чадахгүй өөрийн гэсэн онцлогтой бол энэ шаардлагыг хангах хэсгүүдийг олж нарийвчлан судлах шаардлагатай. Хүдэржилт нь тасалдалтай тархалттай ордуудад нөөцийг тооцоолохдоо тодорхой хүдрийн биетүүдийн геометризац хийлгүйгээр нэгтгэсэн хүрээ хил дотор хүдэржилтийн коэффициент ашиглан хийх бөгөөд эдийн засгийн үр ашигтай гэж үзсэн хүдэртэй хэсгүүдийн орон зайн байрлал, жинхэнэ хэлбэр дүрс ба хэмжээний тодорхойлолт ба хүдрийн огтлолуудын зузаанаар нөөцүүдийн тархалтыг үндэслэн, тэдгээрийг ангилан (селектив) олборлох боломжийг үнэлсэн байх ёстой. Нарийвчлан судалсан хэсгүүдээс олж авсан геологийн мэдээллийг ордын нийлмэл байдлын бүлгийг үнэлэхэд, хайгуул явуулахад сонгож авсан

тоног төхөөрөмж, арга аргачлал ба хайгуулын торлол, түүний хэлбэр дүрс нь ордын геологийн тогтцын онцлогт тохирсон эсэхийг баталгаажуулахад, ордын бусад хэсэгт нөөц бодоход ашигласан тооцооны үзүүлэлтүүд болон сорьцлолтын үр дүнгийн үнэмшлийг үнэлэхэд, ордыг бүхэлд нь ашиглах нөхцөл байдлыг үнэлэхэд ашигладаг. Олборлож байгаа ордуудын хувьд дээрх зорилгоор ашиглалтын хайгуул ба олборлолтын үр дүнгүүдийг ашиглана.

- Хайгуулын бүх малталтууд, гадарга дээрх хүдрийн биетүүд ба бүсүүдийн гаршуудыг тогтсон журам, хэлбэрийн дагуу 1:50 масштабаар баримтжуулалт хийсэн байна. Сорьцлолтын үр дүнг анхдагч баримтжуулалт дээр буулгах ба геологийн бичиглэлээр шалгана. Анхдагч баримтжуулалтын бүрэн бүтэн байдал ба чанар, тэр нь ордын геологийн онцлогтой тохирч байгаа эсэх, структурын элементүүдийн орон зайн байрлалыг зөв тодорхойлсон эсэх, зураг схемүүдийг зохиосон байдал, тэдгээрийн бичиглэлийг хийсэн байдлыг тогтсон журмын дагуу итгэмжлэгдсэн геологчоор байгаль дахь байдалтай нь тулган шалгах ажлыг тогтмол хийж байх ёстой. Түүнээс гадна анхдагч баримтжуулалтын нэгтгэсэн геологийн материалуудтай тохирч байгаа эсэхэд хяналт тавьж байх шаардлагатай. Геологийн болон геофизикийн сорьцлолтын чанарыг (сорьцын жин ба сорьцлолтын огтлол тогтвортой эсэх, хэсгийн геологийн тогтцын онцлогт сорьцлолтын чиглэл байрлал нь тохирсон эсэх, сорьц авсан нягтрал ба тасралтгүй үргэлжлэх байдал, хяналтын сорьцлолт хийсэн, үр дүн нь байгаа эсэх) үнэлэх шаардлагатай.

- Ашигт малтмалын чанарыг судлах, хүдрийн биетүүдийн хүрээ хязгаарыг тогтоох, нөөц тооцоолоход шаардлагатай хайгуулын малталтаар нээгдсэн хүдрийн бүх интервалууд болон байгалийн хүдэржсэн гаршуудыг бүгдийг нь сорьцлолтонд хамруулсан байх ёстой.

Ниоби, тантал болон ГХЭ ордуудын хайгуулын малталтуудын торын нягтралын мэдээлэл

Хүснэгт 4.1.

Ордын бүлэг	Хүдрийн биетүүдийн шинж байдал	Малталт төрөл	Малталтаар хүдрийн биетийг огтолсон цэгүүдийн хоорондын зай, Нөөцийн зэрэглэлээр (м)					
			А		В		С	
			сунал	унал	сунал	унал	сунал	унал
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-р бүлэг	Лопарит агуулсан хүдэржилт нь жигд тархалттай, маш тогтвортой урт үргэлжилсэн «давхаргууд»	Цооног	250	100	500	200	1000	400
	Шүлтлэг гранит дахь хүдэржилт нь жигд тархалттай шток хэлбэрийн томоохон биетүүд	Цооног	100	50	200	100	200	200

Ордын бүлэг	Хүдрийн биетүүдийн шинж байдал	Малталт төрөл	Малталтаар хүдрийн биетийг огтолсон цэгүүдийн хоорондын зай, Нөөцийн зэрэглэлээр (м)					
			А		В		С	
			сунал	унал	сунал	унал	сунал	унал
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2-р бүлэг	Карбонатитын төрлийн шугаман болон нуман хэлбэртэй томоохон биетүүд; Апогнейсын метасоматит дахь ховор металл боржингийн метасомат хэвтэш урт сунасан (1-3 км), зузаан ихтэй, нийлмэл тогтоцтой, Nb ₂ O ₅ , Ta ₂ O ₅ , TR ₂ O ₃ тархалт жигд бус; Карбонатитын өгөршлийн гадаргуугийн давхарга хэлбэрийн томоохон биет	Цооног	-	-	50-100	50-100	100-200	100-200
		Штольн, штрек	-	-	Тасралт гүй мөрдсөн	40-60	-	-
		Орт, рассечк	-	-	40-60	-	-	-
		Восстающий	-	-	80-120	Тасралт гүй мөрдсөн	-	-
3-р бүлэг	Пегматитын төрлийн хавтан хэлбэрийн урт сунасан нийлмэл тогтоцтой Ta ₂ O ₅ агуулга жигд бус тархалттай их зузаантай судлууд	Цооног	-	-	100	50	100-200	50-100
		Штольн штрек	-	-	-	-	Тасралт гүй мөрдсөн	20-30
		Орт, рассечк	-	-	-	-	20-40	-
		Восстающий	-	-	-	-	60-80	Тасралт гүй мөрдсөн
4-я*	Тантал агуулсан зузаан багатай, Ta ₂ O ₅ тархалт маш жигд бус, жижиг хэмжээтэй судал, бүлэг судал, мэшил, хоолой хэлбэрийн биетүүд,	Цооног	-	-	-	-	50-100	10-50
		Штрек	-	-	-	-	Тасралт гүй мөрдсөн	20-30
		Орт	-	-	-	-	20	-
		Восстающий	-	-	-	-	Не менее одного пересечения по каждому телу	
			-	-	-	-	25	12,5-25

* Маш их нийлмэл тогтоцтой, Ta₂O₅ тархалт нь тасалдал ихтэй, жижиг хэмжээтэй зарим нэг хүдрийн биет дээр хэрэглэсэн хайгуулын торлолыг харуулав.

- Сорьцлолтын (геологи ба геофизик) сонголт болон аргуудын сонголтыг ордын геологийн тогтцын онцлог, ашигт малтмал ба агуулагч чулуулгийн физик шинж чанар, хайгуулыг явуулж байгаа техник, тоног төхөөрөмжөөс шалтгаалан ордын үнэлгээний болон хайгуулын ажлуудын эхний шатанд хийнэ. Ниоби, тантал, ГХЭ-ийн ордуудад сорьцлолт хийхдээ цөмийн геофизикийн судалгааны үр дүнг харьцуулан ашиглаж болно. Геофизикийн арга хэрэглэх, түүний хэмжилтийн үр дүнг нөөцийн тооцоололд ашиглахдаа тухайн аргачлалын норс-арга зүйн бичиг баримтыг мөрдөх хэрэгтэй. Сорьцлолт хийхээр сонгож авсан арга аргачлал, хийх арга замууд нь хөдөлмөрийн бүтээмж өндөртэй, эдийн засгийн хувьд үр ашигтай байдлаар үр дүнг олж авах үнэмшлийг хангасан байх ёстой. Хэд хэдэн төрлийн сорьцлолтын арга (чөмгийн, ховилон ба хуссан сорьц) ашиглаж байгаа тохиолдолд сорьцлолтын чанар ба дээж, сорьцуудын боловсруулалтыг тодорхойлоход, үнэмшлийг үнэлэхэд зохих аргачлалын баримт бичгүүдийг ашиглах баримтлах хэрэгтэй. Сорьцлолт, түүний боловсруулалтын ажлын хөдөлмөр зарцуулалт, зардлыг багасгах зорилгоор сорьцлолт хийх үедээ тухайн хэсгийн цооногийн каротаж, цөмийн физикийн хэмжилтийн үр дүн, эсвэл соронзон болон бусад (суурилаг чулуулагт агуулагдах пегматит ордод хүдрийн биетийн зузаан нь гамма-гамма каротажаар найдвартай ялгардаг) хэмжилтээр сайтар ялгасан байх нь зүйтэй.

- Хайгуулын огтлолын сорьцлолтыг дараах нөхцөлийг баримтлан явуулна.
Үүнд:

- Сорьцлолтын торлол тогтвортой, түүний нягтшил нь ордын судалж байгаа хэсгүүдийн геологийн онцлогоор тодорхойлогдсон байх ёстой бөгөөд энэ нь ихэвчлэн ижил төстэй ордуудын хайгуулын туршлагад үндэслэн тогтоогддог бол шинэ объектууд дээр туршилтын замаар тодорхойлогдоно. Хүдэржилтийн зүй тогтол нь хамгийн их өөрчлөлттэй байгаа чиглэлд сорьцыг авна. Хүдрийн биетийг хайгуулын малталтаар (ялангуяа цооногоор) хамгийн их өөрчлөлттэй байгаа чиглэлд хурц өнцгөөр огтолсон тохиолдолд (хэрэв сорьцын төлөөлөх чадвар эргэлзээтэй гэж үзвэл) хяналтын сорьцлолт хийж үр дүнг нь харьцуулах замаар энэхүү огтлолуудын сорьцлолтын үр дүнг нөөцийн тооцоололд ашиглах боломжийг баталгаажуулсан байх ёстой.
- Сорьцлолтыг хүдрийн биетийн бүх зузааныг хамруулан тодорхой алхмаар байдлаар агуулагч чулуулаг руу оруулан, кондицийн дагуу үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой хүрээ буюу хүдрийн биет доторх хоосон болон кондицийн бус үеүдийн зузаанаас илүү гарч байх урттайгаар тасралтгүй хийх ёстой. Геологийн тодорхой буюу эрс хил зааггүй хүдрийн биетийн хувьд хайгуулын малталт, цооногуудын чөмгийг бүхэлд нь хамруулан, геологийн тод хил заагтай хүдрийн биетүүдийн хувьд хүдрийн биетийг нь хамруулан сийрэгжүүлсэн тороор сорьцлолт хийнэ. Суваг, шурф, траншейнд хүдрийн үндсэн гаршуудаас гадна тэдгээрийн өгөршлийн бүтээгдэхүүнийг мөн сорьцолсон байх шаардлагатай.

- Хүдрийн биетүүдийн хажуугийн хувирсан ба эрдэсжсэн чулуулгууд, хүдрийн байгалийн төрлүүдийг тус тусад нь сорьцлох ёстой. Сорьц бүрийн урт нь (ердийн сорьцууд) хүдрийн биетийн дотоод бүтэц, хүдрийн бодисын найрлагын өөрчлөлт, текстур-структурын онцлогууд, физик-механикийн болон бусад шинж чанаруудаас, харин өрмийн чөмгийн хувьд рейсийн уртаас хамаарч тодорхойлогдоно. Сорьцын урт нь кондицоор/жишгээр тогтоосон хүдрийн төрөл ба сортуудыг ялгасан хамгийн бага зузаанаас, мөн балансын хүдрийн хүрээ хил зааг доторх хоосон ба кондицийн бус агуулгатай үеүдийн хамгийн их зузаанаас ихгүй байх ёстой.
- Өрмийн цооногоос сорьц (чөмөг ба шлам) авахдаа өрөмдлөгийн төрөл, чанараас хамаарч харилцан адилгүй авна. Чөмгийн (шлагын) гарц өөр өөр байвал цооногийн өрөмдлөгийн диаметр ондоо огтлолуудыг тус тусад нь сорьцолно. Чөмөг тодорхой хэмжээгээр сонгомол элэгдэл үрэлтэд автсан тохиолдолд чөмөг болоод, үрэгдэлтээс болж гарсан материалыг агуулж байгаа шлагыг ч сорьцолж тус тусад нь шинжилгээнд хамруулна. Тантал агуулсан пегматит ордын ашигт бүрдвэр Ta_2O_5 агуулгыг тодорхойлоход гардаг системтэй/байнгын алдааны гол шалтгаан нь чөмгийн гарц муудах, танталитын (воджинит, микролит зэрэг) хэврэг талст бүхий үүр хэлбэрийн хэсгүүд байх зэрэг нь сонгомол элэгдэл үүсгэж өрмийн шлам баяждагт оршино.
- Уулын малталтын хувьд хүдрийн биетийн бүх зузааныг огтолж байгаа хэвтээ болон босоо малталтын 2 хананаас, харин хүдрийн биетийн суналын дагуу малтсан малталтуудын хувьд мөрөгцөгөөс нь дээжилнэ. Хүдрийн биетийн дагуу малтсан малталтын мөрөгцөгөөс сорьцлохдоо сорьц хоорондын зай ихэвчлэн 1-4 м байдаг (зайг ихэсгэх бол туршилтын ажлын үр дүнгээр баталгаажуулсан байх ёстой). Босоо уналтай хүдрийн биетэд малтсан хэвтээ малталтаас сорьцлохдоо урьдчилсан тодорхойлсон тогтвортой түвшнөөс авчхэрэглэж байгаа үзүүлэлтийг туршилтын ажлаар баталгаажуулсан байх ёстой. Уулын малталтад хэрэглэж байгаа сорьцлолтын аргыг ашиглахад хүдрийн ба хүдрийн бус эрдсүүдийн наалдаж, нялзах тохиолдол байгаа эсэхийг судалж тогтоосон байх ёстой.
- Өрмийн цооног болон уулын малталтуудаас авсан геологи, геофизикийн сорьцлолтын үр дүн нь тухайн хүдэржилтийн жигд бус байдлыг үнэлэх цацраг идэвхжил байгаа эсэхийг тогтооход хэрэглэнэ. Иймд томоохон хэмжээгээр авах сорьцыг секц тус бүрд жигд алхмаар авах хэрэгтэй.

