



МОНГОЛ УЛСЫН ШИНЖЛЭХ УХААН
ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ

MONGOLIAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БҮТЭЭЛИЙН ЭМХЭТГЭЛ

№4/275

Улаанбаатар хот
2020 он



МОНГОЛ УЛСЫН ШИНЖЛЭХ УХААН,
ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ
ГЕОЛОГИ, УУЛ УУРХАЙН СУРГУУЛЬ

УУРХАЙН ТЕХНОЛОГИЙН САЛБАР
ЭРДСИЙН БОЛОВСРУУЛАЛТ
ИНЖЕНЕРЧЛЭЛИЙН САЛБАР

УУЛ УУРХАЙН ТЕХНОЛОГИ, ЭДИЙН ЗАСАГ, ЭКОЛОГИ

(Эрдэм шинжилгээний 48 дугаар бага хурлын эмхэтгэл)

№2/273

ISBN 1560-8794

©УУЛ УУРХАЙН ТЕХНОЛОГИ, ЭДИЙН ЗАСАГ,
ЭКОЛОГИ

ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ 48-Р БАГА ХУРЛЫН ЭМХЭТГЭЛ

Эмхэтгэж редакторласан: Доктор (Ph.D), профессор С.Цэдэндорж
Доктор (Ph.D) Л.Жаргалсайхан

Хэвлэлийн эхийг бэлтгэсэн: Магистр Д.Ганзориг

Редакцын зөвлөл: Доктор (Ph.D), профессор Л.Пүрэв
Доктор (Ph.D), профессор С.Цэдэндорж
Доктор (Ph.D) Л.Жаргалсайхан
Доктор (Ph.D), дэд профессор К.Хавалболот

Хуудасны хэмжээ: А4
Бодит хэвлэлийн хуудас: 24 х.х
Үсгийн гарнитур: Times New Roman
Тоон хэвлэлийн аргаар 100 ширхэг хэвлэв.

ШУТИС-ийн Хэвлэлийн газарт хэвлэв.

ӨМНӨХ ҮГ

ШУТИС-ийн Уул уурхайн салбарын багш нарын эрдэм шинжилгээний 48 дугаар бага хурал зохион байгуулагдаж байна. Хуралд уул уурхайн салбарын өргөн хүрээг хамарсан нийт 40 өгүүлэл, илтгэлийг ирүүлсэн бөгөөд тэдгээрийг “Профессор, багш нарын эрдэм шинжилгээний бүтээлийн эмхэтгэл”-д нэгтгэн хэвлүүлж байна. Уурхайн технологи, чулуулгийн судалгаа, үйлдвэрлэлийн аюулгүй ажиллагаа, эрүүл ахуй, уурхайнууд дахь овоолго, ажлын болон ажлын бус бүсийн тогтворжилт, экологи, эдийн засаг, эрдсийн боловсруулалт, цахилгаан хангамж зэрэг ихээхэн чухал асуудлуудыг хөндсөн, эрдэм шинжилгээ, үйлдвэрлэлийн ач холбогдол бүхий бүтээлүүдийг энэхүү эмхэтгэлд орууллаа.

Эрдэм шинжилгээ, үйлдвэрлэлийн олон талт үйл ажиллагааны шинжилгээ, судалгаа боловсруулалтын чиглэлээр эрдэмтэд мэргэжилтэн нарын өмнө дэвшүүлэгдэж буй асуудлууд байгаа боловч нийгмийн захиалга, эрэлт хэрэгцээний талаас хангалттай бус байгааг тэмдэглэх нь зүйтэй гэж үзлээ.

Сүүлийн жилүүдэд төрийн өмчит уул уурхайн томоохон үйлдвэрүүдэд эрдэм судлалын эрэлт байвч тэдгээрийг гардан гүйцэтгэх боломж нөхцөл нь төрийн өмчийн их сургуулиуд, түүний бүрэлдэхүүний нэгжүүд, эрдэмтдийн хувьд үндсэндээ хаагдмал байна. Энэ нь “Тендерийн тухай хууль”-ийн зохицуулалтын зарим заалт “Үйлдвэрлэл-эрдэм шинжилгээ”-ний ажлыг холбох бус салгах нөхцөл болсныг харуулж байна. Иймээс эрдэмтэн судлаачид судлах асуудлуудын гадна орхигдож үндсэндээ судалгааны ажил эзэн холбогдогчгүй болж байгааг тэмдэглэж байна.

Уг нь цаг үеийн шаардлагаар судалгааны ажил өндөр түвшинд, өргөн хүрээнд явагдах ёстой нь ойлгомжтой. Хэдийгээр иймэрхүү нөхцөл байдал байгаа боловч бүтээл туурвилдаа бүтээлчээр хандаж буй эрдэмтэн багш, судлаач мэргэжилтэнгүүдэд талархал илэрхийлье.

Эрдэм судлалын ажил шинэ шатанд гарах болтугай.

Профессор С.Цэдэндорж

ГАРЧИГ

НЭГ. ОРДЫН АШИГЛАЛТ, УУРХАЙН ТЕХНОЛОГИ, ЭДИЙН ЗАСАГ, ЭКОЛОГИ

1.	БҮС НУТГУУДАД ОРШИХ ОРДУУДЫН ХҮДРИЙН ЗАХЫН АГУУЛГЫГ ТОДОРХОЙЛОХ АРГАЧЛАЛ БОЛОВСРУУЛАХ АСУУДАЛД <i>С.Цэдэндорж, Д.Ганзориг, Г.Батзаяа, Э.Самбуудорж, Ж.Ижилмаа</i>	8
2.	ЭРДЭНЭТИЙН-ОВОО ОРДЫН БАРУУН ХОЙД ХЭСГИЙН ЧУЛУУЛГИЙН ЭЗЛЭХҮҮН ЖИН ТОДОРХОЙЛСОН СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮНГЭЭС <i>Г.Амартүвшин, С.Цэдэндорж, Ц.Амарсайхан</i>	12
3.	ЭРДЭНЭТИЙН-ОВОО ОРДЫН БАРУУН ХОЙД ХЭСГИЙН ЧУЛУУЛГИЙН БАТ БӨХИЙН ШИНЖ ЧАНАРЫГ ТОДОРХОЙЛСОН СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮНГЭЭС <i>Г.Амартүвшин, С.Цэдэндорж, Ц.Амарсайхан</i>	15
4.	ЭРДЭНЭТИЙН-ОВОО ОРДЫН БАРУУН ХОЙД ХЭСГИЙН ЧУЛУУЛГИЙН ТЕХНОЛОГИЙН ШИНЖ ЧАНАРЫГ ТОДОРХОЙЛСОН СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮНГЭЭС <i>Г.Амартүвшин, С.Цэдэндорж, Ц.Амарсайхан</i>	19
5.	ЧУЛУУЛГИЙН СТРУКТУР БА ИЛ УУРХАЙН ХАЖУУГИЙН ТОГТВОРЖИЛТ <i>Л.Жаргалсайхан</i>	23
6.	ХҮДРИЙН ИЛ УУРХАЙН ХАЖУУГИЙН ТОГТВОРЖИЛТОД ЧУЛУУЛГИЙН ЦУЛЛАГИЙН ШИНЖ ЧАНАР НӨЛӨӨЛӨХ ЗАГВАРЧЛАЛЫГ БОЛОВСРУУЛАХ АСУУДАЛД <i>Б.Улаанбаатар, Т.Баяртөгс, Э.Орхон</i>	26
7.	THE END-WALL STABILITY OF “ERDENET COPPER MINING” <i>Ulaanbaatar.B.</i>	32
8.	МАССИВЫН СТРУКТУРЫН ХҮЧИН ЗҮЙЛИЙГ СУДЛАН ТЭСЭЛГЭЭНИЙ АЖЛЫН ПАРАМЕТРИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ АРГА ЗҮЙ <i>Б.Лайхансүрэн</i>	36
9.	МОНГОЛ УЛСЫН АЛТНЫ ҮНДСЭН ОРДУУДЫН ТЕХНОЛОГИ-ЭДИЙН ЗАСГИЙН ҮНЭЛГЭЭНИЙ ЗАРИМ ҮР ДҮНГЭЭС <i>Д.Ганзориг, Э.Самбуудорж, Н.Даваасамбуу, Ж.Ижилмаа</i>	40
10.	МОНГОЛ УЛСЫН НҮҮРСНИЙ ОРДУУДЫН ТЕХНОЛОГИ-ЭДИЙН ЗАСГИЙН ҮНЭЛГЭЭНИЙ ЗАРИМ ҮР ДҮНГЭЭС <i>Д.Ганзориг, Г.Батзаяа, Н.Даваасамбуу, Ж.Ижилмаа</i>	46
11.	УУРХАЙН АВТОЗАМЫН ГАДАРГУУГААС ДУГУЙД ҮЗҮҮЛЭХ ЭСЭРГҮҮЦЛИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ АСУУДАЛД <i>Ж.Оюунаа</i>	50
12.	ДӨРӨВДӨГЧИЙН ХУРДАСТ НЭВТРЭХ УУРХАЙН БОСОО ГОЛ АМНЫ МАЛТАЛТЫН ХЭЛБЭР, ХЭМЖЭЭГ ҮНДЭСЛЭХ АСУУДАЛД <i>С.Ган-Очир, О.Тэмүүл, Ц.Очир</i>	54
13.	“АРБАЯН” ГЯНТБОЛДЫН ОРДЫГ АШИГЛАХ ИЛ УУРХАЙН ТӨЛӨВЛӨЛТ <i>Ө.Ган-Од</i>	60
14.	АВДАР ТОЛГОЙН ЗЭС, МОЛИБДЕНИЙ ОРДЫН ОЛБОРЛОЛТЫН УСАН ОРЧИНД НӨЛӨӨЛӨХ НЬ <i>Н.Батсүх, М.Энхмандах, Г.Туваансүрэн</i>	63
15.	УУЛ УУРХАЙН САЛБАРЫН ЭРСДЭЛИЙН ҮНЭЛГЭЭНИЙ АРГА ЗҮЙН СУДАЛГАА <i>С.Нандинцэцэг, Ш.Халтар, С.Энхцацрал, С.Лхаахүү</i>	67

16.	ГАЗРЫН ДООР УУСГАХ АРГААР УРАНЫ ОРДОД АШИГЛАЛТ ЯВУУЛАХ ГҮН БА ҮР АШГИЙН ХАМААРЛЫН СУДАЛГАА <i>Ш.Халтар, Б.Цэрэндолгор</i>	73
17.	ЭРДЭНЭТ ҮЙЛДВЭРИЙН ХҮДРИЙН ИЛ УУРХАЙД ТЭСЭЛГЭЭНИЙ ЦООНОГТ АГААРЫН ЗАЙН ТУЛГУУР НЭВТРҮҮЛСЭН СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН <i>Д.Нямдорж, Б.Лайхансүрэн, Д.Даваасамбуу, Г.Эрдэнэ, Л.Жамсранжав</i>	76
18.	МӨНГӨН-ӨНДӨРИЙН ХОЛИМОГ МЕТАЛЛЫН ДАЛД УУРХАЙГ АГААРЖУУЛАХ СХЕМИЙН СОНГОЛТ, ТООЦООНЫ АСУУДАЛД <i>Ц.Уугангэрэл, А.Цэрэнням, М.Эрхэмбаяр, Н.Пүрэвдаш</i>	83
19.	ҮҮСМЭЛ ШОРООН ОРДЫН АЛТНЫ ТЕХНОЛОГИЙН ШИНЖ ЧАНАРЫГ СУДЛАХ АСУУДАЛД <i>С.Энхцацрал</i>	86
20.	ШИВЭЭ-ОВООГИЙН НҮҮРСНИЙ ИЛ УУРХАЙД ҮҮССЭН ХӨРСНИЙ ШИЛЖИЛТ ХӨДӨЛГӨӨНИЙ ҮЕД ҮЙЛДВЭРЛЭЛИЙН ҮЙЛ АЖИЛЛАГААНД АВСАН АРГА ХЭМЖЭЭНИЙ СУДАЛГАА <i>Б.Эрдэнэбаяр</i>	88
21.	УРАНЫГ ГАЗАР ДООР ЦООНОГООР УУСГАН ОЛБОРЛОХ АРГЫН ЭКОЛОГИЙН ХАРЬЦУУЛСАН ЦОГЦ ҮНЭЛГЭЭ <i>Н.Норов, Э.Орхон, Ц.Бат-Амгалан</i>	94
22.	НҮҮРСНИЙ УУРХАЙНУУДЫН ЭКОЛОГИ-ЭДИЙН ЗАСГИЙН АСУУДАЛ <i>Н.Уртнасан, Г.Цагаанхүү, Д.Бадамгарав</i>	97
23.	ХАЯГДАЛ ХАДГАЛАХ БАЙГУУЛАМЖИЙН БУЦАХ УСАН САНГИЙН ТУСГААРЛАХ ДАЛАНГИЙН ХАЖУУГИЙН ТОГТВОРЖИЛТЫН СУДАЛГАА <i>Б.Ганзориг, Н.Эрдэнэбулган, Г.Идэр</i>	100
24.	ХҮРЭНШАНДЫН НҮҮРСНИЙ УУРХАЙН ҮНДСЭН ТОНОГ ТӨХӨӨРӨМЖИЙН СУЛ ЗОГСОЛТЫН ШАЛТГААН <i>Б.Батгэрэл, Ц.Нансалмаа</i>	109
25.	УУЛ УУРХАЙН ХҮРЭЭЛЭН, ГЕОЛОГИ УУЛ УУРХАЙН СУРГУУЛЬТАЙ ХАМТРАН ХЭРЭГЖҮҮЛСЭН ТӨСӨЛ, СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮР ДҮН <i>Х.Жаргалсайхан</i>	112
26.	АЛТНЫ ШОРООН ОРДЫН ИЛ УУРХАЙН ХАЖУУГИЙН ТОГТВОРЖИЛТОД ҮНЭЛЭЛТ ӨГӨХ АСУУДАЛД <i>Ц.Амарсайхан, Д.Ганзориг, Г.Амартүвшин, Ц.Ариунболд, С.Цэдэндорж</i>	116
27.	УУЛ УУРХАЙН САЛБАРТ ШААРДЛАГАТАЙ СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ЧИГЛЭЛҮҮДИЙН ТАЛААР <i>Б.Бат-Очир</i>	127

ХОЁР. АШИГТ МАЛТМАЛЫН БАЯЖУУЛАЛТЫН ТЕХНОЛОГИ, БОЛОВСРУУЛАЛТ

28.	БАГА АГУУЛГАТАЙ МАНГАНЫ ИСЭЛДСЭН ХҮДРИЙГ ГРАВИТАЦИ БОЛОН ФЛОТАЦИЙН АРГААР ХОСЛУУЛАН БАЯЖУУЛАХ ТЕХНОЛОГИЙН СУДАЛГАА <i>Б.Өнөрсайхан, Н.Сугир-Эрдэнэ, Ц.Загарзүсэм, Б.Оргилбаяр, Д.Баасанжав, Ц.Соёлмаа, С.Сүхбат, Л.Жаргалсайхан, Э.Отгонжаргал</i>	130
29.	МАНГАНЫ БАГА АГУУЛГАТАЙ ХҮДРИЙГ СЭГСРЭХ ШИРЭЭГЭЭР БАЯЖУУЛАХ ТЕХНОЛОГИЙН СУДАЛГАА <i>Д.Баасанжав, Н.Сугир-Эрдэнэ, Б.Өнөрсайхан, Ц.Загарзүсэм, Б.Оргилбаяр, С.Сүхбат, Л.Жаргалсайхан, Э.Отгонжаргал</i>	134
30.	ЭРДСИЙН ХАМ ҮҮСЛИЙН СУДАЛГАА <i>О.Баттогтох, М.Агиймаа, Б.Ганбат, С.Цэсэн, Н.Мэргэнбаатар</i>	137

31. **АЛТНЫ ШОРООН ОРДЫН ГРАВИТАЦИЙН БАЯЖУУЛАЛТЫН ХАЯГДЛЫН ТЕХНОЛОГИЙН СОРЬЦЛОЛТ БА ГҮЙЦЭЭН БОЛОВСРУУЛАЛТЫН ШИЙДЛҮҮДИЙН СУДАЛГАА**
Ц.Оюунцэцэг, Я.Гомбосүрэн 146
32. **УУЛЫН ҮЙЛДВЭРИЙН ХАЯГДЛЫН АЖ АХУЙН ӨНӨӨГИЙН ЧИГ ХАНДЛАГА**
Д.Отгонбаатар..... 151
33. **СУЛЬФИД ЭРДСҮҮД ДАХЬ АЛТНЫ МЕТАЛЛ АВАЛТЫН ДЭЭШЛҮҮЛЭХ БОЛОМЖ**
Д.Отгонбаатар..... 160
34. **ХҮХРИЙН ХҮЧИЛ, ХҮХРИЙН ХҮЧЛИЙН ҮЙЛДВЭРЛЭЛ, ХЭРЭГЛЭЭ БА ЗАХ ЗЭЭЛИЙН СУДАЛГАА**
С.Дуламсүрэн..... 167
35. **БАГА ХҮЧИН ЧАДАЛТАЙ ХАЙЛУУР ЖОНШНЫ УУРХАЙНУУДЫН БАГА АГУУЛГАТАЙ ХҮДРИЙГ БАЯЖУУЛАХ ҮР АШГИЙН СУДАЛГАА**
Ц.Уугангэрэл, Х.Ариунзаяа, М.Анар-Эрдэнэ..... 170
36. **ТӨМРИЙН ХҮДРЭЭС ГАН ҮЙЛДВЭРЛЭХ ТЕХНОЛОГИЙН СУДАЛГАА**
О.Болор-Эрдэнэ, Ж.Ганбаяр 175
37. **МУШГИА ХУДГИЙН ОРДЫН ГАЗРЫН ХОВОР ЭЛЕМЕНТИЙН ХҮДРИЙГ ФЛОТАЦИЙН АРГААР БАЯЖУУЛСАН ТУРШИЛТИЙН ҮР ДҮН**
Д.Энхбат, Ч.Эрдэнэням, Ё.Мажигсүрэн, Г.Зулзаяа, Ч.Болормаа..... 180

**ГУРАВ. УУРХАЙН ЦАХИЛГААНЖУУЛАЛТ,
МЕХАНИКЖУУЛАЛТ**

38. **СБШ-250МНА-32 ӨРМИЙН МАШИНЫ КОМПРЕССОРЫН ХӨДӨЛГҮҮРИЙН ХУУРМАГ ЧАДЛЫГ НӨХӨХ БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА**
Б.Эрдэнэцэцэг, Н.Баянжаргал..... 186
39. **УУЛ УУРХАЙН САЛБАР ДАХЬ ХӨДӨЛМӨРИЙН АЮУЛГҮЙ БАЙДЛЫН МЭДЭЭЛЛИЙН БААЗЫГ БУЙ БОЛГОХ НЬ**
Б.Эрдэнэцэцэг, Б.Гантулга 190
40. **ЦАХИЛГААНЫ АЮУЛГҮЙ АЖИЛЛАГАА ХИЧЭЭЛИЙГ ВИРТУАЛЬ ЛАБОРАТОРИТОЙ ХОСЛУУЛАН СУРАЛЦАХУЙН ҮР ДҮНГ ТООЦОХ**
Б.Эрдэнэцэцэг, О.Чинбат 192

**НЭГ. ОРДЫН АШИГЛАЛТ,
УУРХАЙН ТЕХНОЛОГИ, ЭДИЙН
ЗАСАГ, ЭКОЛОГИ**

БҮС НУТГУУДАД ОРШИХ ОРДУУДЫН ХҮДРИЙН ЗАХЫН АГУУЛГЫГ ТОДОРХОЙЛОХ АРГАЧЛАЛ БОЛОВСРУУЛАХ АСУУДАЛД

С.Цэдэндорж*, Д.Ганзориг†, Г.Батзаяа*, Э.Самбуудорж*, Ж.Ижилмаа*

*Уурхайн технологийн салбар, ГУУС, ШУТИС, Улаанбаатар, Монгол улс

†Уурхайн технологийн салбар, ГУУС, ШУТИС, Улаанбаатар, Монгол улс

*Кью Эм Си ХХК, Улаанбаатар, Монгол улс

*Гложекс ХХК, Улаанбаатар, Монгол улс

*Уурхайн технологийн салбар, ГУУС, ШУТИС, Улаанбаатар, Монгол улс

Хураангуй – Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд Монгол улсад бүтгэгдээд байгаа хүдрийн ордуудын кондицийн шалгуур үзүүлэлтүүд, эдийн засгийн гол үзүүлэлтүүдийг өнөөгийн эдийн засгийн үзүүлэлтүүдтэй харьцуулж, өөрсдийн захын агуулга тодорхойлох аргачлалыг боловсруулав.

I. УДИРТГАЛ

Ордын хайгуулын үе шатанд, уурхайн уулын ажлын дунд болон урт хугацааны төлөвлөлтөд нөөцийн тооцоо, үнэлгээ хийхэд зайлшгүй чухал тулгуур нөхцөл бол хүдрийн кондицийн үндэслэл юм. Хүдрийн ашигт малтмалын кондицийн шалгуур, босго үзүүлэлтүүдээс хүдрийн захын агуулгыг тооцож тогтооход орлого, зардал гэсэн эдийн засгийн үзүүлэлтүүдийг авч үзэх зайлшгүй шаардлага бий. Уг хүдрийг олборлож боловсруулаад бүтээгдэхүүн болгож боловсруулснаас олох орлого нь үйлдвэрлэл үйл ажиллагаанд гарах зардлаас давж байвал ашигтай буюу өгөөжтэй байх нөхцөл болдог. Хүдрийн агуулга хэдийчинээ өндөр бол төдийчинээгээр их ашиг олох нөхцөл бүрдэх ба уг чанарын үзүүлэлт буурахын хирээр ашиг багасах ба орлого зарлагын ялгавар нь “0” (тэг) болох тэр агуулгыг хүдрийн захын агуулга гэж үздэг. Тэг ашиг өгөхөөс доош агуулгатай хүдэр өгөөж өгөх биш харин алдагдалд хүргэх учир тэр торгон зааг буюу хүдрийн захын агуулгыг тооцож тогтоох нь шинээр ордын судалгаа хийх үе шатанд болоод үйлдвэрлэл явуулж буй уурхайн захын агуулгууд хожмын үе шатуудад ч зайлсхийх аргагүй асуудал болж байдаг.

Монгол улсын голлох ашигт малтмалын хэтийн төлөвийн судалгаа гэсэн томоохон төсөлд ШУТИС-ийн Уул уурхайн салбарын судлаачдын баг оролцож Монгол улсын эдийн засгийн 4 бүс нутагт буй нөөц нь бүртгэгдсэн болоод ирээдүй бүхий таамаг нөөц бүхий ордуудыг олон талын хүчин зүйлүүдийн холбогдлоор судалж баримт материалуудыг нэгтгээд байна.

II. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Судалгааны явцад бүс нутаг бүрт хамаарах голлох ашигт малтмалуудын геологи-технолог-эдийн засгийн чадамжийг үнэлэх, эзэлж буй байр суурийг тогтоох зэрэг улс орны эрдсийн баялгийн хөгжлийн стратегийг тодорхойлоход үндэс суурь болох үр дүн, гарч буйг тэмдэглэхийн зэрэгцээ цаашид мөрдлөг болгох зарим асуудал тухайлбал хүдрийн ашигт малтмалын кондицийн шалгуур үзүүлэлтийн нэг захын агуулгыг тойм тооцоо,

урьдчилсан үнэлгээ, хэтийн зорилтуудын хүрээнд хэрхэн тооцоолж болох вэ гэдэгт хариулт өгөхийг зорилоо. Ерөнхий байдлаар хүдрийн захын α_{min} (%) агуулгыг таваарын баяжмал гаргах нөхцөлөөр дараах томъёоллоор тооцдог:

$$\alpha_{min} = \frac{10^2 \cdot Z_{06}}{Y_{T6} \cdot K_a \cdot \beta \cdot \eta_6} \quad (1)$$

Үүнд:

Z_{06} – олборлолт, баяжуулалт, тээвэрлэлт болон бусад процесс, үйл ажиллагааны өртөг, төг/тн

Y_{T6} – таваарын баяжмалын борлуулах үнэ, төг/тн

K_a – нөөц авалтын коэффициент

β – металл авалтын коэффициент

η_6 – бохирдлыг тооцох үзүүлэлт буюу коэффициент

Бүс нутгуудын зонхилох ашигт малтмалын судалгаагаар дээр 1-р томъёололд тусгагдсан зэрэг Z_{06} , Y_{T6} зэрэг зардал, орлогын үзүүлэлтүүийг 2019-2020 оны эдийн засгийн өгөгдлөөр тооцоолох боломж гарсан. Эдгээр үзүүлэлтүүд тогтмол тоон үзүүлэлт байх боломжгүй бөгөөд бүс нутгийн хүрээнд хамаарах орд бүрийн мөн орд бүрийн нөөцийн үнэлгээний үе шаг бүрт өөрчлөгдөх үзүүлэлт юм. Энэ нь тухайн ашигт малтмалын борлуулалтын үнийн өөрчлөлт, уул уурхайн үйлдвэрлэлийн болон үйл ажиллагааны зардлыг өөрчлөлтөөс хамаарна.

Дээрх нөхцөл байдлыг бодолцон үзээд шинээр судлагдаж буй хүдрийн орд, ашиглагдаж буй уурхайн хувьд хүдрийн захын агуулгыг тооцож тодорхойлоход дараах томъёоллыг санал болгож байна.

$$\alpha'_{min} = \frac{10^2 \cdot (Z_{06} \pm \Delta Z_{06})}{(Y_{T6} \pm \Delta Y_{T6}) \cdot K'_a \cdot \beta' \cdot \eta'_6} \quad (2)$$

Үүнд:

Z_{06} – 2019-2020 оны масштабаар тухайн бүс нутагт, тухайн ашигт малтмал олборлоход гарах өртөг, төг/тн

$\pm \Delta Z_{06}$ – өртөг өсөх (+) буюу буурах (-) үзүүлэлт, төг/тн

Y_{T6} – 2019-2020 оны масштабаар тухайн бүс нутгаас олборлох боловсруулсан тухайн ашигт малтмалын борлуулалтын үнэ, төг/тн

$\pm \Delta Y_{T6}$ – үнэ өсөх (+) буюу буурах (-) үзүүлэлт, төг/тн

Дээрх 2-р томъёолол нь хүдрийн захын агуулгыг 2019-2020 оны байдлаар хийсэн үйлдвэрлэлийн болон үйл ажиллагааны зардлын дундчилсан үзүүлэлт, мөн борлуулалтын үнийн үзүүлэлтийг

суурь өгөгдөхүүн болгоод эдгээр нь эдийн засгийн тодорхой нөхцөлд буюу хилийн алслагд, ордын байршил, дэд бүтцийн нөхцөл зэргийг бодолцсон $\pm\Delta Z$ (төг/тн) зардлын өөрчлөлт, үнийн масштабыг (биржийн үнэ, гарах үнэ гэх мэт) бодолцсон $\pm\Delta Y$ (төг/тн) орлогын өөрчлөлт зэргийг тусгаж тооцоолох боломжийг бүрдүүлнэ гэж үзэж байна.

Тухайн аргачлалыг хэрэглэхэд дараах мөрдлөгийг санал болгож байна.

1. Тухайн бүс нутаг (жишээ нь зүүн бүс)-т буй тухайн нэр төрлийн хүдэр (жишээ нь төмрийн хүдэр)-ийн ордыг ашиглахад гарч буй $Z_{об}$ (төг/тн) өртөг, олж буй орлого $Y_{тб}$ (төг/тн) зэргийг 2019-2020 оны масштабаар авна.
2. Тухайн бүс нутагт шинээр судлагдаж буй тухайн нэр төрлийн хүдрийн ордын байршил, дэд бүтцийн нөхцөл, голлох материал (түлш, эрчим хүч, ус гэх мэт)-ын үнэ тариф зардлын (+) өсөлтийг эсвэл (-) бууралтыг тооцож $\pm\Delta Z_{об}$ -ийн хэмжээг тогтооно.
3. Мөн $\pm\Delta Y_{тб}$ (төг/тн)-ийг судлаж тогтооно.
4. 2-р томъёонд тусгагдсан K'_a , β' , η_6 үзүүлэлтүүдийн тоон утгыг тогтооно.
5. 2-р томъёогоор α'_{min} (%) хүдрийн захын агуулгыг бодож тоон утгыг тогтооно.

Энэхүү аргачлалын давуу тал нь:

1. Ордын хувьд $Z_{об}$, $Y_{тб}$ үзүүлэлтүүдийг нэг бүрчлэн бүх элементүүдийг оролцуулан шинээр бодох нүсэр тооцоо хийхээс зайлсхийж ажиллагааг хөнгөвчлөх, цаг хожих боломжтой.
2. $\pm\Delta Z_{об}$ ба $\pm\Delta Y_{тб}$ үзүүлэлтүүдийг бодож тооцоолох нь ажиллагаа багатайгаас гадна харьцангуй өндөр үнэмшилтэй үзүүлэлтүүдийг гарган авч болно.

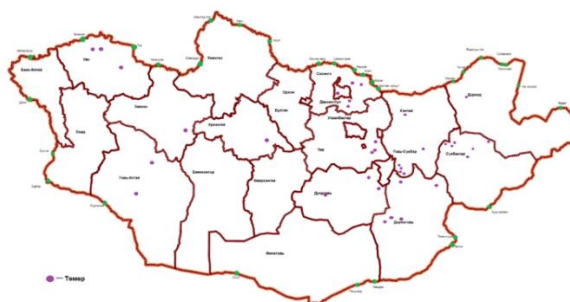
III. ТӨМРИЙН ХҮДРИЙН ОРДУУДЫН ҮНЭЛГЭЭ

Монгол улсын ашигт малтмалын нөөцийн санд бүртгэгдсэн төмрийн хүдрийн ордуудын геологийн нөөцийн тайлан, техник-эдийн засгийн үндэслэл боловсруулагдсан 73 орд байна¹. Энэхүү ордуудыг Монгол улсын эдийн засгийн бүсчлэлээр ангилан дараах хүснэгтээр үзүүлээ.

1-р хүснэгт

Эдийн засгийн бүсүүд дэх төмрийн хүдрийн ордууд				
Ашигт малтмалын төрөл	Баруун бүс	Хангайн бүс	Төвийн бүс	Зүүн бүс
Төмөр	5	5	39	24

Судалгааны ажлаар нийт 73 төмрийн хүдрийн ордын хүрээнд суурь үнэлгээний ажлыг хийж гүйцэтгэв. Үүнээс 5 орд Баруун бүсэд, 5 орд Хангайн бүсэд, 39 орд Төвийн бүсэд, 24 орд Зүүн бүсэд тус тус хамаарч байна. Төмрийн хүдрийн ордууд Төв болон Зүүн бүсэд илүү зонхилж байна.



Зураг 1. Монгол улсын төмрийн хүдрийн ордуудын тархалтын зураг²

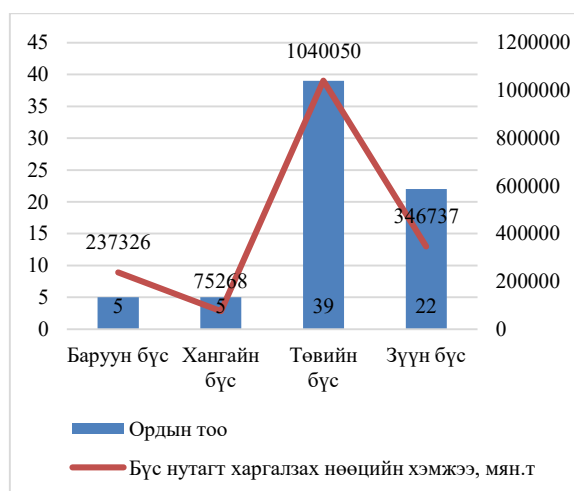


График 1. Эдийн засгийн бүсчлэлээр төмрийн хүдрийн ордуудын нөөцийн хэмжээ

¹ Монголын ашигт малтмалын ордуудын товч мэдээлэл, Ашигт малтмалын газар, Геологийн мэдээллийн төв, Улаанбаатар, 2017 он.

² <https://cmcs.mrpam.gov.mn/cmcs#c=Map>

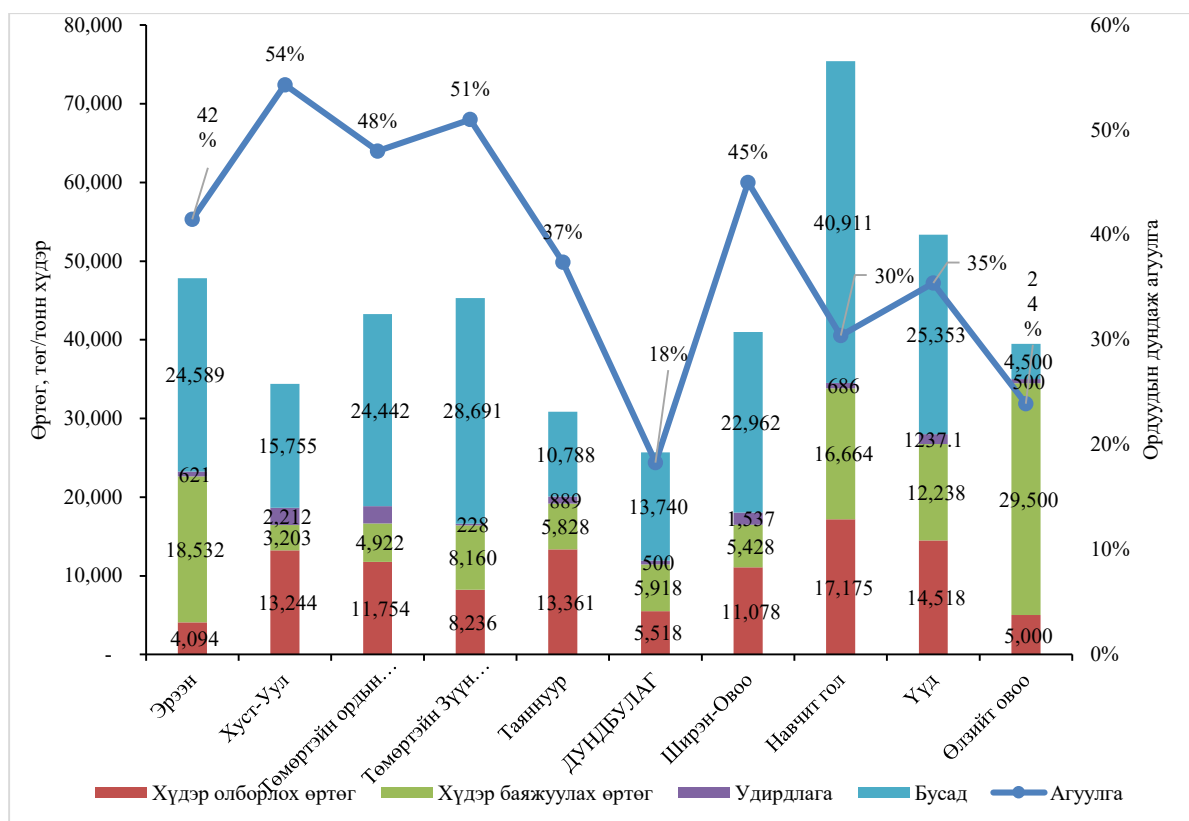


График 2. Төмрийн хүдрийн ордуудын зардлын үзүүлэлтүүдийн ангилал

2-р хүснэгт

Монгол улсын төмрийн хүдрийн ордуудын геологи-эдийн засгийн загвар үндсэн үзүүлэлтүүд

Ордын нэр	Агуулга	Хүчин чадал	Ашиглалтын жил	Металл авалт, %	Нэгж бүтээгдэхүүний үнэ цэнэ	Хүдэр олборлох өртөг	Хүдэр баяжуулах өртөг	Удирдлага	Бусад	Зардал агуулга, х	Эрэмбэ
Эрэн	42%	2,600	9	68	140,000	4,094	10,000	621	24,589	13%	1
Хуст-уул	54%	977	7	90	140,000	13,244	3,203	2,212	15,755	12%	2
Төмөртэйн ордын зүүн хэсгийн баруун	48%	1,016	17	90	140,000	11,754	4,922	2,169	24,442	12%	3
Төмөртэйн зүүн хэсгийн зүүн	51%	7,000	12	88	140,000	8,236	8,160	228	28,691	11%	4
Төмөрчулуут	37%	1,000	10	76	140,000	10000	5000	1000	23000	12%	5
Таяннуур	37%	10,000	5	80	140,000	13,361	5,828	889	23,000	14%	6
Дундбулаг	18%	2,000	14	63	140,000	5,518	5,918	500	13,740	10%	7
Ширэн-овоо	45%				140,000	11,078	5,428	1,537	22,962	12%	8
Навчит гол	30%	800	11	85%	140,000	17,175	16,664	686	40,911	26%	9
Үүд	35%	390	9	82	140,000	14,518	12,238	1237.1	25,353	20%	10
Өлзийт овоо	24%	3,000	12	81.8	140,000	5,000	29,500	500	23,000	25%	11
Баргилт овоо	32%	300	21	79.3	140,000	25,646	5,000	1000	23,000	22%	12
Эрвэй хошууны овоо	57%	500	21	95	140,000	10,000	5,000	1000	23,000	11%	13
Тампын гол мянгажигүүр	40%	600	14	83.7	140,000	18,978	11,951	1000	23,000	23%	14
Цахурт овоо	56%	3,200	25	76.2	140,000	10,144	13,814	1000	23,000	18%	15
Өлзийт овоо	24%	3,000	12	81.8	140,000	15,102	4,275	1000	23,000	14%	16

Бүс нутагт сонгогдсон төмрийн хүдрийн ордуудын геологи-эдийн засгийн үндсэн суурь үзүүлэлтүүдийг харьцуулж ашигт малтмалын районы жишиг кондицийг тодорхойлсон. Кондицийн шалгуур үзүүлэлт хангаж буй захын агуулга нь баруун бүсэд- 24%, хангайн бүсэд- 30%, төвийн бүсэд-22%, зүүн бүсэд-29% байна. Үүнээс доош захын агуулгатай төмрийн хүдэр нь орд болохгүй юм.

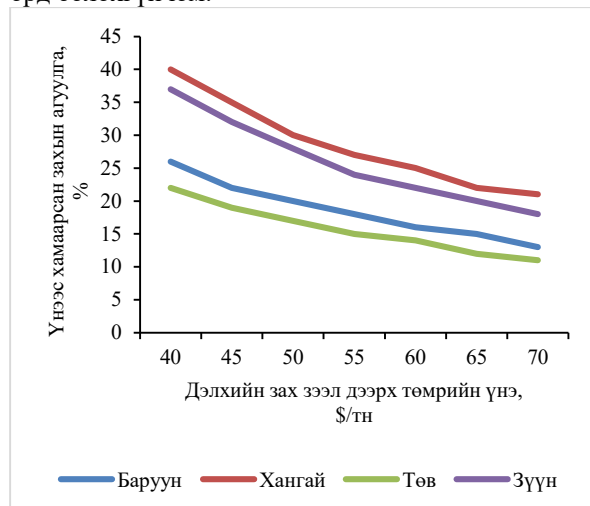


График 3. Төмрийн хүдрийн ордуудын захын агуулга болон төмрийн үнийн хамаарлын ангилал

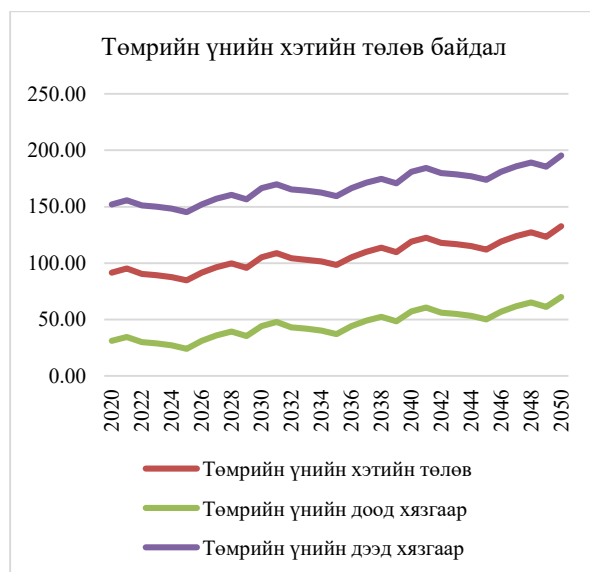


График 4. Төмрийн үнийн хэтийн төлөв

Судалгааны ажлын үр дүнгээр нийт 14 орд хасагдсан бөгөөд энэхүү ордууд нь өнөөгийн нөхцөлд ашиглахад үр ашиггүй юм.

Энэхүү ордууд нь эдийн засгийн бүсчлэлээр баруун бүсэд 1 орд, төвийн бүсэд 6 орд, зүүн бүсэд 7 орд байршиж байна.

ДҮГНЭЛТ

Судалгаагаар дараах дараах дүгнэлтийг гаргалаа. Үүнд:

1. Санал болгож буй хүдрийн захын агуулгыг тодорхойлох аргачлал нь хэрэглээний хувьд

хялбар, үнэмшил өндөртэй үзүүлэлтийг тооцоолох боломжийг бүрдүүлнэ гэж үзэж байна.

2. Энэхүү аргачлалыг шинээр судлагдаж буй орд болон ажиглалт явуулж буй уурхайн хүдрийн захын агуулгын тооцоонд ашиглах боломжтой гэж үзлээ.
3. Эдийн засгийн бүс нутаг тус бүрээр кондицийн шалгуур үзүүлэлтүүдийг хангаж буй геологийн захын агуулгыг тооцож гаргасанаар эрэл, хайгуулын явцад өнөөгийн үнэ цэнээр эдийн засгийн эргэлтэнд орох боломжтой ордуудыг тодорхойлох боломжтой болж байна.
4. Зарим ордуудын зардлын үзүүлэлтүүд нь (ТЭЗҮ дээрх) бусад ордуудын зардлын үзүүлэлтүүдтэй харьцуулахад хэт зөрүүтэй байгаа нь тухайн ТЭЗҮ дээрх тооцоо нь үнэмшил багатай байгааг илэрхийлж байна.
5. Баруун, хангай болон зүүн бүсэд дэд бүтцийн хөгжил (гадаад тээврийн зам, эрчим хүч) сул байгаа нь тухайн бүс нутаг дахь ордуудын ашиглалтын зардал нэмэгдэж байгаагаас тухайн ордоос олох ашиг буурах, цаашлаад ашиглах боломжгүй болж байна.
6. Нөөцийн эрэмбээр ангилахад зарим ордууд нь эхний 5 дотор эрэмблэгдэж байсан бол эдийн засгийн загвар үндсэн үзүүлэлтүүдээр тооцож эрэмблэхэд тухайн орд нь эдийн засгийн эргэлтэнд орох боломжгүйг тогтоосон.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. Н.Даваасамбуу, "Ашигт малтмалын ордуудын ашиглалтын өмнөх чадамжийн үнэлгээний арга зүй", Нэг сэдэвт бүтээл, Улаанбаатар, 2015 он
- [2]. Монголын ашигт малтмалын ордуудын товч мэдээлэл, Ашигт малтмалын газар, Геологийн мэдээллийн төв, Улаанбаатар, 2017 он.
- [3]. Jean-Michel Rendu "An introduction to cut-off grade estimation", New York, second edition 2014.
- [4]. Ж.Бямба-Юу, С.Цэдэндорж, Уул уурхайн үйлдвэрүүдийн техник-эдийн засгийн шинжилгээ, Улаанбаатар, 2009 он.
- [5]. <https://cmcs.mrpam.gov.mn/cmcs>

ЭРДЭНЭТИЙН-ОВОО ОРДЫН БАРУУН ХОЙД ХЭСГИЙН ЧУЛУУЛГИЙН ЭЗЛЭХҮҮН ЖИН ТОДОРХОЙЛСОН СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮНГЭЭС

Магистр Г.Амартүвшин*, Проф. С.Цэдэндорж†, Доктор (Ph.D) Ц.Амарсайхан*

*ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн салбар

†ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн салбар

* ШУТИС-ийн Уул уурхайн төсөл судалгааны төв

Хураангуй-Эрдэнэтийн овоо ордын Баруун хойд хэсгийн ил уурхайн талбайгаас 799 ширхэг дээж авч бэлтгэн чулуулгийн эзлэхүүн жинг Геологи, уул уурхайн сургуулийн “Чулуулгийн физик, бутлалтын сургалт, судалгааны лаборатори”-д усан статик аргаар тодорхойлсон. Туршилтын үр дүнг ашиглан чулуулгийн эзлэхүүн жин ил уурхайн уулын ажлын дунд хугацааны төлөвлөлтийн үе шатанд хэрхэн өөрчлөгдөхийг судалсан. Үр дүнгийн үзүүлэлтүүд нь Эрдэнэтийн овоо ордын Баруун хойд хэсгийн ил уурхайн 2020-2022 онд явагдах уулын ажлын хүрээнд хамрагдах чулуулгийн шинж чанарыг төлөөлнө гэж үзэж байна.

1. Чулуулгийн эзлэхүүн жин тодорхойлсон аргачлал

Чулуулгийн эзлэхүүн жин тодорхойлоход ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургуулийн “Чулуулгийн физик, бутлалтын сургалт, судалгааны лаборатори”-д МН-600Z маркийн багаж ашиглав. Уг багаж нь ASTM C39, ASTM C128, ASTM C127, AASHTOT 84, JIS, GB/T23561 стандартын дагуу, Архимедийн хуулийн үндсэн дээр чулуулгийн эзлэхүүн жинг усан статик аргаар тодорхойлдог.

Лабораторийн нөхцөлд МН-600Z маркийн багажаар 600 гр хүртлэх жинтэй дээжийг бэлтгэн чулуулгийн эзлэхүүн жинг тодорхойлно. Дээж нь зөв болон зөв бус хэлбэртэйгээр бэлтгэгдэж болно. Багажийн тусламжтайгаар дээжийн хуурай үеийн жин, усан доторх жин, чулуулаг усанд ханаж тогтворжсоны дараах нойтон үеийн жинг тус тус хэмжин чулуулгийн эзлэхүүн жин, хувийн жин, нүх сүвшил, ус шингээлт зэрэг үзүүлэлтүүдийг тодорхойлно. Чулуулгийн эзлэхүүн жинг дараах томъёогоор тодорхойлно. [1], [6], [7]

- Чулуулгийн эзлэхүүн жин

$$SG = \frac{G_1}{G_3 - G_2}, \text{гр/см}^3 \quad (1)$$

G_1 – Дээжийн хуурай үеийн жин, гр

G_2 – Дээжийн усан доторх жин, гр

G_3 – Дээжийн нойтон үеийн жин, гр

2. Чулуулгийн эзлэхүүн жин, хувийн жин, нүх сүвшил тодорхойлсон үр дүн, боловсруулалт

Судалгааны ажлын хүрээнд ил уурхайн талбайгаас авч бэлтгэсэн 686 ширхэг талбайн дээж, 42 цооногоос авч бэлтгэсэн 113 ширхэг чөмгөн дээж, нийт 799 ширхэг дээж дээр туршилт хийж чулуулгийн эзлэхүүн жинг тодорхойлсон. Туршилтын үр дүнг чулуулгийн төрөл тус бүрээр,

ил уурхайн талбайд тархсан байдлаар, ашиглалтын түвшинд хэрхэн хамаарч байгаагаар тус тус ялгаж харуулав.

2.1. Туршилтын үр дүн /чулуулгийн төрлөөр/

Туршилт хийсэн 799 дээжийн эзлэхүүн жинг тодорхойлсон дундаж үр дүнг чулуулгийн төрөл тус бүрээр гаргаж дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

1-р хүснэгт
Чулуулгийн төрөл тус бүрээр тодорхойлсон эзлэхүүн жин, хувийн жин, нүх сүвшил, ус шингээлтийн дундаж утга

д/д	Чулуулгийн төрөл	Дээжийн тоо	Эзлэх хувь, %	Эзлэхүүн жин, гр/см ³
1	Андезит	42	5.3%	2.66
2	Андезит базальт	6	0.8%	2.62
3	Андезит порфир	1	0.1%	2.60
4	Биотитод гранодиорит	64	8.0%	2.60
5	Биотитод гранодиорит порфир	2	0.3%	2.60
6	Гранодиорит порфир	204	25.5%	2.61
7	Гранит	1	0.1%	2.57
8	Гранодиорит	291	36.4%	2.61
9	Гранодиорит / метасоматит/	1	0.1%	2.71
10	Кварц плагиоклаз порфир	3	0.4%	2.58
11	Метасоматит	137	17.1%	2.67
12	Плагиоклаз порфир	24	3.0%	2.61
13	Плагиопорфир	2	0.3%	2.49
14	Риолит	7	0.9%	2.64
15	Сиенит	9	1.1%	2.62
16	Сиенит порфир	5	0.6%	2.63

Туршилт хийсэн 799 дээжийн 36.4 хувийг гранодиорит, 25.5 хувийг гранодиорит порфир, 17.1 хувийг метасоматит үлдсэн 21 хувийг бусад төрлийн чулуулгууд эзэлж байна. Эндээс:

- Чулуулгийн эзлэхүүн жин дунджаар гранодиоритод 2.61 гр/см³, гранодиорит порфирт 2.61 гр/см³, метасоматит 2.67 гр/см³, бусад чулуулагт 2.49-2.71 гр/см³ хооронд хэлбэлзэж байна.

Эзлэхүүн жин болон нүх сүв тодорхойлсон дундаж үр дүнг чулуулгийн төрөл бүрээр ялгаж дараах графикт үзүүлэв.

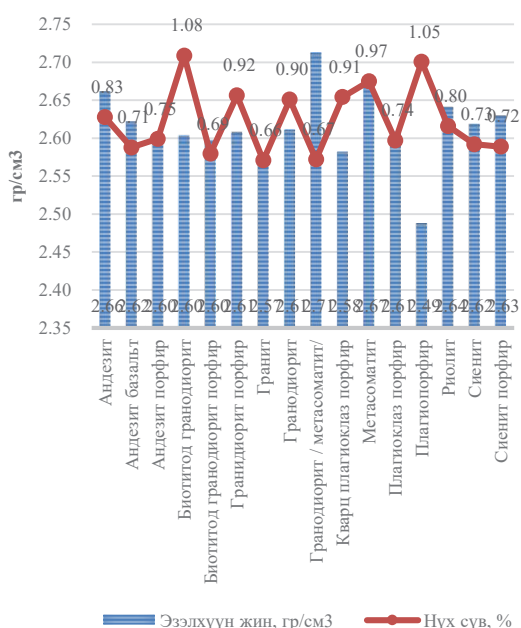


График 2. Чулуулгийн эзлэхүүн жин болон чулуулгийн төрөл бүрийн эзлэх хувь

2.2. Туршилтын үр дүн /статистик боловсруулалтаар/

Нийт хэмжилтийн үр дүнгээр чулуулгийн эзлэхүүн жин 2.38-2.96 г/см³ хооронд тус тус хэлбэлзэж байна.

Чулуулгийн эзлэхүүн жин тодорхойлсон туршилтын үр дүнд математик статистик боловсруулалт хийж үр дүнг дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

Математик статистик боловсруулалтын үр дүн					
№	Статистик үзүүлэлтүүд	Эзлэхүүн жин, г/см³	Нүх сүв, %	Хувийн жин, г/см³	Ус шингээлт, %
Ерөнхий статистик					
1	Дээжийн тоо	799	799	799	799
2	Дундаж утга	2.62	0.92	2.65	0.35
3	Алдаа	0.07	0.65	0.07	0.26
4	Медиан	2.61	0.80	2.64	0.31
5	Хамгийн их утга	2.96	10.36	2.97	4.17
6	Хамгийн бага утга	2.38	0.07	2.40	0.03
Талбайн дээж					
1	Дээжийн тоо	686	686	686	686
2	Дундаж утга	2.62	0.96	2.65	0.37
3	Медиан	2.61	0.83	2.63	0.32
4	Хамгийн их утга	2.96	10.36	2.97	4.17
5	Хамгийн бага утга	2.38	0.07	2.40	0.03
Чөмгөн дээж					
1	Дээжийн тоо	113	113	113	113
2	Дундаж утга	2.64	0.67	2.66	0.25
3	Медиан	2.64	0.62	2.66	0.23
4	Хамгийн их утга	2.80	2.06	2.82	0.85
5	Хамгийн бага утга	2.42	0.17	2.45	0.06

Туршилтын үр дүнд хийсэн математик статистик боловсруулалтын үр дүнгээс харахад хэмжилтийн дундаж утга чулуулгийн эзлэхүүн жин 2.62 г/см³ байна.

Чулуулгийн эзлэхүүн жингийн ерөнхий хамгийн өндөр утга метасоматитад 2.96 г/см³, хамгийн бага утга Гранодиоритод 2.38 г/см³, дундаж хамгийн өндөр утга метасоматитад 2.67 г/см³, дундаж хамгийн бага утга Плагнопорфирт 2.49 г/см³ байна.

Талбайн дээжийн хувьд чулуулгийн эзлэхүүн жин дунджаар 2.62 г/см³ чөмгөн дээжийн хувьд чулуулгийн эзлэхүүн жин дунджаар 2.64 г/см³ байна. Эндээс үзэхэд чулуулгийн эзлэхүүн жин гүний чулуулагт 1 хувиар нэмэгдсэн үзүүлэлт гарч байна.

2.3. Туршилтын үр дүн /ашиглалтын түвшингээр/

Чулуулгийн эзлэхүүн жин тодорхойлсон туршилтын үр дүнг ил уурхайн ашиглалтын түвшингээр ялган дараах зурагт харуулав. Ил уурхайн ашиглалтын түвшингээс хамаарч чулуулгийн эзлэхүүн жин 2.54-2.69 г/см³ хооронд хэлбэлзэж байна. Чулуулгийн эзлэхүүн жин болон нүх сүв нь гүний түвшингээс хэрхэн хамаарч байгааг дараах графикаас харна уу.

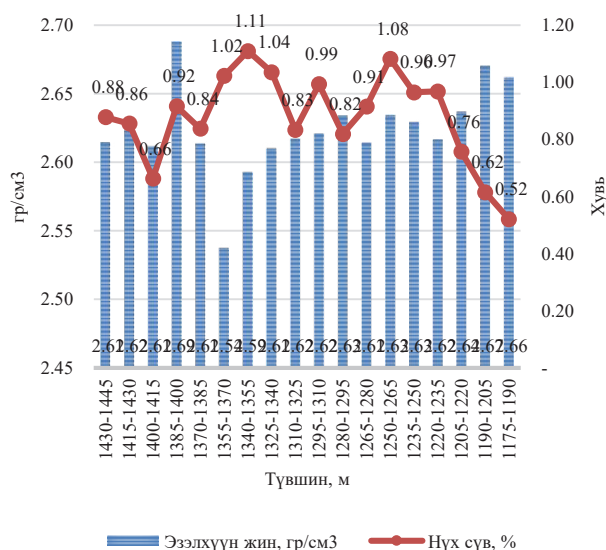
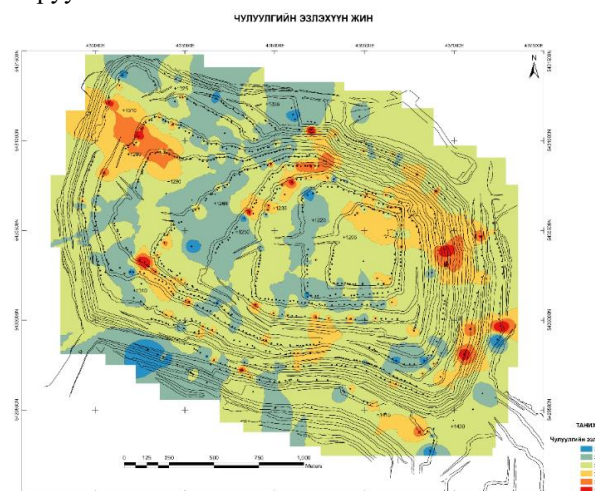


График 3. Чулуулгийн эзлэхүүн жин, нүх сүв гүний түвшингээс хамаарах хамаарал

Дээрх графикаас харахад ашиглалтын 1385 түвшинд чулуулгийн эзлэхүүн жин туршилтын дундаж үр дүнгээс 2.7%-р илүү, нүх сүв туршилтын дундаж үр дүнтэй адил байна. Харин ашиглалтын 1355 түвшинд чулуулгийн эзлэхүүн жин туршилтын дундаж үр дүнгээс 3.1%-р бага, нүх сүв туршилтын дундаж үр дүнгээс 10.8%-р их байна. Ил уурхайн одоогийн ёроолын түвшин болох 1205 м түвшингээс дээш бусад түвшинд чулуулгийн эзлэхүүн жин туршилтын дундаж үр дүнтэй адил байна. 1205 м түвшингээс доош 30 м гүнд чулуулгийн эзлэхүүн жин 2 хувиар ихсэж, нүх сүв 50-70 хувиар буурсан үзүүлэлттэй гарсан байна.

2.4. Туршилтын үр дүн /Тархалтаар/

Судалгааны ажлын үр дүнгээр чулуулгийн эзлэхүүн жин ил уурхайн талбай хүрээнд хэрхэн тархаж байгааг 3-р зурагт харуулав. Уг тархалтын зурагт хөх өнгөөр 2.38-2.55 гр/см³, цэнхэр өнгөөр 2.55-2.6 гр/см³, бүдэг ногоон өнгөөр 2.6-2.65 гр/см³, шар өнгөөр 2.65-2.70 гр/см³, улаан шар өнгөөр 2.70-2.75 гр/см³, улаан өнгөөр 2.75-2.99 гр/см³ эзлэхүүн жинтэй чулуулгаар ялгаж харуулав.



Зураг 1. Эрдэнэтийн ил уурхай дахь чулуулгийн эзлэхүүн жингийн тархалтын зураг

Чулуулгийн эзлэхүүн жингийн тархалтын зургаас харахад 2.55-2.60 гр/см³ (цэнхэр), 2.60-2.65 гр/см³ (бүдэг ногоон), 2.65-2.70 гр/см³ (шар) эзлэхүүн жинтэй чулуулаг зонхилох байдлаар тархаж байна. Ил уурхайн талбайн хүрээнд чулуулгийн эзлэхүүн жин дараах хувь хэмжээтэйгээр тархсан байна. Үүнд:

- 2.38-2.55 гр/см³ (хөх) эзлэхүүн жинтэй чулуулаг - 10%
- 2.55-2.60 гр/см³ (цэнхэр) эзлэхүүн жинтэй чулуулаг - 23%
- 2.60-2.65 гр/см³ (бүдэг ногоон) эзлэхүүн жинтэй чулуулаг - 42%
- 2.65-2.70 гр/см³ (шар) эзлэхүүн жинтэй чулуулаг - 15%
- 2.70-2.75 гр/см³ (улбар шар) эзлэхүүн жинтэй чулуулаг - 10%
- 2.75-3.00 гр/см³ (улаан) эзлэхүүн жинтэй чулуулаг - 6%

Чулуулгийн эзлэхүүн жин тодорхойлсон туршилтын үр дүнг 2016 онд боловсруулсан ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургуулийн “Тэсэлгээний технологийн төв”-ийн боловсруулсан “Эрдэнэтийн Овоо ордын Баруун хойд хэсгийн чулуулгийн механик шинж чанарын судалгаа”-ны ажлын хүрээнд чулуулгийн эзлэхүүн жин тодорхойлсон үр дүнтэй харьцуулав.

3-р хүснэгт

Судалгааны ажлын харьцуулалт

Харьцуулалт	2016 он	2020 он	Зөрүү, %
Дундаж утга	2.61	2.62	0.38%
Хамгийн их утга	2.99	2.96	1.01%
Хамгийн бага утга	2.36	2.38	0.84%

Дээрх харьцуулалтаас үзэхэд 2016 онд хийсэн судалгааны үр дүн, уг судалгааны үр дүн 0.38%-ийн зөрүүтэй буюу адил утгатай байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Туршилт хийсэн 799 дээжид хамаарах 16 төрлийн чулуулгийн 36.4 хувийг гранодиорит, 25.5 хувийг гранодиорит порфир, 17.1 хувийг метасоматит үлдсэн 21 хувийг бусад төрлийн чулуулгууд эзэлж байна. Чулуулгийн эзлэхүүн жин нь чулуулгийн төрөл зүйл бүрт өөр өөр үзүүлэлттэй бөгөөд нийт чулуулагт эзлэх байр суурийг нь тусгаж Баруун хойд хэсгийн чулуулгийг төлөөлөх үзүүлэлт болгон тооцвол эзлэхүүн жин 2.62 гр/см³ байна.
2. Ерөнхий хэлбэлзэл эзлэхүүн жингийн хувьд 2.38-2.96 гр/см³ хооронд хэлбэлзэж байна.
3. Чулуулгийн эзлэхүүн жин гүний чулуулагт 1 хувиар нэмэгдсэн үзүүлэлт гарч байна. Талбайн дээжний хувьд чөмгөн дээжээс дунджаар 43%-иар илүү нүх сүвшилтэй байна. Ил уурхайн ашиглалтын түвшингээс хамаарч чулуулгийн эзлэхүүн жин 2.54-2.69 гр/см³ хооронд хэлбэлзэж байна.
4. Ил уурхайн талбайн хэмжээнд 2.55-2.60 гр/см³, 2.60-2.65 гр/см³, 2.65-2.70 гр/см³ эзлэхүүн жинтэй чулуулаг зонхилох байдлаар тархаж нийт талбайн 80%-ийг эзлэж байна.

АШИГЛАСАН НОМ, МАТЕРИАЛ

- [1]. Баруун хойд хэсгийн чулуулгийн хатуулаг, өрөмдөгдөх зэргийг тодорхойлох судалгаа, эрдэм шинжилгээний ажлын тайлан. Оргилох бүрд ХХК. УБ:2020.
- [2]. Баруун хойд хэсгийн чулуулгийн физик механик шинж чанарыг тодорхойлох судалгаа. ШУТИС-ийн Тэсэлгээний технологийн төв, 2016.
- [3]. Эрдэнэт үйлдвэр ХХК-ийг 2018-2022 онд хөгжүүлэх таван жилийн төлөвлөгөө. Эрдэнэт үйлдвэр ХХК. Эрдэнэт.: 2018.
- [4]. Эрдэнэтийн Овоо ордыг ашиглах ТЭЗҮ-н тодотгол. Гуолд ман ХХК. УБ.: 2016.
- [5]. International society for rock mechanics commission on standardization of laboratory and field tests, 1977.
- [6]. Standart ASTM C127 - 15 Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate /Чулуулгийн харьцангуй нягт болон ус шингээлт тодорхойлох стандарт туршилтын арга/
- [7]. Standart ASTM C20 - Standard Test Methods for Apparent Porosity, Water Absorption, Apparent Specific Gravity, and Bulk Density /Чулуулгийн нүх сүвшил, ус шингээлт, эзлэхүүн жин, хувийн жин тодорхойлох стандарт туршилтын арга/

ЭРДЭНЭТИЙН ОВОО ОРДЫН БАРУУН ХОЙД ХЭСГИЙН ЧУЛУУЛГИЙН БАТ БӨХИЙН ШИНЖ ЧАНАРЫГ ТОДОРХОЙЛСОН СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮНГЭЭС

Магистр Г.Амартүвшин*, Проф. С.Цэдэндорж†, Доктор (Ph.D) Ц.Амарсайхан*

* ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн салбар

† ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн салбар

* ШУТИС-ийн Уул уурхайн төсөл судалгааны төв

Хураангуй-Эрдэнэтийн овоо ордын Баруун хойд хэсгийн ил уурхайн талбайгаас 799 ширхэг дээж авч бэлтгэн чулуулгийн физик механик шинж чанарыг лабораторийн туршилтын аргаар тодорхойлсон. Туршилтын үр дүнг ашиглан чулуулгийн бат бөхийн шинж чанар нь ил уурхайн уулын ажлын дунд хугацааны төлөвлөлтийн үе шатанд хэрхэн өөрчлөгдөхийг судалсан. Уг үзүүлэлтүүдийг нь Эрдэнэтийн овоо ордын Баруун хойд хэсгийн ил уурхайн 2020-2022 онд явагдах уулын ажлын хүрээнд хамрагдах чулуулгийн шинж чанарыг төлөөлөн төлөвлөлт, гүйцэтгэх ажилд ашиглах боломжтой.

1. Чулуулгийн бат бөхийн коэффициент тодорхойлох аргачлал

Чулуулгийн бат бөхийн коэффициент нь чулуулгийн бат бөхийн зэрэглэлийг үнэлэх үзүүлэлт бөгөөд ОХУ, Хамтын нөхөрлөлийн орон, Монгол улсын уул уурхайн практикт өргөн хэрэглэгддэг. Бат бөхийн коэффициентийн хэмжээг нэг тэнхлэгийн дагуух шахалтын бат бөхийг хязгаараас хамааруулж проф. М.М.Протодьяконов болон проф. Л.И.Бароны баримтлалаар тус тус тодорхойлдог.

Профессор М.М.Протодьяконовын баримтлалаар тодорхойлсон чулуулгийн бат бөхийн ангилалыг 1-р хүснэгтэд үзүүлэв.

1-р хүснэгт

Профессор М.М.Протодьяконовын баримтлалаар чулуулгийг бат бөхийн шинж чанараар ангилах нь

Зэрэглэл	Чулуулгийн бат бөхийн зэрэг	Чулуулгийн бат бөхийн коэффициентын утга
I	Дээд зэргийн бат бөх	20
II	Маш бат бөх	15
III	Бат бөх	10

Зэрэглэл	Чулуулгийн бат бөхийн зэрэг	Чулуулгийн бат бөхийн коэффициентын утга
IIIa		8
IV	Бөхдүү	6
IVa		5
V	Дунд зэрэг бөх	4
Va		3
VI	Зөөлөндүү	2
VIa		1.5
VII	Зөөлөн	1
VIIa		0.8
VIII	Шороолог	0.6
IX	Үйрмэг	0.5
X	Ус шингээсэн	0.3

2. Чулуулгийн бат бөхийн коэффициент тодорхойлсон үр дүн, боловсруулалт

Судалгааны ажлын хүрээнд ил уурхайн талбайгаас авч бэлтгэсэн 686 ширхэг талбайн дээж, 42 цооногоос авч бэлтгэсэн 95 ширхэг чөмгөн дээж, нийт 781 ширхэг дээж дээр чулуулгийн шахалтын бат бөхийн хязгаарыг тодорхойлж чулуулгийн бат бөхийн коэффициентын утгыг тооцож гаргав.

Туршилтын үр дүнг чулуулгийн төрөл тус бүрээр, ил уурхайн талбайд тархсан байдлаар, ашиглалтын түвшинд хэрхэн хамаарч байгаагаар тус тус ялгаж харуулав. Мөн туршилтын үр дүнд математик статистик боловсруулалт хийж нийт дээж, талбайн дээж, чөмгөн дээжийн хувьд тус тусар бодож тооцоолов.

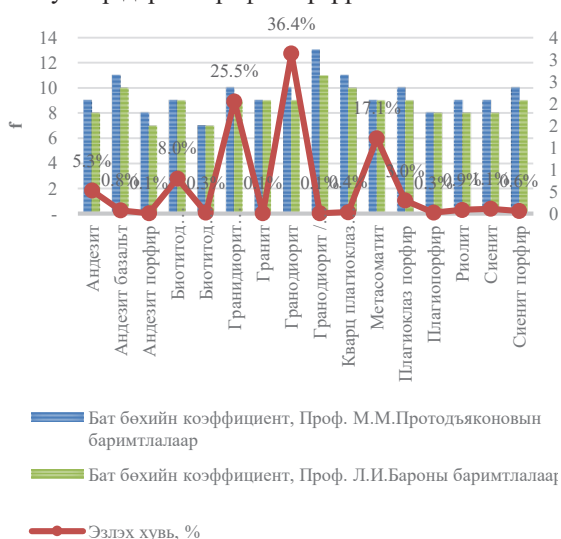
2.1. Туршилтын үр дүн /чулуулгийн төрлөөр/

Туршилт хийсэн 781 дээжийн бат бөхийн коэффициент тодорхойлсон үр дүнг чулуулгийн төрөл тус бүрээр гаргаж дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

Чулуулгийн төрөл тус бүрээр тодорхойлсон бат бөхийн коэффициентын дундаж утга

д/д	Чулуулгийн төрөл	Дээжийн тоо	Эзлэх хувь, %	Шахалтын бат бөхийн хязгаар, МПа	Бат бөхийн коэффициент, Проф. М.М.Протодьяконовын баримтлалаар	Бат бөхийн коэффициент, Проф. Л.И.Бароны баримтлалаар
1	Андезит	42	5.3%	86.5	9	8
2	Андезит базальт	6	0.8%	111.2	11	10
3	Андезит порфир	1	0.1%	74.7	8	7
4	Биотитод гранодиорит	64	8.0%	91.5	9	9
5	Биотитод гранодиорит порфир	2	0.3%	64.9	7	7
6	Гранодиорит порфир	204	25.5%	99.2	10	9
7	Гранит	1	0.1%	91.3	9	9
8	Гранодиорит	291	36.4%	97.5	10	9
9	Гранодиорит / метасоматит/	1	0.1%	123.1	13	11
10	Кварц плагиоклаз порфир	3	0.4%	110.5	11	10
11	Метасоматит	137	17.1%	91.1	9	9
12	Плагиоклаз порфир	24	3.0%	95.7	10	9
13	Плагипорфир	2	0.3%	79.8	8	8
14	Риолит	7	0.9%	90.5	9	8
15	Сиенит	9	1.1%	90.7	9	8
16	Сиенит порфир	5	0.6%	94.0	10	9

Туршилт хийсэн 781 дээжийн 36.4 хувийг гранодиорит, 25.5 хувийг гранодиорит порфир, 17.1 хувийг метасоматит үлдсэн 21 хувийг бусад төрлийн чулуулгууд эзэлж байна. Чулуулгийн бат бөхийн коэффициентын дундаж утга дээжийн ихэнх хувийг эзэлж буй гранодиоритод проф. М.М.Протодьяконовын баримтлалаар 10, проф. Л.И.Бароны баримтлалаар 9, гранодиорит порфирт проф. М.М.Протодьяконовын баримтлалаар 10, проф. Л.И.Бароны баримтлалаар 9, метасоматит проф. М.М.Протодьяконовын баримтлалаар 9, проф. Л.И.Бароны баримтлалаар 9, бусад чулуулагт проф. М.М.Протодьяконовын баримтлалаар 7-13, проф. Л.И.Бароны баримтлалаар 7-11 хооронд хэлбэлзэж байна. Чулуулгийн бат бөхийн f коэффициентын утгыг чулуулгийн төрөл бүрт эзлэх хувиар дараах графикт үзүүлэв.



Зураг 4. Чулуулгийн бат бөхийн f коэффициент болон чулуулгийн төрөл бүрийн эзлэх хувь

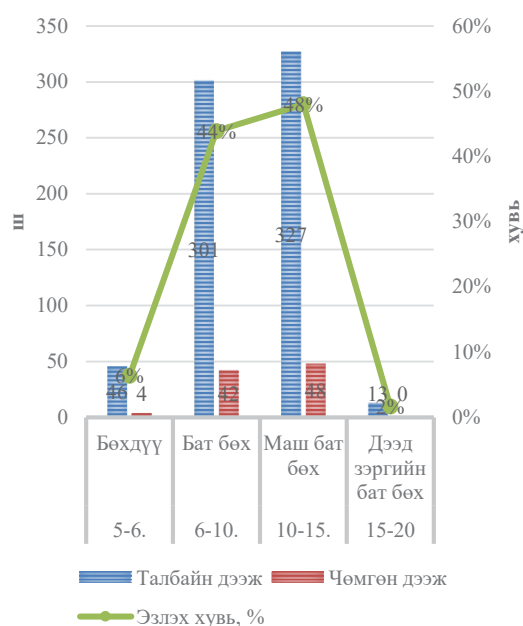
Туршилт хийсэн 16 төрлийн чулуулгаас хамгийн өндөр утга Гранодиорит / метасоматит/ $f=13$, хамгийн бага утга Биотитод гранодиорит порфир $f=7$ байна. Дээжийн ихэнх хувийг эзэлж буй гранодиорит, гранодиорит порфир, метасоматитын бат бөхийн коэффициент ордон дундаж үзүүлэлттэй тэнцүү $f=10$ байна.

Чулуулгийн бат бөхийн коэффициентын ангилал болон түүнд хамаарах туршилт хийсэн дээжийн тоог дараах хүснэгтэд нэгтгэж харуулав.

Чулуулгийн бат бөхийн коэффициентын ангилал болон түүнд хамаарах дээжийн тоо

Дээжийн төрөл	Бат бөхийн коэффициент			
	5-6	6-10	10-15	15-20
Ангилал	Бөхдүү	Бат бөх	Маш бат бөх	Дээд зэргийн бат бөх
Талбайн дээж	46	301	327	13
Чөмгөн дээж	4	42	48	-
Нийт дээж	50	343	375	13
Эзлэх хувь, %	6%	44%	48%	2%

Туршилтын үр дүнгээр нийт чулуулгийн 6% нь 5-6 ангилал буюу бөхдүү чулуулаг, 44% нь 6-10 ангилал буюу бат бөх чулуулаг, 48% нь маш бат бөх чулуулаг, үлдсэн 2% нь дээд зэргийн бат бөх чулуулгийн зэрэгт хамаарч байна.



Зураг 5. Чулуулгийн бат бөхийн коэффициентын ангилал болон түүнд хамаарах дээжийн тоо

2.2. Туршилтын үр дүн /статистик боловсруулалтаар/

Туршилт хийсэн нийт дээжийн хэмжээнд бат бөх болон маш бат бөх ангилал зонхилж байгаа бөгөөд нийт дээжийн 90 хувийг эзлэж байна. Чулуулгийн бат бөхийн коэффициент тодорхойлсон үр дүнд математик статистик боловсруулалт хийж үр дүнг дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

4-р хүснэгт

Чулуулгийн бат бөхийн коэффициентийн математик статистик боловсруулалтын үр дүн

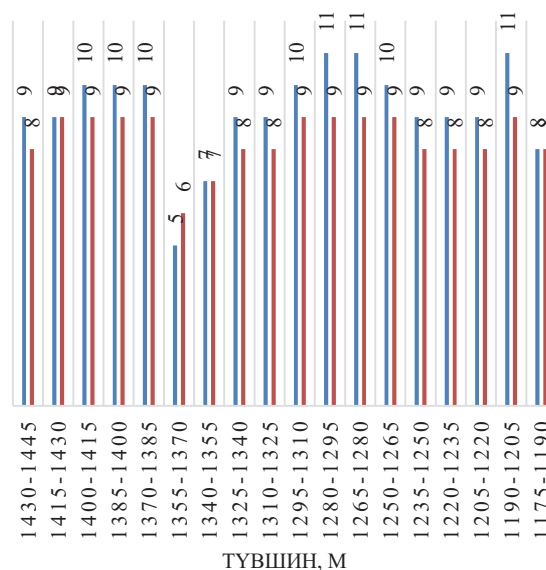
Статистик үзүүлэлтүүд	Шахалтын бат бөхийн хязгаар, МПа	Бат бөхийн коэфф. Проф. М.М.Протоdjяконов	Бат бөхийн коэфф. Проф. Л.И.Барон
Ерөнхий статистик			
Дээжийн тоо	781	781	781
Дундаж утга	95.6	10	9
Алдаа	22.6	2	1
Медиан	98.4	10	9
Хамгийн их утга	169.8	17	13
Хамгийн бага утга	35.6	4	5
Талбайн дээж			
Дээжийн тоо	686	686	686
Дундаж утга	95.8	10	9
Медиан	98.3	10	9
Хамгийн их утга	169.8	17	13
Хамгийн бага утга	35.6	4	5
Чөмгөн дээж			
Дээжийн тоо	95	95	95
Дундаж утга	94.3	10	9
Медиан	99.6	10	9
Хамгийн их утга	136.7	14	11
Хамгийн бага утга	48.0	5	6

Туршилтын үр дүнд хийсэн математик статистик боловсруулалтын үр дүнгээс харахад чулуулгийн

бат бөхийн коэффициентийн дундаж үзүүлэлт $f_{\text{дун}}=10$ байна. Талбайн дээжний хувьд чулуулгийн бат бөхийн коэффициент $f=10$, чөмгөн дээжийн хувьд $f=10$ буюу адилхан утгатай байна. Харин талбайн дээжийн хувьд бат бөхийн коэффициентийн хамгийн өндөр утга $f=17$, чөмгөн дээжийн хувьд $f=14$ байна.

2.2.1. Туршилтын үр дүн /ашиглалтын түвшингээр/

Ил уурхайн ашиглалтын түвшингээс хамаарч чулуулгийн бат бөхийн коэффициент проф. М.М.Протоdjяконовын баримтлалаар 5-11, проф. Л.И.Бароны баримтлалаар 6-9 хооронд тус тус хэлбэлзэж байна. Чулуулгийн бат бөхийн коэффициент гүний түвшингээс хамаарч хэрхэн хэлбэлзэж байгааг дараах графикт үзүүлэв.



■ Бат бөхийн коэфф. Проф. М.М.Протоdjяконовын баримтлалаар

■ Бат бөхийн коэфф. Проф. Л.И.Бароны баримтлалаар

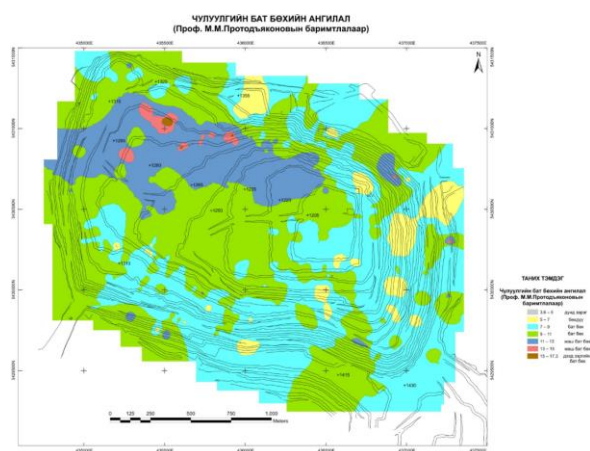
Зураг 6. Чулуулгийн бат бөхийн коэффициент гүний түвшингээс хамаарах хамаарал

Чулуулгийн бат бөхийн коэффициентын уурхайн ашиглалтын түвшингээс хамаарах хамаарлаас харахад ил уурхайн баруун хажуугийн орой хэсгээр 1340, 1355 түвшинд бат бөхийн коэффициент $f=5-7$ байгаа ба дундаж $f=10$ үзүүлэлтээс 30-50%-иар бага байна. Ил уурхайн одоогийн ёроолын түвшин болох 1205 м түвшингээс дээш бусад түвшинд чулуулгийн бат бөхийн коэффициент туршилтын дундаж үр дүнтэй адил байна. 1205 м түвшингээс доош 15-30 м гүнд чулуулгийн бат бөхийн коэффициент 10 хувиар ихсэхээр байна.

2.3. Туршилтын үр дүн /Тархалтаар/

Судалгааны ажлын туршилтын үр дүнгээр чулуулгийн бат бөх ил уурхайн талбай хүрээнд хэрхэн тархаж байгааг 5.4-р зурагт харуулав. Уг тархалтын зурагт саарал өнгөөр $f=3.6-5$, шар

өнгөөр $f=5-7$, цэнхэр өнгөөр $f=7-9$, ногоон өнгөөр $f=9-11$, хөх өнгөөр $f=11-13$, улаан өнгөөр $f=13-15$, бор өнгөөр $f=15-с$ их бат бөхийн коэффициенттэй чулуулгаар ялгаж харуулав.



Зураг 7. Эрдэнэтийн ил уурхайн чулуулгийн бат бөхийн ангилалын зураг

/проф. М.М.Протодьяконовын баримтлалаар/

Бат бөхийн ангилалын зургаас харахад проф. М.М.Протодьяконовын баримталдаг ангиллаар нийт чулуулгийн 6% нь $f=5-6$ ангилал буюу бөхдүү чулуулаг (шар), 44% нь $f=6-10$ ангилал буюу бат бөх чулуулаг (цэнхэр, ногоон), 48% нь $f=10-15$ маш бат бөх чулуулаг (хөх, улаан), үлдсэн 2% нь $f=15-20$ дээд зэргийн бат бөх (бор), чулуулгийн зэрэгт хамаарч байна. Уурхайн талбайн 92% нь бат бөх, маш бат бөх чулуулгаас бүрдэж байна.

Чулуулгийн бат бөхийн коэффициент тодорхойлсон туршилтын үр дүнг 2016 онд боловсруулсан ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургуулийн “Тэсэлгээний технологийн төв”-ийн боловсруулсан “Эрдэнэтийн Овоо ордын Баруун хойд хэсгийн чулуулгийн механик шинж чанарын судалгаа”-ны ажлын хүрээнд чулуулгийн бат бөхийн коэффициент тодорхойлсон үр дүнтэй харьцуулав.

5-р хүснэгт

Судалгааны ажлын харьцуулалт

Харьцуулалт	2016 он	2020 он	Зөрүү, %
Дундаж утга	9.24	9.76	5.60%
Хамгийн их утга	18.36	17.3	-5.71%
Хамгийн бага утга	3.06	3.6	18.72%

Дээрх харьцуулалтаас үзэхэд 2016 онд хийсэн судалгааны үр дүн, уг судалгааны үр дүн 5.6%-ийн зөрүүтэй буюу ойролцоо утгатай байгаа боловч уурхай гүнзгийрэхийн хирээр чулуулгийн бат бөхийн шинж чанарын үзүүлэлт нэмэгдэх хандлагатайг харуулж байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Туршилт хийсэн 781 дээжийн 36.4 хувийг гранодиорит, 25.5 хувийг гранодиорит порфир, 17.1 хувийг метасоматит үлдсэн 21 хувийг бусад төрлийн чулуулгууд эзэлж

байна. Чулуулгийн бат бөхийн коэффициент нь чулуулгийн төрөл зүйл бүрт өөр өөр үзүүлэлттэй бөгөөд нийт чулуулагт эзлэх байр суурийг нь тусгаж Баруун хойд хэсгийн чулуулгийг төлөөлөх үзүүлэлт болгон тооцвол проф. М.М.Протодьяконовын баримтлалаар $f=10$, проф. Л.И.Бароны баримтлалаар $f=9$ байна.

2. Чулуулгийн бат бөхийн коэффициентын ерөнхий хэлбэлзэл $f=4-17$ (дундаж нь $f=10$) байна. Талбайн дээжний хувьд чулуулгийн бат бөхийн коэффициент $f=10$, чөмгөн дээжийн хувьд $f=10$ буюу адилхан утгатай байна.
3. Туршилт хийсэн нийт дээжийн хэмжээнд бат бөх болон маш бат бөх ангилал зонхилж байгаа бөгөөд нийт дээжийн 90 орчим хувийг эзлэж байна.
4. Ил уурхайн одоогийн ёроолын түвшин болох 1205 м түвшингээс дээш бусад түвшинд чулуулгийн бат бөхийн коэффициент туршилтын дундаж үр дүнтэй адил байна. 1205 м түвшингээс доош 15-30 м гүнд чулуулгийн бат бөхийн коэффициент 10 хувиар ихсэхээр байна.

