

**УУЛ УУРХАЙ, ХҮНД ҮЙЛДВЭРИЙН ЯАМ**

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

**АРГАЧИЛСАН ЗӨВЛӨМЖ**

**(ФОСФАТ)**

**УЛААНБААТАР. 2022**



**Adam Smith  
International**

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



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

**УЛААНБААТАР. 2022**

## Гарчиг

Оршил .....	
1. Ерөнхий ойлголтууд .....	4
2. Хайгуулын зорилгоор ордыг геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар бүлэглэх нь .....	14
3. Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүний судалгаа.....	16
4. Хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа .....	28
5. Ордын гидрогеологи, инженер геологи (геотехник), геоэкологийн болон бусад нөхцлийн судалгаа .....	35
6. Ордын нөөцийн тооцоолол ба баялгийн үнэлгээ .....	39
7. Ордын судлагдсан байдал .....	44
8. Ордын нөөцийг дахин тооцоолж, бүртгэлжүүлэх .....	46
9. Ашигласан материал.....	47
10.Хавсралтууд.....	50

## Оршил

Улсын Их Хурлын 2020 оны 52 дугаар тогтоолоор батлагдсан “Алсын хараа-2050” Монгол Улсын урт хугацааны хөгжлийн бодлогыг хэрэгжүүлэх үйл ажиллагааны төлөвлөгөөний 4.2.13-т “Уул уурхайн түүхий эдийг боловсруулан, нэмүү өртөг шингэсэн хүнд үйлдвэрлэлийг байгаль орчинд ээлтэй, тогтвортой байх зарчмаар хөгжүүлж, хөрөнгө оруулалтын дэвшилтэт хэлбэрүүдийг дэмжинэ”, мөн зэсийн баяжмал боловсруулах үйлдвэр барьж байгуулах тухай заасан.

Зэсийн баяжмал хайлуулах, боловсруулах явцад дагалдан гарах хүхрийн давхар ислийн асуудлыг фосфорын бордоо үйлдвэрлэх замаар шийдвэрлэх боломжтой. Иймд ойрын ирээдүйд баригдахаар төлөвлөгдсөн зэсийн баяжмал хайлуулах, боловсруулах үйлдвэрийн хэрэгцээнд фосфоритын ордын судалгаа чухал болно.

Фосфорын бордооны үндсэн түүхий эд болох фосфорит нь Монгол оронд явуулсан геологийн судалгаагаар нийт 3 орд, 70 орчим илрэлийг тогтоосон нь үндсэндээ Хөвсгөл болон Завханы сав газрын хэмжээнд хамаардаг. Фосфоритын нөөц, баялгийн хувьд “хамгийн хэтийн төлөвтэй” хэмээн, нийт 45 орчим орд, илрэл бүхий Хөвсгөлийн сав газрыг геологчид тогтоосон.

Тухайлбал Хөвсгөл аймгийн төв Мөрөн хотоос баруун хойш 20-30 км зайд орших ба 192.2 сая тонн фторапатит бүхий фосфорит (мөн фтор)-ын нөөцтэй Бүрэнхааны ордыг 1981-1985 оны хооронд нарийвчилсан хайгуулын түвшинд судалсан. Тухайн үеийн социалист системийн улс орнуудын нийгэм, улс төр, эдийн засгийн томоохон өөрчлөлтийн улмаас ордыг ашиглах судалгаа нь үндсэндээ бүрэн орхигдсон.

Монгол орны хувьд фосфоритын хувьд удаах ач холбогдолтой нь Завханы сав газар бөгөөд 1997-1998 онд хувийн хөрөнгөөр эрэл - урьдчилсан хайгуулын ажлын үр дүнд Алагийн давааны ордод 7.9 сая.тн, Цахир уулын орчимд 23.6 сая.тн фосфоритын нөөц, баялгийг тогтоосноос хойш мөн л ямар нэгэн нэмэлт судалгаа хийгдэлгүй өнөөг хүрчээ.

Дээрхээс гадна Баянхонгор, Дундговь, Дорноговь, Говьсүмбэр, Говь-Алтай зэрэг аймгийн нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд фосфоритын хэд хэдэн илрэл тогтоогдсон нь төдийлөн хангалттай судлагдаагүй, илрэлийн хэмжээнд байна.

Фосфат хуримтлал, фосфоритын ордын хайгуулын судалгааны аргачилсан зөвлөмж боловсруулан, үйлдвэрлэл, практикт бодит хэрэгжилтийг хангаснаар Монгол Улсын эрдэс баялгийн сан хөмрөгийг арвижуулан өнгөт металлын ордын ашиглалтын хугацааг уртасгах, нэмүү өртөг шингэсэн болон импортыг орлох бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэн улмаар экспортыг нэмэгдүүлэх, валютын нөөцийг өсгөх, үндэсний үйлдвэрлэгчийн үйл ажиллагааг дэмжиж, ажлын байр нэмэгдүүлэх стратегийн чухал ач холбогдолтой.

## 1. Ерөнхий ойлголтууд

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

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

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

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

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

Фосфоритын хүдрийн ордын хувьд  $\text{P}_2\text{O}_5$ -ын нөөцийн хэмжээгээр нь маш том ордод 100 сая тн-оос их, том хэмжээтэй ордод 100-50 сая тн, дунд хэмжээний ордод 50-10 сая тн, жижиг ордод 10 сая тн-оос бага хэмжээтэй нөөц бүхий ордыг хамааруулна. Харин хүдэрт фосфорын тавч исэл  $\text{P}_2\text{O}_5$ -ын агуулга нь >28% бол баян (урьдчилсан баяжуулалт хийлгүйгээр хүчлийн боловсруулалтад оруулах боломжтой), 18%-28% ердийн, 8%-18% ядуу, харин 2(3)%-8% тохиолдолд маш ядуу хүдэрт хамааруулдаг.

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

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

**Фосфатын ордын үйлдвэрлэлийн болон хүдрийн технологийн төрлүүд**  
Хүснэгт 1

Ордын гарал үүсэл	Ордын хүдэр-формацын төрөл	Хүдрийн байгалийн (эрдсийн) төрөл	Дундаж агуулга P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	Хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрөл	Ордын жишээ
Магмын	Сиенит-диорит дахь пласт-линз хэлбэрийн	Апатит	3.5–5	Агрохимийн фосфат	Ошурковск, Уктусск (ОХУ)
	Йолит-уртит дахь пласт-хэвтэш	Нефелин-апатит	4–18	Агрохимийн фосфат	Хибинскийн бүлэг (ОХУ), Хөвсгөл-?
	Хэт суурилаг чулуулаг дахь линз-пласт хэлбэрийн	Ильменит-титаномагнетит-апатит	3.5–6	Агрохимийн, титан-төмөр-фосфатын (флотацын)	Кручининск, Жугжурскийн бүлэг орд (ОХУ)
Карбонатитын	Хэт суурилаг, хүчиллэг чулуулаг, карбонатит дахь хоолой хэлбэрийн болон штокверкийн	Фоскорит, (магнетит-апатит болон вермикулит-апатит)	3.5–8	Агрохимийн циркон-төмөр-фосфатын (соронзон-флотацын)	Ковдор (ОХУ), Их Саян Мушгай худаг, Баянхошууны апатит толгой
		Нельсонит (магнетит-апатит), фенит (эгирын-апатит)	3.5–8	Агрохимийн төмөр-фосфат (соронзон-флотацын)	Маймеча-Котуйскийн бүлэг орд (ОХУ)
		Пирохлор-апатит	3.5–15	Агрохимийн ниобий-фосфатын (хүндийн хүч-флотацын)	Белозиминск (ОХУ) (Лугийн гол-?) (МУ)
Тунамал (тэнгисийн)	Цахиур-карбонат чулуулаг дахь геосинклиналь пласт	Фосфорит (жигж мөхлөгтэй)	18–30	Агрохимийн, фосфат (флотац-хүндийн хүчний)	Кара-Тау (Казахстан), Белкинск, Сейбинск, (ОХУ) Хар нуур (МУ)
		Фосфорит (мөхлөгт)	17–32	Агрохимийн, фосфат (флотац-хүндийн хүчний)	Джерой-Сардаринск (Узбекистан)
	Элсэн чулуу-карбонат чулуулаг дахь платформын пласт/давхарга	Фосфорит (хясаархаг)	3–20	Агрохимийн, фосфат (флотац-хүндийн хүчний)	Кингисеппск (ОХУ)
		Фосфорит (булцруут желвак)	12–13	Агрохимийн фосфат (элэгдлийн, флотац-хүндийн хүчний)	Егорьевск, Вятско-Камск (ОХУ)
		Фосфорит (элсэн чулуу-мөхлөгт)	5–14	Агрохимийн фосфат (флотац-хүндийн хүчний)	Унечск (ОХУ)
Метаморф	Гантиг дахь пласт хэлбэрийн хэвтэш	Фосфорит	5–24	Агрохимийн фосфат (флотац)	Слюдянск (ОХУ), Чулак-Тау (Казахстан)
Үлдэгдэл-шүүгдэлт (өгөршлийн)	Карбонат-терриген болон бялхмал чулуулаг дахь тохош хэлбэрийн	Фосфорит, апатит-франколит	11–22	Агрохимийн фосфат (флотац-хүндийн хүчний)	Телекск, Ашинск, Обладжанск, Ковдор, Ухаа гол (ОХУ)

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

*Нефелин-апатитын* хүдэртэй Хибинскийн бүлгийн (Кукисвумчорр, Юкспор, Апатитын цирк, Плато Расвумчорр) орд нь энэ төрлийн тод жишээ болох ба төв хэсэгт нь байрлах нефелин-сиенитийн интрузивтэй холбоотой. Эдгээр ордын онцлог шинж нь хүдрийн бүс суналын дагуу (2-4 км) хүртэл урт сунан үргэлжлэх ба уналын дагуу (1-2 км), хүдрийн биетийн зузаан нь харьцангуй тогтвортой (100-200

м), бүслүүрлэг тогтоцтой,  $P_2O_5$  агуулга нь баян хүдэртээ 29% хүрэх ба ядуу хүдэрт 5% хүртэл байна. Хүдрийн биетийн дотоод тогтоц огцом өөрчлөлттэй, олон салаалсан, морфологийн хувьд өөрчлөлттэй байдаг. Нефелин-апатитын хүдрийн апатит дахь газрын ховор элементүүд, стронци, фтор болон сфен дэх титан, ниоби, тантал болон титаномагнетит, эгирин нь практик ач холбогдолтой.