- Хүдрийн үндсэн төрлүүдээр хийгдэж байгаа сорьцлолтын арга аргачлал тус бүрээр сорьцлолтын чанарыг тогтмол хянаж үр дүнгийн үнэмшил, нарийвчлалыг үнэлж байх ёстой. Геологийн тогтцын тодорхой элементүүдэд сорьц хэрхэн байрлаж байгааг хянаж, хүдрийн биетүүдийг зузаанаар нь хүрээлэх буюу хил заагийг тогтооход найдаж болох эсэх, сорьцын үзүүлэлтүүд тогтвортой байгаа эсэх, түүний жин нь ховилон сорьц авахаар төлөвлөсөн огтлолын онолын жинтэй,

мөн кернийн сорьцын жин нь гаргаж авсан кернийн онолын жинтэй тохирч байгаа эсэхийг (хүдрийн нягтын өөрчлөлтийг харгалзан үзэхэд ийм зөрөө $\pm 10-20$ %-иас хэтэрч болохгүй) шалгаж, хянаж байх ёстой. Ховилон сорьцын нарийвчлалыг яг ижил ховилоор зэрэгцүүлэн сорьцлолт хийж, өрмийн чөмгийнхийг тус чөмгийн үлдсэн талыг сорьцлох замаар шалгана. Хэрэглэж байгаа сорьцлолтын аргачлал, сорьц авч байгаа арга замуудын үнэмшлийг илүү төлөөлөх чадвартай сорьцоор, тухайлбал бөөн (хуссан г.м.) сорьц авч үр дүнг харьцуулах замаар хянадаг. Хяналтанд хүдэр боловсруулах чанарыг тодорхойлох зорилгоор авсан технологийн сорьц, эзлэхүүний жинг тодорхойлох зорилгоор целикүүдээс авсан бөөн сорьцуудын мэдээллүүд, ордын олборлолтын үеийн сорьцлолтын үр дүнгүүдийг ашиглах шаардлагатай. Хяналтын сорьцын хэмжээ нь статистик боловсруулалт хийх, системтэй/байнгын алдаа байгаа эсэх талаар үндэслэлтэй дүгнэлт гаргахад, шаардлагатай тохиолдолд засварын коэффициент/итгэлцүүр хэрэглэхийг үндэслэхэд хангалттай байх ёстой.

- Сорьцын боловсруулалтыг орд тус бүр дээр ашигт бүрдвэрийн тархалт, түүнийг агуулагч эрдсийн мөхлөгийн хэлбэр ба хэмжээг тооцон үзэж боловсруулсан схемийн дагуу хийнэ. Үндсэн ба хяналтын сорьцуудыг ижил схемээр боловсруулна. Боловсруулалтын чанарыг бүх үйл ажиллагаа тус бүрээр, тухайлбал “К” коэффициентын/итгэлцүүрийн үндэслэл болон боловсруулалтын бүдүүвчийг баримталж байгаа байдлыг тогтмол хянана. Ниоби, тантал, ГХЭ-ийн агуулга нь эрс өөр байх сорьцуудын боловсруулалтыг хийхдээ бутлах төхөөрөмжийн цэвэрлэгээг маш хатуу хянах хэрэгтэй. Хяналтын бөөн сорьцлолтын боловсруулалтыг тусгай программаар/хөтөлбөрийн дагуу хийнэ.

- Хүдрийн химийн найрлагыг судлахдаа голлох ашигт ба дагалдах бүрдвэрүүд болон хорт хольцуудыг илрүүлэхэд чиглэсэн бүрэн хэмжээний судалгааг хийнэ. Хүдэр дэх тэдгээрийн агуулгыг сорьцуудад химийн, гэрлийн, физикийн болон бусад шинжилгээний аргуудаар улсын батлагдсан стандартын дагуу тодорхойлно. Хүдэр дэх дагалдах ашигт бүрдвэрийн судалгааг ашигт малтмалыг цогцоор судалж, ашиглах зорилгоор дагалдах ашигт бүрдвэрийн судалгаа хийх аргачилсан зөвлөмжийн шаардлагыг баримтлан гүйцэтгэнэ. Энэ төрлийн аргачилсан зөвлөмж боловсруулагдаагүй тохиолдолд түүнтэй адил төсөөтэй тухайлбал ОХУ-ын “Методические рекомендации по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов, 2007” зөвлөмжийг ашиглаж болно. Бүх ердийн сорьцуудад үндсэн ашигт бүрдвэрийг тодорхойлно. Лопаритын хүдрийн лопаритыг мөн ердийн сорьцонд тодорхойлно. Хүдрийн биетийг зузаанаар ялгахад тооцогдоогүй дагалдах ашигт бүрдвэрүүд, хорт хольцууд болон лопаритын хүдрийн лопаритын найрлагыг голчлон бүлэглэсэн сорьцуудад тодорхойлно. Энгийн сорьцуудыг бүлэглэсэн сорьцуудад нэгтгэх, тэдний тархалтын байдал ба ерөнхий тоо хэмжээг тогтоох журам нь хүдрийн үндсэн төрлүүдийн хувьд дагалдах ба хортой хольцуудыг тодорхойлоход жигд сорьцлогдсон байдалтай байх, хүдрийн

биетүүдийн унал ба суналын дагуу тэдгээрийн агуулгын өөрчлөлтийн зүй тогтлыг гаргаж чадах нөхцлийг хангахад чиглэгдэнэ. Анхдагч хүдэр гипергенезийн нөлөөгөөр хэр өөрчлөгдсөн болохыг, мөн өгөршлийн гадаргуугийн доод хилийг тогтооход фазын шинжилгээг заавал хийнэ.

- Сорьцын шинжилгээний чанарыг тогтмол хянаж, хяналтын үр дүнг цаг тухайд нь зохих аргачлалын заалтын дагуу боловсруулж байх ёстой. Сорьцын шинжилгээний геологийн хяналтыг лабораторийн дотоод хяналтаас хамаарахгүйгээр ордын хайгуулын төслийн үргэлжлэх хугацааны туршид хийж байх ёстой.

Шинжилгээний хяналтанд үндсэн ашигт бүрдвэрээс гадна дагалдах ашигт бүрдвэрүүд болон хортой хольцуудыг нэгэн адил хамааруулсан байна.

Санамсаргүй алдааны хэмжээг тогтоохын тулд шинжилгээний сорьцуудын дубликатаас авсан хяналтын сорьцуудад шифрлэсэн өөр дугаар өгөөд үндсэн шинжилгээг нь хийсэн лабораторид өгч шинжлүүлдэг дотоод хяналтыг ашиглана. Боломжит системтэй/байнгын алдааг илрүүлэх, үнэлэхийн тулд гадаад хяналт хийх зөвшөөрөл авсан өөр лабораторид гадаад хяналтын шинжилгээ хийлгэнэ. Гадаад хяналтын шинжилгээнд үндсэн шинжилгээ хийсэн лабораторид хадгалагдаж байгаа ба дотоод хяналт хийсэн сорьцуудын дубликатыг илгээнэ. Судалж шинжилж байгаа сорьцуудтай ижил төсөөтэй найрлагын стандарт сорьцууд байгаа тохиолдолд стандарт сорьцуудыг шифрлэсэн дугаараар шинжилгээ хийлгэх гэж байгаа ердийн сорьцуудынхаа дотор оруулан үндсэн шинжилгээ хийсэн лаборатори руу илгээн шинжлүүлэх замаар гадаад хяналтыг хийж болно. Дотоод болон гадаад хяналтанд илгээж байгаа сорьцууд нь ордын хүдрийн бүх төрлүүд, агуулгын бүлгүүдийг төлөөлж чадах хэмжээнд байх ёстой. Дотоод хяналтанд гоц өндөр агуулга заасан бүх сорьцыг заавал хамааруулсан байна.- Дотоод ба гадаад хяналтын хэмжээ нь шинжилгээ хийгдсэн үе шат бүрээр (улирал, хагас жил г.м.),агуулгын бүлэг бүрээс сонгогдсон тэднийг төлөөлөх хэмжээнд байх ёстой. Агуулгын бүлгүүдийг ялгахдаа ашигт бүрдвэрийн агуулгаар нөөцийн тооцоонд хэрэглэх кондицийн шаардлагыг тооцон үзнэ. Шинжлүүлж байгаа сорьцын тоо маш их (жилд 2000 ба түүнээс их) бол хяналтын шинжилгээнд 5 %-тай тэнцэх тооны сорьцыг илгээнэ. Агуулгын бүлэг бүрээр шинжлүүлсэн сорьцуудын тоо бага бол хяналтын хугацаанд тус бүрээс 30-аас багагүй тооны хяналтын сорьцонд шинжилгээ хийлгэнэ.

- Агуулгын бүлэг тус бүрээр дотоод ба гадаад хяналтын мэдээллийн боловсруулалтыг тодорхой давтамжтай (улирал, хагас жил, жил)-гаар шинжилгээний төрөл ба үндсэн шинжилгээ хийсэн лаборатори тус бүрээр хийнэ. Стандарт сорьцын шинжилгээний үр дүнгээр гарсан байнгын зөрөөний үнэлгээг шинжилгээний өгөгдлийн статистик боловсруулалт хийх аргачлалын дагуу хийнэ. Дотоод хяналтын үр дүнгээр тооцоолсон харьцангуй дундаж квадрат алдаа нь **Хүснэгт...** -д заасан хэмжээнээс хэтрэхгүй байх ёстой. Хэтэрсэн тохиолдолд тухайн агуулгын бүлгийн үндсэн шинжилгээний үр дүн болон лабораторийн уг

шинжилгээг хийсэн хугацааны бүх сорьцуудын үр дүн хүчингүй болж сорьцуудад дахин шинжилгээг дотоод геологийн хяналттай хамтруулан хийнэ. Үндсэн шинжилгээг хийсэн лаборатори ч мөн яагаад ийм алдаа гарах болсон шалтгааныг олж зохих арга хэмжээг авах ёстой.

- Гадаад хяналтын шинжилгээгээр үндсэн ба гадаад хяналт хийсэн лабораторуудын үр дүнгийн хооронд системтэй/байнгын зөрүү илэрсэн тохиолдолд арбитрын хяналт хийлгэнэ. Энэ хяналтын шинжилгээг арбитрын шинжилгээ хийх тусгай эрхтэй лабораторид хийлгэнэ. Арбитрын хяналтанд лабораторид хадгалагдаж буй ердийн болон гадаад хяналтын шинжилгээний үр дүн бүхий сорьцуудын дубликатыг (шаардлагатай тохиолдолд шинжилгээ хийсэн сорьцын үлдэгдэл) илгээнэ. Хяналтанд системтэй/байнгын зөрүү илэрсэн агуулгын бүлэг тус бүрээс 30-40 сорьц явуулна. Шинжилж байгаа сорьцтой ижилхэн найрлагатай “Стандарт сорьц” байгаа бол тэдгээрийг тодорхой шифрлэсэн дугаартайгаар арбитрын шинжилгээнд илгээж буй сорьцуудын дунд оруулж илгээнэ. “Стандарт сорьц” тус бүрээр хяналтын шинжилгээний 10-15 үр дүн заавал байх ёстой. Арбитрын шинжилгээгээр системтэй/байнгын алдаа байгаа нь батлагдсан тохиолдолд түүний шалтгааныг олж, арилгах арга хэмжээ авч, тодорхой бүлэг тус бүрийн бүх сорьцуудыг дахин шинжлэх, эсвэл үндсэн лабораторийн уг сорьцуудын шинжилгээ хийсэн цаг үеийн бүх шинжилгээний үр дүнг хүчингүй болгох, эсвэл зохих засварын коэффициент/итгэлцүүр хэрэглэх эсэхийг шийдвэрлэх шаардлагатай болно. Арбитрын шинжилгээ хийлгүйгээр засварын коэффициент/итгэлцүүр хэрэглэхийг хориглоно.

- Сорьцлолтын ба сорьцуудын боловсруулалт, шинжилгээний талаар хийсэн хяналтын үр дүнгээр хүдрийн огтлолуудыг ялгахад болон тэдгээрийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлоход гарсан байж болох алдааг үнэлсэн байх хэрэгтэй.