АШИГЛАСАН НОМ, МАТЕРИАЛ

- [1]. Баруун хойд хэсгийн чулуулгийн хатуулаг, өрөмдөгдөх зэргийг тодорхойлох судалгаа, эрдэм шинжилгээний ажлын тайлан. Оргилох бүрд ХХК. УБ:2020.
- [2]. Баруун хойд хэсгийн чулуулгийн физик механик шинж чанарыг тодорхойлох судалгаа. ШУТИС-ийн Тэсэлгээний технологийн төв, 2016.
- [3]. Инженерийн лавлах 5. Ил уурхайн технологи. Цэдэндорж С., Лайхансүрэн Б., Пүрэв Л., бусад. Арвай принт. УБ.: 2014.
- [4]. Лайхансүрэн Б. “Чулуулгийн физик, бутлалтын практикум”, УБ хот. 2010.
- [5]. Методика отбора проб и определения физико-механических свойств горных пород. Институт горного дела им. А. А. Скочинского. Недра. М.:1984.
- [6]. Ржевский В. В., Новик Г. Я. Основы физики горных пород: - Недра. М.:1984.
- [7]. Справочник физических свойств горных пород. Недра. М.:1975.
- [8]. Эрдэнэт үйлдвэр ХХК-ийг 2018-2022 онд хөгжүүлэх таван жилийн төлөвлөгөө. Эрдэнэт үйлдвэр ХХК. Эрдэнэт.: 2018.
- [9]. Эрдэнэтийн Овоо ордыг ашиглах ТЭЗҮ-н тодотгол. Гуолд ман ХХК. УБ.: 2016.
- [10]. International society for rock mechanics commission on standardization of laboratory and field tests, 1977.
- [11]. Standart ASTM D2938 - Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Intact Rock Core Specimens /Чулуулгийн чөмгөн дээжид шахалтын чөлөөт бат бөхийн хязгаарыг тодорхойлох стандарт аргачлал/.

ЭРДЭНЭТИЙН-ОВОО ОРДЫН БАРУУН ХОЙД ХЭСГИЙН ЧУЛУУЛГИЙН ТЕХНОЛОГИЙН ШИНЖ ЧАНАРЫГ ТОДОРХОЙЛСОН СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮНГЭЭС

Магистр Г.Амартүвшин*, Проф. С.Цэдэндорж†, Доктор (Ph.D) Ц.Амарсайхан*

*ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн салбар

†ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн салбар

* ШУТИС-ийн Уул уурхайн төсөл судалгааны төв

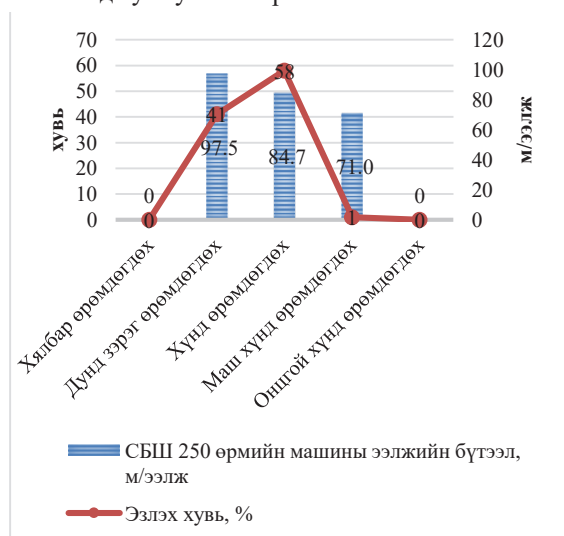
Хураангуй-Эрдэнэтийн овоо ордын Баруун хойд хэсгийн ил уурхайн талбайгаас 799 ширхэг дээж авч бэлтгэн чулуулгийн эзлэхүүн жин болон бусад физик механик шинж чанарыг лабораторийн туршилтаар тодорхойлсон. Туршилтын үр дүнг ашиглан чулуулгийн технологийн шинж болох өрөмдөгдөх, тэслэгдэх шинж нь ил уурхайн уулын ажлын дунд хугацааны төлөвлөлтийн үе шатанд хэрхэн өөрчлөгдөхийг судалсан. Үр дүнгийн үзүүлэлтүүд нь Эрдэнэтийн овоо ордын Баруун хойд хэсгийн ил уурхайд 2020-2022 онд явагдах уулын ажлын хүрээнд хамрагдах чулуулгийн шинж чанарыг төлөөлөх боломжтой.

1. Чулуулгийн технологийн шинжийг тодорхойлсон үр дүн

1.1. Чулуулгийн өрөмдөгдөх шинжийг тодорхойлсон үр дүн

Чулуулгийн өрөмдөгдөх зэргийг акад. В.В.Ржевскийн аргачлалаар ил уурхайн талбайгаас авч бэлтгэсэн 686 ширхэг талбайн дээж, 42 цооногоос авч бэлтгэсэн 92 ширхэг чөмгөн дээж, нийт 778 ширхэг дээж дээр хийсэн туршилтын үр дүнгээр боловсруулав. Чулуулгийн өрөмдөгдөх зэргийг тодорхойлоход чулуулгийн физик-механик шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг ашигласан бөгөөд чулуулгийн өрөмдөгдөх зэргийг тодорхойлж тэсэлгээний цооног өрөмдөх СБШ-250 өрмийн машины ээлжийн бүтээл тодорхойлсон үр дүнг дараах зурагт үзүүлэв.

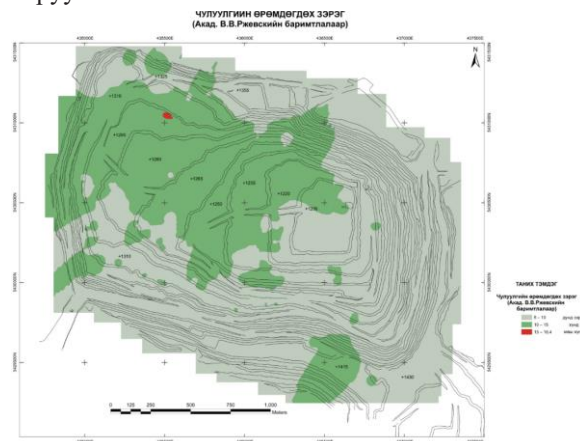
Чулуулгийн өрөмдөгдөх зэрэг тодорхойлсон 778 дээжийн 41% нь дунд зэрэг өрөмдөгдөх, 58% нь хүнд өрөмдөгдөх, 1% нь маш хүнд өрөмдөгдөх ангилалд тус тус хамаарч байна.



Зураг 8. Чулуулгийн П_о өрөмдөгдөх зэргийн хувь ба өрмийн машины бүтээл

Тэсэлгээний цооног өрөмдөх СБШ-250 өрмийн машины ээлжийн бүтээл нь дунд зэрэг өрөмдөгдөх чулуулагт дунджаар 97.5 м/ээлж, хүнд өрөмдөгдөх чулуулагт дунджаар 84.7 м/ээлж, маш хүнд өрөмдөгдөх чулуулагт дунджаар 71 м/ээлж байна. Чулуулгийн өрөмдөгдөх зэрэг болон чулуулгийн физик-механик шинж чанараас хамааран өрмийн машины механик хурд 17.9-58.6 м/цаг (дундаж 30.1 м/цаг), ээлжийн бүтээл 69.3-116.4 м/ээлж (дундаж 89.7 м/ээлж), жилийн бүтээл 69.8-107.2 мян.м/жил (дундаж 82.7 мян.м/жил) хооронд хэлбэлзэж байна.

Чулуулгийн P_o өрөмдөгдөх зэрэг акад. В.В.Ржевскийн баримтлалаар ил уурхайн талбайн хүрээнд хэрхэн тархаж байгааг 2-р зурагт харуулав. Уг тархалтын зурагт бүдэг ногоон өнгөөр дунд зэрэг өрөмдөгдөх чулуулаг, тод ногоон хүнд өрөмдөгдөх чулуулаг, улаан өнгөөр маш хүнд өрөмдөгдөх чулуулгийг ялгаж харуулав.



Зураг 9. Чулуулгийн өрөмдөгдөх зэрэг /акад. В.В.Ржевскийн баримтлалаар /

Чулуулгийн P_o өрөмдөгдөх зэргийн тархалтын зургаас харахад акад.В.В.Ржевскийн баримтлалаар хүнд өрөмдөгдөх зэрэгт хамаарах чулуулаг нь ил уурхайн төв хэсгээс баруун болон баруун хойно зүгт сунаж тогтсон байна. Уурхайн талбайн бусад хэсэгт дунд зэргийн өрөмдөгдөх зэрэгт хамаарах чулуулаг зонхилж байна.

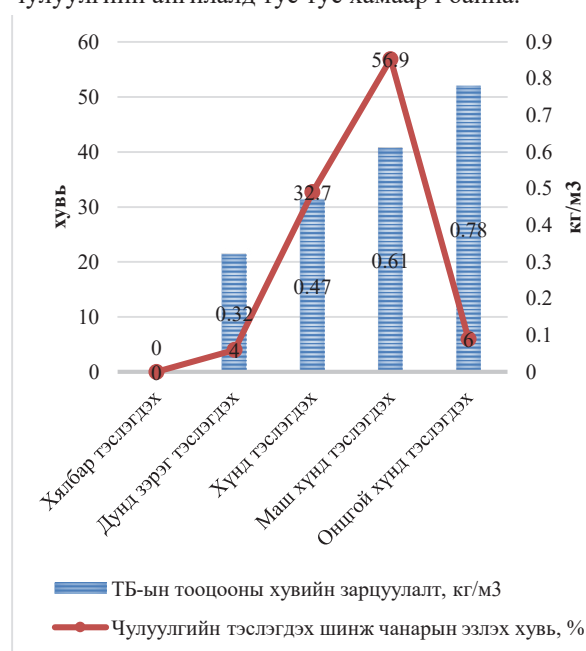
Чулуулгийн өрөмдөгдөх зэрэг тодорхойлдог акад. В.В.Ржевскийн аргачлал нь чулуулгийн физик-механик шинж чанарт (чулуулгийн эзлэхүүн жин, шахалт, шилжрэлтийн бат бөхийн хязгаар) суурилдаг бөгөөд ил уурхайн ашиглалтанд өрмийн машины бүтээл, өрөмдөгдөх ажлын хэмжээг төлөвлөхөд ашиглагддаг. Эрдэнэтийн ил

уурхайд чулуулгийн өрөмдөгдөх чанарын үзүүлэлтийг тодорхойлж өрөмдлөгийн ажлын төлөвлөлтийн тулгуур нөхцөл болгон авах мөрдлөг хэрэгждэг.

1.2. Чулуулгийн тэслэгдэх шинж чанар болон тэсрэх бодисын хувийн зарцуулалт тодорхойлсон үр дүн

Чулуулгийн тэслэгдэх шинж чанарыг акад. В.В.Ржевскийн аргачлалаар ил уурхайн талбайгаас авч бэлтгэсэн 686 ширхэг талбайн дээж, 42 цооногоос авч бэлтгэсэн 92 ширхэг чөмгөн дээж, нийт 778 ширхэг дээж дээр хийсэн туршилтын үр дүнгээр боловсруулав. Чулуулгийн тэслэгдэх шинж чанарын үзүүлэлтийг тодорхойлоход чулуулгийн физик-механик шинж чанаруудын үзүүлэлтүүдийг ашигласан. Чулуулгийн тэслэгдэх шинж чанарын үзүүлэлт, түүнд харгалзах тэсрэх бодисын тооцооны хувийн зарцуулалт тодорхойлсон үр дүнг дараах графикт үзүүлэв. Чулуулгийн физик-механик шинж чанар тодорхойлсон үр дүнгээс хамааруулж тэсрэх бодисын тооцооны хувийн зарцуулалтыг тооцоолохдоо доголын өндөр 15м, дундаж бутлагдлын хэмжээ 35-40см, эмульсийн тэсрэх бодис хэрэглэх нөхцөлөөр тооцоолов.

Чулуулгийн тэслэгдэх шинж чанарын үзүүлэлт тодорхойлсон 778 дээжийн 4% нь дунд зэрэг тэслэгдэх, 33% нь хүнд тэслэгдэх, 57% нь маш хүнд тэслэгдэх, 6% нь онцгой хүнд тэслэгдэх чулуулгийн ангилалд тус тус хамаарч байна.



Зураг 10. Чулуулгийн тэслэгдэх шинж чанар болон тэсрэх бодисын тооцооны хувийн зарцуулалт

Эрдэнэтийн ил уурхайн хувьд тэсрэх бодисын тооцооны хувийн зарцуулалт нь дунд зэрэг тэслэгдэх чулуулагт дунджаар 0.32 кг/м³, хүнд тэслэгдэх чулуулагт дунджаар 0.47 кг/м³, маш хүнд тэслэгдэх чулуулагт дунджаар 0.61 кг/м³, онцгой хүнд тэслэгдэх чулуулагт дунджаар 0.78 кг/м³ байна.

Чулуулгийн тэслэгдэх шинж чанар болон чулуулгийн физик-механик шинж чанараас хамааран тэсрэх бодисын тооцооны хувийн зарцуулалт 0.28-0.91 кг/м³ (дундаж 0.56 кг/м³) хооронд хэлбэлзэж байна.

Чулуулгийн тэслэгдэх шинж чанарын зэргийг акад. В.В.Ржевскийн баримтлалаар ил уурхайн талбай хүрээнд хэрхэн тархаж байгааг 4-р зурагт харуулав. Уг тархалтын зурагт хөх өнгөөр дунд зэрэг тэслэгдэх чулуулаг, бүдэг ногоон хүнд тэслэгдэх чулуулаг, тод ногоон өнгөөр маш хүнд тэслэгдэх чулуулаг, улаан өнгөөр онцгой хүнд тэслэгдэх чулуулгийг ялгаж харуулав.



Зураг 11. Эрдэнэтийн ил уурхайн чулуулгийн тэслэгдэх шинж чанарын зэрэг

/акад. В.В.Ржевскийн баримтлалаар/

Чулуулгийн тэслэгдэх шинж чанарын зэргийн тархалтын зургаас харахад акад. В.В.Ржевскийн баримтлалаар маш хүнд тэслэгдэх зэрэгт хамаарах чулуулаг нь ил уурхайн талбайн зүүн урдаас баруун болон баруун хойно зүгт сунаж тогтсон байна. Уурхайн талбайн бусад хэсэгт хүнд тэслэгдэх зэрэгт хамаарах чулуулаг зонхилж байна.

Чулуулгийн тэслэгдэх зэрэг тодорхойлдог акад. В.В.Ржевскийн аргачлал нь чулуулгийн физик-механик шинж чанарт (чулуулгийн эзлэхүүн жин, шахалт, суналт, шилжрэлтийн бат бөхийн хязгаар) суурилдаг тул холбогдох судалгааг ойрын жилүүдэд ашиглалт явуулах талбайг хамруулж хийсэн.

Тэсрэх бодисын тооцооны хувийн зарцуулалт тодорхойлсон үр дүнг 2016-2017 онд ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургуулийн “Тэслэгээний технологийн төв”-ийн гүйцэтгэсэн “Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн тэслэгээний чичирхийлэл уурхайн хананы тогтворжилт, барилга байгууламжид нөлөөлөх судалгаа”-ны ажлын хүрээнд 2016.10.14-нөөс 2017.06.30-ны хооронд хэмжилт хийсэн 138 тэслэгээний блокод хийсэн тэсрэх бодисын бодит хувийн зарцуулалттай харьцуулав. Харьцуулалтыг ерөнхий статистик болон чулуулгийн бат бөхийн коэффициентээс хамааруулж 2 төрлөөр хийж гүйцэтгэв.

1-р хүснэгт

Судалгааны ажлын харьцуулалт /ерөнхий статистик/

Үзүүлэлт	138 блокод хийсэн тэсрэх бодисын бодит хувийн зарцуулалт, кг/м ³		Чулуулгийн физик-механик шинж чанараас хамаарах тэсрэх бодисын тооцооны хувийн зарцуулалт, кг/м ³		Зөрүү
	Шахалтын бат бөхийн хязгаар, МПа	ТБ-ын хувийн зарцуулалт, кг/м ³	Шахалтын бат бөхийн хязгаар, МПа	ТБ-ын хувийн зарцуулалт, кг/м ³	
Дундаж	91.0	0.59	95.6	0.56	5%
Хамгийн их утга	130.2	0.79	169.8	0.91	-14%
Хамгийн бага утга	63.7	0.39	35.6	0.28	38%
Медиан	87.8	0.61	98.4	0.58	6%

Эрдэнэтийн ил уурхайд 2016.10.14-с 2017.06.30-ны хооронд 138 тэсэлгээний блокод хийсэн тэсрэх бодисын бодит хувийн зарцуулалтын дундаж утга нь чулуулгийн физик-механик шинж чанараас хамаарах тэсрэх бодисын тооцооны хувийн зарцуулалтаас 5% зөрүүтэй байна.

Тэсрэх бодисын хувийн зарцуулалтыг харьцуулахад чулуулгийн бат бөхийн коэффициентыг $f=5-7$, $f=7-9$, $f=9-11$, $f=11-13$, $f>15$ гэсэн интервалиар авч тооцов.

2-р хүснэгт

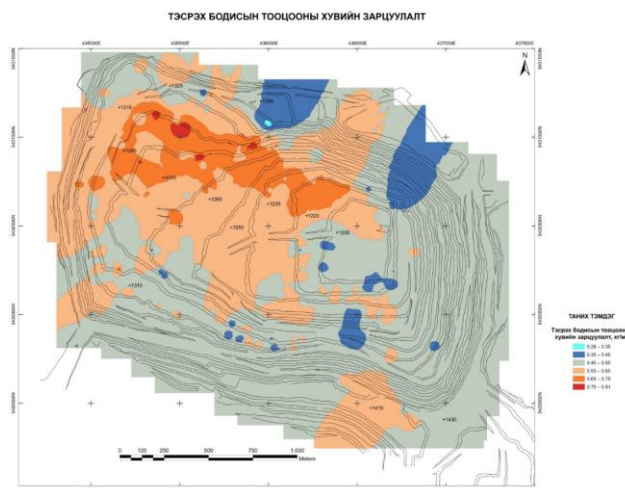
Судалгааны ажлын харьцуулалт /чулуулгийн бат бөхийн коэффициентээс хамаарах/

Чулуулгийн бат бөхийн коэф.	Дээжийн зэлэх хувь, %	138 блокод хийсэн тэсрэх бодисын бодит хувийн зарцуулалт, кг/м ³			Чулуулгийн физик-механик шинж чанараас хамаарах тэсрэх бодисын тооцооны хувийн зарцуулалт, кг/м ³			Дундаж зөрүү
		Дундаж	Хамгийн их	Хамгийн бага	Дундаж	Хамгийн их	Хамгийн бага	
5-7.	9%	0.56	0.65	0.42	0.40	0.48	0.36	38%
7-9.	20%	0.58	0.73	0.39	0.49	0.61	0.41	18%
9-11.	44%	0.60	0.79	0.40	0.58	0.71	0.42	3%
11-13.	21%	0.64	0.79	0.55	0.78	0.78	0.58	-18%
13-15	4%	0.55	0.63	0.52	0.75	0.85	0.67	-27%
>15	2%	-	-	-	0.85	0.91	0.80	

Дээрх харьцуулалтаас харахад:

- Чулуулгийн бат бөхийн коэффициент $f=5-9$ чулуулагт хэрэглэсэн тэсрэх бодисын бодит хувийн зарцуулалт тооцооны хувийн зарцуулалтаас 18-38%-иар илүү байна.
- Чулуулгийн бат бөхийн коэффициент $f=9-11$ чулуулагт хэрэглэсэн тэсрэх бодисын бодит хувийн зарцуулалт тооцооны хувийн зарцуулалт ойролцоо байна.
- Чулуулгийн бат бөхийн коэффициент $f=11-13$ чулуулагт хэрэглэсэн тэсрэх бодисын бодит хувийн зарцуулалт дундаж утга тооцооны хувийн зарцуулалтын дундаж утгаас 18%-иар бага байна. Гэхдээ хамгийн их болон хамгийн бага утга ойролцоо байна.
- Чулуулгийн бат бөхийн коэффициент $f=13-15$ чулуулагт хэрэглэсэн тэсрэх бодисын бодит хувийн зарцуулалт тооцооны хувийн зарцуулалтаас 27%-иар бага байна.

Судалгааны ажлын үр дүнгээр тооцсон тэсрэх бодисын тооцооны хувийн зарцуулалтаар тархалтын зураг боловсруулав. Уг тархалтын зурагт цэнхэр өнгөөр 0.28-0.35 кг/м³, хөх өнгөөр 0.35-0.45 кг/м³, саарал өнгөөр 0.45-0.55 кг/м³, шар өнгөөр 0.55-0.65 кг/м³, улбар шар өнгөөр 0.65-0.70 кг/м³, улаан өнгөөр 0.75-0.91 кг/м³ зарцуулалтаар тэслэх чулуулгийг ялгаж харуулав.



Зураг 12. Тэсрэх бодисын тооцооны хувийн зарцуулалтын тархалтын зураг

ДҮГНЭЛТ

- Акад. В.В.Ржевскийн баримтлалаар чулуулгийн өрөмдөгдөх зэрэг тодорхойлсон 778 дээжийн 41% нь дунд зэрэг өрөмдөгдөх, 58% нь хүнд өрөмдөгдөх, 1% нь маш хүнд өрөмдөгдөх ангилалд тус тус хамаарч байна. Чулуулгийн өрөмдөгдөх зэргийн тархалтын зургаас харахад акад. В.В.Ржевскийн баримтлалаар хүнд өрөмдөгдөх зэрэгт хамаарах чулуулаг нь ил уурхайн төв хэсгээс

- баруун болон баруун хойно зүгт сунаж тогтсон байна. Уурхайн талбайн бусад хэсэгт дунд зэргийн өрөмдөгдөх зэрэгт хамаарах чулуулаг зонхилж байна.
2. Тэсэлгээний цооног өрөмдөх СБШ-250 өрмийн машины механик хурд чулуулгийн өрөмдөгдөх зэрэг болон чулуулгийн физик-механик шинж чанараас хамааран 17.9-58.6 м/цаг (дундаж 30.1 м/цаг), ээлжийн бүтээл 69.3-116.4 м/ээлж (дундаж 89.7 м/ээлж), жилийн бүтээл 69.8-107.2 мян.м/жил (дундаж 82.7 мян.м/жил) хооронд хэлбэлзэж байна.
 3. Акад. В.В.Ржевскийн баримтлалаар чулуулгийн тэслэгдэх шинж тодорхойлсон 778 дээжийн 4% нь дунд зэрэг тэслэгдэх, 33% нь хүнд тэслэгдэх, 57% нь маш хүнд тэслэгдэх, 6% нь онцгой хүнд тэслэгдэх чулуулгийн ангилалд тус тус хамаарч байна. Чулуулгийн тэслэгдэх зэргийн тархалтын зургаас харахад акад. В.В.Ржевскийн баримтлалаар маш хүнд тэслэгдэх зэрэгт хамаарах чулуулаг нь ил уурхайн талбайн зүүн урдаас баруун болон баруун хойно зүгт сунаж тогтсон байна. Уурхайн талбайн бусад хэсэгт хүнд тэслэгдэх зэрэгт хамаарах чулуулаг зонхилж байна.
 4. Чулуулгийн тэслэгдэх шинж болон чулуулгийн физик-механик шинж чанараас хамааран тэсрэх бодисын тооцооны хувийн зарцуулалт $0.28-0.91 \text{ кг/м}^3$ (дундаж 0.56 кг/м^3) хооронд хэлбэлзэж байна.
 5. Эрдэнэтийн ил уурхайд 2016.10.14-нөөс 2017.06.30-ны хооронд 138 тэсэлгээний блокод хийсэн тэсрэх бодисын бодит хувийн зарцуулалтын дундаж утга (0.59 кг/м^3) нь чулуулгийн физик-механик шинж чанараас хамаарах тэсрэх бодисын тооцооны хувийн зарцуулалтаас (0.56 кг/м^3) 5% зөрүүтэй байна.
 6. Уурхайн талбайд зонхилох $f=9-11$ бат бөхийн коэффициенттой (проф. М.М.Протодьяконовын баримтлалаар) чулуулагт хэрэглэсэн тэсрэх бодисын бодит хувийн хувийн зарцуулалт (0.60 кг/м^3) тооцооны хувийн зарцуулалт (0.58 кг/м^3) ойролцоо байна.
- [10]. International society for rock mechanics commission on standardization of laboratory and field tests, 1977.
- [11]. Standart ASTM D2938 - Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Intact Rock Core Specimens /Чулуулгийн чөмгөн дээжид шахалтын чөлөөт бат бөхийн хязгаарыг тодорхойлох стандарт аргачлал/

АШИГЛАСАН НОМ, МАТЕРИАЛ

- [1]. Баруун хойд хэсгийн чулуулгийн хатуулаг, өрөмдөгдөх зэргийг тодорхойлох судалгаа, эрдэм шинжилгээний ажлын тайлан. Оргилох бүрд ХХК. УБ:2020.
- [2]. Баруун хойд хэсгийн чулуулгийн физик механик шинж чанарыг тодорхойлох судалгаа. ШУТИС-ийн Тэсэлгээний технологийн төв, 2016.
- [3]. Инженерийн лавлах 5. Ил уурхайн технологи. Цэдэндорж С., Лайхансүрэн Б., Пүрэв Л., бусад. Арвай принт. УБ.: 2014.
- [4]. Лайхансүрэн Б. “Чулуулгийн физик, бутлалтын практикум”, УБ хот. 2010.
- [5]. Методика отбора проб и определения физико-механических свойств горных пород. Институт горного дела им. А. А. Скочинского. Недра. М.:1984.
- [6]. Ржевский В. В., Новик Г. Я. Основы физики горных пород. - Недра. М.:1984.
- [7]. Справочник физических свойств горных пород. Недра. М.:1975.
- [8]. Эрдэнэт үйлдвэр ХХК-ийг 2018-2022 онд хөгжүүлэх таван жилийн төлөвлөгөө. Эрдэнэт үйлдвэр ХХК. Эрдэнэт.: 2018.
- [9]. Эрдэнэтийн Овоо ордыг ашиглах ТЭЗҮ-н тодотгол. Гуулд ман ХХК. УБ.: 2016.

ЧУЛУУЛГИЙН СТРУКТУР БА ИЛ УУРХАЙН ХАЖУУГИЙН ТОГТВОРЖИЛТ

Доктор (Ph.D) Л.Жаргалсайхан*

ШУТИС, ГУУС, Уурхайн технологийн салбар Улаанбаатар.

Хураангуй-Уурхайн хажуугийн тогтворжилт нь нэг талаас аюулгүй ажиллагааг хангах нөгөө талаас зардлын хэмжээгээр хязгаарлагдах бөгөөд энэ 2 асуудлын огтлолцол дээр хангагдана. Уурхайн хажуугийн тогтворжилтод нөлөөлөх олон хүчин зүйлийг геологи, гидрогеологи, физик газар зүй, технологи гэсэн 4 бүлэгт авч үзэж болох бөгөөд геологийн олон хүчин зүйлээс чулуулгийн структурын нөлөөллийг авч үзэв.

Түлхүүр үг: оршиц, тогтоц, хагарал, тогтворжилт, үелэг, үелэг бус

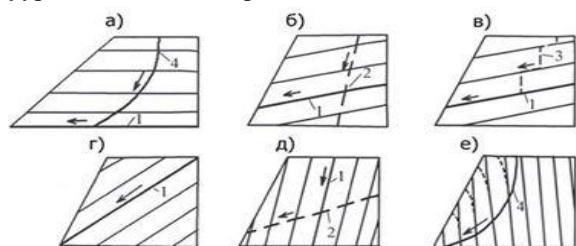
ЧУЛУУЛГИЙН БАЙРШЛЫН ШИНЖ ЧАНАР БА ИЛ УУРХАЙН ХАЖУУГИЙН ТОГТВОРЖИЛТ

Ил уурхайн хүрээ хязгаар дотор багтан, ашиглалтанд өртөх чулуулгийн оршиц тогтоцын үзүүлэлтүүдийг мэдэх нь ил уурхайн хажууг тогтворжуулахад ач холбогдолтой.

Зөөлөн чулуулгийн үелэг тогтоц

Үелэг тогтоц нь метаморф ба тунамал гаралтай чулуулагт тохиолдох бөгөөд массивыг үелэг байдлаар нь 5 хэлбэрт хувааж үздэг [2].

1. Хэвтээ, хэвтээдүү тогтоц – ($0-5^\circ$) Үеийн зузаан бага, тунамал гаралтай, бага бат бөхтэй, сул хил заагтай чулуулагаас бүрдэнэ. (зураг 1-а) Энэ төрлийн хажууд эвдрэлд орсон шаантагийн даралтаар тулгуур призм эвдэрч, их хэмжээний чулуулгийн эзлэхүүнийг хамарсан гулсалтын процесс үүснэ. Ийм гулсалт – нуралт нүүрсний ил уурхайд зонхилон гардаг.



Зураг 1. Үелэг чулуулгийн геологийн тогтоцын хэлбэр ба эвдрэл үүсгэх байдал

1–суларсан зааг буюу үе, 2–хагарал, 3–шаталсан хагарал, 4–гулсалтын дугуй цилиндр гадаргуу, сум – чулуулгийн шилжилтийн чиглэл

2. Хэвгий тогтоц–($10-25^\circ$) бат бөх, өгөршилд ороогүй, жижиг хэсгүүдийн бүтцийн хоорондох барьцалдалт нь сул ба шаварлаг буюу нүүрслэг–шавараас тогтоно. Ийм тогтоцтой хажууд гулсалт үүсэх үед газрын гадаргад сулрал явагдаж, уурхайн хүрээг даган эгц босоо хагарал үүснэ. (зураг 1-б). Заримдаа эгц босоо хагарал нь үеүүдийг холбож бараг эгц шаталсан хагарал үүсгэдэг. (зураг 1-в).

3. Налуу тогтоц – $25-60^\circ$ Энэ хэлбэрийн тогтоц ил ашиглалтын үед хамгийн их тохиолддог. Үелэг байдал атираажсан байх нь элбэг бөгөөд нэг ба хэд хэдэн доголыг хамарсан нурал үүсдэг. (зураг 1-г).

4. Босоодуу тогтоц – үенцэрүүд нь босоо тогтсон, налуу хагарал, эвдрэл нь сулралын хавтгайг үүсгэдэг. Доголын дээд тал угаагдснаас үелэг тогтоц нь уурхайруу нурах мөн хажуугийн эвдрэл огтлогдсноос үеүдийн хэсэг хил заагаараа салах ба тасралын хавтгайгаараа гулсдаг. (зураг 1-д).

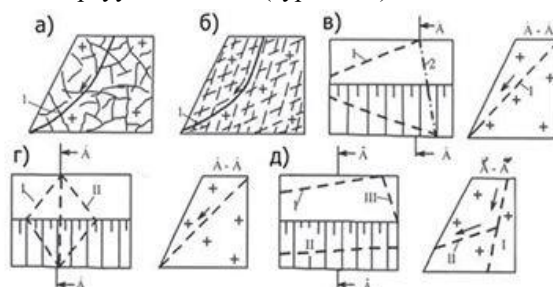
5. Эгц босоо–($90\pm 5-10^\circ$) энэ тохиолодолд хажуугийн эвдрэл нь үед хоорондоо салж, тунамал чулуулагууд хөмрөн нурдаг. (зураг 1-е).

Хадан чулуулгийн үелэг бус тогтоц

Үелэг бус тогтоцтой массивд ихэвчлэн магмын гаралтай чулуулаг байдаг бөгөөд түүний тектоник эвдрэл хагарал нь шулуун, дугуй, огтлолцсон зэрэг хэлбэрийг үүсгэсэн байх ба тэр нь сулралын аюултай хавтгайг үүсгэдэг. Ил уурхайн хажууд нуралт, гулсалт үүсэх нөхцөлтэй үелэг бус 4 өөр тогтоц байна [3].

1. Бараг нэг төрлийн массив – эрчимтэй ан цавшил нь харьцангуй жигд $0,3$ метрээс бага, тэдний хоорондын барьцалдалт нь сул бол аюултай нөхцөл гэж тооцно. Дугуй цилиндр гадаргуугаар шилжих бөгөөд (зураг 2-а), радиус нь, чулуулгийн бат бөх, массивын тогтоцын сулралаас хамаарна. Өөр нэг хэлбэр нь гулсалтын гадаргуугийн ан цавшил нь системтэй байрласан, доголын дээд тал дагуудаа угаагдсан ба ухааж буй чиглэлрүү унасан байдаг. (зураг 2-б)

2. Гадаргуугийн сулралтай массив – хагарал нь ухалтын чиглэлрүү $25-55^\circ$ өнцөгөөр унасан, план дээр хагарал нь доголын дагуу буюу жишүү байрласан, доголын дээд хэсэг угаагдсан, гулсалтын хавтгай нь шулуун гадаргуутай байдаг. (зураг 2-в).



Зураг 2. Үелэг бус чулуулгийн тогтоцын хэлбэр, эвдрэл үүсгэх байдал

1–гулсалтын дугуй цилиндр гадаргуу; 2–хагаралын хавтгай; I, II, III–хагарал эвдрэл; ← сум – чулуулгийн шилжилтийн чиглэл

3. Сулралын хоёр хавтгайтай массив–хагарал нь доголын дээд талд огтлолцсон нөгөө тал нь хажуугийн ирмэгийг буюу ухалтын чиглэлрүү огтлогдон гарч доголын доод ирмэг дээр огтлогдсон. Ийм хагарлаар шаантаг хэлбэрийн эвдрэл үүсэх ба гулсалтын хавтгай нь шулуун байдаг. (зураг 2-г).

4. Үргэлжилсэн ан цавтай массив – ухач чиглэлийн дагуу болон огтлон гарсан үргэлжилсэн ан цавуудтай, нурлын призм нь гулсалтын олон гадаргуугаар хязгаарлагдсан байна. (зураг 2-г).

Ордын массив нь чулуулгийн ямар тогтоцын шинжийг агуулж байгааг тогтоосноор, ордын гарал үүсэл, тогтоцоос хамаарсан эвдрэл хаана гарч болзошгүйг урьдчилан тооцоолох улмаар сэргийлэх боломжтой. Ил уурхайн хажууд гарсан эвдрэлийн 75 хувь нь үелэг тогтоцтой, шаварлаг-элсэн чулуутай, 25 хувь нь үелэг бус тогтоцтой, хадан ба хадархаг, анцавтай хажууд гарсан байна [4].

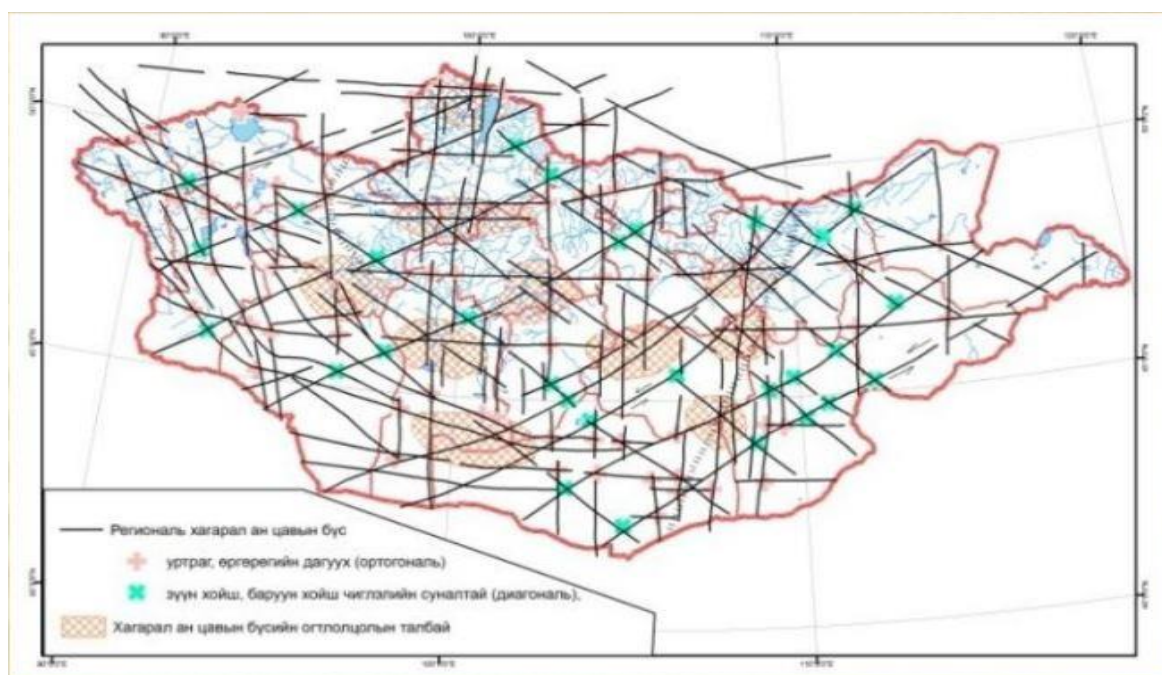
Үелэг тогтоцтой нүүрсний давхарга хооронд шаварлаг үе байх бөгөөд энэ хэсгээр гулсалт, нуралт болох нь элбэг байх тул шилжүүлэх үйлчилгээтэй хүч гэж тооцох шаардлагатай бөгөөд энэ хэсгээр эвдрэлийн гадаргуу бий болж,

гулсалт, нуралт явагддаг болох нь нүүрсний уурхайнуудад гарсан эвдрэл харуулж байдаг.

Тектоник хагарал

Ордын талбайд буй тектоник эвдрэлийн байршил, нэгж талбай дахь хагарлын нягтрал түүний урт зэргийг геологийн зургаас тогтоож болох ч газрын гүнд унасан чиглэлийг өрөмдлөгийн дээж дээр болон бусад тусгай аргаар тогтооно.

Тектоник эвдрэл уурхайн хажуугийн ирмэгтэй яаж байрлахаас, үүсэх эвдрэлийн төрөл хамаардаг. Жишээ нь уурхайн ирмэгтэй паралель хагарал байгаа бол хавтгай, уурхайн ирмэг дээр 2 хагарал огтлолцсон бол шаантаг эвдрэл гарна. Чулуун нүүрсний ордын талбай тектоник эвдрэлд ихээр орсон байх ба хүрэн нүүрсний ордын талбай харьцангуй бага эвдрэлд өртсөн байна. Уурхайн талбайг дайрч гарсан хагаралын тоо түүний унал, суналын чиглэлийг тогтоох нь уурхайн хажуугийн тогтворжилтод онцгой чухал ажил болохыг практик харуулж байна. Ордын талбайд буй хагарал, уурхайн хажуутай ямар харилцан байршилтайг тогтоох нь тухайн хэсэгт гарч болох эвдрэлийг таамаглах боломж олгоно.



Зураг 3. Монгол орны нутаг дэвсгэрийн хагарлын тектоник [5].

Дээрх зурагт Монгол орны нутаг дэвсгэр бүхэлдээ их хэмжээний хагаралд хэрчигдсэн бөгөөд хагарал ан цавын бүсийн огтлолцсон 10 томоохон талбай байна. Тухайлбал Нарийн сухайтын нүүрсний орд томоохон хагарал (тохрол) дээр байрлаж байгаа нь уурхайн хажуугийн тогтворжилтод сөрөг нөлөө үзүүлэх нэг нөхцөл гэж үзэж байна.

Тухайн орд хагарлын ямар бүсд байгааг тогтоосноор энэ талын судалгааг нарийвчлан хийх эсэхээ шийдвэрлэж болно. Уурхайн талбайд буй хагарлыг түүний тодорхой хэмжээтэй план

зурагт тэмдэглэн, адил хэмээтэй хэсгүүдэд хувааж, нэгж талбайд буй хагарлын тоог тогтоож болно. Нэгж талбайд буй хагарлын тоо нь түүний нягтралыг харуулах бөгөөд уурхайн талбайд хагарлын нягтрал их байх нь түүнээс хамаарсан эвдрэл илүүтэй гарах нөхцөлийг бүрдүүлнэ.

Хагарлын суналын чиглэлийг хайгуулын болон геотехникийн зориулалттай өрөмдлөгөөр нарийвчлан тогтоох нь уурхайн ашиглалтын явцад талбайн аль хэсэгт, хэзээ, ямар хагарал таарч түүнээс хамаарсан ямар эвдрэл уурхайн хажууд гарч болохыг урьдчилан таамаглах

боломжтой. Уурхайн ашиглалтын талбайд буй тектоник гаралтай хагарлын тоо ба уртаар гистограмм байгуулж адил урттай болон өөр урттай хагарлын тоо түүний эзлэх хувийг гаргаж болдог бол хагарлын суналын чиглэлийг “сарнай диаграмм”-аар гаргаснаар нийт хагралын хэдэн хувь нь хэдэн градусын чиглэлд байгааг тодорхойлох боломжтой. [6]

ДҮГНЭЛТ

1. Чулуулгийн үелэг тогтоц нь уурхайн хажуу дахь байршлаас хамаарсан эвдрэл гарах нэг шалтгаан болдог бөгөөд үелэг тогтоцын зааг нь гулсалт, нуралт үүсэх нөхцлийг бүрдүүлдэг.
2. Чулуулаг нь үелэг бус тогтоцтой массивд ихэвчлэн магмын гаралтай чулуулаг байдаг бөгөөд гадаргууд болон гүнд нь үүссэн сулралын хавтгай нь гулсалт, нуралт үүсэх нөхцлийг бүрдүүлнэ.
3. Ордын талбайд буй тектоник гаралтай хагарал нь уурхайн хажуу ирмэгтэй яаж байршиж байгаагаас хамаарсан эвдрэл түгээмэл гардаг. Тухайлбал 2 хагарал уурхайн хажууд огтолцсон бол шаантаг, паралель чигтэй бол шулуун, хавтгай хэлбэрийн эвдрэл тус тус гардаг байна.

НОМ ЗҮЙ

- [1]. Чулуун Д. Структурный геологи, геологийн зураглал УБ. МУИС. 1978.
- [2]. Шелест А.Т., Беляева В.Л. Геомеханик. Екатеринбург. 2006
- [3]. Дунаев В.А., Серый С.С. ФГУП ВИОГЕМ Структурные особенности массивов скальных пород и их влияние на устойчивость карьерных откосов
- [4]. Ковров А.С. Устойчивость бортов карьеров в сложноструктурном массиве мягких пород Монография. Днепропетровск. НГУ. 2013
- [5]. Ган-Очир Ж., Дэжидмаа Г нарын. Монгол орны нутаг дэвсгэрийн хагарлын тектоник, минерагений асуудал. Монголын геологи хайгуул -2014 он. УБ
- [6]. Жаргалсайхан.Л Нүүрсний ил уурхайн ажлын бус хажуугийн тогтворжилтод нөлөөлөх хүчин зүйлийн шинжилгээ, зэрэглэлийн үндэслэл УБ. 2018

ХҮДРИЙН ИЛ УУРХАЙН ХАЖУУГИЙН ТОГТВОРЖИЛТОД ЧУЛУУЛГИЙН ЦУЛЛАГИЙН ШИНЖ ЧАНАР НӨЛӨӨЛӨХ ЗАГВАРЧЛАЛЫГ БОЛОВСРУУЛАХ АСУУДАЛД

Б.Улаанбаатар*, Т.Баяртөгс†, Э.Орхон*

*ШУТИС-ГУУС-Уурхайн технологийн салбар, Улаанбаатар хот, Монгол улс

†ШУТИС-ХШУС, Улаанбаатар хот, Монгол улс

*ШУТИС-ийн харьяа Уул уурхайн хүрээлэн, Улаанбаатар хот, Монгол улс

Хураангуй—Ил уурхайн ажлын бус хажуугийн элементүүдийн тооцоололд уурхайн хажуугийн тогтворжилтод нөлөөлдөг хүчин зүйлсүүд дотроос чулуулгийн физик механикийн шинж чанарын нөлөөг судлан үзэх зорилгоор нийт 307 дээжийг ил уурхайн одоогийн ашиглалтын талбайгаас төлөөлөл болохуйц урьдчилан төлөвлөсөн цэгүүдээс стандарт дээжүүдийг авч лабораторийн шинжилгээ хийсэн. Ил уурхайн хажуугийн геотехникийн 2 хэмжээст загвар байгуулан нийт 368 удаагийн шугаман хэмжээст харгалзах чулуулгийн физик механикийн шинж чанарын нөлөөллийн математик загварчлалыг хийж, улмаар хүдрийн ил уурхайн хажуугийн элементүүдийг тогтворжилтын үзүүлэлтэд тулгуурлан судлах судалгааны ажлын нэгдүгээр шатны баталгааг чулуулгаас хамаарах хамаарлыг судлав.

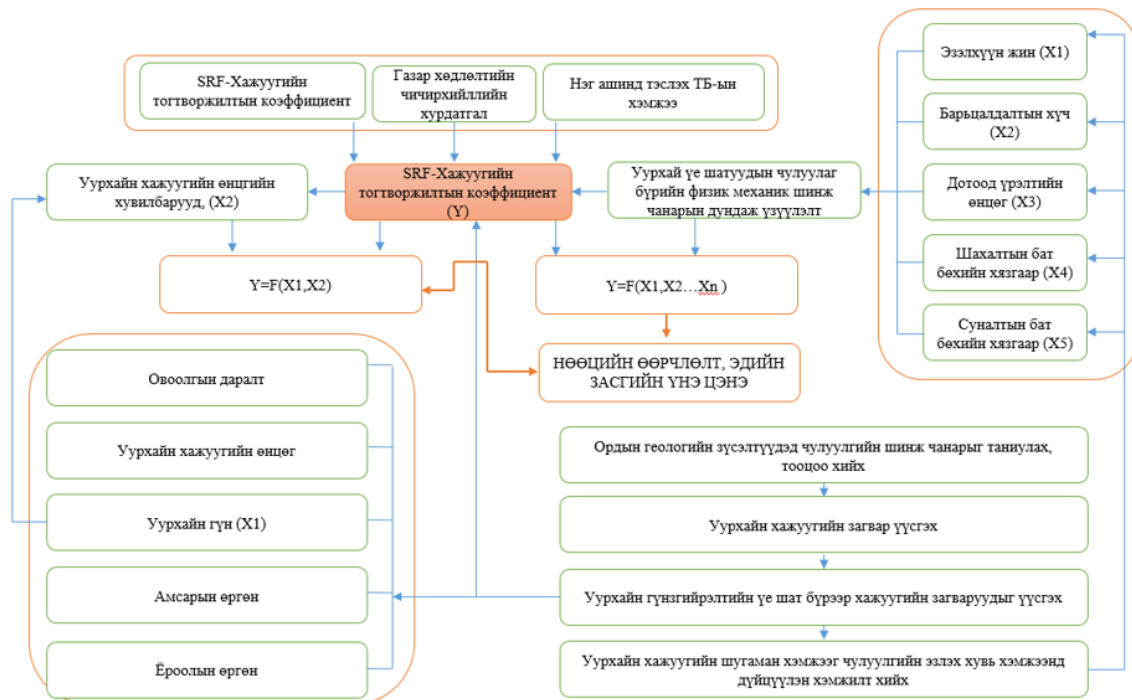
Түлхүүр үг—Дээж, шугаман хэмжээс, хөндлөн зүсэлт, регресс

I. УДИРТГАЛ

Хүдрийн ил уурхайн ажлын бус хажуугийн өнцгийг тодорхойлоход тухайн орд газрын чулуулгийн физик механикийн шинж чанар, уурхайн гүн зэргүүдийг эдийн засгийн хүчин зүйлээр үнэлэж оновчлолын тооцоололд тулгуурлан үнэлдэг. Ил уурхайн ашиглалтын нийт хугацааны хувилбар бүрт хамаарах хүрээ хязгаарт буй ажлын бус хажуугийн тогтворжилт нь байнга хувьсан өөрчлөгдөж байхын зэрэгцээ олон хүчин зүйлээс хамаарах санамсаргүй хэмжигдэхүүн болох нь судалгаанаас

ажиглагдав. Эдгээр санамсаргүй хэмжигдэхүүний тархалтын хууль, түүний параметруудийг урьдчилан таамаглахад төвөгтэй тул түүнийг тодорхойлох зорилгоор их хэмжээний туршилт хэмжилтийн үндсэнд үр дүнг гаргах шаардлагатай болно. Бодит нөхцөл байдалд ил уурхайн хажуу тус бүрд ийм их хэмжээний туршилтыг уурхайн эхнээс ашиглалтын сүүлийн жил хүртэл хийж дүгнэлт гаргах зорилго тус судалгааны ажилд тавигдаагүй юм. Иймд практикт ил уурхайн ажлын бус хажууд урьдчилан мэдэгдэж байгаа болон одоогийн хүрээ хязгаарт буй чулуулгийн тархалтад лабораторийн туршилт хийсэн үр дүнгүүдийг сонгон авч корреляцын шинжлэлийн аргаар судалгаа явуулсны үндсэн дээр ил уурхайн ажлын бус хажууд нөлөөлж буй оновчтой параметруудийг сонгон авч түүнээс хамаарсан ажлын бус хажуугийн тогтворжилтын шугаман ба шугаман бус хэлбэрийн регрессийн загварыг регрессийн шинжлэлийн аргаар байгуулж тогтворжилтын үнэлгээ өгөх арга замыг сонгосон.

Үүний тулд ил уурхайн ажлын бус хажуугийн тогтворжилтод нөлөөлөх хүчин зүйл, тэдгээрийн хоорондын хамаарал мөн ерөнхий түвшинд үнэлгээ өгөх арга замыг сонгохын тулд системийн загвар [Д.Бадарч. "Системийн сэтгэлгээ"] гаргаж үндсэн зорилгын функцийг агуулагч судалгааны ажлыг бүлэглэж хуваасан болно. "Зураг. 1"



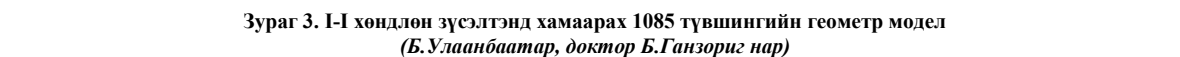
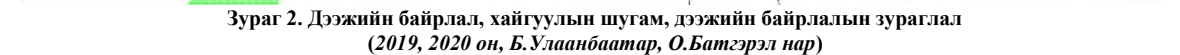
Зураг 1. Хүдрийн ил уурхайн ажлын бус хажуугийн тогтворжилтыг үнэлэх чулуулгийн физик-механикийн шинж чанар болон бусад нөлөөлөх хүчин зүйлсийн хамаарлын системийн загвар (судлаач Б.Улаанбаатар)

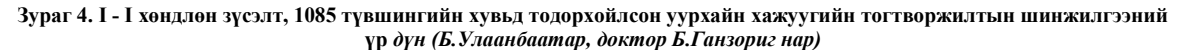
Судалгаагаар уурхайн хажуугийн тогтворжилтод гадаад болон дотоод хүчин зүйлүүдийн нэгдмэл параметрууд санамсаргүйгээр нөлөөлж байгаа нь уулын ажлын өрнөлтэй уялдсан ажлын бус хажуудахь чулуулгийн шугаман хуваарилалттай шууд холбоотойг илрүүлэх зорилготойгоор нийт 10 зүсэлт, 368 ширхэг чулуулгийн шугаман хэмжээсүүдэд механик хэмжилт хийсэн.

Хэмжилтийн үр дүнг судалгааны ажлын системийн загварт нийцүүлэхийн тулд 1989 онд Эрдэнэтийн уурхайн хажуугийн тогтворжилтын судалгааны ажил, 1995 онд Эрдэнэтийн-Овоо ордын Баруун хойд хэсгийн хүдэр, чулуулгийн бат бөхийн анхны ангилал боловсруулах судалгаа ажил, 1997 онд Эрдэнэтийн-Овоо ордын Баруун хойд хэсгийн уурхайн талбайн хүдэр чулуулгийн бат бөхийн карт боловсруулах судалгааны ажил, 2001 онд Эрдэнэтийн Овоо-ордын Баруун хойд хэсгийн хүдэр, чулуулгийн бат бөхийн ангилалыг шинэчлэн боловсруулах судалгааны ажил, 2005, 2010, 2015 онуудад ШУТИС, Эрдэнэтийн УБҮ-ийн хамтын ажиллагааны хүрээнд уурхайн талбайн хүдэр, чулуулгийн бат бөх болон өрөмдөгдөх зэргийн картуудыг боловсруулсан судалгааны ажлууд, 2018 онд гүйцэтгэсэн Эрдэнэтийн Овоо зэс, молибдений ордын баруун хойд болон төвийн хүдрийн биетийг ашиглах

техник эдийн засгийн үндэслэлийн нэмэлт тодотгол, 2016 онд боловсруулсан Эрдэнэтийн Овоо ордын баруун хойд хэсгийн уурхайн хажуугийн тогтворжилтын судалгаа, 2019 оны зун гүйцэтгэсэн Эрдэнэтийн уурхайн одоогийн түвшин дэх чулуулгийн физик-механикийн шинж чанарын лабораторын туршилтын ажлын үр дүн зэргүүдийг үндэслэл болгож судалгааны ажлыг дараах үе шатуудад хуваасан. Үүнд:

1. Хүдрийн ил уурхайн ажлын бус хажуугийн тогтворжилтод нөлөөлөх чулуулгийн физик-механикийн шинж чанарын математик загварчлалыг томъёолж, хэлэлцүүлэх
2. Ил уурхайн ажлын бус хажуугийн тогтворжилтод нөлөөлөх технологийн хүчин зүйлүүдийн нөлөөллийн математик загварчлал боловсруулж, хэлэлцүүлэх
3. Ил уурхайн ажлын бус хажуугийн тогтворжилтод нөлөөлөх геологийн болон технологийн хүчин зүйлийн математик загварчлалыг судалгааны ажлын системийн загварт нийцүүлэн боловсруулах



[illegible]

3. Регрессийн загварыг шалгаж хэрэглэх. Энэ тохиолдолд байгуулсан загварын статистикийн

Олон хэмжээт регерессийн шинжлэлийн аргыг ажлын бус хажуугийн тогтворжилтын регерессийн загварт байгуулалт хийж хэрэглэхийн тулд дараах асуудлуудыг шийдвэрлэх шаардлага тулгарсан. Үүнд:

3. Регрессийн загварыг шалгаж хэрэглэх. Энэ тохиолдолд байгуулсан загварын статистик тогтворжилт ба түүний коэффициентуудыг шалгах, загварын үнэмшлийг шалгах, сонгосон загваруудын ил уурхайн ажлын бус хажуугийн элементэд чулуулгийн физик механикийн шинж чанар нөлөөлөх, үл хамаарах параметруудийг илрүүлэх хамгийн сайн загварыг сонгож тэдгээрийг хэрэглэх мужийг тогтоох асуудлууд орно.

- a. Эрдэнэтийн овоо ордын баруун хойд хэсгийн ил уурхайн техник эдийн засгийн тооцоолол, уурхайн хүрээ хязгаарыг оновчилсон тооцоололд суурилсан
- b. Баруун хойд хэсгийн ил уурхайн хайгуулын шугамын зүсэлтүүдэд чулуулгийн шинж чанар, овоолгын даралт, чичирхийлэл, гүний усны түвшин зэрэг тогтворжилтод нөлөөлөх хүчин зүйлсийг хамааруулж, улмаар phase 2.0 программын тусламжтай загварт оруулсан

- с. Загвар бүрт тогтворжилтын шинжилгээ хийж холбогдох мэдээллийн санг бүрдүүлж, өмнөх судалгааны үр дүнтэй жишиж оновчтой параметруудийг сонгож авсан.

Хүдрийн ил уурхайн ажлын бус хажуугийн чулуулгийн физик-механик шинж чанарын нөлөөллийг хажуугийн тогтворжилтын шалгуур үзүүлэлтээр математик загварчлал хийж, үр дүнг

гаргасан. Тус үр дүнг нэгтгэсэн мэдээллийн сангаас /хүснэгт5/ Гранит, Адесит, Гранодиорит, Дациит, Плагоклазит, Сиенит, Транхириоцит, Мондонит чулуулгийн физик-механик шинж чанарууд нь овоолготой үеийн тогтворжилттой корреляцын матрицийг зохиосон. Тогтворжилтын тооцооллын овоолгын нөлөөлөлд өртсөн бүс, өртөөгүй бүсүүдэд хамааруулан тооцоолол хийсэн.

1-р хүснэгт

Хувьсагч хоорондын хамаарлыг хос хосоор нь шалгасан матриц

	Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5
Column 1	1	0.85	0.98	0.11	0.34
Column 2	0.85	1.00	0.88	0.03	0.46
Column 3	0.98	0.88	1.00	0.03	0.28
Column 4	0.11	0.03	0.03	1.00	0.57
Column 5	0.34	0.46	0.28	0.57	1

III. СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН РЕГЕРЕСИЙН ЗАГВАР

Чулуулгийн физик механикийн шинж чанар, тогтворжилтын үзүүлэлтийн хоорондын хамаарлын математик загварчлал гаргахын тулд математик загварчлалын онолын тохиромжтой загваруудыг ашиглах зорилт дэвшүүлэв.

Чулуулгийн физик механикийн шинж чанарын үзүүлэлтүүдэд нөлөө бүхий хувьсагчдаас шугаман бус хамааралтай бол:

$$y = f(x, a_1, a_2, \dots, a_n) \quad (1)$$

f : шугаман биш функц

x – хувьсагч

a_1, a_2, a_n -загварын параметрууд

Шугаман регрессийн нэгэн адил хамгийн бага квадратын аргаар алдаануудын квадратуудын нийлбэр хамгийн бага байхаар параметруудийн оновчтой утгыг олох зорилт дэвшүүлсэн.

$$E(a_1, a_2, \dots, a_n) = \sum_{i=1}^n [f(x_i, a_1, \dots, a_n) - y_i]^2 \rightarrow \min \quad (2)$$

Е нь хазайлтын функц, хамгийн бага байх нөхцөлөөс a_i -параметруудийг олно. Шугаман бус Регрессийн функц нь бас Кобб-Дугласын хэлбэртэй байна.

$$f(x_i, a_1, \dots, a_n) = Ax_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} \dots x_n^{\alpha_n} \quad (3)$$

x_i - үл хамаарах хувьсагчид

А-загварын параметр, А болон α -г олохын тулд функцийн илэрхийллээс логарифм авч, шугаман хэлбэрт шилжүүлнэ.

$$\ln y = \ln A + \alpha_1 \ln x_1 + \dots + \alpha_n \ln x_n \quad (4)$$

Хэрэв $\ln y = \tilde{y}$, $\tilde{A} = \ln A$, $\ln x_i = \tilde{x}_i$ гэсэн тэмдэглэгээ хийвэл x_i параметрууд нь $\tilde{y}$ функцийн хувьд шугаман байна.

$$\tilde{y} = \tilde{A} + \alpha_1 \tilde{x}_1 + \alpha_2 \tilde{x}_2 + \dots + \alpha_n \tilde{x}_n \quad (5)$$

Дараах статистик өгөгдлийг ашиглан α_i -г олно.

2-р хүснэгт

Эрдэнэтийн ил уурхайн ажлын бус хажуугийн үе шатны ашиглалтад хамаарах чулуулгуудын шугаман хамаарал ба тогтворжилтын үзүүлэлтийн хамаарал

Гранит	Адесит	Гранодиорит	Плагоклазит порфир	Сиенит	Транхириоцит	Овоолготой үеийн тогтворжилтын үзүүлэлт
x1	x2	x3	x4	x5	x6	y
164.31	23.75	224.9	36.1	1	1	2.12
252.49	0.95	173.41	45.1	1	1	1.78
404.938	22.74	550.67	31.04	5.81	1	0.62
192.21	4.12	629.15	59.186	6.79	1	1.71
514.4	108.1	279.72	26.085	1	1	0.24

3-р хүснэгт

Эрдэнэтийн ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтын үзүүлэлтийн хамаарал

$\tilde{x}_1$	$\tilde{x}_2$	$\tilde{x}_3$	$\tilde{x}_4$	$\tilde{x}_5$	$\tilde{x}_6$	$\tilde{y}$
2.215664	1.375664	2.351989	1.557507	0	0	0.32531
2.4022442	-0.02228	2.239074	1.654177	0	0	0.250176
2.6073885	1.35679	2.740891	1.491922	0.764176	0	-0.20586
2.283776	0.614897	2.798754	1.772219	0.83187	0	0.232742
2.711301	2.033826	2.446724	1.415474	0	0	-0.61979

Ил уурхайн ажлын бус хажуугийн тогтворжилтын хувьсагч бүхий регрессийн функцийг шинжилгээ

$$y = Ax_1^{\alpha_1} \dots x_{11}^{\alpha_{11}} \quad (6)$$

у – тогтворжилтын үзүүлэлт

A, $\alpha_1 \dots \alpha_{11}$ – параметрууд

У- SRF, овоолготой үеийн тогтворжилтын үзүүлэлт

x1 – Гранит, x2 – Адезит, x3 – Гранодиорит, x4 – Дацит, x5- Плагоклазит, x6 – Сиенит

Эдгээр 6 хувьсагч болон овоолготой үеийн тогтворжилтын үзүүлэлт 368 гаруй ажиглалтын утгуудад математик загварыг боловсруулан гаргав.

Эдгээрээс 2 хувьсагч (x5, x6)-ийн утга хамааралгүй байсан тул холбогдох хамаарал бүхий элементийг агуулсан функцийг боловсруулав. Параметруудийг Matlab болон Excel-ийн Data analysis, regression-ээр бодож, тохирох томъёолол дараах үр дүнг илтгэж байна.

$$y = 8.85x_1^{1.18}x_2^{0.04}x_3^{-0.35}x_4^{0.11} \quad (7)$$

Тус регрессийн загварыг шалгаж хэрэглэх ажил (II.3) нь технологийн хүчин зүйлийн хамааралтай уялдуулан загварчлах дараагийн судалгааны ажлын үндсэн зорилт болгож дэвшүүлэв.

ДҮГНЭЛТ

1. Судалгааны ажлын хүрээнд нийт үндсэн 9 зүсэлт, үе шатны хүрээ хязгааруудыг багтаасан 23 зүсэлтийн, 8 төрлийн чулуулагт ажлын бус хажуу бүрийн 46 талд 368 удаагийн шугаман хэмжилтийг тус бүр хийж гүйцэтгэж, чулуулгийн үндсэн физик механикийн 4 параметрээр судлаачийн гүйцэтгэсэн 307 дээжийн үр дүнг загварчлалд төгсгөлөг элементийн аргыг ашиглаж Phase2 програм хангамжийн тусламжтай тогтворжилтын SRF (stress reduction factor) үзүүлэлтийг үр дүн болгож улмаар математик загварчлал хийсэн.
2. α_1 нь 1.18 гарч байгаа нь FOS – д мэдрэмж сайтай байна. α_2, α_3 нь 0.04, 0.11 гарч байгаа нь эдгээр чулуулагууд нь хажуугийн тогтворжилтод мэдрэмжтэй байна. α_3 нь урвуу мэдрэмжтэй байгаа тул тухайн загварын хувьд хажуугийн тогтворжилтод нөлөөлөхгүй байна.
3. Туршилт, хэмжилтүүдийн үр дүнд ил уурхайн тогтворжилтыг чулуулгийн физик-механикийн шинж чанараас хамааруулан тогтворжилтыг үнэлэх боломжтой болохыг нотлов.
4. SRF(FOS)-ийн үзүүлэлтийг хажуугийн тогтворжилтын 2 хэмжээст загварт үр дүнгийн загвар гаргахад тухайн чулуулаг бүрийн физик-механик шинж чанарыг хамааруулан загварчилж гаргасан. 2 хэмжээст загварын хажуу дахь чулуулаг бүрийн физик-

механикийн шинж чанар нь тогтмол учир хажуугийн шугаман хэмжигдэхүүний хувьсагчаар авч болно. Цаашид хүдрийн ил уурхайн ажлын бус хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээг хийхэд суурь физик механикийн шинж чанарын математик загварчлал хийснээр технологийн хүчин зүйлтэй уялдуулан тодорхойлох боломжтой болсон нь судалгааны ажлын үр өгөөж тодорхойлогдоно.

АШИГЛАСАН НОМ МАТЕРИАЛ

- [1]. Abramson.. L.W., Thomas. S. L and Sharma. S., Slope Stability and Stabilization Methods, John Wiley & Sons. Inc, 2002
- [2]. Cheng. M.Y and Lau. C.K, Slope stability analysis and Stabilization-New Methods and Insight, Routledge, 2008
- [3]. Read, J and Stacey, P. Guidelines for Open Pit Slope Design. CSIRO. 2009
- [4]. Wyllie, D.C and Mah, C.W, Rock Slope Engineering – Civil and Mining 4th edition, Spon Press, 2004
- [5]. Hoek E. Practical Rock Engineering. 2006
- [6]. Clover Technology (2013) <http://www.cloverttechnology.com.au/>
- [7]. Hudson, J.A and Harrison, J.P. Engineering Rock Mechanics.2006
- [8]. Rockscience (2013) Dips <https://www.rockscience.com/products/1/Dips>
- [9]. Отчёт “Сейсмическое микрорайонирование территории г. Эрдэнэт в масштабе 1:25000”. УБ.: 2008. Исследовательский центр астрономии и геофизики академия наук России, Институт земной коры СО РАН.
- [10]. В.И. Джурик, С. П. Серебrenников, Т.Г. Рященко, Ц. Батсайхан, Т. Дугармаа, М. Улзийбат и др. Районирование сейсмической опасности территории города Эрдэнэты. – Иркутск:Институт земной коры СО РАН, 2011., -122 х
- [11]. Монгол-Оросын хамтарсан Эрдэнэт үйлдвэрийн баяжуулах хаягдлын далад чичирхийлэлийн үйлчлэлийн зураглал гаргах судалгааны ажлын тайлан. Екатеринбург. 2015 он. Уралын улсын уул уурхайн их сургууль. Төслийн удирдагч док. проф., В. А. Гордеев.
- [12]. Монгол-Оросын хамтарсан Эрдэнэт үйлдвэрийн баяжуулах хаягдлын далад чичирхийлэлийн үйлчлэлийн зураглал гаргах судалгааны ажлын тайлан. Екатеринбург. 2015 он. Уралын улсын уул уурхайн их сургууль. Төслийн удирдагч док. проф., В. А. Гордеев.
- [13]. Д.Цогбаатар. Эрдэнэтийн үйлдвэрийн нөхцөлд өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын тэсрэлтийн долгионы аюулгүй, үр дүнтэй технологи боловсруулах судалгаа. Дэд докторын диссертацийн ажил. УБ.: 1990

THE END-WALL STABILITY OF “ERDENET COPPER MINING”

Ulaanbaatar Batgerel*, Ganzorig Batchuluun†

*Mining technology. School of geology and mining, Mongolian university of science and technology, Ulaanbaatar, Mongolia

†Mining technology. School of geology and mining, Mongolian university of science and technology, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract— Slope stability parameters of the Erdenet open pit mine are determined by a surveillance survey as the slope stability of the mining, which is a surface methods, will decrease. Ensuring end-wall slope stability will provide sustainability of future mining operations. The current mining depth is 240m and overall slope angles are 37-42°, there is danger to failure.

Keywords— blasting, safety factor, loading, depth

INTRODUCTION

“Erdenet” Mining Corporation has been operating for over 40 years since 1978 with plans to operate for another 37 years [2,10].

The non-work side stability of the Erdenet mine will be analyzed in accordance with the technical conditions, blast, vibration, and external stocks. The analysis of the mine planning and project as well as the closure project will be useful in evaluating the parameters of the project.

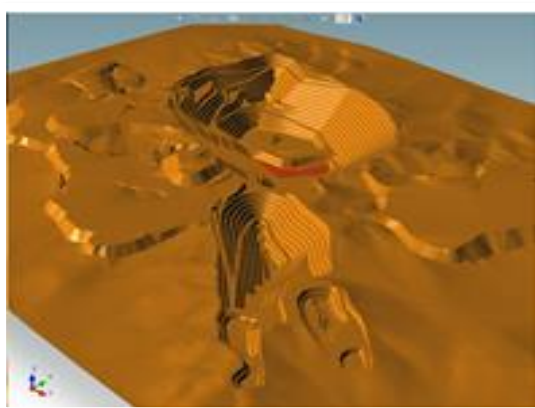
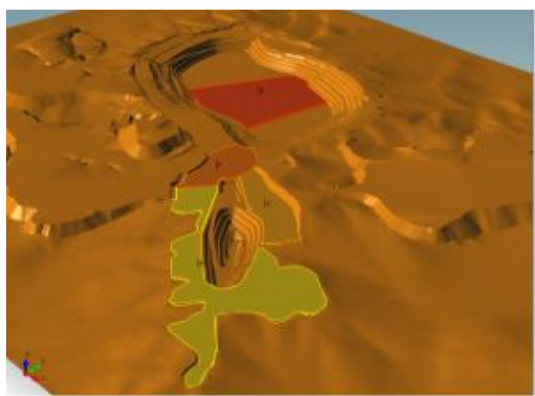


Figure 1. Existing and final design of Erdenet open pit mine planning

The ranking of the population growth, the impact of the economy on the mine and the importance of the

labor market, rank first in the "Competitiveness Index" in Mongolia [9].

Considering the factors that have a positive impact on the formation of the state budget, secondly, taxpayers are ranked according to the importance of open pit mining.

It is economically, socially and ecologically important to prevent the loss of normal operation of the plant as a result of unstable instability of the open pit [6]. In this sense, ensuring normal production is a sustainable development goal.

DESIGN OF END-WALL-EFFECTS IN THE NORTH-WESTERN SECTION FOR ERDENET MINE

In terms of the mining industry of Mongolia, scientists, researchers, and industry enterprises have been conducting research on lateral stability. D. Erdenetungalag - Determination of Permanent Purpose Parameters of the Erdenet Ore Open Pit, Ch. Erdenebayar - Determining the Factors Affecting the Non-Likely Impact Side of the Open Pit, D. Bat-Erdene - Survey of seismic vibrations from the Northwest blast at Erdenet mine have investigated the sides of the open pit and its elements. Stabilization characteristics affect the blasting vibration, air strike and geological characteristics, and the vibration wave generated by the open pit at the four blasting results (2016 to the northeastern part of the mine on the 11th to 11.18 blast wave generated by blast 5th block) the coefficient $FS = 0.75$. Also, when the wave of vibration generated from blast 1,2,3 blocks made on March 20, 2017.05.12, the coefficient of stability of the southwest section of the mine was $FS = 0.53$ [1]. The northwestern part of Erdenet is associated with geotechnical research in the Russian Federation. “GIPRORUDA” research institute, Research Center of Mongolian University of Science and Technology has important position.

EFFECTING FACTORS TO THE NORMAL OPERATION OF “ERDENET” OPEN PIT MINE

There is a principle of relevance to evaluate the many factors involved in the various research methods. Based on this principle, 7 factors have been identified based on the investigations of the deposit, and the average of the relevant experts are scored (Table 1). A total of 56 engineers and researchers were involved in the survey. Evaluation of 392 data were evaluated and analyzed. Analysis of the test for $F > F_{\alpha}$ (R_1 , R_2) between experimental and critical values.

Table I

Factors of expected risks				
No	Complication	Expected risk / expiration date	Rank	Absolute frequency
1.	Deep ventilation	Use of ventilation methods when using natural ventilation and use of a sprinkler. Take immediate action at the depth of the deepening.	5	196
2.	Non-working stability	In the deepening of the mine, the slope will become unstable, and the glider will occur (at all times)	9.5	334,4
3.	Road escalates	Transportation costs will increase. (Specific research is ongoing - such as TPP)/ when deepening	6	235,5
4.	Groundwater level drops from depths	The environmental condition will worsen at the aimag level / deepening	7	274,4
5.	Acid extraction from the piling site is located at the mine	Soil, water, and air pollution will occur due to debris. The damage will occur. All the time	6	235,5
6.	Mine closure	Socioeconomic and rehabilitation issues after closure (Closing period)	4	156,8
7.	The stability of the tailings dam	Late seepage and dam destruction / during all periods	7	274,4

The most significant risk is the stability of open-pit mines with a rating of 334 and 9.5 from 392 frequencies. This will create a threat to all stages of mine life and minimize the mine closure [9].

Factors affecting the non-working slope area:

- Piling pressure variations (parts of equipment)
- Blasting vibration, air shock waves, earthquakes (fluctuations in areas)
- Cracking and rock properties (depending on the rocks on the part of the rock)
- Groundwater and surface water (fixed components)
- Mine and non-working side angles / 37-42 degrees, average 54 degrees / (with respect to deep-to-grips)
- Bench height (15m) (fixed in sections)
- The shape of the mine (fixed parts)
- Determine whether the non-working side profile will be stable if the parameters such as the

technology regime are lost. The non-working side stabilization assessment was carried out using the results of the geological surveys and reports. Using the Phase2 software, I-I, IV-IV, and VII-VIII materials were designed to produce research predictions. The Stabilization Survey was divided into five sections.

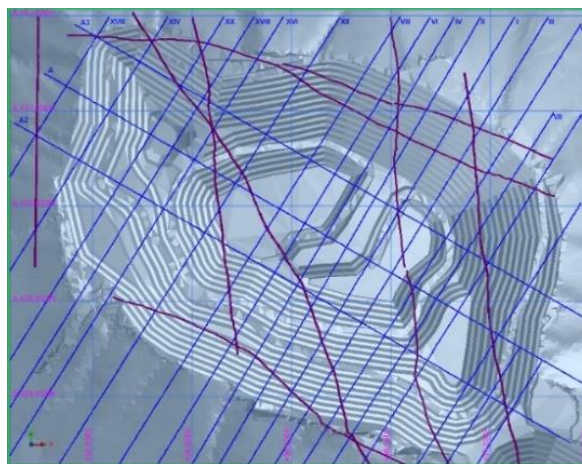


Figure 2. Cracking in the open pit mines and cutting lines in northwestern Erdenet (D. Undarmindamir, 2015)

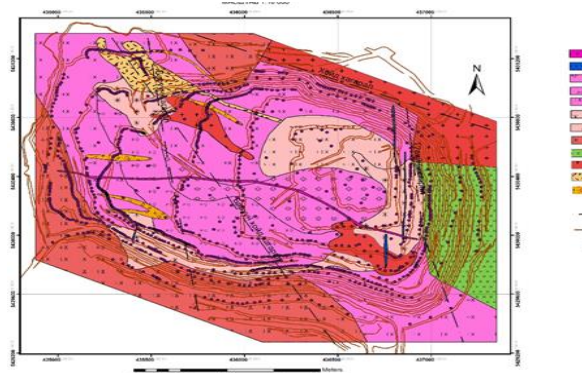


Figure 3. Geological overview of northwest open pit mine of Erdenet (D. Nyamdorj, 2004, Research technology, parameter optimization of open pit blasting at Erdenet mine)

Sadovsky methodology for calculation of vibration speed, cm / sec /

$$V = K * \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^n \quad (1)$$

Where:

- V blasting vibration speed, cm / s
- Determination of seismic vibration in K-rock, / 250-600 /
- Q-quantities of simultaneous explosives, kg
- Distance from R-blast center, m
- n- seismic reduction coefficient, (1-3)

Q = 236142.5kg, or one-time average explosives, medium-sized explosive rocks.

R = 700, 600, and 500m, as the open pit mine increases, the distance from the non-workspace will be closer to the blasting service. Based on the possibility of closest blast with the mine wall cross-mine, the average height of 800 meters was selected. (Ulaanbaatar.B, Munkh-Erdene.B, others, 2019)

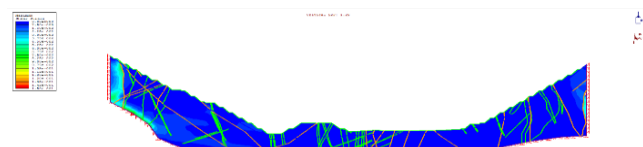


Figure 6. Level 980 on the 4th cutting and SRF = 1.29 stability when stockpile pressure is not provided

Table II
Measurement of impact blasting vibration of the mine.

Power level	Acceleration	Speed (cm/sec)
I	<0.0017	<0.1
II-III	0.0017-0.014	0.1-1.1
IV	0.014-0.039	1.1-3.4
V	0.039-0.092	3.4-8.1
VI	0.092-0.18	8.1-16
VII	0.18-0.34	16-31
VIII	0.34-0.65	31-60
IX	0.65-1.24	60-116
X	>1.24	>116

In the corresponding sections of 1235, 1220, 1145, and 935 m, mines combine the explosives by 100000 kg and summarize the results of the SRF by 100000 kg.

Indicator of the impact of the mine impact on the mine:

P value depending on P = 200, 100 CU / m² incl.

Soil dump 5

V = 12680000 m³, S = 307456 m², $\gamma = 2.66$ t/m³ / average rock volume weight /

Q₀ = V * γ = 12680000 * 2.66 = 33728800t (2)

P = Q₀ / S = 109 t/m² (3)

Soil dump-3, V = 44290000 m³, S = 674703 m²

P = Q₀ / S = 197 t/m² (4)

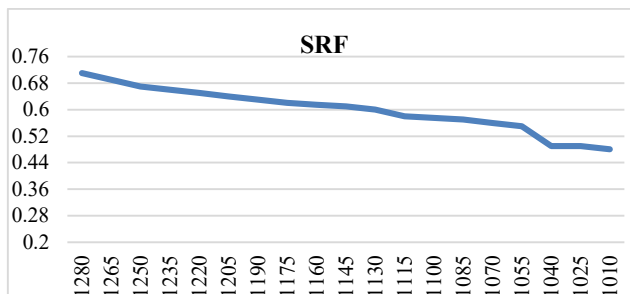


Figure 7. IV-IV result of stabilization

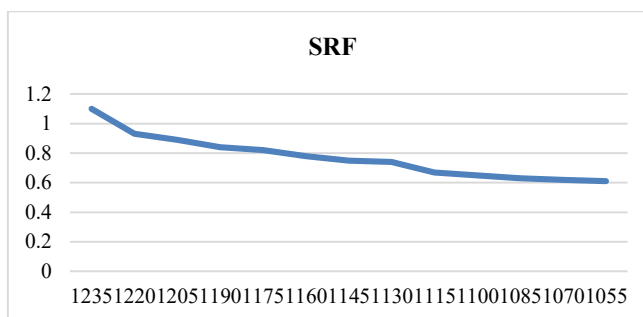


Figure 8. The results of the stabilization of the VII-VII cutting slabs

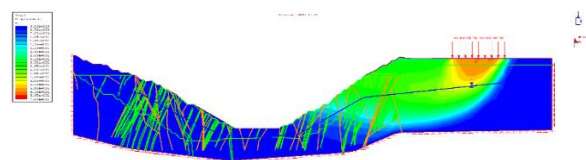


Figure 4. 1st cut 1040 m level SRF = 0.76 / side stabilization coefficient /

Acceleration of vibration a = 0.08 cm/s² / earthquake vibration increased, P = 100 CU/m²

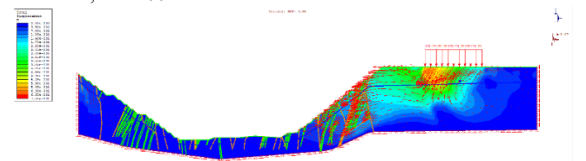


Figure 5. 1st cut is 980 m at SRF = 0.68
a = 0.102, P = 120 CU/m² / mines was heavily piling up, so pressure was increased

Table III.

The decreasing stability of safety factor as decreasing the elevation of IV and VII

№	Cut-IV		Cut -VII	
	Elevation	SRF/ Safety factor	Elevation	SRF/ Safety factor
1	1280	0.71	1235	1.1
2	1265	0.69	1220	0.93
3	1250	0.67	1205	0.89
4	1235	0.66	1190	0.84
5	1220	0.65	1175	0.82
6	1205	0.64	1160	0.78
7	1190	0.63	1145	0.75
8	1175	0.62	1130	0.74
9	1160	0.615	1115	0.67
10	1145	0.61	1100	0.65
11	1130	0.6	1085	0.63
12	1115	0.58	1070	0.62
13	1100	0.575	1055	0.61
14	1085	0.57		
15	1070	0.56		
16	1055	0.55		

ANALYSIS OF DUMPS AND BLAST IMPACTS ON THE LATERAL STABILITY
Depending on the many influencing factors, it is unstable in the future. From those factors, our best-managed mitigating factors are the dump pressure and blasting effects. Therefore, the impact of blasting and non-operating impacts from explosives are implicated.

The above Sustainable Sustainability Index /SRF shows that there is a high probability that the mine will become more volatile when deepens.



Figure 9. 2017.6 months - lateral slope, partial collapse / also soil 5 stack / and probable partial mine pressure

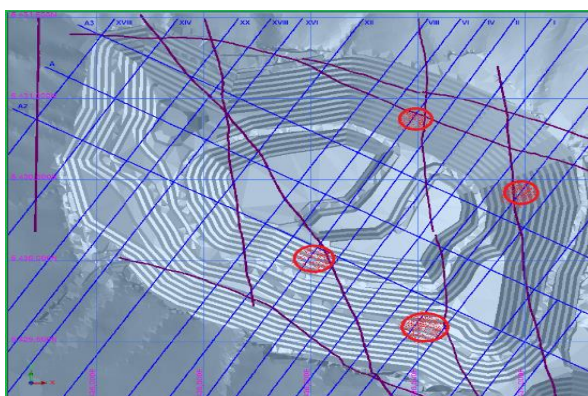


Figure 10. Partial collapse - for IV and VII section

The pressure at 100 VN/m^2 at Level 1025 indicates that the SRF is 1.9 to 0.81. In addition, for the 1040 level of 1040 level, the probability of collapse of the 1115 level of the X-section in 2031 is seen as a sharp change in SRF.

CONCLUSION

1. 90% of local productivity shows positive societal sustainability. The geometrical survey of the rocks is a focus on the factors that negatively affect the functioning of the open pit mine leading to the formation of the state budget by 334.4 frequencies based on 392 frequency survey results.
2. The analysis of stages of 935, 995, 1045, 1105, and 1280 m levels of the Erdenet mine I-I and IV-IV sections indicate $\text{SRF} = 0.57\text{-}0.76$, which indicate future collapse. The main collapse factors are ground 3 and 5 dump pressure, blasting and seismic vibration, cracks and end-wall lateral angles.

3. As a result of the survey, the walls of the open pit mine and the lateral collapse of the open pit mine are likely to occur. Therefore, it is necessary to organize the research more widely, to stabilize the geotechnical inspection, to plan the project systematically, and to ensure the stability of the wall in the future.

ACKNOWLEDGMENT

This paper was supported by the Erdenet Mining Corporation and Mining research and design center.

References

- [1]. Tsendendorj S, Ganzorig B. Mine project and research center, a research on the stability of the north-west mine of Erdenet ovoo. Ulaanbaatar. pp. 2015-56.
- [2]. Mining Institute., "Erdenet Mining Corporation" Feasibility Study for the Erdenet Ovoo Deposit Center, 2011, pp. 12.
- [3]. Economic Policy and Competitiveness Research Center / www.aimagindex.mn/
- [4]. Yang Macfarlane. Best Mining-Sustainable Development Program in the Mining Sector, Completion of the Mine and Termination.2006, pp.18.
- [5]. MNS 5914: 2008 standard. Rehabilitation of environment and damaged land. Terms and definitions. pp. 6.
- [6]. Erdenetungalag D. Basis for establishing optimum parameters for open Pit. pp.13-52.
- [7]. Study of mechanical properties of rock rocks in northern part of the Erdenet-Ovoo deposit. UB - 2015, MUST-GMS Teachers -16, pp.61-65.
- [8]. Handbook for the EMC,2016.
- [9]. Determine the factors that affect the lateral stabilization of the mine, Erdenebayar Ch. UB 2016. pp.18-25.
- [10]. Surface stabilization of the northern part of the Erdenet-Ovoo deposit. 2016. MUST-Mining Project Research Center, pp.24.
- [11]. Batchuluun, G. (2014). The investigation of stability problems of dump site in Baganuur Lignite Mine in Mongolia. PhD. Thesis. Istanbul University, Graduate School of Science and Engineering. 317 p.