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

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

Монгол оронд ийм төрлийн апатит бүхий хүдэржилт байх боломжтой.

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

Манай орны Өмнөговийн Мушгай худагийн бастнезиттай карбонатит, шүлтлэг бүрдэлтэй холбоотой хүдэржилт нь апатитаар баяжсан бөгөөд фосфор ( $P_2O_5$  0.4%-1.4%), фтор (F 0.2-2.35%), стронци (SrO 0.3-1.3%), бари (BaO 0.2-0.8%) болон ГХЭ агуулга өндөртэй ордод хамаардаг байна. Мушгай худаг дахь апатитын хүдэржилтийг дотор нь апатитын ба магнетит-флогопит-апатитын гэсэн хоёр дэд төрөлд хуваан үзэж болно. Зарим судлаачид магнетит-апатитын, флюорит-целестин-магнетит-апатитын, цэвэр апатитын, флогопит-апатитын, хээрийн жоншт-апатитын төрөл эрдсийн найрлагаар нь ялгасан байдаг. Апатитын хүдэр, шигтгээлэг, үүр-шигтгээлэг, үүр, заримдаа судаллаг байдлаар тод илэрхийлэгддэг эрдэсжилтэй, жигд бус түвшинд апатитаар болон түүний дагалдах эрдсээр ханасан байдаг. Апатитын хүдэр дэх газрын ховор элементийн гол хуримтлуур эрдэс нь апатит өөрөө юм. Уг эрдэс нь флогопит, магнетит ба хээрийн жоншит хүдрийн төрөл дагаж нефелин сиенитэд илэрнэ.

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

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

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

**Өгөршлийн гадаргын** ордууд нь агуулагч чулуулаг болох шохойн чулуу, доломит, мергель уусах процесст орж улмаар фосфат бодисууд баяжих замаар үүснэ. Эдгээр ордууд нь ихэнх тохиолдолд апатит агуулсан карбонатит массивуудтай холбоотой байх боловч бусад төрлийн ордын өгөршлөөр ч үүсдэг. Жишээлбэл Вьетнам улсын метаморфоген ордуудын өгөршлөөр Лаокайн апатит агуулсан сав газарт хүдрийн биетийн зузаан нь 10-30 м,  $P_2O_5$  агуулга нь 4-14%-д хэлбэлзэнэ. Зарим тохиолдолд апатитын өгөршлөөр франколит үүсч, апатит-франколитын маш баян хүдэр (Ковдорск орд) үүснэ.

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

*Мөхлөгт фосфорит* бүхий орд нь дэлхийн хэмжээн дэх нийт фосфоритын түүхий эдийн нөөцийн дийлэнх хувийг эзэлнэ. Энэ төрлийн ордын томоохонд



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

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

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

Тунамал фосфоритын сонгодог жишээ бол Тува-Монголын хэмжээнд эдиакари-кембрийн Хөвсгөл группийн Хэсээн формацын терриген-карбонат хурдас бүхий 300 км урт, 100 км өргөнтэй Хөвсгөлийн (ОХУ-д Окины) фосфоритын сав, Төв Монголд Цагаанолом, Баянгол формацын Завханы сав газар юм.

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

Хөвсгөлийн савын фосфорит нь афанит (дан фосфат)-лаг үеллэг, бичил мөхлөгт, мөхлөгт (пеллет), мөн брекчлэг, хэмхдэст төрлүүдийг ялгасан. Мөхлөгт фосфоритод пеллет ба оолит (0.05-0.2 мм) байдаг бол структургүй, дан фосфатын

хувьд электрон микроскопоор колломорфлогдуу текстурт, цацраган агрегаттай ба 0.5-1.0 микрон апатитын талстуудаас тогтдог. Дан фосфатлаг, үеллэг, брекчлэг фосфорит дахь  $P_2O_5$  агуулга нь 20-40%, харин мөхлөгт фосфоритод 5-26% байдаг. Хүдрийн хольц элементэд U, V, Mo, Ag, Ni, Zn зэрэг нь илүү өндөр, мөн Pb, Sn, Co, Cr, Cu, Mn, Sr (0.03-1.0%), Th, Ba (<0.27%), F (1.37%) тогтоогддог.

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

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

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

Завханы сав газар нь 20 гаруй мянган км<sup>2</sup>, изометрлэгдүү талбайг хожуу протерозой-түрүү палеозойн (эдиакари-түрүү кембри) Цагааноломын эх газрын хотгор, палеоазийн далайн шельфийн строматолит, онколитын олдвороор баталгааждаг. Энд фосфоритын хүдэр Цагаанолом формацын цахиурлаг-доломит ба Баянгол формацын карбонат-терриген чулуулагт ерөнхийдөө цахиурлаг, нүүрстөрөгчит-цахуурлаг занар, ногоовтор саарал, хавтанлаг аргиллиттай салаавчилсан, ихэнхдээ хэдэн метрээс хэдэн 10 м хүртэл хэлбэлзэнэ.

Завханы сав газрын хэмжээнд Алагийн даваа, Цахир уулын орд илүү судлагдсан бөгөөд “Эрдэнэт үйлдвэр” ТӨҮГ-аас 2021 онд хийсэн судалгаагаар Bruker XRD Endeavor рентген дифрактометрийн тусламжтайгаар эрдсийн шинжилгээг гүйцэтгэсэн ба хүдэрт агуулагдаж буй үндсэн эрдэс нь фторапатит ( $Ca_{10}(PO_4)_6(F)_2$ ) байсан байна. Түүнээс гадна хүдэрт кварц, доломит, кальцит, мусковит, гётит тогтоогдсон ба апатитын мөхлөгүүд ихэнхдээ кварцтай задгай ургалт, харин сидерит, доломит, шаварлаг эрдсүүдийн мөхлөгүүдтэй нийлмэл, хам ургалт үүсгэсэн байна. Электрон микроскопын шинжилгээгээр мөхлөгийн 11.9% нь

кварцтай, 5.3% нь кальциттай, 3.6% нь бусад эрдсүүдтэй хам ургалт үүсгэсэн. Харин химийн шинжилгээгээр хүдэрт  $P_2O_5$  10.7% (Алагийн даваа), 17.97% (Цахир уул), мөн  $CaO$  15.5-25.6%,  $SiO_2$  49.9-66.8%,  $Fe_2O_3$  0.23-0.51%,  $Al_2O_3$  0.62-0.77% зэргээр тогтоогдсон байна. Уг ордын фосфоритын хүдэрт хийсэн баяжигдах шинж чанарын лабораторын түвшний судалгаагаар 28-30%  $P_2O_5$  агуулгатай фосфатын баяжмалыг гарган авсан.

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

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

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

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

*Үлдэгдэл-шүүгдэлт (өгөршил)-ийн төрлийн орд* нь фосфорит агуулсан эртний карбонат, цахиур-карбонат формациудын өгөршлийн процессын үр дүнд үүснэ. Хоёрдогч фосфоритын хуримтлал газрын гадаргаас 0.5-15 м хүртэл гүнд үүсэх ба зузаан нь хэдэн арван м хүрэх ч маш тогтворгүй. Фосфорит нь терриген болон бялхмал чулуулагтай үүсгэх карбонат чулуулгийн хил зааг орчимд үүссэн карстын хөндийд голдуу сэвсгэр масс хэлбэрээр оршино. Мөн шороон, шаварлаг, чулуурхаг гэх мэт ангилагдах ба  $P_2O_5$  агуулга 30% хүрнэ. Фосфатын эрдсийн гол төлөөлөл нь карбонатгидроксилфторпатит –  $9Ca(PO_4)_2CaF_2 Ca(OH)_2CaCO_3$  юм.

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

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

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

Завханы Алагийн даваа, Цахир уулын ордод захын агуулга  $P_2O_5$  10%, хэсэгшлийн дундаж агуулга 16%, хамгийн бага зузаан 5%, эзэлхүүн жин 2.75 т/м<sup>3</sup>.