- Хүдрийн байгалийн ба үйлдвэрлэлийн төрлүүдийн эрдсийн найрлага, тэдний структур-текстурын болоод физик шинж чанарын онцлогуудыг минералогипетрографи, физикийн, химийн болон бусад шинжилгээг ашиглан судалсан байх ёстой. Тодорхой эрдсүүдийн бичиглэл хийхийн зэрэгцээ тэдгээрийн тархалтын тоон үнэлгээг хийнэ. Онцгой анхаарлыг тухайн ордын голлох ашигт бүрдвэрийг агуулагч эрдсүүдийн өөр хоорондоо болон бусад эрдсүүдтэй үүсгэж байгаа орон зайн харилцаа холбоонд (эрдсийн мөхлөгүүдийн хам ургалт, хэмжээ зэрэг) мөхлөгүүдийн хэмжээ, хатуулаг зэрэгт хандуулах шаардлагатай. Цацраг идэвхт шинж чанартай хүдрийн хувьд цацраг идэвхт эрдэс болон ховор металл агуулж буй эрдсийн (ялангуяа тантал) хоорондын хамаарлыг заавал судална. Хүдрийн эрдсийн өөрчлөлт ихтэй тохиолдолд тэдгээрийн учир шалтгааныг тодруулах, ГХЭ агуулагч бие даасан эрдсүүдийг тодруулах зэрэг судалгааг хийнэ. Минералогийн судалгаа хийхдээ үндсэн ба дагалдах ашигт бүрдвэрүүд болон хортой хольцуудын тархалтыг судалж, эрдсийн эвслүүдийг төрөл тус бүрээр тогтооно.

- Хүдрийн эзлэхүүн жин, байгалийн чийгшил ба хүдэр доторх кондицийн/жишгийн бус үеүдийг ялгахдаа зохих аргачлалын дагуу гүйцэтгэнэ.

Нягт бүтэцтэй хүдрийн эзлэхүүн жинг голчлон шаардлага хангасан сорьцыг парафинаар бүрж тодорхойлдог ба хяналтыг том хэмжээний сорьцод хийж байх шаардлагатай. Сэвсгэр, ан цав ихтэй, нүх сүвэрхэг хүдрийн эзлэхүүн жинг целикэд тодорхойлох шаардлагатай. Хяналтын ажил шаардлагатай хэмжээд байгаа тохиолдолд эзлэхүүн жинг гамма туяагаар шарж шингээх аргаар тодорхойлж болно. Эзлэхүүн жин тодорхойлсон сорьцонд хүдрийн чийгшлийг заавал хамт тодорхойлно. Эзлэхүүн жин болон чийгшил тодорхойлсон сорьцууд нь минералогийн хувьд бүрэн бичиглэл хийгдсэн ба үндсэн бүрдвэрүүдийн агуулгын шинжилгээ хийгдсэн байх ёстой.

Ниоби, тантал ГХЭ-ийн агуулгын бүлгүүдээр шинжилгээний дундаж квадрат алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээ

Хүснэгт 4.2.

Найрлага	Хүдрийн агуулгын бүлэг, %	Дундаж квадрат алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээ, %	Найрлага	Хүдрийн агуулгын бүлэг, %	Дундаж квадрат алдааны зөвшөөрөгдөх хэмжээ, %
1	2	3	4	5	6
Nb ₂ O ₅	1–10	9	Li ₂ O	0,2–0,5	13
	0.5–1	11		0.1–0.2	17
	0.2–0.5	13		0.05–0.1	22
	0.1–0.2	16		0.01–0.05	30
	0.05–0.1	20	Rb ₂ O, Cs ₂ O	0.2–0.5	17
	0.02–0.05	23		0.1–0.2	22
	<0.02	30		0.05–0.1	25
Ta ₂ O ₅	0.1–0.5	12	P ₂ O ₅	0.01–0.05	30
	0.05–0.1	17		20–30	2
	0.02–0.05	22		10–20	3.5
	0.01–0.02	25	5–10	4	
	0.005–0.01	30	Zr ₂ O	>3	3.5
<0.005	30	1–3		6.0	
>10	4.5	0.1–1		15	
ΣTR ₂ O ₃ **	1–10	7.0	Sr ₂ O	<0.1	30
	0.5–1	10		10–40	6
	0.2–0.5	13		2–10	7.5
	0.1–0.2	20	U	0.5–2	16
	0.05–0.1	25		0.1–0.5	23
	0.005–0.05	30		0.03–0.1	6.5
	<0.005	30		0.01–0.03	8.0
BeO	0.5–1	7.0	Th	<0.01	15
	0.2–0.5	10		0.03–0.1	8.5
	0.1–0.2	12		0.01–0.03	10
	0.05–0.1	15	<0.01	20	
	0.02–0.05	20	* Хэрэв орд дээр илэрвэл хүдрийн агуулгын бүлгийг зөвшөөрөгдөх харьцангуй дундаж квадрат алдааны хэмжээний интерполяцаар тогтооно. ** Бие даасан ГХЭ-ийн хувьд зөвшөөрөгдөх харьцангуй дундаж квадрат алдаа нь статистик өгөгдлийн хэмжээнээс хамаарч дифференцилагдсан байна.		
Sn	0.2–0.5	10			
	0.1–0.2	15			
	0.05–0.1	20			
	0.025–0.05	25			
<0.025	30				

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

ТАВ. ГХЭ, ниоби, танталын ордын хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа

5.1. ГХЭ, ниоби, танталын ордын хүдрийн технологийн судалгааг явуулахын тулд юуны өмнө ордын төрлөөс хамааран хүдрийн байгалын (минералогийн) болон технологийн бүх төрөл, сортуудыг хамааруулан туршилт хийх сорьцыг тогтоосон аргачлал, журмын дагуу тухайн ордыг бүрэн төлөөлж чадахуйц хэмжээнд авна.

5.2. Хүдрийн баяжигдах шинж чанарыг лабораторийн болон хагас үйлдвэрлэлийн нөхцөлд минералоги-технологийн, бага технологийн, лабораторийн, томсгосон лабораторийн, хагас үйлдвэрлэлийн сорьцууд авч судална. Хялбар баяжигддаг хүдрийг үйлдвэрлэлд хэрэглэгдэж байгаа туршлага байгаа бол лабораторийн судалгаагаар баталгаажуулсан аналог/жишгээр ашиглахыг зөвшөөрнө. Баяжигдах чанар нь хүнд/төвөгтэй эсвэл шинэ төрлийн хүдрийн хувьд ийм төрлийн хүдрийг баяжуулсан туршлага байхгүй бол, шаардлагатай тохиолдолд тухайн хүдрийг баяжуулсан бүтээгдэхүүнийг сонирхсон байгууллага, компанитай зөвшилцсөний үндсэн дээр тусгай хөтөлбөрөөр хүдрийн технологийн судалгааг явуулна.

5.3. Геологи-хайгуулын ажлын янз бүрийн шатанд урьдчилсан туршилт явуулах бөгөөд хүдрийг тусгай бункер дотор том бүхэллэг хүдрийг сортлох, жижиг ширхэглэг (-200 ~ +20 мм) хүдрийг цацрагийн/радиометрийн ялгалт хийх боломжийг судалж, гравитацийн баяжуулалт эсвэл ялгалт хийх судалгааг хийсэн байна. Хэрэв энэхүү урьдчилсан баяжуулалтын туршилт үр дүнтэй гарвал хүдрийг ангилан олборлолт хийх эсвэл бөөнөөр нь олборлолт хийх төрлөөр нь үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүдийг ялгана. Улмаар хүдрийн гүн боловсруулалтын судалгааг хийхдээ урьдчилсан баяжуулалтын үед цаашдын эдийн засгийн үр ашиг, ерөнхий технологийн схем зэргийг харгалзан үзэх ёстой.

5.4. Хүдрийн технологийн төрлүүд, сортуудыг ялгахдаа геологи-технологийн зураг хийх ба сорьцлолт гүйцэтгэх торыг хүдрийн байгалийн төрлүүдийн тоо хэмжээ ба тасалдлын давтамжаас шалтгаалан сонгоно.

5.5. ГХЭ, ниоби, танталын анхдагч хүдэр эсвэл цацрагийн/радиометрийн идэвхийн ангиллаар гарсан бүтээгдэхүүний баяжигдах чанарыг судлахдаа технологи-минералогийн арга, аргачлалуудыг хэрэглэснээр хүдрийн исэлдлийн зэрэг, эрдсийн найрлага, структур-текстурын онцлогууд, эрдсүүдийн физикийн ба

химийн шинж чанаруудыг судлах бөгөөд дагалдах ашигт болон хорт хольцуудыг тогтооно.

5.6. ГХЭ-ийн хүдрийн баяжуулалтын судалгааны үр дүн нь анхдагч сорьцын төлөөлөх чадвар, химийн болон эрдсийн найрлагаас ихээхэн шалтгаалдаг. ГХЭ, ниоби, танталийн бараг бүх хүдэр, эрдэсжилт нь уран, тори зэрэг цацраг идэвхт элементүүд агуулдаг бөгөөд тэдгээр нь үндсэндээ байгальд байдаг изотоп хэлбэрээр агуулагддаг. Хүдрийн эрдсийн найрлага нь ордын төрлөөсөө хамааран өөр өөр байдаг учраас технологийн судалгааны арга, аргачлалыг сонгохын өмнө хүдрийн бодисын найрлагын судалгааг оптик микроскоп болон эрдэс судлалын сүүлийн үеийн дэвшилтэт арга болох LR (Лазер Раман) спектрометр, XRD (X-Ray Diffractometer), SEM-EDS (Scanning Electron Microscope with Energy Dispersive Spectrometry), EPMA (Electron Probe Micro Analyser) зэрэг багажаар судалж хүдрийн эрдсийн төрөл, ГХЭ, ниоби, тантал болон бусад дагалдах ашигт болон хорт хольцуудын орших төлвийг тодорхойлсон байх шаардлагатай.

5.7. Минералоги-технологийн болон бага хэмжээний технологийн сорьцуудыг орд дээр илэрсэн хүдрийн байгалийн бүх төрлөөс авна. Тэднийг урьдчилсан технологийн туршилтад хамруулсны үр дүнд хүдрийн геологи-технологийн төрлүүдийг тогтоож, хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүд, сортуудыг ангилж, ангилсан үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлүүдийн хэмжээнд хүдрийн бодисын найрлага, физик-механикийн ба технологийн шинж чанаруудын орон зайн өөрчлөлтийг судлан, хүдрийн геологи-технологийн зургууд, планууд, зүсэлтүүдийг байгуулна.

5.8. Лабораторийн ба томсгосон лабораторийн сорьцуудад хүдэрт ялгасан үйлдвэрлэлийн (технологийн) бүх төрлүүдийн технологийн шинж чанарыг судалж хүдрийг боловсруулах технологийн оновчтой бүдүүвчийг сонгох, баяжуулалтын технологийн болоод гаргаж авсан бүтээгдэхүүний үндсэн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлоход шаардлагатай хэмжээнд тодорхойлсон байна. Энэ тохиолдолд хүдрийг бутлах оновчтой зэргийг тогтоож, ашигт эрдсүүдийг хамгийн их хэмжээгээр задалж, хамгийн бага хаягдал гарган баяжуулалтын хаягдалд ашигт эрдсүүдийг хамгийн бага хаях боломжийг хангана.

5.9. Хагас үйлдвэрлэлийн технологийн туршилт нь хүдрийг баяжуулах технологийн бүдүүвчийг шалгах, лабораторийн туршилтаар тогтоосон хүдрийн баяжилтын үзүүлэлтүүдийг тодруулах зорилгоор хийгдэнэ. Хагас үйлдвэрлэлийн технологийн туршилтыг хийхдээ технологийн туршилт хийх тусгай эрхтэй байгууллагаар гэрээ хийсний үндсэн дээр тусгайлан бэлтгэсэн программын/хөтөлбөрийн дагуу хийнэ. Хагас үйлдвэрлэлийн туршилтад зориулж сорьц авахдаа зөвхөн тус төсөлд тусгайлан гаргасан аргачлалыг мөрдөж авна.

5.10. Лабораторийн томсгосон ба хагас үйлдвэрлэлийн технологийн туршилтад зориулж авсан сорьц нь тухайн хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлийн химийн ба эрдсийн найрлага, структур-текстурын онцлог, физикийн болон бусад шинж чанаруудын дундаж найрлагыг төлөөлөх чадвартай

байх ёстой бөгөөд ашиглалтын үеийн боломжит бохирдол болон сортлолтын үеийн баяжилтыг ч тооцож үзсэн байх ёстой. Гранулометрийн бүтцийн хувьд ч тухайн ордод төлөвлөж байгаа олборлолтын схемтэй дүйх ёстой.

5.11. Технологи-минералогийн аргаар анхдагч хүдэр ба радиаметрийн аргаар ялгасан бүтээгдхүүнийг судлахдаа хүдрийн эрдэс, хүдрийн эрдсүүдийн бүлгийн исэлдлийн зэрэг, эрдсийн найрлага, структур-текстурын онцлог шинж чанар, физик-химийн шинж чанаруудыг судлан тэдгээрийн ялгаатай байдлын (ялгарах, илрэх) түвшин, дагалдах бүрдвэр, хорт хольц байгаа эсэхийг тогтоосон байна. Хүдрийн бутлагдах, нунтаглагдах чанар, эрдсийн фазуудын задрах хэмжээ, хүдрийн угаагдах чанар зэргийг тодорхойлохын тулд хүдрийн янз бүрийн классуудын/бүлгүүдийн шигшүүрийн шинжилгээ хийхээс гадна, угаагдсан хүдэр болон угаасан шламанд гравитацын шинжилгээ, жижиг ширхэглэг хэсэгт соронзон шинжилгээг тус тус хийнэ. Хүдэр баяжуулах технологийн бүдүүвчийг сонгож, бутлах-нунтаглах үе шатны тоо ба үе шатуудыг тогтооно. Баяжуулалтын арга замууд, баяжмал болон хагас бүтээгдхүүнүүд, тэдгээрт агуулагдсан ашигт бүрдвэрүүдийг гүйцээн гаргаж авах арга замуудыг тодорхойлно.