МАССИВЫН СТРУКТУРЫН ХҮЧИН ЗҮЙЛИЙГ СУДЛАН ТЭСЭЛГЭЭНИЙ АЖЛЫН ПАРАМЕТРИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ АРГА ЗҮЙ

Профессор, доктор (Sc.D) Б.Лайхансүрэн
ШУТИС, ГУУС, Уурхайн технологийн салбар

Хураангуй-Уул уурхайн бусад процессод нэн их нөлөө бүхий өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын оновчтой параметрийг тодорхойлох асуудал нь орчин үеийн уул уурхайн практикт нэн чухал асуудал болж байна. Өрөмдлөг тэсэлгээний параметруудийг олборлолт явуулж буй орд газрын геологийн тогтоц, чулуулгийн массивын структурын онцлог, ан цавшилд нийцүүлэн боловсруулах, цэнэгийн бүтэц, цооногуудын байршил, хамгийн бага эсэргүүцлийн шугам зэргийг оновчлон бутлагдлын өгөгдсөн утгыг гаргах асуудлыг энэ судалгаанд авч үзсэн болно. Мөн чулуулгийн ангилал түүнд нийцсэн структурын бүтцүүдийг ялган тодорхойлсон ба эдгээр нөхцөл байдалд нийцүүлэн өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын үзүүлэлтүүдийг оновчтой тодорхойлох арга зүйг энэ судалгаанд өгсөн болно.

Түлхүүр үг: массивын структур, ан цавшил, ӨТА-ийн параметрууд

Ашигт малтмалыг олборлох үйлдвэрлэлийн гол процесс болох ухаж ачих, тээвэрлэх, бутлах, баяжуулах тоног төхөөрөмжийн бүтээл болон эдгээрийн технологи эдийн засгийн үр ашигт шууд нөлөөлөх үйл ажиллагаа нь өрөмдлөг тэсэлгээний ажил байдаг. Уул уурхайн энэхүү анхдагч процесст цооногийн байрлал, өрөмдлөг, хоорондын зай, диаметр, доголын улны эсэргүүцлийн шугам, цэнэгийн конструкц, тэсрэх бодисын төрөл, шинж чанар гээд олон хүчин зүйлс нөлөөлөх тул энэ бүхнийг уул геологийн нөхцөлөөс хамааруулан инженерийн нарийн тооцоо, судалгааны үндсэн дээр оновчтой зөв тогтоон технологийн дагуу гүйцэтгэх нь эцсийн үр дүнг тодорхойлно.

Чулуулгийн массивын структурын гол үзүүлэлт нь ан цавшил ба тэслэгдэх шинж байдаг ба эдгээрийг тэсэлгээний ажлын параметрийг тодорхойлоход юуны өмнө харгалзан үзэх шаардлагатай. Практикт цооног дахь тэсрэх бодисын цэнэгийн хэмжээг доголын өндөр (Н), улны эсэргүүцлийн шугам (W), цооног хоорондын зай (а), тэсрэх бодисын хувийн зарцуулалтын хамаарлаар (q) тооцоолдог.

$$Q = H \cdot a \cdot W \cdot q, \text{ кг} \quad (1)$$

Нөгөө талаас нэг уртааш метр цооногт орох тэсрэх бодисын жин (P), цэнэгийн уртаар (2) цооногийн цэнэгийн хэмжээг олж болно.

$$Q = P \cdot l_n, \text{ кг} \quad (2)$$

Эдгээр хамаарлыг тэнцүүлэн доголын улны эсэргүүцлийн шугамыг олоход

$$W = \frac{P \cdot l_n}{q \cdot a \cdot H}; \text{ м} \quad (3)$$

Эндээс үзэхэд цооногт орох тэсрэх бодисын хэмжээ ба доголын улны эсэргүүцлийн шугамыг нэг цооног дахь уулын цулын эзлэхүүн нэг метр куб цулыг бутлахад зарцуулагдах тэсрэх бодисын хувийн зарцуулалтаар

тооцоолж буй нь массивын структурын гол шинж болох тэслэгдэх үзүүлэлт -ийг дээрх тооцоонуудад авч үзээгүй байна.

Тэсрэлтийн процессыг удирдаж бутлалтын чанарыг сайжруулахад массивын ан цавшил буюу геологи-структурын онцлогийг судалж түүнд тохируулан тэсэлгээний ажлын параметрийг тодорхойлох нь нэн чухал асуудал юм. Чулуулгийн массивыг тэслэгдэх шинжээр нь ангилахад энэ гол хүчин зүйлс нь тэр бүр нарийн тооцогдох боломж бага байгаа нь чулуулгийн бат бэх, ан цавшил, зуурамтгай шинж, эзлэхүүн жин ба чийгшилт зэргийн хамаарал иж бүрэн цогцоор шийдэгдээгүйтэй холбоотой. Тухайлбал, уул геологийн бараг ижил нөхцөлд зуурамтгай чулуулаг нь хэврэгээсээ сул бутлагдах нь гаднын үйлчлэлийн нөлөөнд тун бага ордог болохыг харуулна.

Өнөө үед чулуулгийн тэсрэлтийн үйлчлэлээр бутлагдах шинжийг үнэлэхэд ихэвчлэн тэсрэх бодисын хувийн зарцуулалтыг массивын бат бэхийн категориос хамааруулан өргөн хэрэглэж байна. Бодит байдалд тэсрэлтийн үйлдлэлд чулуулгийн структур, зуурамтгай шинж, тэслэгдэх үзүүлэлт илүү чухал нөлөө үзүүлдэг. Массивын структурын үзүүлэлт гэх ухагдахуунаар ан цавшлын зэргийг илэрхийлэн доголын ил гадаргуу дахь монолит (цул) хэсгүүдийн талбайн нийлбэрийг тэслэх блокийн талбайд харьцуулан процентоор үнэлэн доорх томьёогоор тодорхойлж болно [16].

$$P_{\text{ст}} = \frac{\sum S_M \cdot 100}{S}; \% \quad (4)$$

Үүний: $\sum S_M = S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n$ - уурхайн доголын ил гадаргуу дахь монолит хэсгүүдийн талбайн нийлбэр, м²;

$S = H \cdot L_6$ тэслэх блокийн талбай, м²;

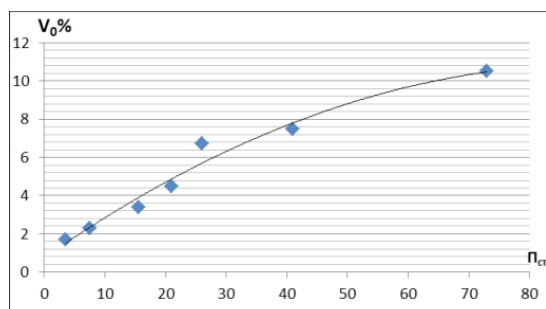
Энд: Н - доголын өндөр, м;

L_6 - тэслэх блокийн урт, м.

Судалгаанаас үзэхэд массивын структурын үзүүлэлт ихсэх тутам овор хэтэрсэн хэсгийн талбай их байхад чулуулгийн бутлагдалт төдий чинээн хүндрэлтэй болдог нь доорх хэмжилтийн үр дүн [2] 1-р хүснэгт ба 1-р зургийн графикаас харагдана.

1-р хүснэгт

Массивын структурын үзүүлэлтүүд					
Блокийн урт, м	Доголын өндөр, Н, м	Доголын налууугийн нийт талбай, S м ²	Догол дахь монолит хэсгийн нийлбэр талбай, м ²	Массивын структурын үзүүлэлт П, %	Овор хэтэрсэн хэсгийн гарц, V ₀ , %
10	6.5	65	17.0	26.0	6.7
20	10.0	200	82.0	41.0	7.5
10	10.0	100	73.0	73.0	10.5
284	10.0	2840	99.0	3.5	1.7
85	8.5	720	54.0	7.5	2.3
100	13.0	1300	276.0	21.0	4.5
80	11.5	920	142.5	15.5	3.4

1-р зураг. Массивын структурын үзүүлэлт (П_{ст}) овор хэтэрсэн хэсгийн гарцын (V₀) хамаарал

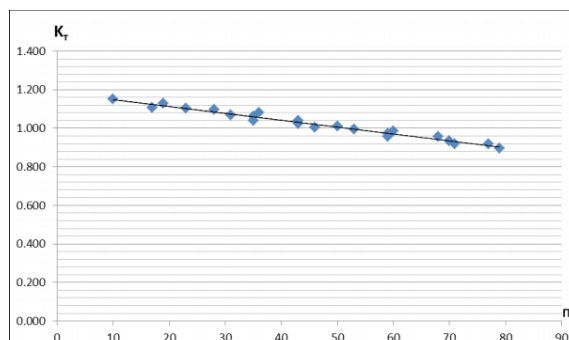
Дээрх хамаарлын график дараах тэгшитгэлээр илэрхийлэгдэх үед түүний корреляцийн чанар нь байна.

$$V_0 = 0.2221P_{CT} - 0.0012P_{CT}^2 + 0.7454 \quad (5)$$

Чулуулгийн тэслэгдэх шинжийн коэффициент (K_T) структурын үзүүлэлтээс (П_{ст}) хэрхэн хамаарах нь туршилтын тэслэгээний үр дүнгээр (2-р хүснэгт) байгуулсан графикаас (2-р зураг) тод харагдана. [2]

2-р хүснэгт

Туршилтын тэслэгээний үр дүн									
П _{ст} , %	10	17	19	23	28	31	35	35	36
τ	1,15	1,108	1,129	1,103	1,096	1,068	1,062	1,040	1,082
П _{ст} , %	43	43	46	53	59	59	68	70	71
τ	1,040	1,024	1,006	0,995	0,974	0,956	0,956	0,935	0,918

2-р зураг. Массивын структурын үзүүлэлт (П_{ст}) чулуулгийн тэслэгдэх коэффициентын (K_T) хамаарал

Энэхүү графикаас үзэхэд дээрх 2 үзүүлэлт нь шугаман хамаарлын дараах тэгшитгэлээр илэрхийлэгдэж байна.

$$K_T = 1.185 - 0.003P_{CT} \quad (6)$$

Тэслэгээний ажлын параметрт массивын геологийн структур буюу ан цавшил ба тэслэгдэх шинжийн нөлөөллийг тооцохын тулд чулуулгийг 5 категори хуваан түүнийг структурын үзүүлэлт ба тэслэгдэх шинжээр хэрхэн ангилж болохыг 3-р хүснэгтээр авч үзье.

3-р хүснэгт

Структурын үзүүлэлт ба тэслэгдэх шинж

Чулуулгийн категори	I			II			III			IV			V		
Структурын үзүүлэлт, П _{ст} , %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
Тэслэгдэх коэффициент	1.185	1.155	1.125	1.095	1.065	1.035	1.005	0.975	0.945	0.915	0.885				
Дундаж утга	1,155			1,095			1,035			0,975			0,915		

Энэхүү арга зүйн дагуу массивын структурын үзүүлэлтийг фото метрийн аргаар үнэлж түүнийг үндэслэн тэслэгдэх шинжийн коэффициентыг тооцоолох замаар чулуулгийн категориог тогтоон тэслэгээний параметруудийг тухайн блокын геологи структурын онцлогт тохируулан оновчтой тодорхойлох нь уг ажлын үр дүнг ачих, тээвэрлэх, баяжуулах технологийн шаардлагын хэмжээнд хүргэн явуулах үндсэн нөхцөлийг бүрдүүлэх болно.

Нөгөө талаас судлаач массивын структурын үзүүлэлтийг үндэслэн овор хэтэрсэн хэсгийн гарцыг урьдчилан тооцох хамаарлыг тогтоосон нь тэслэгээний ажлыг техник, технологи, эдийн засгийн хувьд хамгийн үр дүнтэй хийхэд чухал нөлөө үзүүлнэ. Тэсрэх бодисын цэнэгийн орон зайн байрлалын үндсэн параметр нь цэнэгээс ил гадаргуу хүртэлх зай буюу доголын улны эсэргүүцлийн шугам юм.

Цооногт орох тэсрэх бодисын хэмжээг массивын структурын үзүүлэлтээс хамаарах тэслэгдэх шинжийн коэффициентыг харгалзан дараах байдлаар бичвэл

$$Q = 0.71 \cdot K_T \cdot H \cdot P, \text{ кг} \quad (7)$$

Цооног дахь цэнэгийн жинг олох 1.14-р томъёоны цооног хоорондын зайг гэж үзэн дээрх хамааралтай тэнцүүлэн доголын улны эсэргүүцлийн шугамыг олъё.

$$W = 0.75 \cdot d_n \cdot \sqrt{\frac{K_T \cdot \Delta}{q \cdot m}}; \text{ м} \quad (8)$$

Цооногийн цэнэгийн жин түүний зарцуулалт, технологийн гол параметр болох доголын өндөр болон чулуулгийн тэслэгдэх шинжийн үзүүлэлтийн тусламжтай цооног ба эгнээ хоорондын зайг доорх томъёогоор тодорхойлох боломжтой.

$$a = \sqrt{\frac{K_T \cdot Q}{q \cdot H}}; \quad b = \frac{a}{m}; \text{ м} \quad (9)$$

Уул геологийн янз бүрийн нөхцөлд массивын тэслэгдэх шинжийг практикт хэрэглэж буй тэслэгээний ажлын гол параметрууд гэх доголын улны эсэргүүцлийн шугам (W), цооногийн диаметр (d_n), тэсрэх бодисын энергийн зарцуулалт (q) ба нягт (ρ), цэнэг ойртолтын коэффициент (m) зэрэг хүчин зүйлсийн хамаарлаар чулуулаг тус бүрд туршилтын тэслэгээ хийж судлаачийн гаргасан доорх томъёогоор тодорхойлох замаар түүний тэслэгдэх шинж, категорийг тогтоож болно.

$$K_T = \frac{1.78 \cdot q \cdot m}{\Delta} \cdot \left(\frac{W}{d_n} \right)^2 \quad (10)$$

Тэслэгээний ажлын тэсрэх бодисын цэнэгийн геометр байрлал болох доголын улны эсэргүүцлийн шугам, цооног ба эгнээ хоорондын зайг уул геологийн структурын онцлогийг илтгэх тэслэгдэх шинжид тулгуурлан тооцоолох боломж

олгох энэхүү коэффициент нь массивын шинж чанарыг харгалзан дээрх үндсэн параметруудийг оновчтой тогтоох гол хүчин зүйлийн нэг байх болно.

Практикт тэслэгээний ажлын үр дүнг овор хэтэрсэн хэсгийн гарцаар бас үнэлдэг. Энэ үзүүлэлт нь ӨТА-ын зардлыг тооцоход чухал нөлөө үзүүлнэ. Я.М.Пучков, А.И.Сироткин нар уулын цулын бутлалтын дундаж диаметр нь бутлагдсан хэсгүүдийн фракцуудын гарцтай парабол хамааралтай болохыг судалсан үр дүнгээр овор хэтэрсэн хэсгийн хэмжээ ба гарцаас хамааран бутлалтын дундаж диаметрийг дараах томъёогоор тодорхойлж болохыг зөвлөдөг [3].

$$d_n = 0.28 \cdot l_0 + 12.6 + 0.018 l_0 - 0.42 V_0 + (48 \cdot 10^{-6} l_0 + 656 \cdot 10^{-5}) V_0^2 \quad (11)$$

Үүний: l_0 - овор хэтэрсэн фракцын хэмжээ, $l_0 = 0.33b_{\text{ш}}$ м;

$b_{\text{ш}}$ - экскаваторын (ЭКГ-төрлийн) шанаганы өргөн, м;

V_0 - овор хэтэрсэн фракцын гарц, %;

Бутлалтын дундаж хэмжээг экскаваторын шанаганы өргөнөөс хамаарах бутлагдсан фракцын овор хэтэрсэн хэсгийн хэмжээ болон тэслэгээнд сөрөг нөлөөлөх овор хэтэрсэн хэсгийн гарцтай уялдуулан урьдчилан тодорхойлох нь тэслэгээний ажлын үр дүнг үнэлэх боломж олгоно. Судлаач массивын структурын шинж ($P_{\text{СТ}}$), бат бэхийн шинж (f), тэслэгдэх шинж (T)-ийг үндэслэн ОХУ-ын тэслэгээний ажилд мөрдөгдөж буй массивын ан цавшил ба чулуулгийн тэслэгдэх шинжийн үзүүлэлт, ангилал [1, 2, 3] зэргийг судлан чулуулгийг структур, бат бэх, тэслэгдэх шинжийн хоорондын хамаарлаар ангилан 4-р хүснэгтэд үзүүлэв.

4-р хүснэгт

Чулуулгийн структур, бат бөх, тэслэгдэх шинжийн хоорондын хамаарлын ангилал

Чулуулгийн категори	Чулуулгийн тэслэгдэх (бутлагдах) шинж ба ан цавшил	Структурын шинж		Бат бөх-ийн шинж		Тэслэгдэх шинж			
		Массивын структурын үзүүлэлт	Массив дахь хэсэгийн хэмжээ, м	Чулуулгийн бат бөхийн коэффициент	Чулуулгийн нягт, т/м ³	Чулуулгийн сийрэгжилтийн коэффициент	Тэслэгдэх шинжийн коэффициент	Тэсрэх бодисын хувийн зарцуулалт, кг/м ³	Бутлалтын дундаж хэмжээ, м
I	Хялбар тэслэгдэх маш их ан цавшилтай чулуулаг	< 20	< 0.1	3-5	< 2.5	1.0-1.1	1.155	≤ 0.35	< 0.2
II	Дунд зэрэг тэслэгдэх их ан цавшилтай чулуулаг	20-40	0.1-0.5	6-8	2.5-2.6	1.1-1.2	1.095	0.35-0.6	0.2-0.35
III	Хүнд тэслэгдэх дунд зэргийн ан цавшилтай чулуулаг	40-60	0.5-1.0	9-12	2.6-2.7	1.2-1.4	1.035	0.6-0.9	0.35-0.45
IV	Маш хүнд тэслэгдэх бага ан цавшилтай чулуулаг	60-80	1.0-1.5	13-16	2.7-2.8	1.4-1.6	0.975	0.9-1.2	0.45-0.65
V	Дээд зэргийн хүнд тэслэгдэх маш бага ан цавшилтай чулуулаг	80-100	> 1.5	> 17	2.9-3.0	1.6-1.8	0.915	> 1.2	0.65-0.9

Массивын уул геологийн онцлогийг илэрхийлэх структурын үзүүлэлт, тэслэгдэх шинжийн ба сийрэгжилтийн коэффициентыг энэхүү хамаарлын ангилалд чулуулгийн хэсэгшил ба

нягт, тэсрэх бодисын энергийн зарцуулалт, бутлалтын дундаж хэмжээ зэрэгтэй уялдуулан шинээр тусгасан нь ӨТА-ын тооцоо судалгааг үндэслэл сайтай хийх практик ач холбогдолтой

байх болно. Энэхүү хамаарлын ангиллын үзүүлэлтүүд болон бутлалтын дундаж хэмжээг прогнозлон тогтоох хамаарлыг [13] үндэслэн тэсэлгээний ажлын зардлыг дараах байдлаар тодорхойлж болно.

$$C_{TA} = C_{TB} \cdot \sqrt[3]{\frac{A}{d_d}} + C_{B3} \quad (12)$$

Үүний: C_{TB} - тэсэлгээнд хэрэглэх тэсрэх бодисын үнэ, төг;

d_T - бутлалтын дундаж хэмжээ, м;

A - чулуулгийн бутлалтын хүндрэлийн үзүүлэлт.

C_{B3} - цооног цэнэглэх, холболт хийх зэрэг тэсэлгээний ажлын бусад зардал, төг

$$A = \frac{0,27 \cdot d_0}{K^3}, \quad (13)$$

Энд: d_0 - овор хэтэрсэн хэсгийн хэмжээ, м;

K^3 - тухайн чулуулгагт тэсрэх бодисын харьцангуй ажлын чадвар.

$$K = \frac{1 - \frac{V_0}{P_{CT}}}{q_B} \quad (14)$$

Энд: V_0 - овор хэтэрсэн хэсгийн гарц, %;

P_{CT} - массивын структурын үзүүлэлт, %;

q_B - Тэсрэх бодисын хувийн зарцуулалт, кг/м³.

Тухайн уурхайн практикийн нөхцөлөөр

$$C_{B3} = (0,15 - 0,25) \cdot q_B \cdot C_{TB} \quad (15)$$

ДҮГНЭЛТ

Эл судалгаанаас үзэхэд тэсэлгээний ажил хийх массивын структурын үзүүлэлт, чулуулгийн бат бэх ба тэслэгдэх шинжийн коэффициент болон бутлалтын хүндрэлийн үзүүлэлт, тэсрэх бодисын харьцангуй ажлын чадвар, овор хэтэрсэн хэсгийн гарц зэрэг үндсэн хүчин зүйлийг тодорхойлох замаар бутлалтын дундаж хэмжээнээс хамааруулан тэсэлгээний ажлын зардлыг тооцоолон бутлалтын ба тэсрэх бодисын зарцуулалтын оновчтой хэмжээг чулуулгийн категори тус бүрд тогтоож уг ажлыг техник технологи, эдийн засгийн хамгийн үр ашигтай хувилбараар удирдан явуулах өргөн боломжийг нэгтгэн дүгнэж үзвэл:

1. Тэсрэлтийн үйлчлэлд массивын бат бөх, тэсрэх бодисын энерги зарцуулалтын зэрэгцээ бодит байдалд чулуулгийн структурын үзүүлэлт, тэслэгдэх шинж нэн чухал нөлөө үзүүлдэг болохыг судалсан арга зүйгээр дээрх хүчин зүйлсийг тодорхойлох нь массивын шинж чанарт тулгуурлан тэсэлгээний ажлын үндсэн параметрийг 2 ба 4-р томъёогоор оновчтой тогтоох үндэслэл болно.
2. Массивын структурын үзүүлэлтээс хамааран тэсэлгээгээр гарах овор хэтэрсэн хэсгийн гарц хэрхэн өөрчлөгдөхийг урьдчилан тооцох хамаарлыг (5) тогтоосон нь тэсэлгээг үр дүнтэй хийхэд чухал нөлөө үзүүлнэ.
3. Геологийн структурын үзүүлэлт нь массивын тэслэгдэх шинжид хэрхэн нөлөөлөхийг хамаарал (5), тэслэгдэх шинжийг тогтоох (5) томъёог үндэслэн чулуулгийг структурын

үзүүлэлт, тэслэгдэх ба бусад шинжээр 5 категорид хуваасан ангилал нь тэсэлгээний ажлын үндсэн параметрийг чулуулгийн категори тус бүрд оновчтой тодорхойлох нөхцөлийг бүрдүүлнэ.

4. ОХУ-ын тэсэлгээний технологид мөрдөж буй массивын геологи структур болон бат бөхийн ангиллуудад суурилан нэгтгэсэн чулуулгийн структур, бат бэх, тэслэгдэх шинжийн хамаарлын ангилал (3 ба 4-р хүснэгт) нь тооцоо судалгаа, зураг төслийг үндэслэл сайтай үнэн зөв хийхэд тулгуур материал болох боломжтой.
5. Тэсэлгээний ажлын зардлыг бутлалтын дундаж хэмжээнээс хамааруулан тодорхойлоход овор хэтэрсэн хэсгийн гарц, массивын структурын үзүүлэлтийн тусламжтай хэрэглэх тэсрэх бодисын харьцангуй ажлын чадварыг тооцох үндэслэл (10) нь практик хэрэглээний ач холбогдолтой байх болно.
6. Тэсэлгээний цооногийн байрлалын үндсэн параметрууд (W , a , b) ба үр дүнгийн гол үзүүлэлтүүд (V_0 , d_d , C_{TA})- ийг массивын структурын онцлог, тэслэгдэх шинж (P_{CT} , K_T)-д тулгуурлан тодорхойлох дээрх арга зүйн практик хэрэглээг уурхайн чулуулаг бүрд туршилтын тэслэгээ хийж тогтоон хэрэгжүүлснээр технологи ажиллагаа, эдийн засгийн хувьд нэн ач холбогдолтой байх болно.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. Лайхансүрэн Б. *Чулуулгийн физик бутлалтын товчоон*. Хаан принтинг хэвлэл. УБ.2011
- [2]. Мустафин А.М., Сандригайло Н.Ф., Высоцкий В.Н. и др. *Совершенствование технологий горных работ на карьерах Соколовско-Сарбайского горнообогатительного комбината*. Изд.Наука. Каз.ССР. Алма-Ата 1966
- [3]. Пучков Я.М., Сироткин А.И. *Зависимость среднего диаметра куска взорванной горной массы от выхода негабаритной фракции*. Горнорудное производство разрушения пород. Свердловск.1974

МОНГОЛ УЛСЫН АЛТНЫ ҮНДСЭН ОРДУУДЫН ТЕХНОЛОГИ-ЭДИЙН ЗАСГИЙН ҮНЭЛГЭЭНИЙ ЗАРИМ ҮР ДҮНГЭЭС

Д.Ганзориг*, Э.Самбуудорж†, Н.Даваасамбуу*, Ж.Ижилмаа*

*Уурхайн технологийн салбар, ГУУС, ШУТИС, Улаанбаатар, Монгол улс

†Гложекс ХХК, Улаанбаатар, Монгол улс

*Кью Эм Си ХХК, Улаанбаатар, Монгол улс

*Уурхайн технологийн салбар, ГУУС, ШУТИС, Улаанбаатар, Монгол улс

Хураангуй – Монгол улсын эрдсийн баялгийн нөөцийн бүртгэлд ороод буй алтны үндсэн ордуудыг одоогийн технологи-эдийн засгийн нөхцөлд тулгуурлан харьцуулах ба эрэмбэлэх судалгааны зарим үр дүнгээс энэхүү өгүүлэлд толилуулж байна.

I. УДИРТГАЛ

Ашигт малтмалын ордуудыг олон янзаар үнэлдэг. Тухайлбал: нөөцийн үнэлгээ, чанарын (кондицийн) үнэлгээ, геологийн үнэлгээ, эдийн засгийн үнэлгээ, геологи-эдийн засгийн үнэлгээ, тойм судалгаа, урьдчилсан болон нарийвчилсан техник-эдийн засгийн үндэслэл, ашигт малтмалын ордын ашиглалтын өмнөх чадамж гэх мэт.

Ашигт малтмалын ордын ашиглалтын өмнөх чадамжийн үнэлгээг тухайн ордын нөөцийг үйлдвэрлэлийн аргаар ашиглаж эхлэхийн өмнөх хамгийн ерөнхий үнэлгээ гэж үзэж болох бөгөөд энэ нь ордыг цогц байдлаар үнэлж, ижил төрлийн бусад ордуудтай нь харьцуулах, эрэмбэлэх бололцоо олгодог байна.

Доктор (Ph.D) Н.Даваасамбуугийн боловсруулсан “Ашигт малтмалын ордын ашиглалтын өмнөх чадамжийн үнэлгээ”³-ний арга зүй нь ашигт малтмалын ордын газрын хэвлийд оршин байгаа уул геологийн нөхцөл, хэмжээс, нөөцийн судалгаа тооцоо, ашиглалтын арга технологиос гадна уг ордыг ашиглахад зориулан гүйцэтгэсэн бусад судалгаа, үнэлгээ хийгдсэн байдал, байршил, зах зээлийн боломж, эдийн засгийн үр ашгийн урьдчилсан төлөв, байгаль экологид үзүүлэх нөлөөлөл зэргийг цогцоор нь авч үздэг.

Ашигт малтмалын тухайн ордын ашиглалтын өмнөх чадамжийн үнэлгээг боловсруулахын тулд ордын өөрт нь байгаа дотоод хүчин зүйлүүдийн илэрхийлэл болох гол үзүүлэлтүүдийг сонгон авч үнэлгээний үзүүлэлт болгоно. Үнэлгээний үзүүлэлтүүдийг дотор нь уул-техникийн, үйлдвэрлэлийн, эдийн засаг экологийн үзүүлэлт гэж хуваана⁴.

Мөн ашигт малтмалын ордын үнэлгээгээр уул-геологи болон эдийн засгийн олон үзүүлэлтүүдийг авч үзэх бөгөөд эндээс зайлшгүй захын агуулгыг авч үзэх шаардлагатай юм. Нөөц болон захын агуулга нь гадна, дотны оролцогчдын бүгдийг нь сонирхлыг татдаг. Гадны оролцогчдод хувьцаа эзэмшигчид, санхүүгийн байгууллагууд, орон нутгийн иргэд, хүрээлэн буй орчныг хамгаалагчид,

зохицуулагчид, засгийн газрын болон засгийн газрын бус агентлагууд, ханган нийлүүлэгчид, гэрээт гүйцэтгэгчид, бүтээгдэхүүн худалдан авагчид хамаарна. Дотоодын оролцогчдод компанийн удирдлага, ажилтан албан хаагчид хамаарна.

Захын агуулгыг оновчлох, үнэлэх хамгийн гол зорилго нь ирээдүйд олох мөнгөн урсгалын өнөөгийн цэвэр үнэ цэнийг оновчлох явдал юм. Энэ зорилгод хүрэхийн тулд орон зайн (ордын газарзүйн байрлал болон геологийн шинж чанар г.м) болон цаг хугацааны (хүдрийг олборлох дараалал) өөрчлөлтүүдийг тооцоолох шаардлагатай. Цаг хугацаа, орон зайн өөрчлөлтүүд нь нилээд нарийн төвөгтэй бөгөөд тэдгээрийн тусгалыг математик загварчлалаар дамжуулан хүдрийн захын агуулгын оновчлолд ашиглана.

II. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

А. Ашигт малтмалын ашиглалтын өмнөх чадамжийн үнэлгээний арга зүй

Үнэлж буй ордтой ижил төрлийн, нөөц нь тогтоогдсон ордуудыг дараах хүснэгт I дээрх үзүүлэлт бүрээр ангилах шаардлагатай. Тухайлбал зэсийн ордын үнэлгээ боловсруулах гэж байгаа бол улсын хэмжээнд мэдэгдэж байгаа, геологи хайгуулын судалгаа хийгдэж, нөөц нь тогтоогдсон зэсийн бүх ордуудыг сонгож авсан үнэлгээний үзүүлэлт бүрээр бүлэглэн ангилна.

Энэ нь ижил төрлийн ордуудыг тухайн үзүүлэлтээр эрэмбэлэх боломж олгоно. Ангилал тогтоохын тулд тухайн төрлийн орд бүрийн геологи-хайгуулын тайлангаас үнэлгээний үзүүлэлтүүдэд харгалзах тоон хэмжигдэхүүнийг түүвэрлэн авах шаардлагатай.

Ангиллыг хүснэгт I дээр үзүүлсэн загварын дагуу гүйцэтгэнэ. Үнэлгээний үзүүлэлт бүрийн онцлогоос хамааруулан үзүүлэлт бүрийг 3 эсвэл 5 бүлэгт хуваарилаж, тоон үзүүлэлтийн харгалзах интервалыг тогтооно.

Үнэлгээний үзүүлэлтүүдийн нөлөөллийг “хамгийн сайн”-аас “муу” хүртэл 5 зэрэгт хувааж Ром тоогоор I–V хүртэл дугаарлах бөгөөд үнэлгээний үзүүлэлтүүдийг “лагин” үсгээр тэмдэглэж, ангиллын код болгон ашиглана. Энэ нь ангиллын бүлэг бүрийг кодоор тэмдэглэх боломжийг олгоно. Тухайлбал: “Хүдэр дэх үндсэн элемент буюу эрдсийн агуулга” гэсэн

³ Н.Даваасамбуу, “Ашигт малтмалын ордуудын ашиглалтын өмнөх чадамжийн үнэлгээний арга зүй”, Улаанбаатар, 2015 он

⁴ Ж.Бямба-Юу, С.Цэдэндорж, Уул уурхайн үйлдвэрүүдийн техник-эдийн засгийн шинжилгээ, Улаанбаатар, 2009 он.

үзүүлэлтийн ангиллын бүлгийг хамгийн сайнаас нь эхлээд B-I; B-II; B-III; B-IV; B-V гэж, “Зах зээлийн боломж” гэсэн үзүүлэлтийн ангиллын

бүлгийг сайн нөхцөл боломжтойгоос нь эхлээд R-I; R-III; R-V гэх мэтээр кодлоно.

1-р хүснэгт

Ашигт малтмалын ордыг ашиглалтын өмнөх чадамжийн үнэлгээний үзүүлэлтүүдээр ангилах загвар¹

Үзүүлэлтүүд	Ангиллын бүлгүүд				
	Хамгийн сайн тоон илэрхийлэл	Сайн тоон илэрхийлэл	Дунд зэргийн тоон илэрхийлэл	Тааруухан тоон илэрхийлэл	Муу тоон илэрхийлэл
Үнэлгээний индекс	1.05	1.03	1.0	0.97	0.95
Нөлөөллийн зэрэг	I	II	III	IV	V
Хүдрийн нөөц	Суурь чадамж				
	A	Интервалын хамгийн дээд утгыг заах	Интервалын дунджаас дээш утгыг заах	Интервалын дээд утгыг заах	Интервалын доод утгыг заах
Хүдэр дэх үндсэн элемент буюу эрдсийн агуулга	Уул-техниккийн үзүүлэлтүүд				
	B	Интервалын дээд утгыг заах	Интервалын дунджаас дээш утгыг заах	Интервалын дээд утгыг заах	Интервалын доод утгыг заах
Хүдэр дэх ач холбогдол бүхий дагалдах элемент буюу эрдсийн тоо	C	2-оос дээш дагалдах элемент буюу эрдэстэй	-	1-2 дагалдах элемент буюу эрдэстэй	-
Хүдэр дэх ач холбогдол бүхий дагалдах элемент буюу эрдсийн агуулга	D	Үнэлэгдэх хэмжээнээс дээш	-	Үнэлэгдэх хэмжээний	-
Хүдрийн биетийн төрөл	E	Ашиглахад маш их тааламжтай	-	Ашиглахад тааламжтай	-
Хүдрийн биетийн тогтцын гүн	F	Бага гүний интервалыг заах	Дундаж болон бага гүний завсрын интервалыг заах	Дундаж гүний интервалыг заах	Их гүний болон дундаж гүний завсрын интервалыг заах
Хүдрийн биетийн тоо	G	Нэг биетээс бүрдсэн	-	Үндсэн хүдрийн биетээс гадна 1-2 дагалдах биет оролцсон	-
Хүдрийн биетийн харилцан байршил	H	Ашиглалтад сайнаар нөлөөлөх байрлалтай	-	Ашиглахад хүндрэл үл учруулах	-
Хүдрийн биетийн дундаж зузаан	I	Дунджаас их зузааны интервалыг заах	-	Дундаж зузааны интервалыг заах	-
Хүдрийн биетийн дундаж өргөн	J	Дунджаас их өргөний интервалыг заах	-	Дундаж өргөний интервалыг заах	-
Хүдрийн биетийн дундаж урт	K	Дунджаас их уртын интервалыг заах	-	Дундаж уртын интервалыг заах	-
Хүдрийн биетийн унал	L	Ашиглалтад маш таатай	-	Ашиглахад зохимжтой	-
Хүдрийн биетийн бат бөх	M	Маш бат бөх IV - IVa	-	Бат бөх III – IIIa	-
Хажуугийн буюу хөрсний чулуулгийн бат бөх	N	Маш бат бөх IV - IVa	-	Бат бөх III – IIIa	-
Үйлдвэрлэлийн үзүүлэлтүүд					
Ашиглалтын арга	O	Ил аргаар ашиглах	-	Хосолсон аргаар ашиглах	-
Ашиглалтанд бэлтгэгдсэн байдал	P	Сайн бэлтгэгдсэн	-	Зохих хэмжээнд бэлтгэгдсэн	-
Үйлдвэржилтийн нөхцөл	Q	Маш сайн нөхцөлтэй	Сайн нөхцөлтэй	Дунд зэргийн нөхцөлтэй	Муу нөхцөлтэй
Эдийн засаг-экологийн үзүүлэлтүүд					
Зах зээлийн боломж	R	Сайн нөхцөл боломжтой	-	Дунд зэргийн боломжтой	-
Эдийн засгийн өгөөж	S	Дээд зэргийн өгөөжийн интервалын өгөөжийг заах	Өгөөж сайнтай гэж үзэх интервалыг заах	Дунд зэргийн өгөөжийн интервалыг заах	Бага гэж үзэх өгөөжийн интервалыг заах
Байгаль, экологид үзүүлэх нөлөөлөл	T	Нөлөөллийн түвшин бага	-	Нөлөөллийн түвшин дунд зэрэг	-

Энд сонгож авсан үнэлгээний 19 (нөөцөөс бусад) үзүүлэлт нь тухайн ордын ашиглалтын өмнөх

чадамжийн үнэлгээнд сайн, муу ямар нөлөөлөл үзүүлэхийг 2 дугаар хүснэгтээс харж болно. Энэ

хүснэгтэд ордын ашиглалтын өмнөх чадамжид үзүүлэлтүүдийн нөлөөлөх хувь хэмжээг тогтоохдоо ангиллын 3 бүлэгтэй бол дунд бүлэг нь нөлөөлөлгүй буюу хэвийн, түүний дээд бүлэг нь +5%-иар, доод бүлэг нь -5%-иар, ангиллын 5 бүлэгтэй бол дунд бүлэг нь мөн нөлөөлөлгүй буюу хэвийн, түүний дээд бүлэг нь +3%; хамгийн дээд бүлэг нь +5%-иар, доод бүлэг нь -3%; хамгийн доод бүлэг нь -5% байхаар тус тус тогтоосон. Эдгээр нөлөөллийн хувь хэмжээг математик бодолтонд хамруулахын тулд тоон индексээр төлөөлүүлнэ. Үүнд:

1. Нөлөөлөлгүй буюу хэвийн бүлгүүдийн нөлөөллийн хувь хэмжээг 1.0 гэсэн индексээр;
2. Нөлөөлөл нь +3; +5% байх бүлгүүдийн хувь хэмжээг 1.03; 1.05; гэсэн индексээр;
3. Нөлөөлөл нь -3; -5% байх бүлгүүдийн хувь хэмжээг 0.97; 0.95 гэсэн тоон индексээр тус тус төлөөлүүлж математик бодолтонд хамруулна.

Ангиллын дунд буюу хэвийн бүлгийн үзүүлэлтүүд нь ордын ашиглалтын өмнөх чадамжийн хэвийн буюу 100% -ийн чадамжийг үзүүлэх бөгөөд бусад бүлгийн үзүүлэлтүүд нь сайн эсвэл муу нөлөө үзүүлэхэд үнэлгээ нь дээшээ, доошоо хэлбэлзэнэ.

Ашиглалтын өмнөх чадамжид үнэлгээний 19 үзүүлэлтийн нөлөөлөх нийт хувь хэмжээг $\pm 95\%$ -иас (19х5) илүүгүй байх логикийг баримтлана.

Б. Хүдрийн хамгийн бага захын агуулгыг тооцох арга зүй⁵

Хүдэр болон хөрсийг зааглах захын агуулга нь уулын цулын аль хэсгийг хөрсний овоолго руу шилжүүлэх, алийг нь баяжуулах үйлдвэр рүү шилжүүлэхийг, өөрөөр хэлбэл хүдэр болон хөрсний зааглалыг тодорхойлж өгнө.

х агуулга бүхий нэг тонн боловсруулах материалын (хүдрийн) үнэ цэнийг доорх байдлаар тодорхойлно:

$$U_{\text{хүдэр}}(x) = x \cdot r \cdot (V - R) - (M_o + P_o + O_o) \quad (1)$$

х – дундаж агуулга

г – металл авалт

V – нэгж бүтээгдэхүүний үнэ

R – нэгж борлуулах бүтээгдэхүүнд ноогдох хайлуулах, цэвэршүүлэх, тээвэрлэх болон бусад зардлууд

M_o – 1т боловсруулах хүдэрт ноогдох уурхайн зардал

P_o – 1т боловсруулах хүдэрт ноогдох баяжуулах үйлдвэрийн зардал

O_o – 1т боловсруулах хүдэрт ноогдох удирдлагын зардал

Нэг тонн хөрсний үнэ цэнийг доорх байдлаар тодорхойлно:

$$U_{\text{хөрс}}(x) = -(M_w + P_w + O_w) \quad (2)$$

M_w – 1т хөрсөнд ноогдох уурхайн зардал

P_w – 1т хөрсөнд ноогдох боловсруулах үйлдвэрийн зардал

O_w – 1т хөрсөнд ноогдох удирдлагын зардал

Хамгийн бага захын агуулгын утга x_c нь доорх байдлаар тодорхойлогдоно.

$$U_{\text{хүдэр}}(x) = U_{\text{хөрс}}(x) \quad (3)$$

Энэ захын агуулгыг зарим тохиолдолд “хүрээний захын агуулга” (*internal cut-off grade*) гэж нэрлэдэг. Учир нь тухайн материал ил уурхайн хүрээ хязгаар болон далд уурхайн ашиглалтын блокт багтах эсэхийг энэ захын агуулга шийддэг.

III. АЛТНЫ ҮНДСЭН ОРДУУДЫН ҮНЭЛГЭЭ

Монгол улсын ашигт малтмалын нөөцийн санд бүртгэгдсэн алтны үндсэн ордуудын геологийн нөөц, техник-эдийн засгийн үндэслэл боловсруулагдсан 86 орд байна⁶. Энэхүү ордуудыг Монгол улсын эдийн засгийн бүсчлэлээр ангилан дараах хүснэгтээр үзүүлээ.

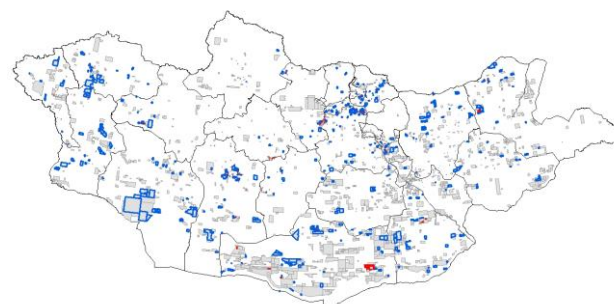
2-р хүснэгт

Эдийн засгийн бүсүүд дэх алтны үндсэн ордууд

Ашигт малтмалын төрөл	Баруун бүс	Хангайн бүс	Төвийн бүс	Зүүн бүс
Алт	16	7	50	13

Судалгааны ажлаар нийт 86 алтны үндсэн ордын хүрээнд суурь үнэлгээний ажлыг хийж гүйцэтгэв. Үүнээс 16 орд Баруун бүсэд, 7 орд Хангайн бүсэд, 50 орд Төвийн бүсэд, 13 орд Зүүн бүсэд тус тус хамаарч байна.

Алтны үндсэн ордууд нь Баруун, Төв, Зүүн бүсэд голлон тархсан байна. Тэр дундаа Төвийн бүсэд нийт 86 ордын 58% нь хамаарч байна. Энэ нь тухайн бүс нутгийн уул-геологийн нөхцөл болоод тухайн газар нутгийн судлагдсан байдлаас хамаарч байна.

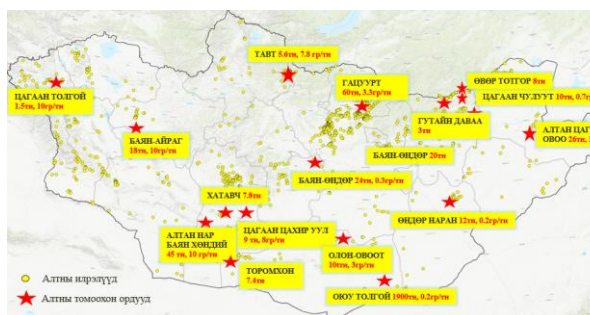


Зураг 13. Монгол улсын алтны үндсэн ордуудын тархалтын зураг⁷

⁵ Jean-Michel Rendu “An introduction to cut-off grade estimation”, New York, second edition 2014.

⁶ Монголын ашигт малтмалын ордуудын товч мэдээлэл, Ашигт малтмалын газар, Геологийн мэдээллийн төв, Улаанбаатар, 2017 он.

⁷ <https://cmcs.mrpm.gov.mn/cmcs>, АМГТГ (Монгол алт 2017 чуулга уулзалт)



Зураг 14. Монгол улсын алтны үндсэн ордуудын тархалтын зураг⁸

Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд 10 сая т-с их нөөцтэй ордууд 1-11-т, 1.0 сая т-с 10 сая т нөөцтэй ордууд 12-39 –т тус тус эрэмблэгдэж байна.

- 1-11-т эрэмблэгдсэн ордууд нь Монгол улсын эдийн засгийн бүсчлэлээр Хангайн бүсэд 2 орд (Өрхөт, Алтан хөндий), Төвийн бүсэд 6 орд (Баян Уул, Бороот, Оюут уул, Гацуурт, Хармагтай, Эрэн), Зүүн бүсэд 3 орд (Цагаан чулуу, Мөргөцөг-2, Эрдэнэ толгой)
- 12-39-т эрэмблэгдсэн ордууд нь Баруун бүсэд 5 орд, Хангайн бүсэд 3 орд, Төвийн бүсэд 14 орд, Зүүн бүсэд 5 тус тус хамаарч байна.

Үнэлгээ хийсэн 86 алтны үндсэн ордын 1-39-т эрэмблэгдсэн 39 ордын 5.8% нь Баруун бүсэд, 5.8% нь Хангайн бүсэд, 23.2% нь Төвийн бүсэд, 9.3% нь Зүүн бүсэд хамаарч байна.

Энэхүү 86 тусгай зөвшөөрлийн 19 нь ашиглалтын тусгай зөвшөөрөлтэй, 67 нь хайгуулын тусгай зөвшөөрөлтэй байна.

3-р хүснэгт
Монгол улсын алтны үндсэн ордуудын суурь үнэлгээ, нөөцийн эрэмбэ

Эрэмбэ	Ордын нэр	Агуулга, гр/т	Ордын нөөц, мян.т	Ордын суурь үнэлгээ нийт утга
1	Баян-Уул	6.20	48,035.0	6.1419
2	Өрхөт	0.50	46,045.8	6.0438
3	Бороот	1.74	28,835.0	5.3180
4	Цагаан чулуу	0.48	21,979.5	5.0390
5	Оюут уул	0.28	24,383.5	5.0264
6	Мөргөцөг-2	1.40	19,308.6	4.8351
7	Гацуурт	3.15	14,056.5	4.8111
8	Хармагтай	0.44	18,031.3	4.7458
9	Эрэн	1.10	12,850.1	4.6803
10	Алтан хөндий	1.11	14,903.2	4.5641

Тайлбар: Дээрх хүснэгтээр эхний 10-т эрэмбэлэгдсэн ордуудыг үзүүлээ.

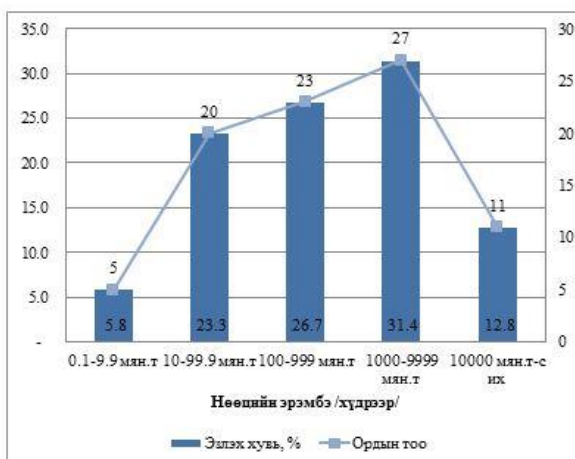


График 5. Алтны үндсэн ордуудын нөөцийн эрэмбэ

Алтны дундаж агуулга 86 ордын дунджаар 3.8 г/т ерөнхий хэлбэлзэл 0.06-23.3 г/т байна. Нийт нөөцийн хувьд хүдрээр 379.7 сая т байна. Цаашид хайгуулын тусгай зөвшөөрөлтэй 67 ордод хайгуулын ажлыг хийж гүйцэтгэснээр нийт нөөцийн хэмжээ өсөх боломжтой байна.

Алтны үндсэн ордуудыг хүдрийн агуулгаар нь 0.01-0.5 гр/т, 0.5-0.99 гр/т, 1-1.49 гр/т, 1.5-1.99 гр/т, 2-5 гр/т, 8 гр/т их гэсэн эрэмбээр дараах графикаар ангилж үзүүлэв.

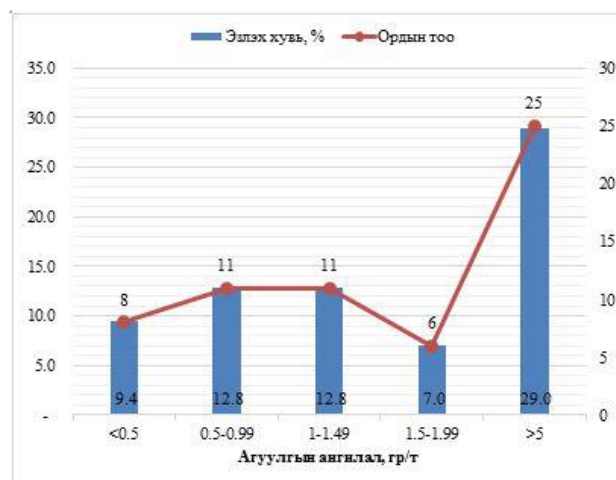


График 6. Алтны үндсэн ордуудын агуулгын ангилал

Доорх графикаар алтны үндсэн ордуудын зардлын үзүүлэлтүүдийг үзүүлээ.

⁸ АМГТГ (Монгол алт 2017 чуулга уулзалт)

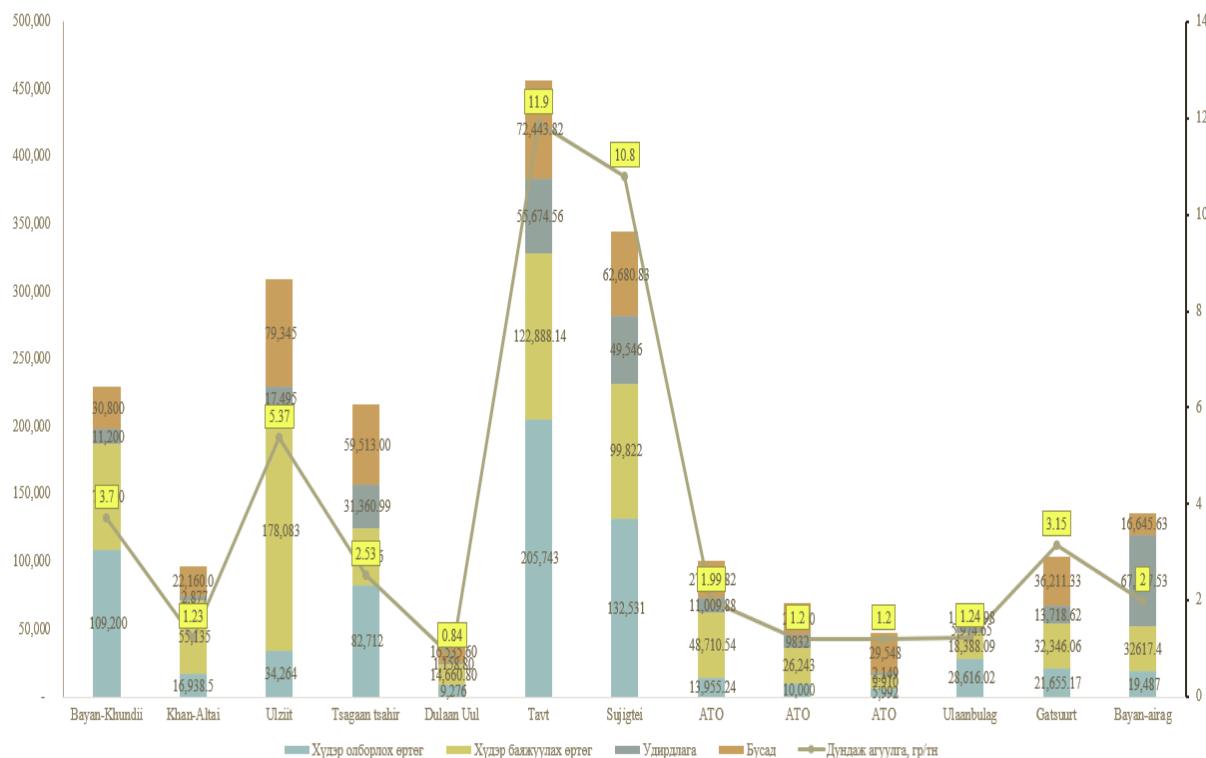


График 7. Алтны үндсэн ордуудын зардлын үзүүлэлтүүдийн ангилал

4-р хүснэгт

Монгол улсын алтны үндсэн ордуудын эдийн засгийн үндсэн үзүүлэлтүүд

№	Ордын нэр	Дундаж агуулга, гр/тн	Хүчин чадал, тн/жил	Төслийн хугацаа, жил	Металл авалт, %	Хүдэр олборлох өртөг	Хүдэр баяжуулах өртөг	Удирдлага	Бусад	x
1	Баянхөндий	3.7	600,000	8.0	93	109,200	78,400	11,200	30,800	2.26
2	Хан-Алтай	1.23	1,500,000	7.0	84.7	16,938.5	55,135	2,877	22,160.0	0.86
3	Өлзийт	5.37	32,000	2.0	84.1	34,264	178,083	17,495	79,345	5.96
4	Цагаан цахир	2.53	115,200	5.0	92.0	82,712	42,826	31,360.99	59,513.00	2.59
5	Дулаан уул	0.84	250,000	6.0	95.0	9,276	14,660.80	1,158.80	16,535.60	0.24
6	Тавт	11.9	71,600	5.0	87.9	205,743	122,888.14	-	-	8.13
7	Сүжигтэй	10.8	80,000	2.0	94.2	132,531	99,822	49,546	62,680.83	4.78
8	Алтанцагаан Овоо	1.99	1,230,000	11.0	71.15	13,955.24	48,710.54	11,009.88	27,321.82	1.06
9	Алтанцагаан Овоо	1.2	1,230,000	11	72.2	10,000	26,243	9832	24,020	0.63
10	Алтанцагаан Овоо	1.2	1,800,000	11.0	69.2	5,992	9,910	2,149	29,548	0.27
11	Улаанбулаг	1.24	1,500,000	2	84.7	28,616.02	18,388.09	5,974.65	11,173.98	0.55
12	Гацуурт	3.15	1,757,000	11	87	21,655.17	32,346.06	13,718.62	36,211.33	0.87
13	Баян-Айраг	2	980000	8	85	19,487	32617.4	67,867.53	16,645.63	1.30
14	Баян-Айраг	2.44	980000	8	75	14,717	14,606	7500	1600	0.40

Бүс нутагт сонгогдсон төмрийн хүдрийн ордуудын геологи-эдийн засгийн үндсэн суурь үзүүлэлтүүдийг харьцуулж ашигт малтмалын районы жишиг кондицийг тодорхойлсон. Кондицийн шалгуур үзүүлэлт хангаж буй захын агуулга нь 0.4% байхаар байна. Үүнээс доош захын агуулгатай алтны хүдэр нь орд болохгүй юм.

ДҮГНЭЛТ

- Судалгаагаар дараах дүгнэлтийг гаргалаа. Үүнд:
- Эдийн засгийн бүс нутаг тус бүрээр кондицийн шалгуур үзүүлэлтүүдийг хангаж буй геологийн захын агуулгыг тооцож гаргасанаар эрэл, хайгуулын явцад өнөөгийн үнэ цэнээр эдийн засгийн эргэлтэнд орох боломжтой ордуудыг тодорхойлох боломжтой болж байна.
 - Зарим ордуудын зардлын үзүүлэлтүүд нь (ТЭЗҮ дээрх) бусад ордуудын зардлын

үзүүлэлтүүдтэй харьцуулахад хэт зөрүүтэй байгаа нь тухайн ТЭЗҮ дээрх тооцоо нь үнэмшил багатай байгааг илэрхийлж байна.

3. Баруун, хангай болон зүүн бүсэд дэд бүтцийн хөгжил (гадаад тээврийн зам, эрчим хүч) сул байгаа нь тухайн бүс нутаг дахь ордуудын ашиглалтын зардал нэмэгдэж байгаагаас тухайн ордоос олох ашиг буурах, цаашлаад ашиглах боломжгүй болж байна.
4. Нөөцийн эрэмбээр ангилахад зарим ордууд нь эхний 5 дотор эрэмблэгдэж байсан бол эдийн засгийн загвар үндсэн үзүүлэлтүүдээр тооцож

эрэмблэхэд тухайн орд нь эдийн засгийн эргэлтэнд орох боломжгүйг тогтоосон.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. Н.Даваасамбуу, “Ашигт малтмалын ордуудын ашиглалтын өмнөх чадамжийн үнэлгээний арга зүй”, Улаанбаатар, 2015 он
- [2]. Монголын ашигт малтмалын ордуудын товч мэдээлэл, Ашигт малтмалын газар, Геологийн мэдээллийн төв, Улаанбаатар, 2017 он.
- [3]. Jean-Michel Rendu “An introduction to cut-off grade estimation”, New York, second edition 2014.
- [4]. Ж.Бямба-Юу, С.Цэдэндорж, Уул уурхайн үйлдвэрүүдийн техник-эдийн засгийн шинжилгээ, Улаанбаатар, 2009 он.
- [5]. <https://cmcs.mrpam.gov.mn/cmcs>

МОНГОЛ УЛСЫН НҮҮРСНИЙ ОРДУУДЫН ТЕХНОЛОГИ-ЭДИЙН ЗАСГИЙН ҮНЭЛГЭЭНИЙ ЗАРИМ ҮР ДҮНГЭЭС

Д.Ганзориг*, Г.Батзаяа†, Н.Даваасамбуу*, Ж.Ижилмаа*

*Уурхайн технологийн салбар, ГУУС, ШУТИС, Улаанбаатар, Монгол улс

†Кью Эм Си ХХК, Улаанбаатар, Монгол улс

*Кью Эм Си ХХК, Улаанбаатар, Монгол улс

*Уурхайн технологийн салбар, ГУУС, ШУТИС, Улаанбаатар, Монгол улс

Хураангуй—Монгол улсын эрдсийн баялгийн нөөцийн бүртгэлд ороод буй нүүрсний ордуудыг одоогийн технологи-эдийн засгийн нөхцөлд тулгуурлан харьцуулах ба эрэмбэлэх судалгааны зарим үр дүнгээс энэхүү өгүүлэлд толилуулж байна.

I. УДИРТГАЛ

Ашигт малтмалын ордуудыг олон янзаар үнэлдэг. Тухайлбал: нөөцийн үнэлгээ, чанарын (кондицийн) үнэлгээ, геологийн үнэлгээ, эдийн засгийн үнэлгээ, геологи-эдийн засгийн үнэлгээ, тойм судалгаа, урьдчилсан болон нарийвчилсан техник-эдийн засгийн үндэслэл, ашигт малтмалын ордын ашиглалтын өмнөх чадамж гэх мэт.

Ашигт малтмалын ордын ашиглалтын өмнөх чадамжийн үнэлгээг тухайн ордын нөөцийг үйлдвэрлэлийн аргаар ашиглаж эхлэхийн өмнөх хамгийн ерөнхий үнэлгээ гэж үзэж болох бөгөөд энэ нь ордыг цогц байдлаар үнэлж, ижил төрлийн бусад ордуудтай нь харьцуулах, эрэмбэлэх бололцоо олгодог байна.

Доктор (Ph.D) Н.Даваасамбуугийн боловсруулсан “Ашигт малтмалын ордын ашиглалтын өмнөх чадамжийн үнэлгээ”⁹-ний арга зүй нь ашигт малтмалын ордын газрын хэвлийд оршин байгаа уул геологийн нөхцөл, хэмжээс, нөөцийн судалгаа тооцоо, ашиглалтын арга технологиос гадна уг ордыг ашиглахад зориулан гүйцэтгэсэн бусад судалгаа, үнэлгээ хийгдсэн байдал, байршил, зах зээлийн боломж, эдийн засгийн үр ашгийн урьдчилсан төлөв, байгаль экологид үзүүлэх нөлөөлөл зэргийг цогцоор нь авч үздэг.

Ашигт малтмалын нүүрсний ордын эдийн засгийн үнэлгээг уул-техникийн, үйлдвэрлэлийн, эдийн засаг экологийн үзүүлэлт гэж хуваана¹⁰.

Нүүрсний ордуудын жишиг чанарын (кондицийн) үнэлгээ, ерөнхий эдийн засгийн үнэлгээг боловсруулахад дараах хязгаарлагч хүчин зүйлүүдийг авч үзнэ.

1. Нүүрсний чанар
2. Нүүрсний үнэ
3. Нүүрсний гадаад тээврийн зай
4. Хөрс хуулалтын коэффициент
5. Олборлолтын зардал

II. НҮҮРСНИЙ ОРДУУДЫН НӨӨЦИЙН ЭРЭМБЭ

Монгол улсын ашигт малтмалын нөөцийн санд бүртгэгдсэн нүүрсний ордуудын геологийн нөөц, техник-эдийн засгийн үндэслэл боловсруулагдсан 86 орд байна¹¹. Энэхүү ордуудыг Монгол улсын эдийн засгийн бүсчлэлээр ангилан дараах хүснэгтээр үзүүлээ.

1-р хүснэгт

Эдийн засгийн бүсүүд дэх нүүрсний ордууд

Ашигт малтмалын төрөл	Баруун	Хангай	Төв	Зүүн	Нийт дүн
Нийт ордуудын тоо	13	14	45	14	86
Талбай	39	23	177	34	273
Чулуун нүүрс	13	10	29	0	52
Хүрэн нүүрс	0	4	16	14	34

Судалгааны ажлаар нийт 86 нүүрсний ордын хүрээнд нөөцийн эрэмбийг хийж гүйцэтгэв. Үүнээс 13 орд Баруун бүсэд, 14 орд Хангайн бүсэд, 44 орд Төвийн бүсэд, 13 орд Зүүн бүсэд тус тус хамаарч байна.

Дараах хүснэгтээр Монгол улсын эдийн засгийн бүсчлэлээр нөөцийн эзлэх хувийн жинг үзүүлээ.

2-р хүснэгт

Эдийн засгийн бүсүүд дэх нүүрсний нөөцийн эзлэх хувийн жин

№	Монгол улсын эдийн засгийн бүсчлэл	Нийт нүүрсний нөөц, тн	Эзлэх хувийн жин
1	Баруун бүсийн нүүрсний нөөц	1,492,179,155	6%
2	Хангайн бүсийн нүүрсний нөөц	518,635,015	2%
3	Төвийн бүсийн нүүрсний нөөц	19,352,134,378	73%
4	Зүүн бүсийн нүүрсний нөөц	5,297,717,283	20%
	Нийт дүн	26,660,665,830	100%

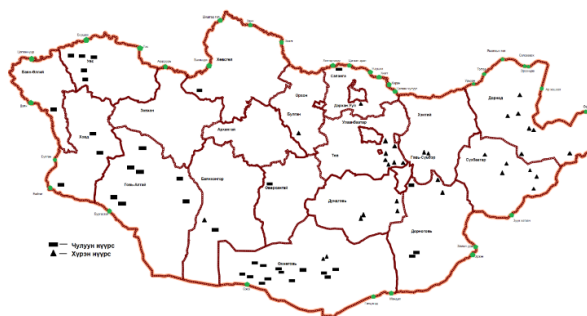
Монгол улсын нүүрсний ордууд нь Төв, Зүүн бүсэд голлон тархсан байна. Тэр дундаа Төвийн бүсэд нийт 86 ордын 73% нь хамаарч байна. Энэ

⁹ Н.Даваасамбуу, “Ашигт малтмалын ордуудын ашиглалтын өмнөх чадамжийн үнэлгээний арга зүй”, Улаанбаатар, 2015 он

¹⁰ Ж.Бямба-Юу, С.Цэдэндорж, Уул уурхайн үйлдвэрүүдийн техник-эдийн засгийн шинжилгээ, Улаанбаатар, 2009 он.

¹¹ Монголын ашигт малтмалын ордуудын товч мэдээлэл, Ашигт малтмалын газар, Геологийн мэдээллийн төв, Улаанбаатар, 2017 он.

нь тухайн бүс нутгийн уул-геологийн нөхцөл болоод тухайн газар нутгийн судлагдсан байдлаас хамаарч байна.



Зураг 15. Монгол улсын нүүрсний ордуудын тархалтын зураг¹²

А. Хүрэн нүүрсний ордын нөөцийн эрэмбэ

- Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд 1 тэрбум.т-с их нөөцтэй орд 1-5-т, 1 тэрбум.т-с 100 сая.т нөөцтэй ордууд 6-21 –т 100 сая.т-с 10 сая.т нөөцтэй ордууд 22-29 –т тус тус эрэмблэгдэж байна.
- 1-5-т эрэмблэгдсэн орд нь Монгол улсын эдийн засгийн бүсчлэлээр Төвийн бүсэд (Цайдам нуур, Шивээ-Овоо, Эрдэнэцогт, Төгрөгнуур) Зүүн бүсэд (Чандган гол)
- 6-21-т эрэмблэгдсэн ордууд нь Төвийн бүсэд 11 орд, Зүүн бүсэд 6 тус тус хамаарч байна.
- 22-29-т эрэмблэгдсэн ордууд нь Хангайн бүсэд 1 орд, Төвийн бүсэд 1 орд, Зүүн бүсэд 6 тус тус хамаарч байна.

Хүрэн нүүрсний нөөцийн эрэмбийг хийсэн 34 ордын 1-21-т эрэмблэгдсэн 21 ордын 71% нь Төвийн бүсэд, 29% нь Зүүн бүсэд хамаарч байна. Монгол улсын хүрэн нүүрсний ордуудын суурь үнэлгээ, эрэмбийг дараах хүснэгтээс харна уу.

3-р хүснэгт
Монгол улсын хүрэн нүүрсний ордуудын суурь үнэлгээ, нөөцийн эрэмбэ

Эрэмбэ	Ордын нэр	Ордын нөөц, мян.т	Ордын суурь үнэлгээний утга	Бүс нутаг
1	Цайдамнуур	5 964 392	4,74	Төв
2	Шивээ-Овоо	1 853 090	4,54	Төв
3	Эрдэнэцогт	2 016 234	4,34	Төв
4	Төгрөгнуур	1 289 270	4,28	Төв
5	Чандган тал	2 480 204	4,19	Зүүн
6	Цагаан залаат	872 911	3,83	Зүүн
7	Үнст худаг	802 770	3,68	Төв
8	Багануур	381 810	3,65	Төв
9	Адуунчулуун	437 147	3,62	Зүүн
10	Тэвшийн говь	544 403	3,49	Төв

Тайлбар: Дээрх хүснэгтээр эхний 10-т эрэмблэгдсэн ордуудыг үзүүлээ.

Б. Чулуун нүүрсний ордын нөөцийн эрэмбэ

- Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд 1 тэрбум.т-с их нөөцтэй орд 1-2-т, 1 тэрбум.т-с 100 сая.т нөөцтэй ордууд 3-10 –т 100 сая.т-с

10 сая.т нөөцтэй ордууд 11-30 –т тус тус эрэмблэгдэж байна.

- 1-2-т эрэмблэгдсэн орд нь Монгол улсын эдийн засгийн бүсчлэлээр Баруун бүсэд (Нүүрст хотгор) 1 орд, Төвийн бүсэд (Тавантолгой)
- 3-10-т эрэмблэгдсэн ордууд нь Баруун бүсэд 1 орд, Хангайн бүсэд 2 орд, Төвийн бүсэд 5 орд тус тус хамаарч байна.
- 11-30-т эрэмблэгдсэн ордууд нь Баруун бүсэд 5 орд, Хангайн бүсэд 3 орд, Төвийн бүсэд 12 орд тус тус хамаарч байна.

Нөөцийн эрэмбэ хийсэн чулуун нүүрсний 50 ордын 1-30-т эрэмблэгдсэн 30 ордын 23% нь Баруун бүсэд, 17% нь Хангайн бүсэд, 60% нь Төвийн бүсэд хамаарч байна. Монгол улсын чулуун нүүрсний ордуудын суурь үнэлгээ, эрэмбийг дараах хүснэгтээс харна уу.

4-р хүснэгт
Монгол улсын чулуун нүүрсний ордуудын суурь үнэлгээ, нөөцийн эрэмбэ

Эрэмбэ	Ордын нэр	Ордын нөөц, мян.т	Ордын суурь үнэлгээний утга	Бүс нутаг
1	Тавантолгой	2 698 504	4,64	Төв
2	Нүүрст хотгор	1 002 669	4,23	Баруун
3	Нарийн сухайт	482 496	3,77	Төв
4	Алаг толгой	474 916	3,64	Төв
5	Баруун наран	318 614	3,53	Төв
6	Хөшөөт	284 478	3,37	Баруун
7	Могойн гол	202 840	3,23	Хангай
8	Өвөлжөө уул	115 885	3,23	Төв
9	Тэвшийн говь	119 180	3,15	Төв
10	Хотгор	158 886	3,14	Хангай

Тайлбар: Дээрх хүснэгтээр эхний 10-т эрэмблэгдсэн ордуудыг үзүүлээ.

III. НҮҮРСНИЙ ОРДУУДЫН ҮНЭЛГЭЭ

Нүүрсний ордуудын жишиг чанарын (кондицийн) үнэлгээ, ерөнхий эдийн засгийн үнэлгээг боловсруулахад дараах хязгаарлагч хүчин зүйлүүдийг авч үзнэ.

А. Нүүрсний чанар ба үнэ

Монгол улсын нүүрсний ордуудын чанарын ангилалыг авч үзэхдээ:

- Хүрэн нүүрс
- Коксжих чанаргүй нүүрс
- Сул коксжих нүүрс
- Коксжих нүүрс гэсэн 4 ангилалд хуваан авч үзсэн.

Нүүрсний чанараас хамааруулан таваарын бүтээгдэхүүний үнийг 2020 оны 09-р сарын АМГТГ-аас зарласан үнээр тооцов.

5-р хүснэгт
Нүүрсний чанарт хамаарах үнийн мэдээлэл¹³

Нүүрсний төрөл	Үнэ ам.доллар/тн
Хүрэн нүүрс	30

¹² <https://cmcs.mrpm.gov.mn/cmcs#с=Map>

¹³ 2020 оны 09-р сарын АМГТГ-аас зарласан үнэ

Нүүрсний төрөл	Үнэ ам.доллар/тн
Коксжих чанаргүй нүүрс	45
Сул коксжих нүүрс	65
Коксжих нүүрс	100

Б.Бүс нутаг дахь нүүрсний уурхайн дундаж хөрс хуулалтын коэффициент

Монгол улсын эдийн засгийн бүсчлэлд хамаарах нүүрсний ордуудын техник эдийн засгийн үндэслэл дээр тооцсон хөрс хуулалтын дундаж коэффициентийг жишиг болгон авч эдийн засгийн бүс тус бүр дээрх нүүрсний уурхайн дундаж хөрс хуулалтын коэффициентийг дараах хүснэгтээр үзүүлээ.

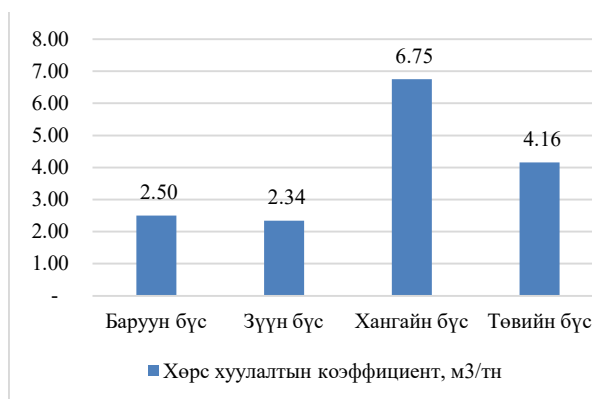


График 1. Монгол улсын эдийн засгийн бүс дэх нүүрсний уурхайнуудын хөрс хуулалтын дундаж коэффициент

В. Бүс нутаг дахь нүүрсний уурхайн дундаж уулын цулын зардал

Монгол улсын эдийн засгийн бүсчлэлд хамаарах нүүрсний ордуудын техник эдийн засгийн үндэслэл дээр тооцсон уулын цулын зардлыг жишиг болгон авч эдийн засгийн бүс тус бүр дээрх нүүрсний уурхайн уулын цулын дундаж зардлыг дараах хүснэгтээр үзүүлээ.

6-р хүснэгт

Монгол улсын эдийн засгийн бүс дэх нүүрсний уурхайнуудын уулын цулын дундаж зардал

Бүс	Дундаж 1 м3 уулын цулын зардал, төгрөг
Баруун бүс	6,023
Зүүн бүс	6,480
Хангайн бүс	4,721
Төвийн бүс	5,363

Г. Бүс нутаг дахь нүүрсний уурхайн гадаад тээврийн зардал

Нүүрсний уурхайн гадаад тээврийн боломжит зардлыг тооцохын тулд нүүрсний чанарын ангилал тус бүр дээр дараах эдийн засгийн хязгаарлах үзүүлэлтүүдийг жишиг болгон тооцож авав.

- АМНАТ (2,5%-хүрэн нүүрс, 6%-коксжих чанаргүй нүүрс, 7%-сул коксжих нүүрс, 8%-коксжих нүүрс)

- Агаар бохирдуулсны төлбөр
- Хөрс хуулалтын коэффициент
- Олборлолтын зардал
- Магадлашгүй зардал (10%)
- Боломжит тээврийн зардал
- Авто болон төмөр замын тээврээр 1тн/км тээвэрлэх зардал

Нүүрсний ордууд нь эдийн засгийн бүсчлэлд байрших байрлалаас хамааран хамгийн ихдээ хэдэн километр зайг автотээвэр болон төмөр замын тээврээр тээвэрлэх боломжтойг дараах хүснэгтээр үзүүлээ.

7-р хүснэгт

Монгол улсын эдийн засгийн бүс дэх нүүрсний уурхайнуудын эдийн засгийн боломжит гадаад тээврийн зай

Баруун бүс			
Нүүрсний төрөл	Үнэ ам.доллар/тн	Авто тээвэр, км	Төмөр зам, км
Хүрэн нүүрс	30	180	675
Коксжих чанаргүй нүүрс	45	287	1,076
Сул коксжих нүүрс	65	437	1,638
Коксжих нүүрс	100	697	2,613
Хангайн бүс			
Нүүрсний төрөл	Үнэ ам.доллар/тн	Авто тээвэр, км	Төмөр зам, км
Хүрэн нүүрс	30	144	538
Коксжих чанаргүй нүүрс	45	260	977
Сул коксжих нүүрс	65	424	1,589
Коксжих нүүрс	100	707	2,653
Төвийн бүс			
Нүүрсний төрөл	Үнэ ам.доллар/тн	Авто тээвэр, км	Төмөр зам, км
Хүрэн нүүрс	30	191	717
Коксжих чанаргүй нүүрс	45	320	1,199
Сул коксжих нүүрс	65	499	1,873
Коксжих нүүрс	100	811	3,043
Зүүн бүс			
Нүүрсний төрөл	Үнэ ам.доллар/тн	Авто тээвэр, км	Төмөр зам, км
Хүрэн нүүрс	30	204	765
Коксжих чанаргүй нүүрс	45	326	1,224
Сул коксжих нүүрс	65	498	1,866
Коксжих нүүрс	100	795	2,980

Тайлбар: Зөвхөн автотээвэр болон төмөр замын тээврийг авч тооцов.

ДҮГНЭЛТ

Судалгаагаар дараах дүгнэлтийг гаргалаа. Үүнд:
1. Монгол улсын нүүрсний нөөцийн хэмжээгээр 73% нь Төвийн бүсэд оршиж байна. Төвийн бүсийн голлох таваарын бүтээгдэхүүн нь нүүрс байхаар байна.

2. Нүүрсний чанарын ангилалаар 2020 оны 09-р сарын АМГТГ-ын үнийг таваарын бүтээгдэхүүний жишиг үнэ болгон тооцсон.
3. Бүс нутаг тус бүр дээрх нүүрсний уурхайнуудын дундаж хөрс хуулалтын коэффициент: Баруун бүс- $2.5\text{м}^3/\text{тн}$, Зүүн бүс- $2.34\text{м}^3/\text{тн}$, Хангайн бүс- $6.75\text{м}^3/\text{тн}$, Төвийн бүс- $4.16\text{м}^3/\text{тн}$ байна.
4. Бүс нутаг тус бүр дээрх нүүрсний уурхайнуудын дундаж уул цулын зардал: Баруун бүс- $6023\text{төг}/\text{м}^3$, Зүүн бүс- $6480\text{ төг}/\text{м}^3$, Хангайн бүс- $4721\text{ төг}/\text{м}^3$, Төвийн бүс- $5363\text{ төг}/\text{м}^3$ байна.
5. Бүс нутаг тус бүр дээрх нүүрсний уурхайнуудын эдийн засгийн нөхцлөөр хамгийн их гадаад тээврийн зай нь нүүрсний чанарын ангилалаар дараах үзүүлэлттэй байна. Үүнд:
 - Баруун бүс: Хүрэн нүүрс-автотээвэр-180км, төмөр зам-675км, коксжих чанаргүй нүүрс-автотээвэр-287км, төмөр зам-1076км, сул коксжих нүүрс-автотээвэр-437км, төмөр зам-1638км, коксжих нүүрс-автотээвэр-697км, төмөр зам-2613км,
 - Хангайн бүс: Хүрэн нүүрс-автотээвэр-144км, төмөр зам-538км, Коксжих чанаргүй нүүрс-автотээвэр-260км, төмөр зам-977км, сул коксжих нүүрс-автотээвэр-424км, төмөр зам-1589км, коксжих нүүрс-автотээвэр-707км, төмөр зам-2653км,
 - Төвийн бүс: Хүрэн нүүрс-автотээвэр-191км, төмөр зам-717км, коксжих чанаргүй нүүрс-автотээвэр-320км, төмөр зам-1199км, сул коксжих нүүрс-автотээвэр-499км, төмөр зам-1873км, коксжих нүүрс-автотээвэр-811км, төмөр зам-3043км,
 - Зүүн бүс: Хүрэн нүүрс-автотээвэр-204км, төмөр зам-765км, коксжих чанаргүй нүүрс-автотээвэр-326км, төмөр зам-1224км, сул коксжих нүүрс-автотээвэр-498км, төмөр зам-1866км, коксжих нүүрс-автотээвэр-795км, төмөр зам-2980км,
6. Эдийн засгийн бүс нутаг тус бүрээр кондицийн шалгуур үзүүлэлтүүдийг тооцож гаргасанаар эрэл, хайгуулын явцад өнөөгийн үнэ цэнээр эдийн засгийн эргэлтэнд орох боломжтой ордуудыг тодорхойлох боломжтой болж байна.
7. Зарим ордуудын зардлын үзүүлэлтүүд нь (ТЭЗҮ дээрх) бусад ордуудын зардлын үзүүлэлтүүдтэй харьцуулахад хэт зөрүүтэй байгаа нь тухайн ТЭЗҮ дээрх тооцоо нь үнэмшил багатай байгааг илэрхийлж байна.
8. Баруун, хангай болон зүүн бүсэд дэд бүтцийн хөгжил (гадаад тээврийн зам, эрчим хүч) сул байгаа нь тухайн бүс нутаг дахь ордуудын ашиглалтын зардал нэмэгдэж байгаагаас тухайн ордоос олох ашиг буурах, цаашлаад ашиглах боломжгүй болж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. Н.Даваасамбуу, “Ашигт малтмалын ордуудын ашиглалтын өмнөх чадамжийн үнэлгээний арга зүй”, Улаанбаатар, 2015 он
- [2]. Монголын ашигт малтмалын ордуудын товч мэдээлэл, Ашигт малтмалын газар, Геологийн мэдээллийн төв, Улаанбаатар, 2017-2020 он.
- [3]. Jean-Michel Rendu “An introduction to cut-off grade estimation”, New York, second edition 2014.
- [4]. Ж.Бямба-Юу, С.Цэдэндорж, Уул уурхайн үйлдвэрүүдийн техник-эдийн засгийн шинжилгээ, Улаанбаатар, 2009 он.
- [5]. 2020 оны 09-р сарын АМГТГ-аас зарласан үнэ
- [6]. <https://cmcs.mrpam.gov.mn/cmcs>

УУРХАЙН АВТОЗАМЫН ГАДАРГУУГААС ДУГУЙД ҮЗҮҮЛЭХ ЭСЭРГҮҮЦЛИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ АСУУДАЛД

Ж.Оюунаа

ШУТИС, ГУУС, Уурхайн технологийн салбар

Хураангуй–Ил уурхайн замд тоос үүсэх, тээврийн хэрэгслийн аюулгүй ажиллах нөхцөл алдагдах, эвдрэл гэмтэл нь эдийн засагт тодорхой хэмжээний хохирол учруулдаг бөгөөд гол эх үүсвэр нь тээвэрлэлтийн замын элэгдлийн гадаргуунаас хамаардаг. Энэ байдлыг арилгаснаар ихээхэн үр нөлөөтэй.

Түлхүүр үг: Барьцалдуулагч, хэв гажилт, хөдөлгөөний хурд, замын элэгдлийн гадаргуу

Судалсан байдал:

Дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцэл (Rolling Resistance) гэдэг нь нь замын гадаргуугаас автосамосвалын дугуйн өнхрөлтөнд үзүүлэх эсэргүүцэл юм. Уг эсэргүүцэл нь замын налуутай тэнцүү үйлчлэх эсэргүүцлийг автосамосвалын хөдөлгөөнд үзүүлдэг. Дугуй нь замын гадаргуугаар өнхрөхдөө ачааллын хэмжээнээс хамаарч хэв гажилтанд орж дулаан ялгаруулдаг. Халалтанд хөдөлгөөний хурд, дугуйн ачаалал, замын хучилтын байдлаас гадна орчны температур их нөлөө үзүүлнэ. Дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцэл нь автосамосвалын нэгж жинд ноогдох зүтгэх хүчээр илэрхийлэгдэнэ.



(Халалт) (Дугуйн ачаалал) (Шигдэлт)

1-р зураг. Дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцэл

Замын элэгдлийн гадаргуугийн материалын сонголт, шинж чанар, замын засварлагдсан байдал, тээврийн хэрэгслийн хөдөлгөөний хурд, замын ачаалал нь дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцэлд чухал нөлөө үзүүлдэг. Эдгээрээс элэгдлийн гадаргуугийн материалын сонголт, замын гэмтлүүд нь илүү их нөлөөтэй бөгөөд эсэргүүцлийг бууруулах үндсэн үзүүлэлт болно. Дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцлийг аналитикаар болон бодит нөхцөлд үнэлгээ өгөх байдлаар тодорхойлно. Энэ эсэргүүцэл нь хугацаанаас хамаарч өөрчлөгдөх бөгөөд тухайн агшинд тооцоолоход замын гэмтлийн үнэлгээг (roughness defect score-RDS) ашиглан тогтооно. Гэмтлийн үнэлгээ нь замын гэмтлийн үнэлгээний өсөлт (RDSI), хамгийн их болон бага утгуудаар (RDSMAX, RDSMIN) тооцоологддог.

$$RDS = RDSMIN + \left[\frac{RDSMAX - RDSMIN}{1 + \exp^{RDSI}} \right] \quad (1)$$

$$RDSMIN = 31.1919 - 0.05354 * SP - 0.0152 * CBR(2)$$

$$RDSMAX = 7.6415 + 0.424 * KT + 0.3133 * GC + 0.4952 * RDSMIN \quad (3)$$

$$RDSI = 1.768 + 0.001 * D * (2.69 * KT - 72.75 * PI - 2.59 * CBR - 9.35 * GC + 1.67 * SP) \quad (4)$$

энд: D – Сүүлийн засвараас хойших хугацаа, хоног;

KT – Хоногийн ачаа эргэлт, мян.т;

PI – Уян харимхайн индекс;

CBR – Замын элэгдлийн гадаргуугийн ачаалал даах чадвар;

GC – Замын элэгдлийн гадаргуугийн материалын зэрэглэлийн коэффициент;

SP – Замын элэгдэлийн гадаргуугийн материалын

агшилтын үзүүлэлт

Тухайн хугацаан дахь дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцэл (rolling resistance-RR) нь дугуйн өнхрөлтийн хамгийн бага эсэргүүцэл (RRMIN) болон өсөлтийн түвшингээр (RRI) тодорхойлогдоно.

$$RR = RRMIN + RDS * \exp^{(RRI)}, H/kz \quad (5)$$

$$RRMIN = \exp^{(-1.8166 + 0.0028 * v)} \quad (6)$$

$$RRI = -6.068 - 0.00385 * RDS + 0.0061 * v(7)$$

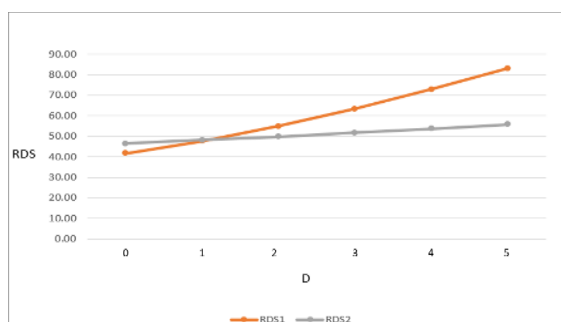
энд: v – тээврийн хэрэгслийн хөдөлгөөний хурд, км/цаг

Уурхайн тээвэрлэлтийн замын хөрсийг барьцалдуулснаар автосамосвалын дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцлийг тооцоолсон дүнг үзүүлэв.