**Монгол орны фосфоритын ордуудын товч тодорхойлолт, төрөл**

Хүснэгт-2

№	Ордын нэр	Хүдрийн найрлагын төрөл	Үндсэн болон дагалдагч бүрдвэр	Ашигт бүрдвэрийн агуулга	Хүдрийн биетийн хэлбэр ба хэмжээнүүд	Олборлох арга, технологи	Баяжуулах, боловсруулах технологийн төрөл	Бүртгүүлсэн нөөц, баялаг
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Бүрэнхаан Хэсэг 1-21	Карбонат зузаалаг дахь фосфорит агуулсан (цахиурлаг-карбонатлаг-фосфат) чулуулаг. Хольц (пирит, лимонит, серицит, усан гялтгануур, шаварлаг эрдсүүд <10%), аксессуар эрдэс (рутил, сфен, шпинель, флогопит, амфибол, пироксен, гранат) мөн органик бодис (0.05-5.0%).	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -аас гадна U, Th, Sr, Be, мөн MgO (0.4-7.75%), CO <sub>2</sub> -(0.43-20.50%), Fe <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -(0.25-6.21%), Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -(0.44-7.57%), YYY-(16.27-39.10%), F (1.46%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -21.08%,	Фосфорит нь (Хэсээн ба Эрхил нуур формац) 5.0-100.0 м хүртэл янз бүрийн зузаантай, 1.0-3.0 км үргэлжилсэн давхарга, эсвэл тэгшивтер мэшил хэлбэртэй. Карбонат зузаалаг дахь фосфорит агуулсан багцын зузаан 30.0-270.0 м, урт 0.5-3.5 км-т хэлбэлзэнэ. Түүний бүтцэд давхарга, давхарга хэлбэрийн биет, янз бүрийн өргөн, урттай хүдрийн биет ба фосфоритын давхаргын тоо ашигт зузаалагт тогтмол биш, 1-4 давхарга ялгадаг ба зузаан нь 5.0-108.0 м, дунджаар 11.0 (22.0)-50.0 м хүрнэ.	Ил уурхай-карьер малтаж ашиглах	Хамгийн тохиромжтой нь суспенз-флотацийн хосолсон арга гэж үзсэн. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -14-25% хүдрээс 25-31% агуулгатай баяжмал гаргаж, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -ыг 57-90% хүртэл баяжуулсан. Баяжмалын гарц 62.0%. Шар фосфор гаргаж тэжээлийн фосфатын үйлдвэрлэлд ашиглана.	ГУУУЯ-ны ШУТЗ-ийн 1984 оны ГКЗ №152 протоколоор балансын нөөц В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub> =192.2 4 сая.тн хүдэрт 40.52 сая.тн P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
2	Онгилог нуур	Карбонат зузаалаг дахь фосфорит агуулсан чулуулаг. Монофосфат-9-14%, цахиурлаг-1.3%, карбонатлаг-2-42%.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 18.28-35.13%, MgO-1.81-11.23%, CO <sub>2</sub> -8.00-25.25%, YYY-0.76-3.26%, CaO-33.0-48.25%, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -0.28-3.32%, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -0.33-2.75%	Ширхэглэг доломиттой фосфорит P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -46%, оолит-ширхэглэг доломиттой фосфорит- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 10-33%, брекчлэгдсэн афанитлаг фосфорит P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 50%	Орд 5 давхарга: I (доод) давхарга нь нарийн үеллэг буюу үеллэг, мэшил-үеллэг; брекчилэг. Зузаан 1.6-28.2 (11.8) м. II давхарга нь фосфат агуулсан доломит, доломитжсон цахиур. Үеллэг, мишэл-үеллэг, ховроор мэшил хэлбэрийн хар өнгийн фосфоритын үе, фосфатын мөхлөг, бараан өнгийн доломит. Зузаан нь 8.2 м, урт нь 5.4 км. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -16.34%. III давхарга нь фосфат агуулсан доломит, зузаан 1.0-40.0 (14.6) м, урт нь 2.0 км, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 17.23%. Үеллэг, мэшил-үеллэг хэлбэртэй. IV давхарга хар саарал, хар өнгийн фосфат агуулсан цахиурлаг ба доломитжсон шохойн чулуу. Дундаж зузаан 6.0 м. Урт нь 2.3 км. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -16.54%.	Ил уурхайн аргаар ашиглах, Ашиглалтын уул техникийн нөхцөл дунд, хөрс хуулалтын дундаж коэффициент 2.41 т/м <sup>3</sup> .	Баяжуулалтын гол арга нь флотацын арга. Үр дүнд нь P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 31.26% агуулгатай хүдэрт баяжуулалт хийхэд гарц нь 73-75%.	1986 оны 3 тоот протоколд P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -18.9% агуулгад С <sub>1</sub> -43.1 сая.тн, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -18.1% агуулгад С <sub>2</sub> -66.9 сая.тн, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> —18.8% агуулгад Р <sub>1</sub> -145.7 сая.тн.

					V давхарга хар, хар саарал өнгийн фосфатжсан цахиур ба доломитжсон шохойн чулуу. Том ширхэгтэй, цул, бага хэмжээгээр фосфатын мөхлөг, цахиурын бага зузаантай үеэс тогтоно. Зузаан 5.0-34.7 (14.5) м, урт нь 18.0 км хүрнэ.			
3	Уран дөш	Карбонат зузаалагдахь фосфорит агуулсан чулуулаг. Фосфат, фосфатжсан шохойн чулуу, цахиур, цахиурлаг шохойн чулуу	Цахиурлаг-фосфорит, цахиурлаг-шохойлог фосфорит, судаллаг фосфорит,	Хүдэр нь дунд-ядуу агуулгатай. Хүдэр дэх P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> захын агуулга 7-13%	Хемоген, далайн терриген гарал үүсэлтэй, дунд дэд давхрагдасын хар саарал өнгөтэй, сул хүхэрлэг үнэртэй доломит, доломитжсон шохойн чулуу, хаяа алевролитоос тогтоно. Үүнд 5-24 м зузаан фосфоритийн үе, 30 м зузаан цахиурын тэмдэгт үе агуулагдана. Ордын хэмжээнд 4 км урттай 1 хүдрийн биет, хагарлаар зааглагдсан. Урандөш уулын өвөрт шохойлог доломитжсан үед 3-8 м ба 84 м зузаантай 2 биет болон салаална. Фосфоритийн үеийн зузаан нь хойд хэсэгт 24 (дундаж 3) м, урд хэсэгт 7 м.	Уул техникийн нөхцөл дунд зэрэг	Шохойн чулуунд технологийн туршилтаар нь "Б" ангилалийн II сортын бага магнитай, удаан унтардаг агаарт бэхждэг барилгын шохой үйлдвэрлэхэд тохирохыг тогтоожээ.	1989 оны 1:50 000-ны ерөнхий эрлийн ажлаар таамаг нөөцийг 99,9 сая.тн хүдэрт 17,87 сая.тн P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
4	Алагийн даваа, Цахир уул	Цахиурлаг. цахиурлаг-карбонат, элсэн чулуун дахь фосфат Хүдэр нь ламинит, желвак үеллэг текстуртай,	хорт компонент Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; Na <sub>2</sub> O; K <sub>2</sub> O; MgO; Pb-бага, харин Sr-ийн агуулга өндөр.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 10-32.3%,	Эдиакари-түрүү кембрийн Цагаанолом формацын карбонат зузаалагт 3-20 м-ийн зузаантай алевролит, аргиллитын үеүдийн дунд 3 давхраас илрүүлсэн. 40 м-ийн зузаантай, хар саарал өнгөтэй, элсэн чулууны үеүдэд үүссэн. Ордын нийт урт 7 км. Өргөрөгийн дагуу сунаж тогтсон. Хүдрийн биетийн зузаан, агуулга тогтворгүй, унал нь 20-30 <sup>0</sup> .	25 м хүртэл гүнд ил аргаар уурхайла х	Цахиурт элсэн чулуунд P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 16-27%, буюу ядуу учир механохимийн аргаар бордоо гарган авах боломжтой, Цахир уулын хувьд флотацийн аргаар 2021 онд P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 32.9% агуулгатай баяжмал гарган, бордоо үйлдвэрлэх туршилт амжилттай хийгдсэн.	1999 онд Алагийн даваа: C <sub>2</sub> +P <sub>1</sub> =7989.6 мян.тн хүдэрт 1274.9 мян.тн P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . Цахир уул: C <sub>2</sub> =23623.7 мян/тн хүдэрт 4362.8 мян.тн P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .

## 2. Хайгуулын зорилгоор ордыг геологийн тогтоцын нийлмэл байдлаар бүлэглэх нь

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3. Хүдрийн биетийн зузааны өөрчлөлтийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

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

4. Ашигт бүрдвэрийн агуулгын өөрчлөлтийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

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

Энд:  $V_a$  -ашигт бүрдвэрийн агуулгын өөрчлөлтийн хэлбэлзлийн итгэлцүүр,  $\sigma_a$ -ашигт бүрдвэрийн агуулгын дисперс,  $\bar{a}$ -ашигт бүрдвэрийн дундаж агуулга.

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

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

Хүснэгт-3

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

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



### **3. Ордын геологийн тогтоц, хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүний судалгаа**

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

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

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

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

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

суваг, шурф болон бага гүнтэй цооног, геофизикийн газрын гадаргуугийн судалгааны аргыг ашиглана.

3.4. Апатит, фосфоритын хүдрийн ордын гүний хайгуулыг голдуу баганат өрөмдлөгийг цооногийн каротажтай хослуулах ба хүдрийн биет нь бага гүнд тархсан үед хайгуулыг цооногоор явуулах боловч уулын малталтуудыг тэдгээртэй хамтатган хэрэглэнэ.

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

Хайгуулын аргачлалыг оновчтой сонгоход ордын хайгуулыг янз бүрийн аргачлалаар явуулах хувилбарын эдийн засгийн нөхцөл, хайгуулын ажлын үргэлжлэх хугацаа зэргийг харгалзах нь зүйтэй.

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

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

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

Маш бага кернийн гарцтай үед  $P_2O_5$ -ын өндөр агуулга илэрвэл хяналтын зорилгоор цохилтот өрөмдлөг болон баганат өрөмдлөгийг хэрэглэх нь зүйтэй. Кернийн элэгдэлд өртөмтгий шинж үүсч байгааг тогтоосон эсхүл гарцыг нэмэгдүүлэх зорилгоор өрмийн тусгай шингэн болон өрмийн бусад тоног төхөөрөмжийг ашиглана. Хэрвээ кернийн элэгдэлд өртөмтгий шинжийг арилгах боломжгүй бол

хангалттай хэмжээнд хяналтын уулын малталтыг явуулах мөн сорьцлолтын үр дүнд залруулга итгэлцүүрийг тооцоолж хэрэглэх боломжтой. Өрөмдлөгийн ажлын үр дүн, үнэмшлийг нэмэгдүүлэх зорилгоор цооногт геофизикийн судалгаа хийнэ.

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

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

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

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

Хүдрийн биетийн морфологи, дотоод бүтэц, хүдэржилтийн шинж төрх нь маш их өөрчлөлттэй ордод өрөмдлөг явуулахаас гадна ордыг төлөөлж чадахуйц хэсэгт хүдэржилтийн орон зайн хамаарал буюу хүдрийн биетийн тасралтгүй үргэлжлэх байдал, тасрал, ашигт бүрдвэрийн болон хортой хольцын тархалт, зүй тогтол,

байгаль дээрх хүдрийн төрлийг тодорхойлох зорилгоор уулын малталтыг ашиглаж болно.