5.12. ГХЭ, ниоби, танталын ордуудын хүдрийн технологийн шинж чанар нь хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүн, тэдгээрийн структур-текстурын онцлог, TR_2O_3 , Nb_2O_5 , Ta_2O_5 агуулгын хэмжээ, тэдгээр нь өөр хоорондоо хэрхэн хамааралтай байгаа эсэх, цацраг идэвхжилтийн хэмжээ зэргээс шууд хамаарна.

- ГХЭ-ийн хүдрийг баяжуулахдаа гравитацын эсвэл флотацын аргыг (мөн хосолсон) хэрэглэх бөгөөд байгалийн цацраг идэвхжилтийн хэмжээнээс хамааран зарим тохиолдолд радиаметрийн аргыг ашиглана. Гарган авсан баяжмалд ГХЭ-ийн нийлбэр исэл 30–70 % байх ба үүнийг хими-металлургийн дахин боловсруулалтад оруулж (сульфатжуулах эсвэл хлоржуулах аргаар) улмаар ион солилцооны хроматографаар ялгаж ГХЭ-ийн нэгдэл эсвэл ислүүдийг гарган авна. Үүний дараа металлотермин болон электролитийн аргаар ГХЭ-ийн металлуудыг, эсвэл сайн чанарын хайлшийг гарган авах ба ингэснээр металлургийн үйлдвэрт ашиглах шаардлагыг хангасан эцсийн бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэгдэж байна. Энэхүү технологийн процессын цацраг бүхий хаягдлын боловсруулалт нь тусдаа үйл ажиллагаа шаардана.
- Пирохлорын найрлагатай ниобийн хүдрийг (карбонатитад болон түүний өгөршлийн гадаргууд) баяжуулах схем нь тухайн хүдэрт агуулагдаж буй пирохлорын мөхлөгийн хэмжээнээс хамаарна. Пирохлорын мөхлөг нь том ширхэгтэй байвал гравитацын схемээр, дунд зэргийн хэмжээтэй байвал гравитаци-флотацын схемээр, харин жижиг болоод нарийн ширхэглэг байвал флотацын схемээр тус тус баяжуулна. Хүдэрт агуулагдаж байгаа хүдрийн эрдсийн физик-химийн шинж чанараас хамаарч дээрх сонгон авсан схемд соронзон, цахилгаан, химийн болон баяжуулалтын бусад аргыг хослуулна. Пирохлорын баяжмалд Nb_2O_5 агуулга 60 % орчим байна.

Пироклорын болон колумбитын баяжмалын төгсгөлийн бүтээгдэхүүн нь ниобийн 65 % орчим агуулга бүхий феррониоби (FeNb) байх ба түүнийг гангийн үйлдвэрт ганг сайжруулахад ашиглана. Nb₂O₅ агуулга багатай кондицын бус пироклорын баяжмалаас алюминотермиин аргаар алюмониобийн лигатурыг (дахин боловсруулж феррониоби) гарган авах боломжтой.

- Энгийн найрлагатай танталын хүдрийг гравитацийн аргаар механик замаар баяжуулна. Хэрэв хүдэр нь эрдэслэг бүрэлдэхүүний хувьд нийлмэл тогтоцтой байвал (дагалдах бүрэлдэхүүнийг ялгах) гравитаци-флотацийн эсвэл өөр аргуудыг (соронзон, цахилгаан соронзон, туйлшралын градиент, цацраг идэвх) хослуулан хэрэглэх шаардлагатай. Гравитацийн аргаар танталын баяжмалыг гарган авах ба түүний хаягдалд флотацыг хэрэглэснээр бусад ашигт бүрдвэрүүдийг салган авах ба туйлшралын градиентыг шатаалттай хэрэглэвэл танталын баяжмалын эцсийн бүтээгдэхүүнийг гарган авна.
- Лопаритын хүдрийг гравитацийн аргаар баяжуулна. Баяжмалын эцсийн бүтээгдэхүүн гаргахын тулд соронзон болон цахилгаан ялгалтыг хэрэглэнэ. Товарын бүтээгдэхүүнд лопарит 93–98 % агуулагдах ба хүдрийн гарц нь 75–80 % байна. Баяжмалын найрлага (%): ΣTR_2O_3 36-38, Ta₂O₅ 0.5-0.6, Nb₂O₅ 7-8, TiO₂ 38-42, Fe₂O₃ ≤ 2.5, SiO₂ 2,9, ThO₂ 0.6 тус тус байна. Лопаритын баяжмалыг хлорын технологийг ашиглан хими-металлургийн аргаар дахин боловсруулалт хийх ба ингэснээр дараах бүтээгдэхүүнүүд гарна. Үүнд: ГХЭ-ийн хлоридын нэгдэл, ниоби (Nb₂O₅) ба танталын (Ta₂O₅) тавч исэл, титан тетрахлорид зэрэг болно. ГХЭ-ийн хлоридын нэгдлийг гидрометаллургийн дахин боловсруулалтад оруулснаар бие даасан ислүүд, цэвэр металлууд болон бусад бүтээгдэхүүнүүдийг гарган авах боломжтой.

5.13. Хүдрийн технологийн шинж чанарыг судалсны үр дүнд тухайн хүдрийг баяжуулах, түүнд агуулагдах үйлдвэрийн ач холбогдол бүхий бүх төрлийн ашигт бүрдвэрүүдийг салган авахад зориулсан технологийн схемийг гарган авахад шаардлагатай гол өгөгдлүүдийг тодорхойлсон байна. Хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрөл ба сортууд урьдчилан төлөвлөсөн кондицын үзүүлэлтүүдийг хангах шаардлагатай, баяжуулалтын болон химийн боловсруулалтын технологийн үндсэн параметруудыг (гравитаци, соронзон ялгалт болон флотацийн үед баяжмалын гарц ба түүний чанарт ховор металл, бусад дагалдах ашигт бүрдвэр болон хорт хольцын агуулга хамаарна) тогтоосон байх ёстой. Үүнээс гадна баяжмалыг дахин боловсруулж ховор металлууд болон дагалдах ашигт бүрдвэрүүдийг гарган авах тусгай ажиллагаанууд болон тэдгээрийг гарган авахтай холбоотой хэрэглэгдэх урвалж материалуудын зарцуулалт (мөхлөгийн хэмжээ, урвалжийн үлдэгдэл концентраци) зэргийг тооцоолж хаягдлын далан, хоргүйжүүлэх асуудлыг судалж шийдвэрлэсэн байна. Хагас үйлдвэрлэлийн туршилтын үр дүнд хүлээн авсан технологийн схемийн найдвартай байдлыг

үйлдвэрлэлийн явцад технологийн болон эцсийн бүтээгдэхүүний балансын тооцоогоор үнэлнэ. Хэрэв туршилтын үр дүн болон бүтээгдэхүүний балансын тооцоогоор зөрүү 10 %, түүнээс ихгүй байх ёстой ба түүний хэмжээг нь баяжмал дахь металлын масс болон хаягдалд пропорциональ хэмжээгээр тархаах ёстой. Дахин боловсруулалтын үзүүлэлтүүдийг орчин үеийн баяжуулах үйлдвэрүүдийн үзүүлэлтүүдтэй харьцуулан үзэх хэрэгтэй. Баяжмалын чанарыг уурхайн олборлогч болон металлургийн үйлдвэрийн тохирсон гэрээний дагуу тодорхой цаг хугацаанд зохицуулалт хийх эсвэл тохирох стандарт болон техникийн нөхцлөөр тохирох ёстой. Хүснэгт 5.1-д баяжмалд тавих техникийн шаардлагыг харуулав. ГХЭ-ийн баяжмалд өнөөгийн байдлаар улсын салбарын, техникийн нөхцөлийн стандарт хараахан байхгүй байна.

Баяжмалд тавих шаардлага

Хүснэгт 5.1.

Баяжмал ба түүнд агуулагдах компонентууд/бүрдвэрүүд	Агуулга, %			
	I сорт	II сорт	III сорт	IV сорт
1	2	3	4	5
Лопаритын баяжмал				
- Лопаритын хамгийн бага агуулга	90	90	90	65
- Nb ₂ O ₅ ба Ta ₂ O ₅ хамгийн бага агуулга	8.0	8.0	8.0	8.0
- Фосфорын хамгийн их агуулга	0.016	0.1	0.3	0.5
- Цахиурын хамгийн их агуулга	2.5	2.5	6.0	8.0
Пирохлорын баяжмал				
- Nb ₂ O ₅ ба Ta ₂ O ₅ нийлбэрийн хамгийн бага агуулга	38.0	–	–	–
- Чийгийн хамгийн их хэмжээ	1.0	–	–	–
- Nb ₂ O ₅ и Ta ₂ O ₅ нийлбэрийн 1 %-д байх хамгийн их агуулга:				
SiO ₂	0.32	–	–	–
TiO ₂	0.32	–	–	–
P	0.0025	–	–	–
S	0.003	–	–	–
Танталын баяжмал				
- Танталын хамгийн бага агуулга	40	26	17	5
- Цахиурын хамгийн их хэмжээ	Нормгүй	7	7	10

5.14. Дагалдах ашигт бүрдвэрийн хувьд Монгол улсын Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн яамнаас батлагдахаар хүлээгдэж байгаа “Ордыг иж бүрэн судлах болон дагалдах ашигт малтмал ба ашигт бүрдвэрийн нөөцийг тооцоолох аргачилсан зөвлөмж”-ийн дагуу хүдэр дэх боловсруулалтын бүтээгдэхүүнүүдэд тэдгээрийн тархалтын тэнцэл (баланс) ба орших хэлбэрийг тодорхойлж ялган авах нөхцлүүд болон эдийн засгийн хувьд ашигтай эсэхийг тогтоосон байх хэрэгтэй.

ЗУРГАА. Ордын гидрогеологи, инженер-геологи, геоэкологийн болон байгалийн бусад нөхцлийн судалгаа

6.1. Монгол Улсын нутаг дэвсгэрийн байгаль, цаг уур, газарзүйн ямар бүсэд байршиж байгаа, тус бүс нутгийн эрозийн базисын/элэгдлийн түвшингээс дээш, эсвэл доор оршиж байгаа нь ордуудын гидрогеологи, инженер-геологи, геоэкологийн нөхцлүүдийг харилцан адилгүй болгосон байдаг.

ГХЭ, ниоби, танталын ордуудын гидрогеологийн судалгааг явуулахдаа Монгол Улсын Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн яамны сайдын 2017 оны 12-р сарын 12-ны өдрийн А/237-тоот тушаалаар баталсан “Сэдэвчилсэн болон дунд, том масштабын гидрогеологийн зураглал, ашигт малтмалын хайгуулын ажлын явцад ордын гидрогеологийн судалгаа хийх заавар, түүнд тавигдах шаардлага”-ыг баримтлана.

6.1.1 Хайгуулын ажлын явцад орд болон түүний орчны гидрогеологийн талаар хийгдсэн өмнөх судалгааны ажлын материалыг бүрэн ашиглаж нэмэлт судалгаа, ажиглалт явуулан “Ордын гидрогеологийн нөхцөл” бүлэгт тодорхой тусгасан байвал зохино.

6.1.2 Ордын гидрогеологийн судалгаагаар ус агуулагч үндсэн үе, давхаргуудыг заавал судласан байх, тэдгээрийн зузаан, литологийн найрлага, коллекторын төрөл, гадаргын устай харилцах харьцаа, газрын доорх усны түвшний хөдөлгөөн, найрлага болон бусад үзүүлэлтүүд нь ордыг ирээдүйд олборлох үеийн техник-эдийн засгийн үндэслэлд хэрхэн тусгагдах талаар тодорхойлогдсон байвал зохино.

6.1.3 ГХЭ, ниоби, танталын ордуудын гидрогеологийн онцлох нөхцөл нь хүдрийн биет орчмын уст давхаргын усны химийн найрлагад агуулагдаж байгаа цацраг идэвхт элементүүдийн хэмжээгээр тодорхойлогдоно.

6.1.4 Ордын гидрогеологийн нөхцлийг энгийн, дунд болон нийлмэл гэж ангилна.

- Энгийн гидрогеологийн нөхцөлтэй ордод уст давхарга нь тогтвортой, хатуу чулуулагт агуулагдсан, уурхайд орж ирэх усны хэмжээ нь 1000 м³/цагаас хэтрэхгүй ордыг багтаана. Ийм төрлийн ордод хайгуулын малталт болон цооногт усны түвшин хэмжих, цооногийн хананы тогтвортой байдал, угаалгын шингэний алдагдлыг судлах, ан цавшлийг хэмжих, ундрагыг тодорхойлох, даралттай (артезын) уст давхаргыг огтолсон бол ийм үеийн усны түвшний хөөрөл зэргийг судлах, шаардлагатай гэж үзвэл гидрогеологийн ажиглалт хийх цөөн тооны цооног өрөмдөж тоноглох уст давхаргад ажиглалт хийх байдлаар судална.

- Дунд зэргийн гидрогеологийн нөхцөлтэй ордод тектоник эвдрэл, бутралын бүсэд агуулагдсан гүний уст үетэй, энэ нь уурхайгаар нээгдсэн нөхцөлд усанд автах магадлалтай, уурхайд орж ирэх усны хэмжээ нь 1500 м³/цаг хүрэх нөхцөлтэй ордыг багтаана.

- Нийлмэл гидрогеологийн нөхцөлтэй ордод ус агуулсан чулуулаг нь тектоник эвдрэл, бутралд хүчтэй өртсөн, гүний ус ихээр агуулдаг, уурхайд орж ирэх усны хэмжээ нь 10000 м³/цаг-аас их ордыг багтаана.