1-р хүснэгт

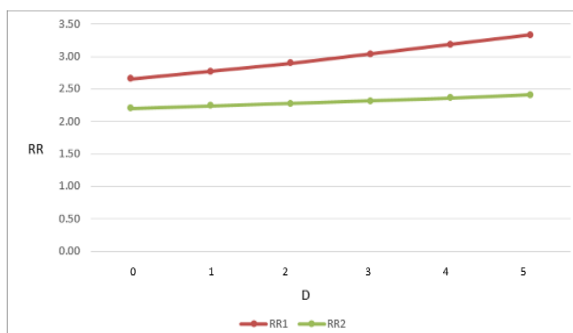
Барьцалдуулж сайжруулахын өмнөх болон дараах үеийн дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцлийн тооцооллын үзүүлэлтүүд

Үзүүлэлт	Барьцалдуулагч бодис хэрэглэхийн өмнөх утга	Барьцалдуулагч бодис хэрэглэсний дараах утга
KT	328.7	328.7
PI	18.11	11.0
CBR	4.0	7.89
GC	18.78	22.8
SP	189.6	95.49
D	RDS1	RDS2
0	41.73	46.52
1	47.68	48.16
2	54.87	49.90
3	63.29	51.74
4	72.80	53.70
5	83.11	55.76
D	RR1	RR2
0	2.66	2.20
1	2.77	2.24
2	2.90	2.28
3	3.04	2.32
4	3.19	2.36
5	3.33	2.40
Дундаж	2.98	2.30



2-р зураг. Барьцалдуулагч хэрэглэхийн өмнөх болон дараах үеийн хугацаанаас хамаарсан замын чанарын үзүүлэлт

Барьцалдуулагч хэрэглэхээс өмнө замын гэмтлийн үнэлгээ нь 3 дахь хоног дээр 1.5 дахин 5 дахь хоног дээр 2 дахин нэмэгдэж байна. Харин барьцалдуулагч хэрэглэсний дараа энэ үзүүлэлт нь хоног тутамд 3.5–3.8% -ийн өөрчлөлттэй байгаа нь уурхайн тээвэрлэлтийн замд хэрэглэхэд үр дүн үзүүлсэн байна.



3-р зураг. барьцалдуулагч хэрэглэхийн өмнөх болон дараах үеийн хугацаанаас хамаарсан дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцэл

Замын элэгдлийн гадаргууг барьцалдуулж нягт болгон ашиглах нь дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцлийг 0.7% -иар бууруулж, зам харьцангуй удаан хугацаанд бат бөх болгосноор зам засварын үечлэлийг уртасгах нөхцлийг бүрдүүлнэ.

Эдийн засгийн үр дагавар

Дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцэл нь нэг талаас уурхайн тээврийн хэрэгслийн түлш зарцуулалт, дугуй болон эд ангийн ашиглалтын зардал, нөгөө талаас автозамын засварын зардалд шууд нөлөө үзүүлнэ.

Автосамосвалын ашиглалтын зардлын тооцоо

Дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцлээс хамаарсан автосамосвалын ашиглалтын зардлын үзүүлэлтүүдэд түлш зарцуулалт, дугуйн болон бусад эд ангиудын элэгдэл хамаарна. Эдгээрээс хамгийн их зардал нь түлшний зарцуулалт бөгөөд автосамосвалын хурд, хөдөлгүүрийн ачаалал, цагийн зарцуулалтын нормоор тодорхойлогдоно.

а. Дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцэл болон автосамосвалын түлшний зарцуулалтын хамаарал:

$$FC = 1.02 + (UVM * v * (296 * RR + 4.5 * v) + K * GVM * v * (246 * RR + 0.027 * v^2)) * 10^5 \quad (8)$$

Энд: FC – автосамосвалын түлш зарцуулалт, мл/сек;

GVM – тээвэрлэх ачааны нийт масс, тонн;

UVM – автосамосвалын өөрийн масс, тонн;

RR – дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцэл;

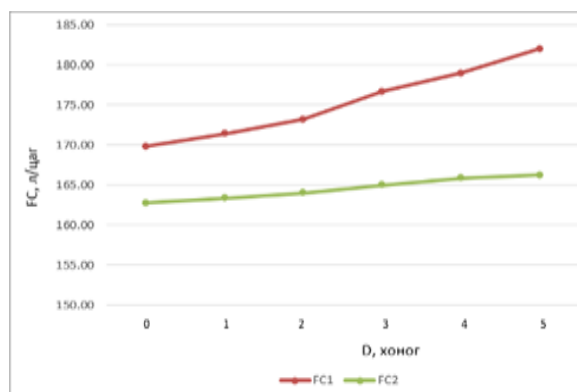
v – автосамосвалын хөдөлгөөний хурд, км/цаг;

K – автосамосвалын ачааллын коэффициент, ачаатай үед 1, хоосон үед 0 байна.

2-р хүснэгт

Дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцлээс хамаарсан түлш зарцуулалт

D, хоног	RR1, %	FC1, л/цаг	RR2, %	FC2, л/цаг
0	2.66	169.81	2.20	162.76
1	2.77	171.38	2.24	163.35
2	2.90	173.19	2.28	163.98
3	3.04	176.69	2.32	164.97
4	3.19	178.96	2.36	165.84
5	3.33	181.98	2.40	166.23
Дундаж	2.98	175.34	2.30	164.52



4-р зураг. Барьцалдуулагч хэрэглэхийн өмнөх болон дараах үеийн дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцэл болон автосамосвалын (250т даацтай CAT 793F) түлш зарцуулалтын хамаарал

Тооцооллоор барьцалдуулагч хэрэглэснээр нэг автосамосвалын цагт зарцуулах түлш 10.82 литрээр хэмнэгдэх боломжтой.

б. Дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцэл болон автосамосвалын дугуйн элэгдлийн хамаарал:

$$TW = 0.098 + 0.0015 * RDS + 0.002 * RR \quad (9)$$

энд: TW – дугуйн элэгдэл (автосамосвалын 1000км гүйлтэнд зарцуулах дугуй);

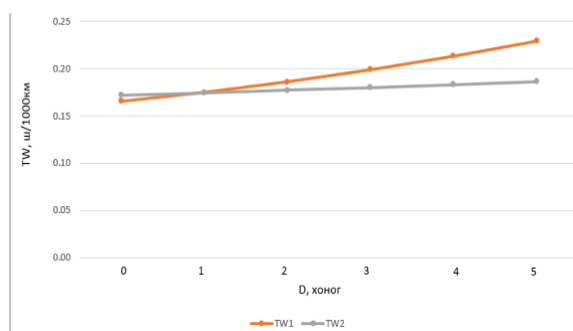
RDS – замын гэмтлийн үнэлгээ;

RR – дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцэл.

3-р хүснэгт

Барьцалдуулагч хэрэглэхийн өмнөх болон дараах үеийн дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцэл болон автосамосвалын дугуйн элэгдэл

D	RR1	RDS1	TW1	RR2	RDS2	TW2
0	2.66	41.72	0.17	2.20	46.52	0.17
1	2.77	47.68	0.18	2.24	48.16	0.17
2	2.90	54.87	0.19	2.28	49.90	0.18
3	3.04	63.28	0.20	2.32	51.74	0.18
4	3.19	72.79	0.21	2.36	53.7	0.18
5	3.33	83.11	0.23	2.40	55.76	0.19



5-р зураг. Барьцалдуулагч хэрэглэхийн өмнөх болон дараах үеийн дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцэл болон автосамосвалын дугуйн элэгдлийн хамаарал

в. Дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцэл болон автосамосвалын эд ангийн элэгдлийн зардлын хамаарал:

$$\frac{P}{VP} = (67.28 + 2.31 * RDS) * H^{0.375} \quad (10)$$

энд: VP – автосамосвалын үнэ ($R * 10^5$ доллар)

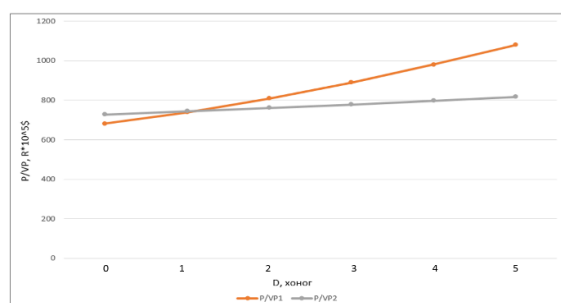
P – сэлбэгийн зардал, ($P = R/1000$, \$/км)

H – автосамосвалын нийт ажиллах мото цаг (мян.цаг)

4-р хүснэгт

Барьцалдуулагч хэрэглэхийн өмнөх болон дараах үеийн дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцэл болон автосамосвалын эд ангийн элэгдлийн зардал

D	RDS1	RDS2	P/VP1	P/VP2
0	41.73	46.52	682	728
1	47.68	48.16	740	744
2	54.87	49.90	809	761
3	63.29	51.74	890	779
4	72.80	53.70	981	798
5	83.11	55.76	1081	817

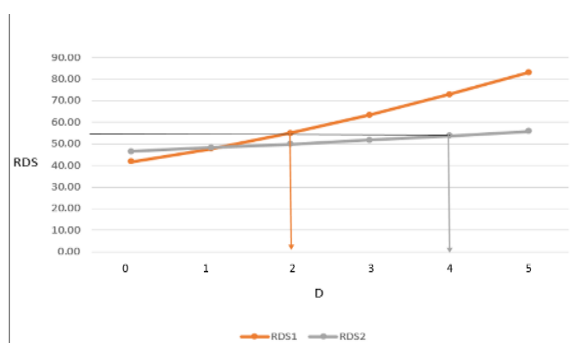


6-р зураг. Барьцалдуулагч хэрэглэхийн өмнөх болон дараах үеийн дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцэл болон автосамосвалын эд ангийн элэгдлийн зардлын хамаарал

Барьцалдуулагч хэрэглэснээр автосамосвалын эд ангийн элэгдлийн зардал 264\$-аар хэмнэгдэхээр байна.

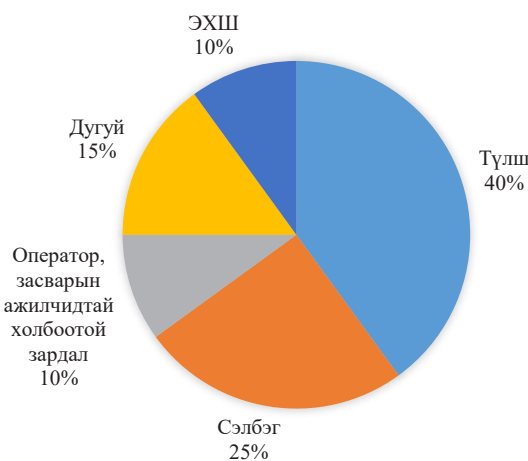
г. Зам засварын зардлын тооцоо

Уурхайн замын засварын ажлын зардал нь грейдер болон зам усалгааны машины үйл ажиллагааны зардлаар тооцоологддог. Грейдер болон усалгааны машин нь нэг мото цагт 0.75 болон 6.25км замд засвар үйлчилгээ болон усалгаа хийх бүтээлтэй. Уурхайн хувьд замын чанарын үнэлгээний онооны утгыг 55 хэтрүүлэхгүйгээр дараагийн замын засварыг гүйцэтгэх заагийг тодорхойлдог. Дараах графикаас уурхайн замын элэгдлийн гадаргууг барьцалдуулснаар зам засварын хугацааг 2 хоногоор уртасгахаар үр дүн харагдаж байна.



7-р зураг. Замын чанарын үнэлгээний онооноос хамаарсан зам засварын хугацаа

Уурхайн тээвэрлэлтийн замын автосамосвалын ашиглалтын зардал дараах хэсгүүдээс бүрдэж байна.



8-р зураг. Автосамосвалын ашиглалтын зардлын бүтэц

Дээрх зургаас харахад автосамосвалын ашиглалтын нийт зардлын 40%-ийг түлшний, 25%-ийг сэлбэг хэрэгслийн, 15%-ийг дугуйн зардал үлдэх хэсгийг бусад зардал эзэлж байна.

5-р хүснэгт

Уурхайд ашиглагдах автосамосвал болон зам засварын тоног төхөөрөмжүүдийн тоо, мото цагийн зардал

Тоног төхөөрөмж	Төрөл	Хүчин чадал, т	Уурхайд ашиглагдаж буй, тоо	Жилд ажиллах шаардлагатай	Мото цагийн зардал, US\$/цаг	Нийт жилийн зардал, сая. \$
Автосамосвал	CAT 793F	240	38	6000	347.08	79.13
Грейдер	CAT 16M		4	5000	81.28	1.63
Усалгааны машин	CAT 773D	50	4	2500	65.11	0.65
Нийт						81.41

Уурхайн замын ашиглалтанд түлш, дугуй, сэлбэгийн зардлын хэмнэлтийг орлуулан жилд хэмнэх зардлыг тооцож үзэв.

6-р хүснэгт

Замын элэгдлийн гадаргууд бэхжүүлэгчээр ашигласнаар гарах зардлын хэмнэлт

Зардал	Хэмнэлтийн хувь	Нийт хэмнэлт, \$
Түлш	6.17%	1.953.033
Дугуй	9.32%	1.106.297
Сэлбэг	10.72%	2.120.798
Зам засвар	20.00%	455.340
Нийт		5.635,467

Уурхайн замын элэгдлийн гадаргууг бэхжүүлэгч ашиглан барьцалдуулсанаар жилд нийт 5.6 сая долларын хэмнэлт гарч замын хэрэглэгчдийн нийт зардлыг 6.8% бууруулахаар байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Уурхайн тээврийн замыг хөрсний шинж чанарт тохируулан элэгдлийн гадаргууг барьцалдуулж сайжруулснаар тоосжилт ойролцоогоор 2 дахин, дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцэл 0.7% -р буурах боломжтой.
2. Автосамосвалын дугуйн өнхрөлтийн эсэргүүцэл буурснаар уурхайн эдийн засагт голлох нөлөө үзүүлдэг түлшний зардал 6.17%, дугуйн зардал 9.32%, сэлбэгийн зардлыг 10.72%, зам засварын зардлыг 20% буурах боломжтой.
3. Уурхайн замын элэгдлийн гадаргууд барьцалдуулагчийг ашигласнаар хэрэглэгчдийн нийт зардлыг 6.8% бууруулахаар байна.

АШИГЛАСАН НОМЫН ЖАГСААЛТ

- [1]. Thompson R.J. Minnig Roads. Mine Haul Road Design, Construction and Maintenance Management. Ausr. 2011.
- [2]. Thompson R.J. Managing Mine Road Maintenance Interventions Using Mine Truck on-board data The Southern African Institute of Mining and Metallurgy. Surface mining 2008
- [3]. Авто зам, замын байгууламжийн барилгын ажлын жишиг техникийн шаардлага, 2013 он
- [4]. Аривжих Т., Очирбат С., Дашзэвэг Д., Лхагважав Ч. Зам барилгын материал судлал дэд дэвтэр. УБ. 2005 он. ISBN-99929-6-336-0
- [5]. Аривжих Т., Очирбат С., Дашзэвэг Д., Лхагважав Ч. Зам барилгын материал судлал, УБ. 2014 он. ISBN-99929-6-336-0
- [6]. Гохман Л.М. Комплексные органические вяжущие материалы на основе блоксопо-лимеров типа СБС. М., «Экон-Информ», 2003г стр 584

ДӨРӨВДӨГЧИЙН ХУРДАСТ НЭВТРЭХ УУРХАЙН БОСОО ГОЛ АМНЫ МАЛТАЛТЫН ХЭЛБЭР, ХЭМЖЭЭГ ҮНДЭСЛЭХ АСУУДАЛД

С.Ган-Очир*, О.Тэмүүл†, Ц.Очир*

*"Шижиер Алт" АУ, Ерөнхий инженер

†"Балчулуу" ХХК, төслийн ерөнхий инженер

*"Балчулуу" ХХК, төслийн удирдагч, доктор (Ph.D)

Хураангуй-Шороон ордын далд ашиглалтад түгээмэл хэрэглэдэг нээгч босоо гол амны нэвтрэлтийн аргуудтай харьцуулахад ердийн газар шорооны ажилд ашигладаг мини-экскаватораар уламжлалт тойрог бус хэлбэрийн малталт нэвтрэх зарчмын хувьд цоо шинэ хандлагад үндэслэгдсэн шинэ технологийн схем санал болгож байна.

Түлхүүр үг: гүн шороон орд, босоо гол ам, бага оврын мини-экскаватор, малталтын хэлбэр

ОРШИЛ

Сүүлийн жилүүдэд дэлхий даяар шороон ордын ашиглалтын гүн эрс нэмэгдсэнтэй уялдаж, уулын цул шилжүүлэх их хэмжээний ажил, асар өндөр хөрөнгө оруулалт, эрсдэлтэй уул-техникийн нөхцөл, экологид учрах сөрөг нөлөөнөөс боломжит дээд зэргээр зайлсхийх гарц бол далд аргаар ашиглах технологийн сонголт юм. Туршилт-үйлдвэрлэлийн практикт нэвтрүүлэхэд нэн түрүүнд шаардлагатай арга хэмжээ бол ордыг нээгч босоо гол амны малталтыг хэрхэн дөрөвдөгчийн сэвсгэр хурдаст нэвтрэх технологийн схемийг онолын түвшинд боловсруулах юм. Шороон ордын хувьд нээлтийг дөрөвдөгчийн хурдсын сэвсгэр, шаварлаг чулуулаг дундуур явуулах тул завсрын хуурамч улгүй тохиолдолд өрөмдлөг тэсэлгээний ажил шаардлагагүй.

Богино хугацаанд нэвтэрч, процессыг механикжуулахад хамгийн тохиромжтой нь бага оврын мини-экскаватор хэрэглэх арга гэж үзэж байна /зур.1/. Экскаватораар босоо малталт нэвтэрдэг практик дэлхийд байдаг боловч эдгээр нь бүгд их гүнтэй /хэдэн зуун метр/, гол амны нэвтрэлтийг өрөмдлөг тэсэлгээний аргаар зохион байгуулдаг, өндөр хүчин чадалтай, төрөл бүрийн овор хэмжээтэй, тусгай хийцийн машинууд ашигладаг байна.



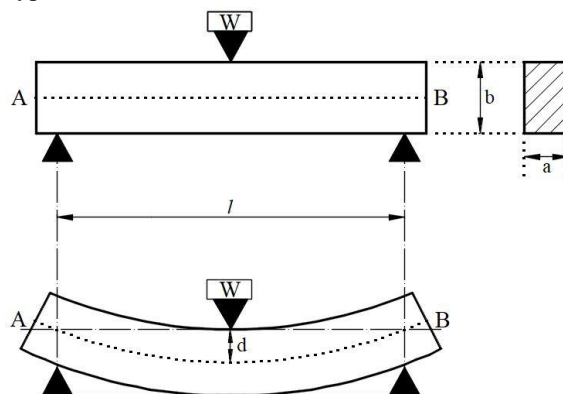
Зураг 1. Мини-экскаваторын практикт ажиллах байдал

Босоо гол амны хамгийн түгээмэл бөгөөд бэхлэгдэнд учрах уулын даралт нь хамгийн жигд хуваарилагддаг хэлбэр бол тойрог юм. Бага оврын ухааж-ачих машинаар нэвтрэлтийг зохион байгуулахад ухалтын гол хэсэг болох угтуурын тэгш өнцөгт хэлбэрийг ашиглана: Босоо гол амны малталтын хажуу нь олон өнцөгт хэлбэртэй байна. Олон өнцөгтийн дурын талд учрах радиал ачааллын хэмжээ жигд байх ёстой тул босоо малталт нь зөв олон өнцөгт хэлбэртэй байна.

Зөв олон өнцөгтийн хувьд l урттай, хэдэн талтай байвал нэг талд учрах W уулын даралтыг тэсэж чадах вэ /зур.2/ гэсэн асуудлыг шийдвэрлэх шаардлагатай. Бэхлэгээний үндсэн материалаар олдоц сайтай, солиход хялбар, харьцангуй хямд үнэтэй банз байхаар тусгасан.

ОНОЛЫН ХЭСЭГ

Зөв олон өнцөгтийн төвтэй холбосон хэрчим нь үндсэндээ тойрогт багтсан адил хажуут гурвалжингууд бөгөөд тойргийн радиустай тэнцүү юм. Тойрогт багтсан олон өнцөгтийн талын тоо нь түүний оройн тоотой тэнцүү: $N = n_o = n_r$. Нөгөө талаар N олон өнцөгтийн гурвалжны тоо болно.



Зураг 2.Ердийн модон хавтангийн хотойлтын схем

Тойрогт багтсан зөв олон өнцөгтийн хувьд нэг талын урт, м:

$$l = \frac{1}{2} R_0 \operatorname{tg} \frac{180}{N} \quad (1)$$

Зөв олон өнцөгтийн талбай, м²:

$$S_{o.o} = \frac{N l^2}{4} \operatorname{ctg} \frac{180}{N} \quad (2)$$

Нэг гурвалжны талбай, м²:

$$S_{\Delta} = \frac{1}{2} R_0^2 \sin \frac{360}{N} \quad (3)$$

Эндээс $S_{\Delta} = S_{o.o}/N$ тул

$$\frac{l^2}{2} \operatorname{ctg} \frac{180}{N} = R_0^2 \sin \frac{360}{N} \quad (4)$$

энд: R_0 – багтаасан тойргийн радиус, зөв олон өнцөгт дэх адил хажуут гурвалжны адил талын урт, нөгөө талаар гол амны малталтын бэхлэгээтэй үеийн радиус гэж үзэж болно.

(4) томъёонд хувиргалт хийж талын нийт тоогоор илэрхийлбэл:

$$N = \left[\frac{180}{\arcsin\left(\frac{l}{2R_0}\right)} \right] \quad (5)$$

Олон өнцөгтийн талын тоо N нь гол амны бэхлэгээний гадна орших чулуулгаас ирэх радиал чиглэлийн ачаалал буюу уулын даралтын эхлээд хотойлгох, дараа нь цуулах, эцэст нь бяцлах шахалтын нөлөөг дааж чадах l урттай байх шаардлагатай. Гэхдээ эрсдлийг тооцож бэхлэгээний банз нь уулын даралтын нөлөөгөөр бяцрах үеийг аюултай гэж үзээд хотойх үеийг хязгаарын нөхцөл байхаар авч үзэв. Олон өнцөгтийн нэг талд учрах уулын даралтын хэмжээ модон бэхлэгээний хувьд:

$$W = P_{t,i} l L \quad (6)$$

энд: $P_{t,i}$ – гол амны бэхлэгээний гадна орших чулуулгийн радиал ачааллын хэмжээ; L – банзны нийт урт, см; l – талын урт боловч нөгөө талаар тулгуурын тэнхлэг хоорондын зай, см; $L = l + 2\Delta l$ – банзны нийт урт, см; Δl – банзны металл бэхлэгээнд суух хэсгийн урт буюу тулгуур цэгээс төгсгөл хүртэлх зай, см: барилгын салбарын тооцоонд ихэвчлэн 70-90 мм байхаар сонгодог.

Нугаларалтын буюу банзны хотойлтын хамгийн их момент, кгсм:

$$M = \frac{WL}{8} = \frac{P_{t,i} l L^2}{8} \quad (7)$$

Бэхлэгээний банзны эсэргүүцлийн момент, см³:

$$W_{эс} = \frac{M}{m_{ш} R_{эс}} = \frac{P_{t,i} l L^2}{8 m_{ш} R_{эс}} \quad (8)$$

Банзны хөндлөн огтлол нь тэгш өнцөгт хэлбэртэй тул (8) илэрхийллийг дараах хэлбэрт оруулж бичиж болно:

$$\frac{P_{t,i} l L^2}{8 m_{ш} R_{эс}} = S_{нт} L = ahL \quad (9)$$

эндээс тулгуур хоорондын хамгийн их зай

$$l \leq 0.5(\sqrt{\Delta l^2 + 4\theta} - \Delta l) = l_{max} \quad (10)$$

энд: $R_{эс}$ – банзны ширхэглэлийн дагуу чиглэлд үйлчлэх радиал ачаалалд үзүүлэх тооцооны эсэргүүцэл, кг/см²; $S_{нт} = ah$ – банзны хөндлөн огтлолын талбай; $a = 25$ см – стандарт банзны өргөн; $h = 5$ см – стандарт банзны өндөр; $m_{ш} = 0.6 \div 0.8$ – ажлын нөхцөл тооцсон коэффициент; $\theta = \frac{8S_{нт} m_{ш} R_{эс}}{P_{t,i}}$ – бэхлэгээний модны төрөл, ажлын

нөхцөл, ашиглалтын гүнийг тооцсон коэффициент. Дашрамд дурьдахад энэхүү цоо шинээр гарган авсан θ коэффициент маш олон асуудлыг нэгэн зэрэг тооцож байгаа чухал параметр болж байна: зөвхөн энэ коэффициентын тусламжтай ямар төрлийн модоор хийсэн, ямар хэмжээтэй банзаар ямар чулуулагт нэвтэрсэн, хэдий хэмжээний гүнд, хир зэрэг гүнд нөхцөлд бэхлэгээ хийж болох вэ гэдэг олон асуудлыг нэгэн зэрэг шийдвэрлэж байна.

(10) илэрхийллийг (5) томъёонд орлуулбал

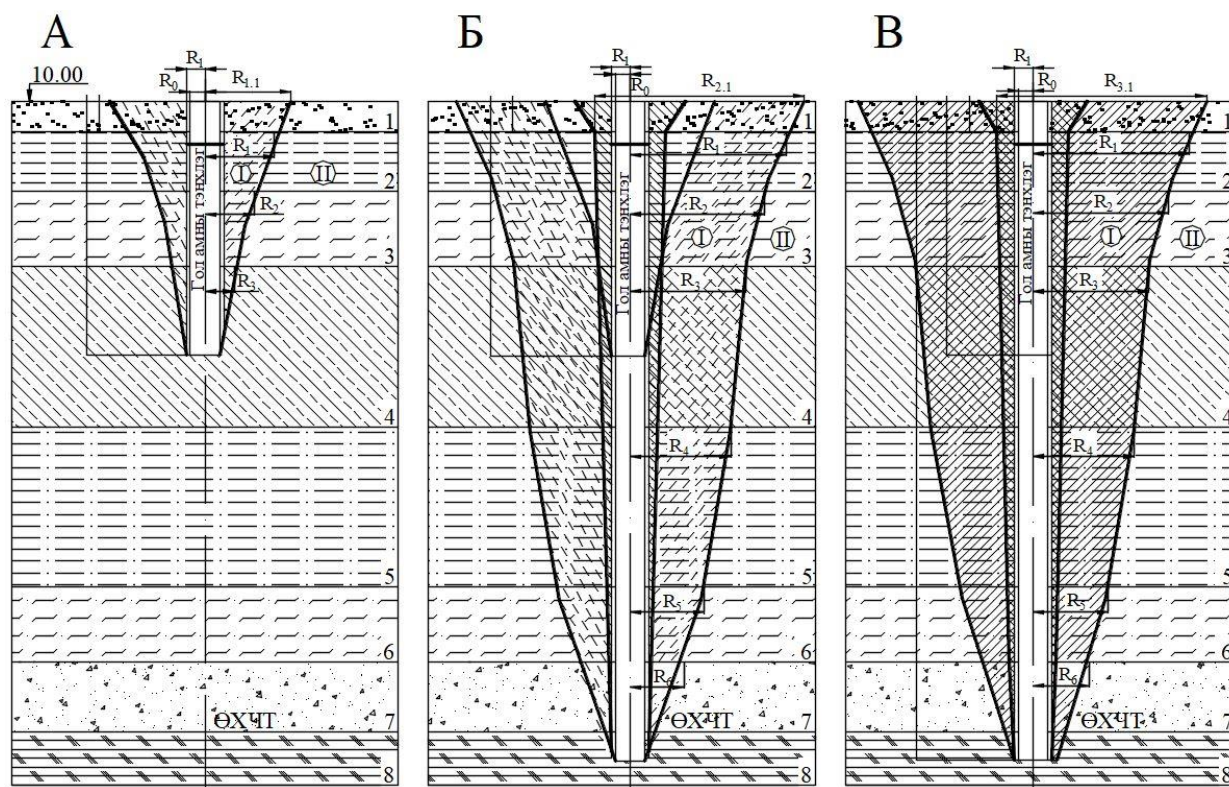
$$N = \left[\frac{180}{\arcsin\left(\frac{\sqrt{\Delta l^2 + 4\theta} - \Delta l}{4R_0}\right)} \right] \quad (11)$$

Босоо гол амны бэхлэгээний эргэн тойронд орших дөрөвдөгчийн хурдсын чулуулаг дахь деформацийн процессын судалгаа болон бэхлэгээнд учрах уулын даралт хэрхэн бүрэлдэх төлвөөс хамаарч үндсэн гурван үе шатанд хуваан авч үздэг [1].

Эхний үе шат бол чулуулгийн уян хатан деформацийн үе шат бөгөөд энд бэхлэгээгээр тогтоон баригдсан унжилга хэлбэрийн чулуулгийн эзлэхүүн бүрэлддэг байна. Босоо гол амны амсарын эргэн тойрны чулуулаг бэхлэгээгүй үед тогтворжилттой байх гүн /зур.3-г үз/:

$$H_0 \leq 0.5R_1 \operatorname{tg} \varphi \quad (12)$$

H_0 -оос илүү гүнд гол амны амсарын бэхлэгээ орчмын эргэн тойрны чулуулаг нь тогтворжилттой байдлаа алдаж, улмаар гол амны тэнхлэг чиглэлд шилжиж, бэхлэгээтэй шууд “харьцаж” (нөлөөлж) эхэлдэг. Чулуулаг нь бүх талаас малталтыг бүслэн шахаж эхэлнэ.



Зураг 3. Дөрөвдөгчийн хурдаст босоо малталт нэвтрэх үеийн деформаци: ӨХЧТ-ул чулуулгийн түвшин

Босоо гол амны бэхэлгээнд байнгын даралт учрах хэсгийн өндөр H_1 -ийг дараах тэгшитгэлээр тодорхойлж болно:

$$H_1 \leq \left[2R_1 + \frac{2\gamma_6(R_1^2 - R_0^2)}{3\gamma R_1} \right] \frac{(1 + \sin\varphi) \tan\varphi}{(1 - \sin\varphi)} \quad (13)$$

энд: R_1 – босоо гол амны нэвтрэлтийн үеийн радиус, м; R_0 – босоо гол амны бэхэлгээтэй үеийн радиус, м; γ_6 – бэхэлгээний материалын хувийн жин, кН/м³; γ – чулуулгийн хувийн жин, кН/м³; φ – чулуулгийн дотоод үрэлтийн өнцөг, град; C – чулуулгийн барьцалдалтын хүч, МПа.

Босоо гол амны эргэн тойрны чулуулаг дахь уян хатан деформацийн бүс буюу шилжрэлтийн бүсийн $R_{e1,i}$ хэмжээг түүний тэнхлэгээс радиал чиглэлд $H_i \leq H_1$ хүртэл гүнд дараах томъёогоор тооцоолж болно:

$$R_{e1,i} = R_1 + \frac{(H_1 - H_i)(1 - \sin\varphi_i) \tan\varphi_i}{(1 + \sin\varphi_i)} \quad (14)$$

энд: H_i – газрын гадаргуугаас босоо гол амны авч үзэж байгаа тухайн ярус хүртэлх гол амны гүн, м; φ_i – босоо гол амны амсарын гүний дагуу авч үзсэн уян хатан деформацийн бүсийн чулуулгийн дотоод үрэлтийн өнцөг, град; C_i – мөн адил, тэдгээр чулуулгийн барьцалдалтын хүч, МПа; $\gamma_{дyi}$ – чулуулгийн дундачлагдсан хувийн жин, кН/м³.

Босоо гол амны бэхэлгээнд учрах радиал ачааллыг (уулын даралт) чулуулаг ба бэхэлгээний харилцан нөлөөлөх деформацийн горимд тодорхойлж болно:

$$P_{1i} = \gamma_{дyi} H_i (1 - \sin\varphi_i) \left(\frac{R_1}{R_{e1,i}} \right)^\alpha \quad (15)$$

энд: $\alpha = \beta - 1 = \frac{2\sin\varphi_i}{(1 - \sin\varphi_i)}$ ба $\beta = \frac{(1 + \sin\varphi_i)}{(1 - \sin\varphi_i)}$ – Кулон-Морын бат бөхийн нөхцөл тооцсон үзүүлэлт.

Хоёрдахь үе шатанд босоо гол амны бэхэлгээний гадна бутлагдсан, эвдэгдсэн чулуулгийн бүс ба дараалан давтагдсан босоо шилжрэлтийн бүс бүрэлдэх бөгөөд нурсан чулуулаг нь бэхэлгээний хамт тогтвортой тогтож, нэг ёсны унжилга үүсгэдэг. Түүнээс гадна гол амны эргэн тойронд орших деформацидаагүй бүсийн чулуулгийн дээрх уян хатан деформацийн бүсийн чулуулагт унжилга үүснэ. Босоо гол амны тэнхлэгээс радиал чиглэл дэх уян хатан бүсийн хэмжээ $R_{e2,i}$ нь малталт нэвтрэлтийн процесст тасралтгүй өсөх ба босоо амны гүний дагуу түүний авч үзэж байгаа ярусын H_i хэсэгт дараах байдлаар тодорхойлж болно:

$$R_{e2,i} = R_1 + \frac{(H - H_i)(1 - \sin\varphi_i) \tan\varphi_i}{(1 + \sin\varphi_i)} \quad (16)$$

энд: H – газрын гадаргуугаас өгөршилд автаагүй хадан чулуулгийн бүс хүртэлх дөрөвдөгчийн хурдсын зузаан, м.

Хоёрдахь үе шатанд бэхэлгээнд учрах уулын даралт нь түүний тогтоон барьж буй гулсах унжилгын жинтэй шууд хамааралтай. Газрын гадаргуугаас H_i гүнд, бутарсан чулуулгийн бүс хараахан бүрэлдэж амжаагүй байгаа гол аманд хийсэн бэхэлгээний төгсгөл хэсгийн түвшинд бэхэлгээнд учрах радиал ачааллын хэмжээ:

$$P_{2i} = \gamma_{дyi} H_i (1 - \sin\varphi_i) \left(\frac{R_1}{R_{e2,i}} \right)^\alpha \quad (17)$$

Эцэст нь, хүчдэл-деформацилагдсан төлөвт орших дөрөвдөгчийн хурдас тогтворжих, түүнд

хүчдэлийн төлөв байдлын өөрчлөлтийн реологийн процессууд, мөн түүнчлэн гулсалтын процессууд илүү эрчимтэй явагдаж эхэлдэг **гуравдахь үе шат** юм.

Гол ам нэвтэрч бэхлэгээ хийсний дараа зуурамтгай урсгал хэлбэрийн процесс явагддаггүй чулуулагт гол ам байгуулсан хоёрдахь үе шатанд хүрсэн бэхлэгээнд учрах радиал ачаалал буюу уулын даралтын хэмжээ нь тогтворжиж эхэлнэ. Энэ үеийн уулын даралт:

$$P_{3i} = \gamma_{\text{дв}i} H_i (1 - \sin \varphi_i) \left(\frac{R_1}{R_{\text{гз},i}} \right)^{\alpha} \quad (18)$$

(12)-(18) илэрхийллүүдийг дүгнэж үзвэл, зөвхөн өгөршөөгүй хадан чулуулгийн контакт дээр л гол амны эргэн тойрны чулуулагт уян хатан бүс (шилжрэлтийн бүс) байхгүй тохиолдолд бэхлэгээнд учрах радиал ачаалал (уулын даралт) нь хамгийн өндөр утганд хүрнэ. Огт хөндөөгүй массив дахь хүчдэлийн хамгийн их үзүүлэлтээр сэвсгэр чулуулагт Р.Феннерийн туйлын идеал сэвсгэр орчны, харин барьцалдсан чулуулагт А.Лаббасын томъёогоор тодорхойлж болно:

$$P_{\text{max}} = \gamma_{\text{дв}i} H_i (1 - \sin \varphi_i) \quad (19)$$

Гуравдахь үе шатанд босоо гол амны амсар хэсэгт h_0 гүнтэй, хэвтээ хавтгайтай $\alpha = 45^\circ + \frac{\varphi}{2}$ өнцөг үүсгэсэн нураагдсан чулуулгийн бүс үүсэх бөгөөд дараах хэмжээтэй байна:

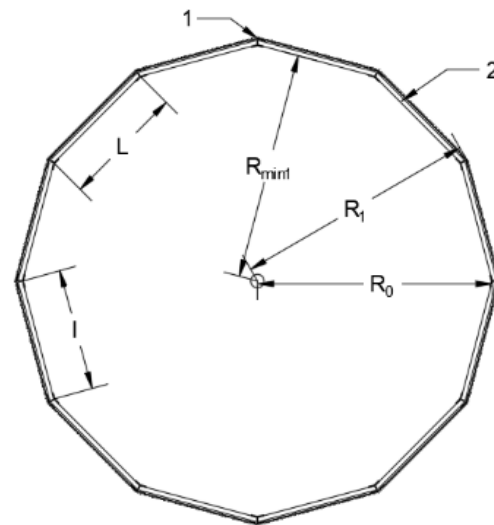
$$h_0 = 2R_1 \tan \left(45 + \frac{\varphi_i}{2} \right) \quad (20)$$

Босоо амны бэхлэгээний гадна орших чулуулаг деформцлагдаж, бэхлэгээнд учрах уулын даралт бүрэлдэх гуравдахь үе шатанд бэхлэгээний эргэн тойрны чулуулаг дахь уян хатан деформц тогтворжиж, улмаар бүрэн зогсоно. Бэхлэгээнд учрах радиал ачаалал буюу уулын даралтын хувьд нэг бол босоо гол ам байгуулсан хоёрдахь үе шатны процесст бүрэлдсэн тоон утгаа хадгалж үлдсэн байдаг, үгүй бол уян хатан бүсийн чулуулагт структурын холбоос сэргэж, тогтворжилтын процессууд дууссаны дараа тэдгээрийн механик шинж чанар сайжирсны /сэргэсний/ үр дүнд маш бага хэмжээгээр буурсан байдаг.

Тооцооны үр дүн

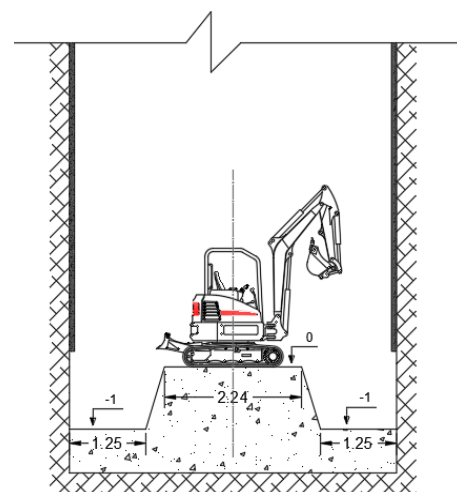
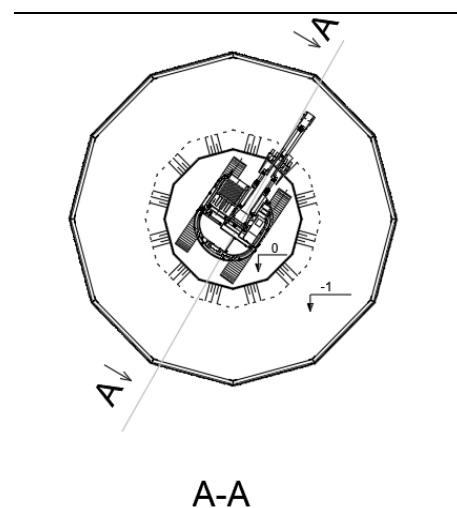
(11)-р илэрхийлэлд шаардлагатай бүх тоон үзүүлэлтийг тодорхойлж чадсан тул зөв олон өнцөгт хэлбэртэй босоо гол амны талын тоолж жишиг байдлаар дараах нөхцөлд тооцоолж болно. Заамарын районы гүн шороон ордуудын ашиглалтын дундаж гүн газрын гадаргуугаас – 70 м, хагас траншейны ёроолоос – 55 м; дээд үеийн ярусын өндөр – 20 м, доод үе – 35 м; Босоо гол амны гүний дагуу авч үзсэн уян хатан деформацийн бүсийн чулуулгийн дотоод үрэлтийн өнцөг, барьцалдалтын хүч, дундаж хувийн жин зэрэг үзүүлэлтийг лавлах материалын түгээмэл өгөгдлөөр дунд зэргийн нөхцөлд малталт нэвтрэх болон бэхлэх дарааллын дагуу тооцов. (хүсн.1) Тооцооны үр дүнгээр байгуулсан босоо гол амны малталтын хэлбэр ба хэмжээг (зур.4), мини-экскаватораар

малталт нэвтрэх ерөнхий схемийг (зур.5)-д тус тус үзүүлэв.



Зураг 4. Босоо гол амны үндсэн хэмжээс:

$S_x = 21.43 \text{ м}^2$; бэхлэгээтэй үеийн хөндлөн огтлолын талбай
 $S_r = 20.28 \text{ м}^2$; $R_1 = 2.67 \text{ м}$; $R_0 = 2.6 \text{ м}$; $R_{\text{min}1} = 2.51 \text{ м}$;
 $l_{\text{max}} = 1.34 \text{ м}$; $L = 1.35 \text{ м}$; 1 – бэхлэгээний металл хийц; 2 – банз



Зураг 5. Нэвтрэлтийн үед ухааж-ачих технологийн тойрог схем

Зөв олон өнцөгт хэлбэртэй босоо гол амны талын тоог тодорхойлох тооцооны үр дүн

д/д	Үндсэн үзүүлэлтүүд	Хэмжих нэгж	Тоо, хэмжээ	
1	Дөрөвдөгчийн хурдсын үндсэн төлөв	-	Сэвсгэр чулуулаг	Барьцалдсан чулуулаг
2.1	Босоо гол амны нэвтрэлтийн үеийн радиус	м	2.6	2.6
2.2	Босоо гол амны бэхлэгээтэй үеийн радиус	м	2.5	2.5
3.1	Бэхлэгээний материалын /нарс/ хувийн жин	кН/м ³	1.54	1.54
3.2	Банзны тооцооны эсэргүүцэл	кгс/см ²	130	130
3.3	Банзны стандарт хэмжээ	өргөн	См	25
3.4		өндөр	См	5
3.5	Банзны металл бэхлэгээнд суух хэсгийн урт	См	9	7
Дээд үе, деформацийн 1-р үе шат				
4	Нэвтрэлт ба бэхлэгээ хийгдэж байгаа ашиглалтын гүн	М	15	15
5.1	Босоо гол амны амсар хэсгийн чулуулгийн	дотоод үрэлтийн өнцөг	Град	22.9
5.2		хувийн жин	кН/м ³	1.70
5.3		барьцалдалтын хүч	МПа	0
6.1	Дотоод үрэлтийн өнцгийн	синус		0.3886
6.2		тангенс		0.4217
6.3		котангес		2.3712
7	Кулон-Морын бат бөхийн нөхцөл тооцсон коэффициент	-	2.27	2.76
8	Босоо гол амны бэхлэгээнд байнгын даралт учрах хэсгийн өндөр	М	30.4	50.8
9	Уян хатан деформацийн бүсийн хэмжээ	М	5.5	10.4
10	Босоо гол амны бэхлэгээнд учрах радиал ачаалал	МПа	6.08	2.83
11.1	Бэхлэгээний материалын ажлын нөхцөл тооцсон коэффициент	-	0.7	0.7
11.2	Бэхлэгээний материалын шинж чанар ба түүнд нөлөөлөх уулын даралтын хамаарлыг тооцсон коэффициент		1.50	3.21
12	Зөв олон өнцөгтийн талын тооцооны урт	М	1.2	1.8
13	Нэг талд суурилагдах банзны тооцооны урт	М	1.4	1.9
14	Талын нийт тоо	Шир	13	8
Дунд үе, деформацийн 2-р үе шат				
15	Нэвтрэлт ба бэхлэгээ хийгдэж байгаа ашиглалтын гүн	М	40	40
16.1	Босоо гол амны амсар хэсгийн чулуулгийн	дотоод үрэлтийн өнцөг	Град	25
16.2		хувийн жин	кН/м ³	1.82
16.3		барьцалдалтын хүч	МПа	0
17.1	Дотоод үрэлтийн өнцгийн	синус		0.4226
17.2		тангенс		0.4663
17.3		котангес		2.1445
18	Кулон-Морын бат бөхийн нөхцөл тооцсон коэффициент	-	2.46	4.60
19	Уян хатан деформацийн бүсийн хэмжээ	М	8.3	9.8
20	Босоо гол амны бэхлэгээнд учрах радиал ачаалал	МПа	7.70	2.31
21.1	Бэхлэгээний материалын ажлын нөхцөл тооцсон коэффициент	-	0.6	0.6
21.2	Бэхлэгээний материалын шинж чанар ба түүнд нөлөөлөх уулын даралтын хамаарлыг тооцсон коэффициент		1.69	5.64
22	Зөв олон өнцөгтийн талын тооцооны урт	М	1.3	2.3
23	Нэг талд суурилагдах банзны тооцооны урт	М	1.3	2.4
24	Талын нийт тоо	Шир	12	6
Доод үе, деформацийн 3-р үе шат				
25	Нэвтрэлт ба бэхлэгээ хийгдэж байгаа ашиглалтын гүн	М	55	55
26.1	Босоо гол амны амсар хэсгийн чулуулгийн	дотоод үрэлтийн өнцөг	Град	29
26.2		хувийн жин	кН/м ³	1.63
26.3		барьцалдалтын хүч	МПа	0
27.1	Дотоод үрэлтийн өнцгийн	синус		0.4848
27.2		тангенс		0.5543
27.3		котангес		1.8040
28	Кулон-Морын бат бөхийн нөхцөл тооцсон коэффициент	-	2.88	5.29
29	Уян хатан деформацийн бүсийн хэмжээ	М	5.48	5.24
30	Босоо гол амны бэхлэгээнд учрах радиал ачаалал	МПа	11.35	4.51
31.1	Бэхлэгээний материалын ажлын нөхцөл тооцсон коэффициент	-	0.8	0.8
31.2	Бэхлэгээний материалын шинж чанар ба түүнд нөлөөлөх уулын даралтын хамаарлыг тооцсон коэффициент		1.15	2.88
32	Зөв олон өнцөгтийн талын тооцооны урт	М	1.0	1.7
33	Нэг талд суурилагдах банзны тооцооны урт	М	1.1	1.7
34	Талын нийт тоо	Шир	15	9

ДҮГНЭЛТ

1. Дөрөвдөгчийн хурдаст нэвтэрсэн босоо гол амны бэхэлгээнд 50 м гаруй өндөрийн дагуу байнгын даралт үйлчилнэ. Бэхэлгээний гадна орших чулуулгийн хувийн жин 2.1 кН/м^3 -ээс дээш бол радиал уулын даралт байнга нөлөөлөх гүн 60 м болж байна. Эндээс үзвэл манай орны ихэнх гүн шороон ордыг босоо гол амаар нээх тохиолдолд уулын даралтын нөлөөнд автаагүй босоо гол ам байх боломжгүй. Иймд ул чулуулагт нэвтэрснээс хойш босоо гол амны бэхэлгээг хамгийн багадаа R_1 хэмжээтэй тэнцүү гүнд үргэлжлүүлэх шаардлагатай. Учир нь ул чулуулгийн дээд хэсэг ихэнх тохиолдолд эрчимтэй өгөршсөн байдаг.
2. Сэвсгэр чулуулаг дундуур босоо гол ам нэвтэрсэн тохиолдолд радиал даралтын утга нь барьцалдсан чулуулагт ($C \neq 0$) нэвтэрсэн тохиолдлоос үргэлж эрс их байх бөгөөд үүнээс

хамаарч нэг талын урт нь нэмэгдэж, нийт тоо бага гарч байна. Практикт нөхцөлд туйлын сэвсгэр шинж чанартай дөрөвдөгчийн хурдсын чулуулаг гэж байхгүй тул талын тоог сэвсгэр чулуулагт нэвтэрсэн нөхцөлөөр тооцох нь зүйтэй. Энэ тохиолдолд зөв олон өнцөгт хэлбэртэй босоо гол амны талын хамгийн бага тоо 12 болж байна.

3. $L = 135$ см урт, 5 см зузаан, 25 см өргөн банзыг зохих металл хийц дотор хавчуулж 5-аас доошгүй тооны лабораторийн туршилт зайлшгүй явуулж даах чадвар, банзны цуурах болон хугарах үеийн ачааллыг тогтоосны үндсэн дээр тооцоог дахин шалгаж баталгаажуулах ёстой.

АШИГЛАСАН НОМ ХЭВЛЭЛ

- [1]. С.В.Иноземцева, "Методика расчета крепи стволов и стволов-фундаментов надшахтных сооружений на горное давление" Донецк-1990.

“АРБАЯН” ГЯНТБОЛДЫН ОРДЫГ АШИГЛАХ ИЛ УУРХАЙН ТӨЛӨВЛӨЛТ

Магистр Ө.Ган-Од

ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн салбар

Abstract-Defining optimum mine planning, production schedule, equipment selection and highest NPV of Arbayan tungsten deposit.

1-р хүснэгт

Дүйц агуулга тооцоход ашигласан үзүүлэлт

Үзүүлэлт, нэгж	Металл	Тэмдэглэгээ	Хэмжээ
Баяжуулах үйлдвэрийн металл авалт, %	WO ₃	r ₁	0.72
	Li ₂ CO ₃	r ₂	0.75
Хайлуулах, цэвэршүүлэх үйлдвэрийн металл авалт, %	WO ₃	p ₁	1
	Li ₂ CO ₃	p ₂	1
Баяжмалын үнэ	WO ₃	V ₁	9497
	Li ₂ CO ₃	V ₂	9500
Цэвэршүүлэх зардал, \$/т	WO ₃	R ₁	0
	Li ₂ CO ₃	R ₂	0

Түлхүүр үг: оновчлол, хүчин чадал, хүрээ, өртөг

I. ОРШИЛ

Орчин үед уул уурхайн стратеги төлөвлөлтийг орд газрыг ашиглах инженерийн мэдлэг болон төслийг хэрэгжүүлэх бизнесийн удирдлагын хослол гэж үздэг. Иймээс ордыг ашиглах уурхайн стратеги төлөвлөлтийн үндсэн шийдэл нь ордыг эзэмшигч буюу тухайн уул уурхайн бизнесийг хөтлөн явуулж буй удирдагч, урт хугацааны стратеги төлөвлөлтийг боловсруулдаг инженерүүдийн хамтын шийдвэр байдаг.

Тухайн уурхайг эзэмшигч нь бизнесийнхээ зорилгыг хэрхэн харж байгаагаас хамааран уурхайн стратеги төлөвлөлтийн үндсэн шийдлүүд гардаг байна. Энэхүү бизнесийн зорилгод нийцэх уурхайн стратеги төлөвлөлтийн олон хувилбаруудыг тухайн уурхайн төлөвлөлтийн инженерүүд боловсруулан гаргаж техник технологи, тоног төхөөрөмжийн хувьд хэрэгжих боломжтой, эдийн засгийн хувьд хамгийн үр ашигтай байх хувилбарыг эцсийн шийдвэр гаргах түвшний удирдлагуудад танилцуулдаг байна.

Ил уурхайн уулын ажлын горим, төлөвлөлтийн гол зорилго нь төслийн өнөөгийн цэвэр үнэ цэн хамгийн их байх, хөрс ба хүдрийн хэмжээ жигд байх гэсэн гол хоёр үзүүлэлтийг хангахад чиглэж байдаг. Ил уурхайн ашиглалт нь хэвтээ үеэр ашиглалт явуулах болон налуу үеэр ашиглалт явуулах гэсэн технологийн боломжит хязгаарын хооронд явагддаг. Гэвч уг хязгаарт ашиглалт явуулах маш олон стратеги чиглэл тодорхойлогдох бөгөөд эндээс хамгийн тохиромжтой чиглэлийг сонгох шаардлагатай.

II. “АРБАЯН” ГЯНТБОЛДЫН ОРДЫГ АШИГЛАХ ИЛ УУРХАЙН НӨХЦӨЛ

“Арбаян” гянтболдын орд нь Сүхбаатар аймгийн Эрдэнэцагаан сумын нутагт оршино. Геологи хайгуулын ажлаар тус ордод 0.142% (WO₃) дундаж агуулгатай 44.4 мян.т хүдрийн нөөц тогтоогдсон.

Дагалдах металлын хувьд ордын дунджаар Li₂O-0.326%, Zn-0.101%, Pb-0.044%, Mo-0.009%, Cu-0.017%, Rb-0.115% байна.

Эдгээр дагалдах металаас лити нь эдийн засгийн үр өгөөжтэй байна гэж үзэн литийн агуулгыг гянтболдын агуулга руу хөрвүүлж дүйц агуулгыг тооцсон.

Гянтболдын дүйц агуулгыг тооцоход дараах техник-эдийн засгийн үзүүлэлт, томъёог ашигласан.

$$x_{1e} = x_1 + x_2[r_2p_2(V_2 - R_2)]/[r_1p_1(V_1 - R_1)] \quad (1)$$

Энд: x_1, x_2 – 1 ба 2 дахь металлын агуулга, r_1, r_2 – 1 ба 2 дахь металлын баяжуулалтын металл авалт, p_1, p_2 – 1 ба 2 дахь металлыг хайлуулах, цэвэршүүлэх үйлдвэрийн металл авалт, V_1, V_2 – 1 ба 2 дахь металлын баяжмалын үнэ, R_1, R_2 – 1 ба 2 дахь металлыг цэвэршүүлэх зардал

“Арбаян” гянтболдын ордыг ашиглах ил уурхай нь жилд 2.7-3.7 сая.т хүдэр олборлоно.

Ил уурхайн хүрээ, хязгаарын оновчлолын тооцоонд ашиглах техник-эдийн засгийн үзүүлэлтийг 2-р хүснэгтэд үзүүлэв.

2-р хүснэгт

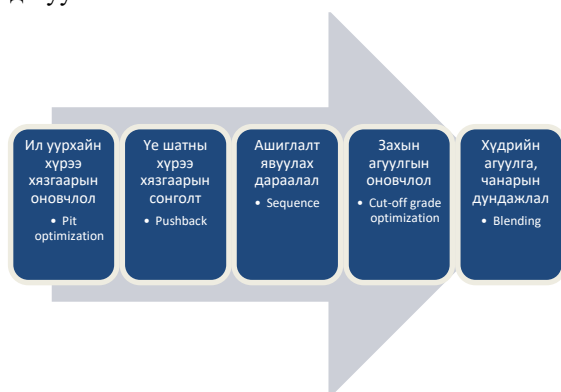
Ил уурхайн хүрээ хязгаарын оновчлолд ашигласан
зардлын үзүүлэлт

д/д	Үзүүлэлт	Нэгж	Хэмжээ
1	Металл авалт	%	72.2
2	Хүдрийн эзлэхүүн жин	т/м ³	2.64
3	Хөрсний эзлэхүүн жин	т/м ³	2.64
4	Уурхайн хажуугийн өнцөг	градус	40
Уурхайн өртөг			
5	Уулын цулын өртөг	\$/т	2.6
6	Бохирдол	%	5
Баяжуулах үйлдвэрийн өртөг			
7	Хүдэр баяжуулах өртөг	\$/т	7.62
8	Удирдлагын өртөг	\$/т	1
9	Хаягдал хадгалах байгууламжийн өртөг	\$/т	2.5
10	Нөхөн сэргээлтийн өртөг	\$/т	1
11	Нийт өртөг	\$/т	12.12
Бусад өртөг			
12	АМНАТ /5%/	\$/г	474.8
14	Баяжмалын үнэ	\$/т	9497

III. ИЛ УУРХАЙН ХҮРЭЭ ХЯЗГААРЫН ОНОВЧЛОЛ

Уулын ажлын горимын судалгаанд программчилсан тооцоо, зураглалын аргад тулгуурласан уул уурхайн төсөл, урт хугацааны

төлөвлөлтийн Витл программыг ашиглахаар сонгож авсан. Уг программ нь дараах дарааллын дагуу ажиллана.



1-р зураг. Витл программын тооцооны дараалал

Ил уурхайн хүрээ хязгаарын оновчлолыг Витл программ дээр гүйцэтгэж, 28 хувилбарын үр дүнгээс товчлон дараах 3-р хүснэгтэд үзүүлэв.

3-р хүснэгт

Ил уурхайн хүрээ хязгаарын оновчлолын үр дүн

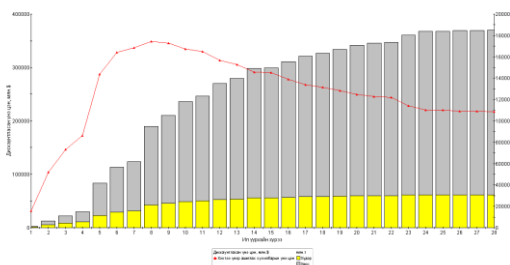
№	Орлогын хүчин зүйл	Уулын цул	Хүлэр	Хөрс хуудалтын коэффициент	Дундаж агуулга
		мян.т	мян.т	т/т	%
1	0.3	1,248.46	666.59	0.87	0.52
2	0.35	6,334.36	2,609.88	1.43	0.50
3	0.4	10,866.39	4,079.34	1.66	0.48
4	0.45	15,076.18	5,171.60	1.92	0.47
5	0.5	41,926.73	10,794.88	2.88	0.47
6	0.55	56,727.38	14,011.81	3.05	0.46
7	0.6	61,665.74	15,147.13	3.07	0.46
8	0.65	94,889.67	20,686.86	3.59	0.45
9	0.7	104,927.90	22,209.29	3.72	0.45
10	0.75	117,938.65	24,061.68	3.90	0.45
12	0.85	134,948.61	26,177.12	4.16	0.45
15	1	149,462.08	27,942.53	4.35	0.44
16	1.05	155,461.49	28,635.14	4.43	0.44
18	1.15	163,307.71	29,711.86	4.50	0.43
19	1.2	166,830.22	30,104.38	4.54	0.43
23	1.45	180,129.85	31,760.07	4.67	0.42
26	1.75	184,744.05	32,784.88	4.64	0.41
28	1.95	185,173.96	33,177.76	4.58	0.41

Орлогын хүчин зүйл* - бүтээгдэхүүний үнийн өөрчлөлтийг нэгжийн хувиар илэрхийлсэн үзүүлэлт

Ил уурхайн хүрээ хязгаарын оновчлолын үр дүнд баяжмалын үнэ 9497 ам.доллар/т байх үеийн хүрээ болох 15-р хүрээг оновчтой хүрээ гэж сонгов.

Ил уурхайн хүрээ хязгаарын оновчлолын тооцоогоор гарсан 1-р хүрээ бол уурхайг эхлэхэд тохиромжтой эдийн засгийн хувьд хамгийн эрсдэл багатай хүрээ гэж үзэх бөгөөд 15-р хүрээ бол өнөөдрийн эдийн засгийн нөхцөлд ил уурхайн эцсийн хүрээ гэж тооцогдоно. Үүнээс цааших ил

уурхайн хүрээнүүдийг үнэ өсөх үед уурхай тэлж болох хэтийн ирээдүй бүхий хүрээ гэж үзнэ.



2-р зураг. Ил уурхайн хүрээ хязгаарын оновчлолын үр дүн

IV. ИЛ УУРХАЙН ҮЕ ШАТНЫ ХҮРЭЭ ХЯЗГААРЫН СОНГОЛТ

Ил уурхайн эцсийн хүрээг ил уурхайн хүрээ хязгаарын оновчлолын тооцооны 15-р хүрээгээр сонгож авсан ба 1-14-р хүрээ нь ил уурхайн үе шатны хүрээ болох боломжтой юм. Ил уурхайн үе шатны хүрээг сонгоход гол тулгуур үзүүлэлт нь тухайн уурхайд ажиллах тоног төхөөрөмжөөс хамаарсан ажлын талбайн хамгийн бага өргөн юм. Чулуулгийг ухаж ачихад 5 м³ угтуурын багтаамжтай экскаватор ажиллана гэж үзэхэд ажлын талбайн хамгийн бага өргөн нь 40-50 м байна.

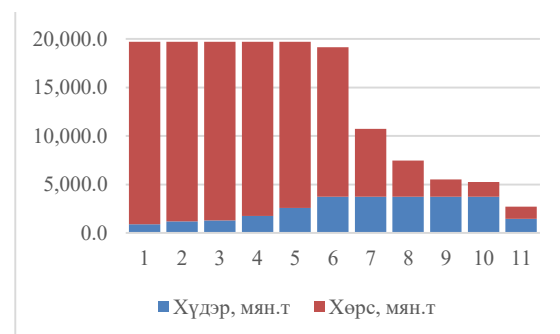
V. ТӨЛӨВЛӨЛТИЙН ХУВИЛБАРУУДЫН ХАРЬЦУУЛАЛТ

Ил уурхайн төлөвлөлтийн 4 хувилбарыг тооцож гаргасан бөгөөд үр дүнг дараах хүснэгт, зургуудад үзүүлэв.

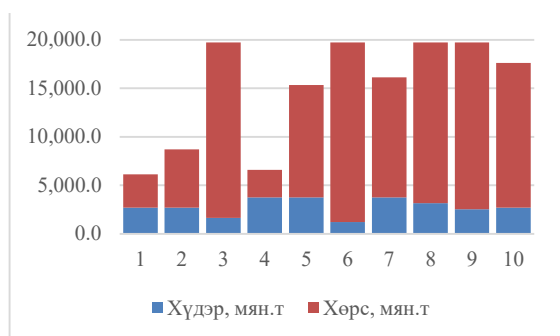
4-р хүснэгт

Ил уурхайн төлөвлөлтийн хувилбаруудын харьцуулалт

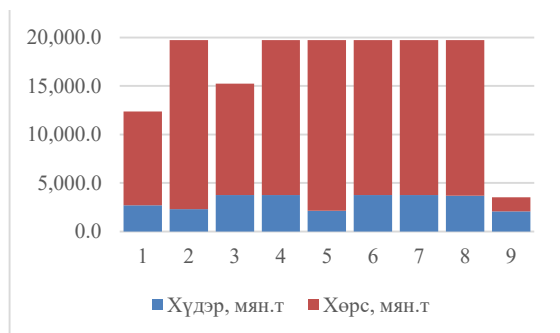
Хувилбарууд	Ашиглалтын жил	Дискаунталсан мөнгөн урсгал, мян.\$
1-р хувилбар /хэвтээ үеэр/	10.4	290,499.6
2-р хувилбар /налуу үеэр/	9.9	436,258.6
3-р хувилбар /Милага ӨЦҮ/	8.6	425,853.6
4-р хувилбар /Милага Баланс/	8.4	424,016.2



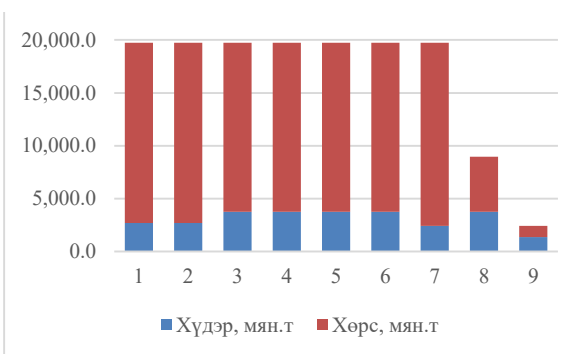
3-р зураг. 1-р төлөвлөлтийн хувилбарын үр дүн



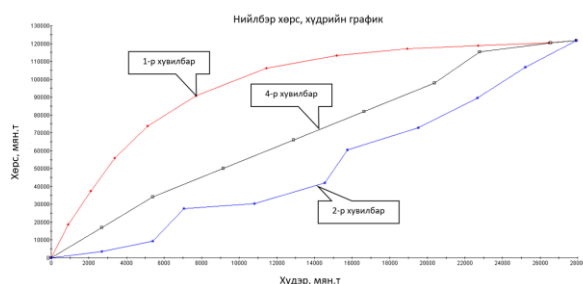
4-р зураг. 2-р төлөвлөлтийн хувилбарын үр дүн



5-р зураг. 3-р төлөвлөлтийн хувилбарын үр дүн



6-р зураг. 4-р төлөвлөлтийн хувилбарын үр дүн



7-р зураг. 1, 2, 4-р хувилбаруудын нийлбэр хөрс, хүдрийн график

ДҮГНЭЛТ

Уулын ажлын горимын хувилбар тус бүрт холбогдох ашиглалтын түвшингүүдийн хөрс ба хүдрийн хэмжээг тооцож тогтоов.

Уулын ажлын горимын 2 (налуу үеэр) ба 3-р (Милава ӨЦҮ) хувилбар нь нийлбэр ашгийн хувьд хамгийн өндөр байна.

Уулын ажлын горимын 4-р хувилбар нь уулын ажлын хэмжээ жигд, тоног төхөөрөмжийн хувьд хэрэгжих боломжтой байна.

Горимын судалгааны хувилбаруудыг тоног төхөөрөмжийн хувьд хэрэгжих боломжтой байх нөхцөлөөр ба нийлбэр ашгийн харьцуулалтаар шалгуур тогтоон оновчтой горимыг сонгов.

Дээрх 2 шалгуурыг үндэслэн ирээдүйд өгөх ашиг нь их байх, уулын ажлын хэмжээ жигд хувилбар болох 4-р (Милава Баланс) уулын ажлын горимын хувилбарыг оновчтой горим гэж үзэн сонгож авав.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ

- [1] Цэнгэлбаяр Н. нар. 2012 он. Сүхбаатар аймгийн Эрдэнэцагаан сумын нутагт орших Арбаянгийн гянтболдын ордод 209-2011 онуудад гүйцэтгэсэн хайгуулын ажлын үр дүнгийн тайлан.
- [2] Хохряков В.С. Проектирование карьеров. М., Недра 1980.
- [3] Lerchs H., Grossman L. Optimum design of open pit mines, Trans CIM. 1965
- [4] Lane K. Cut-off grades in theory and practice. 1988

АВДАР ТОЛГОЙН ЗЭС, МОЛИБДЕНИЙ ОРДЫН ОЛБОРЛОЛТЫН УСАН ОРЧИНД НӨЛӨӨЛӨХ НЬ

Н.Батсүх*, М.Энхмандах†, Г.Туваансүрэн*

*†ШУТИС-ийн ГУУС,

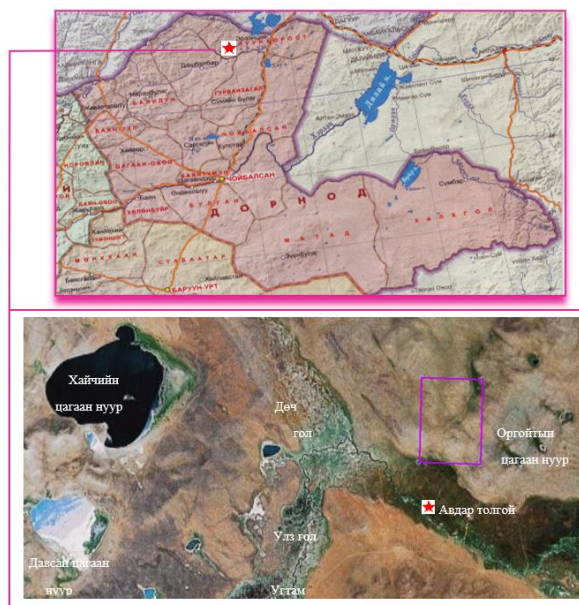
* “САТУ” ХХК

Хураангуй–Авдар толгойн зэс, молибдений ордыг олборлоход ордын болон түүний бүс нутгийн усан орчинд үүсэх гидродинамикийн болон экологийн үр дагаврын төсөөллийг энэхүү өгүүлэлд авч үзэв.

Түлхүүр үг: Шүүрлийн ус, Нөлөөллийн радиус, Гидрогеологийн нөхцөл

ОРШИЛ

Авдар толгойн зэс, молибдений орд нь Монгол Улсын зүүн хойд хэсэгт буюу Дорнод аймгийн Чулуунхороот сумын нутаг Улз, Дөч голуудын бэлчирт Улаанбаатар хотоос зүүн хойш 895 км, Дорнод аймгийн Чойбалсан хотоос хойш 233 км, Дашбалбар сумын төвөөс зүүн тийш 30 км, Чулуунхороот сумын төвөөс баруун урагш 68 км зайд оршино (Зураг 1).



Зураг 1. Авдар толгойн зэс, молибдений ордын (★) байршил

Авдар толгойн зэс, молибдений ордыг ЗХУ-ын (хуучин нэрээр) Карбенскийн геологийн судалгааны анги болон Монгол Улсын геологийн зураглалын анги хамтран 1986-1989 онуудын хооронд судалж, эрэл-үнэлгээний ажил гүйцэтгэжээ. 2006-2008 онд “Би Эйч Эм” ХХК тус ордод хайгуулын ажлыг гүйцэтгэсэн байна [1, 2]. Ашигт малтмалын нөөцийн хилийн дээд хязгаар нь бүх хүдрийн биетүүдийн төв хэсэгт газрын гадаргуугаас 44.3-71.5 м гүнд, доод хилийн шугам 140.2-267.7 м гүнд байна (Хүснэгт 1, Зураг 2).

1-р хүснэгт

Хүдрийн найрлага дахь элементүүдийн агуулга

Химийн найрлага	Mo	Cu	S	Fe	Pb	Zn
Агуулга, %	0.11	0.12	3.83	4.10	0.11	0.045
Химийн найрлага	As	C	WO ₃	Bi*	Au*	Ag*
Агуулга, %	0.0052	0.23	<0.005	21.7	0.12	3.82

Тайлбар: *–Bi, Au, Ag – ний агуулгын нэгж – г/тн.

Энэ ордын үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой элемент нь молибден, дагалдах элемент нь зэс юм. Мөн нэлээд өндөр агуулгатай элемент бол сульфидийн хүдэржилттэй холбоотой хүхэр. Хүдрийн ба хүдрийн бус эрдсүүдийн нэр төрөл, агуулгыг дараах хүснэгтэд үзүүлэв (Хүснэгт 2).

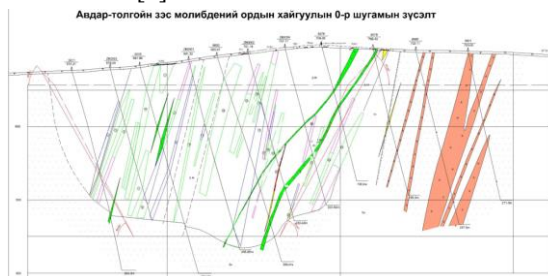
2-р хүснэгт

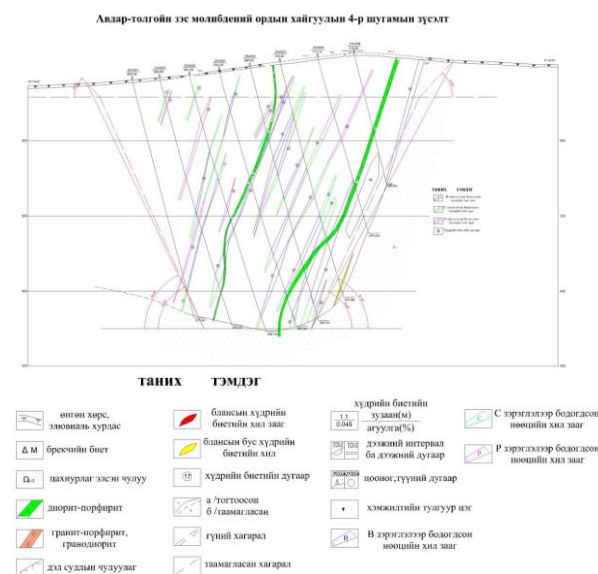
Хүдрийн ба хүдрийн бус эрдсүүд, тэдгээрийн агуулга

Хүдрийн эрдэс		Хүдрийн бус эрдэс	
Эрдсийн нэр	Агуулга, %	Эрдсийн нэр	Агуулга, %
Молибденит	0.17	Кварц	37.14
Халькопирит	0.26	Антимонит	37.69
Хөхөвтөр зэс	Маш бага	Хар гялтгануур	16.63
Тетраэдрит		Кальцит	1.75
Пирит	6.30	Серицит	Маш бага
Сфарит	Маш бага	Усан гялтгануур	
Галанит		Титан	
Bi Galanite		Сфен	
Соронзон гүр		Рутил	-
Гематит		Бусад эрдэс	-

Авдар толгойн зэс молибдений ордыг далд аргаар ашиглахаар төслийн шийдэлд тусгасан бөгөөд далд уурхайн жилийн хүчин чадлын оновчтой хэмжээг олборлолтын ажлын жилийн гүнзгийрэлт, цэвэрлэгээний ажлын фронтын ахилт ба хурд, уулын нөхцөлөөр нь гурван аргачлалаар тооцож жилийн хүчин чадлын доод хязгаар $A_{\min}=19150$ тн, дээд хязгаар нь $A_{\max}=272200$ тн гэж тодорхойлоод уурхайн жилийн хүчин чадлыг 250 мян.тн байхаар төлөвлөсөн [3].

Авдар-толгойн зэс молибдений ордын хайгуулын 0-р шугамын зүсэлт





Зураг 2. Ордын хайгуулын шугамуудын зүсэлт

Судалгааны материал ба арга

Алдар толгойн зэс, молибдений орд дээр хийсэн геологи, хайгуулын ажлын үр дүн [1, 2]-д тулгуурлан ашигт малтмалын олборлолт орд болон түүний бүс нутгийн усан орчинд нөлөөлөх байдлыг гидрогеодинамикийн аргаар тооцсон болно.

Судалгааны үр дүн

Геологийн судалгааны материалаас үзэхэд газар доорх усны түвшин 0-50 м-т байдаг нь тогтоогдсон. Иймд ордыг далд аргаар ашиглах явцад 650 м-ийн уулын ажлын түвшнээс газар доорх усны шүүрэлт уурхайн босоо гол ам болон квершлаг, тээврийн түвшний малталтуудад явагдана. Дээрх түвшнээс эхэлж газар доорх усны шүүрэлт далд уурхайн малталтууд болон түүний ойр орчмын хүрээ хязгаарт үүснэ. Түүнд шүүрэн орох усны хэмжээг тодорхойлоход ашигласан далд уурхай, квершлаг, штрекийн үндсэн параметруудийг дараах хүснэгтэд үзүүлэв (Хүснэгт 3).

3-р хүснэгт

Далд уурхайн малталтуудын үндсэн параметрууд

Уулын малталты байх түвшнүүд, м	Хээрийн малталт нэвтрэлтийн барагцаалсан ойролцоо урт, м
+ 650	2362.8
+600	2618.5
+550	2408.6
+500	2376.9
+450	2146.8
+400	1770.2
+350	1564.4
+300	469.9

Босоо малталтад орж ирэх усны хэмжээг А. А. Краснопольскийн томьёогоор тооцсон. Далд уурхайн шүүрэн орж ирэх усны хэмжээг малталтын хажууг бэхлээгүй байх тохиолдолд тодорхойлно. Далд уурхайн босоо гол амаар шүүрэн орж ирэх усны хэмжээг уулын ажлын түвшин болгон дээр авч үзсэн.

650 м-ийн түвшин: Энд цооногт илэрсэн усны түвшнүүдэд үндэслэн газар доорх усны дундаж түвшин 30 м-ээс илэрч байгаа тул цооног ЗК 3003-ын өгөгдлөөр 700-30=670 м болно. Энэ түвшинд уст үеийн дундаж зузаан 670-650=20 м болж байгаа тул $H-S=20$ м юм. $K=3.5$ м/хоног, $R=2S\sqrt{KH}=2 \cdot 20\sqrt{3.5 \cdot 20}=3$ м, $r=2.4$ м үед $Q_{650}=3.63 \cdot 3.5 \cdot 20\sqrt{2.4 \cdot 20}=1760.5$ м³/хоног=73.35 м³/цаг.

4-р хүснэгт

Босоо малталтад орж ирэх усны хэмжээг

Уулын малталтын байх түвшнүүд, м	Уст үеийн дундаж зузаан, м	Босоо гол амаар шүүрэн орж ирэх усны хэмжээ, м ³ /цаг
+ 650	20	73.35
+600	50	290
+550	100	12.9
+500	150	17.2
+450	200	26.5
+400	250	37
+350	300	48.7
+300	350	61.35

Дээрх тооцооноос үзэхэд далд уурхай гүнзгийрэх тусам шүүрэх усны хэмжээ нэмэгдэж байна. Далд уурхайн уулын ажлын түвшин 300 м-т хүрэхэд шүүрэн орж ирэх усны хэмжээ 61.35 м³/цаг болж байна.

Хэвтээ уулын малталтуудын системд шүүрэн орж ирэх усны тооцоог Дюпюигийн томьёогоор тооцов. Тооцооноос үзэхэд шүүрэх усны хэмжээ КН буюу ус агуулагч чулуулгийн шүүрэлтийн шинж чанараас хамаарч байна.

Иймд хүдэржилт бүхий үндсэн чулуулагт $T=KN=2.97$ м²/хоног тул:

$$q = \frac{1}{4} \sqrt{KH} = \frac{1}{4} \sqrt{2.97} = 0.43 \text{ м}^3/\text{хоног}$$

Шүүрэлтийн шинж чанар ихтэй тектоник хагарлын бүсэд $T=KN=240$ м²/хоног тул:

$$q = \frac{1}{4} \sqrt{240} = 3.87 \text{ м}^3/\text{хоног болж байгааг}$$

үндэслэн түвшин болгонд нэвтрүүлж буй хэвтээ уулын малталтад шүүрэн орж ирэх газар доорх усны хэмжээг тодорхойлно.

650 м-ийн түвшинд:

Хүдэр агуулагч үндсэн чулуулгаас: $Q=Bq=2362.5 \times 0.43=1016$ м³/хоног =42.33 м³/цаг. Хэвтээ малталтын хоёр талаас ус шүүрэх тул $Q=2xB=2 \times 42.33=84.66$ м³/цаг

Цооног 4-5-ыг өрөмдсөн тектоник хагарлын хэсгээс: $Q=2362.5 \times 3.87=9142.9$ м³/хоног =380.95 м³/цаг. Иймд 650 м-ийн түвшинд дундаж шүүрэх усны хэмжээ: $84.66+380.95=465.6/2=232.8$ м³/цаг болно.

5-р хүснэгт

Хэвтээ уулын малталтуудын системд шүүрэн орж ирэх усны хэмжээ

S, м	600	550	500	450	400	350	300
Q, м ³ /цаг	94	86.3	85	77	63	56	17

Хэвтээ уулын малталтад шүүрэн орж ирэх усыг 650 м-ээс 450 м-ийн түвшин хүртэл ус зайлуулах

сүвгаар дамжуулан 450 м-ийн уулын ажлын түвшинд байгуулах зумпфэд хуримтлуулж хэвтээ хөдөлгөөнт насосоор шавхан зайлуулах юм.

Иймд 450 м-ийн уулын ажлын түвшинд хуримтлагдах усны хэмжээ нь

$$Q_I = Q_{650} + Q_{600} + Q_{550} + Q_{500} + Q_{450} = 575.1 \text{ м}^3/\text{цаг}$$

400 м-ийн уулын ажлын түвшнээс эхлэн шүүрүүлэх усыг 300 м-ийн уулын ажлын түвшинд байгуулах зумпфэд сувгаар болон цооногоор дамжуулан хуримтлуулна.

300 м-ийн уулын ажлын түвшинд хуримтлагдах
УСНЫ ХЭМЖЭЭ НЬ

$$Q_2 = Q_{400} + Q_{350} + Q_{300} = 136 \text{ м}^3/\text{цаг}$$

Нийт хэвтээ уулын малталтуудад шүүрэн орж
ирэх усны хэмжээ нь

$$Q_{\text{ншгт}} = Q_1 + Q_2 = 711.1 \text{ м}^3/\text{цаг}$$

Шүүн хэлцэхүй

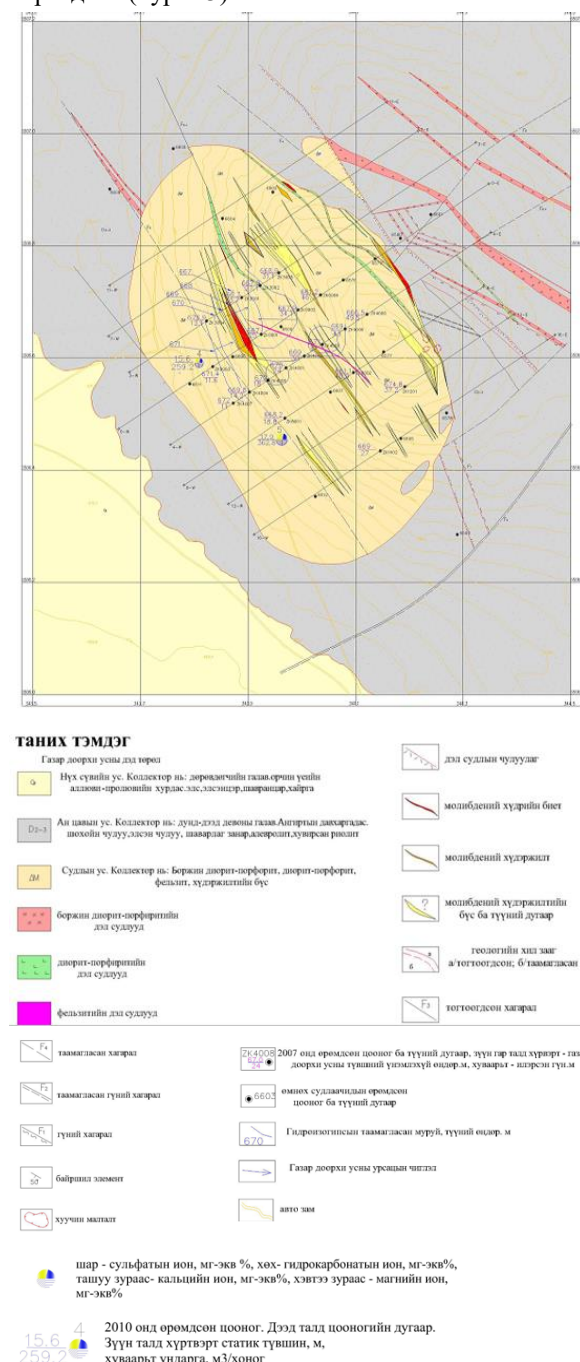
Авдар толгойн ордын хэмжээнд нүх сүв, ан цавын коллектор байгаа учраас нүх сүв, ан цавын дэд төрлийн газар доорх ус тархсан. Нүх сүвийн усыг агуулагч коллектор нь дөрөвдөгч галавын настан аллюви, пролювийн сэвсгэр хурдас болох элсэрхэг материалаар дүүргэгдсэн сайр болно. Сайр нь харилцан адилгүй мөлгөржсөн, элсэн чулуу, боржин, кварцат порфир, вулканоген чулуулгаас тогтсон ширхгүүд юм. Нүх сүвийн ус 2.1 -4.0 м-ийн гүнээс илэрнэ. 1982-1986 онуудад Улз голын хөндийд ЗХУ-ын /хуучин нэрээр/ гидрогеологийн хайгуулын ангийн ашиглаж байсан 2 худгийн материалаас харахад нүх сүвийн ус 2.9-3.3 м гүнээс илэрсэн. Худгийн ундарга 3.87-5.8 л/с-ийн хооронд хэлбэлзэж байсан байна. Нүх сүвийн энэхүү грунтын ус хур тунадасны усаар тархсан талбайгаараа тэжээл авахаас гадна Уулз, Дөч голын усаар тэжээгдэнэ. Зүүн талын худгаас 2010 оны 7-р сард дэжж авч шинжлүүлэхэд түүний химийн бүрэлдэхүүн:

$$M_{0.4} \frac{HCO_3^- 75 SO_4^{2-} 17}{Ca^{2+} 45 Mg^{2+} 37 (Na^+ + K^+) 16} \quad (1)$$

Химийн бүрэлдэхүүнээр гидрокарбонатын ангийн, кальцийн бүлгийн, 2-р төрлийн, цэнгэг, зөөлөвтөр ус байна [4]. Шинжилсэн үзүүлэлтүүдээс аммоны ионы хэмжээ (2.1 мг/дм^3) ундны усны стандарт MNS 900:2005-д заасан хэмжээнээс их байгаа тул хүний унданд хэрэглэхэд тохиромжгүй. Хэрэглэх тохиолдолд цэвэршүүлэх шаардлагатай.