3.7. Хайгуулын малталтын төрөл, торын нягтрал, малталт хоорондын зайг хүдрийн биетийн байршлын нөхцөл, морфологи, хэмжээ, зузааны өөрчлөлт, хүдрийн төрлүүдийн тархалтын шинж төрх зэрэг ордын геологийн нөхцлийг харгалзан геофизикийн арга хэрэглэх боломж, ордыг олборлох ирээдүйн боломжит аргыг харгалзан тухай бүрт нь тодорхойлно. Тектоник хагаралд их өртсөн тохиолдолд хагарлын структуруудын орон зайн хамаарал, эрчимжилт, элэгдлийн бүс зэргийг тодорхойлсон байх шаардлагатай.

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

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

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

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

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

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

Ордын нарийвчлан судалсан хэсгээс бүрдүүлсэн бүх мэдээллийг ордын геологийн тогтоцын нийлмэл байдлаар бүлэглэх, хайгуулын техник хэрэгслийн сонголт нь ордын хайгуулын шаардлагыг хангаж байгаа эсэх, сорьцлолтын үр

дүнгийн үнэлгээ, нөөцийн тооцоололд хэрэглэж байгаа үзүүлэлтүүдийн үнэмшилт байдлын үнэлгээ зэрэгт ашиглаж, улмаар ордын бусад хэсгийн дээрх үзүүлэлтүүдийн харьцуулсан судалгаанд ашиглана. Олборлолт хийж байгаа ордын хувьд энэхүү нарийвчилсан судалгаанд олборлолтын болон ашиглалтын хайгуулын мэдээллийг бүрэн ашиглах хэрэгтэй.

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

Хүснэгт 4

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

3.9. Геологийн мэдээллийн системийг геофизикийн судалгаатай хамтатган хийснээр хүдрийн биетийн хүрээг талбайн хэмжээнд болон гүнд нь тодорхойлох, ядуу агуулга бүхий хүдрийн биетийг судлах, өгөршлийн ба хучаас хурдасны зузааныг тогтоох, геологийн зүсэлтийг нарийвчлах, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> агуулгыг тодорхойлох, ордын уул-геологийн бөгөөд гидрогеологийн нөхцлийг судлах боломжтой болно. Судалгааны явцад хий гарч ирэх тохиолдолд хийн каротажийн судалгааг явуулж үр дүнг геологийн мэдээллийн системд нэгтгэх нь зүйтэй. Хэрвээ фосфоритын ордын хайгуулын явцад хий илэрсэн тохиолдолд нэмэлтээр хийн каротажийг судалгааг явуулна.

Ихэнх ордын фосфоритын хүдэр дэх P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ын агуулга цацраг идэвхжилттэй шууд хамаарал үзүүлдэг тул сорьцлолтын радиометрийн болон каротажийн аргыг хэрэглэх нь үр дүнтэй байдаг. Фосфор болон фтор нь хоорондоо бараг шугаман хамааралтай (корреляцийн коэффициент 0.98 хүртэл) байдаг тул нейтрон-

идэвхижлийн аргыг хэрэглэх нь өндөр үр дүнтэй байдаг. Цөмийн физикийн каротаж нь тодорхой ордын хайгуулд илүү тохиромжтой бөгөөд хайгуулын бүх цооногт хийнэ.

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

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

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

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

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

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

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

**Монгол Улсад фосфоритын ордуудад хэрэглэсэн хайгуулын өрөмдлөг, малталтуудын торын нягтрал**

Хүснэгт-5

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

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

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

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

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

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

Хайгуулын уулын малталтуудаас голдуу 5x3-аас 10x15 см хэмжээтэй ховилон сорьц авна. Элэгдэлд өртөмтгий байдал тогтоогдсон тохиолдолд ховилон сорьцын хөндлөн огтлолыг ихэсгэх, зарим тохиолдолд хусах аргаар нийтэд нь сорьцолж болно. 5x25-10x40 см том хөндлөн огтлолтой ховилон ба хусах аргын сорьцлолтыг хясаархаг фосфоритын хүдрийн ордод хэрэглэх нь зүйтэй бол булцруут фосфоритын ордод бөөн сорьц авах нь илүү үр дүнтэй. Сорьцын жин нь ойролцоогоор 50-150 кг байна.

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

Булцруут болон хясаархаг фосфоритын хайгуулын үед шурф, том хэмжээтэй диаметр бүхий цооногоос авсан сорьц нь тухайн ордын талбайн хэмжээнд хэр жигд тархалттайг илтгэх ба ордын үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлийг тодорхойлогч мөхлөгийн найрлагыг судлахад хэрэглэнэ. Шигшихдээ +10; -10+5; -5+0.5; -0.5 мм-ээр

бүлэглэнэ. Бусад бүлгийг ялгах хэрэгцээ шаардлага нь хүдрийн онцлог шинж чанар, зорилго, боловсруулалтын аргаас хамаарна.

Том бөөн болон технологийн сорьцыг бие даасан схемийн дагуу боловсруулдаг.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Арбитрын шинжилгээгүйгээр тохируулагч итгэлцүүр хэрэглэхийг хориглодог.

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

Хүснэгт-6

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

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

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

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

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

Нунтаг байдалтай хүдэр, ан цавшилд эрчимтэй автсан хүдэр, уусч угаагдан сийрэгжсэн хүдрийн эзэлхүүн жинг тодорхой хэмжээний малталт нэвтэрч, малталтаас гарсан хүдрийн жинг малталтын сайтар хэмжсэн эзэлхүүнд харьцуулах аргаар тодорхойлох нь илүү үнэмшилтэй үр дүн өгдөг байна. Эзэлхүүн жинг сарнимал гамма цацрагийн шингээлтээр тодорхойлох геофизикийн арга байдаг. Энэ аргыг зөвхөн сайтар хянаж баталгаажуулсан тохиолдолд хэрэглэж болох юм. Хүдрийн эзэлхүүн жин

тодорхойлсон сорьцонд мөн чийгшилтийн хэмжилт хийж, түүн дэх үндсэн ба дагавар бүрдвэрүүдийн шинжилгээ, минералогийн шинжилгээ хийсэн байвал зохино.

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

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

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

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

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

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

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

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

Геологийн шинжлэх ухааны судалгаа, хайгуул, баяжуулалтын технологи туршилт химийн шинжилгээ зэрэг олон талбаруудад энэ төхөөрөмжийг ашиглана. Эрдэс болон элементийн найрлагыг маш өндөр нарийвчлалтайгаар ( $>1 \mu m$ ) тодорхойлдог нь цаг хугацаа хэмнэж илүү нарийвчлалтай тоон шинжилгээний үр дүн гаргаж өгнө. Сүүлийн жилүүдэд Монгол орноос хилийн чанадад гарч байгаа судалгаа шинжилгээний ажлыг дотооддоо хийх боломжийг бүрдүүлэх юм. Эрдсийг маш өндөр нарийвчлалтай тодорхойлох бөгөөд түүн дотор агуулагдаж байгаа маш бага агуулгатай хольц

элементүүдийг тодорхойлно. Жишээлбэл: ICP-OES, ICP-MS багажуудаар тодорхойлсон маш бага агуулгатай элементүүд нь (жишээ нь ГХЭ) чулуулгийн ямар эрдсүүдэд агуулагдаж байгааг тодорхойлох боломжтой юм. Геологи хайгуул, судалгаа шинжилгээ, баяжуулалтын эцсийн бүтээгдэхүүн гаргаж авахад эдийн засгийн хувьд үр ашиг өгөх юм.

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

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

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

4.4. Хүдрийн технологийн судалгааг хийхийн өмнө олборлосон хүдрийг тээвэрлэлтийн үед нь радиометрийн аргаар болон бүхэллэг хүдрийг ангилан ялгах боломжийг судална. Урьдчилан таамагласан технологийн үзүүлэлтийг сорьцолтын үр дүнгийн боловсруулалтын математик тооцоо болон олборлолтын блокуудад ялгасан хүдрийн төрлийн хүрээний хэмжээнд хийсэн каротажийн тооцооллын үр дүнгээр тодорхойлно. Уулын цулыг ангилан ялгахад хэрэглэдэг физик шинж чанар, хүдрийн ялгагдах байдал, олборлосон хүдрийн гранулометрийн найрлага зэргийг тогтоож, ангиллын радиометрийн үзүүлэлтийг үнэлнэ. Эерэг үр дүн гарсан тохиолдолд хүдрийн үйлдвэрлэлийн (технологийн) төрлийг дахин судлах, олборлолтын горимын үзүүлэлтүүдийг нягтлахын зэрэгцээ баян агуулга бүхий хүдрийн төрлийг гарган авч болох зэргийг тодорхой болгоно.

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

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

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

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

2.5-18%  $\text{P}_2\text{O}_5$  агуулга бүхий хүдрээс  $\text{P}_2\text{O}_5$  38-40% агуулга бүхий апатитын баяжмалыг 80-93% ялган авна. Апатитын баяжмал дахь хүдрийн ихэнх хэсэг нь комплекс тул дараагийн шатны соронзон, гравитацын/хүндийн хүчний баяжуулалтын дамжлагаар оруулан пирохлорын, ильменитийн, магнетитын, нефелинийн болон бусад төрлийн баяжмал гарган авна. Хүдрийн бодисын найрлага, үндсэн ба чулуулаг үүсгэгч эрдсүүдийн тоон харьцаа болон тэдгээрийн физик-химийн шинж чанарыг тодорхойлсны үндсэн дээр баяжуулалтын технологийн ямар горимыг ямар дарааллаар явуулахыг сонгоно.