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

6.1.5 Ордын гидрогеологийн судалгаагаар дараах асуудлуудыг шийдсэн байвал зохино. Үүнд:

- Тухайн орд байрлаж байгаа орон нутгийн газарзүй, цаг уурын нөхцлөөс хамааран олборлох уурхайн талбайд хур тунадаснаас орж ирэх усны тооцоог бүх хүчин зүйлээр тооцож гаргах.
- Ордын усжилтад орж байгаа усны химийн найрлага, цацраг идэвхт элементийн хэмжээ, усны бактерийн төлөв байдал, гидрохимийн судалгааг зайлшгүй гүйцэтгэсэн байх.
- Гадаргуугийн ус ашиглах, уурхайн усыг шавхаж гадагшлуулах үйл ажиллагаа нь орон нутгийн ус ашиглалт ба хамгаалалтын байгууллага, улсын эрүүл ахуйн хяналт, газрын хяналтын байгууллагуудтай тохирсон байх шаардлагатай.
- Уурхайн усыг голын усанд нийлүүлэх боломжгүй, эсвэл үүнийг хориглож байгаа нөхцөлд уурхайн ус агуулах усан санг ордын техник-эдийн засгийн үнэлгээнд тусгасны үндсэн дээр байгуулж, түүнд агуулах усны хэмжээг холбогдох журам, аргачлалын дагуу тооцоолсон байна.
- Уурхайг усанд авталтаас хамгаалах уурхайн усны шүүрэлт, түүнийг үйлдвэрлэлд ашиглаж болох эсэх судалгаа, тооцоо, ордын дүүрэгт орших газрын доорх усны хуримтлалд нөлөөлөх зэрэгт үнэлгээ өгөх, усан сан болон хаягдлын далан байрлах талбайн сонголтыг үндэслэлтэй гаргасан байх.
- Ирээдүйн олборлох, боловсруулах үйлдвэрийн техникийн усан хангамжийн хэрэгцээг хангах боломжийн эх үүсвэрт үнэлгээ өгөх, уурхайн хаягдал усны хүрээлэн байгаа орчинд нөлөөлөх байдалд үнэлгээ өгөх.

6.1.6 Ордын гидрогеологийн судалгааны үр дүнд уурхайн төлөвлөлтөд зориулан усан хангамжийн эх үүсвэр, уурхайд орох усыг уулын цулаас зайлуулах, шүүрүүлсэн усыг ашиглах, байгаль хамгааллын арга хэмжээний талаар зөвлөмж гаргасан байвал зохино.

6.2 Хайгуулын үед ордуудад хийгдэх инженер-геологийн судалгаа нь ордыг олборлох үеийн төсөл боловсруулахад шаардлагатай мэдээллүүдийг судалж, уулын нэвтрэлтийн ажлын үеийн аюулгүй ажиллагааны нөхцлийг тодорхойлох үндсэн зорилготой байна.

6.2.1 Инженер-геологийн нөхцөлийн судалгааны явцад дараах асуудлуудыг тодорхойлсон байвал зохино. Үүнд:

- Ордын болон хүдэр агуулагч чулуулгийн физик-механикийн шинж чанарыг тодорхойлж мэдээллийн сан үүсгэсэн байх. (бат бэх чанар, нүх сүвэрхэг байдал, чийгшил, цацраг идэвхжилт, нягт болон эзэлхүүн жин, барьцалдалтын зэрэг гэх мэт)
- Ордын болон хүдрийн биетийг агуулж байгаа хурдас болон чулуулагт геотехникийн судалгааг тодорхой хэмжээнд гүйцэтгэж ордыг олборлох үед шаардлагатай мэдээллийн сан үүсгэсэн байх. (гүний болон орон нутгийн хагарлууд, ан цавшилтын чиглэл болон уналын өнцөг, тэдгээрийн давтамж, тархалтын зүй тогтол гэх мэт)
- Ордын дүүргийн сейсмо/газар хөдлөлийн идэвхжил, олон жилийн цэвдэгшил, карстжилт, карбонат чулуулгийн өгөршилд автсан байдал, олборлолтод нөлөөлж болохуйц орчин үеийн геологийн болон байгалийн хүчин зүйлүүдийг судалсан байх
- Ордыг ирээдүйд ил болон далд нэвтрэлтийн аргаар олборлох үеийн аюулгүйн бүсийн хүрээ болон уурхайн аюулгүйн доголын хэмжигдэхүүнүүдийг (хананы налуугийн өнцөг болон доголын өргөн) тодорхойлох, хамгаалалтын цулын хэмжээг тогтоох, уулын чулуулгийн даралт болон хөдөлгөөний тогтворжилт, тэдгээрт нөлөөлж болох геологийн хүчин зүйлүүдийг тодорхойлсон байх.

6.2.2 Ордын инженер-геологийн нөхцөлийн судалгааг явуулахдаа холбогдох байгууллагаас тогтоон мөрдөж байгаа, энэ төрлийн судалгаа явуулах аргачлал, заавар, журмын дагуу гүйцэтгэнэ.

6.2.3 ГХЭ-ийн ордуудыг ялангуяа далд системээр олборлох үеийн инженер-геологийн гол анхаарах нөхцөл нь радиацийн хэмжээг зөв тодорхойлох, цацраг идэвхжилтээс хамгаалах, цацрагийн хэмжилтийг дозиметрээр тогтмол хэмжиж байх шаардлагатай.

6.2.4 Судалгаа явуулж байгаа ордын дүүрэгт гидрогеологийн болон инженер-геологийн адил нөхцөлд орших уулын үйлдвэр ажиллаж байгаа бол түүний гидрогеологийн болон инженер-геологийн орчны үнэлгээнд харьцуулалт хийх замаар өөрийн ордын үзүүлэлтийн үнэлгээнд ашиглаж болно.

6.3 Геоэкологийн нөхцөлийн судалгааны үндсэн зорилго нь ордыг ашиглах төсөл боловсруулахад хүрээлэн буй орчныг хамгаалах талаарх мэдээллээр хангах явдал юм.

6.3.1 ГХЭ, ниоби, танталын ордуудын хайгуулын ажлын эхний үе шатнаас эхлэн хүрээлэн байгаа орчны нөлөөллийг системтэй судлан түүнд үзүүлэх нөлөөллийг бууруулах, хүрээлэх орчныг хамгаалахад чиглэсэн арга хэмжээнүүдийн судалгаа, хэрэгжүүлэх ажилд шаардагдах хөрөнгийн хэмжээг ордын эдийн засгийн үнэлгээнд суулгаж төлөвлөх шаардлагатай.

6.3.2 ГХЭ, ниоби, танталын ордуудын олборлолтын аргаас үл хамааран ГХЭ-ийн хүдэрт агуулагдах уран, торийн агуулгаас хамаарсан цацрагийн хэмжээ, зарим ордод агуулагдах бусад хорт элементүүд болох берилли, лити, цези, хүнцэл, висмут, фтор ба органик нэгдлүүд нь экологийн болон эрүүл ахуйн аюултай орчныг бүрдүүлэх үндэслэлтэй тул хүрээлэн байгаа орчны экологийн судалгаанд гол анхаарлаа хандуулж ажиллах шаардлагатай.

6.3.3 Экологийн нөхцөлийн судалгааны хүрээнд дараах асуудлуудыг шийдвэрлэсэн байх шаардлагатай. Үүнд:

- Хүрээлэн буй орчны анхны төлөв байдлыг үнэлж талбайн байгалийн цацрагжилтын түвшин, гадаргуугийн болон газрын доорх ус, радиацын болон агаар мандлын шинж чанар, ургамлын бүрхэвч, хөрсний төлөв байдал зэрэг үзүүлэлтүүдийг тодорхойлж мэдээллийн сан үүсгэсэн байвал зохино.

- Хүрээлэн буй орчинд үйлдвэрлэл явуулснаас шалтгаалан үүсэх химийн болон физикийн нөлөөлөл (тоосжилт, уурхайн усаар гадаргуугийн болон газрын доорх ус бохирдох, хөрсний бохирдол, янз бүрийн хий, аэрозол цацагдсанаас үүсэх агаар мандлын бохирдолт, агаар дахь цацраг идэвхжилтийн өөрчлөлт гэх мэт), бохирдуулагч эх үүсвэрүүдийн нөлөөллийн хүрээний хэмжээ, бохирдуулах хугацаа, эрчим, давтамж, үйлчилгээний хор хөнөөлийг урьдчилан тооцоолсон байвал зохино.

- Уулын малталт дахь радон ялгаралтын хувийн хэмжээг (РЯХХ) уурхайн агааржуулалтыг оновчтой төлөвлөх хэмжээнд хүртэл судалсан байх шаардлагатай.

- Олборлох боловсруулах үйлдвэрлэл явуулахын тулд байгалиас авч ашиглах нийт баялгийн хэмжээ (мод, ус, барилгын материал, үндсэн болон туслах барилга байгууламжуудыг барьж байгуулахад ашиглах газар, хуулах хөрс, жишгийн шаардлага хангахгүй хүдрийн болон агуулагч чулуулгийн үүсэх овоолгын хэмжээ гэх мэт)-г аль болох бодитойгоор тооцсон байх.

6.3.4 ГХЭ, ниоби, танталын ордуудын олборлох, боловсруулах үйлдвэрийн хувьд ажиллах хүчний эрүүл мэндийг хамгаалах (цацрагжилт, уушиг ионжих аюул, геотермийн нөхцөл гэх мэт) чиглэлээр тусгайлсан судалгаа явуулж онцгой анхаарал тавьж ажиллах ёстой.

6.3.5 Хүрээлэн буй орчныг хамгаалах үйл ажиллагаанд уурхайн нөхөн сэргээлтийн ажил чухал үүрэгтэй учраас газрын гадаргын сэргээлт буюу техникийн болон биологийн нөхөн сэргээлтийг төлөвлөх шаардлагатай. Ордыг уурхайлан олборлож эхлэхдээ үржил шимт хөрсний овоолгыг тусгайлан хийж, шимт байдал нь алдагдахгүйгээр хадгалж, улмаар биологийн нөхөн сэргээлтэд ашиглана.

6.4 Аливаа ордод геологи-хайгуулын судалгаа явуулах, ирээдүйд олборлох үйлдвэр байгуулж үйл ажиллагаа эрхлэх ажилд талбайн гидрогеологи, инженер-геологи, геоэкологийн нөхцлүүдийг зайлшгүй судалсан байхаас гадна тухайн

нутаг орны физик, газарзүй, цаг агаарын болон шимт хөрсний өөрчлөлтүүдийг судлан харьцуулалт хийх замаар үнэлгээ, дүгнэлт гарган ашиглаж байх хэрэгтэй.

6.4 Ордын талбайд археологийн болон түүхийн дурсгалт зүйлийн судалгаа, палеонтологийн олдворын судалгаа зэргийг тогтоосон журам, зааврын дагуу холбогдох мэргэжлийн байгууллагаар гүйцэтгүүлсэн байвал зохино.

ДОЛОО. ГХЭ, ниоби, танталын ордуудын нөөцийн тооцоолол

7.1 ГХЭ, ниоби, танталын ордуудын нөөцийг тооцоолж, хайгуул хийсэн зэргээр ангилал хийхдээ “Уул уурхайн сайдын 2015 оны 09 дүгээр сарын 11-ний өдрийн 203 дугаар тушаал”-н хавсралтад заасан заавар, ангиллын дагуу хийнэ.

7.2 Энэхүү зааварт ордын нөөцийг нөлөөлөх хүчин зүйлээс хамааруулан геологийн нөөц, үйлдвэрлэлийн нөөц гэж ангилсан. Геологийн нөөцийг ордын хайгуулын ажлын үр дүнгээр тооцоолдог бол үйлдвэрлэлийн нөөцийг ордыг олборлох техник-эдийн засгийн үндэслэлээр тооцоолно.

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

- Үйлдвэрлэлийн хамгийн бага агуулга, %
- Хүдрийн биетийг хязгаарлах захын агуулга, %
- Хүдрийн биетийн хамгийн бага зузаан, м.
- Нөөцийг тооцоолж байгаа хэсэгшил дэх үйлдвэрлэлийн бага агуулга, %.
- Хүдрийн биетэд оруулах жишгийн бус хүдрийн болон хоосон чулуулгийн зузаан, м зэрэг болно.

7.4 Нөөцийн жишиг үзүүлэлтийг тооцоходоо дан элементийн болон нийлмэл ислийн зах зээлийн үнийг үндсэн шалгууруудын нэг болгон тооцно. Орд газарт ГХЭ-ийн аль нэг нь давамгайлсан (өндөр агуулгатай) тохиолдолд тухайн элементийг гол төлөөлөх элемент болгон бусад бага агуулгатай элементүүдийг дагалдах байдлаар тооцож болно. Энэ нь олон элементүүдээс бүрдэх (мөнгө-холимог металл, молибден-вольфрам-цагаан тугалга г.м) ордуудад эквивалент утга шилжүүлэхтэй адил юм. Нөөцийн жишиг үзүүлэлтийг тооцоход эдийн засгийн талаас нь ийнхүү үнийн шалгуур тавьж байгаа нь тухайн орд газрын онцлогийг эдийн засгийн хувьд ашигтай байлгах гол хөшүүрэг болно. Тодруулбал аль нэг өндөр агуулгатай элементийг ордын гол төлөөлөл болгох нь тухайн элемент ордын нийлмэл ислийн үнэд шингэж зах зээлийн үнэлгээ багасхаас сэргийлнэ. Цаашлаад ГХЭ-ийн ордын урьдчилсан техник-эдийн засгийн үнэлгээг тооцон гаргаж, бусад үзүүлэлтүүдтэй харьцуулах замаар эдийн засгийн хувьд хамгийн ашигтай жишгийн хувилбарыг сонгох боломж бүрдэнэ.