Ан цавын коллектор нь девоны настай кварцлаг элсэн чулуу, хүдэржилт бүхий брекчи, диорит порфирын дэл судлууд бөгөөд өгөршлийн, тектоникийн олон чиглэлийн ан цаваар гүнзгий автсан чулуулгууд юм. Ордын исэлдэлтийн бүсэд нэвтэрсэн цооногуудад ан цавын ус 11.0-49.5 м гүнээс илэрсэн байгаа нь чулуулгийн ан цавын ус агуулах боломж өргөн хүрээнд хэлбэлзэж байгааг харуулна. Ан цавын ус хур тунадсаар тэжээмж авахаас гадна нүх сүвийн усаар тэжээгдэнэ. Өөрөөр хэлбэл нүх сүвийн болон ан цавын ус гидравлик нэг биет, чөлөөт гадаргатай юм. Хур тунадас бага унах үед ан цавын усны түвшин 50 м хүртэл гүнд доошилдог болох нь ажиглагджээ. Бүрэн-диорит, порфирит, диорит-порфирит, фельзитын дэл судлуудад судлын ус

хуримтлагдана. Судлын ус нь өгөршлийн ан цав, тектоникийн хагарлын бүсийн устай нягт холбоотой юм. Гэвч ордын төв хэсгээр орших хэсгээр баруун хойшоо чиглэлтэй 1000 м урт хагарал, мөн түүнтэй бараг зэрэгцээ байрлалтай диорит-порфiritын судал агуулсан 600 м гаруй урттай хагарлаар газар доорх урсачын зайлуулалтын бүс байж болох нь бидний байгуулсан гидроизогипсын бүдүүвч зургаас харагдлаа (Зураг 3).



**Зураг 3. Авдар толгойн зэс, молибдений ордын
гидроизогипсын бүдүүвч**

“Орхон-Гидрогео” ХХК 2010 оны 4-р сард уг орд дээр гидрогеологийн хайгуулын 2 цооног өрөмдөж туршилтын ажил, сорьцлолт үйлдсэн [5]. Дээрх 2 цооногийн уснаас авсан шинжилгээгээр:

$M_{0.4} \frac{SO_4^{2-} 52 HCO_3^- 40}{Ca^{2+} 50 Mg^{2+} 48} pH 6.86$, хатуулаг 5.30 мг-экв/дм³ гэсэн найрлагатай ус байна.

Mg 31.6 мг/м³, Fe 1.3 мг/м³ зэрэг үзүүлэлтээрээ унд ахуйд шууд хэрэглэж болохгүй химийн бүрэлдэхүүнтэй ус юм.

Энэ 2 цооногт 5 цагийн хугацаатай горимын шавхалт хийж усжсан бүсийн гидрогеологийн үзүүлэлтүүдийг дунджаар $K=3.5$ м/хоног, $\mu=6 \cdot 10^{-2}$, $t=240$ м²/хоног гэж тодорхойлсон. Шавхалтын хугацаа хэт богино, түвшний ганц бууралттай хийсэн, түвшний сэргээлт ажиглагдаагүй зэрэг арга зүйн хувьд дутагдалтай учраас тодорхойлсон үзүүлэлтүүдийн үнэмшил маш бага юм.

Түүнээс гадна ордын зүүн урдуур өнгөрөх хагарал нь антиклиналь атираажилттай холбоотой Сэвсүүлийн гүний томоохон хагарлын бүсэд багтах бөгөөд газар доорх урсацын хуримтлалын муж байж болно. Гадаргын ба газар доорх урсацыг холбогч муж юм. Орд орчмын газар доорх усны байгалийн баялаг 10.1 мм/жил, ордод хамгийн ойр орших газар доорх усны тэжээмжийн дотоод мужийг Бага уул гэж үзвэл газар доорх урсацын модуль 0.32 л/с · 1 км² гэж ойролцоогоор тооцов (олон жилийн дундаж хур тунадас 253 мм/жил, газар доорх урсацын итгэлцүүр 4 гэж авав).

Ордын бүс нутгийн гидрогеологийн төлөв байдлыг структурын гидрогеологийн үүднээс уулархаг нутгийн гидрогеологийн массив, голуудын хөндий, уулс хоорондын хотгорын гидрогеологийн ай сав, тектоник хагарлын усажсан бүс хэмээн ялгаж болох юм [6]. Бүс нутгийн уулархаг намхавтар толгодорхог хэсэг нь хувирмал, интрузив ба эффузив, барьцалдсан тунамал чулуулгаас тогтоно. Эдгээрийн өгөршлийн ан цавын бүс 60 м хүртэл тархсан. Тухайлбал Дашбалбар сумын төвийн орчим өрөмдсөн цооногт өгөршлийн бүсийн зузаан 57 м хүрсэн ба ундарга нь 1.3 л/с байсан. Улз, Дөч, Сэвхүүл голууд, тэдгээрийн салаа цутгалангаар гидрогеологийн ай савууд тааралдана. Газар доорх ус 1.0-2.0 м гүнээс ихэвчлэн илэрнэ. Гэхдээ газрын гадаргын хэлбэр дүрс, өндөржилтээс хамаарч янз бүр байж болно. Усажсан давхаргын зузаан 45-60 м, цооногийн ундарга 20-40 л/с.

Авдар толгойн ордын бүс нутгийн хэмжээнд тектоникийн хүчин зүйлс чулуулгийн бүтцэд нөлөөлж улмаар эвдрэл, бутралын олон янзын сүлжээ бүхий бүсүүд үүсгэсэн нь ус хуримтлагдах, зайлуулагдах гидрогеологийн биетийг үүсгэсэн. Тектоник хагарлын усжсан бүсүүдээр олон рашаан булаг ундардаг. Авдар толгойн зэс, молибдений ордын болон түүний нутгийн гидрогеологийн нөхцөлийн онцлог, ирээдүйн уурхайн шүүрлийн усны тооцоонд үндэслэн усан орчинд гарах өөрчлөлтийн нэг төсөөлөл нь газар доорх болон гадаргын усны хоорондын гидравлик холбоонд гарч болзошгүй өөрчлөлт юм. Ашиглалтын 450 м-ийн түвшнээс эхлээд уурхай руу Улз голын ус татагдах боломжтой байна. Ашиглалтын 450 м-ийн түвшинд буурцын хүнхээлийн нөлөөллийн

радиус $R=10583.0$ м болох барагцаалсан тооцоо гарч байгаа юм. Нөлөөллийн радиус 10583.0 м болох нь Улз голын хөндий, уурхай хоёрын хоорондын зайнаас хамаагүй их юм. Иймээс ашиглалтын 450 м-ийн түвшнээс доош уурхай руу орох усны хэмжээ их болж болзошгүй эрсдэлтэй. Хагас тусгаарлагдсан усажсан давхаргыг “их худгийн” томьёогоор тооцвол уурхай руу орох ус $Q_{\max}=188553.9$ м³/хоног болох тооцоог гаргаж болно. Тооцоонд “их худгийн” радиус $r_0=2.33$, $R=2950$ -ээр авсан. Авдар толгойн орд Дөч голын голдирлоос 3.6 км, Улз голынхоос 2.3 км зайд оршино гэж тооцоонд авав.

ДҮГНЭЛТ

1. Далд уурхайгаас газар доорх усыг зайлуулах явцад усны түвшин 200 м –ээр доошилж, түүний нөлөө бидний тооцоогоор 10 гаруй км-т тархаж ихээхэн талбайд газар доорх усны гидрогеодинамикийн оронд хэв гажилт үүснэ.
2. Далд уурхайгаас усыг зайлуулснаар Дөч, Улз голын урсацд нөлөөлж ус нь уурхай руу татагдах магадлал их. Голын ус нь газар доорх усаа тэжээдэг нөхцөлтэй энэ ордод усны түвшин 200 м хүртэл буурснаас улам эрчимжиж болох юм.
3. Уулын ажлын нэвтрэлт, тэсэлгээний ажлаас чулуулгийн ан цав нээгдэх, шинээр үүсэх учраас уурхай руу орох голын усны дайралт, ялангуяа голын үерлэлтийн үед болох эрсдэлтэй.
4. Ордын газар доорх усны байгалийн горим бүрэн алдагдана. Ихээхэн талбайд буурцын хүнхээл үүсэж агааржилтын бүсийн зузаан нэмэгдэх боловч чулуулгийн ан цавжилт ихсэж хөндий орон зай /далд малталтууд/ үүсэх нь хур тунадасны нэвчилтийг эрчимтэй болгож газар доорх усны түвшинд огцом өөрчлөлт үзүүлэх боломжтой.
5. Газрын гадарга дээр болон далд уурхайд бохирдол үүсвэл хөрс, чулуулгийн ан цавар дамжин газар доорх усанд орж болзошгүй.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1]. Отчет о результатах поисково-оценочных и прогнозных работ по геологическому заданию. МГСЭ-44 по теме 314 ВСЕГЕИ за 1986-1989 гг. Том I. книга-1. Результаты прогнозно-геологических работ.
- [2]. Авдар толгойн зэс-молибдений ордын хайгуулын тайлан. “Би Эйч Эм ХХК”, 2008
- [3]. Авдар толгойн зэс, молибдений ордыг ашиглах техник эдийн засгийн үндэслэл “Бал чулуу” ХХК, УБ, 2010
- [4]. Авдар толгойн зэс, молибдений ордыг ашиглах төслийн байгаль орчинд нөлөөлөх байдлын нарийвчилсан үнэлгээний тайлан. “САТУ” ХХК, УБ, 2010
- [5]. Алей М, Дашням Д, Бээжинхүү Т. Дорнод аймгийн Дашбалбар сумын нутагт орших Номинтын зэс, алтны орд, Авдар толгойн зэс, молибдений ордуудын талбайд хийсэн ордын гидрогеологийн судалгааны ажлын тайлан. УБ, 2010
- [6]. Литенко О.Т, Волочкович К. Л. Геологическое строение между речья Улдзы- Дучи гола, Отчет о геологической съёмке, масштаба 1:200000, проведенной партией N:123/124 в 1951г

УУЛ УУРХАЙН САЛБАРЫН ЭРСДЭЛИЙН ҮНЭЛГЭЭНИЙ АРГА ЗҮЙН СУДАЛГАА

С.Нандинцэцэг*, Ш.Халтар†, С.Энхцацрал*, С.Лхаахүү*

*†**ШУТИС, ГУУС, Уурхайн технологийн салбар, Улаанбаатар, Монгол

Хураангуй–Дэлхийн Уул Уурхайн салбарт батлагдсан эрсдэлийн үнэлгээний арга техникийн ашиглалтын тоймыг судлаж, ISO 31010:2011 болон Монголын Уул уурхайн салбарын багш, мэргэжилтнүүдээс авсан санал асуулгын дүнтэй харьцуулсан судалгаа хийсэн болно. Нэр хүндтэй эрдэм шинжилгээний сэтгүүлүүдээс 2000-2019 оны хооронд хэвлэгдсэн Уул уурхайн үйлдвэрийн эрсдэлийн үнэлгээ хийсэн нийт 36 судалгааны ажлуудыг судлаж уул уурхайн салбарт хэрэглэхэд тохиромжтой аргыг тодорхойлж буйгаараа бусад ажлаас ялгаатай болно. Судалгааг харьцуулан жиших арга болон санал асуулгын аргаас бүрдсэн. Уг судалгааны ажлаар уул уурхайн үйлдвэрлэлд эрсдэлийн үнэлгээг бүх үе шатанд хийх хамгийн оновчтой аргаар Failure mode effect analysis арга гэж тодорхойлсон.

Түлхүүр үг: Эрсдэл, Эрсдэлийн үнэлгээ, Уул уурхайн эрсдэлийн үнэлгээний арга, Failure mode effect analysis.

УДИРТГАЛ

Аливаа улс орны эдийн засгийн өсөлтийн үндэс болдог салбарын нэг бол Эрсдэл хамгийн ихтэй Уул уурхайн салбар байдаг. Ашигт малтмал олборлох нь олон аюулыг дагуулдаг эрсдэл өндөртэй процесс тул удирдлагын онцгой менежментийг шаарддаг.

Уул уурхайн үйлдвэрлэл нь анхны хөрөнгө оруулалт ихтэй, хөрөнгө оруулалтын эрсдэл өндөртэйгөөс гадна бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэлийн ашиглалтын зардал ихтэй, нөхөн сэргээлт байгаль орчны тогтвортой байдлыг хангахад тодорхой хэмжээний хөрөнгө зарцуулдагаараа хөрөнгийн багтаамж, шингээлт ихтэй салбарт тооцогддог. Уул уурхайн үйлдвэрүүдийн хайгуул, ашиглалтын үеийн хөрөнгө оруулалтын хэмжээ харьцангуй их, хөрөнгө оруулалтаа богино хугацаанд төлөх баталгаа бага, хөрөнгийн эрсдэл ихтэйгээс санхүүжилт (зээл авах, зээлийн хүүгийн хэмжээг тогтоох, зээлийг буцаан төлөх хугацаа г.м)-ийн асуудал хүндрэлтэй бөгөөд эцсийн бүтээгдэхүүн нь Дэлхийн зах зээлийн үнийн өөрчлөлтөөс шууд хамаарч байдаг зэргээрээ эрсдэл ихтэй салбарын нэгд тооцогддог [1].

Эрсдэлийн үнэлгээ гэдэг нь одоо байгаа аливаа хяналт шалгалтыг хангалттай авч үзэх, эрсдэлийг хүлээн зөвшөөрөх эсэхээ шийдэх, үүссэн эрсдэлийг арилгах үйл явц юм (OHSAS-18001).

Эрсдэлийн үнэлгээ нь шийдвэр гаргагч, үүрэг хүлээгч талуудын авч хэрэгжүүлж буй хяналтын тохиромжтой байдал ба үр дүн болон зорилтондоо хүрэхэд нөлөөлж болох эрсдэлийн талаарх ойлголтыг нэмэгдүүлнэ. Энэ нь эрсдэлийн арга хэмжээ авахад хамгийн тохиромжтой арга замыг олж тогтоох үндэс болно. Эрсдэлийн үнэлгээ нь эрсдэлийг илрүүлэх, эрсдэлийг шинжлэх болон эрсдэлийг дүгнэх цогц

үйл явц юм (ISO 31010: 2011). Эрсдэл тодорхойлох, эрсдэлийн дүн шинжилгээ хийх, эрсдэлийн дүгнэлт хийх үйл явц (ISO 22301:2012).

Эрсдэлийн үнэлгээний аргууд ба эрсдэлийн тухайн нөхцөл байдлыг илэрхийлэх хүчин зүйлүүд хоорондын харилцан хамаарлыг илрүүлж чадах, нөхцөл байдалдаа тохирсон эрсдэлийн үнэлгээний аргыг сонгох нь тун чухал. Эрсдэлийн үнэлгээний аргыг сонгохдоо тохиромжтой болон хамааралтай байдлаар нь авч үзнэ (ISO 31010: 2011).

Уул уурхайн салбарт эрсдэлийн үнэлгээний тохиромжтой аргыг сонгох нь танигдаагүй олон эрсдэлийг нээж илрүүлэх, эрсдэлийг удирдахад тусална. Эрсдэлийн үнэлгээ нь шийдвэр гаргагчдад эрсдэлийн түвшинг бууруулах төлөвлөгөө, практикийг хэрэгжүүлэхэд тусалдаг бөгөөд ингэснээр эрсдэлийн түвшин буурч байгууллагын үйл ажиллагаа тогтворжих болно. Эрсдэлийн түвшин, алдсан ажлын цаг хугацаа нь аюулгүй байдал, санхүү хөрөнгө, байгууллагын нэр хүндийг үнэлэхэд маш чухал үзүүлэлт юм. Иймээс энэхүү судалгааны ажлаар Уул уурхайн салбарт эрсдэлийн үнэлгээний тохиромжтой аргыг тодорхойлоход зорьсон болно. Үүний тулд 1. Дэлхийн нэр хүндтэй сэтгүүлүүдэд хэвлэгдсэн судлаачдын ажлыг судлаж үзэх, 2. Тэдгээр судлаачдын дэвшүүлсэн аргыг Стандарттай харьцуулах, 3. Монголын Уул уурхайн салбарын багш, мэргэжилтнүүдээс санал асуулга хийх, 4. Үр дүнг харьцуулан судлаж боловсруулсан.

Судалгааны аргачлалын урсгал диаграмыг дараах 1-р зурагт харуулав.

2. УУЛ УУРХАЙН САЛБАРТ ЭРСДЭЛИЙН ҮНЭЛГЭЭНИЙ ТОЙМ (2000-2019)

Нэр хүндтэй эрдэм шинжилгээний сэтгүүлүүдээс 2000-2019 оны хооронд хэвлэгдсэн Уул уурхайн үйлдвэрийн эрсдэлийн үнэлгээ хийсэн нийт 36 судалгааны ажлуудаас ISO 31010:2011 тусгасан эрсдэлийн үнэлгээний аргуудыг хэрэглэсэн судалгааны ажлуудыг нэгтгэж дараах хүснэгт 1-г үзүүлэв.

Уул уурхайн үйлдвэрлэлд эрсдэлийн үнэлгээний арга хэргэлсэн судалгааны тойм

Д/д	Зохиолч	Аргачлал	Судалгааны товч үр дүн
1	Bo Luo, and	Delphi, Risk index	Чанарын болон тоон аргуудын хослол нь эрсдэлийн үнэлгээний үр дүнд итгэх итгэлийг өгсөн бөгөөд энэ нь аюулгүй байдал, байгаль орчин, эдийн засаг, гэрээний эрсдэлүүдийг тодорхойлоход хамгийн чухал гэдгийг тогтоосон.
2	Ruipeng Tong, and	Monte Carlo method	Эрсдэлийн үнэлгээний магадлалын загварыг боловсруулж, Monte Carlo аргыг ашиглан янз бүрийн ажлын хэв маягийн аюултай үйлдлээс үүдэлтэй эрсдэлийг шинжилсэн.
3	Pairote Pathranarakul, and	Risk matrix	Компаниудын хямралыг хэрхэн удирдаж буй болон Бизнесийг сэргээх үйл явцад шинжилгээ хийж үүгээр дамжуулан бизнесийн гамшгийн эрсдэлийг төлөвлөсөн.
4	Lluís Sanmiquel, and	Risk index	Дижитал мэдээллийн сангаас мэдээлэл авч уул уурхайн салбар дахь гамшиг, мэргэжлээс шалтгаалсан осол аварта нөлөөлж буй гол хүчин зүйлийг тодорхойлох хүчтэй хэрэгсэл болж чадна гэдгийг харуулсан. Мэдээллийн сан ашигласнаар төрийн болон хувийн хэвшлийн компаниуд ослын үндэс суурийг арилгах, засч залруулах арга хэмжээ авах, үр дүнг нь цаг тухайд нь шалгахад туслах болно.
5	Laurent Giraud, and	Fault Tree Analysis	Уурхайн өргүүрийн аюулгүй байдлыг сайжруулах, аюулыг илрүүлж дүн шинжилгээ хийсэн.
6	Webby Banda	Probability matrix	Аналитик шатлалын процесс (АНР), шинжээчдийн асуулгын судалгаа, мэдрэмжийн шинжилгээг нэгтгэх замаар хэлбэлзэлтэй эрсдэлийн үйл явдлыг тодорхойлсон. АНР техник нь эрсдэлийн ангиллын жинг эрсдэлийн нөлөөллийн оноотой холбож мэдрэмжийн шинжилгээнд тусалцаа үзүүлэх ба шинжээчийн асуулгын судалгаа нь эрсдэлийн тохиолдлын анхны магадлалын оноог тодорхойлох замаар мэдрэмжийн шинжилгээ хийсэн.
7	Debi Prasad Tripathy, and	Failure Mode effect analysis	Нүүрсний далд уурхайн аюулыг тодорхойлох, тогтоосон аюулын урьдчилсан мэдээллийн санг бүрдүүлэхэд чиглэгдсэн. Нүүрсний далд уурхайн аюулыг тодорхойлоход ажлын байрны эрсдэлийн үнэлгээ, хяналт, эвдрэлийн горим, үр нөлөөний шинжилгээний арга техникийг ашигласан.
8	Long Shi, and	Fault Tree Analysis	FTA ба уламжлалт АНР-ийн хязгаарлалтын дагуу сайжруулсан аналитик шатлалын процессыг боловсруулж, нүүрсний далд уурхайд метан дэлбэрэлтийн эрсдэлийг үнэлсэн.
9	Ranjan Kumar, and	Event Tree and Fault Tree Analysis	ЕТ ба FT-д суурилсан аюулгүй байдлын дүн шинжилгээ, сайжруулалтын нэгдсэн арга, түүний бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг аюулгүй байдлын системийг боловсруулсан.
10	Jiansong Wu, and	1. Scenario Analysis, 2. Bayesian statistics	Уурхайн усны ослын ердийн ослын тохиолдлын судалгаанд шинжээчдийн дүгнэлтийг үндэслэн уурхайн усны оролтын хувьслыг илэрхийлэх дөрвөн төрлийн арван хоёр хувилбар эрсдэлийг тодорхойлсон.
11	Yaghoub Zarshenas, and	Probability matrix	Ил уурхайн эрсдэлийг байгаль орчин, нийгэм, техник, эдийн засаг, аюулгүй байдал, эрүүл мэндийн эрсдэл гэж тодорхойлж шинжилсэн.
12	Satar Mahdevari, and	Bow-tie analysis, Fuzzy TOPSIS	Хүний аюулгүй байдал, өртөг гэх мэт янз бүрийн асуудал хоорондын зөв тэнцвэрийг хангаж чадахуйц хяналтын арга хэмжээг удирдах, шийдвэр гаргахад дэмжлэг үзүүлэх зорилгоор хүний эрүүл мэндтэй холбоотой эрсдэлийг үнэлэх тодорхой бус TOPSIS дээр үндэслэсэн аргачлалыг санал болгосон. санал болгож буй арга зүй нь гүйцэтгэлийн зэрэгтэл тодорхойгүй байх үед уурхайчдын эрүүл мэнд, аюулгүй байдалд нөлөөлөх тодорхойгүй байдлыг арилгах, бага зэргийн аюулыг удирдах найдвартай арга хэрэгсэл болж чадна гэж үзсэн.
13	Shahram Shariati	FMEA	Уламжлалт FMEA-ийн үр дүнг санал болгож буй Зэрэглэл тогтоох FRPN загвартай харьцуулж судлан FRPN загвар нь эрсдэлийн түвшинг тодорхойлох өндөр чадвартай болохыг харуулсан.
14	Meng Zhang, and	Fault Tree Analysis	Уурхайд гарсан ослын талаар FTA загвар ашиглан системчилсэн дүн шинжилгээ хийхэд хамгийн түгээмэл хоёр шалтгаан нь ашиглалтын өмнөх шалгалт хангалтгүй буюу зохисгүй хийгдсэн, засвар үйлчилгээ муу хийгдсэн байсныг илрүүлсэн.
15	N. Pavan Kumar	FMEA	FMEA загварыг ашиглан эрсдэлийг эрэмбэлэх, удирдах, ажлын талбар дахь болзошгүй аюулыг тодорхойлох, удирдахад ашиглаж болохыг санал болгосон.
16	Seong Min Lee, and	Risk indices	Аюулгүй бөгөөд экологид ээлтэй уул уурхайг бий болгох уурхайн гамшгийн менежментийн ухаалаг систем санал болгосон.
17	Dragan Komljenovic, and	Risk matrix	Системчилсэн эрсдэлийн шинжилгээ хийсэн.
18	Dragan Komljenovic, and	Risk matrix	Ил уурхайн ашиглалтын үеийн хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуй (ХАБЭА) -ын эрсдэлийн шинжилгээний системчилсэн процессыг санал болгосон.
19	R. Heuberger	Monte Carlo method	Ирээдүйд гарч болзошгүй тодорхойгүй байдлын улмаас тулгарч болзошгүй аюул занал, боломжийн талаар шийдвэр гаргах багт шаардлагатай мэдээллийн симуляци хийсэн.
20	H.S.B. Düzgün	Decision tree analysis	Эрсдэлийн түвшин өндөр нүүрсний далд уурхайд эрсдэлийн менежментийн цогц схемийг санал болгосон.
21	H.S.B. Duzgun, and	Decision tree analysis	Нүүрсний далд уурхайд эрсдэлийг үнэлэх, удирдах эрсдэл, шийдвэрийн шинжилгээ хийх арга зүйг судласан.
22	A.A.Donoghue	Semi quantitative matrix	Хөдөлмөрийн эрүүл мэндэд учрах аюулыг хянах тэргүүлэх чиглэлийг тодорхойлохын тулд чанарын матрицыг хэрхэн ашиглаж болохыг харуулсан.

Эрсдэлийн үнэлгээний аргыг оновчлох нь эрсдэл өндөртэй уул уурхайн салбарт эрсдэлийг таниж мэдэх, сайн туршлагыг хоорондоо солилцох, бизнесийн гамшгийн менежментийн төлөвлөлт хийхэд нэн тустай гэдгийг судлаачид онцолсон.

Судлаачдаас харахад эрсдэлийн дүн шинжилгээ хийх арга, арга барилыг аливаа бизнест дүн шинжилгээ хийх шаардлагатай хамгийн их эрсдэлийг нарийвчлан авч үзэх, шинж чанараар нь нэгтгэн харуулсан, салбарын онцлог шинж чанараас хамааран ашиглах боломжтой аргыг тодорхойлох нь зүйн хэрэг гэж үзсэн байна [2-23].

Эдгээрээс үзэхэд Уул уурхайн үйлдвэрт гамшгийн давтамж, цар хэмжээ, ноцтой байдал зэргийг статистикийн мэдээллийг цуглуулах замаар удирдах нь илүү оновчтой тул эрсдэлийг

үнэлэх нэг ижил аргад шилжих шаардлагатай гэж судлаач бид үзэж байна.

Уул уурхайн салбарын эрсдэлийн үнэлгээний нийт 36 өгүүлэлд эрсдэлийн үнэлгээний үе шат бүрээр үнэлгээний аргачлал ашигласан эсэхийг судлан үр дүнг дараах хүснэгт 2-т үзүүлэв.

2-р хүснэгт

Эрсдэлийн үнэлгээний аргачлал ашигласан байдалд хийсэн шинжилгээ

Эрсдэлийн үнэлгээний үе шат							
	Эрсдэлийг тодорхойлох		Эрсдэлийн шинжилгээ			Эрсдэлийн дүгнэлт	Эрсдэлийн хандлага
	Нэгж хэсэг	Үйл ажиллагаа	Үр дагавар	Магадлал	Зэрэг		
Судласан ажил	20	20	17	25	25	33	6
ЭҮ аргачлал ашигласан, %	30%	37%	29%	71%	36%	13%	17%
Эрсдэлийн үнэлгээний арга	Bayesian statistics, Delphi, Event tree analysis, Fail mode effect analysis, Fault tree analysis, Scenario Analysis		Bayesian statistics, Event tree analysis, Fail mode effect analysis, Fault tree analysis	Bow-tie analysis, Decision tree analysis, Fail mode effect analysis, Fault tree analysis, Monte Carlo method, Probability matrix, Risk indices, Scenario Analysis	Fail mode effect analysis, Bow-tie analysis, Fault tree analysis, Monte Carlo method, Probability matrix	Fault tree analysis, Fail mode effect analysis, Monte Carlo method	Fail mode effect analysis

Нийт 36 өгүүлэлд эрсдэлийн үнэлгээний арга ашигласан байдалд хийсэн шинжилгээнд эрсдэлийг тодорхойлохдоо үйлдвэрлэлийн нэгж хэсгийн, үйл ажиллагааны, үр дагавраар нь эрсдэлийг тодорхойлсон бөгөөд 32% нь эрсдэлийн үнэлгээний аргачлал ашигласан. Эрсдэлийн шинжилгээнд эрсдэлийн магадлал шинжилэхдээ 71% нь үнэлгээний аргачлал ашигласан бол Эрсдэлийн дүнгэлтийн үе шатанд үнэлгээний аргачлал хамгийн бага буюу 13% ашигласан байгаа нь Уул уурхайн салбарт эрсдэлийн үнэлгээний аргын ашиглалт төдийлөн өргөн хэрэглэхгүй байгаа нь харагдаж байна.

Эрсдэлийн үнэлгээний Delphi, Scenario analysis, Failure mode effect analysis, Fault tree analysis, Event tree analysis, Decision tree, Bow tie analysis, Monte Carlo simulation, Bayesian statistics and Bayes Nets, Risk indices, Consequence/probability matrix гэсэн 11 аргыг Уул уурхайн үйлдвэрлэлд хэрэглэж оновчтой болохыг нь тогтоосон байна.

3. ISO 31010:2011 ЭРСДЭЛИЙН ҮНЭЛГЭЭНД АРГУУДЫГ ХЭРЭГЛЭХЭД ТОХИРОМЖТОЙ БАЙДАЛ ХИЙСЭН ШИНЖИЛГЭЭ

Эрсдэлийн үнэлгээний үйл явцын үе шат бүрт аргуудыг хэрэглэхэд тохиромжтой байдлыг бүрэн тохиромжтой, боломжтой болон тохиромжгүй гэж ISO 31010:2011 стандартад тодорхойлдог.

Уул уурхайн үйлдвэрлэлд хэрэглэсэн дээрх судлаачдын батласан 11 аргуудыг үнэлгээний үе шат бүрээр тохиромжтой байдлыг харьцуулан шинжилгээг хүснэгт 3-т үзүүлэв.

Эрсдэлийн үнэлгээнд аргуудыг хэрэглэхэд тохиромжтой байдал

Арга	Эрсдэлийн үнэлгээний үе шат									
	Эрсдэлийг тодорхойлох		Эрсдэлийн шинжилгээ						Эрсдэлийн дүгнэлт	
			Үр дагавар		Магадлал		Эрсдэлийн зэрэг			
Delphi	SA	*	NA		NA		NA		NA	
Scenario analysis	SA	*	SA		A	*	A		A	
Failure mode effect analysis	SA	*	SA	*	SA	*	SA	*	SA	*
Fault tree analysis	A	*	NA	*	SA	*	A	*	A	*
Event tree analysis	A	*	SA	*	A		A		NA	
Decision tree	NA		SA		SA	*	A		A	
Bow tie analysis	NA		A		SA	*	SA	*	A	
Monte Carlo simulation	NA		NA		NA	*	NA	*	SA	*
Bayesian statistics and Bayes Nets	NA	*	SA	*	NA		NA		SA	
Risk indices	A		SA		SA	*	A		SA	
Consequence/probability matrix	SA		SA		SA	*	SA	*	A	
Strongly applicable. Бүрэн тохиромжтой (SA). Not applicable. Тохиромжгүй (NA). Applicable. Тохиромжтой (A)										

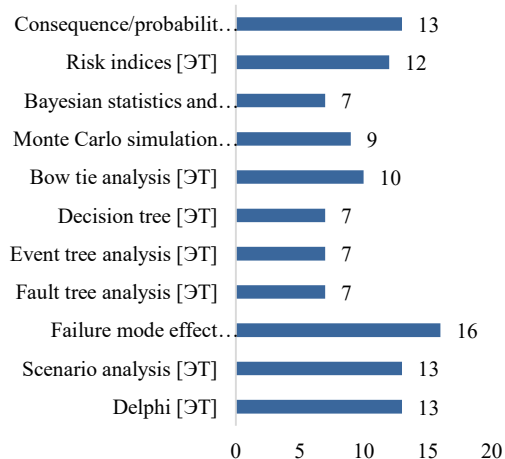
Уул уурхайн салбарт хийсэн эрсдэлийн үнэлгээний судалгаануудыг ISO 31010:2011 тусгасан тохиромжтой байдлыг харьцуулж үзэхэд эрсдэлийг тодорхойлоход Delphi, Scenario analysis, Failure mode effect analysis аргууд, Эрсдэлийн шинжилгээг үр дагвараар шинжлэхэд Failure mode effect analysis, Event tree analysis, Bayesian statistics and Bayes Nets аргууд, Эрсдэлийн шинжилгээг магадлалаар шинжлэхэд Failure mode effect analysis, Fault tree analysis, Decision tree, Bow tie analysis, Risk indices, Consequence/probability matrix аргууд, Эрсдэлийн шинжилгээг зэрэглэлээр шинжлэхэд Failure mode effect analysis, Bow tie analysis, Consequence/probability matrix аргууд, Эрсдэлийн дүгнэлтэнд Failure mode effect analysis, Monte Carlo simulation аргууд бүрэн тохиромжтой гэж харагдаж байна.

4. МОНГОЛЫН УУЛ УУРХАЙН САЛБАРЫН БАГШ, МЭРГЭЖИЛТНҮҮДИЙН САНАЛ

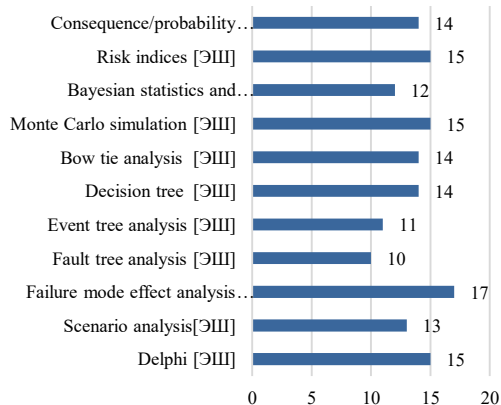
Эрсдэлийн үнэлгээний аргуудыг Монголын Уул уурхайн салбарын мэргэжлийн 5

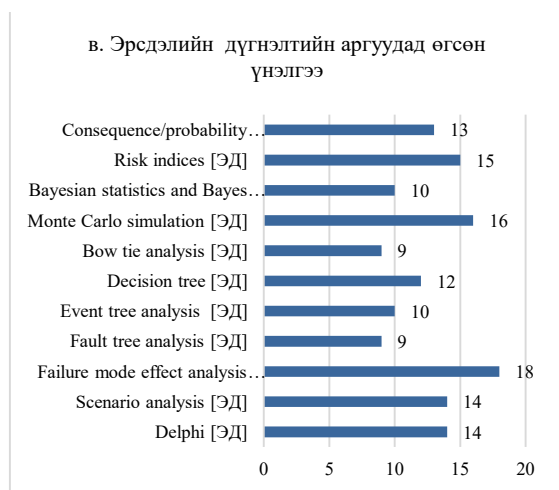
багш, Уул уурхайн үйлдвэрлэлийн 2 ИТА, Уул уурхайн салбарын Төр, Захиргааны байгууллагын 6 мэргэжилтэн, Уул уурхайн үйлдвэрлэлийн ХАБ-ын 3 мэргэжилтэнгүүдээс санал асуулга авч, судлаачдын дэвшүүлсэн аргуудын үнэлгээг түүвэрлэн авч үр дүнг дараах зурагт 1-д үзүүлэв.

а. Эрсдэлийг тодорхойлох аргуудад өгсөн үнэлгээ



б. Эрсдэлийн шинжилгээний аргуудад өгсөн үнэлгээ





Зураг 1. Монголын Уул уурхайн салбарын багш, мэргэжилтнүүдээс авсан асуулгын дүн

Санал асуулгыг бүрэн тохиромжтой- 2, тохиромжтой -1, тохиромжгүй-0 үнэлгээгээр авсан.

Санал асуулгын дүнгээс харахад эрсдэлийг тодорхойлох аргад Failure mode effect analysis, Consequence/probability matrix, Delphi, Scenario analysis аргууд, Эрсдэлийн шинжилгээний аргуудад Failure mode effect analysis, Risk indices, Monte Carlo, Delphi аргууд тохиромжтой гэсэн бол Эрсдэлийн дүгнэлтийн аргуудад Failure mode effect analysis, Risk indices, Monte Carlo аргууд илүү тохиромжтой гэж санал өгсөн байна.

Монголын Уул уурхайн үйлдвэрүүдэд эрсдэлийн үнэлгээний аль ч үе шатанд Failure mode effect analysis арга хамгийн их тохиромжтой гэж манай эрдэмтэн багш, мэргэжилтнүүд үнэлсэн байна.

ҮР ДҮН

Уул уурхайн салбарт эрсдэлийн үнэлгээний аргыг тодорхойлохдоо ISO 31010:2011 тусгасан тохиромжтой байдал, Уул уурхайд эрсдэлийн үнэлгээний арга ашигласан судлаачид, Монголын уул уурхайн салбарын багш, мэргэжилтнүүдээс авсан санал асуулгыг нэгтгэн үнэлж дараах хүснэгт 4-т үзүүлэв.

4-р хүснэгт

Уул уурхайн салбарт тохиромжтой эрсдэлийн үнэлгээний арга

Арга	Эрсдэлийн үнэлгээний үе шат								
	Эрсдэлийг тодорхойлох			Эрсдэлийн шинжилгээ			Эрсдэлийн дүгнэлт		
	ISO	Судлаачид	Санал асуулга	ISO	Судлаачид	Санал асуулга	ISO	Судлаачид	Санал асуулга
Delphi	SA	*	+						
Scenario analysis	SA	*	+						
Failure mode effect analysis	SA	*	+	SA	*	+	SA	*	+
Monte Carlo simulation							SA	*	+

Уул уурхайн салбарт эрсдэлийн үнэлгээ хийхдээ хамгийн тохиромжтой арга нь эрсдэлийг тодорхойлох үе шатанд Delphi, Scenario analysis, Failure mode effect analysis аргууд, эрсдэлийн шинжилгээнд Failure mode effect analysis арга, эрсдэлийн дүгнэлт хийхэд Failure mode effect analysis, Monte Carlo simulation аргууд хамгийн тохиромжтой гэж шинжилгээгээр гарч байна.

ДҮГНЭЛТ

Уул уурхайн салбар эрсдэл ихтэй салбар тул эрсдэлийн үнэлгээний тохиромжтой аргыг сонгож хэрэглэх нь бусад уурхайд тулгарсан эрсдэлийн хүчин зүйлсийг нээж илрүүлэх, харилцан суралцаж эрсдэлээс хамгаалах оновчтой менежмент хийх замаар уурхай цаг хугацаа, хөрөнгө санхүү, ажиллах хүчин, техник технологи, нэр төрөө хамгаалж чадна.

1. Уул уурхайн салбарт хийгдсэн эрсдэлийн үнэлгээний судалгааны ажлууд харилцан адилгүй үнэлгээний арга хэрэглэсэн тул нэгдсэн харьцуулсан дүгнэлт хийх боломжгүй, харилцан нэгнээс суралцахад

бэрхшээлтэй байсан бөгөөд судлаачид бүгд оновчтой эрсдэлийн үнэлгээний арга шаардлагатай гэдгийг тэмдэглэсэн байсан.

2. Судлаачдын хэрэглэсэн судалгааны аргуудыг ISO 31010:2011 стандартад заасан үнэлгээний тохиромжтой байдалтай харьцуулахад судлаачидын хэрэглэсэн зарим үнэлгээний аргууд нэн тохиромжтой бүлэгт багтаагүй байсан.
3. Монголын Уул уурхайн салбарын багш, мэргэжилтнүүдээс авсан асуулгын дүнг судлаачдын дэвшүүлсэн аргуудыг түүвэрлэн авч үзэхэд ихэнх аргууд зөрүүтэй үр дүн гарсан ч эрсдэлийн үнэлгээний хамгийн тохиромжтой аргатай бүгд санал нэг байсан.
4. Судлаачдын дэвшүүлсэн арга, стандартад тохиромжтой байдал, санал асуулгын дүнгээр Failure mode effect analysis арга нь уул уурхайн салбарт эрсдэлийн үнэлгээ хийхэд хамгийн тохиромжтой арга гэсэн үр дүн гарлаа.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. Инженерийн лавлах-8
- [2]. Debi Prasad Tripathy, Charan Kumar Ala, "Identification of safety hazards in Indian underground coal mines", *Journal of Sustainable Mining*, Vol 17, Issue 4, 2018, Pages 175-183.
- [3]. Linlin Wang, Qinggui Cao, "Research on the influencing factors in coal mine production safety based on the combination of DEMATEL and ISM", *Safety Science*, Vol 103, March 2018, Pages 51-61.
- [4]. M An, S Huang, and C J Baker "Railway risk assessment-the fuzzy reasoning approach and fuzzy analytic hierarchy process approaches: a case study of shunting at waterloo depot", DOI: 10.1243/09544097JRR1106, 2007.
- [5]. Webby Banda, "An integrated framework comprising of AHP, expert questionnaire survey and sensitivity analysis for risk assessment in mining projects", *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 14:3, 180-192, DOI:10.1080/17509653.2018.1516577.
- [6]. Bo Luo, Jinsuo Zhang and Zhenyu, "Service Risk Evaluation of the General Contract for Coal Mine Production and Operation: Case Study at Shendong Jinjie Coal Mine in China", *Hindawi, Mathematical Problems in Engineering*, 2019, Article ID 7845756.
- [7]. S. Ali Torabi, Ramin Giahi, Navid Sahebjamnia, "An enhanced risk assessment framework for business continuity management systems", *Safety Science*, Vol 89, November 2016, Pages 201-218.
- [8]. Claudia Rivera Domínguez, Ignacio Villanueva Martínez, Paloma MaríaPiñón Peñaa, Adolfo Rodríguez Ochoa, "Analysis and evaluation of risks in underground mining using the decision matrix risk-assessment (DMRA) technique, in Guanajuato, Mexico", *Journal of Sustainable Mining*, Vol 18, February 2019, Pages 52-59.
- [9]. Jafar Rezaei, "Best-Worst Multi-Criteria Decision-Making Method", 2015 and 2016.
- [10]. Piotr Tworek, Seweryn Tchórzewski, Petr Valouch, "Risk Management in Coal-Mines – Methodical Proposal for Polish and Czech Hard Coal Mining Industry", *Acta Montanistica Slovaca Volume 23 (2018), number 1*, 72-80.
- [11]. D.Diakoulaki, G.Mavrotas, L.Papayannakis, "Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method", *Computers & Operations Research*, Vol 22, August 1995, Pages 763-770.
- [12]. Betty Chang, Chih-Wei Chang, Chih-HungWu, "Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria", *Expert Systems with Applications Volume 38, Issue 3*, March 2011, Pages 1850-1858.
- [13]. Chung-Wei Li, Gwo-Hshiung Tzeng, "Identification of a threshold value for the DEMATEL method using the maximum mean de-entropy algorithm to find critical services provided by a semiconductor intellectual property mall", *Expert Systems with Applications 36(2009):9891-9898*.
- [14]. Betty Chang, Chih-Wei Chang, Chih-Hung Wu, "Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria", 2011*Expert Systems with Applications 38(3):1850-1858*.
- [15]. (alik Shahzad Kaleem Awan, Pete Burnap, Omer Rana, "Identifying cyber risk hotspots: A framework for measuring temporal variance in computer network risk", *Computers & Security*, Vol 57, March 2016, Pages 31-46.
- [16]. Qingwei Xu, Kaili Xu, "Mine safety assessment using gray relational analysis and bow tie model", March 2018*PLoS ONE 13(3):e0193576*.
- [17]. Australian Government, "Department of Resources Energy and Tourism", *Risk assessment and management*. 52-56.
- [18]. Seong-Min Lee, Sun-Myung Kim, Yeon-Hee Lee, "Business impact analysis for disaster management of large underground limestone mine", *J of Korean Tunn Undergr Sp Assoc 15(6)613-623(2013)*.
- [19]. Yaghoub Zarshenas, Gholamreza Saeedi, "Risk assessment of dilution in open pit mines", *Arab J Geosci (2016) 9*: 209.
- [20]. Pairote Pathranarakul, Patipan Sae-Lim, "Risk Management and Organizational Adaptability- Strategic Framework for Corporate Crisis Recovery: The Study of Oil and Gas Industry", *PSAKU International Journal of Interdisciplinary Research*, Vol. 7, No. 2, 2018.
- [21]. Yingyu Zhang, Wei Shao, Mengjia Zhang, Hejun Li, Shijiu Yin, Yingjun Xu, "Analysis 320 coal mine accidents using structural equation modeling with unsafe conditions of the rules and regulations as exogenous.

ГАЗРЫН ДООР УУСГАХ АРГААР УРАНЫ ОРДОД АШИГЛАЛТ ЯВУУЛАХ ГҮН БА ҮР АШГИЙН ХАМААРЛЫН СУДАЛГАА

Шагдарын Халтар (Ph.D)*, Бат-Очирын Цэрэндолгор†

* ШУТИС, ГУУС, Уурхайн технологийн салбар

†Бласт ХХК-ийн Захиргааны албаны дарга

Хураангуй-Газрын доор уусгах аргаар ашиглах ураны орд газруудын хүдрийн биетийн гүний байрлал харилцан адилгүй ба хүдрийн биетүүдийн байршлын гүнээс төслийн техник эдийн засгийн үзүүлэлтийн хамаарлын зүй тогтлыг судалж, орд газрын эдийн засгийн үр ашигт түүний гүний байрлал маш нөлөөтэй болохыг судалгааны дүн харуулж байна. Уг судалгааны үр дүнг шинээр ашиглах орд газруудын төсөл боловсруулах, хөрөнгө оруулалтын техник-эдийн засгийн үнэлгээг хийх болон ижил төслүүдийн үр ашгийг харьцуулахад арга зүйн хувьд ашиглах боломжтой.

Түлхүүр үг. Газрын доор уусган олборлох технологи, ордын хүдрийн биетийн гүний байрлал, олборлолтын цооногуудын нийт урт, цооног бэлтгэх тоноглох зардал, хөрөнгө оруулалт, өнөөгийн үнэ цэнэ.

I. ОРШИЛ

Ашигт малтмалын орд газруудыг ашиглах орчин үеийн арга технологийн нэг хэлбэр нь ураны бага агуулгатай водород төрлийн орд газруудыг газар доор уусган ашиглах /ГДУА/ технологи юм.

Энэ аргаар орд газрыг ашиглах нь эдийн засгийн өндөр үр өгөөжтэйгөөс гадна экологийн хувьд маш бага нөлөөлөл үзүүлдэг тул дэвшилтэт технологи гэж мэргэжилтнүүд онцолдог.

Манай орны хувьд сүүлийн жилүүдэд ийм орд газрууд говийн болон зүүн бүсэд нэлээд тоогоор нээгдээд байгаа тул олборлох боломжтой нөөц баялгийн хэмжээ нь сүүлийн 15 жилд бараг 4 дахин өссөн [1] нь уг технологийг ашиглан шинэ төрлийн эрдэс түүхий эдийг олборлон экспортлох боломжтойг харуулж байна.

ГДУА-аар олборлох ураны ордуудын нөөц нь хэвтээ байдлаар тархсан линз, нимгэн давхарга, зузаан үеүд бүхий хүдрийн биетүүдэд байдаг бөгөөд ордын ашиглалтын үеийн дундаж гүн, эсвэл тухайн орд газрын хэсэг болон хүдрийн блокийн ашиглалтын гүний үзүүлэлтүүдийг уусгалтын үүр бэлтгэхэд нарийвчлан судалж тогтоодог. Үүгээр уулын бэлтгэл ажил болох цооногуудыг өрөмдөж тоноглон уусмал өгч, авах сүлжээтэй холбон олборлолтод бэлтгэдэг.

Монгол улсад шинээр нээгдсэн газрын доор уусгах аргаар ашиглах боломжтой орд газруудыг судалж үзэхэд, орд газар бүрийн хүдрийн биетүүд янз бүрийн гүнд байрлаж байгаа бөгөөд ашиглах ордын хүдрийн биетийн гүн нэмэгдэхээс үүдэн олборлолтын үүр бэлтгэх зардал ашиглалтын цооногууд бэлтгэх [2] өрөмдлөгийн гүнээсээ хамааран өөрчлөгдөхийн зэрэгцээ мөн дараа жилийн олборлолтын цооногуудыг урьдчилан өрөмдөх уулын бэлтгэл ажил нэмэгдэх, олборлолтын шахуургуудын хүчин чадлыг өсгөх зэрэг технологийн үзүүлэлтүүд өөрчлөгдөх

магадлалтай ба үүнтэй уялдан орд газрыг ашиглах зардалд нөлөөлдөг байна.

II. ОРД ГАЗРУУДЫН ХҮДРИЙН БИЕТИЙН ГҮНИЙ БАЙРЛАЛ

Монгол Улсад нээгдсэн зарим гидrogени төрлийн ураны орд газруудын хүдрийн биетийн гүний байрлалын өөрчлөлтийг хүснэгт 1-д үзүүлэв.

1-р хүснэгт

УРАНЫ ОРДУУДЫН УУЛ ГЕОЛОГИЙН ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮД

№	Орд газрууд	Хэм. нэгж	Хүдрийн биетүүдийн гүний үзүүлэлт, эхлэл-төгсгөл	Тайлбар
1	Хараат	м	0-40м	Ордын нилээд хэсэг усгүй орчинд
2	Гурван сайхан	м	5-60м	Газрын гадаргаас 30м хүртэл үргэлжлэх ба 4 хүдрийн биеттэй.
3	Хайрхан	м	20-60; 80-20; 150-200м их	Орд нь 3 түвшинтэй ба гүн цаашид 200 м-ээс цааш өсөх магадлалтай
4	Өлзийт	м	15-115м-аас их	Ордын гүн 300м-ээс дээш өсөх магадлалтай
5	Дулаан уул	м	70-120м	Орд нь ойролцоо гүнтэй хэд хэдэн хэсгүүдээс тогтоно.
6	Зөөвч овоо	м	100-250м	Ордын дийлэнх нөөц газрын гүний байрлалтай.

Хүснэгт 1-ээс үзэхэд манай улсад нээгдсэн гидrogени төрлийн ураны ордуудын хүдрийн биетүүдийн байрлал маш олон янз байгаа ч Хараат, Гурвансайханы орд газрууд 60 м хүртэл гүн буюу бага гүнд байрладаг. Гэтэл Хайрхан, Зөөвч овоо зэрэг орд газруудын хүдрийн биетүүдийн байрлал нь 100-250 м болон түүнээс ч илүү гүнд байрлаж байна. Казакстаны зарим орд газрууд 600 м-ээс илүү гүний түвшинд оршдог байна.

Орд газруудын хүдрийн биетийн байрлал нь ГДУА-аар ашиглах үед нийт байгуулах цооногуудын гүнээс хамаарсан өрөмдлөг, тоноглолын ажлын зардлаар төслийн эдийн засгийн үр ашгийг тооцох үлэмж хэмжээний зардлыг тодорхойлох шаардлага тулгардаг. Иймд ордын ашиглалтын гүнээс хамаарсан зардлын загварчлалын аргаар гүний үзүүлэлтийн өөрчлөлт төсөлд хэрхэн нөлөөлөхийг авч үзэв.

III. ТӨСЛИЙН ЭДИЙН ЗАСГИЙН ҮЗҮҮЛЭЛТЭД ОРДЫН ХҮДРИЙН БИЕТИЙН ГҮНИЙ БАЙРЛАЛЫН НӨЛӨӨЛЛИЙН СУДАЛГАА

Аль ч төрлийн ашигт малтмалын ордын илүү гүний байрлал нь нээлтэд оруулах хөрөнгө оруулалтыг нэмэгдүүлэхийн зэрэгцээ олборлолтын өөрийн өртгийг өндөрсгөдөг. Харин ГДУА технологи хэрэглэх орд газруудын нээлт, уулын ажлын төлөвлөлт нь уламжлалт арга технологиос өөр бөгөөд уулын ажлын гол хэлбэр нь багц цооногуудыг бэлтгэн тоноглох, ашиглалт нь шахуургуудын тусламжаар уусмалын өгөлт, авалтын процессуудыг гүйцэтгэдэг болно. Ашиглаж буй ордын хүдрийн биетийн гүн нэмэгдэхэд өрөмдлөгийн урт нэмэгдсэнээр цооног байгуулж, тоноглох хөрөнгө оруулалт нэмэгдэхийн зэрэгцээ илүү өндөр шахалт /напор/ бүхий шахуургууд хэрэглэх болсноор ашиглалтын зардал өсөх хандлагатай болно.

Нөгөө талаас ордын гүн нэмэгдэх, хөрөнгө оруулалт өсөх нь тухайн ордыг ашиглах боломжийг тогтоох захын агуулга болон ашиглалтын хязгаарын кондацийн үзүүлэлтэд ч мөн нөлөөлөх магадлалтай. Хайрханы төсөл [3]-ийн жишээн дээр олборлолтын гүн 20 м-ээс 180 м хүртэл нэмэгдэхэд уулын ажлыг бэлтгэн явуулах нийт цооногуудын нийлбэр урт хэрхэн нэмэгдэхийг Зураг 1-д үзүүлсэн графикаас харж болно.



Зураг 1. Олборлох орд газрын хүдрийн биетийн гүн Н₀ нэмэгдэхэд нийт өрөмдлөгийн хэмжээ L₀ –ний нийлбэр урт, метрээр

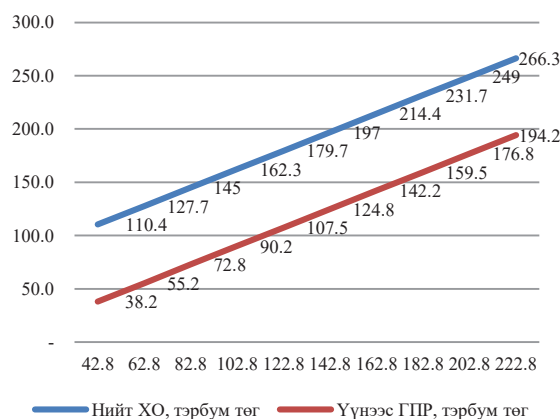
Олборлолтын гүн 10 дахин өсөхөд өрөмдлөгийн ажлын нийт хэмжээ 5 дахин нэмэгдэх бөгөөд үүнтэй уялдан хөрөнгө оруулалтын зардал ч нэмэгдэх болно. Хөрөнгө оруулалтад зөвхөн өрөмдлөг биш цооногийг бэлтгэн тоноглох зардлууд ч хамтдаа нэгжийн өртгөөр нэмэгдэж тооцогдоно.

ГДУА-ын олборлолтын үед ордын гүний өсөлтийн үзүүлэлтээс хамааран өрөмдлөгийн ажлын нийт хэмжээ нэмэгдэхэд хөрөнгө оруулалтын хэмжээ хэрхэн өсөхийг төсөл жишгийн үзүүлэлтийг загварчлах байдлаар тооцоолж зураг 2-т үзүүлсэн графикаар харуулав.

Мөн ашиглах ордын гүний үзүүлэлтийн өөрчлөлтөөс хамаарсан нэгж бүтээгдэхүүнд ногдох орлого ба зардлын өөрчлөлтийг Зураг 3-ын график дээр үзүүлэв. Энд ордын ашиглах гүний үзүүлэлт 42 м-ээс 222 м хүртэл 180 м болж өсөхөд нэгж бүтээгдэхүүний зардал 146,2 мян.төгрөгөөс 232,9 мян.төгрөг болж 59.3 % өсөх байна. Гэтэл ГДУА-аар уран олборлох уурхайн нэгж бүтээгдэхүүн борлуулах орлого буюу үнэ тогтмол тул зардлын өсөлтөөс хамаарах ашгийн бууралт нь дээрх гүний өсөлтийн өөрчлөлтөөс хамааран 115,3 мян.төгрөгөөс буурч 28,6 мян.төг болж байгаа буюу 4 дахин багасаж байгаа болно.

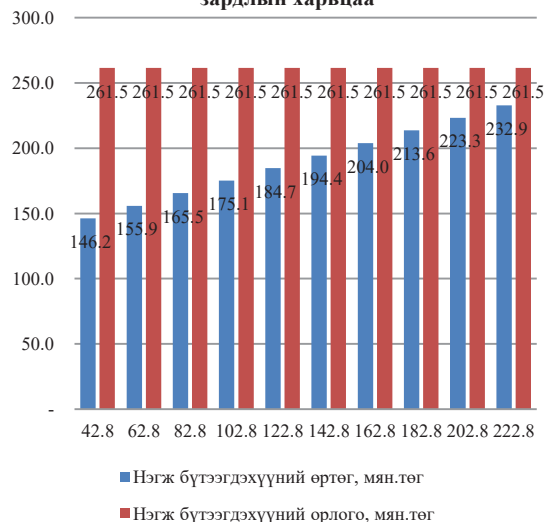
Иймд ГДУА-аар ашиглах орд газрын хүдрийн гүний байршлаас хамаарч бүтээгдэхүүний үнэ өртөг өсөхөөс гадна ашигт ажиллагааны түвшин эрс багасах хандлагатай байна.

**Ордын дундаж гүнээс хамаарах хөрөнгө
оруулалтын зардал, тэрбум төгрөг**



**Зураг 2. Ордын ашиглах дундаж гүн Н₀ нэмэгдэхэд
хөрөнгө оруулалтын зардал Х₀-ын
өсөлтийн график**

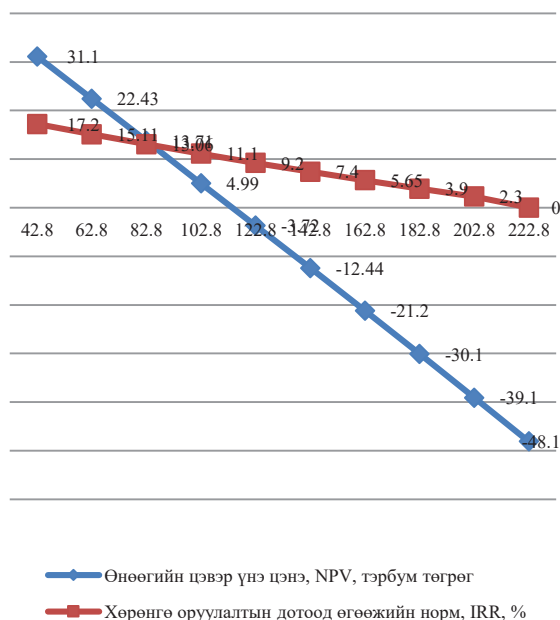
**Ордын ашиглалтын гүний өөрчлөлтөөс
хамаарах нэгж бүтээгдэхүүний орлого ба
зардлын харьцаа**



**Зураг 3. Олборлох орд газрын хүдрийн биетийн гүнээс
хамаарсан нэгж бүтээгдэхүүний орлого ба зардлын
график**

Орд газрын ашиглалтын гүнээс хамаарч олборлолтын цооногуудын гүн өсөхөд төслийн үр ашгийн үзүүлэлт хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг Зураг 4-д харуулав.

Ордын гүнээс хамаарч ашиглалтын цооногуудын гүн өсөхөд төслийн үр ашгийн үзүүлэлтүүдийн өөрчлөлт

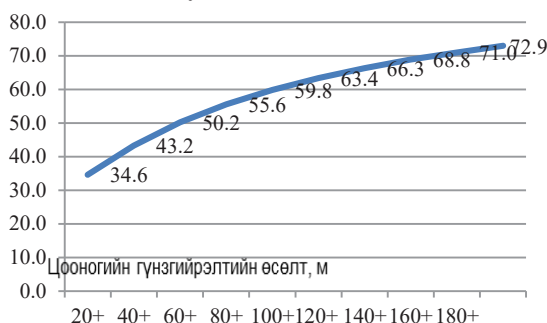


Зураг 4. Ордын гүнээс хамаарч ашиглах цооногуудын гүн өсөхөд төслийн үр ашгийн үзүүлэлтүүдийн өөрчлөлтийн график

Бусад хүчин зүйл тогтмол байхад цооногийн гүн дунджаар 80 метр нэмэгдэхэд хөрөнгө оруулалтын хэмжээ 1,6 дахин өсөж ойролцоогоор 179,7 тэрбум төгрөг болох ба үүний 59,8% нь буюу 107,5 тэрбум төгрөг нь зөвхөн цооногийг өрөмдөж тоноглол бэлтгэх зардалд орох хөрөнгө оруулалт болно. Энэ тохиолдолд төслийн үр ашгийн үзүүлэлт буурч, өнөөгийн цэвэр үнэ цэнэ сөрөг утгатай болно.

ГДУА-аар ашиглах орд газруудын хүдрийн нөөцийн гүний байрлалаас хамааран олборлолтын цооногууд бэлтгэх зардлын дүн нь хөрөнгө оруулалтын дүнд эзэлж буй хувь хэмжээ нь хэрхэн өөрчлөгдөхийг Зураг 5-д байгаа график дээр харуулав. Энэ графикаас үзэхэд жишиг төслийн орд газрын ашиглалтын гүний үзүүлэлт 20-180 м хүртэл нэмэгдэхэд цооног бэлтгэх зардлын хэмжээ хөрөнгө оруулалтын дүнд эзлэх хувь хэмжээ 2,1 дахин өсөх хандлагатай байна.

Орд газрын ашиглалтын гүнээс хамаарсан хөрөнгө оруулалтын дүнд цооног бэлтгэх зардлын эзлэх хувийн өсөлт, %



Зураг 5. Олборлох орд газрын гүнээс хамааран хөрөнгө оруулалтад цооног бэлтгэх зардлын эзлэх хувь хэмжээний өсөлтийн график

ДҮГНЭЛТ

Хайрханы ураны ордыг ГДҮО аргаар олборлох төслийн жишээн дээр хийгдсэн эдийн засаг, математикийн загварчлалын тооцоогоор ашиглах ордын олборлолтын гүн нэмэгдэж, ашиглалтын цооногуудын дундаж гүн өсөхөд төслийн үр ашиг хэрхэн өөрчлөгдөхийг тандах аргаар судалж үр дүнг танилцуулж байна.

Одоогийн байдлаар туршилтын үйлдвэрийн төслийн орд газрын хүдрийн биетийн гүний байрлалаас хамаарсан нэгж цооногийн дундаж гүн нь 42,8 м байгаа ба энэ үзүүлэлтийг 20 метрээр нэмэгдүүлэх тутам хөрөнгө оруулалт нэмэгдэж, элэгдлийн зардал өсөж байна.

Судалгааны дүнд орд газрын ашиглах хүдрийн биетийн гүн нь тухайн жишиг төслийн үзүүлэлтээс 80 метрээр өсөж ашиглалтын цооногуудын гүн нэмэгдэж 122,8 метр дундаж гүнд олборлолт явуулах нь тухайн ГДУА олборлох уурхайн эдийн засгийн үзүүлэлт сөрөг гарч олборлолтын гүний дээрх өссөн утга хязгаарлагч утга болж байна.

Цооногийн гүн төсөлд тусгасан хэмжээнээс 180 метрээс илүү хэтэрвэл өгөөжийн дотоод норм тэглэж, алдагдлын хэмжээ 48,1 тэрбум төгрөгөөс давах юм.

Энэхүү судалгааны арга аргачлалыг ГДУА-аар ашиглах боломжтой орд газруудад эдийн засгийн үнэлгээ өгөх, үр ашгийг урьдчилан тооцоолоход ашиглах боломжтой юм.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. Г.Жамсрандорж, Г.Дэжидмаа, Г.Ухнаа, Уран-геологи, дэлхийн улсуудын ураны нөөц, олборлолтын тойм, Улаанбаатар 2015 он.
- [2]. Газрын доор хүчлээр уусган уран олборлоход мөрдөх техникийн зохицуулалт. 2015 он, Засгийн газрын 2015 оны 160 дугаар тогтоолын хавсралт.
- [3]. Хайрханы орд газрыг ашиглах туршилт-олборлолтын үйлдвэрийн ТЭЗҮ, УУХ 2020 он.

ЭРДЭНЭТ ҮЙЛДВЭРИЙН ХҮДРИЙН ИЛ УУРХАЙД ТЭСЭЛГЭЭНИЙ ЦООНОГТ АГААРЫН ЗАЙН ТУЛГУУР НЭВТРҮҮЛСЭН СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Доктор Д.Нямдорж¹, профессор Б.Лайхансүрэн², доктор Д.Даваасамбуу³, магистр Г.Эрдэнэ⁴, докторант
Л.Жамсранжав⁴

Хураангуй-Тэсрэх бодис (ТБ)-ын детонацийн процесст тэсрэлтийн импульсийг өөрчлөн түүний үйлчилгээг удирдах боломжийг бүрдүүлэх зорилгоор цооногийн доод хэсэгт агаарын зай үүсгэх хуванцар тулгуурыг үйлдвэрлэх боломжийг судалсан. Тухайн агаарын зайн тулгуур нь цооногийн илүү өрөмдлөгийн хэмжээнд байрлуулахад ТБ, түгжээс материалын нийт жинг даах чадвартай, тэсрэлтийн үед үүсэх өндөр температурт бүрэн хайлж, шатах нийлэг пластмасан материалаар хийгдэнэ. Үйлдвэрийн хаягдал нийлэг материал ашиглан өвөрмөц хийц загвар, технологийн энгийн шийдэлтэй боловсруулж, үйлдвэрлэн үр дүнг тооцон хэрэглэж буй нь импорт орлох бүтээгдэхүүн болох юм. Үйлдвэрлэлийн туршилтын тэсэлгээ хийсний дараах үр дүнг авч үзэхэд, цооногийг цэнэглэсэн 3 хоногийн хугацаанд тухайн бүтээгдэхүүний тэсрэх бодис болон түгжээсний материалыг тэсвэрлэх чадвар хэвийн, тухайн блоккийн тэслэгдсэн уулын цулын нурал, өргөлт сайн, экскаваторын мөргөцөгт шанага дүүргэлт, ухаж ачих ажиллагаа тогтвортой, хуванцар материалын үлдэгдэл гараагүй, мөргөцгийн түвшин нь маркшейдрийн хэмжилтээр 1354,5 м байх ёстой хэмжээндээ хүрсэн зэрэг нь уг тулгуурыг хэрэглэхийн практик ач холбогдлыг харуулж байна. Цаашид уулын цул олборлох ажил нэмэгдэх, уурхайн гүнзгийрэлт явагдах хэдий ч уурхайн дээд түвшингүүдэд хуурай цооногийн эзлэх хувь 15-20%-д байхаар байна. Энэ нь жил бүр дунджаар 2000-2500 тонн энгийн ТБ хэрэглэх хэрэгцээ байгааг харуулж байна. Тэсэлгээний цооногийн агаарын зайн тулгуурыг хэрэглэснээр жил бүр дунджаар 400-450 тонн энгийн ТБ хэмнэж, 400 гаруй сая төгрөгийн эдийн засгийн цэвэр ашигтай ажиллах боломжийг бүрдүүлсэн.

Тулгуур үг: хүдрийн мөхлөг, агаарын зайн тулгуур, хуванцар эдлэл, шинжилгээ, туршилт

УДИРТГАЛ

БНСУ, АНУ, БНХАУ, Япон, Австрали, Канад зэрэг оронд тэсэлгээний цооногт агаарын зай үүсгэх аргуудыг боловсруулж, патент авсан бөгөөд Перу, Чили, Бразили зэрэг оронд тэсэлгээний шинэ аргуудыг боловсруулж хэрэглэх хандлагатай байна.

Агаарын зай үүсгэх аргын онцлог, давуу тал нь тэсрэх бодисын хэрэглээг 35% хүртэл хэмнэх, тэсэлгээний чичирхийллийн үйлчилгээг багасгаж, ТБ-ын цэнэгийн үйлчлэлийг сайжруулдаг. Манай орны хувьд БНСУ-ын DONG-A их сургуулийн эрдэмтэн Канг Дэ Ү-гийн боловсруулсан полиэтилен агаарын хоолойг Эрдэнэт үйлдвэрийн хүдрийн ил уурхайд сүүлийн жилүүдэд авч хэрэглэж ирсэн нь практик үр дүн өгсөн.

Тухайн агаарын хоолойн 1 ширхэг нь 20 кг хүртэл энгийн найрлагатай ТБ хэмнэх боломжтой, харин цооногийн илүү өрөмдлөгийн хэмжээнд агаарын зай үүсгэх

боломж бага байсан. Хүдрийн ил уурхайн практикт тэсэлгээний цооног цэнэглэлтэнд хэрэглэж байгаа профессор Канг Дэ Ү-гийн боловсруулсан агаарын хоолойн оронд өөрийн орны нөхцөлд хаягдал нийлэг түүхий эд ашиглан хуванцар тулгуур хийж, цооногийн ёроолд агаарын зай үүсгэх судалгаа хийв.

Монгол Улсын Хог хаягдлын тухай хуулийн 40 дүгээр зүйл “Хог хаягдлыг эдийн засгийн эргэлтэд оруулах”, 40.1-д “Хог хаягдлыг ангилах, дахин ашиглах, дахин боловсруулах, сэргээн ашиглах замаар эдийн засгийн эргэлтэд оруулж, байгалийн нөөц баялгийг хэмнэнэ”, 40.3-д “Иргэн аж ахуйн нэгж байгууллага нь дахин боловсруулсан, сэргээн ашигласан бүтээгдэхүүн худалдан авах замаар ногоон худалдан авалтыг дэмжинэ.”

40.4-д “Хог хаягдлыг ангилах, цуглуулах, тээвэрлэх, хадгалах, дахин ашиглах, дахин боловсруулах, сэргээн ашиглах, устгах, булшлах, экспортлох үйл ажиллагаа эрхэлдэг болон байгаль орчинд ээлтэй, хаягдалгүй технологи нэвтрүүлсэн иргэн, байгууллага, аж ахуйн нэгжид эдийн засгийн урамшуулал олгоно” гэсэн заалтуудыг үндэслэн үйл ажиллагаа эхлүүлэхээр судалгааны ажлын хамрах хүрээгээ сонгосон болно.

Цооногийн илүү өрөмдлөгийн хэмжээнд агаарын зайн тулгуур хэрэглэснээр цохилтын долгионоор үүсэх огцом даралт буурч долгионы хүчдэл, хийн төлөвийн бүтээгдэхүүнээр бий болох үйлчилгээ нь доголлын улны хэт бутлалт, чичирхийллийн үйлчилгээнд зарцуулагдах энергийг зохицуулах нөхцөлийг бий болгоно.

Ил уурхайн цооногт агаарын зай үүсгэх үндэслэл.

Сүүлийн 50-иад жилд уул уурхайн салбарын тэсэлгээний ажилд ОХУ-ын академич Н.М.Мельников, профессор М.Н.Марченко нарын боловсруулсан агаарын зайтай цэнэгийг өргөн хэрэглэж ирсэн. Энэ онолын дагуу тэсэлгээний цооногт агаарын зай завсар үүсгэснээр хэрэглэх ТБ-ын хэмжээг багасгахын зэрэгцээ тэсэлгээгээр үүсэх овор хэтэрсэн чулуулгийн гарцыг ихээхэн багасгаж, тэсэлгээний дуу чимээ, чичирхийллийн үйлчилгээг бууруулж болно гэж үздэг.

Уул уурхайн үйлдвэрийн нөхцөлд бэлтгэн хэрэглэх зориулалт бүхий ил уурхайн тэсэлгээний цооногт агаарын зай үүсгэх хэрэгсэлд ОХУ-д дэвүүр хэлбэрийн тэлэгч, БНСУ-д полиэтилен агаарын хоолой, Австрали улсад бөмбөлөгөн агаарын түгжигч зэргийг хийн хэрэглэж ирсэн практик бий.

Тэсэлгээний ажлын цооногт агаарын зай завсар үүсгэх эдгээр арга хэрэгслүүд нь практикт

хэрэглэхэд харилцан адилгүй үр дүн үзүүлдэг ба тэслэх аргууд олон янз тул зарим нөхцөлд хязгаарлагдмал, нэг газарт хэрэглэж буй цооногийн диаметр өөр өөр байх болон бусад олон хүчин зүйлтэй холбоотой.

Агаарын зай үүсгэх практик хэрэглээний сул тал, доголдлыг арилгах, агаарын завсар үүсгэгчийг бэлтгэхэд хялбар, хямд төсөр, тээвэрлэхэд тохиромжтой болгох зорилгоор профессор Канг Дэ Ү-ийн боловсруулсан агаарын хоолойгоор цооног цэнэглэх дараах гурван аргыг хэрэглэж байгааг авч үзье.

Үүнд:

1. Агаарын хоолойг цооногийн хананы дагуу байрлуулах арга (1-р зураг)
2. Агаарын хоолойг цэнэгийн дотор тууш болон хэрчим байдлаар байрлуулах арга зэрэг болно. (2-р зураг А, В)

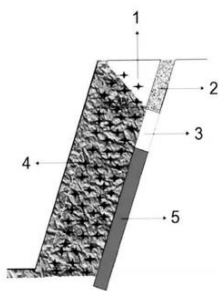
БНСУ, АНУ, БНХАУ, Япон, Австрали, Канад зэрэг оронд энэ төрлийн аргуудыг боловсруулж, патент авсан бөгөөд Перу, Чили, Бразил зэрэг оронд тэсэлгээний шинэ аргуудыг боловсруулж хэрэглэх хандлагатай байна.

Энэхүү аргын онцлог, давуу тал нь:

- ТБ-ын хэрэглээг 35% хүртэл хэмнэнэ.
- Тэсэлгээний чичирхийллийн үйлчилгээг бууруулна.
- ТБ-ын цэнэгийн үйлчлэлийг сайжруулна.
- Чулуулгийн шидэгдэлтийг бууруулах, хянах боломж илүү
- Ашиглахад энгийн хялбар

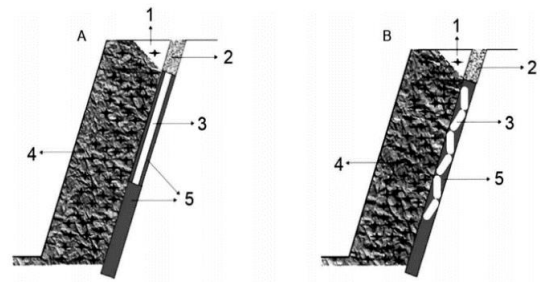
Тэсэлгээний энэ шинэ аргыг уламжлалт аргатай харьцуулж үзвэл:

- Гадаргуугийн чичирхийллийн үйлчилгээг 20–50% бууруулах
- Дуу чимээг 2–5 ДБ-ийн төвшинд байлгах
- ТБ-ын хэрэглээг 10–30% хэмнэх боломжтой



1-р зураг. Тэсэлгээний цооногийн дагууд агаарын хоолойг байрлуулах байдал.

1 - Тэсэлгээгээр овор хэтэрсэн хэсэг гарч болох талбай, 2-Цооногийн түгжээс, 3 - Агаарын хоолой, 4 - Ил гадаргуу талаас бутлагдах хэсэг, 5 - ТБ-ын цэнэг



2-р зураг. Тэсэлгээний цооногт агаарын хоолойг ТБ-ын дундуур тууш (А), хэрчим (В) байдлаар байрлуулах схем

Тэсэлгээний цооногийн илүү өрөмдлөгийн хэмжээнд байрлуулах агаарын зайн хуванцар тулгуур нь тэсрэх бодисыг хэмнэх боломжтойгоос гадна, дараагийн түвшингийн массивт ан цавын хагарал үүсэхийг багасгах, өрөмдлөгийн явцад цооногийн амсар нурах хүндрэл үүсэхээс урьдчилан хамгаалах, чулуулгийн бутлалт сайн байх зэрэг давуу талуудыг бий болгоно. Мөн тэсэлгээний цооногт агаарын зай үүсгэхэд тэсрэлтээр цэнэгийн хөндийд үүсэх долгионы хүчдэл, хийн төлөвийн бүтээгдэхүүн нь чулуулгийн массивт олон дахин үйлчлэх тул энд үүсэх даралт багасаж түүний массивт үйлчлэх хугацаа нэмэгдэнэ.

Түүнчлэн цооногийн илүү өрөмдлөгийн хэмжээнд агаарын зайн хэсэгт цохилтын долгионоор үүсэх огцом даралт буурч долгионы хүчдэл, хийн төлөвийн бүтээгдэхүүнээр бий болох үйлчилгээ нь доголын улны хэт бутлалт, чичирхийллийн үйлчилгээнд зарцуулагдах энергийг зохицуулах нөхцөлийг бий болгоно. Энэ бүхэн нь ТБ-ын детонацийн процесст тэсрэлтийн импульсийг өөрчлөн түүний үйлчилгээг удирдах боломжийг бүрдүүлэх тул цооногийн илүү өрөмдлөгийн хэмжээнд агаарын зай үүсгэх хуванцар тулгуур хийж хэрэглэхэд энэхүү судалгааны ажлын зорилго оршино.

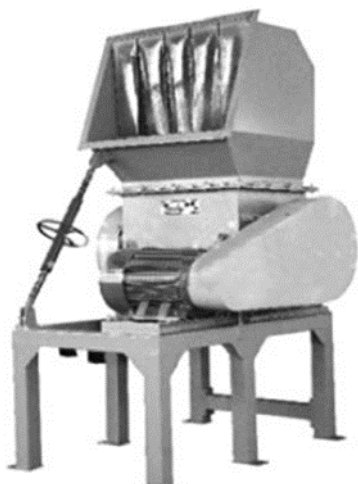
Тэсэлгээний цооногийн агаарын зайн тулгуурыг үйлдвэрлэх арга, технологи

Эрдэнэт үйлдвэр ХХК-ийн үйлдвэрлэлийн явцад жилд дунджаар 70-75 тонн хаягдал нийлэг уут гардаг ба энэ нь цооногийн агаарын зайн тулгуурыг хийхэд голлох түүхий эд болох юм.

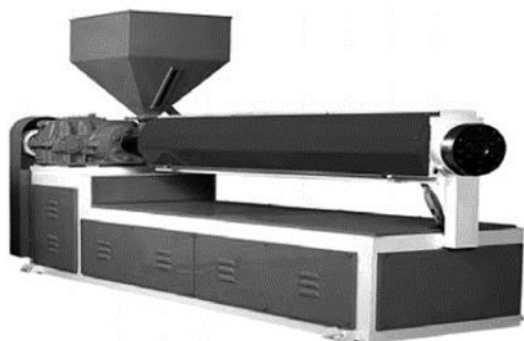
Уг бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэлийн гол найрлага нь гялгар уут 70 хувь, хуванцар буюу ундааны сав 30 хувь (1 кг тооцох)-ийн харьцаатай байна. Уг харьцааг тухайн бүтээгдэхүүний хөлдөх байдал, даац, уян хатан чанар зэргийг туршилтын үндсэн дээр тооцож тогтоосон болно.

Хоёрдогч түүхий эд болох хуванцар сав, уут, шуудай гэх мэт хаягдлуудыг нэг бүрчлэн ангилан ялгана. Ангилан ялгасан хуванцруудыг тус тусад нь нэг бүрчлэн хэрчиж, бутлан (3-р зураг) угаах ваннд хийж угаана. Угаасны дараа хэрчигдсэн ялтаснуудыг туузан дамжуургаар дамжуулан агааржуулагч хоолойны доор хатаана.

Хатсан түүхий эдийг үндсэн тоног төхөөрөмж болох хайлуулан шахах машинд хийж 180-250⁰ С градуст хайлуулан тусгай бэлтгэгдсэн хэвэнд шахаж хийнэ. (4-р зураг)

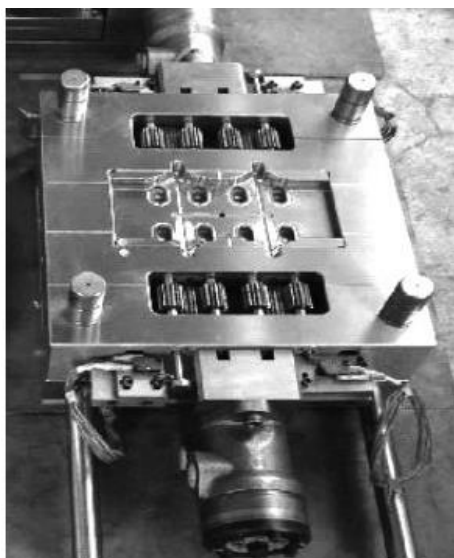


3-р зураг. Түүхий эдийг нунтаглан бутлах бутлуур



4-р зураг. Хайлуулан шахах төхөөрөмж

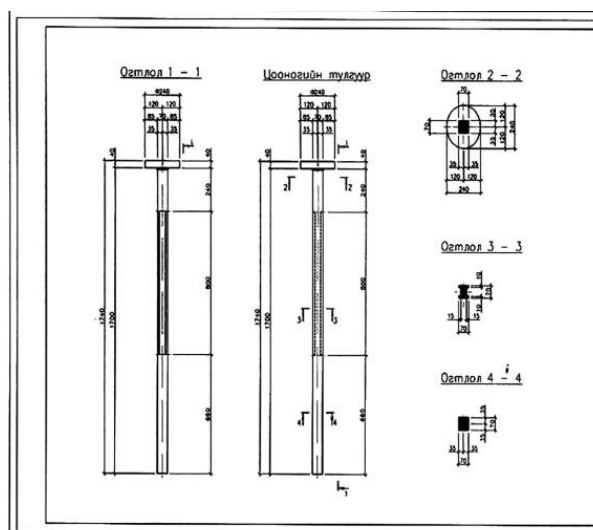
Ган хийцээр хийгдсэн зориулалтын хэвэнд хуванцар хайлмагийг тодорхой хугацаанд бүтээгдэхүүний хэлбэрийг олгож байлгана. (5-р зураг)



5-р зураг. Ган хийцээр хийгдсэн зориулалтын тулгуурын хэв

Биежсэн бүтээгдэхүүнийг зориулалтын хэвээс салган авч хөргөх систем буюу устай ваннд хийж 30 минут хөргөж бэхжүүлнэ.

Агаарын зайн тулгуурын хийц нь тэсэлгээний цооногийн диаметрийн хэмжээнээс хамаарч 85–240 мм диаметр бүхий 50 мм зузаан малгайтай, 1.0–1.7 м тулгууртай байх ба цооногийн гүнд байрлуулахад тэсрэх бодис, түгжээс материалын нийт жинг даах чадвартай, тэсрэлтийн үед үүсэх өндөр температурт бүрэн хайлж шатах нийлэг пластмасан материалаар хийгдэнэ. Тэсэлгээний цооногийн ёроолд агаарын зай үүсгэх зориулалт бүхий хуванцар тулгуур нь тодорхой диаметр, өндөртэй дээрээ дугуй тагийг уян холбоосоор бэхлэн тогтоосон хийцтэй зохион бүтээгдсэнийг 6-р зураг ба 1-р хүснэгтээр үзүүлэв.