Хибинскийн бүлгийн ордын апатит-нефелинийн хүдэр нь амархан баяжигдах хүдэрт тооцогдох ба энэхүү хүдрээс  $\text{P}_2\text{O}_5$  39.4% агуулга бүхий өндөр чанарын баяжмалыг 85-90% гарцтай гарган авдаг байна.

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

Апатит, карбонат (кальцит доломит) нь флотацийн шинж чанараараа ойролцоо ба баяжигдахад хэцүү хүдэрт хамаарагддаг тул флотацийн нарийн технологи шаардлагатай. Апатитын баяжмал дахь хүдрийн ихэнх хэсэг нь нийлмэл байдалтай тул соронзон, хүндийн хүчний, флотацийн аргуудаар дамжуулан пирохлорын, магнетит, нефелинийн болон бусад төрлийн баяжмал гарган авна. Карбонат-силикатын хүдэр буюу Ковдорскийн ордын төрөл нь баяжуулахад хэцүү хүдрийн төрөлд хамаардаг ба апатит, магнетит, бадделеитыг гарган авахын тулд соронзон флотацын схемийг ашиглана.

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

Хүхрийн хүчлээр бордоо үйлдвэрлэх фосфоритын хувьд  $\text{P}_2\text{O}_5$  28% ба түүнээс их байх тохиолдолд ямар нэгэн баяжуулалт хийлгүйгээр түүхий эд болгох боломжтой. Харин түүнээс бага тохиолдолд агуулгыг нь ядаж дээрх хэмжээнд хүртэл зайлшгүй баяжуулна.

Байгалийн фосфатыг укологийн цэвэр, хаягдалгүй аргаар боловсруулах механохимийн технологийг (Амгалан, 2005) судалж санал болгосон байдаг. Энэ нь механик энергийн нөлөөгөөр хатуу биет химийн болон физик-химийн хувиралд орох, тухайлбал хатуу фазуудын хооронд урвал явагдаж фазын шилжилт болох химийн профессуудыг судалдаг. Энэ нь гариган ба төвд тэмүүлэх чичиргээт тээрэм дээр янз

бүрийн хугацаанд идэвхжүүлэх замаар нийт фосфатын 50-60% нь нимбэгний хүчил ба цитрат аммонид уусах  $P_2O_5$  бүхий бордоо гаргах технологиуд нэвтэрсэн байдаг.

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

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

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

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

Сүүлийн жилүүдэд фосфатын түүхий эдийг баяжуулахад биотехнологийн, радиометрийн, химийн аргыг хэрэглэж, электростатик, цахилгаан соронзонгоор ангилан, фосфатын болон карбонатын эрдсийг ялгахдаа суспензийн гидроциклон ба хүнд-дунд сеператор ашиглаж байна.

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

Хүхрийн хүчлийн үйлчлэлийн задрал нь энгийн суперфосфат ба экстракцийн буюу Ca, Mg, Fe, Al, Na, K, F,  $SiO_2$  болон бусад хольцтой фосфорын хүчлийг үүсгэдэг.

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

1450-1600°C цахилгаан зууханд фосфатын хүдэр, кокс,  $SiO_2$ -аас нүүрстөрөгчөөр ангижруулах замаар энгийн/элемент фосфорыг гарган авна. Цахилгаан дулааны аргаар (эрчим хүч их шаардана) шар фосфорыг гарган авахад шихтийн зууханд оруулах хүчлийн модуль  $[(SiO_2 + Al_2O_3)/(CaO + MgO)]$  нь 0.8-тай ойролцоо байх



шаардлагатай. Шар фосфорыг улаан фосфор, фосфорын хүчил, фосфорын ангидрид, фосфорын хлорит, хүхэрт, органик болон бусад нэгдлийг гарган авахад хэрэглэдэг.

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

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

Хамгийн чухал нь фосфатын түүхий эд дэх  $P_2O_5$  агуулга юм. Түүнчлэн төмөр, хөнгөн цагааны полутор ислийн, магни ба цахиурын ислийн, карбонатуудын агуулга чухал үүрэг гүйцэтгэнэ. Химийн найрлагаас гадна түүхий эдийн гранулометрийн найрлага чухал.

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

Суперфосфат болон комплекс бордоо үйлдвэрлэхийн тулд  $P_2O_5$  28%-аас багагүй агуулга бүхий хүдэр шаардлагатай. Технологи болон боловсруулалтад сөргөөр нөлөө үзүүлэх баяжмалын, хүдрийн хортой хольцид төмөр, хөнгөн цагааны полутор исэл, магнийн исэл, нүүрстөрөгч ба цахиурын давхар исэл, түүнчлэн хортой элементийн исэл хамаарна.

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

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

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

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

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

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

Хүснэгт 7

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

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

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

Туршилтад Mineral Stats компанийн ESSA маркийн флотомашин, лабораторийн савхат тээрэм ашигласан ба хүдрийн нунтаглалтын оновчтой горим, флотацийн үргэлжлэх хугацаа, орчны температур болон рН, флотацийн урвалжийн горимийг тогтоосон. Хүдрийн шинж чанар, ашиглагдаж буй флотацийн урвалжийн онцлогоос хамаарч нунтаглагдсан хүдрийн дээжийг урьдчилан шламгүйжүүлсэн. Туршилтыг 65-70<sup>0</sup>С-ийн халуун орчинд явуулсан бөгөөд шаардлага хангасан фосфатын баяжмал гаргахын тулд нэг шатны цэвэрлэгээтэй энгийн схем ашигласан. Туршилт гүйцэтгэсэн ерөнхий схемийг хавсралт зураг 1-т үзүүлэв.

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

## Фосфоритын хүдрийн дээжийн эрдсийн бүрдэл

Хүснэгт-8

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

Хүдэрт хийгдсэн ислийн шинжилгээгээр Алагийн давааны дээжид P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ын агуулга 10.81%, Цахир уулын хүдэрт 18.33% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> байна.

Алагийн даваа болон Цахир уулын хүдрийн дээжүүдэд флотацийн үр ашиг хамгийн өндөр байх оновчтой бүхэллэгийн хэмжээг P<sub>80</sub>=131 μм, P<sub>80</sub>=137 μм гэж тодорхойлсон.

Туршилтын оновчтой горимд нунтаглалт Цахир уулын хүдэр (P<sub>80</sub>~137 мкм), Алагийн давааны хүдэр (P<sub>80</sub> ~ 131 мкм); булингын рН~8.2, булингын температур үндсэн флотаци болон цэвэрлэгээний флотацид 65-70<sup>0</sup>С; цуглуулагч урвалж: Үндсэн флотацид таллын тос-1000 г/тн, хяналтын флотацид-900 г/тн, цэвэрлэгээний флотацид-500 г/тн; хөөсрүүлэгч урвалжаар нарсны тос -100 г/тн; дарагч урвалжид үндсэн флотацид шингэн шил-50 г/тн; хяналтын флотацид-50 г/тн, цэвэрлэгээний флотацид-400 г/тн; флотацийн хугацаа нь үндсэн флотаци-4 мин, хяналтын флотаци 4 мин; цэвэрлэгээний флотаци -2.30+2.30 минут.

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

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

Апатитын мөхлөгүүд ихэнхдээ кварцтай задгай ургалаар, сидерит, доломит, шаварлаг эрдсүүдийн мөхлөгүүдтэй нийлмэл ургал үүсгэсэн. Электрон микроскопын шинжилгээний дүнгээр хам ургалаар байгаа мөхлөгийн 11.9% нь кварцтай, 5.3% нь кальциттай, 3.6% нь бусад эрдсүүдтэй ургал үүсгэсэн. Эндээс лабораторид гарган

авсан фосфатын баяжмал фосфорын бордоо гарган авах түүхий эдийн бүх шаардлагыг хангаж байна гэж үзсэн байна.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ордын инженер геологийн судалгаагаар дараах асуудлыг судлан тогтооно. Үүнд:

- Хүдэр, агуулагч чулуулаг болон хучаас хурдас чулуулгийн физик-механик шинж чанар, тэдгээрийн байгалийн нөхцөлд болон усанд автсан үеийн бэх бат чанар;

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

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

Ордын инженер-геологийн судалгааны үр дүнд далд малталтын таазны чулуулгийн тогтвортой байдал, ил уурхайн хананы тогтворшилтын үзүүлэлтүүдийг тодорхойлж, ирээдүйн олборлолтын малталтыг нэвтрэх тооцоонд зориулан малталтын үзүүлэлтийг сонгоход шаардлагатай мэдээллийг урьдчилан бүрдүүлнэ.

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

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

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

5.5. Геоэкологийн судалгаагаар геологи орчны суурь үзүүлэлт (цацрагийн түвшин, гадаргуугийн болон газрын доорх усны найрлага, хөрсөн бүрхэвчийн тодорхойлолт, ургамал, амьтны аймаг гэх зэрэг)-ийг тодорхойлж, төлөвлөж байгаа уулын үйлдвэрийг барьж байгуулснаар хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх химийн болон физик нөлөөлөл (нутаг дэвсгэр тоосжих, гадаргуугийн ба гүний ус, хөрсийг уурхайн ус ба уурхайгаас гадагшлуулж байгаа усаар бохирдуулах, хий тоос цацагдан агаар бохирдуулах гм), уулын үйлдвэрийн байгуулалтад зориулан байгалийн баялгийг ашиглах (ой модны хэрэглээ, техникийн зориулалттай усны хэрэглээ, орон нутгийн барилгын материалын

хэрэглээ, уурхайн байгууламж, хаягдал, хуулсан хөрс зэргийг байрлуулах газрын хэрэглээ гэх зэрэг) хэмжээ зэрэг үзүүлэлтийг тодорхойлон, уул уурхайн үйлдвэрлэл явуулснаас хүрээлэх орчинд үзүүлэх нөлөөллийн шинж чанар, эрчимжилт, нөлөөллийн хор хөнөөл, бохирдол үүсгэж болох эх үүсвэр, бохирдол тархалтын динамик, бохирдол явагдах орон зайн боломжит хүрээ хязгаар зэргийг тодорхойлно.