7.5 Нөөцийг тооцооллын хэсэгшлүүдэд тооцоолох ба нэгж хэсэгшил дэх хүдрийн нөөцүүд нь ирээдүйн уулын үйлдвэрийн нэг жилийн хүчин чадлын

хэмжээнээс илүү гарсан байх ёсгүй. Хүдрийн биетүүдийг тооцооллын хэсэгшлүүдэд хуваасан хэсгүүд нь дараах шинж байдлуудаар тодорхойлогдсон байна. Үүнд:

- Нөөцийн хэмжээ ба хүдрийн чанар нь ижил түвшинд хайгуул хийгдэж судлагдсан байх;
- Хүдрийн биетүүд нь ижил геологийн тогтоцтой, зузаан нь харьцангуй тогтвортой өөрчлөлт багатай байхаас гадна хүдрийн дотоод бүтэц, бодисын найрлага, чанарын үзүүлэлтүүд ба технологийн шинж чанар адил, эсвэл ойролцоо байх;
- Нөөцийн хэсэгшилд хамаарч буй хүдрийн биетийн байрлалын элемент тогтвортой, структурын тодорхой нэг элементэд (атирааны жигүүр, цөм, тасралтат хагарлаар хязгаарлагдсан тектоникийн блок зэрэг) байршсан байх
- Олборлолтын уул-техникийн нөхцөл нь нэг ижил байх зэрэг юм.

Хүдрийн биетүүдийн уналын дагуух нөөцийн хэсэгшлийг хайгуулын малталтын горизонтуудаар эсвэл цооногоор, суналын дагууд хайгуулын шугамуудаар нөөцийг ашиглалтад бэлтгэх дэс дараалалыг харгалзан хязгаарласан байвал зохино. Хүдрийн биет, үйлдвэрлэлийн болон технологийн төрлүүдийн хил зааг ба геометржилтыг тодорхойлох боломжгүй бол нөөцийн хэсэгшил дэх хүдрийн сортуудын хэмжээг геостатистик аргаар тодорхойлж болно.

7.6 ГХЭ-ийн нөөцийг дан элементийн эсвэл ислүүдийн нийлбэр (ΣTR_2O_3) байдлаар тооцож гаргана. Ингэхдээ дан элементийн агуулгыг гуравч исэл (La_2O_3 , Ce_2O_3 г.м) болгож хөрвүүлэхэд тухайн элементийн болон хүчилтөрөгчийн атом жингийн харьцаагаар тодорхойлно.

7.7 Нөөцийг хайгуул хийсэн зэрэглэлээр, олборлолтын аргаар (ил уурхай, хэвтээ амны түвшин, босоо ам), хүдрийн үйлдвэрлэлийн буюу технологийн төрлүүд, хүдрийн сорт болон эдийн засгийн үр ашгаар нь тус тусад нь ангилан тооцоолно.

Ашигт малтмалын нөөцийг зэрэглэлүүдэд ангилахдаа нэмэлт үзүүлэлт болгон тооцооллын үндсэн үзүүлэлтүүдийн тодорхойлолтын нарийвчлал ба үнэмшлийн тоо хэмжээ болоод боломжийн таамагт үнэлгээг ашиглаж болно. Хүдрийн үйлдвэрлэлийн янз бүрийн төрлүүд ба сортуудын хоорондын хамаарлууд ба хил заагийг тогтоох боломжгүй тохиолдолд геостатистик аргаар тодорхойлно.

7.8 Ордын геологийн нөөцийг баттай, бодитой, боломжтой зэрэглэлд ангилан баттай нөөцийг (А), бодитой нөөцийг (В), боломжтой нөөцийг (С) үсгээр тэмдэглэнэ.

Баттай (А) зэрэглэлийн нөөцийг зөвхөн 1-р бүлгийн ордуудад хайгуулын явцад нарийвчлал хийж уулын малталт, цооногийн мэдээллээр хүрээлэгдсэн хэсэгшилд экстраполяци хийхгүйгээр тооцоолно. Олборлож байгаа ордуудад баттай “А” зэрэглэлийн нөөцийг ашиглалтын хайгуул болоод уулын бэлтгэл

малталтуудын мэдээллээр тооцоолно. Баттай (А) зэрэглэлийн нөөц нь Монгол улсын “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”-т тусгагдсан баттай (А) зэрэглэлийн нөөцөд тавигдах шаардлагуудыг бүрэн хангасан байна. Хайгуулын ажлын үр дүнгээр I бүлгийн ордод баттай (А) зэрэглэлээр тооцоолсон нөөцийн хэмжээ нь олборлох үйлдвэрийн анхны хөрөнгө оруулалтыг нөхөх хугацаанд хүрэлцэхүйц хэмжээний нөөц байна. Үүнээс гадна хайгуулын зэрэглэлээрээ шаардлага хангасан, олборлоход бэлтгэгдэж бэлэн болсон хэсэгшлүүд дэх нөөцийг энэ зэрэглэлд хамааруулна.

Бодитой (В) зэрэглэлийн нөөцийг 1 ба 2 дугаар бүлгийн ордуудын нарийвчлан судлагдсан хэсэгт тооцоолно. Бодитой зэрэглэлд ангилах “Нөөцийн ангилал”-ын шаардлагыг хайгуулын зэрэглэлээрээ хангасан ордын болон хүдрийн биетүүдийн нарийвчлан хайгуул хийгдсэн хэсгүүдэд ялгасан нөөцүүдийг хамааруулна. Бодитой зэрэглэлийн нөөцийн хил хүрээг экстраполяци хийлгүүгээр хайгуулын малталтууд, цооногуудаар татаж (өөрөөр хэлбэл малталтаас малталт, хүдрийн жишгийн огтлолоос огтлол хооронд) энэхүү хил хүрээ доторх хүдрийн чанар, хүдрийн биетүүдийн геологийн үндсэн шинж чанаруудыг төлөөлж чадах хангалттай тооны мэдээллээр тодорхойлсон байна. Хүдрийн биетийг орон зайн байрлал, хэлбэр дүрс, чанар тоон үзүүлэлтээр нь геометржилт хийх боломжгүй тохиолдолд дээрх параметруудийг геостатистик аргаар тодорхойлж болно. Хүдэржилтийн итгэлцүүр ашиглан хүдрийн хэмжээг нь тодорхойлдог ордуудын хувьд “В” зэрэглэлд хүдэржилтийн итгэлцүүр нь ордын дунджаас дээгүүр, хүдрээр ханасан байдлын өөрчлөлт нь талбайн хэмжээгээр болон гүний дагуу тогтоогдсон, жишгийн шаардлага хангах хүдрийн хэсгүүдийн орон зайн байрлалын зүй тогтол, хэлбэр дүрс, онцлог хэмжээсүүд нь тэдгээрийг ангилан (селектив) олборлох аргаар гаргаж авах боломжийг нь үнэлж болох хэмжээнд судлагдсан байгаа хэсэгшлүүдийг хамруулж болно.

Бодитой (В) зэрэглэлийн нөөц нь Монгол улсын “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”-т тусгагдсан бодитой (В) зэрэглэлийн нөөцөд тавигдах шаардлагуудыг бүрэн хангасан байна. 2-р бүлгийн ордод нөөцийн дийлэнх хэсэгт бодитой (В) зэрэглэлээр нөөцийг тооцоолно.

Боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөц тооцоолоход шаардлага хангасан нягтралтай хайгуулын тороор судлагдсан хэсгүүдийн нөөцийг болон хайгуулын үр дүнд олж авсан мэдээлэл нь олборлож байгаа ордууд дээр ашиглалтын өгөгдлүүдээр батлагддаг, шинэ ордуудын хувьд нарийвчлан судлагдсан хэсгүүдийн үр дүнгээр батлагддаг ордуудын нөөцийг хамааруулна. Хүдрийн биетийг орон зайн байрлал, хэлбэр дүрс, чанар тоон үзүүлэлтээр нь геометржилт хийх боломжгүй тохиолдолд дээрх параметруудийг статистик аргаар тодорхойлж болно. Энэ тохиолдолд тус зэрэглэлийн шаардлага хангасан хэсгүүдийн тархалтын зүй тогтол ба хүдрээр ханасан байдлыг ойлгогдох хэмжээнд судалсан байна. Боломжтой зэрэглэлийн нөөцийн хил хүрээ нь хайгуулын малталтуудаар, харин том хэмжээний ба тасралтгүй

үргэлжилсэн хүдрийн биетүүдэд хүдрийн чанар, хүдрийн биетүүдийн зузаан ба хэлбэр дүрсийн өөрчлөлтийг харгалзан үзээд геологийн хувьд үндэслэгдсэн хязгаартай экстраполяцияр тодорхойлно.

Боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцөд хамааруулах түвшинд хайгуул хийгдсэн нөөцийн хил заагаас унал ба суналын дагууд нь экстраполяция хийхийг баталгаажуулсан геофизикийн ажил, геологи-структурын загвар, тэдгээр дэх ГХЭ, ниоби, танталын агуулга ба хүдрийн биетүүдийн зузааны өөрчлөлтийн зүй тогтлын судалгаа, ганц нэг огтлолууд байгаа тохиолдолд тодорхой хүдрийн биетүүдээр тооцоолно. Бие даасан хүдрийн биетүүдийн хувьд бол байгалийн гарш, уулын малталтууд, цооногуудад тогтоогдсон хүдрийн огтлолууд байгаа үед геофизикийн ба геохимийн судалгаа, геологийн бүтцийн мэдээллийг тооцон үзэж тооцоолно.

Боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөц нь Монгол улсын “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”-т тусгагдсан боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцөд тавигдах шаардлагыг хангасан байна. 3-р бүлгийн ордод нөөцийн дийлэнх хэсгийг боломжтой (С) зэрэглэлээр тооцоолно

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

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

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

Магадласан (B') үйлдвэрлэлийн нөөцийг хайгуулын ажлаар тогтоогдсон бодитой (В), боломжтой (С) зэрэглэлийн геологийн нөөцөд тулгуурлан уулын

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

7.10. Үйлдвэрлэлийн нөөцөд хамаарах дээрх 2 зэрэглэлийн нөөцөд тавигдах шаардлага нь үндсэндээ адил байгаа бөгөөд ялгаа нь зөвхөн батлагдсан (А') үйлдвэрлэлийн нөөцийг баттай (А'), бодитой (В) зэрэглэлийн геологийн нөөцөд, магадласан (В') үйлдвэрийн нөөцийг бодитой (В'), боломжтой (С) зэрэглэлийн геологийн нөөцөд тулгуурлан тогтооход оршиж байна. Боломжтой (С) зэрэглэлээр тооцоолох геологийн нөөцөд тавигдах хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа харьцангуй энгийн байгаа боловч түүнийг олборлохоор бол үйлдвэрлэлийн технологийн туршилтын түвшинд хүртэл судалсан байхыг магадалсан (В') нөөц шаардаж байгааг анхаарах хэрэгтэй.

Ирээдүйд эдийн засгийн ач холбогдолтой байж болох, дагалдах бүтээгдхүүнээр гаргаж авахад үр ашигтай байж болох, мөн ирээдүйд өөр технологиор боловсруулахын тулд овоолгод хадгалах зэрэг шийдлийг ТЭЗҮ-ээр тогтоосон тохиолдолд эдгээр нөөцийг баялагт хамааруулна. Ирээдүйд эдийн засгийн ач холбогдолтой байж болох хүдрийн нөөцийг тооцоолохдоо энэ бүлэгт хамруулах болсон нөлөөлөх хүчин зүйлүүдийг (эдийн засгийн, технологийн, уул-геологийн, гидрогеологи, экологи, нийгэм, улс төрийн гэх мэт) харгалзан хуваана.

7.11 Хүдрийн нөөцийг уламжлалт аргуудаар (геологийн блок, зүсэлт г.м.) тооцоолоход хэт өндөр агуулгатай сорьцуудыг тодорхойлж, тэдгээрийн хайгуулын огтлол ба нөөцийн блокуудын дундаж агуулгын хэмжээнд үзүүлж байгаа нөлөөлөлд статистикийн дүн шинжилгээ хийж, шаардлагатай тохиолдолд тэдгээрийн нөлөөллийг хязгаарлана. Хэт өндөр агуулгатай болон зузаан нь ихэссэн, эсвэл хүдэржилтийн итгэлцүүр ихтэй хүдрийн биетийн хэсгүүдийг бие даасан хэсэгшил ялгаж арай илүү нарийвчлан хайгуул хийнэ.

Олборлож байгаа ордуудад хэт өндөр агуулгын хэмжээний түвшин болон түүнийг солих аргачлалыг тодорхойлохын тулд хайгуулын болон олборлолтын мэдээллүүдийг харьцуулах (ялангуяа сорьцын агуулгын бүлгүүдээр сорьцуудын тархалтын өөрчлөлтийн онцлогуудыг нягтруулсан торын үр дүнтэй харьцуулах) хэрэгтэй.

7.12 Олборлож байгаа ордуудад хүдрийн нөөцүүдийг хөрс хуулсан, олборлоход бэлэн болсон, уулын үндсэн ба бэлтгэл малталтуудын хамгаалалт (целик) зэрэгт ногдох нөөцийг тэдгээрийн судалгааны түвшнээс нь хамааруулан судлагдсан түвшинтэй уялдан зэрэглэлд ангилж тооцооллыг нь хийнэ.