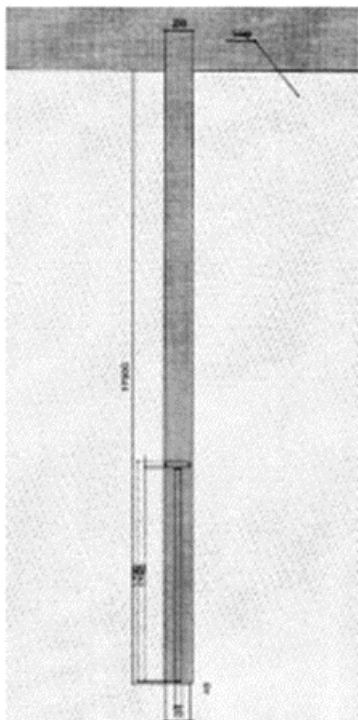
6-р зураг. Цооногийн ёроолд агаарын зай үүсгэх хуванцар тулгуур. 1-хуванцар тулгуур, 2-дугуй таг

1-р хүснэгт

Агаарын зайн хуванцар тулгуурын үндсэн үзүүлэлт

№	Эд ангийн нэр	Хэмжих нэгж	Хэмжээ
1	Хуванцар тулгуурын өндөр	мм	1700
2	Хуванцар гол тулгуурын хэмжээ	мм	70x70
3	Хуванцар дугуйн тагны диаметр	мм	240
4	Хуванцар дугуйн тагийн өндөр	мм	40
5	Тулгуурын ачаалал даах чадвар	Н	$3.5 \cdot 10^3$
6	Тулгуурын хайлах температур	$^{\circ}\text{C}$	220
7	Тулгуурын нийт жин	кг	7.5

Агаарын зайн тулгууртай цооногийн цэнэгийн бүтцийг 7-р зурагт үзүүлэв.



7-р зураг. Тэсэлгээний цооногийн ёроолд агаарын зайн тулгуур байрлуулан цэнэглэсэн байдал

Хүдрийн ил уурхайн тэсэлгээний цооногт агаарын зайн тулгуур ашигласан туршилт.

“ПОЛИЭТИЛЕН” ХХК-ийн 2015 оны 06-р сарын 15 ны 01/09 албан тоотын дагуу тус үйлдвэрийн бүтээгдэхүүн “тэсэлгээний цооногт агаарын зай үүсгэх хуванцар тулгуур”-ыг Хүдрийн ил уурхайн тэсэлгээний ажилд 2015 оны 06-р сарын 17-ны өдөр 1370 м түвшингийн 55422 дугаартай блокийн 65 хуурай цооногт байрлуулж цэнэглэн туршиж, 2015 оны 06-р сарын 19-нд тэсэлсэн.

Туршилтын тэсэлгээ хийсний дараах үр дүнг авч үзэхэд:

- Цооногийг цэнэглэсэн 3 хоногийн хугацаанд тухайн бүтээгдэхүүний тэсрэх бодис, түгжээс материалыг тэсвэрлэх чанар хэвийн,
- Тухайн блокийн тэслэгдсэн уулын цулын нурул, өргөлт сайн,
- Экскаваторын мөргөцөгт шанага дүүргэлт, ухаж ачих ажиллагаа тогтвортой.
- Хуванцар материалын үлдэгдэл гараагүй,
- Мөргөцгийн түвшин нь маркшейдрийн хэмжилтээр 1354,5 м байх ёстой түвшиндээ хүрсэн зэрэг нь уг тулгуурыг хэрэглэхийн практик ач холбогдлыг харуулж байна.

Түүнчлэн тэсрэх бодисын хувийн зарцуулалт $0,5 \text{ кг/м}^3$ байхаас $0,38 \text{ кг/м}^3$ болж нэг цооногт орох тэсрэх бодисын хэмжээ 16,5% багасаж, тухайн блокоос 4875 кг энгийн тэсрэх бодис хэмнэсэн ба өөрийн өртгөөр тооцвол 6174,5 мян.төгрөгөөр зардал буурсан.

Тэсэлгээний цооногт агаарын зай үүсгэх хуванцар хэрэгсэл нь 1,75 м өндөр тулгууртай, 240 мм диаметр бүхий тагтай ба түүнийг цооногийн ёроолын илүү өрөмдлөгийн хэсэгт байрлуулахад

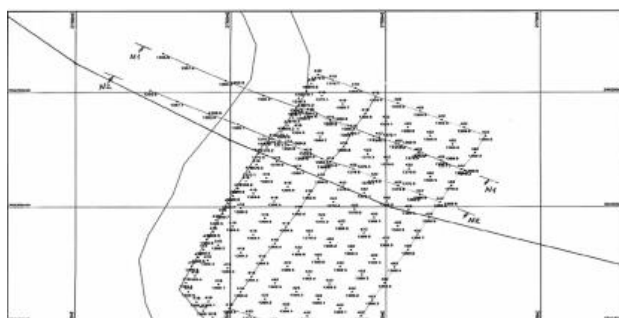
нэг цооногоос 75 кг энгийн тэсрэх бодис хэмнэх боломжийг бүрдүүлсэн.

Тэсэлгээний цооногт агаарын зай үүсгэх хуванцар тулгуурыг байрлуулж буй байдлыг 8-р зурагт үзүүлэв.



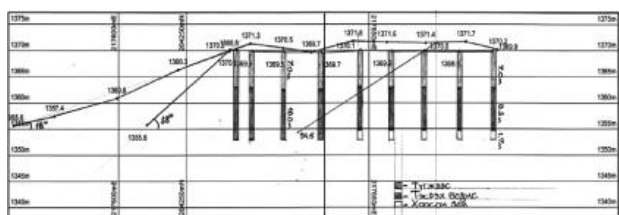
8-р зураг. Цооногт агаарын зайн хуванцар тулгуурыг байрлуулж буй байдал

Туршилтын 55422 дугаартай блокийн дэвсгэр зургийг 9-р зураг, N1-N1, N2-N2 хөндлөн огтлолуудыг 10-р зурагт тус тус харуулав.

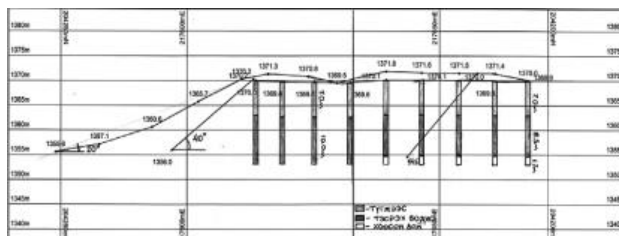


9-р зураг. 55422 дугаартай блокийн дэвсгэр зураг

N1-N1



N2-N2



10-р зураг. N1-N1, N2-N2 хөндлөн огтлол

Дээрх 10-р зургаас харахад тэслэгдсэн чулуулгийн нурлын өндөр 1,4-1,8 метр өргөгдөж, тулгуур ашиглаагүй нурлын өндрөөс 0,5 метр өндөр байна.

Тухайн блокт экскаваторын ачилтын дараа ул авалтын түвшингийн хэмжээг 11 дүгээр зурагт үзүүлэв.

11 дүгээр зургаас харахад мөргөгчийн түвшин нь маркшейдрийн хэмжилтээр 1355 метр байхаас 1354,3-1355 метр буюу ул авалт өргөгдсөн биш харин зарим хэсэгт 0,4-0,7 метр хүртэл ухагдсан байгаа нь зохих түвшиндээ хүрсэн байгааг харуулж байна.



11-р зураг. Мөргөцгийн ул авалтын түвшин

Цооногийн илүү өрөмдлөгийн хэмжээнд агаарын зайн тулгуур хийж тэсэлсэн блокийн ерөнхий байдал ба бутлагдсан хүдрийн мөхлөгийн бүтцийг планометрийн аргаар хэмжиж буйг 12 дугаар зургийн а, б-д үзүүлэв.



12-р зураг. а. Тэсэлгээний блокийн ерөнхий байдал



12-р зураг. 6. Бутлагдсан хүдрийн мөхлөгийн бүтцийг
планометрийн аргаар хэмжиж буй байдал

Туршилтын тэсэлгээгээр бутлагдсан хүдрийн мөхлөгийн бүтцийг планометрийн аргаар хэмжиж үр дүнг 2-р хүснэгтээр үзүүлэв.

2-р хүснэгт

Тэсэлгээгээр бутлагдсан хүдрийн мөхлөгийн бүтэц

Он, сар	Блок түвшин	Фракцийн гарц (%), мөхлөгийн хэмжээ (мм)							d _д , мм
		0-100	101-200	201-300	301-400	401-500	501-600	>600	
2015. 06.19	55422 1370	46,65	20,0	15,0	13,75	4,6	-	-	160

Бутлагдсан хүдрийн мөхлөгийн бүтцийн байдлыг үзэхэд 100мм-ээс бага хэмжээ бүхий фракц 46,65% байхад 101-400мм-ийн хүдэр 48,75%, харин 401мм-ээс дээш хэмжээтэй нь 4,6%-ийг тус тус эзэлж бутлалтын дундаж хэмжээ160мм байна. Энэ бүхэн нь уурхайн ачих, тээвэрлэх, баяжуулах технологийн процесст хэвийн нөлөө үзүүлнэ.

Сүүлийн 5 жилд хүдрийн ил уурхайд тэсэлгээний 16,0 метрээс дээш гүнтэй өрөмдсөн нийт цооногоос хуурай цооногийн эзлэх хувийг гарган 3-р хүснэгтээр харуулав.

3-р хүснэгт

Хуурай цооногийн эзлэх хувь

№	Үзүүлэлт	2013 он	2014 он	2015 он	2016 он	2017 он	Дундаж үзүүлэлт
1.	Нийт цооногийн тоо, ш	21515	21839	27034	27144	33235	26153
2.	Хуурай цооногийн тоо, ш	3927	6570	7510	6195	5258	5892
3.	Эзлэх хувь,%	18.2	30	27.7	22.8	15.8	22.5

Дээрх хүснэгтээс харахад 5 жилийн судалгаагаар жилд дунджаар 5892 цооног хуурай байгаа ба уурхайн цооног дахь усжилтын түвшин 78% байгаа тул усанд тэсвэртэй эмульсийн тэсрэх бодисоор, 22% нь хуурай учир энгийн тэсрэх бодисоор цэнэглэсэн судалгаа гарч байна. Уурхайн хил хязгаар тэлэх, төвийн ордын дээд түвшингүүдэд ус багатай хуурай цооног нэмэгдэх хандлага гарч байна.

Цаашид уулын цул олборлох ажил нэмэгдэх, уурхайн гүнзгийрэлт явагдах хэдий ч уурхайн дээд түвшингүүдэд хуурай цооногийн эзлэх хувь 15- 20%-д байхаар байна. Энэ нь жил бүр дунджаар 2000-2500 тонн энгийн тэсрэх бодис хэрэглэх хэрэгцээ байгааг харуулж байна.

2016 оны 5-р сараас 500 ширхэг агаарын зайн тулгуурыг хүдрийн ил уурхайн тэсэлгээний ажилд хэрэглэж нэвтрүүлсэн үр дүнг авч үзье.

2016 оны 05-р сарын 16-наас 2017 оны 01-р сарын 06 ний хооронд нийт 7 блоккийн 489 хуурай цооногт хийсэн өрөмдлөгийн ажлын үзүүлэлтийг 4-р хүснэгтээр үзүүлэв.

4-р хүснэгт

Өрөмдлөгийн ажлын үзүүлэлтүүд

Он сар, өдөр	Блок ¹	Түвшин, м	Хатуулаг	Цооногийн тор, м	Цооногийн дундаж гүн, м	Цооног-ийн тоо, ш
27.05.16	40408	1340	XIII	8,5*8,5	17,6	57
03.06.16	40409	1340	XIII	8,5*8,5	17,1	54
10.06.16	45532	1445	XIII	8,5*8,5	16,3	80
08.07.16	55452	1355	XIV	8.0*8.0	18,0	60
16.12.16	45542	1445	XIV	7,5*8.0	15,9	80
23.12.16	30534	1430	XIII	8.0*8.5	17,6	60
06.01.17	30536	1430	XV	7.0*7.0	16,4	98
Нийт					16,9	489

Тулгуурыг цооногийн илүү өрөмдлөгийн хэмжээнд байрлуулан таглаж үлдсэн зайд завсрын тэслүүрийг бэлтгэн байрлуулж цэнэгийг 75 кг-аар багасган цэнэглэж, түгжээс хийсэн. Тулгуур доош суух болон гэмтсэн зүйл гараагүй. Тэсэлгээний цооногийн агаарын зайн тулгуурыг хэрэглэн энгийн тэсрэх бодисын хувийн зарцуулалтыг бууруулсан үр дүнг 5-р хүснэгтээр харуулав.

5-р хүснэгт

Тэсэлгээний цооногийн агаарын зайн тулгуурыг хэрэглэн энгийн тэсрэх бодисын хувийн зарцуулалт

Он сар, өдөр	Блок ¹	Тулгуурын тоо, ш	ТБ-ын хувийн зарцуулалт, кг/м³/төслөөр	ТБ-ын хувийн зарцуулалт, кг/м³/бодит	Хэмнэсэн ТБ-ын хэмжээ, кг
27.05.16	40408	54	0,45	0,36	4050
03.06.16	40409	54	0,49	0,36	4050
10.06.16	45532	80	0,49	0,41	6000
08.07.16	55452	60	0,51	0,45	4500
16.12.16	45542	80	0,52	0,43	6000
23.12.16	30534	60	0,51	0,43	4500
06.01.17	30536	98	0,57	0,50	7350
Нийт		486	0,505	0,428	36675

Хүснэгтээс харахад ТБ-ын хувийн зарцуулалт чулуулгийн хатуулгаас хамааран тооцоогоор 0,45-0,57 кг/м³ байгаа бол тулгуур хэрэглэснээр ТБ-ын хувийн зарцуулалт нь 0,36-0,50 кг/м³ болж, тэсрэх бодисын хувийн зарцуулалт 15.2 хувиар буурч **36675** кг энгийн тэсрэх бодис хэмнэсэн байна.

1445 м түвшний ¹45542, 1430 м түвшний ¹30534,30536 тоот блокууд дээр экскаваторын ачилтын дараа мөргөцгийн улны түвшин маркшейдрийн хэмжилтээр 1444.6 метр, 1430.4 м, 1430.3 м болж-0.3+0.4метр буюу хэвийн түвшинд байна.

Тэсэлгээний цооногт агаарын зайн тулгуур хэрэглэснээр гарах эдийн засгийн үр ашиг.

Нэг тонн энгийн тэсрэх бодисын өөрийн өртөгийг материал, тээврийн хэрэгслийн болон ажиллагсдын цалин хөлсийг тооцож 6-р хүснэгтээр үзүүлэв.

6-р хүснэгт

Нэг тонн энгийн тэсрэх бодисын өөрийн өртөг

Материалын зардал					
¹	Нэр төрөл	хэмжих нэгж	тоо хэмжээ	нэгж үнэ, төг	нийт үнэ, төг
1	Сэвсгэржүүлсэн азотын бордоо	кг	940	1091.54	1026047
2	Дизелийн түлш	кг	60	2085.72	125143
	Нийт дүн				1151190
20 тонн энгийн ТБ үйлдвэрлэх цалингийн зардал, төг					
¹	мэргэжил	хүний тоо	ажил. цаг	төг/цаг	нийт
1	Тэсэлгээчин VI зэрэг	1	8	11686.39	93491.1
2	Ачигч	2	4	8320.2	66561.6
3	Авто ачигчийн жолооч	1	4	8320.2	33280.9
	Нийт				193333.6
	1 тн ЭТБ үйлдвэрлэх, цэнэглэх цалингийн зардал, төг				9667
20 тонн тээвэрлэж, цооног цэнэглэх тээврийн хэрэгслийн зардал, төг					

1	Нэр төрөл	хэмжих нэгж	ажил цаг	үнэ, төг	нийт, төг
1	Белаз	маш/цаг	8	141517	1132136
	1 тн ЭТБ тээвэрлэж, цооног цэнэглэх тээврийн хэрэгслийн зардал, төг				56607
	1 тн ЭТБ – оор цооног цэнэглэх өөрийн өртөг, төг				1217464

Бидний боловсруулсан агаарын зай үүсгэх хуванцар тулгуурыг зохицсон тодорхой нөхцөлд хэрэглэснээр дараах эдийн засгийн үр ашиг гаргах боломжтой.

1. Нэг жилд хэмнэх энгийн тэсрэх бодисын хэмжээ:

$$Q = N Q_{\text{ТБ}} = 5892 \cdot 75 = 441900 \text{ кг}$$

Үүнд: N-хуурай цооногийн тоо, ш

$Q_{\text{ТБ-1}}$ цооногт агаарын зайн тулгуур хэрэглэхэд хэмнэгдэх энгийн ТБ-ын хэмжээ, кг

2. Тэсэлгээний цооногийн агаарын зайн тулгуурын зардал:

$$З = N Y_{\text{АТ}} = 5892 \cdot 22050 = 129918.6 \text{ мян.төг,}$$

Үүнд: $Y_{\text{АТ}}$ -1 агаарын зайн тулгуурын үнэ, 22050 төг (үйлдвэрлэгчийн үнэ)

Хэмнэсэн ТБ-ын үнэ өртөг:

$$\mathcal{E} = Q \cdot \mathcal{E}_{\text{ТБ}} = 441.9 \cdot 1217464 = 537997.3 \text{ мян.төг}$$

Үүнд: $\mathcal{E}_{\text{ТБ}}$ - 1 тонн энгийн тэсрэх бодисын өөрийн өртөг, төг

Цэвэр эдийн засгийн үр ашиг:

$$\mathcal{E}_{\text{У.Т}} = \mathcal{E} - З = 537997.3 - 129918.6 = 408078.7 \text{ мян.төг}$$

ДҮГНЭЛТ

Агаарын зайн тулгуурыг цооногийн гүний илүү өрөмдлөгийн хэмжээнд байрлуулснаар үүсэх вакум орчин нь цэнэгийн тэсрэлтийн процесс тэсэлгээний ажилд дараах эерэг нөлөө үзүүлнэ.

- Тэсэлгээнээс үүсэх чичирхийллийн нөлөө 10-30 хувиар багасаж, 1 м^3 уулын цулд ноогдох тэсрэх бодисын хэмжээг 15,2 – 16,5 хувиар хэмнэн, дараагийн шинэ түвшинд тэсрэлтээс үүсэх ан цав, хагарал багасан, энэ нь цооног өрөмдөхөд нурахгүй, талбай бэлдэхэд хялбар, зардал бага болохын хамт, тэсрэлтийн үед байгаль орчинд сөрөг нөлөө үзүүлэхгүй.
- Тэсэлгээний дараа үүсэх чулуулгийн бутлагдлын хэмжээ ба мөхлөг нь технологийн шаардлагыг хангаж, экскаваторын түвшингийн ул авалт зохих хэмжээндээ байж хуванцар материал нь мөргөцгийн олборлолтод илрээгүй бүрэн шатсан зэрэг үзүүлэлтүүд нь үйлдвэрлэлийн туршилт судалгаа, хэмжилтийн үр дүнгээр батлагдсан.
- Агаарын зай үүсгэх хуванцар тулгуурыг үйлдвэрийн хаягдал нийлэг материал ашиглан өвөрмөц хийц загвар технологийн энгийн шийдэлтэй боловсруулж үйлдвэрлэн хэрэглэж буй нь импорт орлох бүтээгдэхүүн болох ба жил бүр дунджаар 400-450 тонн энгийн ТБ хэмнэж, 400 гаруй сая төгрөгийн эдийн засгийн цэвэр ашигтай ажиллах боломж бүрдэж байна.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1]. Мельников Н.В., Марченко Л.Н. Энергия взрыва и конструкция заряда. М., Недра, 1964.
- [2]. Барон В.Л., Кантор В.Х. Техника технологии взрывных работ в США. Москва, Недра, 1989.
- [3]. Gour C. Sen Blasting technology. Unsw press. 1995.
- [4]. Лайхансүрэн Б. Тэсэлгээний онол, практик. УБ. 2010
- [5]. Эрдэнэтийн ордын хүдэр, чулуулгийн бат, бэх, бутлагдах шинж чанарын судалгаа Улаанбаатар, Ажлын тайлан. 2010
- [6]. Д.Нямдорж., Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн тэсэлгээний ажлын технологийн судалгаа, параметрийн оновчлол, Докторын зэрэг горилсон нэг сэдэвт зохиол. 2004

МӨНГӨН-ӨНДӨРИЙН ХОЛИМОГ МЕТАЛЛЫН ДАЛД УУРХАЙГ АГААРЖУУЛАХ СХЕМИЙН СОНГОЛТ, ТООЦООНЫ АСУУДАЛД

Ц.Уугангэрэл (магистр)*, А.Цэрэнням†, М.Эрхэмбаяр*, Н.Пүрэвдаш*

* , † , * , * “Ляпислазурь-Эрдэнэ” ХХК, Улаанбаатар хот, Монгол улс

Хураангуй-Монгол улсын хамгийн эрчимтэй хөгжиж буй салбаруудын нэг нь уул уурхайн салбар бөгөөд сүүлийн жилүүдэд ашигт малтмалын ордуудыг далд уурхайн аргаар ашиглах хандлага нэмэгдэж байна. Уул уурхайн зураг төсөл боловсруулах явцад уул-геологи, уул-техникийн энгийн нөхцөлтэй бага гүнд орших ордуудын тоо багасч харьцангуй гүнд орших, төвөгтэй геологийн тогтоц бүхий ордуудыг ашиглах шаардлага үүсэж байгаа нь харагдаж байна. Ийм төрлийн ордуудын нэг нь Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр сумын нутагт орших Мөнгөн-Өндөрийн мөнгө-холимог металлын орд юм. Мөнгөн-Өндөрийн мөнгө-холимог металлын ордыг ашиглах далд уурхайн агааржуулалтын тооцоо, агааржуулалтын схем, хэрэглэгдэх тоног төхөөрөмжүүдийн тооцоо, сонголт зэргийг хийж гүйцэтгэв.

Түлхүүр үг: Уурхайн агааржуулалт, Агааржуулалтын ерөнхий схем, Агааржуулалтын сэнс

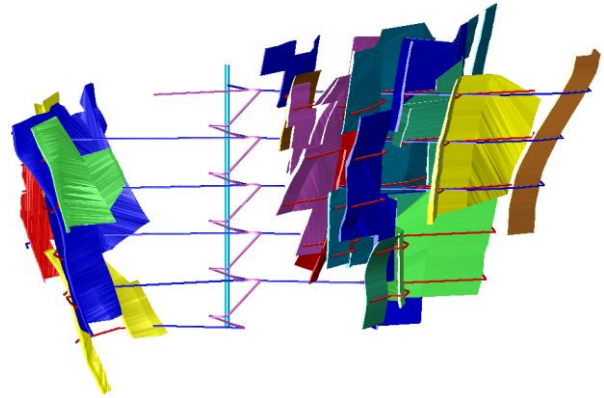
I. ОРШИЛ

Мөнгөн-Өндөрийн мөнгө-холимог металлын орд нь Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр сумын нутагт Улаанбаатар хотоос зүүн урагш 310 км, Хэнтий аймгийн төвөөс хойд зүгт 80 км Өмнөдэлгэр сумын төвөөс зүүн урагш 30 км зайд оршино.

Ордын хүдрийн биетийн геологийн тогтоц: Мөнгөн-Өндөрийн мөнгө холимог металлын орд нь Өндөр цагааны бүнхэр структурын урд хэсэгт Царгийн гол формацийн терриген чулуулаг дахь баруун хойш ба уртрагийн дагуу чиглэлтэй хагарлын бүсүүдэд үүссэн плутоноген гидротермал үүсэлтэй мөнгө холимог металлын судлын төрөлд хамаарна. Мөнгөн-Өндөрийн хүдрийн талбайн хэмжээнд 24 хүдрийн биетүүдийг агуулсан хүдэржилтийн 3 бүс тогтоогдсон байдаг. Эдгээр гурван хүдэржилтийн бүсээс баруун хүдэржилтийн бүсийн нөөц таамаг Р зэргээр, I ба III хүдэржилтийн бүсийн нөөц В болон С зэргээр батлагдсан тул Мөнгөн-Өндөрийн мөнгө-холимог металлын ордыг ашиглах ТЭЗҮ-ийг I ба III хүдрийн биетийг далд уурхайн аргаар ашиглахаар боловсруулсан.

Далд уурхайг шпурын ба цооногийн цэнэгийн аргаар хоршоолон нураах ашиглалтын системээр ашиглана. Уурхайн өрөмдлөгийн ажлыг УТ-28 маркийн хийн ажиллагаатай гар өрмийн машин, НКР-100МА маркийн хийн ажиллагаатай суурин өрмийн машин, НFG-19J маркийн хийн ажиллагаатай өрмийн машинуудаар гүйцэтгэн. Нураагдсан хүдэр ба малталт нэвтрэлтийн ажлаас гарах хоосон чулуулгийг УВО-0.8 маркийн тэргэнцэр, Z-17AW маркийн цахилгаан хөдөлгүүр бүхий ачигч машин, ХУWJ-1 маркийн дизель хөдөлгүүр бүхий ачигч машин, JKQ-10 маркийн дизель хөдөлгүүр бүхий автосамосвалын хослолуудаар тээвэрлэнэ. Дээрх тоног төхөөрөмжүүдээс дизель хөдөлгүүр бүхий JKQ-

10 маркийн автосамосвал, ХУWJ-1 маркийн ачигч машинууд нь зөвхөн налуу гол аманд ажиллана.



Зураг-1. Ордын 3-н хэмжээст зураг

II. АГААРЖУУЛАХ АРГЫН СОНГОЛТ, СХЕМ

Агааржуулах схем ба агааржуулах аргын сонголт: Тус ордыг нээх зарчим, хүдрийг олборлох ашиглалтын систем зэргээс хамааруулж малталтаар агааржуулахаар I ба III хүдэржилтийн бүсийн дунд нурлын бүсийн хүрээний гадна X-5301340.8, Y-439316.7, Z=1572 м-ийн солбицлоос 277 м гүн 9.1 м² хөндлөн огтлолын талбайтайгаар агааржуулалтын босоо гол ам нэвтэрнэ.

Агааржуулалтын тооцоог анхнаасаа ордыг нээх арга, схем ашиглалтын систем, малталт нэвтрэх арга ажиллагааны онцлог зэрэгтэй нягт уялдуулан авч үзнэ. Агааржуулалтын төслийг 2 үе шаттай хэрэгжүүлнэ.

- Мухар малталтыг агааржуулах тооцоо
- Уурхайн ерөнхий агааржуулалтын тооцоо

Далд уурхайг агааржуулахын тулд шаардлагатай цэвэр агаарын хэмжээг тодорхойлох хэрэгтэй. Уурхайг агааржуулахад шаардагдах агаарын хэмжээг дараах хүчин зүйлүүдээс хамааруулан тооцно.

- Тэсэлгээний ажлаас гарах хорт хийн хэмжээгээр (тооцоонд нэг мөргөцгийг тэслэхэд тэсрэх бодисын хэмжээгээр болон малталтын хамгийн их уртад)

$$Q_{тб} = \frac{21.4}{t} \times \sqrt{A \times M}, \text{ м}^3/\text{сек} \quad (1)$$

Энд: t – Агааржуулах хугацаа /30 мин/,

A – Тэсрэх материалын зарцуулалт,

M – Агааржуулах малталтын эзлэхүүн,

- Агаарын урсгалын хамгийн бага хурдаар (тоосжилтоор)

$$Q_n = \sum_1^n S \times V \times Z, \text{ м}^3/\text{сек} \quad (2)$$

Энд: $\sum_1^n S$ – Үндсэн болон бэлтгэл малталтуудын хөндлөн огтлолын талбайн нийлбэр

V – Малталтаар өнгөрөх цэвэр агаарын урсгалын хурд $V=0.25$ м/сек/,
 Z – Нөөцийн итгэлцүүр $Z=1.3$ /

- Далд уурхайд ажиллах хамгийн их хүний тоо буюу нэгж хугацаанд ажиллах хүний тоогоор
 $Q = N \times g \times Z, \text{м}^3/\text{сек}$ (3)

Энд: Q –Шаардлагатай агаарын хэмжээ, м³/мин
 N –Далд уурхайд нэгэн зэрэг ажиллах хамгийн их хүний тоо 60 хүн,

g - Нэг хүнд шаардлагатай цэвэр агаарын хэмжээ,

Z – Цэвэр агаарын алдагдлын итгэлцүүр,

- Өөрөө явагч техникүүдийн дизель хөдөлгүүрээс ялгарах хорт хийн хэмжээгээр
 $Q_{\text{ө.я}} = g \times \sum_{i=1}^n N \times k_{\text{о}}, \text{м}^3/\text{сек}$ (4)

Энд: g – Дизель хөдөлгүүрийн чадлын нэг морины хүчинд харгалзан өгөх цэвэр агаар өгөлтийн норм ($g=5$ м³/мин)

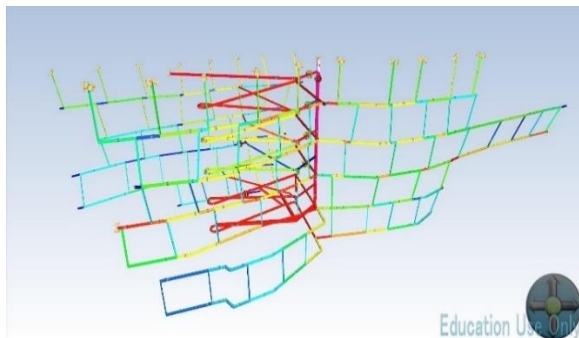
N –Дизель хөдөлгүүрийн чадал, м.х (ХУWJ-1 маркийн утгуурт ачигчийн хөдөлгүүрийн чадал $N=75$, JKQ-10 маркийн автосамсвалын хөдөлгүүрийн чадал $N=135$)

$K_{\text{о}}$ - Машиныудын нэгэн зэрэг ажиллах нөхцөлийг тооцох итгэлцүүр (0.7)

- Мухар малталтыг агааржуулах үед мөргөцөг орчмын орон зайд хангалттай агаар очиж байхын тулд агаар дамжуулах хоолойн төгсгөл мөргөцгөөс дараах зайнд байрласан байх ёстой.

$$L \leq 4 \times \sqrt{S} \quad (5)$$

Энд: S – Малталтын хөндлөн огтлолын талбай,



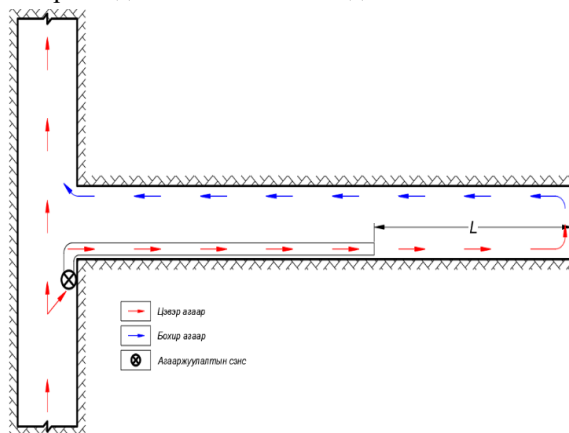
Зураг-2. Вентсим программын үр дүн

1-Р ХҮСНЭГТ ШААРДЛАГАТАЙ АГААРЫН ХЭМЖЭЭ

№	Малталтын нэр	Шаардлагатай агаарын хэмжээ, м ³ /сек	L, м
Тэсэлгээний ажлаас гарах хорт хийн хэмжээгээр			
1	Босоо гол ам	3.5	12
2	Налуу гол ам	10.5	12
3	Штрек	9.2	10
Агаарын урсгалын хамгийн бага хурдаар			
1	Босоо гол ам	3.1	12
2	Налуу гол ам	3.6	12
3	Штрек	7.3	10
Уурхайд ажиллах хамгийн их хүний тоогоор			
1	Штрек	7.8	10
Өөрөө явагч техникүүдийн дизель хөдөлгүүрээс ялгарах хорт хийн хэмжээгээр			

1	Налуу гол ам /малталт нэвтрэлтийн үед /	20.1	12
2	Налуу гол ам /хүдэр тээвэрлэлтийн үед/	28	12

Мухар малталтыг агааржуулах тооцоо:
 Зохиомол агааржуулалтын схемийн үед мухар малталтыг агааржуулах ажиллагаа байран агааржуулалтын сэнсний тусламжтайгаар явагддаг. Мухар малталтыг агааржуулахад шахах арга нь илүү дэлгэрсэн байдаг. Энэ аргыг хэрэглэх үед агаар дамжуулах хоолойноос ихээхэн хурдтай очиж байгаа цэвэр агаар нь мөргөцөг орчмын агаарыг идэвхитэй сэлгэж байдаг.



Зураг-3. Мухар малталтыг агааржуулах схем

Дээрх тооцооноос үзэхэд налуу гол ам нэвтрэлтийн ажлын явцад шаардагдах агаарын хэмжээ хамгийн их байгаа тул түүнийг хангах хүчин чадал бүхий агааржуулалтын сэнсийг сонгон авна. Агааржуулалтын сэнсний хүчин чадал нь дараах нөхцөлийг хангаж байх шаардлагатай юм.

$$Q_{\text{м}} = K_{\text{а}} \times Q_{\text{т}} = 1.3 \times 20.1 = 26.1 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Энд: $Q_{\text{м}}$ - Далд уурхайд шаардлагатай нийт цэвэр агаарын хэмжээ

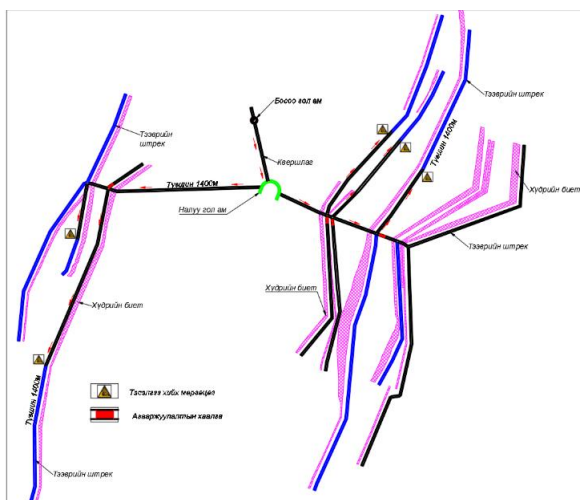
$K_{\text{а}}$ - Цэвэр агаарын урсгалын дотоод алдагдлыг тооцсон итгэлцүүр

$Q_{\text{т}}$ - Өөрөө явагч техникийн хэрэгслээс гарах хорт хийн хэмжээ

2-Р ХҮСНЭГТ ВОД-11П МАРКИЙН СЭНСНИЙ ТЕХНИКИЙН ҮЗҮҮЛЭЛТ

№	Үзүүлэлтүүд	Х.Н	ВОД-11П
1	Өгөлт	м ³ /сек	6-33
2	Даралт	мПа	110
3	Статистик АУК	%	0.81
4	Ажлын дугуйны диаметр	мм	1100
5	Ажлын дугуйны эргэлтийн давтамж	мин ⁻¹	500
6	Урт	мм	6140
7	Өргөн	мм	1870
8	Өндөр	мм	1860
9	Хүчдэл	В	6000





Зураг-4. Ашиглалтын 1400-р түвшин дэх агааржуулалтын
схем

3-р хүснэгт
ВОД-30 МАРКИЙН СЭНСНИЙ ТЕХНИКИЙН
ҮЗҮҮЛЭЛТ

№	Үзүүлэлтүүд	Х.Н	ВОД-30
1	Өгөлт	м ³ /сек	120
2	Даралт	мПа	240
3	Статистик АҮК	%	0.82
4	Ажлын дугуйны диаметр	мм	1100
5	Ажлын дугуйны эргэлтийн давтамж	мин ⁻¹	500
6	Урт	мм	1910
7	Өргөн	мм	4500
8	Өндөр	мм	4550
9	Хүчдэл	В	6000



ДҮГНЭЛТ

1. Далд уурхайн агааржуулалтын тооцоог зөв хийж гүйцэтгэснээр газрын доор ажиллах хүн, тоног төхөөрөмж зэргийн ажлын байран дээрх хөдөлмөрийн аюулгүй байдлыг ханган ажиллах хамгийн том нөхцөл болно.
2. Мөнгөн-Өндөрийн далд уурхайн агааржуулалтын босоо амыг 2 хүдрийн биетийн дунд нурлын бүсийн гадна байрлуулахаар төлөвлөсөн нь хөрөнгө оруулалт, цаг хугацаа хэмнэсэн давуу талтай юм.
3. Төсөл хэрэгжүүлэгч аж ахуй нэгж цаашид агааржуулалтын орчин үеийн технологи, программ хангамж (Ventsim)-ийг ашигласнаар гарч болзошгүй эрсдэл, хөрөнгө оруулалтын зардал нэмэгдэх зэргээс урьдчилан сэргийлнэ.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. Авдай Ч., Энхтуяа Д., “Судалгаа шинжилгээний ажил гүйцэтгэх аргазүй” УБ.: 2010.
- [2]. Дүүжий Ч., Цэцгээ Д., “Уурхайн агааржуулалтын төслийн тооцооны үндэс” УБ.: 2018.
- [3]. “Ляпислазурь Эрдэнэ” ХХК-д боловсруулан “Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр сумын нутагт орших Мөнгөн Өндөрийн холимог металлын ордыг далд уурхайн аргаар ашиглах ТЭЗҮ” УБ.: 2019.
- [4]. Лайхансүрэн Б., Пүрэв Л., бусад. “Инженерийн лавлах 6” УБ.: 2007.
- [5]. Пүрэв Л., Жаргалсайхан Х., “Далд уурхайн малталт нэвтрэлт, бэхлэгээ” УБ.: 2001.
- [6]. Пүрэв Л., Цэдэндорж С., бусад. “Далд уурхайн тоног төхөөрөмжийн лавлах” УБ.: 2007.
- [7]. Цэдэндорж С., Улаанбаатар Б., “Судалгааны ажил /гарын авлага/” УБ.: 2011.
- [8]. Цэдэндорж С., Улаанбаатар Б., “Эрдэм шинжилгээний 39-р бага хурлын илтгэл, өгүүллийн эмхэтгэл” УБ.: 2011.
- [9]. Цэдэндорж С., Бямба-Юу Ж., “Уул уурхайн үйлдвэрийн техник-эдийн засгийн шинжилгээ” УБ.: 2009.
- [10]. Цахим эх сурвалжууд:

www.legalinfo.mn

www.mrpam.gov.mn

www.mmhi.gov.mn

www.1212.mn

www.indmin.com

www.usgs.gov

ҮҮСМЭЛ ШОРООН ОРДЫН АЛТНЫ ТЕХНОЛОГИЙН ШИНЖ ЧАНАРЫГ СУДЛАХ АСУУДАЛД

С.Энхцацрал

ШУТИС, ГУУС, Уурхайн технологийн салбар, Монгол улс

Хураангуй: Манай орны хувьд алтны үүсмэл шороон ордыг голчлон гравитацийн аргаар дахин баяжуулан олборлож байгаа тул түүний үр өгөөж нь бага байгаа ба түүний экологи, эдийн засгийн үр ашгийг нэмэгдүүлэх боломжийн талаар багагүй судалгаа хийж ирсэн бөгөөд үр ашгийг нэмэгдүүлэх бас нэг боломж нь үүсмэл алтны шинж чанарыг нарийвчлан судласны үндсэн дээр баяжуулалтын дэвшилтэт арга, аргачлалыг нэвтрүүлэх боломж байна гэж үзэж, энэ талаар ОХУ-д хийсэн судалгаа, тодорхойлсон үзүүлэлтүүдээр мэдээлэл өгөхөд энэхүү ажлын зорилго оршиж байгаа болно. Шороон ордын хаягдалд үүссэн үүсмэл алтны шинж чанарыг судлан, ямар шалтгааны улмаас алт хаягдаж байгаа шалтгааныг тогтоож, дараагийн дэвшилтэт арга, технологийг сонгох нь чухал юм байна гэсэн дүгнэлтэнд хүрсэн болно.

Түлхүүр үг: үнэт метал, соронзон чанар, нягт, бүхэллэг, ширхэглэл, сорьц

Үүсмэл шороон орд гэж байгалийн анхдагч шороон орд олборлолтонд өртөж, ашигт эрдсийн ихэнхийг олборлосон боловч технологийн түвшнээс хамаарч ашигт эрдсийг бүрэн авч чадаагүй, үлдсэн ядуу агуулгатай ордыг нэрлэнэ. Үүсмэл (техноген) ордын ашигт эрдсийн агуулга ба түүний тархалтын зүй тогтол нь байгальд үүссэн анхдагч шороон ордыг бүрэн олборлож, хөрс ба ашигт эрдсийн ядуу агуулгатай элсийг тусад нь овоолго хийж орхисон эсвэл ордын тодорхой хэсэг ашиглалтанд өртөж, зарим хэсэг нь байгалийн анхдагч төрхөөр үлдсэн, мөн байгалийн анхдагч төрхөөр үлдсэн хэсэг нь хөрс, элсний овоолгоор дарагдсан байдалтай оршино [1].

Шороон ордыг тэжээгч үндсэн эх үүсвэрийн орон зайн байршил болон үүсч бүрэлдсэн нөхцөлтэй нь харьцуулж, гарал үүслийн хувьд ойр зайд зөөгдөж үүссэн шороон орд буюу эх үүсвэртэйгээ гарал үүсэл болон орон зайн нягт холбоотой ордууд ба хол зөөгдсөн, эсвэл дахин хуримтлагдсан шороон ордууд гэж ерөнхийд нь ангилан авч үздэг байна. Мөн үүссэн хугацаагаар нь орчин үеийн ба эртний гэж ангилдаг байна. Эдгээр ерөнхий ангилал нь дотроо хуримтлал, зөөгдлийн үйл явц болон гарал үүслээрээ мөн олон төрөлд хуваагддаг бөгөөд түүнд агуулагдах алтны технологийн шинж чанар нь өөр өөр байдаг тул эдгээр ордын анхлан олборлох явцад үүссэн үүсмэл алтны шороон ордын үүсмэл алтны технологийн шинж чанар, түүнийг баяжуулах арга технологи нь орд бүрд өөр өөр байдаг онцлогтой байна. Манай орны хувьд энэ онцлогийг төдийлөн харгалзаж үзэхгүй дахин угаах аргаар алтны үүсмэл ордыг олборлож байгаа нь учир дутагдалтай байгаа тул үүсмэл алтны технологийн шинж чанарт тулгуурласан дэвшилтэт арга, технологийг судлан нэвтрүүлэхэд анхаарлаа хандуулахыг зөвлөж, үүсмэл ордыг олборлох эдийн засгийн үр

өгөөжийг дээшлүүлэх нэг чухал чиглэл гэж үзэж байгаа болно.

Үүсмэл шороон ордыг алт агуулсан элсний эзлэхүүнээр нь болон алтны нөөцийн хэмжээгээр нь ангилдаг байна. Шороон ордын алт агуулсан элсний эзлэхүүнээр нь болон алтны нөөцийн хэмжээгээр нь ангилсан ангиллыг хүснэгт 1-д харуулав.

1-р хүснэгт.

Үүсмэл шороон ордыг алт агуулсан элсний эзлэхүүнээр нь болон алтны нөөцийн хэмжээгээр нь ангилсан ангилал.

№	Үүсмэл шороон ордын ангилал	Нөөцийн хэмжээ, тонн	Элсний эзлэхүүн, мян.м ³
1	Жижиг орд	0.5	50.0 хүртэл
2	Дунд зэргийн орд	0.5-3.0	50.0-100.0
3	Том орд	3.0-оос дээш	100.0-1000.0
4	Маш том орд	-	1000-аас дээш

Алтны шороон ордыг олборлосон анхдагч баяжуулалтын үеийн алтны хаягдлын гол шалтгаан юу болохыг олж тогтоох, илүү үр ашигтай баяжуулалтын аргуудыг сонгон авахын тулд үүсмэл ордын алтны шинж чанарыг нарийвчлан судлах шаардлагатай юм.

Овоолгод агуулагдах техноген алтыг үр ашигтай олборлох нь баяжуулалтын технологийн шинж чанарын чухал үзүүлэлтүүд болох хэлбэр, морфологийн бүтэц, найрлагын төлөв, үе шатны байдал (фазовый состав), шингэний мөхөллөгийн хэмжээ, соронзон шинж чанар гэх мэт үзүүлэлтүүдийг нарийвчлан тогтоосны үндсэн дээр дахин баяжуулалтын арга, технологи, тоног төхөөрөмжийг тодорхойлох шаардлагатай болох нь ОХУ-ын үүсмэл ордуудыг олборлож ирсэн туршлагаас тодорхой харагдаж байгаа тул тэнд хийгдсэн зарим судалгааны үр дүнгээс та бүхэнд толилуулж байгаа болно.

Үүсмэл ордын алтны технологийн шинж чанарын гол үзүүлэлтүүдийг авч үзье:

Алтны хэлбэр, хэмжээ: Алтны ширхэглэлийн хөндлөн огтлолын хэмжээг түүний зузаанд харьцуулсан харьцаа Ky буюу нягтруулалтын зэргээр тодорхойлсон үзүүлэлтийг ОХУ-д ашиглаж байна. Алт нь ижил хэмжээтэй, тэгшхэмтэй үед $Ky=1.0-1.5$, ялтсан үед $1.5 < Ky < 4$, ялтаслаг үед $Ky=4.0-10.0$, хайрслал үед $Ky > 10.0$ байна. Ялтсан-хайрслал $0.5-0.16$ мм-ийн ширхэглэлтэй алт нь тэгшхэмтэй-ялтсан алтнаас дундаж жин нь $2.0-2.2$ дахин бага жинтэй байдаг болохыг тогтоосон байна.

Алтны үүсмэл ордын алтыг мөхлөгийн хэлбэрээр нь манай эрдэмтэд: Зөв бөөрөнхийдүү, Зөв биш, Хумигдсэн, Сунасан, Хавтгай, ялтаслаг гэж ангилан үздэг байна [1].

ОХУ-д алтны шороон ордын алтны мөхлөгийн ангиллыг хүснэгт 2-т үзүүлэв.

2-р хүснэгт

ОХУ-д алтны шороон ордын алтны мөхлөгийн ангилал.

№	Ангилал	Мөхлөгийн хэмжээ, мм
1	Тоосонцор алт	0.05 мм-ээс бага
2	Нарийн ширхэгтэй алт	0.05-0.1
3	Маш жижиг ширхэгтэй алт	0.1-0.25
4	Жижиг ширхэгтэй алт	0.25-1.0
5	Дунд зэргийн ширхэгтэй алт	1.0-2.0
6	Том ширхэгтэй алт	2.0-4.0
7	Маш том ширхэгтэй алт	4 мм-ээс дээш

Үеллийн бүрдэл: Үүсмэл ордын алт нь дараах үеллийн бүрдэлтэйгээр тохиолддог байна. Үүнд: Чөлөөт, бусад эрдсүүдтэй барьцалдсан, исэлдсэн бүрхүүлтэй (цамцанд, зэвтэй г.м.), сульфид болон силикатад, шингээгчдэд (нүүрс, давирхайд), технологийн нэгдэлд (агрегацид) оршин байдаг байна.

ОХУ-ын Якутын алтны шороон ордын баяжуулах үйлдвэрийн 6 жилийн үйл ажиллагааны явцад хуримтлагдсан хаягдлын овоолгын алтны үеллийн бүрдлийг авч үзэхэд нийт алтны 36% нь силикатад, 7% нь сульфидад, 16% нь исэлдсэн бүрхүүлтэй, 22% нь чөлөөт байдлаар, бусад хувь нь эрдсүүдтэй барьцалдсан хэлбэрээр хуримтлагдсан байна.

Гэх мэтчилэн үүсмэл ордын алт нь янз бүрийн төлөв байдалд болон үеллийн бүрдэлд байдаг байна. Үндсэндээ аллювиальный шороон ордыг олборлосон овоолгод чөлөөт хэлбэрийн алтны эзлэх хувь хэмжээ өндөр байдаг нь гол анхаарлыг татаж байгаа болно.

Бүхэллэгийн бүтэц: Алтны шороон ордын овоолгын элсэн дэх үүсмэл алтны бүхэллэг нь ихэвчлэн нарийн ширхэгтэй байдаг байна. Шороон ордын эфелийн овоолгын 0.6 мм-ийн мөхлөгтэй алтны агуулга үндсэн жингийн ихэнх хэсгийг эзэлдэг байна.

Нягт: Химийн цэвэр алтны нягт 20°C-д 19.72 г/см³, байгалийн цул алтны сорьц нь 700-800-ын хооронд хэлбэлзэж байхад нягт нь 16.95-19.53 г/см³ байдаг байна. Якутын ордын нүх сүвэрхэг алтны нягтыг усан тэнцлэгт хэмжих замаар тодорхойлсон байна. Нягтыг тодорхойлсон үр дүнг хүснэгт 3-т үзүүлэв.

3-р хүснэгт

Якутын нүх сүвэрхэг алтны нягтын хэмжээ.

№	Алтны жин, мг		Усаар зайлуулагдсан эзлэхүүн, V.10 ³ см ³ .	Алтны нягт, г/см ³
	Хуурай	Усан орчинд		
1	251.5	223.6	27.9	9.01
2	243.5	216.0	27.5	8.85
3	251.0	223.6	27.4	9.16

Хүснэгтээс харахад энэ мэтчилэн байгалийн цул алтны нягтийг тодорхойлох ба дотоод нүх сүвийн бүтцээс шалтгаалан нягтын хэмжээ нь харьцангуй бага байдаг байна. Ер байгалийн цул алтны

харьцангуй нягт нь их биш, механик бат бэх нь өндөр биш байдаг тул баяжуулалтын тусгай аргуудыг шаарддаг онцлогтой байна.

Шингэний бүхэллэг. (гидравлическая крупность) Эрдсүүдийн шингэний бүхэллэг нь гравитацийн аргаар баяжуулах аргыг сонгоход технологийн үндсэн үзүүлэлт болдог байна. Энэ үзүүлэлтийг эрдсүүдийн нягт, хэлбэр, хэмжээнээс нь хамааруулан тодорхойлдог байна. Шингэний бүхэллэгийг тасалгааны 23.5°C-ийн температурт босоо хэмжээст шилэн хоолойд хийсэн нэрмэл усанд эрдсүүдийн бүхэллэгийн тунах хурдыг хэмжих замаар тодорхойлдог байна. Гарааны болон төгсгөлийн хэсэгт том диаметртай өсгөгч шилийг байрлуулан хэмжилтийг явуулдаг. Эцсийн хурдны хүрэх хязгаарыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$L = \frac{1.8 \cdot v_0^2 \cdot p}{(p-1) \cdot g} \quad (1)$$

Үүнд: v_0^2 – эцсийн хурд, м/с

p – эрдсийн нягт, кг/м³

g – чөлөөт уналтын хурдатгал, м/с²

Соронзон шинж чанар. Алт нь соронзон шинж чанар байхгүй. Зөвхөн төмрийн холц агуулаагүй байгалийн цул алт л соронзон мэдрэх чадваргүй байдаг байна. Харин төмөр агуулсан байгалийн эрдсүүд, төмрийн ислээр гадаргуу нь бүрхэгдсэн эрдсүүд их, бага соронзон шинж чанартай байх нь тодорхой юм.

ОХУ-ын алтны шороон ордуудын байгалийн цул алт нь голчлон 0.28-1.6 %-ийн төмөр агуулсан байдаг байна. Соронзон гарц дахь хүчтэй соронзон фракцийн хэмжээ нь шороон ордод 28.14%, алтны хүдрийн ордод 42.67% хүрч байсныг ОХУ-ийн судлаачид тогтоосон байдаг байна.

ДҮГНЭЛТ

ОХУ-ын Якутын алтны шороон ордод явуулсан туршилт судалгааны үр дүнгээс харахад үүсмэл орд үүсэх үндсэн шалтгаан нь ордын үүсэл, алтны онцлог шинж чанараас хамаардаг болох нь харагдаж байна. Мөн алтны үүсмэл ордын эфелийн овоолго дахь алтны дийлэнх хэсэг нь 0.6 мм-ээс бага нарийн ширхэгтэй бөгөөд чөлөөт хэлбэрийн алт давамгайлдаг нь тогтоогдсон байна.

Иймд тухайн алтны ордын хаягдалд үлдсэн үүсмэл алтны ордын алт нь ямар шинж чанартай болохыг нарийвчлан тогтоож аль давамгайлсан шинж чанарт нь үндэслэсэн баяжуулалтын арга, технологийг хэрэглэн эдийн засгийн үр ашгийг нь дээшлүүлэх боломж байгааг үгүйсгэх аргагүй болох нь харагдаж байна.

АШИГЛАСАН НОМ, ХЭВЛЭЛ

- [1]. Д.Алтанхуяг “Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангиллыг тухайн төрлийн ашигт малтмалд хэрэглэх аргачилсан зөвлөмж”. Улаанбаатар хот 2019 он.
- [2]. Ковлеков И.И., Техногенное золото Якутии. Москва. 2002 г.

ШИВЭЭ-ОВООГИЙН НҮҮРСНИЙ ИЛ УУРХАЙД ҮҮССЭН ХӨРСНИЙ ШИЛЖИЛТ ХӨДӨЛГӨӨНИЙ ҮЕД ҮЙЛДВЭРЛЭЛИЙН ҮЙЛ АЖИЛЛАГААНД АВСАН АРГА ХЭМЖЭЭНИЙ СУДАЛГАА

Б.Эрдэнэбаяр*

Монгол улс, Говьсүмбэр аймгийн Шивээговь сум, Шивээ-Овоо ХК-ийн Технологийн бодлогын хэлтэс

Хураангуй-Шивээ овоогийн хүрэн нүүрсний ил уурхайд 2018 оны 2-р сарын 13-ны өдрөөс эхлэн ажиглалтанд орсон уурхайн гадаад, дотоод овоолгийг хамарсан 61га талбайд гулсалт, шилжилт хөдөлгөөн үүсч тодорхой шугамуудад байнгын ажиглалт, хэмжилтийн үр дүнг боловсруулж мэргэжлийн багтай хамтран судалгаа, шинжилгээний ажлыг хийж гарсан дүгнэлт, зөвлөмжийн дагуу үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагааг хэвийн явуулж байгаа нөхцөл байдал ба цаашид хэрэгжүүлэх ажлуудын цар хүрээ, баримтлалын талаарх бодлогуудын асуудлыг авч үзэв.

I. ОРШИЛ

Шивээ Овоогийн хүрэн нүүрсний ордын Шинэ-усны хэсгийн 4290га талбайд ашиглалтын үйл ажиллагаа явуулж байгаа тус талбай нь 6-9градусын налуутай Х-3 бүлгийн хүрэн нүүрсний ангилалд хамаарагдана. Одоогийн үйл ажиллагаа явуулж буй “Шинэ Усны” хэсэг нь нүүрсний 8 давхаргатай бөгөөд одоогийн байдлаар нүүрсний I, II давхаргаас нийт 20 м зузаан олборлодог ба давхарга хоорондын завсрын хөрс дунджаар 6м, давхаргуудад агуулагч 0.2 – 4.0 м-ийн зузаантай хөрсний үеүдийг ангилан авдаг.

Ил уурхайн ашиглалтанд оруулснаас хойш (1990 - 2019 он) 30-н жилийн хугацаанд 111.88 сая.м³ хөрс хуулж, 32.65 сая.тн нүүрс олборлон, 32.33 сая.тн нүүрс борлуулалт хийж, 3.4 м³/тн хөрс хуулалтын дундаж коэффициенттой ажилласан.

Уурхай 240 га талбайд ашиглалт явуулж 185 га талбайд гадаад овоолго, 55 га талбайд дотоод овоолго байгуулсан. 770 м урт, 3300 м өргөнтэй 113 м гүнтэй ил уурхайн ажлын хажуу 25-45 градус, ажлын бус хажуу руу дотоод овоолгийн хажуугийн өнцөг 21-26 градус байна.

Шивээ-Овоогийн нүүрсний уурхай үүсч байгуулагдсантай зэрэгцэн гүний усны шавхалтын цэвэр усаар “Хаялага” нэртэй нуур байгуулсан. “Хаялага” нуур нь нийт 184,5 га талбайг хамарсан цэнгэг ус бүхий усан санг үүсгээд байна. 1991-2019 оны хооронд гүний цооногийн аргаар 75.8 сая.м³ усыг Олон улсын төмөр замын баруун талд буюу уурхайгаас баруун зүгт 4 км зайд шавхан зайлуулсан. Усан сан буюу хаялгын нуурын хамгийн их гүн 14.39 метр байна.

Уурхай хоногт 12 цагийн үргэлжлэлтэй 2 ээлжээр жилийн 365 хоног тасралтгүй ажилладаг. Тээвэргүй хөрс хуулалт, - автотээвэртэй хөрс хуулалт, нүүрс олборлолт, - авто-конвейерийн хосолсон тээвэртэй мөчлөг-урсгал гэсэн 3 өөр төрлийн технологийг зэрэгцүүлэн хосолсон системээр уурхайн ашиглалтыг явуулж байна.

Тээвэргүй ашиглалтын системийн үндсэн үзүүлэлтүүд нь ахилтын өргөн, хөрсний доголын өндөр, дахин шидэлтийн коэффициент зэрэг үзүүлэлтүүд ордог. Эдгээр үзүүлэлтүүд нь гол

төлөв орд газрын уул-техникийн нөхцөл, тээвэргүй ашиглалтын системд ашиглаж байгаа драглайн экскаваторын техникийн үзүүлэлтүүд болон сонгон авсан ашиглалтын системээс хамаардаг. Дотоод овоолго хийх талбайг бэлтгэх нүүрс олборлох тааламжтай нөхцөлийг бүрдүүлэх зорилгоор ЭШ-25/90, ЭШ-11/70 экскаваторын нэг орлын өргөнийг 70 м-ээр, доголын өндрийг 30 м-ээр тооцож ашиглалт явуулж байна.

Тээвэртэй ашиглалтын системийн хувьд ордын гадаргуугийн ургамлын бүрхэвч бүхий шимт хөрсийг хуулж тусад нь овоолго үүсгэнэ. Үүний дараа дөрөвдөгчийн хурдсыг хуулан гадаад овоолгод тээвэрлэнэ. Дөрөвдөгчийн хурдасны зузаан 3-5 м. Нүүрсний давхаргын хучаас чулуулгийн зузаан, экскаваторын утгалтын хамгийн их өндөр зэргээс хамааран хөрсний догол үүсэх бөгөөд үндсэн чулуулаг болон нүүрсийг утгах экскаваторын параметртэй уялдуулан доголын өндөр 10-15 м, доголын хажуугийн налуу 60-65°, мөргөцгийн налуу 70°, орлын өргөн 23-80 м байхаар мөрдөн ажиллаж байна.

Авто-конвейерийн хосолсон тээвэртэй технологийг хэрэглэхэд зориулж нүүрс тээвэрлэх 2.1 км конвейерийг 2011 онд барьж ашиглалтанд оруулсанаар 3.4 сая.тн нүүрсийг өнөөгийн байдлаар тээвэрлэсэн ба тээврийн зай 2.1 км-ээр богиноссоноос өөрийн өртөг 30% орчим буурсан.

Шивээ овоогийн уурхайн гадаад цахилгаан хангамж нь Чойрын 110/35/10 кВ-ийн дэд станцаас 110 кВ-ийн 18 км ЦДАШ шугам татаж уурхайн үйлдвэрийн талбайд 2*6.3 мВт чадалтай 110/6 кВ-ийн дэд станцаар дамжуулан цахилгаан эрчим хүчээр хангаж байна. Дотоод цахилгаан хангамжаар 65 км ЦДАШ, 4 км кабель шугам ашиглан зохион байгуулж байна.

Өнөөгийн байдлаар уулын ажлын өрнөлт нь ашиглалтын 1, 2, 3-р ам, суналын дагуу хайгуулын II-XII шугамын хүрээнд уурхайн баруун, зүүн жигүүрт явагдаж байна. Шивээ-Овоогийн уурхайн уулын ажлын календарьчилсан төлөвлөгөөг 20 жил, 5 жил, 1 жилийн (урт, дунд, богино) хугацаанд төлөвлөж, гүйцэтгэлийг ханган ажиллаж байна.

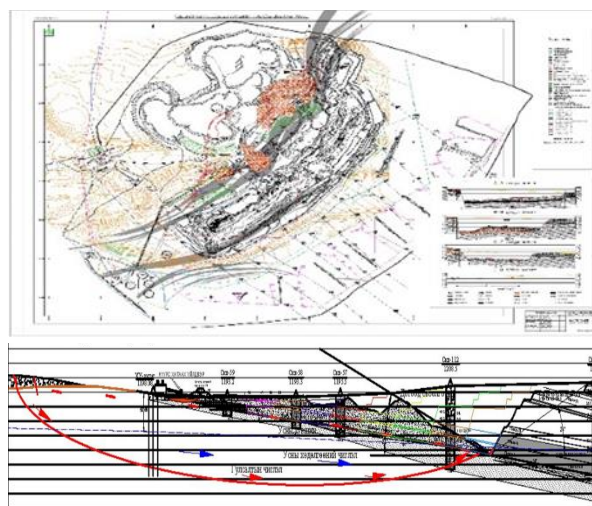
Жил ирэх бүр уурхай гүнзгийрч уулын ажлын хэмжээ, тээврийн зай эрс нэмэгдэж, ашиглалтын нөхцөл хүндэрч байгаагаас шалтгаалан уул тээврийн машин, тоног төхөөрөмжийн ачаалал ихэсч, ажлын механизм, үндсэн тоноглолууд элэгдэж, зогсолт саатал их гарах болж, засвар үйлчилгээний ажлын хэмжээ нэмэгдэж зардал байнга өсөж байгаа энэ цагт хөрс тээвэрлэхэд автотээвэр болон авто-конвейерийн хосолсон тээврийн хувилбаруудыг хэрэглэх болон уул геологи-техник, технологийн томоохон судалгааны ажлуудыг хийж байна.

Уурхайн орох траншейн болон уурхай доторхи технологийн автозам нь ердийн шороон зам болно. Орд орчмын гадаргуу нь талархаг тул гадаргуугийн технологийн автозамыг засаж тэгшлэх ажиллагаа харьцангуй бага байдаг ч давтамж өндөртэй байдаг. Автозамын техникийн нөхцөл нь замын норм дүрмийн дагуу хоёр урсгалтай, замын зорчих өргөн 20 м, замын дагуугийн хамгийн их налуу 80%, хучилт нь 130 тн хүртэл даац бүхий автомашинуудыг нэвтрүүлэх чадвартайгаар хийгддэг.

Уурхайн дотоод зам болон гадаргуун зам 11.6км, уурхайн зам, траншейн 6.2км, Овоолгийн зам 6.3км нийт 24.2км замыг хөрс хуулалт, нүүрс тээвэрлэлтэнд ашиглаж засвар үйлчилгээ арчилгааг тогтмол хийгдэж байна. Тус замууд нь овоолго хүртэл дунджаар 2.6км, нүүрсний агуулах хүртэл дунджаар 3.6км зам байна.

II. ҮҮССЭН НӨХЦӨЛ БАЙДАЛ, ТААМАГЛАЛ

2018 оны 02-р сарын 13-ны өдөр Хайгуулын V шугамын 44-р цооногоос зүүн хойш 200метрийн зайд эхэлсэн хагарал нь 2018 оны 5-р сарын 30-ны байдлаар Хайгуулын V-XI шугамын хооронд үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаанд өртөөгүй байгалийн тогтоц хөндөгдөөгүй талбайд 1км урттай, 35метрийн өргөн гадаргууд хагарал суулт өгсөн байдаг ба үүний зэрэгцээ 2018 оны 2-р сарын 26-наас уурхайн ашиглалтын 3-р амны тээврийн траншей дээд хэсгээр 2018 оны 3-р сарын 7-ны хүртэл гадаад овоолгийн урд хэсэг нүүрс олборлосон талбайд гулсалт өгч тээврийн зам дарагдсан.



Зураг-1. Уурхайн дэвсгэр болон хайгуулын 6-р шугамын дагуу зүсэлт

Хайгуулын VI шугамын дагуу хийгдсэн зүсэлтээр Газрын доорхи уст үеийн чиглэлийн дагуу хөрсний суултанд уулын даралт нуман хэлбэрээр карьерийн ажлын хажуу талын мөргөцөгт өргөгдсөн байдлаар шилжрэлт явагдсан талаар урьдчилан тогтоосон.

Уурхай ашиглалтын үйл ажиллагаа явуулж эхэлснээс хойш 30-н жил болж байна. Энэ хугацаанд дотоод овоолгын гулсалт явагдаж

байсан ба ажлын хажуу болон гарш талын хөндөгдөөгүй, ашиглагдаагүй орон зайнд хагарал, суулт явагдаж байгаагүй.



Зураг-2. Гадаад овоолго, ажлын бус хажуу, хатаах үйлдвэрийн баруун хойд хэсэгт үүссэн хагарлын шугам 2018 оны 5-р сарын 30-ны байдлаар



Зураг-3. Хатаах үйлдвэрийн баруун хойд хэсэгт үүссэн хагарлын шугам 2018 оны 5-р сарын 30-ны байдлаар

Ажлын бус хажуугийн хагарал, суултын бүсэд нүүрс хатаах үйлдвэрийн барилга, байгууламж, 2.1км урттай конвейер байгаа бөгөөд тэдгээрт зарим эвдрэл, шилжилт гарсан. Нүүрс хатаах үйлдвэрийн барилга сууриараа 20.0 м шилжиж, хана, шал, баганад хагарал, цуурал үүссэн. Нүүрс тээврийн конвейерийн систем нь дунд хэсгээрээ 58-85см өргөнтэйгээр суулт үүсч, тэнхлэг 6.8м зөрүү гарч 2018 оны 03-р сарын 17-ны өдрөөс 2018 оны 9-р сарын 18-ны өдрийг хүртэл 186 хоног зогссон байдаг ба ажилд орсон өдрөөс хойш 7 хоног тутамд суулт өгч байгаа газар өргөлт хийгдэж байна.

Энэхүү хагарал нь Чойр хотгорын тектоник нөхцөл, уурхайн талбайг дайрч буй хагарлуудаас Мөнхийн улаан нуур орчмоос зүүн хойш чиглэсэн хагарал гт-310KIS цооногийн зүүн талаар гт186 цооногийн баруун талаар зүүн хойш үргэлжилсэн хагарал зэрэг нь анхаарал татаж байгаа бөгөөд эдгээрийн сүүлчийнх нь баруун хойноос төмөр замын зүүн талаар зүүн урагш чиглээд төмөр замтай огтолцож буй хагаралд хүрээд зогссон нь Шинэ-Усны хэсгийн нөөцийн тайланд тусгагдсан байна. Эдгээр хоёр хагарал уулзаж буй цэгээс баруун урдаас зүүн хойш чиглэсэн хагарлын шугам цааш үргэлжилсэн байх магадлалтай бөгөөд уг байж болох үргэлжлэл нь 2018 оны 2-р сард үүссэн гулсалтын үүсвэр гадаргуутай ерөнхийдөө давхцаах байна. Геологийн материал, ашиглалтын үйл ажиллагаа, хагарал

суултын хэмжилтийн тоон мэдээлэлд тулгуурлан дараах дүгнэлтийг хийж байна.

1. Ашиглалтын 2 ба 3-р амны уулзвар хэсгийн 1-р давхрагын нүүрсийг олборлосон нь ажлын бус гурвалжингийн талбайн шилжилтийг нэмэгдүүлсэн.

2. Ашиглалтын 1 ба 2-р амны тээврийн зай богиносгох зориулалттай хийгдсэн тулгуур мостыг зайлуулан доорхи нүүрсийг олборлохдоо шинээр тулгуур мостыг байгуулах хугацаа алдсан.

3. Ус шүүрүүлэлтийн ажлыг 2017 оноос эхлэн эрчимжүүлсэн. /уурхай байгуулагдсанаас хойш 2018 оны 08-р сарын 31-ний өдрийн байдлаар 69,7 сая.шоо метр ус шавхан зайлуулсан./

4. Өдөр тутмын тэсэлгээний ажлын чичирхийлэл. (2018.02.13-ны өдөр 15.00 цагийн үед хайгуулын 7-р шугам, Ашиглалтын 2-р амны ЭШ-25/90 экскаваторын хөрсний догол дахь эхлэл цэгээс 1220 м зайд 32.0 мян.м³ уулын цулыг 0.38 кг/м³ тэсрэх бодисын хувийн зарцуулалттай тэслэхэд Чичирхийллийн радиус нь R_н-367 м байсан ба түүнээс хойш 2018.02.15-ны өдөр хайгуулын 11-р шугам, ашиглалтын 2-р амны 2-р давхаргын 2-р үе, 3-р үеийн нүүрсэнд 19.0 мян.м³ уулын цулыг 0.36 кг/м³ тэсрэх бодисын зарцуулалт, хайгуулын 7-р шугамын 144-р цооногын координат дээр үндсэн завсрын хөрсөнд 11.7 мян.м³ уулын цулыг 0,36 кг/м³ тэсрэх бодисын зарцуулалтаар тус тус гүйцэтгэсэн ба түүнээс хойш өнөөдрийг хүртэл тэсэлгээний ажлууд хийгдсээр байна.

5. Ашиглалтын I, II, III амны дотоод орон зайд техникийн нөхөн сэргээлт хийх, хэлбэршүүлэх зорилгоор 2015 – 2018 онуудад нийт 6.7 сая.м³ хөрсийг буулгасан.

Дээрхи хүчин зүйлээс гарш талын судалгаанд бүрэн хамрагдаагүй талбайн сул барьцалдсан хил заагаар хагарал, суулт өгсөн, нүүрсний 1-р давхрагаас дооших гулгамтгай шаварлаг хурдас дээгүүр шилжилт явагдлаа гэж үзэж улмаар Мэргэжлийн байгууллагаар судалгаа шинжилгээ хийлгэж, дүгнэлт гаргуулах, цаашид үүсэх эрсдлийг арилгахаар ШУТИС-ийн УУТСТөвтэй 2018 оны 05-р сараас гэрээ байгуулан нягт хамтран ажилласан Монгол улсын Зөвлөх инженер, профессор, Доктор (Ph.D) С.Цэдэндорж болон түүний баг хамт олонд үр бүтээлтэй, мэргэжлийн түвшинд хурдан шуурхай ажилласаныг талархан тэмдэглэж байна.

III. АВСАН АРГА ХЭМЖЭЭ, ҮР ДҮН

Шивээ-Овоогийн нүүрсний уурхайн ажлын бус хажуугийн үнэлгээ хийх судалгааны ажлын дүгнэлт, уурхайн хэмжилт, хяналт, бүртгэл бусад материалыг үндэслэн дараах ажил, судалгаануудыг явуулж байна.

Ордын хэмжээнд эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай, зун нь халуун үргэлжлэх хугацаа богино, өвөл нь урт, хүйтэн -35⁰ хүрдэг ба хөрсөндөө -40⁰ хүрнэ.

Ажлын бус гурвалжингийн дотоод овоолгийн хөрс нь ихэвчлэн нүүрсний илэрцтэй, чийг өндөртэй нягт аргиллит, алевролитээс бүрддэг нь хуримтлагдсан ил гадаргад хөлдөлт үүсдэг, эсэх талаар дараах графикаар харуулсан.

1-р хүснэгт.



Уурхайн үндсэн хөрсний гадаргуу болон үүсгэсэн гадаргуу дах хөлдөлт, барьцалт хамаарч гулсалт нь овор ихтэй чулуулаг гарах улмаар сэргээн засварлахад ан цаваас хамаарч хүндрэлтэй, энэ нь орон зайг үүсгэж хадгалснаар түүнд цас, борооны ус нэвчилтийг өгч түрэлтийн хүчийг нэмэгдүүлэх магадлалтай байна.

III.1 УУРХАЙН ХЭМЖИЛТ, БҮРТГЭЛ, ХЯНАЛТ



График-1. 2018 оны хэмжилт, хяналтын бүртгэл



Зураг-4. 2018 оны хэмжилтийн цэгийн байрлал, шилжрэлт

2018 оны 02-р сарын 23-наас 2018 оны 04-р сарын 26-ныг хүртэл хяналтын 12 цэгийг байрлуулж 7 удаагийн хэмжилтээр 62 хоногийн хугацаанд хагарал, суулт өгч буй газарт хэмжилт хийхэд хоногт дунджаар шилжрэлт 1.9см нийтдээ

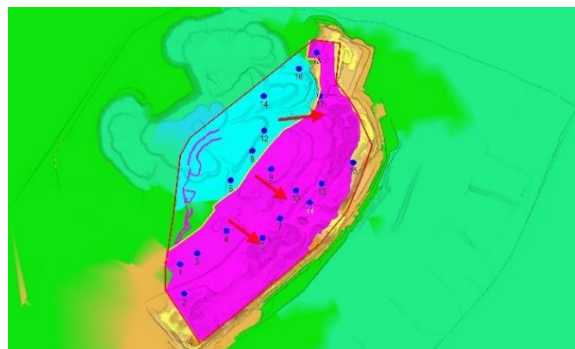
117.7см, суулт -1.1см, буюу -69.3см-ээр явагдсан. 2018 оны 05-р сарын 03-наас 2018 оны 12-р сарын 27-ны хүртэл хяналтын 25 цэгийг байрлуулж 57 удаагийн хэмжилтээр 238 хоногийн хугацаанд суулт өгч буй талбай хэмжилт эрсдэл өндөртэй болсон тул шилжрэлтийн хурдыг цаашид бүртгэж ажилласан улмаар 2018 оны дүнгээр Ашиглалтын 1, 2-р амуудад ажлын бус хажуугийн хагарал, суулт хамгийн ихдээ 15.3метр, хамгийн багадаа 0.0метр шилжрэлт уурхайн улны уналын дагуу явагдсан байна. Сарын хяналтаар авч үзвэл тус хагарал нь 4-7-р саруудад өндөр идэвхижилттэй байсан бол 8-9-р сард шилжрэлт огцом багассан мөн 10-12-р сард хөдөлгөөн бага зэрэг өсч жигд явагдаж байсан нь судалгаанаас ажиглагдаж байна.

Дээрхи хагарал, суултын бүсэд байрлах нүүрс конвейерийн тээврийн эвдрэлд орсон далан, зам талбайг сэргээн засварлаж 2018 оны 09-р сараас эхлүүлэн ажиллуулж мөн бусад эвдрэлд орсон талбайг хэлбэршүүлэх, нөхөн дүүргэх ажлуудыг 10-12-р саруудад явуулж байсан нь нөлөөлсөн гэж үзэж байна.



График-2. 2019 оны хэмжилт, хяналтын бүртгэл

2019 оны 01-р сарын 17-оос өмнөх жилийн хяналтын цэгүүд устаж цөөрсөн тул сэргээн засварлаж 18 цэгийг байрлуулж 43 удаагийн хэмжилтээр 358 хоногийн хугацаанд хагарал, суулт өгч буй газрын хэмжилтээр Ашиглалтын 1-р амны чиглэлийн хөдөлгөөн 4-5 дахин буурсан, ашиглалтын 2-р амны чиглэлийн хөдөлгөөн жигд хэвийн, ашиглалтын 3-р амны хөдөлгөөн нэмэгдсэн.



Зураг-5. 2019 оны хэмжилтийн цэгийн байрлал, шилжрэлт

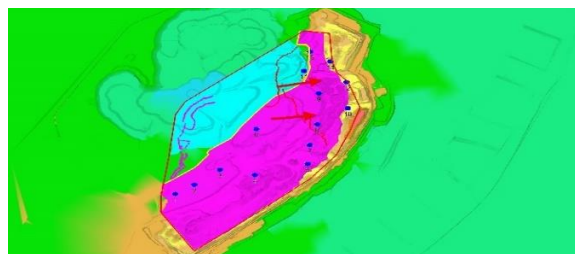
2018 оны УУТСТөвтэй хамтарсан дүгнэлтийн дагуу 2018 онд авч хэрэгжүүлсэн 25-30м өндөртэй 3 төрлийн тулгуур “мост”-ны чиглэлд шилжрэлт

явагдсан хэдий ч харьцангуй бага байна. Ашиглалтын 1-р амны тулгуур “мост” байгуулаагүй талын шилжрэлт буурч хөдөлгөөн ажиглагдахгүй байгаа тус талбай нь хөндлөн огтлолоор дотоод овоолгын ажлын бус хажуугийн өнцөг 21 градус хүрч, үндсэн хананд нийлж зогссон ба нүүрс тээврийн шулуун, богино конвейеруудын цаг ашиглалт сайжирч, бүтээмж нэмэгдсэн.

Уулын ажлын төлөвлөгөөний дагуу технологийн горимд тулгуур үлдээц-мост үлдээж ажилласанаар нээгдэх нүүрсний нөөц буурсан сул талтай ч дотоод овоолгын ажлын бус талын гулсалт багасч улмаар драглайн экскаватораар нүүрсний ажлын бус гурвалжинг хаягдалгүй олборлоход эерэг үр нөлөөтэй уурхай хөрс хуулалтын хоцрогдолтой ажиллаж байгаа үед шилжих нүүрсний нөөцийг 200.0 мян.тн-оор нэмэгдүүлэх боломжийг бүрдүүлсэн.



График-3. 2020 оны хэмжилт, хяналтын бүртгэл

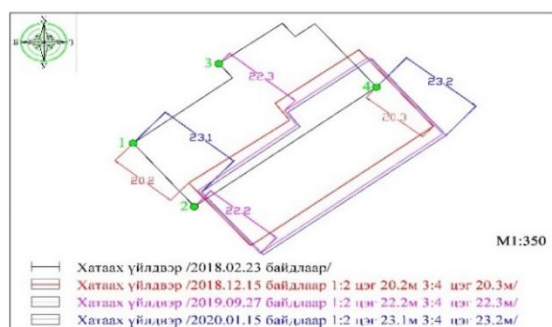


Зураг-6. 2020 оны хэмжилтийн цэгийн байрлал, шилжрэлт

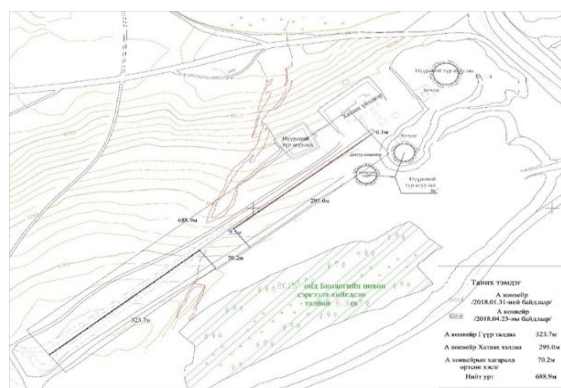
2020 оны 04-р сарын 9-өөс өмнөх жилийн хяналтын цэгүүдийг сэргээн засварлаж 14 цэгийг байрлуулж 20 удаагийн хэмжилтээр 158 хоногийн хугацаанд хагарал, суулт өгч буй газрууд болох Ашиглалтын 1, 2-р амны чиглэлийн хөдөлгөөн өмнөх жилээс 2-3 дахин буурсан, ашиглалтын 3-р амны хөдөлгөөн нэмэгдэж шинээр томоохон ажлын бус гурвалжингийн гулсалт 2020 оны 10-р сарын 22-ны байдлаар ажиглагдаж байна. Ашиглалтын 3-р амны тулгуур үлдээц-мост нь 183м урттай 25-50м өргөнтэй талбайд анх 2018 оны хавар үүссэн хагаралын зүүн үзүүрээс ашиглалтын 2, 3-р ам талруу дугуйрсан байдалтай суулт өгч байна. Тус “мост”-ны дор 75.0 мян.тн нүүрсний нөөц байгаа ба хөрсний хоцрогдолтой, үйлдвэрлэлийн нөөц багатай үед энэхүү талбайгаас олборлолтын ажлыг зохион байгуулж, олборлосон орон зайд гулсалтыг удирдан,

чиглүүлж үндсэн массын даралтыг бууруулах арга ажиллагааг хэрэгжүүлж байна.

III.2. БАРИЛГА, БАЙГУУЛАМЖ ХЭМЖИЛТ БҮРТГЭЛ



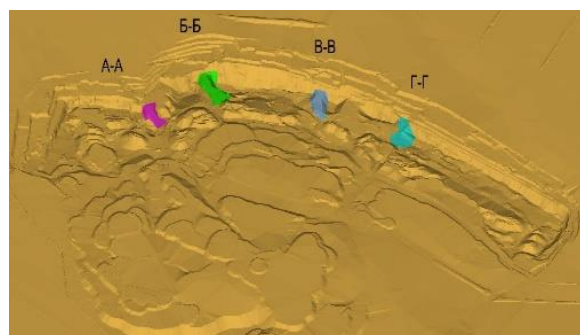
Зураг-7. Нүүрс хатаах үйлдвэрийн барилгын шилжрэлт



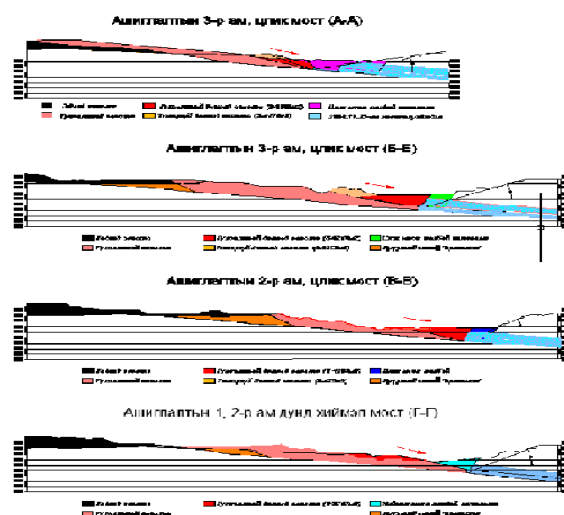
Зураг-8. Нүүрс тээврийн конвейерийн шилжрэлт

2018 оны 02-р сарын 23-ны өдрөөс эхлэн нүүрс хатаах үйлдвэрийн барилгын гадна булан, нүүрс тээврийн конвейерийн гулсалтын бүсүүдэд хяналт, хэмжилтээр 2020 оны 4-р сарын 15-ны байдлаар баруун талын 1, 2-р цэгт 23.1 метр, зүүн талын булангийн 3, 4-р цэг 23.2 метр шилжрэлтэй барилгын үндсэн төмөр багана 2-р цэгийн булан талаар гулзайлттай байна. Нүүрс тээврийн конвейерийн хяналтын хэмжилтээр тээврийн суурь тавцан далаг ажиглаж сар бүрийн урсгал засвараар нэг удаа өргөлт хийн ажиллагааг ханган ажиллүүлж байна.

III.3. ТУЛГУУР “МОСТ”-НЫ АШИГЛАЛТ



Зураг-9. Түлгүүр мостны байрлал



Зураг-10. Түлгүүр мостны зүсэлт

Ашиглалтын 3-р ам орчим геологи хайгуулын XI, XII-р шугамын хооронд (А-А) 183м урттай 43.0 мян.м³ сийрэгжсэн хөрс, 18.0 мян.м³ цул хөрс, 150.0 мян.тн нүүрсний мостыг 2018 оны 11-р сард байгуулан ашигласан ба тус хугацаанд уурхайн ажлын бус хажуугийн хагарал, гулсалт өсч байна. 2020 оны уулын ажлын төлөвлөгөөнд тус мостыг богиносгож үндсэн олборлолтын ханатай дотоод овоолгийг нийлүүлж тулгуур хийхээр тусгаж түүний доод үеэс нээгдэх 75.0 мян.тн нүүрсийг гулсалттай үед хэмжилт, бүртгэл хөтлөн олборлолтыг хийж байна.

2020 оны 10-р сард гарч буй гулсалтын гол чиглэл, орон зай нь болж байна.