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

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

Хуулсан хөрсний биологийн нөхөн сэргээлт явуулахын тулд хөрсний үеийн зузааныг тодорхойлон сэвсгэр хөрсөнд агрохимийн судалгаа явуулж, хөрс хуулалтаас гарсан чулуулгийн хүрээлэх орчинд үзүүлэх хорт нөлөөлөл, түүн дээр ургамал ургах боломж зэргийг судлан тогтооно.

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

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

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

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

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

## 6. Ордын нөөцийн тооцоолол ба баялгийн үнэлгээ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

**Илрүүлсэн (P<sub>1</sub>)** баялгийн үнэлгээг хайгуул хийж байгаа ордын хувьд ордын нөөцийн зэрэглэлд хамаарагдсан хэсэгшлүүдийн захын болон гүний хэсэгт, эрэл-үнэлгээний ажил хийж байгаа ордын хувьд геологи-структурын онцлог, мөн геологи, геофизик, геохимийн судалгааны үр дүнг цөөн тооны малталт ба өрөмдлөгийн үр дүнгээр баталгаажуулсан хэсэгт өгнө. Илрүүлсэн (P<sub>1</sub>) баялгийн үнэлгээ өгч байгаа хэсгийн хилийг хүдрийн биетийн байршлын зүй тогтол, хүдэржсэн хэсгийн зузаан ба агуулгын өөрчлөлтийг судалсан үр дүн болон геофизик, геохимийн өгөгдөлд тулгуурлан экстраполяцын аргаар тогтооно.

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

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

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

Бодитой (B), боломжтой (C) зэрэглэлийн нөөцөд хамаарагдах хэсэгшлүүдийн хүрээг экстраполяцаар татах тохиолдолд нөлөөллийн хүрээний өргөнийг заавал бодит

өгөгдөлд тулгуурлан тогтооно. Хүдрийн биетийн нимгэрэн шувтарч байгаа болон олон салаалан шувтрах чиглэл, тектоникийн хагарлаар хэрчигдсэн чиглэл, агуулгын зүй тогтолтой ядуурал тогтоогдож буй чиглэл, ордын уул-геологийн нөхцөл хүндрэлтэй болж байгаа чиглэлд экстраполяц хийхгүй байх хэрэгтэй.

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

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

6.5. Олборлож байгаа ордын хувьд хөрс хуулалт хийсэн, олборлолтод бэлтгэгдсэн, олборлоход бэлэн болсон, уулын үндсэн малталт болон бэлтгэл малталтуудын хамгаалалтын цулд үлдсэн ордын нөөцийг судлагдсан түвшнээр нь холбогдох зэрэглэлд хамааруулан ангилан тооцоолно.

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

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

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

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

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

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

Геостатистик аргыг хэрэглэн ордын нөөцийг үнэн зөв тооцоолох нь дээр өгүүлсэн үзүүлэлтийг хайгуулын явцад хэр зэрэг үнэн зөв, хангалттай хэмжээгээр судлан тогтоосон байдал, судалж байгаа ордын геологийн тогтцын өвөрмөц онцлог байдалтай уялдуулан хайгуулын анхдагч өгөгдлүүдэд дүн шинжилгээ хийж, загварчлах аргачлалыг сонгосон байдал (тооцоололд хэрэглэж байгаа өгөгдлийн орон зайн тархалтын хууль, зүй тогтолт өөрчлөлтийн хандлага буюу тренд, анизотроп чанар, эксперименталь вариограммуудыг тооцоолон бүтцийн болон чанарын үнэлгээ хийх, хайлтын эллипсоидуудын параметрийг тодорхойлоход ордын структурын хил заагийн нөлөөлөл) зэргээс ихээхэн хэмжээгээр хамааралтай байдаг. Орд, хүдрийн биетийн нөөцийн хүрээллийн орон зайг нэгж (микро) хэсэгшилд хувааж, тэдгээрт кригингийн, ойр хөршийн, урвуу зайн хамаарлын зэрэг интреполяцын аргуудаар үнэмшилтэй өгөгдөл (тухайлбал ашигт бүрдвэрийн агуулга)-ийг олж тогтооход анхдагч түүврийн тоо нь интерполяцын томъёог үндэслэлтэй, үнэн зөв сонгоход хүрэлцэхүйц (хоёр хэмжээст хавтгайн загварчлалд наад зах нь хэдэн арван хайгуулын малталт ба цооногоор тогтоосон хайгуулын огтлол, гурван хэмжээст орон зайн загварчлалд гурав дахь чиглэл дагуу хэдэн зуун сорьцлолтын өгөгдөл байх) хангалттай тооны байх шаардлага тавигддаг. Орд, хүдрийн биетийн үндсэн өгөгдлийн орон зайн хувьсацын судалгаанд ордын нарийвчилсан судалгаа хийсэн хэсгийн мэдээллийг ашиглах нь илүү үр дүнтэй болно.

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

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

Геостатистик аргаар нөөц тооцоолсон үр дүнг адил хэмжээний, адил чиглэлтэй элементар хэсэгшил бүрээр тодорхойлсон гол өгөгдлүүдийг багтаасан хүснэгт

хэлбэрээр болон ордын томоохон хэсгүүдээр ангилан тооцооны өгөгдлүүдийг хамтатгасан хэлбэрийн аль нэгээр нь тайлагнаж болно.

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

Геостатистик арга нь орд, хүдрийн биет, нөөцийн хэсэгшлүүдээр дундаж агуулгын үнэлгээг үнэн зөв гаргах боломж олгодог, нийлмэл морфологитой болон нийлмэл дотоод бүтэцтэй хүдрийн биетийн хүрээллийн алдааг хамгийн бага байлгах зэрэг олон сайн талтай арга юм. Гэхдээ геостатистик аргаар ордын нөөцийг тооцоолохдоо ордын геологийн тогтоцод илүүтэй захируулах нөхцлийг баримтлан, үр дүнд нь хяналт хийх боломжтой сонголт хийж тооцоолсон байх шаардлагатай. Орд, хүдрийн биетийн геостатистик загварчлал, тэдгээрийн нөөцийн тооцооллын үр дүнг ордын хэмжээгээр болон ялангуяа нарийвчлан судалсан хэсгүүдэд нөөцийн тооцоолол хийдэг уламжлалт аргачлалаар хянаж, харьцуулсан дүгнэлт хийнэ.

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

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

## 7. Ордын судлагдсан байдал

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

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

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

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

Үнэлгээ өгсөн ордын нарийвчлан судалсан хэсэгт нөөцийг боломжтой (С) зэрэглэлээр тооцоолж, ордын хэмжээнд илрүүлсэн (P<sub>1</sub>) баялгийн түвшинд үнэлгээ өгнө.

Ордыг олборлох арга, системийн сонголт, олборлох үйлдвэрийн хүчин чадлын боломжит цар хэмжээг адил төсөөтэй уурхайтай харьцуулах зарчимд тулгуурлан тоймлон тогтооно. Хүдэр баяжуулалтын технологийн горимыг сонгохдоо дагалдах ашигт бүрдвэрийн бүрэн авалтыг харгалзан бүтээгдэхүүн буюу баяжмалын гарц, түүний чанарын үзүүлэлтийг сорьцын лабораторийн технологийн судалгааны үндсэн дээр тогтооно. Уул уурхайн олборлох ба боловсруулах үйлдвэрийг барьж байгуулах үндсэн зардал, бүтээгдэхүүний өөрийн өртөг болон бусад эдийн засгийн үзүүлэлтийг харьцуулалтын зарчимд тулгуурлан эдийн засгийн томсгосон тооцоогоор тодорхойлно.

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

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

Хүдэржилтийн морфологи, бодисын найрлагыг нарийвчлан судлах, хүдрийн баяжуулалтын болон боловсруулалтын технологийн бүдүүвчийг оновчтой сонгож боловсруулах зорилгоор үнэлгээ өгсөн ордод болон түүний нарийвчлан судалсан хэсэгт туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт явуулж болно. Туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт нь ордын хайгуулын үе шатанд хамаарагдах бөгөөд туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт явуулах хөтөлбөрийг ашигт малтмалын ордын хайгуул ба

олборлолт эрхлэгчид боловсруулж, Монгол Улсын төрийн захиргааны холбогдох байгууллагаар хянуулж баталгаажуулна. Энэхүү хөтөлбөр нь 3 жилээс ихгүй хугацаанд хэрэгжих бөгөөд туршилт-үйлдвэрлэлийн олборлолт явуулах зорилго, үндэслэлийг сайтар тодорхойлсон, ордын хамгийн төлөөлөл сайтай, тэргүүн ээлжинд олборлолт явагдах хэсэгт төлөвлөгдсөн хөтөлбөр байна.