7.13 Том усан сангууд, гол мөрнүүд, хүн ам оршин суудаг газрууд, капитал барилга байгууламжууд, ХАА-н объектууд, дархан цаазат газар, байгалийн, түүхийн ба соёлын дурсгалт газруудын хамгаалалтын бүсүүдэд байгаа хүдрийн нөөцүүдийг баталсан жишгийн дагуу тооцоолж геологийн нөөц, баялагт хамааруулна.

7.14 Олборлож байгаа ордуудад өмнө нь бүртгэгдсэн нөөцийг бүрэн олборлож байгаа эсэхийг хянах болон шинээр тооцоолж байгаа нөөцийн үнэмшлийг бататгахын тулд хайгуулаар тогтоогдсон нөөц, хүдрийн биетүүдийн байршлын нөхцөл, хэлбэр дүрс, зузаан, дотоод бүтэц тогтоц, ашигт бүрдвэрийн агуулгын мэдээллийг олборлолтын үед тогтоогдож байгаа байдалтай нь тогтоосон журмын дагуу харьцуулан хийж үзэж байна.

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 балансад бүртгэгдсэн нөөцүүдийн талаарх мэдээлэл (түүний дотор өмнө нь бүрэн эрхт байгууллагын бүртгэсэн нөөцийн үлдэгдэл), нөөцүүдийн хил хүрээг харуулсан байна. Ордын хэмжээнд бүхэлд нь болон хүдрийн биетүүд, нөөцийн зэрэг бүрийн нөөцийн хөдөлгөөний хүснэгтүүд хийсэн байна. Хассан нөөцийн хүрэн дэх хүдэр ба металлын баланс, эрдэс баялгийн мэргэжлийн зөвлөлийн (ЭБМЗ) хурлаар хэлэлцэж бүртгэсэн нөөц гүйцээх хайгуулаар өөрчлөгдсөнийг тусгасан байна. Олборлолт, тээвэрлэлтийн үеийн хаягдал, товарын бүтээгдэхүүний гарц, хүдрийг боловсруулалтын үеийн хаягдлыг үзүүлнэ. Харьцуулалтын үр дүнг ордын уул-геологийн нөхцөлүүдийн талаарх ойлголтын өөрчлөлтийг харуулсан графикийг хавсаргасан байна.

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

7.15 ЭБМЗ-ийн хурлаар хэлэлцэж бүртгэсэн хүдрийн нөөц ба чанар нь ордын ашиглалтын явцад батлагдахгүй тохиолдолд өмнө нь баталсан хэмжигдэхүүнүүд болон нөөцөд засварын итгэлцүүрүүд оруулах шаардлагатай бөгөөд гүйцээх хайгуул болон ашиглалтын хайгуулын мэдээллээр нөөцүүдийн тооцооллыг заавал дахин тодотгож, энэ ажлуудын үр дүнд олж авсан мэдээллийн үнэмшлийг үнэлэх шаардлагатай.

Харьцуулалтын үр дүнд хийсэн дүн шинжилгээг ЭБМЗ-ийн хурлаар хэлэлцэж бүртгүүлсэн нөөцийн тооцооны үзүүлэлтүүд (нөөцийн тооцооны талбай, ашигт бүрдвэрүүдийн агуулга, хүдрийн биетүүдийн зузаан, хүдэржилтийн итгэлцүүр, эзэлхүүн жин г.м.), нөөцийн хэмжээсүүд хүдрийн чанар нь гүйцээх хайгуул болон олборлолтын үр дүнд хэрхэн яаж өөрчлөгдсөн хэмжээг тогтоож, эдгээр өөрчлөлтүүд гарах болсон шалтгааныг тайлбарлана.

7.16 Сүүлийн жилүүдэд хүдрийн ордуудын нөөцийн тооцооллыг хийхдээ судалж байгаа шинж чанаруудын (ашигт бүрдвэрүүдийн агуулга, хүдрийн огтлолуудын зузаан, агуулга, метропроцент) орон зайн тархалтын зүй тогтлуудыг геостатистик загварчлалын (кригинг гэх мэт) аргыг өргөн хэрэглэж боломжит алдааны хэлбэлзлийг тогтоон үнэлэх болсон.

Геостатистик загварчлалын аргыг хэрэглэх гол ач холбогдол нь хайгуулын анхдагч мэдээллийн тоо хэмжээ ба чанар, хайгуул хийгдсэн тухайн ордын геологийн тогтцын онцлогт (тооцоолол хийгдэж буй хэмжигдэхүүнүүдийн тархалтын зүй тогтлууд, чиглэл ба анизотроп шинж байдал, хагарал эвдрэлүүдийн хил заагуудын нөлөөлөл, туршилтын вариограммуудын структур ба чанар, хайлтын эллипсоидын хэмжигдэхүүнүүд гэх мэт) тулгуурлан анхдагч өгөгдлүүдэд хийх дүн шинжилгээ болон загварчлалыг чанарын өндөр түвшинд хийхэд оршсон байна.

Геостатистик аргыг ашиглахад хайгуулын огтлолын тоо хэмжээ ба нягтрал нь интерполяцийн оновчтой томъёог (тэгшитгэлүүд) үндэслэхэд хангалттай (хоёр хэмжээст загварчлалд хайгуулын хэдэн арваас доошгүй огтлолууд, гурван хэмжээст загварчлалд доор хаяж хэдэн зуун сорьцын үр дүн) байна. Тооцоолол хийгдэж буй хэмжигдэхүүнүүд нь орон зайд хэрхэн хувьсан өөрчлөгдөж буй зүй тогтлыг ордын геологийн тогтоцтой уялдуулан нарийвчлан судалж хэсэгшлүүдэд хувааж хийхийг зөвлөж байна.

Вариограммын тооцоолол хийхдээ хүдрийн биетийн огтлолын (судлын биет) хэмжээнд хийгдсэн сорьцлолт болоод туршилтын ажлуудын анхдагч уртаар эсвэл боломжит уурхайн мөргөцгийн өндөртэй дүйцэхүйц уртаар (штокверк ба их зузаантай биет) бүлэглэсэн (composite) байдлаар хийнэ.

Ордын хэмжээнд хэрэглэгдэх блок загварыг байгуулахдаа блокийн хамгийн бага хэмжээг төлөвлөж байгаа олборлолтын технологи, хайгуулын торын нягтрал зэргийг (хамгийн бага блокийн хэмжээ нь хайгуулын торын дундаж нягтралын дөрөвний нэгээс (1/4) багагүй байхаар) харгалзан сонгоно.

Нөөцийн тооцооллын үр дүнг дараах 2 байдлаар үзүүлж болно. Үүнд:

- Жигд чиглэсэн блокуудын тороор тооцоолохдоо бүх элементар нэгж блокуудаар кригингийн дисперсийн утгуудынх нь хамт тооцооллын хэмжигдэхүүнүүдийн хүснэгтүүд зохионо.
- Өөрийн гэсэн геометрийн дүрс бүхий геологийн томоохон хэсэгшлүүдээр тооцоог хийхдээ блок бүрийг орон зайд холбож, нөлөөллийн бүсэд орсон сорьцуудын жагсаалтыг хийсэн байна.

Тоон мэдээллийн бүх өгөгдлүүдийг (сорьцлолтын мэдээлэл, сорьцууд болон хүдрийн огтлолуудын солбицлууд, вариограммуудын тоон шинжилгээнүүд гэх мэт) тооцоолол хийхэд ашигласан программ хангамжууд ашигласан үр дүнгийн хамтаар танилцуулах шаардлагатай. Вариограммуудын чиглэл тус бүрээр хийгдсэн моделиуд, чиглэлүүд түүний туршилтын вариограммууд болоод бусад

дүн шинжилгээ хийхэд шаардагдсан хэмжигдэхүүнүүдийг зурган болоод бичиглэл байдлаар тодорхой харуулж тайланд хавсаргасан байна.

Нөөцийн тооцооллын геостатистик арга нь нөөцийн хэсэгшлүүд, хүдрийн биетүүд, нийт ордын хэмжээнд хэт өндөр агуулгатай сорьцуудын нөлөөллийг бууруулах тусгай аргууд хэрэглэлгүйгээр дундаж агуулгын хамгийн оновчтой тооцооллыг хийх боломжийг олгож, маш нийлмэл дотоод тогтоцтой хүдрийн биетүүдийн хил заагийг тогтооход гарах нөхцөлт алдааг бууруулах, ордын олборлолтын технологийг зөв сонгоход дэмжлэг үзүүлдэг. Нөөцийн тооцоолол хийсэн геостатистик арга нь түүнийг дахин шалгах боломжтойгоор тайлбарлагдсан, үндсэн үзүүлэлтүүдийг тодорхой тусгасан байх, ордын геологийн тогтцын онцлогт захирагдсан байна.

Геостатистик загварчлалын ба тооцооллын үр дүнгүүдийг төлөөлөх чадвартай хэсэгшлүүдэд уламжлалт аргаар хийсэн нөөцийн тооцооллын үр дүнтэй харьцуулсан дүн шинжилгээ хийсэн байвал зохино.

7.17 Нөөцийн тооцооллыг геостатистик аргаар хийхдээ анхдагч өгөгдлүүдийг (хайгуулын малталтуудын солбицлууд, литологи, стратиграфийн хил заагууд, инклинометрийн өгөгдлүүд, геологийн мэдээллүүд, сорьцлолт, түүний үр дүн гэх мэт) шалгах, засвар хийх боломжийг хангасан, завсрын тооцооллууд ба үр дүнгүүдэд (жишгийн дагуу ялгасан хүдрийн огтлолуудын жагсаалт, үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой хүдэржилтийн хил хүрээ бүхий геологийн зүсэлтүүд ба планууд, хэвтээ ба босоо хавтгай дахь хүдрийн биетүүдийн проекцууд, хэсэгшлүүд, мөрөгцгүүд 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 тавих шаардлагыг хангасан байна.

7.18 Хэрвээ хүдэрт дагалдах ашигт малтмалууд болон ашигт бүрдвэрүүд илэрч, тодорхойлогдож байгаа бол тэдгээрийн нөөцийн тооцооллыг баримталж ирсэн журмын дагуу боловсруулна.

НАЙМ. ОРДЫН (ТҮҮНИЙ ХЭСГҮҮДИЙН) СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

8.1. Уул уурхайн сайдын 2015 оны 9 дүгээр сарын 11-ний өдрийн 203 дугаар тушаалаар батлагдсан “Нөөцийн ангилал”-ын хавсралтын дагуу орд (түүний хэсгүүд)-ыг судалгаа хийгдсэн түвшнээр үнэлгээ хийгдсэн, хайгуул хийгдсэн орд гэж ангилан эрэл ба хайгуулаар тооцоолох нөөц ба баялагт тавих шаардлагыг заасан. Үнэлгээ хийгдсэн ордуудын судалгааны түвшнийг объектууд дээр хийгдсэн хайгуулын ажлыг үргэлжлүүлэх шаардлага байгаа эсэх, хайгуул хийгдсэн ордуудын судалгааны түвшнийг ордуудын олборлолтод бэлтгэгдсэн байдлаар нь үнэлнэ.

8.2. Үнэлгээ хийгдэж буй ГХЭ, ниоби, танталын ордуудад эрэл-үнэлгээний ажлын үр дүнд ордын үйлдвэрлэлийн үнэ цэнийг тодорхойлж, ордын ерөнхий

цар хүрээг тогтоож, хайгуулын ажлыг цаашид явуулах шаардлага байгаа эсэх, олборлолтын ажлууд явуулах үндэслэл, хэтийн төлөвтэй хэсгүүдийг ялгасан байна.

Шинээр нээгдсэн бүх орд, түүний хэсгүүдэд хийсэн үнэлгээний ажлын үр дүнгийн тайланг үндэслэж боловсруулсан хайгуулын түр жишигт үндэслэн боловсруулсан нөөцийн тооцоололд хэрэглэх жишгийн үзүүлэлтүүдийг урьдчилсан геологи-эдийн засгийн үнэлгээ хийхэд хангалттай хэмжээнд тогтоосон байна.

Үнэлгээ хийгдсэн ордуудын илрүүлсэн баялгийг “P₁”, зарим хэсгийн геологийн нөөцийг боломжтой “C” зэрэглэлд хамааруулна.

Ордын олборлолтын арга, системүүд, олборлолтын боломжит цар хүрээний талаарх төсөөллийг газрын хэвлийг ашиглаж байгаа ижил төстэй байдлаар өргөн хүрээнд авч үзнэ. Түүхий эдийг иж бүрнээр ашиглахуйц баяжуулах технологийн бүдүүвч, товарын бүтээгдэхүүний боломжит гарц болоод чанарыг лабораторийн технологийн туршилтын үндсэн дээр тодорхойлно. Үйлдвэрийг байгуулах үндсэн хөрөнгө оруулалтын зардлууд, товарын бүтээгдэхүүний өөрийн өртөг болон эдийн засгийн бусад үзүүлэлтүүдийг адилтган харьцуулсны (ижил төстэй байдлаар) үндсэн дээр томсгосон тооцоогоор хийнэ.

Хатуу ашигт малтмалын ордуудын үйлдвэрлэлийн ач холбогдлын үнэлгээг өгөхөд олборлох үйлдвэрүүдийн болон ахуй-ундны усан хангамжийн асуудлуудыг одоо ашиглаж байгаа, хайгуул хийгдсэн болон бусад боломжит эх үүсвэр дээр суурилан урьдчилсан байдлаар тодорхойлно.

Ордуудын ашиглалтыг хүрээлэн буй орчинд үзүүлж болох нөлөөллүүдийг авч үзэн үнэлнэ.