Уурхайн гадаад 16.2 сая.м³, дотоод 45.0 сая.м³, исэлдсэн бүсийн 2.1 сая.м³ нийт 63.3 сая.м³ хөрсний шилжрэлтийг зогсоох арга хэмжээний үед ажиллах төлөвлөгөө гарган гүйцэтгэсэн (С-С), (Г-Г) целик мостууд Ашиглалтын 2-р ам орчимд хайгуулын Х, XI-р шугам хооронд 2018 оны 6-р сард 70.0 мян.м³ эзлэхүүнтэй мост үүсгэж, 2019 онд сөөлжүү байрлал бүхий 70 метр өргөн, 40 метр урт (Б-Б) мостыг үлдээсэн. Мөн өмнөх мостны орчмоос 56 мян.т нүүрс олборлосон. 2019, 2020 онуудад тус мостны чиглэлд уурхайн хагарал, суултын хөдөлгөөн 4-5 дахин багассан нь үр дүнгээ өгсөн ажил болсныг харуулсан.

ДҮГНЭЛТ

1. 2003 оноос тээвэргүй хөрс хуулалтаар дотоод овоолго үүсгэж эхлэх үед анхдагч дотоод овоолгын гадна талын хормойд дарагдсан уурхайн хүрээний гаднах талбай нь нүүрсний гаршийн үргэлжлэл болох гүдэн тогтоцтой өгөршсөн нүүрс, хөөт нурам агуулсан сул хурдсан бүрдэлтэй, ерөнхийдөө тогтворжилт муутай чулуулгаас бүрдсэн нь нүүрсний уналын дагуу гулсах нөхцөл болсон байх гэж үзэж байна.
2. Тээвэргүй хөрс хуулалттай технологиор дотоод овоолгод хуримтлагдсан олон жилийн тогтворжилт муутай чулуулгийн гулсалтаас гадна уурхайн улны уналын дагуу хөрс зузаарч, гүн нэмэгдэж байгаа зэргээс шалтгаалан тодорхой зайнд тулгуур үлдээл

мостны тоог нэмэгдүүлж олборлолтыг сөөлжүүлэх аргаар ашиглалт явуулахад үйлдвэрлэлийн нөөцөнд эерэг хандлага өгч байгаа хэдий ч зардал их, эрсдэлт өндөртэй байгааг дээр дурдагдсан ашиглалтын 3-р амны 183м урт үндсэн үлдээц мост орчмоос харагдаж байна.

3. Цаашид тулгуур мост хавьд олборлолт явуулах үед уурхайн овоолгуудыг хамарсан хөдөлгөөнтэй ажлын бус хажуугийн гулсалттай нөхцөлд ажиллах нь тодорхой байгаа тул уурхайн хэмжээнд тооцоолол, нарийвчлалыг бодитой гаргахад геотехникийн

болон геофизик, чулуулгийн шинж чанарын судалгааг уулын ажлын өрнөлттэй уялдуулан хийх зайлшгүй шаардлага үүсэж байна.

АШИГЛАСАН НОМ, МАТЕРИАЛ

- [1]. Шивээ-Овоо ХК-ийн Технологийн бодлогын хэлтсийн уурхайн гулсалтын хэмжилт хяналт, шилжилт хөдөлгөөний бүртгэл. 2011-2020 он
- [2]. Шивээ-Овоогийн нүүрсний уурхайн ажлын бус хажуугийн үнэлгээ хийх судалгааны ажлын тайлан. ШУТИС-ийн УУТСТ. УБ хот, 2018 он
- [3]. Шивээ-Овоо ХК-ийн Ашиглалтын үйл ажиллагааны төлөвлөгөө, тайлан. 2018-2020 он
- [4]. Уул уурхайн технологи, эдийн засаг, экологи II боть “Ил уурхайн технологи”. УБ хот 2019 он

УРАНЫГ ГАЗАР ДООР ЦООНОГООР УУСГАН ОЛБОРЛОХ АРГЫН ЭКОЛОГИЙН ХАРЬЦУУЛСАН ЦОГЦ ҮНЭЛГЭЭ

Н. Норов*, Э.Орхон†, Ц. Бат-Амгалан*

*МУИС-ХШУИС-зөвлөх профессор, Улаанбаатар хот, Монгол улс

†ШУТИС-ийн харьяа Уул уурхайн хүрээлэн, Улаанбаатар хот, Монгол улс

*ШУТИС-ийн харьяа Уул уурхайн хүрээлэн, Улаанбаатар хот, Монгол улс

Хураангуй—Ураныг газар доор цооногоор уусган олборлох (ГДЦУО) аргын үйлдвэрлэлийн хэрэглээний туршлага экологи-нийгэм эдийн засгийн харьцаанд энэ арга нь уламжлалт гэж нэрлэгдэх далд, ил уурхайн аргатай харьцангуйгаар давуу талтай. Энэ нь юуны түрүүнд хүдрээс ураныг гарган авах геотехнологийн процессын үед газрын хэвлийд давхаргын усны нэгэн хэсэг эзлэхүүнийг ашиглан битүү циклээр шахаж байгаа болон соруулж байгаа уусмалын балансыг хатуу чанга баримтлана. Энэ өгүүлэлд ураныг ГДЦУО аргын технологийн, эдийн засгийн, экологийн давуу талуудыг авч үзэж, экологийн харьцуулсан цогц үнэлгээний үр дүнг харуулсан болно.

Түлхүүр үг—газар доор цооногоор уусган олборлох арга, далд ба ил уурхай, экологийн цогц үнэлгээ.

I. УДИРТГАЛ

Өнөөдөр уран олборлож байгаа бүх аргуудаас гидроген үүсэлтэй ордоос ураныг ГДЦУО арга хамгийн өргөн хэрэглэгдэж байна. Дэлхийн уран үйлдвэрлэлийн 48,1 %-ийг энэ аргаар олборлож байгаа бөгөөд 2020 онд 57 %-ийг олборлох төлөвтэй байна [1,2]. Монголын ураны батлагдсан нөөцийн ихэнхийг гидроген үүсэлтэй

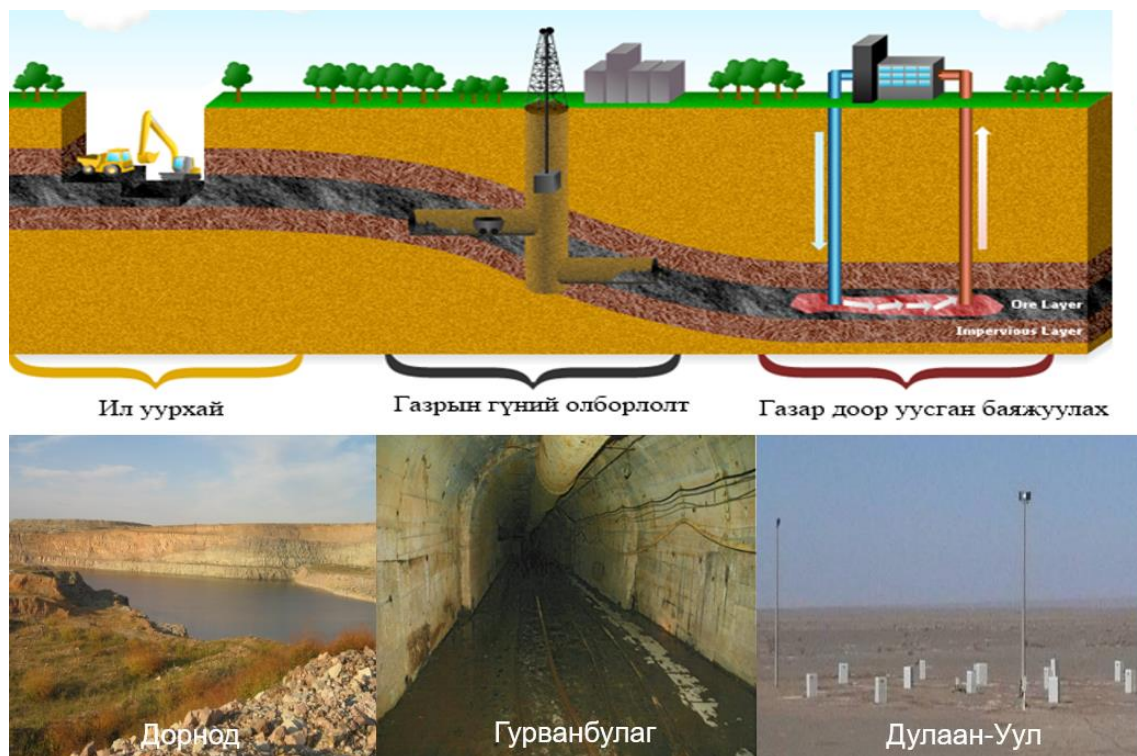
ураны ордууд эзэлдэг учир ураныг ГДЦУО аргыг ашиглах нь технологи, эдийн засгийн үр ашиг, экологийн цэвэр байдлаар тодорхойлогдож байна.

УРАНЫГ ГДЦУО АРГЫН БУСАД АРГУУДААС ДАВУУ ТАЛ

Ураныг ГДЦУО аргыг хэрэглэх үед уулын ажлын нээлт, хүдэр агуулагч горизонтын ширгээлт, газрын гадаргад хүдэр өргөгдөж гарах, гадарга дээр хүдрийг буталж, баяжуулах, хөөрөгдөж гарах давхаргын ус, баяжуулалтын хаягдал, хоосон чулуулаг, балансын бус хүдэр гадарга дээр хуримтлагдах, хаягдлыг ус, салхинд идэгдэж, нурахаас хамгаалах арга хэмжээ авах зэрэг экологийн хортой олон процесс нөлөөлөхгүй.

Технологийн давуу тал:

- Уулын ажлын боловсруулалт, хүдрийн тээвэрлэлт, түүнийг баяжуулах, бутлах, нунтаглах зэрэг ажлын хэмжээ багасаж хасагдах;



Зураг 1. Ураны ордыг олборлох аргууд

- Ураны агуулалт багатай (ураны дундаж агуулалт 0,02 %)-хүдрийг олборлох боломж олгох;
- Газар доорх хүдрийн биетээс ураныг ион солилцооны давирхайд уусган авах процессыг бүрэн автоматжуулах боломжтой;
- Эрчим хүчний хэрэглээ, шаардлагатай тоног төхөөрөмжийн тоо хэмжээ бага;
- Бага агуулалттай хүдрийг эдийн засгийн эргэлтэд оруулснаар ураны нөөцийн ашиглалт нэмэгдэнэ;
- Бусад аргаар олборлох боломжгүй ураны ордыг ашиглах боломж бүрдэнэ.

Эдийн засгийн давуу тал:

- Ураны баяжмалын өөрийн өртөг буурах;
- Хөрөнгө оруулалт ба ашиглалтын зардал бага учраас хөрөнгө оруулалт хурдан буцаан төлөгдөнө;
- Хөдөлмөрийн бүтээмж дээшлэх;
- Олборлох үйлдвэрийн ашиглалтад оруулах болон үйлдвэрлэлийн чадлыг эзэмших хугацаа богино богино;
- Үйлдвэрийн болон иргэний байгууламжийн хэмжээ багасгах;
- Гидроген үүсэлтэй ураныг цооноогоор газар доор уусгах технологи ашиглах үйлдвэрийн эдийн үзүүлэлтүүд сонгодог гидрометаллургийн үйлдвэрээс илүү сайн.

Гадаад орчинд үзүүлэх нөлөө, цацрагийн аюулгүй байдлын давуу тал:

- Гадаа ажиллах ажилчдын радоноос авах дотоод шарлагын тунгийн хэмжээ далд уурхайн ажилчдынхаас бага;
- Ил ба далд уурхай шиг гадаад орчныг бохирдуулах овоолго үүсгэх, хаягдал хадгалах шаардлагагүй, газрын гадаргын эвдрэл харьцангуй бага байна;
- Далд уурхайтай адил уурхайн ус гадаад орчинд хаягдахгүй;
- Хөдөлмөрийн эрүүл ахуйн, ариун цэврийн нөхцөл, ялангуяа цацрагийн эрүүл ахуйн нөхцөл (далд уурхайн агаар дахь радон, ураны хүдэр боловсруулах үед үүсэх урт наст изотоп агуулсан тоос зэрэг хүчин зүйл байхгүй) сайжрах;
- Хүрээлэн байгаа орчны бохирдол маш бага;
- Хатуу хаягдал маш их буурна (хөрсний овоолго үүсэхгүй, хүдрийн хаягдал гарахгүй);
- Хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх цацрагийн нөлөөлөл буурна.

УРАНЫГ ГАЗАР ДООР ЦООНОГООР УУСГАН ОЛБОРЛОХ АРГЫН ХАРЬЦУУЛСАН ЭКОЛОГИЙН ЦОГЦ ҮНЭЛГЭЭ

Орчин үед экологийн цогц үнэлгээ гэдэг ойлголт олон утгатай. Иймээс үнэлгээний объект нь тусгай биеэ даасан объектууд шиг гарах бөгөөд тэдгээрийн нэгдэл нь объект тус бүрийг бичих параметруудийн цогц нэгдэл юм. Экологийн цогц үнэлгээний олон төрлийн хэлбэр нь параметр ба объектын уг чанар, үнэлгээний бүрэлдэхүүний эзлэхүүн хэмжээ, гүйцэтгэх арга, зорилгын ялгаа зэргээр нөхцөлдөнө. Цогц үнэлгээний үед зөвхөн экологийн хүчин зүйлийн үйлчлэлийн эрчмийг тооцоолох биш биосистемийн бүрдэлд тааламжтай эсвэл сөргүү нөхцөл байх түүний үүргийг тооцно [3]. Экологи-эдийн засгийн талаас нь уран олборлолтын технологийн судалгаа хийгдсний үндсэн дээр Экологийн Цогц Үнэлгээ (ЭЦҮ) хийх зорилгоор Р.Пэнтийн санал болгосон зорилгот гэж нэрлэгдэх үнэлэх функц цогц үнэлгээний хамгийн энгийн хэлбэрийг олон шугаман регрессийн тэгшитгэлийн хэлбэрт сонгосон байна [4,5,6,7]:

$$ЭҮ = 1,1 f_1 + f_2 + 1,9 f_3 + 2,1 f_4 + 2,3 f_5 + 2,1 f_6 - 0,2 f_7 - 0,1 f_8 + 0,7 f_9 \quad (1)$$

Үүнд, f_1 – хүдрийн талбайтай харьцангуй байнга зайлуулах газар, нэгжийн хувиар; f_2 – статистик нөөцтэй харьцангуй усны сүлжээнд орох хаягдал ус, %; f_3 – статистик нөөцтэй харьцангуй хаягдлын санд орох ус, %; f_4 – хаягдлын санд хуримтлагдах булингар, нэгжийн хувиар; f_5 – газрын гадаргын эвдрэл, f_6 – тоостой талбайн харьцаа, нэгжийн хувиар; f_7 – нөөцтэй харьцангуй олборлох ураны эзлэхүүн, нэгжийн хувиар; f_8 – газрын хэвлийгээс авах коэффициент, f_9 – олборлолтын хаягдалын болон газар доорх уулын ажилтай харьцангуй боловруулалтын радон ялгаралт, нэгжийн хувиар.

Энэ 9 хүчин зүйлээс 7 нь сөрөг, 2 нь (нөөцтэй харьцангуй уран олборлолтын хэмжээ, газрын гадаргын эвдрэл) технологийн эдийн засгийн үр ашиг буюу эерэг талын харуулж байна. Иймд энэ тэгшитгэлд сөрөг талын хүчин зүйлсийг “+” тэмдгээр, эерэг талын “-” тэмдгээр бодсон. Энэхүү тэгшитгэлийг байгаль орчин дахь хамааралаар нь мэргэжилтэнүүд бодоод нийлбэр нь 10 хүрдэггүй байна.

Тухайн хүчин зүйл болгоныг тооцоход хэмжүүр нь 1-10 оноотой байна. Дараах хүчин зүйлсийг тооцоолсон үр дүнг 1 -р хүснэгтэд харуулав.

1-р хүснэгт

Ашиглалтын аргын харьцуулсан үзүүлэлт						
Харьцуулах параметр	Далд уурхай		Ил уурхай		Газар доор цооноогоор уусган олборлох	
	Хүчин зүйлийн утга					
	Анхны нэгж	Оноо	Анхны нэгж	Оноо	Анхны нэгж	Оноо
f_1	1,2	6	1,7	8,5	0,1	0,5
f_2	13,8	1,38	22	2,3	1,1	0,11
f_3	22	2,2	23	2,3	1,1	0,11
f_4	1	6,67	1,2	8	0	0
f_5	20	2	100	10	6	0,6
f_6	1	4	2,3	9,2	0	0
f_7	1	4	1,25	5	1,4	5,6

Харьцуулах параметр	Далд уурхай		Ил уурхай		Газар доор цооногоор уусган олборлох	
	Хүчин зүйлийн утга					
	Анхны нэгж	Оноо	Анхны нэгж	Оноо	Анхны нэгж	Оноо
f_8	0,7	5,83	0,81	6,75	0,88	7,33
f_9	1	8,33	1,2	10	0,03	0,25
ЭЦҮ		41,63		78,3		0,47

1-р хүснэгтээс харахад ГДЦҮО арга нь ураны далд уурхайн аргатай харьцуулахад 88 дахин, ил уурхайн аргаас 166 дахин бага хор хөнөөлтэй байна. Уран олборлох үед газрын гадаргын экологид нөлөөлж байгаагаар нь 5 ангилалд ба газар доор уусган баяжуулах арга нь 1-р ангилалд нь хамаарагддаг бол, далд уурхайн арга нь 3-р ангилалд нь, ил уурхайн арга нь 4-р ангилалд тус тус хамаарагдаж байна.

Ийнхүү ГДЦҮО арга нь бусад хоёр аргатайгаа харьцуулахад Казахстаны өмнө хэсгийн гидроген орд газаруудад, Сырдарьинскийн сав газруудаар хангалттай ашигтай (ойролцоогоор 1,5-4 дахин илүү) байсан байна. Мөн түүнчлэн газар доор уусган олборлох арга нь 150-500 м зузаантай усны хамгаалтын чадалтай, олборлож байгаа хүдэр нь ураны агуулга багатай байдаг. Манай улсын Дулаан уул, Зөөвч Овоо, Өлзийт, Хараат, Хайрхан зэрэг гидроген гарал үүсэлтэй орд газаруудад цорын ганц ашиглах боломжтой арга юм. Харин нөгөө хоёр уламжлалт аргыг тусгай нөхцөлд, жишээ нь Архангай аймгийн газар доорх усны урсац ихтэй Далтын ураны орд газар гэх мэт онцлог нөхцөлд хэрэглэх ба зардал ихтэй болно.

Хэдийгээр энэ аргаар уран олоорлоход хүрээлэн буй орчинд нөлөөлөл багатай боловч уран олборлох үйлдвэрийн үйл ажиллагааны хүрээнд бохирдуулагч бодис ямар нэг хэмжээтэй ялгарна. Ураныг ГДЦҮО аргаар олборлох үед хүрээлэн буй орчинд хамгийн их сөрөг үйлчлэлд ураны хүдрийн бие орших уст үеийн газар доорх ус эрсдэнэ. Агаар мандал, хөрсний бүрхэвчид техноген үйлчлэл хамгийн бага илэрнэ.

Хүрээлэн буй орчны мониторинг судалгааг ордуудын орчимд хийх шаардлагатай. Ураны ордын талбайд газрын доорх усны байгалийн горим, цацраг идэвхт изотопуудын бохирдол химийн найрлагад ажиглалт хийх зорилгор хяналтын цооногуудыг өрөмдөж, шүүрүүдийг янз бүрийн гүнд суулган тоноглож, янз бүрийн гүн дэх усны химийн найрлага, газрын доорх усны байгалийн горимыг судлах шаардлагатай.

Мөн цооногуудаар үүссэн хөрсний эвдрэл. Хэдийгээр ил, далд уурхайгаас хэт бага хөрсний эвдрэл үүсч байгаа ч үйдвэрийн явцад ашиглаж дууссан цооногуудад нөхөн сэргээлт хийх, ажиглалатын цооногуудыг байгалийн аясаар нөхөн сэргээх ажиллагаанд ашиглана.

ДҮГНЭЛТ

1. Ураныг ГДЦҮО геотехнологийн арга нь уран олборлох бусад гидрометаллургийн аргуудаас механик ажиллагаа багатай, гадаад орчны төрхөд өөрчлөлт ордоггүй, хаягдал маш бага, хүрээлэн буй орчин, хүнд үзүүлэх цацрагийн

эрсдэлгүй, усны хэрэглээ бага зэрэг давуу талуудтай.

2. ЭЦҮ-ээс ураныг ГДЦҮО арга нь ураны далд уурхайн аргатай харьцуулахад 88 дахин, ил уурхайн аргаас 166 дахин бага хор хөнөөлтэй байна. Ураныг ГДЦҮО аргаар уран олборлох үед хүрээлэн буй орчинд хамгийн их сөрөг үйлчлэлд ураны хүдрийн бие орших уст үеийн газар доорх ус эрсдэнэ. Агаар мандал, хөрсний бүрхэвчид техноген үйлчлэл хамгийн бага илэрнэ.
3. Ураны ордын талбай дахь газар доорх усны байгалийн горим, цацраг идэвхт изотопуудын агуулалт, химийн найрлагад ажиглалт хийх зорилгор хяналтын цооногууд байгуулан ашиглаж, ураны ордыг ашигдаж дууссаны дараа газар доорх усны нөхөн сэргээх аргыг сонгох нөхцлийг бүрдүүлэх шаардлагатай болно.

АШИГЛАСАН НОМ МАТЕРИАЛ

- [1]. Uranium 2018:Resources, Production and Demand “Red Book”. IAEA and NEA. OECD 2018, NEA №7413.
- [2]. Бойцов А.В. Мировая урановая промышленность:Состояние,перспективы развития, вызовы времени. Актуальные проблемы урановой промышленности: Материалы VIII-й международной научно-практической конференции, 3-5 августа 2017: Сборниктрудов-г.Астана, Республика Казахстан.451 с.
- [3]. Павличенко Л.М., Есполаева А.Р. Проблемы объективизации комплексной экологической оценки геосистем. Вестник КазНУ: Серия географическая №1 (40),2015.
- [4]. Пэнгл Р. Методы системного анализа окружающей среды-М.Мир, 1979,-215 с.
- [5]. Бураков М.М., Павличенко Л.М. Комплексная сравнительная оценка воздействия на окружающую среду методов добычи урана и остаточных растворов на основе аналитической модели. Сборник докладов VI Международной научно-практической конференции “Актуальные проблемы урановой промышленности” Алматы, Казахстан, 2010, -С.335 -344.
- [6]. Павличенко Л.М., Курбатова Е.А. Комплексная оценка уровня воздействия на окружающую среду различных технологий добычи урана на основе ценовой функции.//География Казахстана: Содержание, проблемы, перспективы. Материалы международной научно-практической конференции. Алматы,2006.-Алматы:Казак Үлтык Университеті, 2006.- С 174-176.
- [7]. Бураков М.М., Кожиков Н.Т., Махмутов Т.Т., Павличенко Л.М. К оценке воздействия разработки урановых месторождений методом подземного выщелачивания на подземные воды // Проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии на рубеже веков. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию юбилею кафедры гидро-геологии и инженерной геологии, КазНТУ им.К.И.Сатпаева. -Алматы:Изд-во КазНТУ, 2002. -С 160-163.

НҮҮРСНИЙ УУРХАЙНУУДЫН ЭКОЛОГИ-ЭДИЙН ЗАСГИЙН АСУУДАЛ

Наранбат Уртнасан*, Ганбат Цагаанхүү†, Дамба Бадамгарав*

*Монгол улс, ШУТИС-ийн харъяа Уул уурхайн хүрээлэн

†Монгол улс, Эрдэмийн их сургууль

*Монгол улс, ШУТИС-ийн харъяа Уул уурхайн хүрээлэн

Хураангуй-Монгол улсын эрчим хүчний гол түүхий эдийг нийлүүлэгч уурхайнуудын бүтээгдэхүүн борлуулах үнэ нь өртгөөсөө байнга доогуур байх болсноор эдийн засгийн хувьд үр өгөөжгүйгээр үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагааг явуулж, жилээс жилд алдагдлыг нэмэгдүүлж байна. Энэ нөхцөл байдлаас гарах арга замыг эрэлхийлэх, эдийн засгийн эрүүл тогтолцоог бүрдүүлэх нь түлш эрчим хүчний салбарын өмнө шийдвэрлэх тулгамдсан асуудал мөн тул юуны өмнө өнөөгийн үнэ бүрдэх механизмд шинжилгээ хийж, боловсронгуй болгох чухал шаардлагатай байна. Уг өгүүлэлд түлш эрчим хүчний салбарын бүтээгдэхүүний өртгийн бүтэц, үнэ бүрдэлтэд шинжилгээ хийж, нүүрсний үнэ тогтоох аргачлалыг шинэчилснээр төр болон салбарын үйлдвэрүүд, хэрэглэгчдийн ашиг сонирхолд нийцэхүйц нүүрсний үнэ тогтоох саналыг дэвшүүлж байна.

Тулхуур үг: Бохирдол, Хүрээлэн буй орчин, Байгалийн нөөцийн менежмент, Зохицуулах хэрэгсэл

¹⁴Зах зээлийн эрэлт хэрэгцээ, нүүрс экспортлох таатай нөхцөл боломж бий болсноор сүүлийн жилүүдэд нүүрсний олборлолт эрс нэмэгдэж, өмчлөлийн олон хэлбэрээр хөрөнгө оруулалтын систем бүрэлдсэнээр манай улсад нүүрсний аж үйлдвэрийн салбарын хөгжил цоо шинэ түвшинд хүрлээ. Улсын хэмжээнд одоогийн байдлаар 785.07 мянган га талбайг хамарсан нүүрс олборлох 300 гаруй ашиглалтын тусгай зөвшөөрлийг 170 аж ахуйн нэгж эзэмшиж байгаа ба нүүрсний зах зээлийн эрэлт бууралттай байгаа үед хүчин чадлынхаа 22 хувийг ашиглаж, 45 уурхай идэвхтэй үйл ажиллагаа явуулж, одоогоор 20 гаруй уурхай нүүрсээ түүхийгээр болон баяжуулан экспортолж байна ^[1].

Монгол улсын төрөөс Эрдэс баялгийн салбарт баримтлах бодлогод нүүрсийг гүн боловсруулах, нүүрс химийн үйлдвэрийг хөгжүүлэх талаар хэд хэдэн чухал заалтууд тусгасан нь нүүрсний олборлолтыг өсгөхөд нөлөөлж, байгаль орчинд үзүүлэх экологийн ачаалал өсөх нь гарцаагүй. Нүүрсний салбарын хөгжлийг хангаж, улс орны эдийн засагт эерэг нөлөөтэйгээр газрын хэвлийг зохистой ашиглах үндэс суурь бүрдүүлэхэд чиглэсэн нүүрсний орд ашиглалтын оновчтой зохицуулалтыг хийх шаардлага байна ^[2].

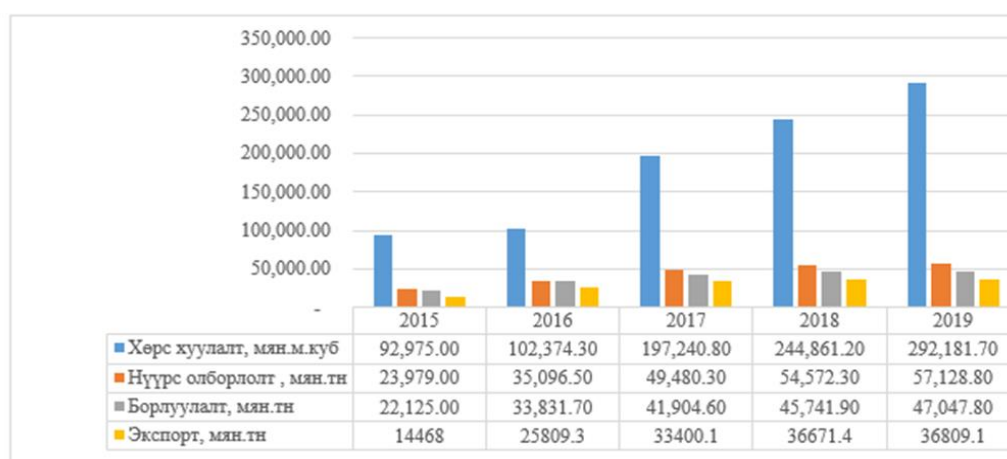
Хэдийгээр манай улсад нүүрс олборлолтоос байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөөллийн дүнг бүрэн үнэлж, албан ёсоор хэмжиж гаргаагүй ч дэлхийн улс орнуудын жишгээр 1 сая тонн нүүрс ил аргаар олборлоход дунджаар 1,8 сая шоо метр хатуу хаягдал хуримтлагдаж, 9 орчим га талбай эвдрэлд өртдөг ба ил задгай усан санд 150 тонн умбуур бодис, 3.3 мянган тонн эрдэс давс хаягдаж, агаарт ойролцоогоор 2 мянган тонн хатуу бодис цацагддаг байна. Нүүрсний уурхайн бүс нутагт ХБО-нд таагүй нөхцөл байдлыг үүсгэдэг шалтгаан нь: экологийн хохиролын эдийн засгийн үнэлгээ жил бүр нэмэгддэг, хүн амын суурьшилт их, агаарт бохирдуулагч бодис ялгаруулдаг, үүний бараг 95% нь хийн төлөвтэй байдгийг судалгааны дүнгүүд нотолж байна. Нүүрсний уурхайд хөрс хуулалтын дараа, нүүрсэнд агуулагдах пирит (төмрийн сульфид) нь ус, агаарын хүчилтөрөгчтэй урвалд орж, хүхрийн хүчил үүсгэнэ^[3]. Нүүрс олборлолтоос байгаль орчинд үзүүлэх ачаалал хэдий хэр байгааг хэмжиж тооцох үндэс нь байгаль орчинд үзүүлэх нөлөөллийн үнэлгээ болох ба байгаль орчин хамгаалах, нөхөн сэргээх чиглэлээр авч байгаа арга хэмжээний зардал нь экологийн ачааллыг бууруулахад компани хэр зэрэг хариуцлагатай байгааг илэрхийлэх гол үзүүлэлт байх ёстой. Экологийн хохирол, алдагдал болон экологийн зардал нь гүйцэтгэсэн нэгж уулын ажил, нэгж бүтээгдэхүүнд ногдох хэмжээгээр хэмжигдэх нь зохистой.

Нүүрсний уурхайнуудын экологт үзүүлэх ачааллын судалгааг төвийн бүсийн Багануур^[4], Шивээ-овоо^[5], Шарын голын уурхай^[6], өмнөд бүсийн Ухаа худагийн^[7] нүүрсний уурхайн экологи эдийн засгийн үзүүлэлтүүдэд хийж үзэхэд эрчим хүчний нүүрс олборлодог уурхайнуудын экологийн нөхөн төлбөрүүд, байгаль хамгаалах, зорилгоор зарцуулж байгаа зардал нийт зардлын дүнд дунджаар 1.1-12.4% эзэлж байгаа ба 1 тонн нүүрсэнд 584.-4685 орчим төгрөгийн экологийн зардал ногдож байна. Харин Ухаахудагийн уурхай бүх төлбөрүүдийг хуульд заасан хувь хэмжээгээр төлж, нөхөн сэргээлтийн зардлыг тусгай дансанд хуримтлуулж, жилийн зардалд шингээснээр экологийн зардал нийт зардлын 5-7%-д хүрч, 1 тонн нүүрсэнд 5802-12141 төгрөг ногдож байгаа нь бусад уурхайнуудаас өндөр байна.¹⁵¹⁶

¹⁴Наранбат Уртнасан, ШУТИС-н харъяа Уул уурхайн хүрээлэн, Техник технологийн секторын эрхлэгч, Техникийн ухааны доктор, Уул уурхайн хүрээлэн буй орчин, олборлолтын эдийн засгийн судалгаа.

¹⁵ Ганбат Цагаанхүү, Монгол улсын Эрдмийн их сургууль, Эрх зүйн докторант.

¹⁶ Дамба Бадамгарав, ШУТИС-н харъяа Уул уурхайн хүрээлэн, ЭША, Магистр.



Эх сурвалж: Эрдэс баялгийн мэдээллийн технологийн төв, АМГТГ

График -1. Сүүлийн жилүүдийн хөрс хуулагт, нүүрс олборлолт, борлуулалт, экспортын хэмжээ

1-р хүснэгт

Эрчим хүчний нүүрсний уурхайнуудын 5 жилийн эдийн засгийн үзүүлэлтүүд

Уурхайн нэр	Он	Нүүрс олборлолт, мян.тн	Хөрс хуулагт мян.м ³	Нийт уулын цул, мян.м ³	Борлуулалтын орлого, сая төг	Нийт зардал, сая төг	БОХ зардал, сая төг	Экологийн татвар төлбөрийн дүн, сая төг	НС-ийн ажлын зардал, сая төг	Нийт экологийн зардал, сая төг	Нийт зардал экологийн зардалын эзлэх хувь	1-тн нүүрсэнд ноогдох экологийн зардал, төг
БАГА-НУУР	2016	3913.8	19606.6	31860.9	113,081.4	114,513.7	617.9	2,726.5	226.3	3,570.72	3.1%	912.3
	2017	4019.4	21054.9	36444.6	124,410.1	141,652.0	23.2	3,544.5	196.3	3,763.98	2.7%	936.5
	2018	4260.2	19231.2	32701.8	138,455.3	152,489.2	112.4	4,607.8	8,627.1	13,347.29	8.8%	3,133.0
	2019	4100.3	19140.4	31366.7	151,888.9	155,324.8	2,005.5	5,990.1	11,216.6	19,212.22	12.4%	4,685.6
ШИВЭЭ-ОВОО	2016	1,956.7	7,214.5	11532.6	42,744.3	43,761.9	49.6	1,605.2	51.2	1,706.01	3.9%	871.9
	2017	2,037.0	6,362.9	13155.2	49,457.4	47,189.8	63.5	1,926.2	21.0	2,010.74	4.3%	987.1
	2018	2,000.7	6,965.3	11024.5	50,270.0	53,970.8	100.6	2,311.5	6.7	2,418.76	4.5%	1,209.0
	2019	1,992.4	8,569.8	13459.7	55,673.6	63,386.5	49.7	2,773.8	34.4	2,857.89	4.5%	1,434.4
ШАРЫН ГОЛ	2016	762.0	4,340.3	4926.5	30,596.0	40,982.0	-	490.8	16.5	507.30	1.2%	665.7
	2017	912.2	5,492.5	6194.2	36,904.7	49,092.2	42.1	449.0	42.1	533.20	1.1%	584.5
	2018	1,084.4	5,721.8	6556.0	40,984.4	43,825.0	39.3	607.4	37.5	684.20	1.6%	630.9
	2019	1,136.8	9,459.0	10333.5	48,246.8	56,037.4	42.6	583.8	54.1	680.54	1.2%	598.6
УХАА ХУДАГ	2016	2990.9	13302.4	15603.1	269247.5	504417.9	190.3	36,077.7	46.9	36,314.84	7.2%	12,141.8
	2017	8225.4	35018.9	41346.1	1015248.8	708262.9	292.9	55,145.9	60.7	55,499.50	7.8%	6,747.3
	2018	8478.8	44232.5	50754.7	1244258.6	974295.0	292.9	49,263.7	61.7	49,618.30	5.1%	5,852.0
	2019	10028.0	49323.0	57036.8	1353533.4	1232571.7	286.4	57,820.0	76.0	58,182.40	4.7%	5,802.0

Энэ нь экологийн зардал өндөр байх тусмаа сайн гэсэн үг биш, гол нь байгаль орчинд хэдий хэмжээний ачаалал үүсгэж байгаа, түүнийг бууруулах тал дээр хэрхэн ажиллаж байгаа нь харагдах учиртай.

2-р хүснэгт

Экологийн зардалын уулын ажлын хэмжээ, нүүрс гаргалт болон борлуулалтын орлогоос хамаарах хамаарлын регрессийн шинжилгээний дүн

Уурхайн нэр	Олборлолт: Экологийн зардал	Уулын ажил: Экологийн зардал	Борлуулалт: Экологийн зардал
Багануур	0.298	0.635	0.665
Шивээ овоо	0.788	0.671	0.997
Шарын гол	0.729	0.620	0.869
Ухаахудаг	0.975	0.970	0.832

Эндээс харахад Багануурын уурхайн нүүрс олборлолт, гүйцэтгэсэн уулын ажлын хэмжээ ба экологийн зардал хоорондын хамаарал маш бага байгаа нь уулын ажлын хэмжээ ба байгаль хамгаалах, нөхөн сэргээлтийн ажил уялдаагүй явагдсан нь харагдаж байна. Харин Ухаа худагийн уурхайн үзүүлэлтүүд харьцангуй хамааралтай байна. Эрчим хүчний нүүрсний уурхай, Ухаахудагийн уурхайн зардлын үзүүлэлтүүд ялгаатай байгаагийн гол шалтгаан нь: уул техникийн нөхцлийн хүндрэл нөлөөлдгөөс гадна төрийн оролцооны улмаас хуулийн заалтууд тэгш хэрэгжихгүй байгаа нь эдийн засгийн хувьд үр ашиг багатайгаар үйл ажиллагааг явуулах нөхцөл болдог юм.

ДҮГНЭЛТ

Монгол улсын нүүрсний салбарын экологи-эдийн засгийн нөхцөл байдалд шинжилгээ хийснээр дараах дүгнэлтийг гаргаж байна. Үүнд:

- 1) Ашигт малтмал ашиглах харилцааг зохицуулах хууль тогтоомжийн хэрэгжилтээс харахад байгаль орчны чанарыг сайжруулах, бий болсон хохирлыг барагдуулах, нөхөн төлбөр хийх, нөхөн сэргээх ажлын зохион байгуулалт, өртөг зардал тооцох, санхүүжүүлэх зэрэгт эдийн засгийн арга хэрэгслийн бааз суурь дутмагаас экологийн асуудлыг зүй зохистой шийдвэрлэх арга, хөшүүрэг бүрдээгүй.
- 2) Байгаль хамгаалах арга хэмжээ нь их хэмжээний санхүүгийн хөрөнгө шаарддаг учраас нүүрс олборлох зардлыг өсгөж, эрчим хүчний үйлдвэрлэлийн өртгийг өсгөхөд нөлөөлөх тул төрөөс эдгээр уурхайнуудын үйл ажиллагаанд шууд оролцож, Багануур, Шивээ-овоо зэрэг уурхайнууд төрийн өмчлөлд байж, эрчим хүчний зардлыг өсгөхгүй байх үүднээс нүүрсний үнийг хязгаарлаж, зардлаас доогуур хэмжээнд барьснаар байнга алдагдалтай ажилласнаар байгаль орчин хамгаалах, нөхөн сэргээх ажил бүрэн хийгдэхгүй, ус, агаарын бохирдлын төлбөрөөс чөлөөлөх зэргээр экологийн татвар төлбөрүүдийг зохих ёсоор төлөхгүй байхад хүргэж байна.
- 3) Эрчим хүчний нүүрсний уурхайнуудын технологийн болон уул-геологийн нөхцөл хүндэрч, хөрс хуулалтын ажил хоцрогдолтой, тоног төхөөрөмжийн насжилт өндөр зэрэг шалтгааны улмаас экологт үзүүлэх нөлөөлөл өндөр, ашигт ажиллагааны түвшин доогуур байгаа юм. Ийм нөхцөлд төрийн хийж байгаа зохицуулалтын дээрх арга хэмжээнүүд нь түлш эрчим хүчний салбарын үйлдвэр, уурхайнуудын үр ашгийг хангах бус, эдийн засгийн алдагдал, эрчим хүчний системийн хямралыг улам хурцатгах үндэс суурь болно. Хэрвээ байгаль орчны алдагдал, хохирлыг тооцож байж орлого зардлын зөрүүг хэмжвэл алдагдлын хэмжээ улам өсөх нь тодорхой.

Эдгээр асуудлыг шийдвэрлэхийн тулд дараах цогц арга хэмжээнүүдийг авч хэрэгжүүлэх шаардлага байна. Үүнд:

1. Норматив, эрх зүйн орчинг боловсронгуй болгох:
 - ✓ Байгальд ээлтэй, хаягдалгүй технологийг нүүрс олборлоход нэвтрүүлэх үндсэн дээр үйлдвэрийн хаягдал, бохирдуулагч бодисын ялгаруулалтын хэмжээг нормчлох систем рүү шилжих,
 - ✓ Нүүрсний олборлосны үр ашгийг үнэлэх үзүүлэлтүүдийн системийг бүрдүүлж, экологийн бүхий л хүчин зүйлсийг тооцсон нүүрс олборлолтын экологи-эдийн засгийн үнэлгээний арга зүйн үндэс, загварыг боловсруулах
2. Байгаль орчин хамгаалах үйл ажиллагааг сайжруулах техник зохион байгуулалтын арга хэмжээг хэрэгжүүлэх:
 - ✓ Нүүрсний бизнест оролцогсдын харилцааг зүй зохистой байлгах үүднээс төрийн оролцоог багасгах, бүтээгдэхүүний экологийн зардлыг агуулсан үнэ бүрдэх нөхцлийг бүрдүүлж, нүүрсний үнийг чөлөөлж, экологийн зардлыг санхүүжүүлэх боломжийг олгох
 - ✓ Экологийн зардлын үр ашгийн үнэлгээ нь уурхайн төсөл боловсруулахаас эхлээд уурхайг хаах хүртэлх үйлдвэрлэлийн бүх үе шатыг хамарч, зардлыг нормчлох, тооцох арга зүйг боловсронгуй болгохыг шаарддаг. Нүүрсний салбарын хөгжлийг хангахад экологийн шаардлагад нийцсэн технологийн үйл ажиллагааны үр дүнг үнэлэх цогц арга зүйгээр хангах, үүний тулд экологийн зардлыг тодорхойлж, системчлэх, тооцоолох аргачлалыг боловсруулж хэрэгжүүлэх, үнэлгээний загвар боловсруулах нь тэргүүн зэргийн ач холбогдолтой байх болно.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. Ашигт малтмал, газрын тосны газар, *Эрдэс баялгийн статистик тэдээ*, [R]. 2020/08.
- [2]. Ашигт малтмал, газрын тосны газар, *Нүүрсний хэлтсийн ажлын тайлан*, [R]. 2020.
- [3]. Саенко К.С. Учет экологических затрат.: Финансы и статистика, [M]. 2005.
- [4]. “Багануур” ХХК, *Багануурын нүүрсний уурхайн 2019 оны үйл ажиллагааны тайлан*, [R]. 2020.
- [5]. “Шивээ-Овоо” ХК (Шивээ-Овоо Нүүрсний Уурхай), *Шивээ-Овоогийн нүүрсний уурхайн 2019 оны үйл ажиллагааны тайлан*, [R]. 2020.
- [6]. “Энерги ресурс” ХХК, *Ухаа худгийн нүүрсний уурхайн 2019 оны үйл ажиллагааны тайлан*, [R]. 2020.
- [7]. www.coalminig.mn вебсайт

ХАЯГДАЛ ХАДГАЛАХ БАЙГУУЛАМЖИЙН БУЦАХ УСАН САНГИЙН ТУСГААРЛАХ ДАЛАНГИЙН ХАЖУУГИЙН ТОГТВОРЖИЛТЫН СУДАЛГАА

Б. Ганзориг¹, Н. Эрдэнэбулган², Г. Идэр³

¹ ШУТИС, ГУУС-УТС, Монгол улс,

² ШУТИС, ГУУС-УТС, Монгол улс,

³ Оюу Толгой, Ил Уурхайн Хэлтэс, Монгол улс

Хураангуй–Оюу Толгойн ил уурхайн хаягдал хадгалах байгууламж нь ил уурхайн олборлолтын ажил, баяжуулах процессыг хэвийн явуулах, уурхайн үйл ажиллагааны чухал хэсэг бөгөөд баяжуулах үйлдвэрийн ажиллагаа эхлэхээс дуустал тасралтгүй ажиллах шаардлагатай байдаг. Иймд, хаягдал хадгалах байгууламжийн чухал бүрэлдэхүүн хэсэг болсон буцах усны тусгаарлах далангийн хажуугийн тогтворжилтын хоёр хэмжээст шинжилгээ судалгааны ажлыг хязгаарлагдмал тэнцвэрийн аргаар Слайд (Slide) програм хангамжийг ашиглан гүйцэтгэв. Буцах усны тусгаарлах даланг баяжуулах үйлдвэрийг эргэлтийн усаар хангах, хаягдал хадгалах байгууламжийн үндсэн далангийн тогтворжилтыг хангах үүднээс байгуулдаг. Энэхүү судалгааны хүрээнд хажуугийн тогтворжилтын коэффициентоор буцах усны тусгаарлах далангийн аюулгүй, тасралтгүй үйл ажиллагааг үнэлж, цаашид шаардлагатай санал зөвлөмжийг өгсөн.

Abstract – Tailing Storage Facility is the important part of the mining activity of Oyu Tolgoi open pit mine that supports open pit mine extraction and concentration processes' normal operation, operating throughout the mine cycle. Therefore, two-dimensional slope stability analysis of reclaim dyke, which is the essential component of TSF, was made, by limited equilibrium method using Slide program. Reclaim dyke is constructed to provide the concentration factory with circular water and to stabilize the main dams of tailings storage facility. Safe and continuous operation of reclaim dyke was assessed by determining the factor of safety (FoS); and further actions were recommended.

Түлхүүр үг– эргэлтийн ус, коэффициент, шинжилгээ, гүлсалт нурал

ОРШИЛ

“Оюу толгой” зэс, алтны уурхай нь Улаанбаатар хотоос 550 км зайд байрлах Өмнөговь аймгийн Ханбогд сумын нутагт оршдог. Уурхай нь дэлхийд өндөр агуулгатай зэсийн хүдрийн биетүүдийг агуулдаг. “Оюу Толгой” ХХК нь аюулгүй ажиллагааг эрхэмлэн зэс, алт болон бусад ашигт малтмалыг олборлон баяжуулж, дэлхийн зах зээлд гарган нэмүү өртөг бий болгож, Монгол Улсын хөгжил дэвшилд хувь нэмрээ оруулж байна [1].



Зураг 1. Оюу Толгой ордын газарзүйн байршил

Өмнөд Оюугийн ордын ил уурхайн хөрс хуулалтын ажил 2011 оны 8 дугаар сард эхэлсэн. “Оюу толгой”-н ордын анхны хүдрийг 2012 оны 4 дүгээр сард ил уурхайгаас олборлосон [2].

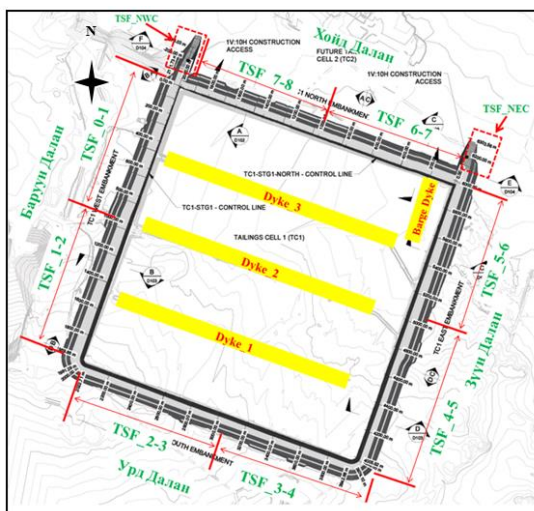
Баяжуулах үйлдвэрийг 2012 оны 2 дугаар сарын 27-нд анх ашиглалтад оруулж, 2013 оны 2 дугаар сарын 1-нд анхны зэсийн баяжмалаа үйлдвэрлэж, мөн оны 7 дугаар сарын 9-нд экспортод гаргасан. 2015 оны 2-р сард баяжуулах үйлдвэр нэг сая.тн зэсийн баяжмал үйлдвэрлэсэн.

Оюу Толгой ил уурхайн хаягдал хадгалах байгууламжийг уг төслийн талбайн зүүн урд хэсэгт 2х2 км талбай бүхий дөрвөлжин, дунджаар 36 м өндөртэй, нийт 1440 сая.тн хаягдлын багтаамжтай, 70 м хүртэл өндөр байгуулна. Тус байгууламж нь одоогийн байдлаар хоногт 110 мян.тн хаягдал хүлээн авах хүчин чадалтайгаар ажиллаж байгаа ба далд уурхайн олборлолт эхлэх үед хүчин чадал нь нэмэгдэнэ. Баяжуулах үйлдвэрээс гарч байгаа хаягдал нь 40 хувийн усыг агуулдаг. Усны урсацын дагуу баруунаас зүүн рүү налуу үүссэн, 3 ширхэг тусгаарлах далангаар хуваасан хаягдал хадгалах дэд хэсгүүд (A, B, C, D cell)-тэй, зүүн хойд талд байрлах хамгийн нам цэгт усыг буцах усны тусгаарлах далангаар тусгаарлаж цөөрөм хэсэгт цуглуулдаг ба хөвөгч шахуургаар цөөрөмд цугларсан усыг баяжуулах үйлдвэр лүү дахин эргэлтэнд оруулдаг [3].



Зураг 2. Оюу Толгойн уурхайн ерөнхий дэвсгэр зураг

Байгууламжийг байгуулахын өмнөх суурь судалгаа болон өрөмдлөгийн ажлыг хийж гүйцэтгэсний дараа 2010 онд ТЭЗҮ батлагдан, далангийн ажлыг 2011 онд эхлүүлсэн. Баяжуулах үйлдвэрийн үйл ажиллагаа эхлэхтэй уялдуулан 2012 онд анхны хаягдалыг байгууламжид өгсөн. Барилгын ажлын эхэн үе шатад Канадын уул уурхайн ассоциациас гаргасан далан барих стандартыг мөрдөж байсан ба далан өндөрсөх явцад Австралийн Том Далангуудын Үндэсний Зөвлөлөөс гаргасан Анколд (ANCOLD) стандартыг баримтлах болсон.



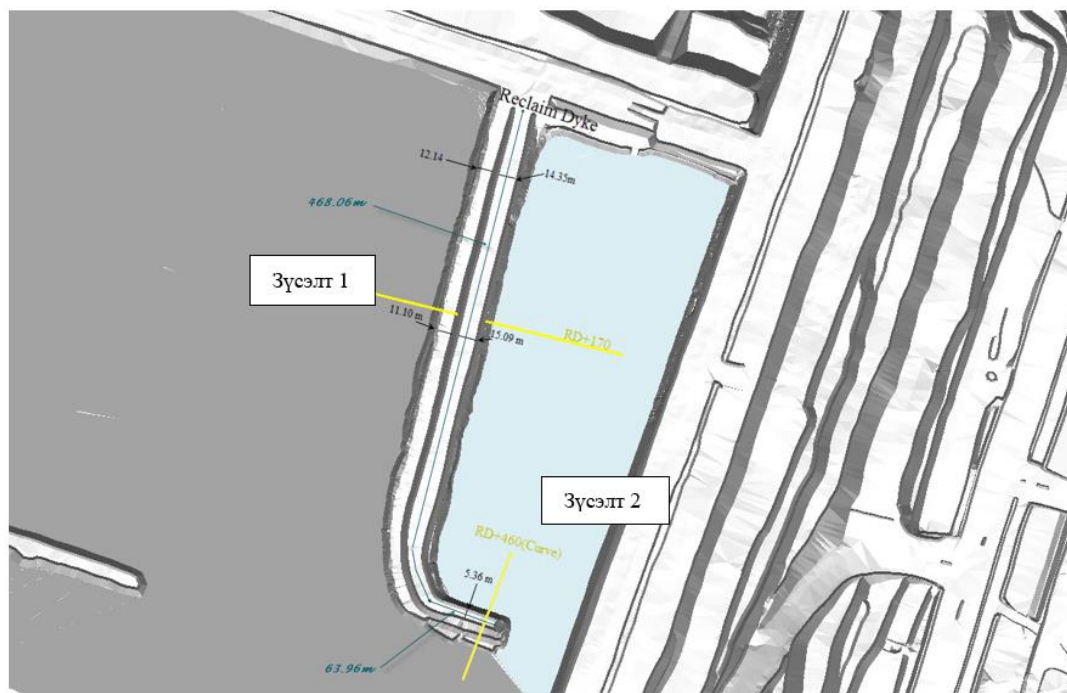
Зураг 3. Хаягдал хадгалах байгууламжийн дэвсгэр зураг

Хаягдлын далангийн тогтворжилт нь олон хүчин зүйлээс шалтгаална. Үүнд: байгалийн хүчин зүйлс, технологийн хүчин зүйлс, геологи, геотехникийн хүчин зүйлс, гадны хүчний нөлөөлөл, хаягдлын далангийн төсөл зохиомж зэрэг нь орно. Тогтворжилтыг хангахын тулд түүнд нөлөөлж болох бүхий л хүчин зүйлсийн магадлалыг бодож тогтоох шаардлагатай.

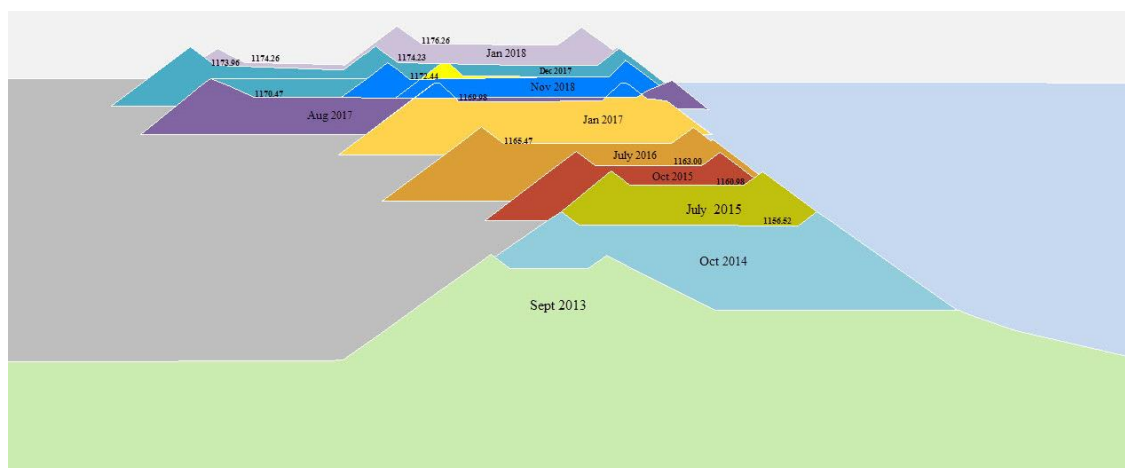
Газрын гадаргуугаас хамааран дараах төрлийн хаягдал хадгалах байгууламж үүсгэж болно. Үүнд:

- Тэгш талбайн. Хаягдал хураагуур эргэн тойрондоо далангаар хашигдана.
- Уулын бэлийн. Хаягдал хураагуур хоёр буюу эсвэл гурван талаараа далангаар хашигдана.
- Жалга, амны хураагуур. Хаягдал хураагуурыг жалга, уулын ам, хөндийг хааж байгуулна [4].

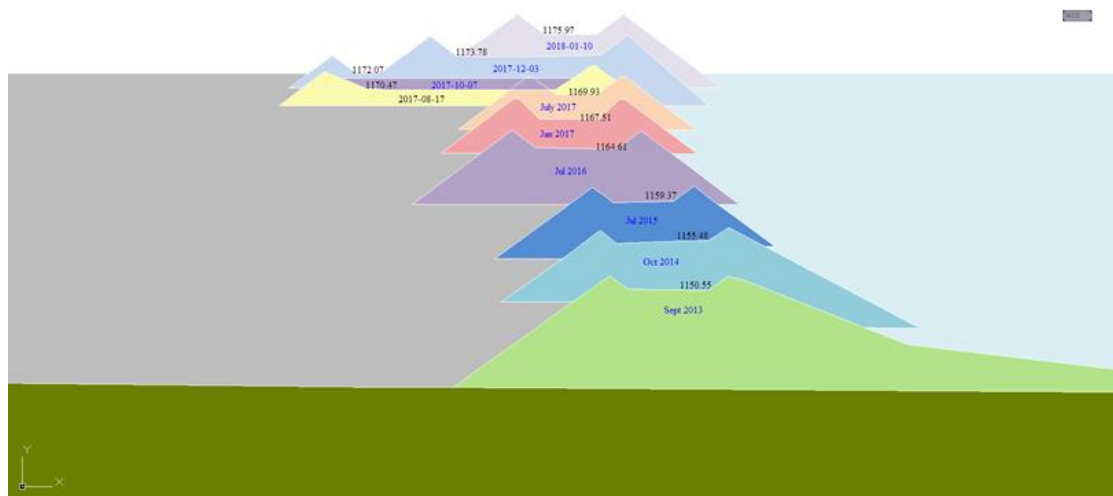
Оюу Толгойн хаягдал хадгалах байгууламж нь нийт 8 ширхэг далантай ба эдгээрээс 4 ширхэг үндсэн далан, 3 ширхэг тусгаарлах далан, 1 ширхэг буцах усны фондны тусгаарлах далан байна. Судалгааны зорилго нь хаягдал хадгалах байгууламжийн буцах усны фондны тусгаарлах далангийн хажуугийн тогтворжилтыг үнэлэхэд оршино. Энэхүү даланг төлөөлж чадахуйц хоёр ширхэг зүсэлтэнд тулгуурлан тогтворжилтын шинжилгээ хийж, үнэлгээг гаргасан.



Зураг 4. Буцах усны фондны тусгаарлах далан



Зураг 5. Буцах усны фондны тусгаарлах далангийн хөндлөн зүсэлт-1



Зураг 6. Буцах усны фондны тусгаарлах далангийн хөндлөн огтлолын зүсэлт-2

СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ АРГА ЗҮЙ

Энэхүү судалгааг хязгаардагдмал тэнцвэрийн аргаар Слайд (Slide) програм хангамжийг ашиглан буцах усны фондны тусгаарлах далангийн хажуугийн тогтворжилтод нөлөөлөх дэвссэн чулуулгийн шинж чанарын үзүүлэлт, хаягдлын шинж чанарын үзүүлэлт, байгууламжийн усны түвшин, далан дээр ажиллах тоног төхөөрөмжийн даралт зэрэг хүчин зүйлсийг харгалзан үзэж, хоёр хэмжээст

хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээ хийж, тогтворжилтын үнэлгээгээр гүйцэтгэсэн.

Материалын шинж чанарын үзүүлэлт

Хаягдал хадгалах байгууламжийн далангуудыг ил уурхайн хүчил үүсгэхгүй агуулагч чулуулаг, Халивын ордоос элс, Дугатын ордоос хайрга зэргийг ашиглан байгуулдаг. Оюу Толгойн лабораторийн туршилтаар тодорхойлсон чулуулгийн шинж чанарын үзүүлэлтийг Хүснэгт 1-д харуулав [5].

1-р хүснэгт

Материалын шинж чанарын үзүүлэлт

Материалын нэр	Тайлбар	Эзэлхүүн жин, кН/м^3	Барьцалдалтын хүч, кПа	Дотоод үрэлтийн өнцөг, град.
2С	Хайрга (0.76-20см хүртэл хэмжээтэй)	20	0	40
3А	Хүчил үүсгэхгүй хаягдал материал	22	0	38
4В	Шаварлаг чулуутай элс	19	0	19

Хаягдлын шинж чанарын үзүүлэлт

Хаягдалын шинж чанарын үзүүлэлтээс далангийн тогтворжилт ихээхэн хамаарна. Хаягдлын урсацын хурднаас хамаарсан динамик хөдөлгөөн нь далангуудын хажууд даралт учруулан далангийн тогтворжилтыг алдагдуулдаг. Хаягдалын шинж чанарын үзүүлэлтийг Хүснэгт 2-т үзүүлэв.

2-р хүснэгт

Хаягдлын шинж чанар

Материал	Эзэлхүүн жин, кН/м^3	Барьцалдалтын хүч, кПа	Дотоод үрэлтийн өнцөг, град.
Хаягдал	19	0	30

Байгууламжийн усны түвшин

Буцах усны фондны тусгаарлах далангаар боолт хийж, хаягдал хадгалах байгууламжийн усыг цуглуулдаг учраас усны түвшин нэмэгдэн далангийн тогтворжилтыг алдагдуулж, аюултай байдал үүсэх эрсдэл өндөр байдаг. Иймд хаягдал хадгалах байгууламжид өгч байгаа хаягдлын хэмжээг тогтмол хянаж, буцах усны фондны тусгаарлах далангаар хашсан цөөрмийн усны түвшинг зөвшөөрөгдөх хэмжээнд байлгах нь чухал байдаг.

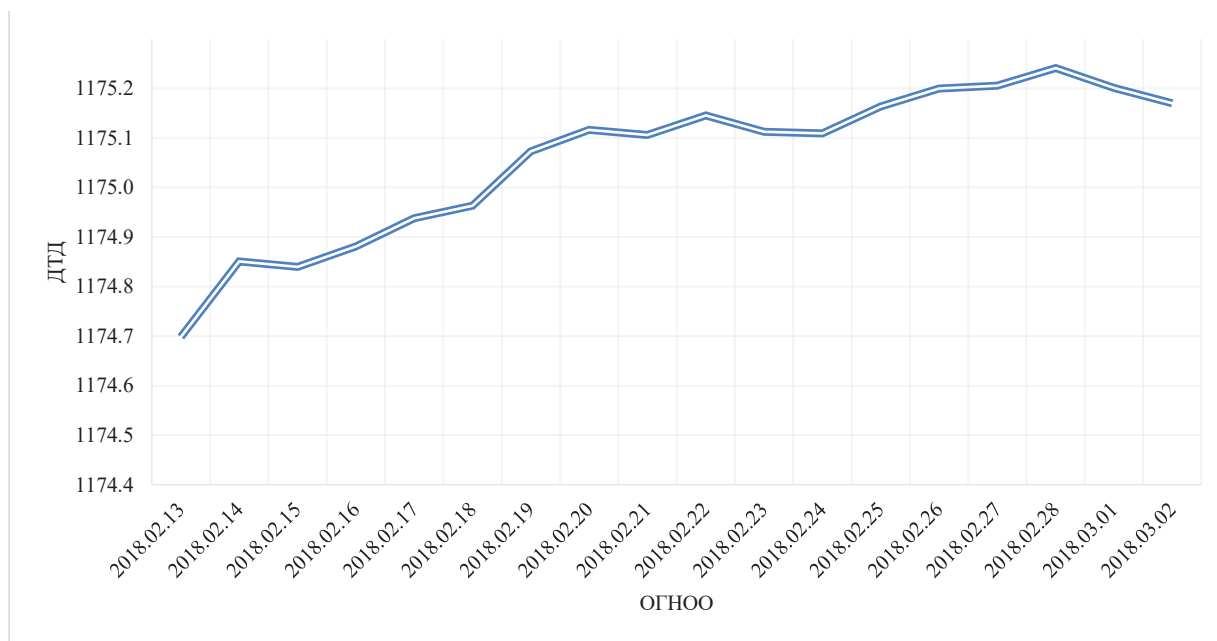


График 1. Цөөрмийн усны түвшингийн өөрчлөлт

Тоног төхөөрөмж

Хаягдал хадгалах байгууламжийн ажилд нийт 40 гаруй тоног төхөөрөмж ашигладагаас 7 бульдозер, 8 автосамосвалууд нь буцах усны фондны тусгаарлах далан дээр чулуулаг асгах болон асгасан чулуулгийг тэгшлэх ажлыг гүйцэтгэдэг. Хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээнд Комацу D475 төрлийн бульдозерийг далан дээр ажиллаж байх үеийн даралтыг тооцсон болно.

Хязгаарлагдмал тэнцвэрийн арга

Хажуугийн тогтворжилтын судалгаа шинжилгээнд хязгаарлагдмал тэнцвэрийн шинжилгээний аргыг өргөн хэрэглэдэг. Энэ аргаар хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээг хийхдээ хөрс чулуулгийн шилжилтийн бат бөхийн үзүүлэлтүүд, геологи-структурын мэдээлэл, гидрогеологи болон хажуугийн геометр хэмжээсүүдийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлж, нуралтын эсрэг үйлчлэх хүчнүүд нь хажуугийн гулсалтыг үүсгэх хүчнээс хангалттай их байх нөхцөлд тулгуурлан явуулдаг. Хажуугийн тогтворжилтын тооцоонууд нь ихэвчлэн хэд хэдэн хязгаарлагдмал тэнцвэрийн шинжилгээний аргуудын аль нэгийг ашиглан хажуугийн тогтворжилтын итгэлцүүрийг тооцох замаар хийгддэг. Эдгээр шинжилгээний аргууд нь хажуугийн тогтворжилтын итгэлцүүрийн ижил тодорхойлолтоор хийгддэг бөгөөд статик тэнцвэрийн тэгшитгэлүүдийг ашиглан хажуугийн тогтворжилтын итгэлцүүрийг тодорхойлдог [6].

Хажуугийн тогтворжилтын итгэлцүүрийг тодорхойлох. Хажуугийн тогтворжилтын итгэлцүүрийг хөрсний бат бөхийн хязгаараар дараах байдлаар тодорхойлно.

$$F = \frac{s}{\phi} \quad (1)$$

Энд: s – байж болох шилжилтийн бат бөхийн хязгаар (МПа)

ϕ – тэнцвэрийн шилжилтийн хүчдэл (МПа)

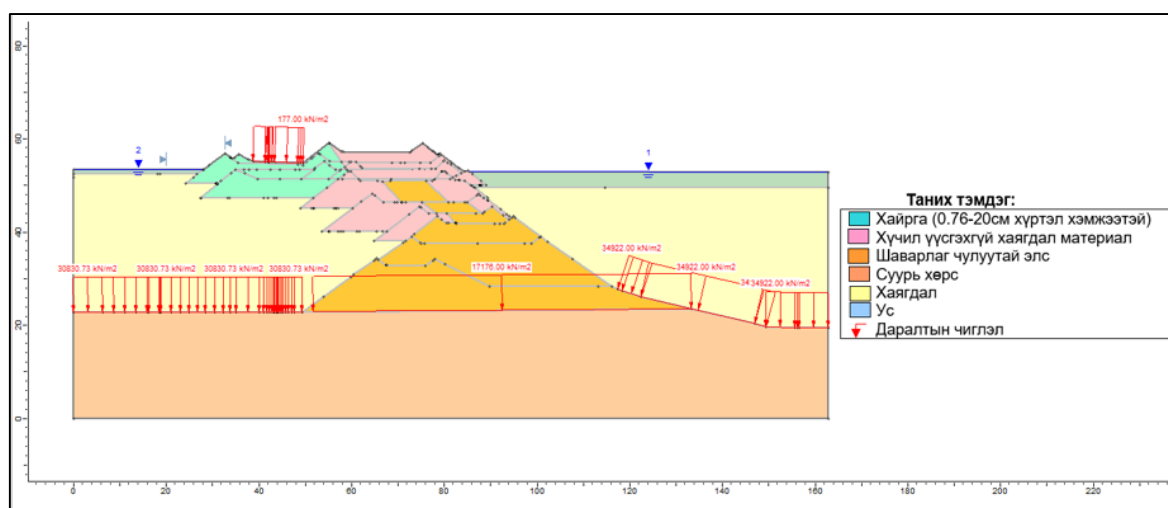
Тэнцвэрийн шилжилтийн хүчдэл нь хажууг тогтвортой байлгах шилжилтийн хүчдэл бөгөөд (1) тэгшитгэлээс дараах байдлаар тодорхойлно.

$$\phi = \frac{s}{F} \quad (2)$$

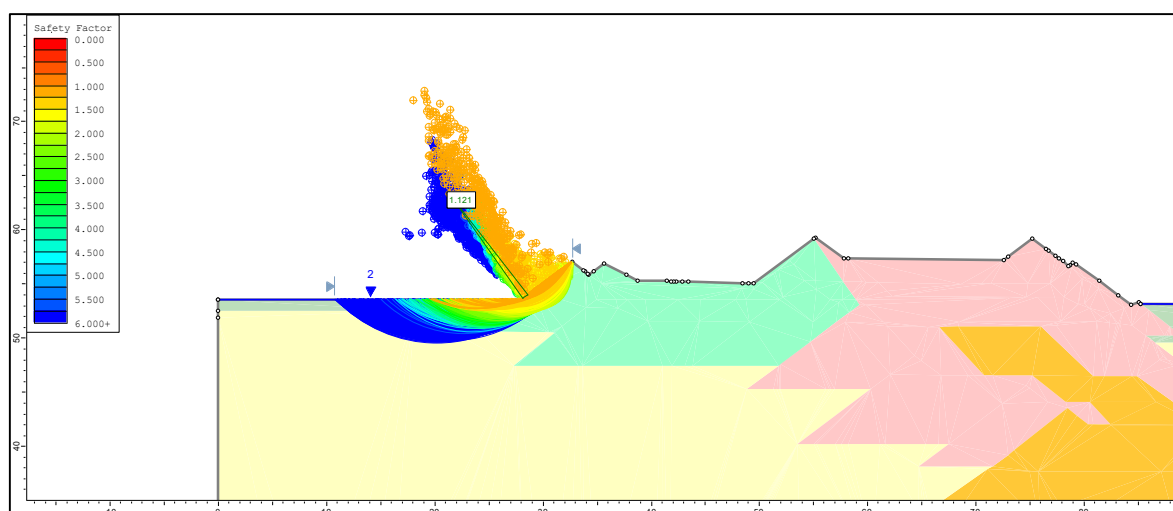
Тэнцвэрийн шилжилтийн хүчдэл нь хажуугийн тогтворжилтын итгэлцүүрт нөлөөлдөг шилжилтийн бат бөхийн хязгаартай тэнцүү байна. Хажуугийн тогтворжилтын итгэлцүүр нь буурсан шилжилтийн бат бөхийн хязгаараар тодорхойлсон итгэлцүүрээр илэрхийлэгдэх ба өөрөөр хэлбэл буурсан бат бөх нь тогтвортой (хажуу байнгын тогтвортой) хязгаарлагдмал тэнцвэрийн нөхцөлд оршино. Хажуугийн тогтворжилтын тооцоог хийхэд хэрэглэгдэж буй энэхүү аргыг хязгаарлагдмал тэнцвэрийн арга гэж нэрлэдэг.

Хаягдал хадгалах байгууламжийн далангийн тогтвортой аюулгүй байдлыг хангах тогтворжилтын коэффициент нь 1.3 ба түүнээс дээш үед далангийн хажуу тогтвортой гэж судлаачид үздэг.

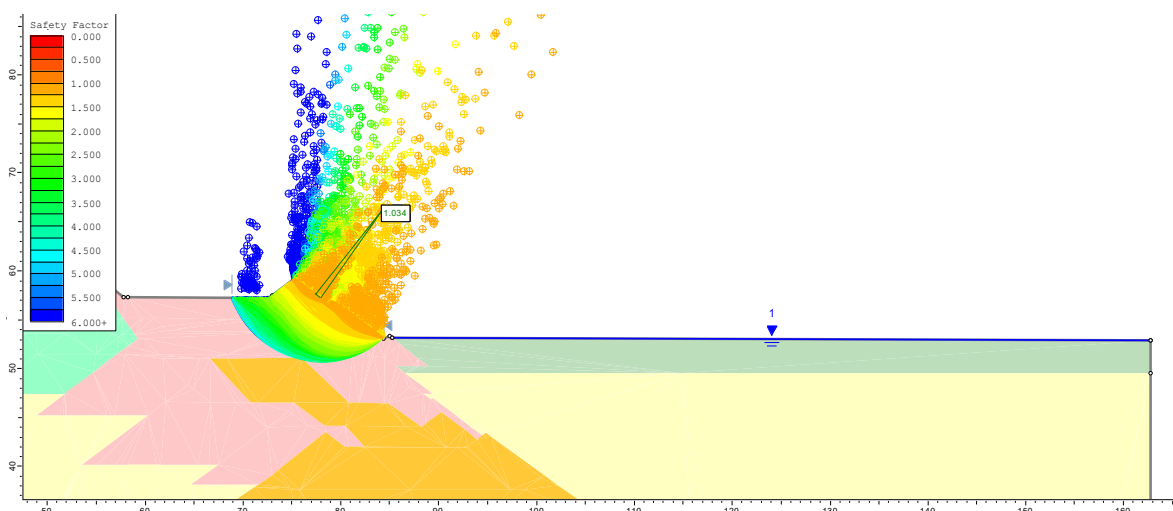
Далангийн хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээг хязгаарлагдмал тэнцвэрийн аргаар Slide програм хангамжийг ашиглан буцах усны фондны тусгаарлах далангийн хажуугийн тогтворжилтод нөлөөлөх дэвссэн чулуулгийн шинж чанарын үзүүлэлт, хаягдлын шинж чанарын үзүүлэлт, байгууламжийн усны түвшин, далан дээр ажиллах тоног төхөөрөмжийн даралт зэрэг хүчин зүйлсийг харгалзан үзэж гүйцэтгэсэн. Зүсэлтүүдийн геометр модел болон тогтворжилтын шинжилгээний үр дүнгүүдийг Зураг 7-12-т үзүүлэв.



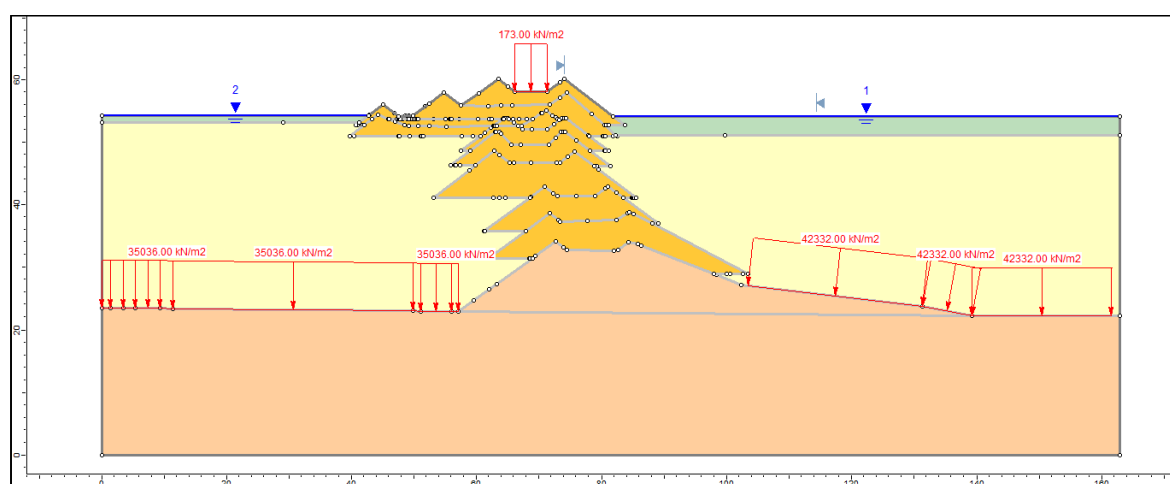
Зураг 7. Зүсэлт 1-ийн Слайд програм дээр оруулсан геометр модел



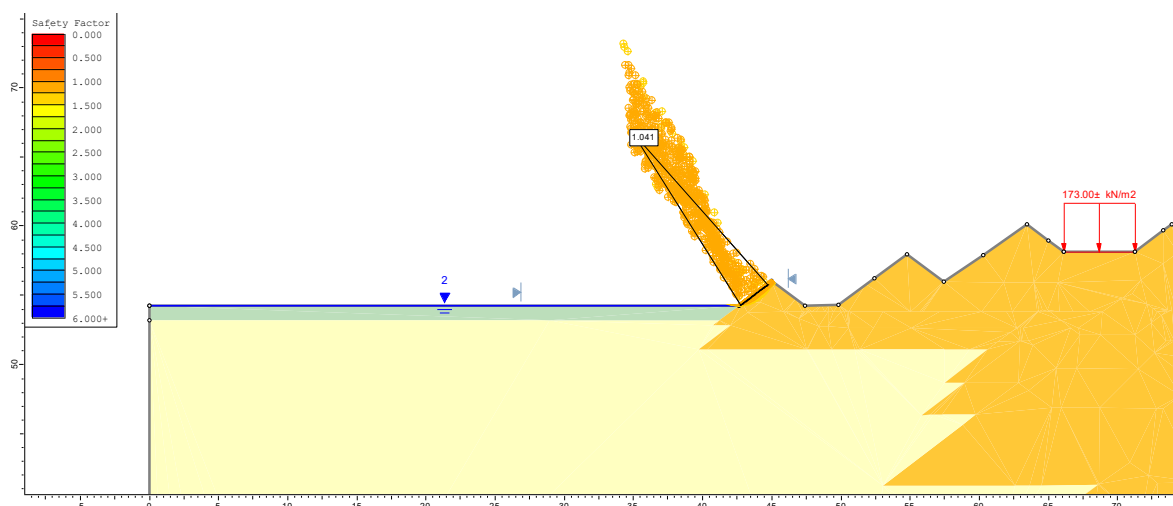
Зураг 8. Хөндлөн зүсэлт 1-д хамаарах буцах тусгаарлах далангийн зүүн хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээний үр дүн



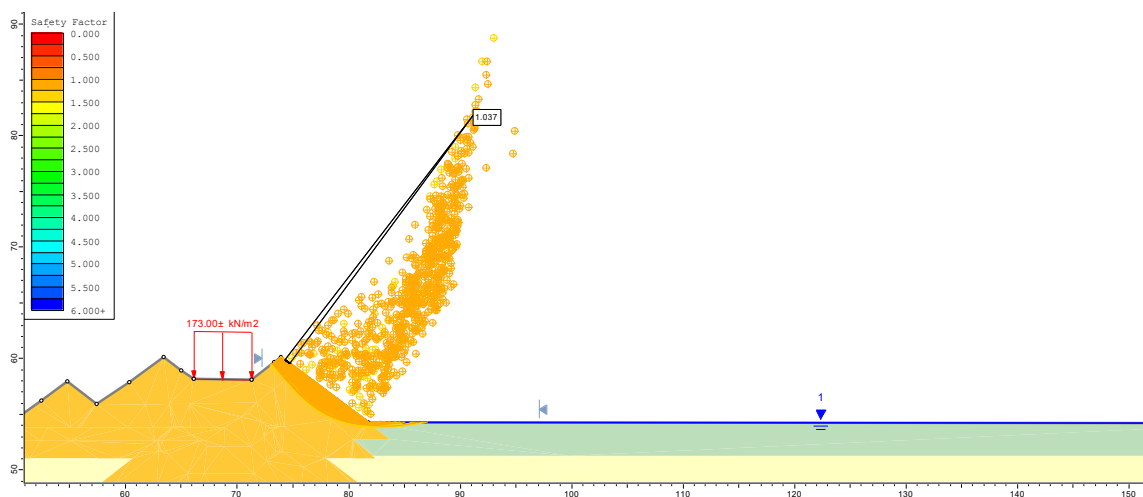
Зураг 9. Хөндлөн зүсэлт 1-д хамаарах буцах тусгаарлах далангийн баруун хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээний үр дүн



Зураг 10. Зүсэлт 2-ын Слайд програм дээр оруулсан геометр модел



Зураг 11. Хөндлөн зүсэлт 2-д хамаарах буцах тусгаарлах далангийн зүүн хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээний үр дүн



Зураг 12. Хөндлөн зүсэлт 2-д хамаарах буцах тусгаарлах далангийн баруун хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээний үр дүн

ҮР ДҮН БА ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Шинжилгээний үр дүнд буцах усны фондны тусгаарлах далангийн 1-р хөндлөн зүсэлтэнд хамаарах далангийн зүүн хажуугийн тогтворжилтын коэффициент нь 1.121 утга авсан ба зүүн хажууд 0.67 метр урттай гулсалт, нурал харин баруун хажуугийн тогтворжилтын коэффициент 1.034 гарсан ба баруун хажууд 0.59 метр урттай гулсалт, нурал тус тус үүссэн байна. Мөн буцах усны фондны тусгаарлах далангийн 2-р хөндлөн зүсэлтэнд хамаарах далангийн зүүн хажуугийн тогтворжилтын коэффициент нь 1.041 утга авсан ба зүүн хажууд 2.5 метр урттай гулсалт, нурал харин баруун хажуугийн тогтворжилтын коэффициент 1.037 гарсан ба баруун хажууд 0.7 метр урттай гулсалт, нурал тус тус үүссэн нь далангийн хажуунууд тогтворгүй болохыг илтгэж байна.