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

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

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

- ордын геологийн тогтцын нийлмэл байдлаар ангилсан бүлэгт тохирох зэрэглэлээр нөөцийг ангилан тооцоолсон байх;
- хүдрийн бодисын найрлага, үйлдвэрлэлийн төрөл, сортын технологийн шинж чанарыг тогтоож, үндсэн ба үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой дагалдах ашигт бүрдвэрийг иж бүрдлээр боловсруулах, гарган авах төсөл боловсруулах түвшинд нарийвчлалтай судалсан байх;
- үйлдвэрлэлийн хаягдлыг ашиглах чиглэл болон хадгалах, хамгаалах асуудлыг судлан тогтоох;
- үндсэн ашигт малтмалыг дагалдуулан ашиглаж болох бусад ашигт малтмал (хөрс хуулалтаас гарсан чулуулаг, гүний ус гэх зэрэг), тэдгээрт агуулагдаж байгаа ашигт бүрдвэрүүдийн судалгаа хийж, тоо хэмжээг тодорхойлон хэрэглэж болох чиглэлийг тогтоох;
- ордын гидрогеологи, инженер-геологи (геотехник), геокриологи, уул-геологи, экологийн болон байгалийн бусад нөхцөл, тэдгээрт нөлөөлөх хүчин зүйлсийн судалгааг байгаль орчныг хамгаалах хууль тогтоомж, уулын ажлын хөдөлмөр хамгааллын дүрэм журмыг баримтлан ордыг олборлох төсөл боловсруулахад хангалттай түвшинд нарийвчлан судлах;
- ордын геологийн тогтоц, хүдрийн биетийн морфологи ба байрших нөхцөл, ашигт малтмалын чанар, нөөцийн тоо хэмжээг тодорхойлсон үнэмшлийг ордыг бүхэлд нь төлөөлөх чадвартай хэсгийн хэмжээнд нарийвчлан судалж баталгаажуулна. Энэхүү нарийвчилсан судалгаа хийх төлөөлөх чадвар сайтай хэсгийн байрлал ба хэмжээг тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчид ордын геологийн тогтцын онцлогт тохируулан тухай бүр оновчтой сонгох;

- ашигт малтмалын олборлолт, боловсруулалтын үйл ажиллагаанаас хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийг үнэлэн тодорхойлж, түүний хорт нөлөөллийг бууруулах, хүрээлэн буй орчныг хамгаалах асуудлын талаар зөвлөмжийг боловсруулах;

- нөөцийн тооцооллын жишиг үзүүлэлтийг техник-эдийн засгийн тооцоонд тулгуурлан тогтоож, ордын үйлдвэрлэлийн ач холбогдол, уулын үйлдвэрийн цар хэмжээг найдвартай үнэлэх түвшинд тодорхойлсон байх зэрэг болно.

- Нөөцийн янз бүрийн зэрэглэл хоорондын зохимжит харьцааг тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчид болон ЭБМЗ-ийн шинжээчид гарч болох бизнесийн эрсдэлийг тооцон үзсэний үндсэн дээр тухай бүр тогтоож болно.

- Мөн уурхайг ашиглах анхны хөрөнгө оруулалтыг бүрэн нөхөх хэмжээний өртөг бүхий блокийг үйлдвэрлэлийн өндөр магадлал бүхий нөөцийн зэрэглэлээр хайгуул хийж, тооцоолсон байх нь оновчтой.

I ба II бүлгийн ордын олборлолтын төсөлд боломжтой (C) зэрэглэлийн нөөцийн хэмжээг ордын геологийн тогтцын онцлог, олборлолтын арга, системийн сонголт, адил төсөөтэй төсөлд хэрэглэсэн туршлага зэргийг харгалзан үзсэний үндсэн дээр төсөл хэрэгжүүлэгчид нь шинжээчидтэй зөвшилцөн тодорхойлж, ЭБМЗ-өөс зөвлөмж хэлбэрээр шийдвэр гаргаж болно.

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

## **8. Ордын нөөцийн дахин тооцоолол ба бүртгэлжүүлэлт**

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

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

- өмнө нь бүртгэгдсэн нөөц болон агуулгын хэмжээ олборлолтын явцад 20% ба түүнээс дээш хэмжээгээр буурч байгаа;

- үйлдвэрлэлийн өөрийн өртгийн түвшинг хадгалсаар байхад бүтээгдэхүүний үнэ бодитой, мэдэгдэхүйц хэмжээгээр (20%, түүнээс их) тогтвортой унаж байгаа;

- эрдэс түүхий эдийн чанарт тавих үйлдвэрлэлийн шаардлага өөрчлөгдөж буй;

- гүйцээх болон ашиглалтын хайгуул, олборлолтын үед батлагдаагүйн улмаас хассан ба хасахад бэлтгэсэн нөөцийн хэмжээ, мөн техник-эдийн засгийн шалтгаанаар олборлох боломжгүй болсон нөөцийн хэмжээ нь уулын үйлдвэрийн балансаас ашигт

малтмалын нөөцийг хасах журмын дагуу тогтоогдсон норм, хэмжээнээс их гарсан (20% ба түүнээс их) эсвэл буурсан гэх зэрэг тохиолдол хамаарагдана.

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

- өмнө бүртгэгдсэн нөөцийн хэмжээ олборлолтын явцад 30% ба түүнээс илүү хэмжээгээр өссөн тохиолдолд;

- үйлдвэрийн бүтээгдэхүүний дэлхийн зах зээлийн үнэ мэдэгдэхүйц хэмжээгээр, тогтвортой өсөж байгаа (жишигт тусгасан үнээс 30% ба түүнээс их хэмжээгээр өссөн);

- үйлдвэрлэлийн хүчин чадлыг ихээхэн хэмжээгээр нэмэгдүүлж чадах шинэ технологи боловсруулагдсан ба нэвтэрсэн тохиолдолд;

- хүдэр ба агуулагч чулуулаг дотор ордын үнэлгээ хийх, үйлдвэрлэлийн төсөл боловсруулах үед тооцож үзээгүй ашигт бүрдвэр болон хорт хольц илэрсэн гэх зэрэг тохиолдол хамаарна.

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

## 9. Ашигласан материал

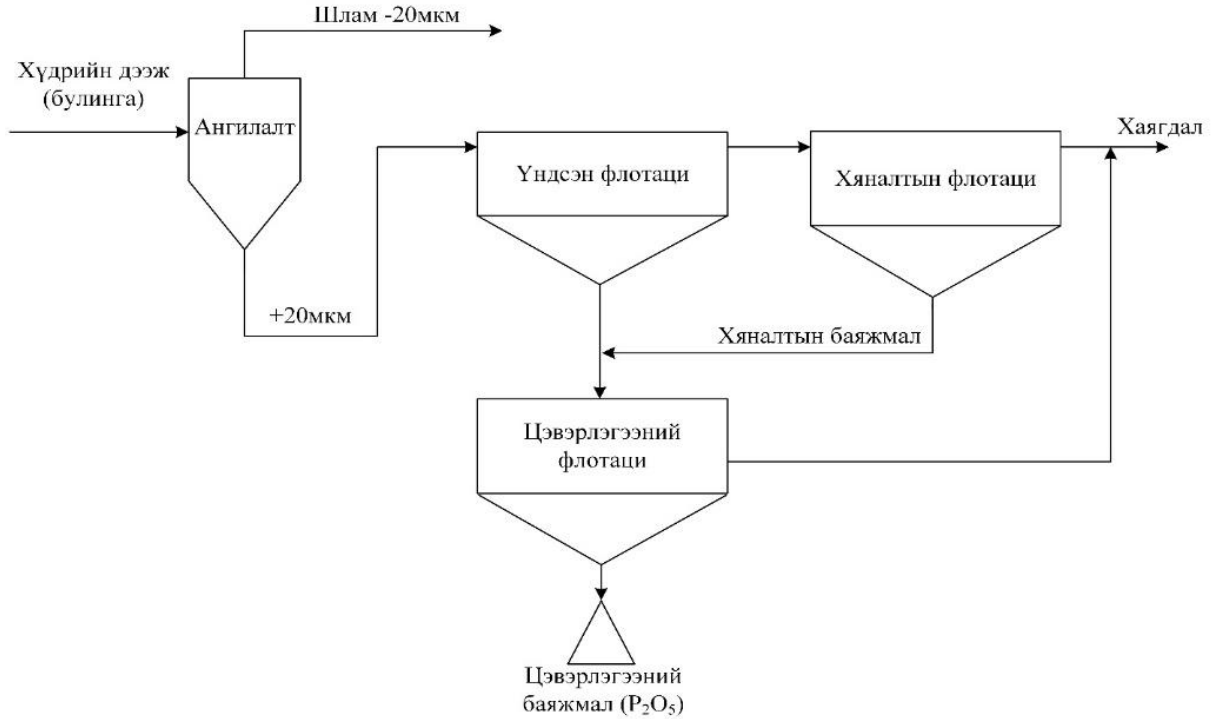
1. Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, заавар. Уул уурхайн сайдын 2015 оны 9 дүгээр сарын 11-ний өдрийн 203 дугаар тушаал.
2. “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангиллыг тухайн төрлийн ашигт малтмалд хэрэглэх аргачилсан зөвлөмж” төслийн даалгавар. Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2018 оны 08 дугаар сарын 13-ны өдрийн А/195 дугаар тушаалын хоёрдугаар хавсралт.
3. “Ашигт малтмал баяжуулах, үйлдвэрийн зураг төсөл” гарын авлага. УУЯам, АМГ, ШУТИС, Уул уурхайн инженерийн сургууль, Улаанбаатар 2013 он.
4. Ашигт малтмалын хүдэр, баяжмал, бүтээгдэхүүний боловсруулалтын түвшинд тавигдах шаардлага, ангилал, тооцох үндсэн зарчим, аргачлал. Монгол Улсын Засгийн газрын 2011 оны 193 дугаар тогтоол.
5. Ашигт малтмал эрэх, хайх, ашиглах үйл ажиллагааны журам. Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2018 оны 02 дугаар сарын 05-ны өдрийн А/20 дугаар тушаалын хавсралт.
6. Барилга, байгууламжийн инженерийн судалгааны нийтлэг үндэслэл /БНБД 11-07-19/-ийн норм, дүрэм. Барилга хот байгуулалтын сайдын 2019 оны 138 дугаар тушаал
7. Геодезийн солбицлол, өндөр тусгагийн нэгдсэн тогтолцоог батлах тухай. Монгол Улсын Засгийн газрын 2009 оны 1 дүгээр сарын 28-ны өдрийн 25 дугаар тогтоол. Улаанбаатар хот.
8. Геофизикийн судалгаа хийх заавар. Монгол Улсын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд хийгдэх цахилгаан, соронзон, гравиметр, агаарын геофизикийн зураглалын ажлыг