Үнэлгээ хийгдсэн ордуудын хүдрийн биетүүдийн хэлбэр дүрс, бодисын найрлага, хүдрийн баяжуулалтын технологийн бүдүүвчийг боловсруулах нарийвчилсан судалгааг хийх зорилгоор туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт, боловсруулалт (ТҮОБ) хийж болно. ТҮОБ-ыг ордын ихэнх хэсгийг төлөөлж чадах шинж чанартай, ордод хамгийн түгээмэл хүдрийн биетүүдийг агуулсан хэсгүүд дээр 3 жилээс илүүгүй хугацаанд уул уурхайн хяналтын байгууллагын зөвшөөрөлтэйгөөр хайгуулын үе шатны ажлын төслийн хүрээнд явуулна. ТҮОБ-ын хэмжээ ба хугацааг экологи, технологи, цацрагийн асуудал хариуцсан мэргэжлийн хяналтын төрийн байгууллагуудаас шаардлагатай зөвшөөрлийг авсан байна. ТҮОБ-ыг хийх зайлшгүй шаардлага байгаа тодорхой тохиолдол бүрд түүний зорилго ба шийдвэрлэх асуудлыг тодорхойлон үндэслэсэн байна.

ТҮОБ-ыг хүдрийн биетүүдийн геологийн тогтцын онцлогууд (дотоод тогтоц ба хэлбэр дүрсийн өөрчлөлт), олборлолтын уул-геологийн ба уул-

техникийн нөхцлүүд, хүдрийг олборлох ба баяжуулах технологийг (хүдрийн байгалийн ба технологийн төрлүүд, тэдгээрийн хоорондын харьцаа, баяжигдах онцлогууд г.м) тодруулах зорилгоор явуулна. Эдгээр асуудлуудыг хүдрийн биетүүдийг нэлээд гүн бөгөөд урттайгаар нээсэн малталтууд хийсэн үед л шийдвэрлэж болдог. ТҮОБ-ыг ашигт малтмалын олборлолтод шинэ аргуудыг нэвтрүүлэх үед, тухайлбал их ба бага гүний сийрэгжсэн хүдрийг цооногоор гаргаж авах, хүдрийн уламжлалт бус шинэ төрлүүдийг олборлох үед явуулна. Түүнээс гадна том, маш том ордуудыг олборлох үед том үйлдвэр барихын өмнө жижиг хэмжээний баяжуулах үйлдвэрт боловсруулсан технологийн бүдүүвчийг туршин үзэж сайжруулахын тулд ТҮОБ-ыг хийнэ.

8.3. Хайгуул хийсэн ордуудыг үйлдвэрлэлийн эргэлтэд оруулах нөхцлүүд ба дэс дарааллын асуудлуудыг шийдвэрлэхэд Техник Эдийн Засгийн Үндэслэл (ТЭЗҮ) боловсруулахад хэрэгцээтэй, хангалттай мэдээллийг авахын тулд, мөн уулын олборлох үйлдвэрийг барьж байгуулах ажлын төсөл боловсруулах, тийм үйлдвэрүүдэд шинэчлэл хийхэд зориулан ордын нөөцүүдийн чанар ба хэмжээ, хүдрийн технологийн шинж чанарууд, олборлолтын гидрогеологийн, уул-техник ба экологийн нөхцлүүдийг цооногуудаар болон уулын малталтуудаар судалсан байна. Хайгуул хийгдсэн ордууд нь судалгааны түвшнээрээ дараах шаардлагуудыг хангасан байна. Үүнд:

- Ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдлын бүлэгт тохирох зэрэглэлд нөөцийн ихэнх хэсгийг хамааруулах боломжийг хангасан байх;
- Ашигт малтмалын үйлдвэрлэлийн төрлүүд ба сортуудын технологийн шинж чанаруудыг үйлдвэрлэлийн ач холбогдол өгч байгаа бүх ашигт бүрдвэрүүдийг цогцолбороор гаргаж авах баяжуулалтын оновчтой технологийн төсөл боловсруулах, үйлдвэрлэлийн хаягдлыг ашиглах чиглэлийг тодорхойлох, тэдгээрийг хамгийн оновчтой хадгалах хувилбарыг хангах түвшинд нарийвчлан судалсан байх;
- Хамт оршиж байгаа ашигт малтмал, ашигт бүрдвэрүүд агуулсан бүрдлүүд тухайлбал, хучаас хурдас, газрын доорх усыг оролцуулаад тэдгээрийн нөөцийг тооцоолох, тэдгээрийг жишгийн үндсэн дээр геологийн нөөц, эсвэл баялагт хамааруулах, тэдгээрийн тоо хэмжээ болон ашиглах боломжит чиглэлийг тодорхойлж болох хэмжээнд хангалттай судалж, үнэлсэн байх;
- Гидрогеологи, инженер-геологи, геокриологи, уул-геологийн болон байгалийн бусад нөхцлүүдийг уулын ажлын аюулгүй байдал, байгаль орчны талаарх хууль тогтоомжуудын шаардлагуудын дагуу тооцон үзэж ордын олборлолтын төсөл боловсруулахад хангалттай хэмжээний нарийвчлалтайгаар судалсан байх;
- Геологийн тогтоц, хүдрийн биетүүдийн байрлалын нөхцлүүд, хэлбэр дүрсүүд, нөөцүүдийн тоо хэмжээ ба чанарын тухай мэдээллүүдийн үнэмшлийг ордыг бүрэн төлөөлж чадах тогтоцтой хэсгүүд дээр нарийвчилсан ажил хийж баталгаажуулсан байх ба ийм хэсгийн хэмжээ ба байрлалыг тодорхой тохиолдол бүрийг ордын геологийн

онцлогуудаас хамаарч тодорхойлсон байх;

- Ордыг олборлоход хүрээлэн буй орчинд үзүүлж болох нөлөөллийг авч үзэх, таамаглаж байгаа экологийн сөрөг үр дагавруудын түвшнийг бууруулах, зайлуулах талаар зохих нормативын баримт бичгүүдтэй нийцсэн зөвлөмжүүдийг гаргах;
- Нөөцийн тооцоололд хэрэглэх жишгийн үзүүлэлтүүдийг үнэмшлийн шаардлага хангах түвшинд, ордын үйлдвэрлэлийн ач холбогдол ба цар хүрээг тодорхойлж болох боломжтой техник-эдийн засгийн тооцооны үндсэн дээр тогтоосон байх;

Хайгуул хийсэн ордын төрөл бүрийн зэрэглэлийн нөөцийн зохистой харьцааг газрын хэвлийг ашиглагч болон ЭБМЗ-ийн шинжээчид, бизнесийн эрсдэлийн түвшин зэргийг харгалзан тогтооно. Ордыг ашиглах төсөл боловсруулахад боломжтой (С) зэрэглэлийн нөөцийг бүрэн, эсвэл түүний хэсгийг олборлох боломжийг тодорхой тохиолдол бүрд ЭБМЗ-ийн шинжээч тодорхойлж, зөвлөмж хэлбэрээр шийдвэр гаргана. Энэ тохиолдолд шийдвэрлэх хүчин зүйлүүд нь хүдрийн биетүүдийн геологийн тогтцын онцлогууд, тэдгээрийн зузаан ба тэдгээр дэх хүдэржилтийн тархалтын шинж чанар, хайгуулын боломжит алдаануудын (аргуудын, техник, багаж төхөөрөмжүүдийн, сорьцлолтын, лабораторийн шинжилгээний г.м) үнэлгээ, ижил төсөөтэй ордуудын хайгуул ба олборлолтын туршлагыг харгалзан үзэх явдал юм. Хайгуул хийгдсэн ордуудыг энэхүү зөвлөмжийг хэрэгжүүлсэн ба нөөцийг нь тогтсон журмын дагуу бүртгүүлсний дараа үйлдвэрлэлийн зориулалтаар олборлоход бэлтгэгдсэн гэж үзнэ.

ЕС. НӨӨЦИЙН ДАХИН ТООЦООЛОЛ БА ДАХИН БҮРТГЭЛТ

Нөөцийн дахин тооцоолол ба дахин бүртгэлтийг тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч, төрийн захиргаа ба мэргэжлийн хяналтын байгууллагуудын гаргасан санаачлагаар нэмэлт хайгуулын ба ашиглалтын үр дүнд ордын нөөцийн чанар ба хэмжээний талаарх ерөнхий байдал, түүний геологи-эдийн засгийн үнэлгээнд мэдэгдэхүйц хэмжээний өөрчлөлт илэрсэн тохиолдолд тогтоосон журмаар гүйцэтгэнэ.

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

- Өмнө нь бүртгэсэн нөөцийн хэмжээ, түүний тодорхой хэсгийн хэмжээ болон чанар нь мэдэгдэхүйц хэмжээгээр батлагдахгүй байгаа тохиолдолд;
- Үйлдвэрлэлийн өөрийн өртгийн түвшин тогтвортой нөхцөлд бүтээгдэхүүний үнэ бодитой, мэдэгдэхүйц хэмжээгээр (20 %, түүнээс их) тогтвортой унаж байгаа тохиолдолд; Эрдэс түүхий эдийн чанарт тавих үйлдвэрлэлийн шаардлага өөрчлөгдсөн;
- Гүйцээх болон ашиглалтын хайгуул, олборлолтын үед нөөцийн нийт хэмжээ, хассан ба хасахад бэлтгэсэн нөөцүүдийн батлагдаагүй хэмжээ, мөн техник-

эдийн засгийн шалтгаанаар олборлох боломжгүй болсон нөөцийн хэмжээ нь уулын үйлдвэрүүдийн балансаас ашигт малтмалын нөөцүүдийг хасах журмын дагуу тогтоогдсон норм, хэмжээнээс их гарсан (20 %, түүнээс их) эсвэл буурсан тохиолдол хамаарна.

- Газрын хэвлий дэх баялгийг өмчлөгчийн (улсын) эрх ашиг зөрчигдсөн, ялангуяа татвар ногдуулах орлого үндэслэлгүй бага хэмжээгээр тогтоогдсон зэрэг дараахи нөхцлүүдэд төрийн захиргааны ба мэргэжлийн хяналтын байгууллагуудын санаачлагаар нөөцийг дахин тооцоолж, дахин бүртгэлжүүлэх ажлыг хийнэ. Үүнд:
- Өмнө бүртгэгдсэн нөөцийн хэмжээ олборлолтын явцад 30 % ба түүнээс их хэмжээгээр өссөн тохиолдолд;
- Үйлдвэрийн бүтээгдэхүүний дэлхийн зах зээлийн үнэ мэдэгдэхүйц хэмжээгээр, тогтвортой өсөж байгаа (жишигт тусгасан үнээс 30 % ба түүнээс их хэмжээгээр өссөн);
- Үйлдвэрлэлийн хүчин чадлыг ихээхэн хэмжээгээр нэмэгдүүлж чадах шинэ технологи боловсруулагдсан ба нэвтэрсэн тохиолдолд;
- Хүдэр ба агуулагч чулуулаг дотор ордын үнэлгээ хийх, үйлдвэрлэлийн төсөл боловсруулах үед тооцож үзээгүй ашигт бүрдвэрүүд болон хорт хольцууд илэрсэн тохиолдол хамаарна.
- Түр зуурын шалтгаанаас (геологийн, технологийн, гидрогеологийн ба уул-техникийн нөхцөлд нийлмэл хүндрэлтэй байдал үүссэн, бүтээгдэхүүний дэлхийн зах зээлийн үнийн түр зуурын уналт) үүдэлтэй үйлдвэрлэлийн эдийн засгийн асуудлыг ашиглалтын жишгийн механизмын тусламжтайгаар шийдвэрлэх бөгөөд нөөцийг дахин тооцоолж, дахин бүртгэлжүүлэх шаардлагагүй.

Ашигласан материал

1. Ашигт малтмалын газрын даргын 2009 оны 9 дүгээр сарын 9-ний 114 дүгээр тушаал, “Ашигт малтмалын ордын хайгуулын ажлын үр дүнгийн тайлангийн агуулга, түүнд тавигдах шаардлага”.
2. Уул уурхайн сайдын тушаал, 2015 оны 9-р сарын 11-ний өдрийн 203 тоот тушаал, “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар”.
3. Уул уурхай, хүнд үйлдвэрлэлийн сайдын 2018 оны 02 дугаар сарын 05-ны өдрийн А/20 дугаар тушаалын хавсралт, Ашигт малтмал эрэх, хайх, ашиглах үйл ажиллагааны журам.
4. “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангиллыг тухайн төрлийн ашигт малтмалд хэрэглэх аргачилсан зөвлөмж” ТӨСЛИЙН ДААЛГАВАР /”Уул уурхай, хүнд үйлдвэрлэлийн сайдын 2018 оны 08 дугаар сарын 13-ний өдрийн д/195 тушаалын хоёрдугаар хавсралт.
5. “Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых” Ниобиевые, танталовые руды и редкоземельные элементы Москва, 2007, 38 стр.
6. Walters A and Lusty P., 2011, Mineral profiles, Rare Earth Elements, British Geological Survey
7. Keith R. Long, Bradley S. Van Gosen, Nora K. Foley, and Daniel Cordier., 2010, The Principal Rare Earth Elements Deposits of the United States—A Summary of Domestic Deposits and a Global Perspective, USGS Open file report
8. <http://webmineral.com/>
9. <http://www.bloomberg.com/news/articles/> europe – inflation –markets – show – REE – qe – pay – off – analysis

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

www.amep.mn
facebook.com/AMEP2
Twitter.com/AusMonXtractive