- гүйцэтгэх ба тайлагнах заавар, тавигдах шаардлага. 2019 он. Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2017 оны 12 дугаар сарын 12-ны өдрийн А/237 дугаар тушаал.
9. Древние структуры Монголии и их фосфоритоносность. 1996. Ж.Бямба. Хамтарсан Монгол-Зөвлөлтийн геологийн эрдэм шинжилгээний экспедици. Хариуцлагатай редактор А.Б.Дергунов, А.В.Ильин. Улаанбаатар., Хуудас 181.
  10. “Ордыг иж бүрэн судлах, дайвар бүрдвэрүүдийн нөөцийн тооцоолол хийх зөвлөмж”. ЗХУ. Москва. 2007. (Методические рекомендации по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов)
  11. Отчёт о результатах детальной разведки Буренханского месторождения фосфоритов в МНР за 1981-1984 гг с подчётом запасов по состоянию на 01.10.84 год. В.П.Осокин, В.П.Арсентьев, В.Ш.Арсланов и др. Улан-Батор. 1985.
  12. Сэдэвчилсэн болон дунд, том масштабын гидрогеологийн зураглал, ашигт малтмалын хайгуулын ажлын явцад ордын гидрогеологийн судалгаа хийх заавар, түүнд тавигдах шаардлага. 2019 он. Монгол Улсын Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2017 оны 12 дугаар сарын 12-ны өдрийн А/237 тоот тушаал.
  13. Монголын хожуу протерозой-түрүү палеозойн структур ба фосфорит. 2012. Ж.Бямба. Редактор Ө.Жамъяндорж. Улаанбаатар., Хуудас 274.
  14. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Фосфатные руды. Москва, 2007.
  15. Фосфоритын механохими. 2005. Ж.Амгалан. ШУА. Улаанбаатар, хуудас 390.
  16. CIM Mineral Exploration Best Practice Guidelines, CIM Mineral Resource and Mineral Reserve Committee, Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, Canada 2018 (mrmr.cim.org, www.cim.org)
  17. Phosphate deposits of the world. Volume 1., Proterozoic and Cambrian phosphorites. 1990 (2005). P.J. Cook, J.H. Shergold. Cambridge university press.
  18. Phosphate deposits of the world. Volume 3., Neogene to modern phosphorites. 1990 (2006). W.C. Burnett, S.R. Riggs. Cambridge university press.
  19. Завханы фосфоритын сав газар (фосфор, алт, очир эрдэнэ). 2001. Д.Доржнамжаа, Д.Соёлмаа. Улаанбаатар. Хуудас 166.
  20. Афанитовый генетический тип промышленных фосфоритов: Геологические особенности, типы руд, перспективные технологии обогащения и утилизации отходов (на примере Окино-хубсгульский бассейн). 2016. А.Ф.Георгиевский, Диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. Москва.
  21. Монголын хожуу протерозой-түрүү палеозойн структур ба фосфорит. 2012. Ж.Бямба, Улаанбаатар, Хуудас 274, зураг 91.

## 10 Хавсралтууд

Хавсралт-1



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

Хавсралт-2

### Төрөл бүрийн хүдрийн элементийн шинжилгээний дүн

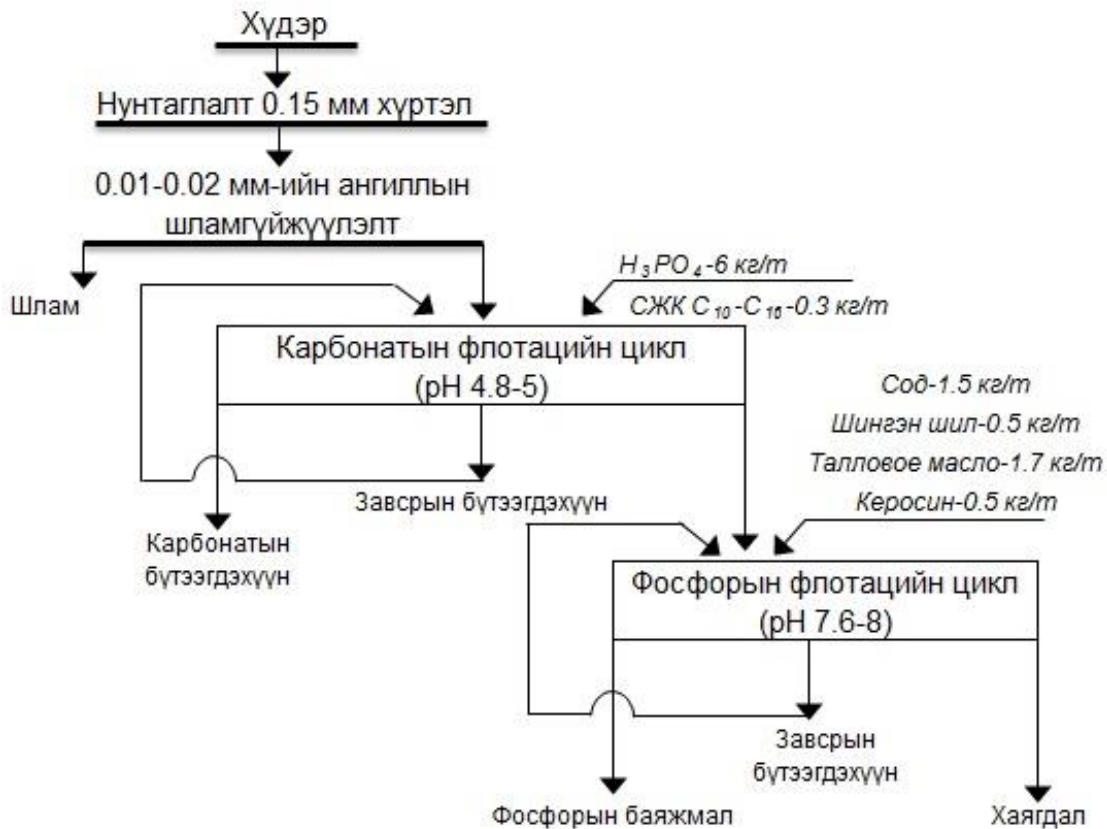
Уурхай	Хүдрийн төрөл	Элемент, %							
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MgO	CaO	CO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Хүчилд уусахгүй эд	F
Дун Шань	Нарийн ширхэглэг фосфор	10.00~11.41	9.59~9.90	32.00~32.83	21.14~23.34	0.43~1.87	0.39~1.24	18.83~18.91	0.96
Ши Шань	Нарийн ширхэглэг фосфор	12.05	9.23	33.37		3.27	2.57	10.72	
	Мангаан фосфорын давхарга	24.64	2.66	35.92	10.69	1.35	3.30	21.44	
	Гялтгануурт ширхэглэг фосфор	14.04	8.01	29.41	16.82	3.59	2.77	21.29	

## Холимог анхдагч хүдрийн элементийн шинжилгээний дүн

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

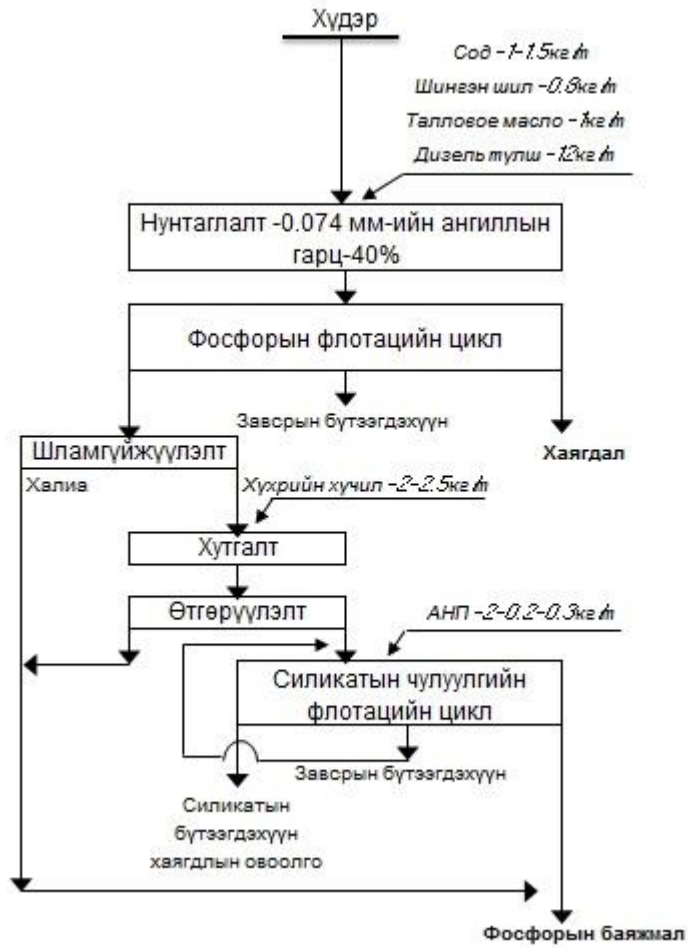
## Баяжуулах технологийн үзүүлэлт

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



**Каратау ордын фосфоритын хүдрийн флотацын ерөнхий схем**

Хавсралт-6.



**Кингисеппын ордын фосфоритын хүдрийн флотацын ерөнхий схем**

### **Зарим нэр томъёоны толь**

Биоморфоз – органик биетийн үлдэгдэл хэлбэр

Водозабор – ус татах байгууламж- усан сан

Восстающий – өгсөх далд малталт

Горные выработки – уулын малталт

Желваковые фосфориты – Булцруут фосфорит

Микро блок, элементар блок-нэгж хэсэгшил,

Пеллет-цилиндр, тайрдас хэлбэрт

Пласт – давхарга

Плащеобразные залежи - тохош хэлбэрийн хэвтэш

Подземные горные выработки – уулын далд малталт

Ракушечные фосфориты - хясаархаг фосфорит

Руда – хүдэр

Топографические карты - байрзүйн суурь зураг

Удобрение - бордоо

Фосфоритная мука – фосфоритын гурил

Штрек – Хэвтээ малталт (гадаргууд гарцгүй хүдрийн биетийн дагуу нэвтэрсэн хэвтээ малталт)