3-р хүснэгт

Хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээний үр дүн

Зүсэлт 1	
Зүүн хажуу	
Тогтворжилтын коэффициент	1.121
Гулсалт, нурлын урт, м	0.67
Баруун хажуу	
Тогтворжилтын коэффициент	1.034
Гулсалт, нурлын урт, м	0.59
Зүсэлт 2	
Зүүн хажуу	
Тогтворжилтын коэффициент	1.041
Гулсалт, нурлын урт, м	2.5
Баруун хажуу	
Тогтворжилтын коэффициент	1.037
Гулсалт, нурлын урт, м	0.7

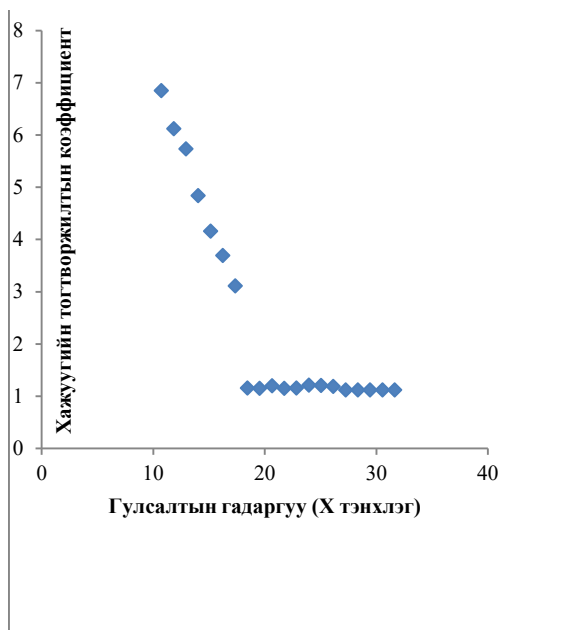


График 2. Зүсэлт 1-т хамаарах зүүн хажуугийн хувьд тодорхойлсон хэвтээ тэнхлэгийн дагуух гулсалтын гадаргуу ба далангийн хажуугийн тогтворжилтын коэффициентийн хоорондын хамаарал

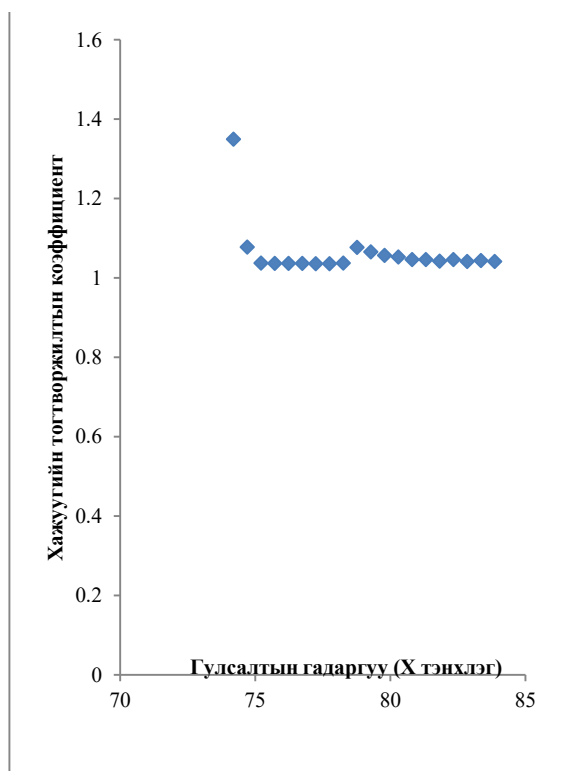


График 3. Зүсэлт 1-т хамаарах баруун хажуугийн хувьд тодорхойлсон хэвтээ тэнхлэгийн дагуух гулсалтын гадаргуу ба далангийн хажуугийн тогтворжилтын коэффициентийн хоорондын хамаарал

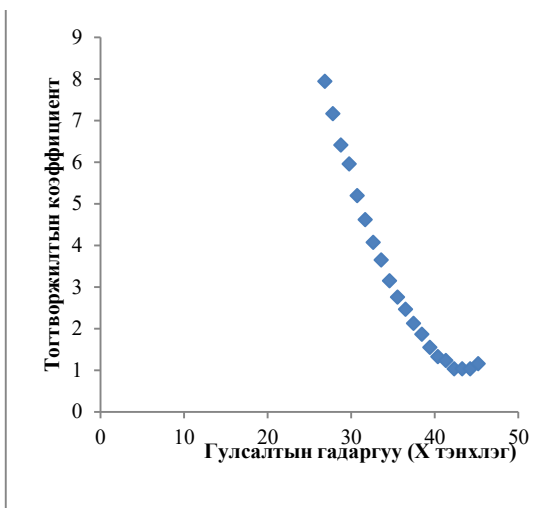


График 4. Зүсэлт 2-т хамаарах зүүн хажуугийн хувьд тодорхойлсон хэвтээ тэнхлэгийн дагуух гулсалтын гадаргуу ба далангийн хажуугийн тогтворжилтын коэффициентийн хоорондын хамаарал

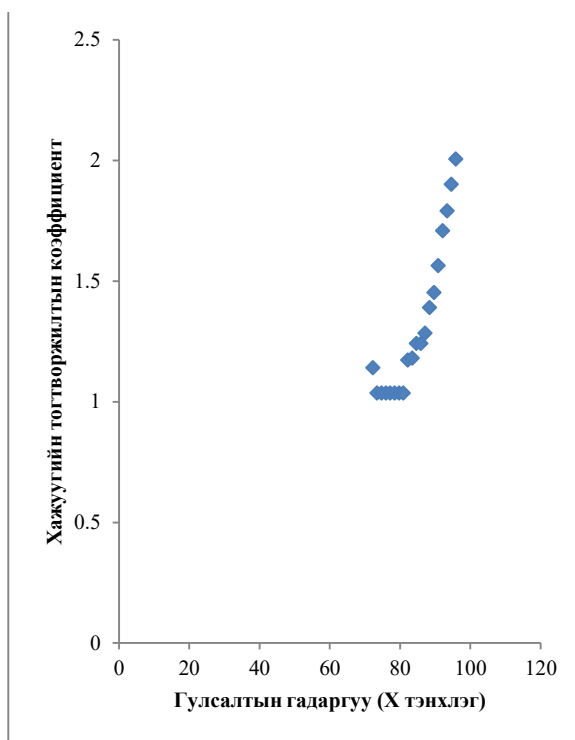


График 5. Зүсэлт 2-т хамаарах баруун хажуугийн хувьд тодорхойлсон хэвтээ тэнхлэгийн дагуух гулсалтын гадаргуу ба далангийн хажуугийн тогтворжилтын коэффициентийн хоорондын хамаарал

ДҮГНЭЛТ

1. Шинжилгээний үр дүнг авч үзэхэд зүсэлтүүдэд хамаарах буцах усны фондны тусгаарлах далангийн хажуугийн тогтворжилтын коэффициентүүд нь 1.034-1.121 хооронд гарсан нь тус далангийн тогтворжилтыг хангахгүй, далангийн хажууд гулсалт, нурал үүсэх өндөр магадлалтай болохыг тогтоов.
2. Тогтворжилтыг хангахын тулд материал нэмж асгах ба далангийн хажуугийн өнцгийг

- бууруулах, далан дээр ачаалал өгч байгаа жин ихтэй тоног төхөөрөмжийг далангийн тогтворжилтод нөлөөлөхгүй байх тоног төхөөрөмж ажиллуулах шаардлагатай гэж үзэв.
3. Энэхүү судалгаанд ашигласан хөндлөн зүсэлтийн зургууд нь маркшейдрийн хэмжилтээс үүдэлтэй ба материалын хил зааг бодит байдлаас зөрөх магадлал өндөр тул зүсэлтүүдийг бодит болгохын тулд далан дээрх өрөмдлөгийн ажлаар материалын заагийг нарийвчилан тогтоох шаардлагатай.
4. Цаашид тогтворжилтын шинжилгээгээр үнэлгээг гурван хэмжээст байдлаар хийх нь илүү бодит үнэн үр дүн өгөх боломжтой.
- АШИГЛАСАН НОМЫН ЖАГСААЛТ**
- [1] <http://ot.mn/>
- [2] Turquoise Hill – Oyu Tolgoi Technical Report 2016
- [3] Ж. Батболд, “Хаягдал хадгалах байгууламжийн ерөнхий зааварчилгаа”, 2017, Өмнөговь, Монгол Улс
- [4] С. Цэдэндорж, П. Оюунсүрэн, Л. Норовсүрэн, Я. Дашдондог, Б. Чинзориг, Б. Алтантуяа, Ц. Туяа, М. Баянмөнх, Л. Батаа, Т. Оргодол, Д. Далайцэцэг, Ц. Оюунцэцэг, Түмэн-Өлзий “Инженерийн Лавлах-7”, 2010, УБ, Монгол улс
- [5] Golder Associates, Report, Report Number 038-1654702 Rev 4
- [6] Abramson, L. W., Thomas, S. L., Sharma, S. and Boyce, G.M. “Slope Stability and Stabilization Methods”, 2nd Edition, 2002, John Wiley & Sons. Inc, New York, USA
- [7] Y.M.Cheng and C.K. Lau. “Slope Stability Analysis and Stabilization: New Methods and Insight”, 2008, London, UK
- [8] Duncan C. Wyllie and Christopher W. Mgh. “Rock Slope Engineering Civil and Mining”, 2004, New York, USA

ХҮРЭНШАНДЫН НҮҮРСНИЙ УУРХАЙН ҮНДСЭН ТОНОГ ТӨХӨӨРӨМЖИЙН СУЛ ЗОГСОЛТЫН ШАЛТГААН

Магистр Б.Батгэрэл*, магистр Ц.Нансалмаа†

*†Уул уурхайн хүрээлэн/ШУТИС-ийн харьяа, Улаанбаатар хот, Монгол улс

Хураангуй-Хүрэншандын уурхайн хөрс хуулалт болон нүүрс олборлолтонд ажилладаг үндсэн тоног төхөөрөмж болох экскаватор, автосамосвалын жилийн хугацаанд ажилласан цагийн бүртгэлийг нэгтгэн дүгнэж, сул зогссон шалтгааныг тогтоож, техникийн цаг ашиглалтын хугацааг нэмэгдүүлэх боломжтой эсэхийг тогтоож, зөвлөмж өгөхөд өгүүллийн зорилго оршино.

I. ОРШИЛ

Хүрэншандын нүүрсний уурхай нь Улаанбаатар хотоос баруун урагш 950 км зайд, Өмнөговь аймгийн төвөөс баруун тийш 340 км-т, урагш Шивээ хүрэнгийн боомт хүртэл 45 км зайд байрлана. Уурхай нь 12 цагийн үргэлжлэлтэй 2 ээлжээр тасралтгүй ажилладаг. Уурхайн хөрс хуулалт болон нүүрс олборлолтын ажилд Hitachi маркийн урвуу утгуурт экскаватор 9 ширхэг, БелАЗ болон Hitachi маркийн 27 ширхэг өөрөө буулгагч, Weichai MT-86 маркийн өөрөө буулгагч 24 ширхэг нийт уулын хүнд даацын 60 ширхэг тоног төхөөрөмж ажиллаж байна. Эдгээр тоног төхөөрөмжүүд нь дунд зэргийн ашиглалттай. Тус ордын уул-геологийн нөхцөл дунд зэрэг, нүүрсний босоо унал бүхий 5 давхаргатай, хөрс хуулалтын дундаж коэффициент 4.88 м³/тн байна. Уурхай жилд 1500000 тн нүүрс олборлох хүчин чадалтай ажиллаж байна. Ордыг ил уурхайн аргаар, автосамосвал-экскаваторын хослол бүхий автотээвэртэй ашиглалтын системээр ашигладаг. Уурхайн жилийн хугацаанд ажилласан тоног төхөөрөмжүүдийн бүтээлтэй болон бүтээлгүй ажилласан цагийн бүртгэл, мэдээг ашиглан боловсруулалт хийв.

II. ТОНОГ ТӨХӨӨРӨМЖИЙН

СУЛ ЗОГСОЛТЫН БҮРТГЭСЭН МЭДЭЭЛЭЛ

Уурхайд ашиглагдаж байгаа бүтээлийн тоног төхөөрөмжүүдийн марк, хүчин чадал, тоо ширхэгийн мэдээллийг ХҮСНЭГТ 1-д үзүүлэв.

1-Р ХҮСНЭГТ

Тоног төхөөрөмжүүдийн марк, хүчин чадал, тоо ширхэг

№	Төрөл	Марк	Төрөл, хэмжих нэгж	Хүчин чадал	Тоо, ширхэг
1	Экскаватор	Hitachi-1900	Утгуурын багтаамж, м³	12	3
		Hitachi-1200	Утгуурын багтаамж, м³	5,9	3
		Hitachi-zx 450	Утгуурын багтаамж, м³	1.9	3
2	Автосамосвал	БелАЗ-75135	Даац, тн	130	2
		Hitachi	Даац, тн	95	25
		Weichai Senta-420	Даац, тн	90	10
		MT-86	Даац, тн	60	14

Эдгээр тоног төхөөрөмжүүдийн жилийн хугацаанд ажилласан цагийн бүртгэлийг хийхдээ машин асаалттай болон унтраастай үеийн гэж ангилан бүртгэсэн байна. Тоног төхөөрөмжүүдийн асаалттай үеийн сул зогссон шалтгаан болон хугацааг ХҮСНЭГТ 2-д, тоног төхөөрөмжүүдийн унтраастай үеийн сул зогссон шалтгаан болон хугацааг ХҮСНЭГТ 3-д үзүүлэв.

2-Р ХҮСНЭГТ Тоног төхөөрөмжүүдийн асаалттай үеийн сул зогссон шалтгаан болон хугацаа

№	Сул зогссон шалтгаан	Тоног төхөөрөмжийн сул зогсолт (цаг)	
		Нийт	Нэг т/г
1	Мөргөцгийн ул хана цэвэрлэж ажилласан	994.6	110.51
2	Уурхай доторх бусад ажил	6360.1	106.00
3	Уурхайгаас гадуур ажил	2499.1	41.65
4	Уурхайн амнаас гадуур явах	5480.6	107.46
5	Асаалттай үзлэг/шалгалт	5143.1	85.72
6	Түлш цэнэглэх, асаалттай	5022.8	83.71
7	Сул зогсох /халаах, өвлийн улиралд/	1229.9	20.50
8	Сул зогсох /цэвэрлэгээ хийх/	26.1	0.44
9	Сул зогсох /бусад шалтгаан/	6364.8	106.08
10	Засвар /асаалттай/	3307.6	55.13
11	Нийт дүн	36428.7	717.20

Дээрх хүснэгтээс харахад жилийн хугацаанд 1 тоног төхөөрөмж дунджаар 717.2 цаг бүтээлгүй ажилласан байна [1].

3-Р ХҮСНЭГТ Тоног төхөөрөмжүүдийн унтраастай үеийн сул зогссон шалтгаан болон хугацаа

№	Сул зогссон шалтгаан	Тоног төхөөрөмжийн сул зогсолт (цаг)	
		Нийт	Нэг т/г
1	Сул зогсолт-машинь илүүдэл	4286	71.43
2	Сул зогсолт-хурал уулзалт	8791.8	146.5
3	Сул зогсолт-хүрэлцээгүй оператор	4289.3	71.49
4	Сул зогсолт-ачих техник байхгүй /зөвхөн автосамосвалд хамаарна/	4186.8	82.09
5	Сул зогсолт-техникийн ослоос шалтгаалсан	10.6	0.18
6	Цаг агаарын байдал	1285.2	21.42
7	Сул зогсолт-завсарлагаа, амралт /цайны цаг/	27188.4	453.1
8	Сул зогсолт-тэсэлгээ	692.4	11.54
9	Сул зогсолт-цэвэрлэгээ	8.4	0.14
10	Сул зогсолт-бусад	976.4	16.27

№	Сул зогссон шалтгаан	Тоног төхөөрөмжийн сул зогсолт (цаг)	
		Нийт	Нэг т/г
11	Түлш цэнэглэх	500	8.33
12	Засвар, сэлбэг хүлээх /төлөвлөгөөт бус/	71853.3	2395.1
13	Засвар, ажилчдыг хүлээх /төлөвлөгөөт бус/	49	0.82
14	Засвар, осол аваар /төлөвлөгөөт бус/	34.8	0.58
15	Засвар, үйл ажиллагааны техникийн гэмтэл /төлөвлөгөөт бус/	32228	537.1
16	Засвар, бусад /төлөвлөгөөт бус/	19369	322.8
17	Засвар, урьдчилан сэргийлэх засвар /төлөвлөгөөт бус/	6890.7	114.8
18	Засвар, хуваарьт эд анги солих /төлөвлөгөөт/	1.5	0.03
19	Засвар, хуваарьт нэмэлт эд анги суурилуулах /төлөвлөгөөт/	5.9	0.10
20	Нийт дүн	182647.5	4253.9

Хүснэгтээс харахад машин унтраастай үеийн сул зогсолт нь 1 жилийн хугацаанд 1 тоног төхөөрөмж дунджаар 4253.9 байгаа нь асаалттай үеийн сул зогсолтоос 6 дахин их үзүүлэлттэй байна [1].

III. ТОНОГ ТӨХӨӨРӨМЖИЙН СУЛ ЗОГСОЛТЫН НЭГТГЭЛ

Аливаа машин тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын үр ашиг нь ихэнхдээ түүний найдвартай ажиллагааны түвшингээр тодорхойлогдоно. Уурхайн технологийн тээврийн хэрэгслүүдийн найдвартай ажиллах чанар нь тухайн уурхайн хувьд маш чухал асуудлуудын нэг байдаг. Машины найдвартай ажиллагааны үндсэн үзүүлэлтүүдийг үнэлж дүгнэх, ашиглалтын нөхцөлтэй нягт уялдуулан бодит мэдээлэл, статистик материалд тулгуурлан судлах нь онол практикийн ач холбогдолтой [3]. Тоног төхөөрөмжийн сул зогсолт гэдэг нь Хүрэншандын уурхайн тоног төхөөрөмжүүдийн сул зогссон цагийн бүртгэлийн дэлгэрэнгүй мэдээлэлийг нэгтгэж ХҮСНЭГТ IV.-д үзүүлэв.

4-Р ХҮСНЭГТ

Тоног төхөөрөмжийн сул зогссон шалтгаануудын ангилал

АСААЛТТАЙ ҮЕД		
1. Уурхай доторх болон гаднах ажил	2. Сул зогсолт-а	3. Цаг агаарын байдал
➤ Мөргөцгийн ул хана цэвэрлэх ➤ Уурхай доторх ажил ➤ Уурхайн амнаас гаднах ажил	➤ Техникийн үзлэг, шалгалт ➤ Түлш цэнэглэх ➤ Бусад ➤ Өлийн улиралд халаах, цэвэрлэгээ	➤ Үер ус ➤ Их хэмжээний цас ➤ Хүчтэй салхи шуурга

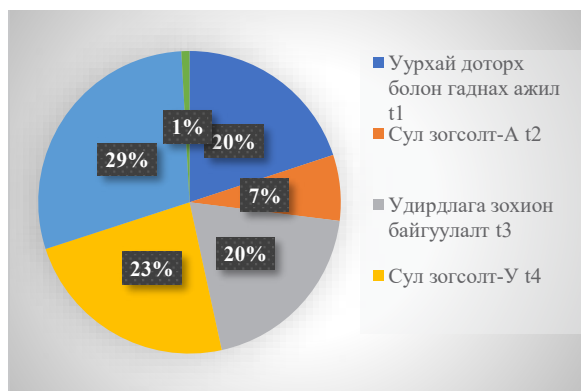
		➤ Засвар үйлчилгээ	
УНТРААСТАЙ ҮЕИЙН			
4. Удирдлага, зохион байгуулалт	5. Сул Зогсолт-у	6. Засвар	
➤ Машины илүүдэл ➤ Хурал уулзалт ➤ Хүрэлцээгүй оператор ➤ Ачих автосамосвал байхгүй	➤ Цайны цаг, завсарлага ➤ Тэсэлгээний үеийн ➤ Цэвэрлэгээ ➤ Түлш цэнэглэх ➤ Бусад	➤ Сэлбэг хүлээх ➤ Ажилчдыг хүлээх ➤ Осол аваар ➤ Үйл ажиллагааны техникийн гэмтэл ➤ Урьдчилан сэргийлэх засвар ➤ Хуваарьт эд анги солих ➤ Нэмэлт эд анги солих	

Техник ашиглалтын коэффициентийг Т ажиллагааны туршид машины төлөвлөгөөт болон төлөвлөгөөт бус засварт зогссон сул зогсолтыг тооцож тодорхойлдог [3]. Тоног төхөөрөмжийн сул зогсолтыг 6-н үндсэн хэсэгт нэгтгэж t1-t6 гэж тооцоонд тэмдэглэв. Эдгээр нэгтгэсэн үр дүнгээр уурхайн экскаваторуудын техникийн цаг ашиглалтын дундаж коэффициентийг тооцон ХҮСНЭГТ 5-д үзүүлэв.

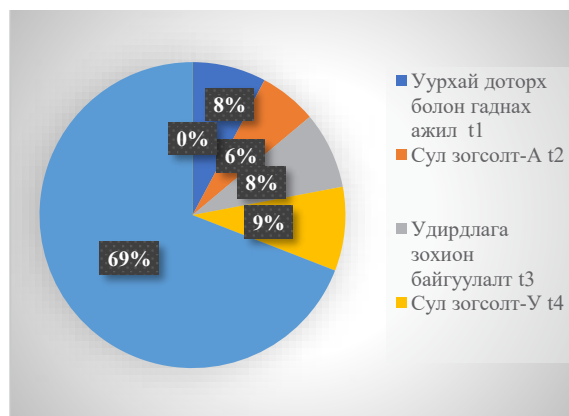
5-Р ХҮСНЭГТ ЭКСКАВАТОРУУДЫН ТЕХНИКИЙН ЦАГ АШИГЛАЛТЫН ДУНДАЖ КОЭФФИЦИЕНТ

№	Үзүүлэлт	Хэмжих нэгж	Тэмдэглэгээ	Дундаж
1	Уурхай доторх болон гаднах ажил	цаг	t ₁	708.28
2	Сул зогсолт-А		t ₂	250.02
3	Удирдлага зохион байгуулалт	цаг	t ₃	696.69
4	Сул зогсолт-У		t ₄	832.52
5	Засвар		t ₅	1035.07
6	Цаг агаарын байдал		t ₆	30.68
7	Нийт сул зогсолтын хугацаа	цаг	T _{сз}	3553.26
8	Жилийн календарийн хугацаа		T _ж	8760.00
9	Техникийн жилд ажилласан хугацаа		T _а	8245.31
10	Техникийн бүтээлтэй ажилласан хугацаа	цаг	T _б	4692.06
11	Техникийн цаг ашиглалтын коэффициент	-	T _б /T _ж	0.54

Уурхайн нийт 9 ширхэг экскаваторын сул зогсолтын дундаж үзүүлэлтээр техникийн цаг ашиглалтын коэффициентийг тооцоход 0.54 гэсэн үзүүлэлтэй гарч байна.



Зураг 1. Экскаваторын сул зогсолтын 6 шалтгааны эзлэх хувь



Зураг 2. Автосамосвалын сул зогсолтын 6 шалтгааны эзлэх хувь

Хүрэншандын уурхайн экскаваторуудын хамгийн их сул зогсолтын шалтгаан нь t5 буюу засвар байна. Дараа нь t4 сул зогсолт, t1, t3 уурхай доторх болон гаднах ажил, удирдлага зохион байгуулалт гэсэн үзүүлэлтээс шалтгаалсан зогсолт их байна.

Уурхайн автосамосвалуудын сул зогсолтын шалтгааныг дээрх 6 ангиллаар авч үзэж техникийн цаг ашиглалтын коэффициентийг тооцсоныг ХҮСНЭГТ 4-д, автосамосвалын сул зогсолтын 6 шалтгааны эзлэх хувийг Зураг 2-д тус тус үзүүлэв.

6-Р ХҮСНЭГТ
АВТОСАМОСВАЛУУДЫН ТЕХНИКИЙН ЦАГ АШИГЛАЛТЫН
ДУНДАЖ КОЭФФИЦИЕНТ

№	Үзүүлэлт	Хэмжих нэгж	Тэмдэглэгээ	Дундаж
1	Уурхай доторх болон гаднах ажил	цаг	t ₁	301.5
2	Сул зогсолт-А		t ₂	235.28
3	Удирдлага зохион байгуулалт	цаг	t ₃	313.55
4	Сул зогсолт-У		t ₄	342.75
5	Засвар		t ₅	2667.06
6	Цаг агаарын байдал		t ₆	0.02
7	Нийт сул зогсолтын хугацаа	цаг	T _{сз}	3860.16
8	Жилийн календарийн хугацаа		T _ж	8760
9	Техникийн жилд ажилласан хугацаа		T _а	7119.76
11	Техникийн бүтээлтэй ажилласан хугацаа	цаг	T _б	3259.6
12	Техникийн цаг ашиглалтын коэффициент	-	T _б /T _ж	0.37

Автосамосвалуудын хувьд сул зогсолтын хамгийн гол шалтгаан нь машин унтраастай үеийн засварын хугацаа /төлөвлөгөөт бус засвар/ байна.

ДҮГНЭЛТ

Хүрэншандын уурхайн экскаватор болон автосамосвалын сул зогсолтын нэгтгэлээс үзэхэд экскаваторын хувьд t5 буюу төлөвлөгөөт бус засвар – сэлбэг хүлээх хугацаа дийлэнх хувийг эзэлж байна. Энэ сул зогсолтыг бууруулахын тулд дараах зөвлөмжийг боловсруулав.

- Тоног төхөөрөмжийн бага хэмжээний доголдлыг цаг алдалгүй оношлон засварлаж, ноцтой эвдрэхээс сэргийлэх [2].
- Урсгал засвар үйлчилгээг тогтмол хийснээр тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын хугацааг уртасгаж, үйл ажиллагааны болон тоног төхөөрөмж шинэчлэлтийн нийт зардлыг бууруулдаг [2].
- Сэлбэг ханган, нийлүүлэлтийг сайжруулах
- Техникийн шинэчлэлтийн хугацааг зөв тодорхойлж, тоног төхөөрөмжийн найдвартай ажиллагааг хангах.

НОМ ЗҮЙ

- [1]. “Хүрэншандын уурхайн бүтээлийн нийт тоног төхөөрөмжийн жилийн диспетчерийн мэдээ”, Монгол улс, Өмнөговь аймаг, Гурвантэс сум, 2020.
- [2]. <http://www.wagnerasia.com/page/29>
- [3]. Б.Пүрэвтогтох, “Ил уурхайн авто тээвэр” Улаанбаатар хот, 2018, хуудас 333-335.

УУЛ УУРХАЙН ХҮРЭЭЛЭН, ГЕОЛОГИ УУЛ УУРХАЙН СУРГУУЛЬТАЙ ХАМТРАН ХЭРЭГЖҮҮЛСЭН ТӨСӨЛ, СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮР ДҮН

Х.Жаргалсайхан

ШУТИС-ийн харьяа Уул уурхайн хүрээлэн-захирал, доктор (Ph.D), дэд профессор.

Улаанбаатар хот, Монгол улс

Jagaakh2007@yahoo.com

Хураангуй-Уул уурхайн хүрээлэн нь ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургуулийн багш, эрдэмтэн судлаачидтай 1970-аад оны сүүлчээс эхлэн 2020 он хүртэлх хугацаанд шинжлэх ухаан технологийн төсөлт ажлуудыг хамтран гүйцэтгэж, аж ахуйн гэрээт эрдэм шинжилгээ, зураг төслийн ажлуудыг үйлдвэрлэл, практикт нэвтрүүлэн ажиллаж, зохих үр дүнд хүрсэн олон арван хамтарсан бүтээлүүдийн талаар товч мэдээллийг өөрийн хүрээлэнгийн архив, номын санд хадгалагдаж буй материал, өөрсдийн хэвлүүлсэн бүтээлийн товчоон зэрэг ном, материалуудыг ашиглан, тодорхой үнэлэлт, дүгнэлт, тоо баримттайгаар харуулсан бөгөөд хамтарсан судалгааны ажлын үр дүнд Монгол улсад энгийн болон эмульсийн тэсрэх бодис үйлдвэрлэх үйлдвэр байгуулагдан, нүүрс экспортлогч томоохон уурхайнууд шинээр ашиглалтанд орж, аймгийн төвүүдийг нүүрсээр хангадаг орон нутгийн нүүрсний 10 уурхайн техник, технологийн шинэчлэлтийн төслүүдийг амжилттай хэрэгжүүлсэн талаар тодорхой тусгасан билээ.

Энэ хугацаанд хамтран хэрэгжүүлсэн шинжлэх ухаан технологийн төсөл, аж ахуйн гэрээт эрдэм шинжилгээ, зураг төслийн ажлын дийлэнх хувийг орон нутгийн уурхайнуудын хөрсний чулуулгийн физик-механикийн шинж чанарыг тодорхойлох, өрөмдлөг, тээвэрлэх ажлын параметруудыг оновчлох, шинэ төрлийн тэсрэх бодис, техник, технологи нэвтрүүлэх, өрөмдлөгийн болон ачих, тээвэрлэх тоног төхөөрөмжийн техник, технологийн шинэчлэлт хийх ажлууд эзлэж байгаа нь судалгааны үр дүнгээс тодорхой харагдаж байгаа болно. Энэхүү өгүүлээс ГУУС-ийн багш, эрдэмтэн судлаачид УУХ-тэй ямар сэдвээр ямар ажлыг хамтран хийж гүйцэтгэж байсан талаарх мэдээллийг бүрэн авах боломжтой байгаа болно.

Түлхүүр үг: орд, физик, механик, технологи, тэсрэх бодис, өрмийн хошуу.

1. ШИНЖЛЭХ УХААН ТЕХНОЛОГИЙН ТӨСӨЛТ АЖЛЫН ТАЛААР:

Уул уурхайн хүрээлэн улсын захиалгаар 1970-2020 онд нийт 120 шахам ШУТ-ийн төсөлт ажлыг хийж гүйцэтгэсэн бөгөөд тус хүрээлэн дээр хэрэгжүүлж байсан шинжлэх ухаан технологийн “Үүсмэл ордын экологи, эдийн засгийн үнэлгээ, уул-техникийн нөхөн сэргээлтийн технологи” (Б.Алтантуяа, Ц.Оюунцэцэг, С.Энхцацрал), “Энгийн тэсрэх бодис бэлтгэх шинэ арга, технологи” (Б.Лайхансүрэн), “Уурхайн хөрсний чулуулгийн физик, механикийн шинж чанарын судалгаа” (Б.Лайхансүрэн, Л.Пүрэв, Д.Дагва), “Нүүрсний стандартчилал, чанарын баталгаажуулалтын боловсронгуй тогтолцоо” (Л.Пүрэв), “Уурхайн автоматжуулалт, технологийн шинэчлэлт” (Г.Дорж, Ж.Цэвэгмид, Г.Сандагдорж, П.Ариунболор, Б.Пүрэвтогтох, Б.Орхонтуул, А.Хайдав, Н.Очирбат, Б.Батхишиг),

“Уулын ажлын хүрээлэн буй орчинд нөлөөлөх сөрөг үзэгдлүүдийг багасгах технологи, уулын үйлдвэрүүдийн хөрөнгө оруулалтын үнэлгээ” (С.Цэдэндорж, Ш.Халтар), “Уул уурхайн олборлолтын техник, технологийн өгөөжийг дээшлүүлэх” (Л.Пүрэв, Б.Лайхансүрэн, Г.Дорж, А.Хайдав), “Орд газрын ашигт малтмалыг иж бүрэн олборлох шинэ технологи боловсруулах ТЭЗҮ” (Б.Лайхансүрэн, Ц.Оюунцэцэг), “Усанд тэсвэртэй хямд тэсрэх бодисыг Монголын нөхцөлд үйлдвэрлэх судалгаа, ТЭЗҮ” (Б.Лайхансүрэн, Б.Ишмэнд), “Цавын орд газрыг далд уурхайн аргаар олборлох технологийн оновчтой шийдлүүд” (Б.Лайхансүрэн), “Шороон ордын элс олборлох технологи” (Б.Лайхансүрэн), “Ирээдүйтэй болон ашиглагдаж буй нүүрсний орд газруудын чулуулгийн физик-механик, уул-технологийн шинж чанарын судалгаа” (Б.Ишмэнд), “Хайлуур жоншийг далд аргаар олборлох технологийг боловсронгуй болгох” (Б.Ишмэнд, Б.Лайхансүрэн, Ц.Очир) зэрэг шинжлэх ухаан технологийн 13 төслийг хийж гүйцэтгэхэд давхардсан тоогоор Геологи, уул уурхайн сургуулийн 30 гаруй багш, эрдэмтэн судлаачид хамтран ажилласан нь хамтын ажиллагааны цар хүрээ өргөжин бэхжиж ирснийг харуулж байна.

Эдгээр ШУТ-ийн төслөөс гарсан томоохон үр дүнгүүдийг авч үзвэл:

“Усанд тэсвэртэй хямд тэсрэх бодисыг Монголын нөхцөлд үйлдвэрлэх судалгаа, техник, эдийн засгийн үндэслэл” боловсруулах (1993-1995) сэдвийн хүрээнд доктор (Sc.D) Д.Батжаргал, Б.Ишмэнд, дэд доктор (Ph.D) Х.Жаргалсайхан, Б.Лайхансүрэн, ЭША Н.Саранчимэг нар ажиллаж “Усанд тэсвэртэй тэсрэх бодисын талаар онолын тойм судалгаа хийж, тээвэрлэх ажлыг оновчлох алгоритм, программ боловсруулалт, эмульсийн тэсрэх бодисоор туршилтын тээвэрлэгч Эрдэнэтийн уурхайд хийж гүйцэтгэсэнээс гадна эмульсийн тэсрэх бодисын аюулгүй ажиллагааны шаардлага, ашиглах нөхцөл, шинж чанар, үйлдвэрлэх технологийг нарийвчлан судласны үндсэн дээр “Усанд тэсвэртэй тэсрэх бодисын үйлдвэр байгуулах техник, эдийн засгийн үндэслэл” боловсруулсан байна.

“Орд газрын ашигт малтмалыг иж бүрэн олборлох шинэ технологи” (1994-1997) сэдвийн хүрээнд доктор (Sc.D) Д.Батжаргал, доктор (Ph.D) Б.Лайхансүрэн, ЭША Г.Нацагдорж, Л.Оюунцэцэг нар ажиллаж манай орны нүүрсний уурхайнуудын хөрсний чулуулаг дахь каолин болон керамзит шавар, барилгын материалыг ашиглах боломжийг тодорхойлон, нөөц, агуулга, тархалтын зүй тогтол, нөөцийн хэмжээг тогтоосон байна. Мөн дэлхийн практикт хэрэглэж

байгаа техник, технологийг судлаж, тохирох ашиглалтын систем болон тоног төхөөрөмжүүдийг сонгон авч, үйлдвэр байгуулах техник эдийн засгийн үндэслэлийг боловсруулсан байна.

“Уурхайн автоматжуулалт, технологийн шинэчлэлт” ШУТ-ийн төсөл (1998-2000) нь нийт 3 дэд төслөөс бүрдсэн байгаа болно.

а. “Уулын үйлдвэрүүдийн цахилгаан хангамжийн найдвартай аюулгүй ажиллагааг дээшлүүлэх, шинэ төхөөрөмж, схем, систем боловсруулах” дэд төслийн хүрээнд доктор (Ph.D), дэд профессор Г.Дорж, Ц.Цэвэгмэд, ЭША Б.Чинзориг, инженер Г.Сандагдорж, П.Ариунболор нар ажиллаж Багануур, Эрдэнэт, Шарынголын уурхайд цахилгаан хангамжийн саатлаас уул-тээврийн тоног төхөөрөмжийн бүтээл, цаг ашиглалт хэрхэн хамаарч байгаа талаар нарийвчилсан судалгаа хийж цахилгаан хангамжийн тусгаарлалтын параметр болон нэг фаз газардлагын гүйдэл хэмжих аргачлал стандартыг боловсруулсан байна.

б. “Уулын үйлдвэрүүдийн зураг төслийн ажлын программ, технологийн тээврийн хэрэгслийн ашиглалтын оновчтой горимыг боловсруулж эдийн засгийн үр ашгийг дээшлүүлэх” дэд төслийн хүрээнд ЭША С.Идэрмаа, М.Нарангэрэл, О.Цэвэгсүрэн, доктор (Ph.D), дэд профессор Б.Пүрэвтогтох нар ажиллаж Төмөртийн-Овоо, Улаан-Овоо, Шивээ-Овоо, Багануурын уурхайн зураг төслийн анхдагч мэдээллүүдийг цуглуулан боловсруулалт хийж, Шивээ-Овоогийн нүүрсний уурхайн техник, тоног төхөөрөмжүүдийг төрлөөр нь коджуулан өгөгдлийн сан, хэрэглэгдэж байгаа сэлбэгийн жагсаалтыг коджуулсан сан, тухайн техникийн нормын дагуу ямар эд анги нөөцөд байхыг коджуулан ангилал гаргаад үйлдвэрт нэвтрүүлсэн байна.

в/. “Өрмийн хошуу” дэд төслийн хүрээнд доктор (Sc.D), профессор Д.Батжаргал, доктор (Ph.D), дэд профессор А.Хайдав, АШАА Л.Өлзийхишиг, ЭША Б.Чинзориг нар ажиллаж Эрдэнэт, Багануур, Шивээ-Овоо, Шарынголын уурхайнуудаас авсан өрмийн техникийн ажиллагааны статистик материалд боловсруулалт хийж, дээрхи уурхайнуудад өрмийн хошууны туршилтын загварыг туршсан байна. Туршилтын явцад ажлын зураг авалт хийж, эдийн засгийн хувьд үр ашигтай, элэгдэл багатай шинэ өрмийн хошууны загварыг зохион бүтээсэн байна.

“Уулын ажлын хүрээлэн буй орчинд нөлөөлөх сөрөг нөлөөллүүдийг багасгах технологи, уулын үйлдвэрүүдийн хөрөнгө оруулалтын үнэлгээ” ШУТ-ийн төсөл (1998-2000 он) нь 2 дэд төслөөс бүрдсэн байна.

а. “Уулын ажлын хүрээлэн буй орчинд нөлөөлөх сөрөг нөлөөллийг багасгах” дэд төслийн хүрээнд ЭШАА, доктор (Ph.D), дэд профессор Х.Жаргалсайхан, доктор (Ph.D), дэд профессор С.Цэдэндорж, ЭША Д.Бүрэнжаргал, Т.Батжаргал, Д.Болор, Э.Энх-Очир Б.Батзаяа, Ц.Ариунжаргал, Б.Энхбаатар нар ажиллаж уул уурхайн олборлох үйлдвэрүүдийн үйл ажиллагааны улмаас үүсэж эвдэрсэн газрыг нөхөн сэргээх техникийн болон биологийн нөхөн сэргээлтийн арга технологийг

нарийвчлан тогтоож, алтны зарим уурхайнуудад эвдэрсэн газрыг нөхөн сэргээлт хийж байгаа талаар судалгаа явуулж уул уурхайн үйлдвэрүүдийн байгаль орчинд нөлөөлөх байдлыг үнэлэх аргачлал боловсруулан зарим нэг уурхайд байгаль орчны нарийвчилсан үнэлгээ хийхэд ашигласан байна. Уул уурхайн үйлдвэрүүдийн байгаль орчинд нөлөөлөх байдлын талаар судалгаа хийж уулын ажлын улмаас хүрээлэн буй орчинд нөлөөлөх сөрөг үзэгдлүүдийн ангиллыг боловсруулж, техноген ачаалал үүсэх нөхцөлүүд, тэдгээрийг бууруулах арга замыг тодорхойлж, ашиглалтын явцад техноген бүрдлүүдийг бий болгож ирээдүйд ашиглахад хялбар байлгах талаас нь тодорхой саналууд дэвшүүлсэн байна.

б. “Уулын үйлдвэрүүдийн хөрөнгө оруулалтын төслийн үр ашгийг зах зээлийн нөхцөлд ашиг, алдагдлыг тооцон үнэлэх” дэд төслийн хүрээнд ЭШАА, доктор (Ph.D) Д.Доржгочоо, ЭША М.Нарангэрэл, эдийн засагч Ш.Халтар, Б.Магсар нар ажиллаж Уул уурхайн үйлдвэрүүдэд хийгдэж байгаа төслүүдийн үр ашгийг тооцож байгаа арга зүйг зах зээлийн нөхцөл шаардлагад тохируулан өөрчлөх үүднээс уул уурхайн салбарт хөрөнгө оруулалтын үр ашгийг тооцож байгаа арга, загваруудад судалгаа хийж, зах зээлийн нөхцөлд үр ашгийн үзүүлэлтүүдийг хэрхэн яаж тооцох, учирч болох эрсдлийг үнэлэх, түүнийг тооцох арга зүйг боловсруулжээ.

“Ашигт малтмалын ордыг ашиглах дэвшилтэт, шинэ технологи боловсруулан нэвтрүүлэх судалгаа” сэдэвт ШУТ-ийн захиалгат ажил (2017-2020 он)

Энэхүү сэдэвт ажил дээр доктор (Ph.D), дэд профессор Х.Жаргалсайхан, доктор (Sc.D), профессор Б.Пүрэвтогтох, доктор (Ph.D) Н.Уртнасан, доктор, Б.Орхонтуул, АШДА Д.Бадамгарав, Ц.Нансалмаа, А.Наранчимэг, Э.Орхон нар ажиллаж Монгол орны нүүрс, хүдрийн ил уурхайнуудад хэрэглэж болох тасралтгүй болон мөчлөг-урсгал технологийн талаар нарийвчилсан судалгаа хийж, манай орны цаг уурын нөхцөлд тохирох мөчлөг-урсгал технологийн боломжтой хувилбаруудыг судлан, хэд хэдэн хувилбарын сонголт хийж, Нүүрс, хүдрийн ил уурхайнуудад хэрэглэгдэх туузан конвейер, канатат туузан конвейерийн судалгаа явуулж, конвейерийн системийн оновчтой бүрдэл, канатат-туузан конвейерийн хийц, хэрэглэгдэх нөхцөлийг тодорхойлж, олон улсын практикт нэвтрүүлж буй туршлагыг судлан, уулын үйлдвэрүүдийн тасралтгүй болон мөчлөг-урсгал технологийн хувилбарууд, сонголт тооцооны аргачлал боловсруулсан байна.

II. АЖ АХУЙН ГЭРЭЭТ ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭ, ЗУРАГ ТӨСЛИЙН АЖЛЫН ТАЛААР

Уул уурхайн хүрээлэн нь 1957-2020 оны хооронд Төвийн болон орон нутгийн нүүрс, алтны үндсэн ба шороон орд, жонш, зэс, төмрийн хүдэр олборлох уурхайнуудын зураг төсөл, ТЭЗҮ боловсруулах, олборлолт явуулж буй уурхай, баяжуулах үйлдвэрүүдийн тулгамдсан асуудлыг

шийдвэрлэхэд чиглэгдсэн эрдэм шинжилгээний гэрээт ажил, нүүрсний салбарыг хөгжүүлэх зорилтот цогцолбор программ, хөгжлийн хөтөлбөр, мастер төлөвлөгөө, шинэчлэлтийн төсөл, нүүрс, чулуулгийн шинж чанарын судалгаа, өрөмдлөг, тэсэлгээний ажлын (ӨТА) параметрийг оновчлох, чулуулгийн ан цавархаг шинж чанарыг тодорхойлох зэрэг чиглэлээр 1300 гаруй (Зураг төсөл, ТЭЗҮ, үнэлгээ, аргачлал, зөвлөмж, стандарт, норм, норматив, технологийн схем, ӨТА-ын паспорт, гэрээт ажлуудын тайлан,) ажлыг хийж гүйцэтгэсэн нь үйлдвэр практикт зохих үр дүнгээ өгч байгаа бөгөөд эдгээр ажлуудад ШУТИС-ийн ГУУС-ийн багш, эрдэмтэн судлаачид оролцон хамтарсан бүтээлүүдийг гаргаж ирсэн байна. Тухайлбал: “Шандын зэсийн ордыг олборлох уурхайн ТЭЗҮ” (Л.Пүрэв, П.Түвшинбаяр, Д.Батбаяр, Б.Ууганжаргал, Э.Баярмаа), “Эрдэнэтийн-Овоо ордын хүдрийн (чулуулгийн) эзлэхүүн жин, нягт, физик-механикийн шинж чанарыг нарийвчлан судлаж, шинэчлэн тогтоох судалгаа” (Б.Лайхансүрэн, Л.Төвхөө, Ц.Ариунжаргал), “Шивээ-Овоогийн нүүрсний уурхайн засварын газрын хүчин чадлын шинэчлэл, өргөтгөл” (Ш.Халтар, Б.Хавалболат), “Ухаахудагийн нүүрсний ордыг ашиглах ил уурхай болон уурхайн гадаад тээвэр, дэд бүтцийн байгууламжийн техник, технологийн түвшингийн үнэлгээ” (С.Энхцацрал), “Ухаахудагийн уурхайн нөхөн сэргээлт, хаалтын төсөл” (С.Энхцацрал), “Сайхан-Овоогийн нүүрсний ордын чулуулгийн физик-механикийн шинж чанарын судалгаа” (Л.Төвхөө, С.Энхцацрал, Б.Энхбаяр), “Баян-Айрагийн алт, зэсийн ордын чулуулгийн физик-механикийн шинж чанарын судалгаа” (Л.Төвхөө, С.Дандар, Д.Энхбаяр, С.Энхцацрал), “Өндөр цагааны гянтболд, молибдений ордын чулуулгийн физик-механикийн шинж чанарын судалгаа” (Л.Төвхөө, С.Дандар, Д.Энхбаяр, С.Энхцацрал), “Багануурын уурхайн өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын технологийг боловсронгуй болгох судалгаа” (Б.Лайхансүрэн), “Эрдэнэтийн УБҮ-ийн хүдрийн бутлагдлын оновчлол” (Б.Лайхансүрэн), “Орон нутгийн нүүрсний 10 уурхайн техник, технологийн шинэчлэлтийн төсөл” (С.Цэдэндорж, Б.Лайхансүрэн, Г.Дорж, А.Хайдав, Ц.Очир, Л.Пүрэв, Ж.Цэвэгмэд, Г.Сандагдорж), “Багануурын нүүрсний уурхайн ашиглалтын технологийн бүтцийн оновчлол” (Б.Лайхансүрэн) зэрэг 21 ажилд давхардсан тоогоор ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургуулийн 40 гаруй багш, эрдэмтэн судлаачид хамтран ажилласан байна. Мөн ГУУС-ийн багш доктор (Ph.D) Г.Сандагдорж, доктор (Ph.D), профессор М.Алей нарт тус хүрээлэнгийн боловсруулсан Шивээ-Овоо, Хөшөөт, Барууннаран, Тавантолгой, Нарийнсухайт, Хүрэншанд, Овоотолгой, Шарын гол, Шаазгайт, Сүмбэр, Билүүтийн нүүрсний, Эрдэнэтийн-Овооны зэс, молибдений, Дай-Уулын жоншны, Торомхоны алтны ордуудыг олборлох уурхайн ТЭЗҮ-ийн цахилгаан хангамж болон уурхайн ус шүүрүүлэлтийн хэсгийн тооцоо судалгааг чанартай гүйцэтгэж ирсэнд нь хамт олны нэрийн өмнөөс талархал илэрхийлье! Эдгээр ажлуудаас

үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэн үр ашгаа өгсөн томоохон ажлыг дурьдвал:

Дэд бүтцийн хөгжлийн яам, Засгийн газрын хэрэгжүүлэгч агентлаг Нүүрсний газрын шийдвэрээр 1998 онд Тавантолгой, Баянтээг, Зээгт, Могойнгол, Талбулаг, Нүүрстхотгор, Төвшийнговь, Хартарвагатай, Хөшөөт, Чандганталын нүүрсний уурхайнуудын техник, технологийн шинэчлэлтийн төслийг тус хүрээлэнгийн доктор (Sc.D), профессор Д.Батжаргал, ЭШАА, доктор (Ph.D), дэд профессор Х.Жаргалсайхан, Төслийн ахлах инженер О.Цэвэгсүрэн, Т.Халик, Г.Рэнцэндорж, С.Дэжид, ЭШАА Л.Өлзийхишиг, Г.Нацагдорж, ЭША Т.Батжаргал, Д.Болор, Э.Энх-Очир, М.Нарангэрэл, С.Идэрмаа, ЭШДА Ц.Ариунжаргал, Б.Батзаяа нар Уул уурхайн Сургуулийн багш доктор (Ph.D), дэд профессор Б.Пүрэвтогтох, Б.Лайхансүрэн, Г.Дорж, А.Хайдав, Ц.Очир, Л.Пүрэв, багш С.Цэдэндорж, Ж.Цэвэгмэд, Г.Сандагдорж, Г.Бадамхатан, Б.Мөнхсүрэн, Д.Пүрэвсүрэн болон Нүүрсний газрын ахлах мэргэжилтэн аж үйлдвэрийн гавъяат ажилтан Д.Дондов, эдийн засагч З.Хаянхярваа, мэргэжилтэн Т.Цэнд, Х.Цэрэндаваа, Ц.Оюунбаатар, ДБХЯ-ны газрын орлогч дарга Р.Сундуй, мэргэжилтэн доктор (Ph.D) Г.Пүрэвсүрэн, мэргэжилтэн А.Чимэддорж, Ж.Баатар, доктор (Ph.D) Г.Тулга, инженер Баатарчулуун нартай хамтран хийсэн нь хамтын ажиллагааны цар хүрээ хэр өргөжин тэлж байсныг тод илтгэн харуулж байгаа болно.

Энэхүү 10 уурхайн техник, технологийн шинэчлэлтийн төслийг Засгийн газрын хуралдаанаар хэлэлцүүлэн уг төслийг гадаадын зээл, тусламжаар хэрэгжүүлэн 20.0 сая америк долларын хөрөнгө оруулалт хийгдэж, шаардлагатай тоног төхөөрөмжүүдийг нүүрсний дээрх 10 уурхайд нийлүүлсэн нь орон нутгийн нүүрсний хэрэгцээг найдвартай хангах, цаг үеэ олсон чухал ач холбогдолтой ажил болсонд бид бүхэн баяртай байдаг юм.

III. ШИНЭ БҮТЭЭЛ, НОМ, СУРАХ БИЧГИЙН ТАЛААР

а. Уул уурхайн хүрээлэнгийн хамт олон 1970-2020 оны хооронд 80 гаруй бүтээлд патент, шинэ бүтээл, ашигтай загвар, зохиогчийн эрхийн гэрчилгээ авснаас ГУУС-ийн эрдэмтэн судлаачидтай хамтран шинэ бүтээл 2, ашигтай загвар 5-ыг гаргаж, 5 бүтээлд зохиогчийн эрхийн гэрчилгээ авсан байна. Тухайлбал: “СБВ-2М Өрмийн машинаар дунд зэргийн хатуулагтай болон хатуу чулууг өрөмдөх 1ӨХ-160 маягийн өрмийн хошуу” (Д.Батжаргал, Б.Ишмэнд, Г.Тулга, А.Хайдав, Б.Пүрэвтогтох), “Тэсрэх хольц бэлтгэх арга” (Шинэ бүтээл Х.Жаргалсайхан, Г.Тулга, Б.Лайхансүрэн, Ц.Энхболд, Г.Пүрэвсүрэн, Т.Батжаргал), “Уурхайн автосамосвалын техникийн үйлчилгээ явуулах шинэ ситем”, “Шууд утгуурт экскаватораар автосамосвалыг ачаалах шинэ паспорт”, “Уурхайн автосамосвалуудын шатахууны зарцуулалтыг технологийн хүчин зүйлээс нь хамааруулан тодорхойлох

номограмм”, (Ашигтай загвар Б.Пүрэвтогтох, Б.Орхонтуул), “Шилжүүлэг. Кернийн дээж авах төхөөрөмж” (Ашигтай загвар Х.Жаргалсайхан, Ц.Ариунжаргал, Л.Пүрэв), “Автосамосвалын бодит даац тодорхойлох программ”, “Автосамосвалын дугуйн ачааллыг тодорхойлох программ”, “Автосамосвалын бүтээл болон тоог тодорхойлох программ”, (Зохиогчийн гэрчилгээ Б.Пүрэвтогтох, Б.Орхон туул) зэрэг болно.

б. Уул уурхайн хүрээлэнгийн үе үеийн судлаачид 110 гаруй ном, сурах бичиг, гарын авлага хэвлүүлэн гаргаснаас ГУУС-ийн багш, эрдэмтэн судлаачидтай ном, сурах бичиг, гарын авлага 20-ийг хамтран хэвлүүлэн гаргасан байна. Тухайлбал: “Хүдрийн массив, өрөмдлөг тээлгээний ажлын судалгаа” (Б.Лайхансүрэн, Л.Төвхөө, Х.Жаргалсайхан, Д.Нямдорж), “Далд уурхайн технологи”, инженерийн лавлах, (Б.Лайхансүрэн, Л.Пүрэв, П.Очирбат, А.Хайдав, Ж.Цэвэгмид, Б.Пүрэвтогтох, Ц.Нанзад, Д.Дондов, Г.Дорж, Х.Жаргалсайхан бусад), “Хурд ба шатахуун” (Б.Пүрэвтогтох, Б.Орхонтуул, Н.Очирбат), “Уурхайн автосамосвалын ашиглалтын горим” (Б.Пүрэвтогтох, Б.Орхонтуул), “Ил уурхайн тоног төхөөрөмж” лавлах. (С.Цэдэндорж, Б.Пүрэвтогтох, Л.Пүрэв, Х.Жаргалсайхан, Б.Алтантуяа, М.Энхбат, Д.Пүрэвсүрэн, М.Давга, Б.Ганзориг, Б.Бямбасанчир, Ж.Оюун, Т.Биндэрьяа), “Нэг шанагат экскаваторын тооцоо” (Гарын авлага. Б.Пүрэвтогтох, А.Хайдав, С.Эрдэнэбат), “Я.Гомбосүрэн-Монгол улсын уул уурхайн салбарын нэрт эрдэмтэн” (П.Очирбат, Х.Жаргалсайхан, С.Энхцацрал), “Монголын нүүрсний аж үйлдвэр XX зуунд” (П.Очирбат, Я.Гомбосүрэн, Х.Жаргалсайхан бусад), Далд уурхайн малталт нэвтрэлт, бэхэлгээ. (Гарын авлага. Л.Пүрэв, Х.Жаргалсайхан, Д.Пүрэвсүрэн), “Нүүрсний хаягдал, бохирдолтыг нормчлох эдийн засгийн үндэслэл” (Х.Жаргалсайхан, Л.Пүрэв, Д.Болор, Д.Пүрэвсүрэн, Т.Батжаргал), “Уул уурхайн тоног төхөөрөмжийн лавлах”. (С.Цэдэндорж, Б.Пүрэвтогтох, Л.Пүрэв, Х.Жаргалсайхан, Б.Алтантуяа, М.Энхбат, Д.Пүрэвсүрэн), “Орон нутгийн нүүрсний уурхайнуудын техник, технологийн шинэчлэлтийн төсөл”. (Д.Батжаргал, Р.Сундуй,

О.Мөнхтөр, Б.Пүрэвтогтох, Х.Жаргалсайхан, Л.Пүрэв, Д.Дондов, С.Цэдэндорж, О.Цэвэгсүрэн), “Хөдөөгийн сумдын нүүрсний хангамж”, (Д.Батжаргал, Х.Жаргалсайхан, Л.Пүрэв, О.Мөнхтөр, Б.Пүрэвтогтох, Р.Сундуй, С.Цэдэндорж, О.Цэвэгсүрэн, Т.Цэнд, М.Нарангэрэл, Ц.Ариунжаргал, Г.Пүрэвсүрэн)

ДҮГНЭЛТ

1. Уул уурхайн хүрээлэн нь ГУУС-ийн багш, эрдэмтэн судлаачдыг өөрийн хэрэгжүүлж буй улсын захиалгат ШУТ-ийн 13 төсөлт ажилд нийт 30 гаруй ажилтнуудыг оролцуулан төслүүдийг амжилттай хэрэгжүүлэн зохих үр дүнд хүрсэн байна.
2. ГУУС-ийн багш, эрдэмтэн судлаачид Уул уурхайн хүрээлэнгийн аж ахуйн гэрээт эрдэм шинжилгээ, зураг төслийн идэвхтэй оролцон 21 ажлыг гүйцэтгэн, давхардсан тоогоор 40 гаруй ажилчид хамрагдан, хамтарсан шинэ бүтээл, ашигтай загвар гарган, зохиогчийн гэрчилгээ авсан нь хоёр байгууллагын хамтын ажиллагаа өндөр түвшинд явагдаж ирснийг харуулж байна.
3. Цаашид Уул уурхайн хүрээлэн болон Геологи, уул уурхайн сургуулиас ШУТ-ийн болон суурь судалгааны хамтарсан төсөл, хөтөлбөрүүдийг дэвшүүлэх, аж ахуйн эрдэм шинжилгээний гэрээт ажлыг хамтран гүйцэтгэх, ахисан түвшний оюутны хөгжлийг дэмжих, хүрээлэнгийн ажилтнуудыг цагаар багшлуулах, хамтарсан хурал, семинар зохион байгуулах чиглэлд хамтын ажиллагаагаа улам өргөжүүлэх шаардлагатай байна.

АШИГЛАСАН НОМ, МАТЕРИАЛ

- [1]. Х.Жаргалсайхан, С.Энхцацрал, Б.Батгэрэл. ШУТИС-ийн харъяа Уул уурхайн хүрээлэнгийн 1959-2015 онд гүйцэтгэсэн улсын захиалгат төсөл, аж ахуйн гэрээт эрдэм шинжилгээ, зураг төсөл, ТЭЗҮ, бүтээлийн товчоон. Улаанбаатар хот 2016 он.
- [2]. Х.Жаргалсайхан, С.Энхцацрал, Б.Бат-Очир. “Уул уурхайн шинжлэх ухаан-зураг төсөл (1959-1919 он)”, Түүхэн тойм, үйл ажиллагаа, үр дүн. Улаанбаатар 2019 он.
- [3]. Эрдэм шинжилгээ, судалгааны ажлын тайлан

АЛТНЫ ШОРООН ОРДЫН ИЛ УУРХАЙН ХАЖУУГИЙН ТОГТВОРЖИЛТОД ҮНЭЛЭЛТ ӨГӨХ АСУУДАЛД

Ц.Амарсайхан*, Д.Ганзориг**, Г.Амартүвшин**, Ц.Ариунболд***, С.Цэдэндорж*

* Уул Уурхайн Төсөл Судалгааны Төв, ШУТИС, Улаанбаатар, Монгол

** Геологи Уул Уурхайн Сургууль, ШУТИС, Улаанбаатар, Монгол

*** Оргилох Бүрд ХХК, Улаанбаатар, Монгол

Хураангуй— Судалгааны ажилд алтны шороон ордын тогтоц, хөрс, чулуулгийн нөхцөл, ордын уул техникийн нөхцөл зэрэгт үндэслэн ил уурхайн нээлтийн үед үүссэн ил уурхайн ухшид хажуугийн тогтворжилтын үнэлгээ өгөх, Техник эдийн засгийн үндэслэлд тусгасан ил уурхайн эцсийн болон төлөвлөлтийн дизайнуудад хажуугийн тогтворжилтын үнэлэлт өгөх зэрэг зорилтуудыг тавин ажилласан. Hoek-Brown-ын хөрс, чулуулгийн физик механикийн шинж чанарын шалгуураар судалгааны талбайн геологи, гидрогеологи, тектоник структур, хөрс, чулуулгийн физик-механик шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг төслийн талбайд болон програмчилсан тооцооллын аргуудаар боловсруулалтыг хийх, структурын кинематик анализыг цооногийн бичиглэл, цооногийн дээжийн структурын мэдээлэл, ил уурхайн хажууд хийгдсэн структурын зураглалын мэдээллийг ашиглан Rocscience Dips програм дээр боловсруулалт хийх, ордын геологи хайгуулын ажлын мэдээлэл, цооногийн бичиглэл, литологи, структурын мэдээлэл, ил уурхайн хажууд хийгдсэн зураглалын мэдээллийг ашиглан Geovia болон Rocscience-ийн багц програмууд дээр гурван хэмжээст моделийг боловсруулсан. Ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтын тооцоолол, боловсруулалтад Rocscience Slide3 программыг ашигласан. Боловсруулалтаар ордын хөрс, чулуулгийн үе, давхарга тус бүрийн физик механик шинж чанарын үзүүлэлтүүд, төлөвлөж буй ил уурхайн хүрээ хязгаар, геометр элементүүдийг нэгтгэн ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтод үнэлгээ өгсөн.

I. УДИРТГАЛ

Сүүлийн жилүүдэд алтны шороон ордуудад ашиглалт явуулж буй харьцангуй гүн ил уурхайнууд бий болсон. Ашиглалтын гүн нэмэгдэх, урт хугацаагаар ашиглалт явуулах, алтны үнийн өсөлтөөс шалтгаалан өмнө ашиглагдаагүй гүнд орших блокуудыг нөхөж ашиглах зэрэг үйл явцуудыг дагалдан ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтыг хангах шаардлага хэрэгцээ төсөл хэрэгжүүлэгчид болон эрдэмтэд судлаачдын өмнө асуудал болж тавигдаж байна.

Ил уурхайн хажууд үүсдэг нуруулт, гулсалт, эмтрэлт, суулт зэрэг эвдрэлүүдээс зайлсхийж ашиглалтын эхнээс төгсгөл хүртэл аюулгүйн нөхцөлийг хангахад чиглэсэн судалгааны болон хяналт мониторингийн ажлуудыг хийж байх нь зайлшгүй чухал мөрдлөг, зарчим болж байна.

Тухайн судалгааны ажлыг Их даширын үндсэн хөндийн доод хэсгийн алтны шороон ордод ашиглалт явуулж буй ил уурхайн одоогийн (нээлтийн үеийн) болон төслийн ил уурхайн эцсийн дизайнуудад хажуугийн тогтворжилтын үнэлэлт өгөх зорилоор хийж гүйцэтгэсэн.

Их даширын үндсэн хөндийн доод хэсгийн алтны шороон орд нь Сэлэнгэ аймгийн Баянгол, Мандал сумдын нутагт Хойт Хэнтийн хүдрийн дүүргийн Бороогийн хүдрийн талбайд байрлана. Тус талбай нь Улаанбаатар хотоос баруун хойш 130 км, Зүүнхараагаас баруун урагш 20 км-г оршино.

Судалгааны талбайд 2020 оноос ашиглалт явуулж байгаа бөгөөд тус ордыг ил аргаар автотээвэртэй гадаад болон дотоод овоолготой ашиглалтын системээр 3 жилийн хугацаанд олборлохоор төсөлд тооцсон байна.

II. СУДАЛГААНЫ АРГАЧЛАЛ

Ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтын судалгааны ажлын боловсруулалтын дарааллын хувьд Эмпирик шинжилгээ, Кинематик шинжилгээ, Хажуугийн тогтворжилт гэсэн 3 үе шаттай хийгдсэн.

Эмпирик шинжилгээ (Empirical analysis). Hoek-Brown-ын хөрс, чулуулгийн физик механикийн шинж чанарын шалгуураар судалгааны талбайн геологи, гидрогеологи, тектоник структур, хөрс, чулуулгийн физик-механик шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг төслийн талбайд болон програмчилсан тооцооллын аргуудаар боловсруулалтыг хийсэн.

Кинематик шинжилгээ (Kinematics analysis). Структурын кинематик анализыг цооногийн бичиглэл, цооногийн дээжийн структурын мэдээлэл, ил уурхайн хажууд хийгдсэн структурын зураглалын мэдээллийг ашиглан Rocscience Dips програм дээр боловсруулалт хийсэн.

Хажуугийн тогтворжилт (Slope stability). Ордын геологи хайгуулын ажлын мэдээлэл, цооногийн бичиглэл, литологи, структурын мэдээлэл, ил уурхайн хажууд хийгдсэн зураглалын мэдээллийг ашиглан Geovia болон Rocscience -ийн багц програмууд дээр гурван хэмжээст моделийг боловсруулсан. Гурван хэмжээст моделд ил уурхайн хажууд үүсэх магадлалтай нуруул, гулсалтын төрөл түүний масс, хажуугийн тогтворжилтын коэффициентыг тодорхойлох юм. Ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтын тооцоолол, боловсруулалтад Rocscience Slide3 программыг ашигласан. Боловсруулалтаар ордын хөрс, чулуулгийн үе, давхарга тус бүрийн физик механик шинж чанарын үзүүлэлтүүд, төлөвлөж буй ил уурхайн хүрээ хязгаар, геометр элементүүдийг нэгтгэн ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтод үнэлэлт өгсөн.

III. СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ӨГӨГДӨЛ, МЭДЭЭЛЭЛ БОЛОВСРУУЛАЛТ

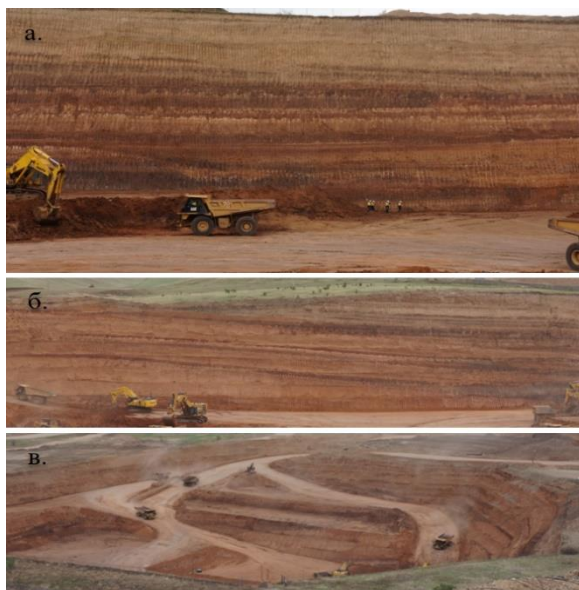
3.1) Ил уурхайн хажуу, геологийн модел

Ил уурхай нь 2020 оны 06-р сарын байдлаар ажлын бус доголын өндөр 3.5 м, доголын хажуугийн өнцөг 65 градус, налуу траншейн өргөн 15 м, ажлын талбайн өргөн 30 м, доголын аюулгүйн тавцангийн өргөн 1 м, уурхайн хажуугийн ерөнхий өнцөг 49 градус, уурхайн гүн 53 м гэсэн хэмжээсүүдээр (Зураг 1, 2) ашиглалт явуулж байна.

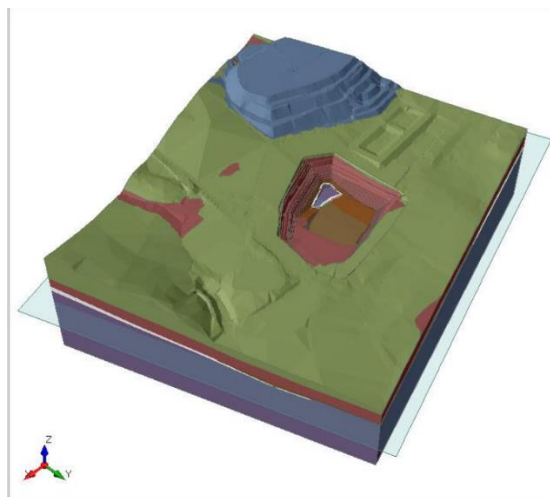
1-Р ХҮСНЭГТ

ИЛ УУРХАЙН АШИГЛАЛТЫН СИСТЕМНИЙ ХЭМЖЭЭСҮҮД

Ашиглалтын элемент, үзүүлэлт	Хэмжих нэгж	Ил уурхайн нээлтийн үеийн хэмжээс	Ил уурхайн эцсийн хэмжээс
Ажлын доголын өндөр, H_d	м	3.5	5
Ажлын бус доголын өндөр, H_d	м	7	10
Ажлын доголын хажуугийн өнцөг, α_d	град	65	60
Ажлын бус доголын хажуугийн өнцөг, α_d	град	65	60
Налуу траншейн өргөн	м	15	15
Ажлын талбайн өргөн, $B_{ат}$	м	30	30-40
Доголын аюулгүйн тавцан	м	1	3
Уурхайн хажуугийн ерөнхий өнцөг	град	49	37-40
Уурхайн хамгийн их гүн	м	53	65

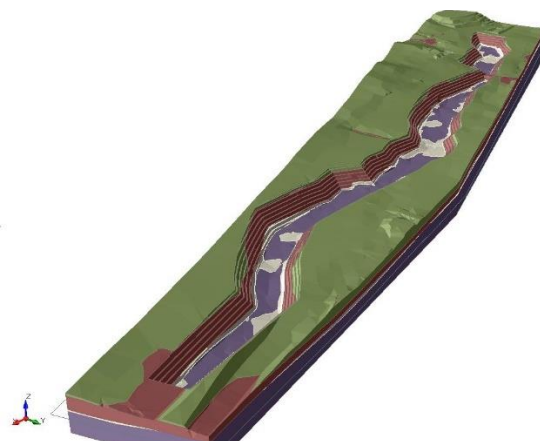


Зураг 1. Ил уурхайн хажуу (а.урд хажуу, б.баруун хажуу, в.зүүн хажуу)



Зураг 2. Ил уурхайн одоогийн байдал, гурван хэмжээст геометр модел (NE-SW)

Төслийн шийдлээр ил уурхайн ажлын бус хажуу нь урд болон баруун талдаа буюу алттай элсний давхаргын улаар бүрэлдэх бөгөөд уг хажууд дотоод овоолгоор дүүргэлт хийхээр төлөвлөж, нээлтийн үеийн ил уурхайн хүрээнээс гадна баруун талд гадаад овоолгын байгуулалт хийгдсэн байна. Дунджаар 3.5 км урт, 60 м гүнтэй ил уурхай үүсэх (Зураг 3) тооцоолол хийгдсэн байна.



Зураг 3. Төслийн ил уурхайн дизайн, гурван хэмжээст геометр модел (NE-SW)

Ордын хөрс, чулуулаг нь шинж чанарын хувьд 5 үндсэн өөр төрөлд ангилагдсан байна. Эдгээр төрлийн хөрс, чулуулгууд нь жигд тархалттайгаар харилцан адилгүй зузаалагтай тогтсон байна. Үүнд:

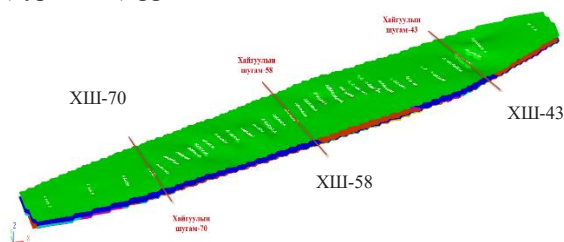
2-Р ХҮСНЭГТ

ОРДЫН ХУЧААС ХӨРСНИЙ АНГИЛАЛ

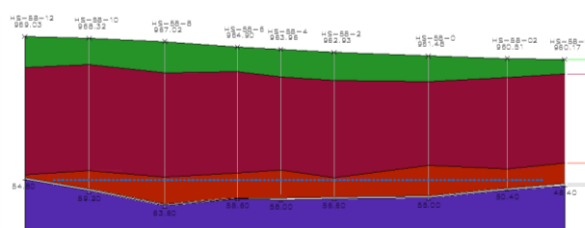
Тооцоололд ашигласан материал	Материалын геологийн тодорхойлолт	Материалын интервал, м
Материал 1 (RT-1)	Саарал өнгийн жижиг ширхэгтэй дайрга, дайрганцар агуулсан элсэнцэр, шавранцар	0.4-14
Материал 2 (RT-2)	Улаан, улаан бор өнгийн жижиг өнгийн жижиг ширхэгтэй дайрга, дайрганцар	14-35

Тооцоололд ашигласан материал	Материалын геологийн тодорхойлолт	Материалын интервал, м
	агуулсан элсэнцэр, шавранцар	
Материал 3 (RT-3)	Бор хүрэн өнгийн хайрга, хайрганцар агуулсан элс, элсэнцэр	35-44
Материал 4 (RT-4)	Цагаан саарал өнгийн боржингийн хэмхдэс дайрга, дайрганцар	44-52
Материал 5 (RT-5)	Дунд ширхэгт цагаан саарал, улаан бор өнгийн боржин	52<

Ордын хөрс, чулуулгийн ангиллыг хайгуулын цооногийн бичиглэлээр Geovia Minex програм ашиглан гурван хэмжээт литологийн модел (Зураг 3, 4) үүсгэсэн.



Зураг 3. Ордын литологийн гурван хэмжээт модел

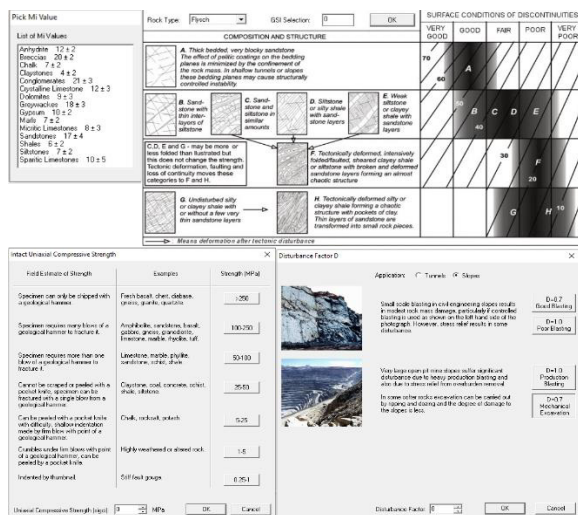


Зураг 4. Ордын литологийн гурван хэмжээт моделийн жишээ хөндлөн зүсэлт

3.2) Хөрс чулуулгийн физик механик шинж чанар
Судалгааны ажилд төслийн талбай орчимд өмнө нь хийгдсэн инженер-геологийн судалгааны ажлаар тогтоосон хөрс, чулуулгийн физик механик шинж чанарын үр дүнгүүдийг үндэслэн RocData програмыг ашиглан Hoek-Brown-ын шугаман бус бат бөхийн шалгуурт хөрвүүлэн ашиглав.

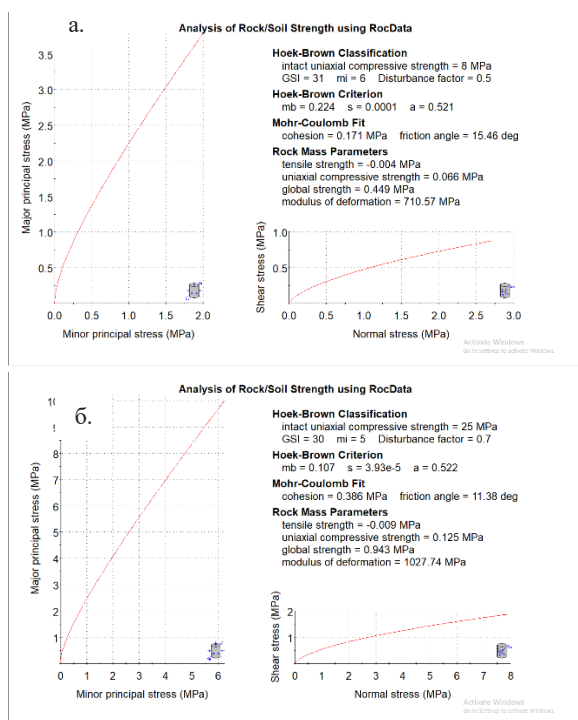
Hoek-Brown-ын хөрс, чулуулгийн физик механикийн шинж чанарын шалгуур нь геотехникийн инженерчлэлд тохиолддог хамгийн түгээмэл бат бөхийн шалгуур юм. Finite Element method, Limit equilibrium method зэрэг геотехник, хажуугийн тогтворжилтын үнэлгээний ихэнх програмчлагдсан тооцоолуудад (numerical analysis) уг бат бөхийн шалгуур, загварчлалыг хэрэглэдэг.

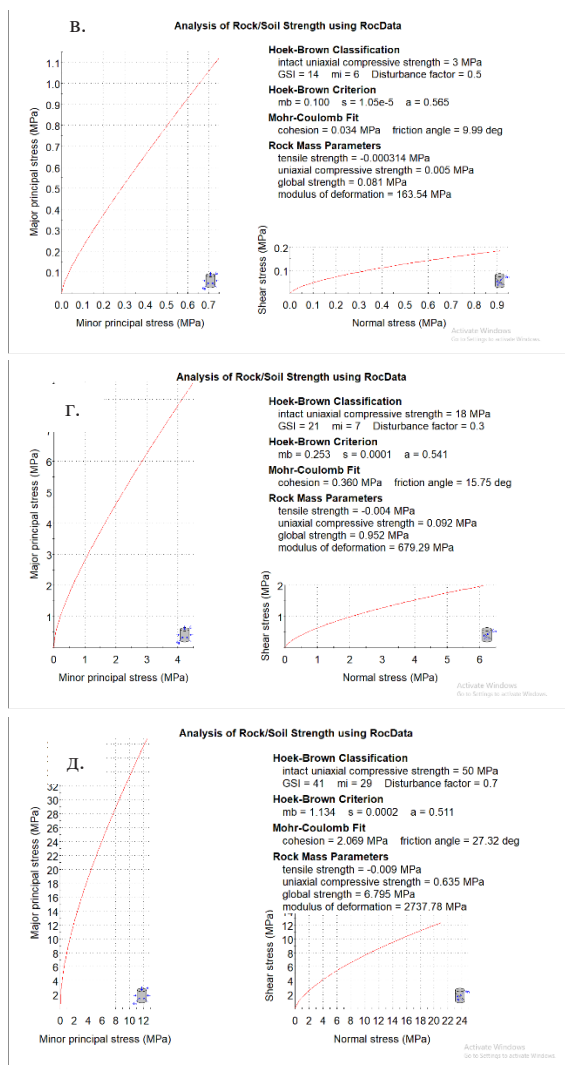
RocData нь хөрс болон чулуулгийн бат бөхийн өгөгдөлд дүн шинжилгээ хийж, шугаман болон шугаман бус бат бөхийн үзүүлэлтүүд болон бусад физик хэмжигдэхүүнийг Hoek-Brown, Mohr-Coulomb зэрэг олон шалгууруудаар тодорхойлж, хөрвүүлж ашиглах хэрэглэгдэхүүн юм (Зураг 5).



Зураг 5. Hoek-Brown-ийн хөрс, чулуулгийн шинж чанарын шалгуурт GSI, UCS, Mi, D үзүүлэлтүүдийг тодорхойлох

Хөрс, чулуулгийн бат бөх чанар. Уурхайн талбай дээр болон суурин боловсруулалтын судалгааны ажлаар хөрс, чулуулгийн шинж чанарыг тодорхойлохын тулд GSI (Geological Strength Index), UCS (Uniaxial Compressive Strength), Mi value, D (Disturbance factor) зэрэг шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг ашигласан бөгөөд материал RT-1, RT-2, RT-3, RT-4, RT-5 -ын шинж чанарын үзүүлэлтийг Зураг 6 (а,б,в,г,д)- т үзүүлэв.



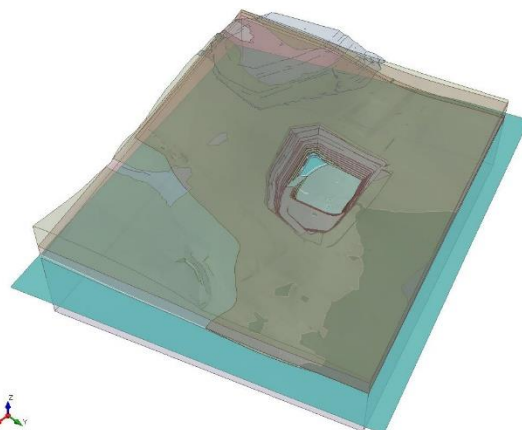


Зураг 6. Судалгааны ажилд ашигласан чулуулгийн шинж чанарын үзүүлэлтүүд
(а. RT-1, б. RT-2, в. RT-3, г. RT-4, д. RT-5)

3.3) Гидрогеологи

Ордын талбайд 2005-2006 онуудад хийгдсэн геологи хайгуулын ажлын үед эртний хөндийг дүүргэж буй неогены улаан өнгийн хурдасын дор орших дайрга, хайрга, хайрганцрын үе, ул чулууны өгөршсөн хэсэгт 2-6 м зузаан уст үе илэрсэн байгаа нь тогтоогдсон байна. Энэ уст үе нь дээр орших дөрөвдөгчийн хурдсын уст давхаргатай гидравлик холбоотой оршино. Энэхүү сэвсгэр хурдсын уст бүрдлийн нийт зузаан нь ул чулуулгийн рельефийн гадаргуугийн байдлаас хамаарч 50-60 м-ийн хооронд хэлбэлзэнэ.

Тухайн хэмжээсүүдийг агуулсан уст үеийн шугмыг судалгааны ажлын геометр моделд оруулж (Зураг 7) хажуугийн тогтворжилтын үнэлгээ өгөх тооцоололд ашигласан.



Зураг 7. Ордын уст үеийн гурван хэмжээст модел

IV. ИЛ УУРХАЙН НЭЭЛТИЙН ҮЕИЙН ХАЖУУГИЙН ТОГТВОРЖИЛТЫН ҮНЭЛГЭЭ

4.1) Ил уурхайн хажуу дахь кинематик анализ

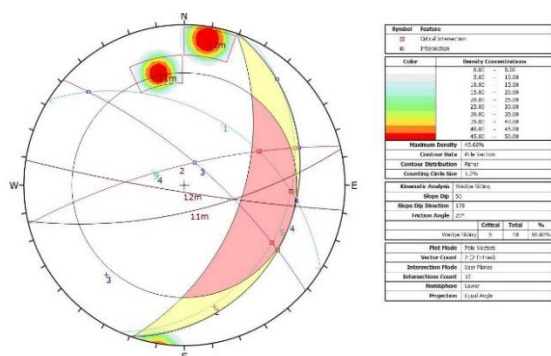
Структурын кинематик анализыг хийхдээ цооногийн бичиглэл, цооногийн дээжийн структурын мэдээлэл, ил уурхайн хажууд хийгдсэн структурын зураглалын мэдээллийг ашиглан Rocscience Dips програм дээр боловсруулалт хийсэн.

Судалгааны талбайд структурын олон төрлийн элемент тогтоогдоогүй, хурдас, чулуулгийн үе үелэл U хэлбэртэй, хэвтээ байрлалтай буюу кайнозойн настай 0-5⁰ хүртэл хэвтээ байрлалтай, хэсэгшил хөгжөөгүй байх тул региональ ан цавын системийн үзүүлэх нөлөөллийг гол шалгуур болгон тооцоог хийлээ.

Ил уурхайн баруун хажуу. Тус хажууд 3 ан цав (геологийн тасалдал) тогтоогдсон бөгөөд 1 дүгээрх нь 32° суналтай зүүн урагшаа 41° уналтай, 2 дугаарх нь 346° суналтай зүүн хойшоо 76° уналтай, 3 дугаарх нь 41° хэмийн суналтай зүүн урагшаа 73° уналтайгаар (Зураг 8) ил уурхайн хажууд ажиглагдсан.



Зураг 8. Ил уурхайн баруун хажууд ажиглагдах ан цав

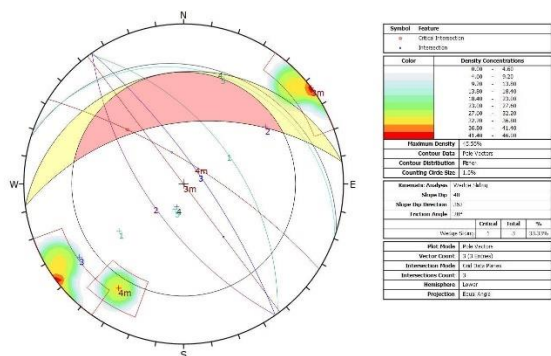


Зураг 9. Ил уурхайн баруун хажуу дахь кнематик анализ (шаантаг хэлбэрийн эвдрэлд)

Ил уурхайн урд хажуу. Тус хажууд 3 ан цав тогтоогдсон бөгөөд 1 дүгээрх нь 54 хэмийн суналтай баруун хойшоо 53 хэмийн уналтай, 2 дугаарх нь 235 хэмийн суналтай баруун хойшоо 64 хэмийн уналтай, 3 дугаарх нь 55 хэмийн суналтай баруун хойшоо 77 хэмийн уналтайгаар (Зураг 10) ил уурхайн хананд ажиглагдсан.



Зураг 10. Ил уурхайн урд хажууд ажигдагдах ан цав



Зураг 11. Ил уурхайн урд хажуу дахь кнематик анализ (шаантаг хэлбэрийн эвдрэлд)

Ил уурхайн урд болон баруун хажууд тэмдэглэгдсэн геологийн тасалдал буюу ан цавын чиглэл, байршлын тоон утгууд, одоогийн ил уурхайн нээлтийн үеийн үндсэн хэмжээсүүд болох доголын өндөр 3.5м, аюулгүйн тавцангийн өргөн 1м, уурхайн гүн 53м, хажуугийн ерөнхий

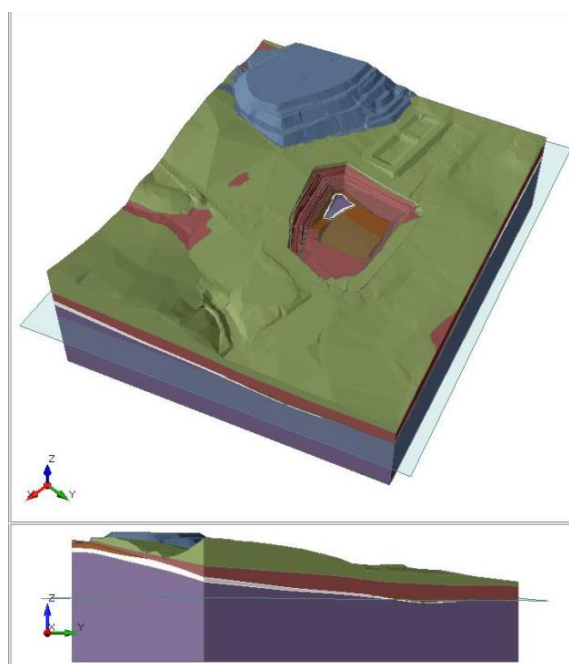
өнцөг 49^0 зэрэг үзүүлэлтүүдээр структурын кинематик шинжилгээ хийсэн.

Тухайн шинжилгээний үр дүнгээс одоогийн ил уурхайн хэмжээсээр буюу $48-50^0$ -ын хажуугийн ерөнхий өнцөгтэй үеийн ухашид уурхайн баруун болон урд хажууд аль алинд (баруун хажууд 5 цэгт, урд хажууд 1 цэгт) нь ан цавын нөлөөллөөс шаантаг хэлбэрийн (Зураг 9, 11) эвдрэл үүсэх боломжтой/эрсдэлтэй гэж үзлээ.

4.2) Ил уурхайн хажуу дахь LEM анализ

Limit equilibrium method (LEM) нь ил уурхайн хажуугийн бүтэц, хөрс чулуулгийн физик-механик шинж чанар болон хувийн жин, хөрсний ус, геологийн тасалдлын систем, гадаад хүчний нөлөөлөл зэрэг тоон үзүүлэлтүүдийг ашиглан механикийн хуульд суурилсан хажуугийн тогтворжилтын коэффициент (FOS) тодорхойлдог. LEM-н Bishop Simplified-ын аргачлал нь зөөлөн, өгөршсөн хөрс чулуулаг дээр ихэвчлэн тохиолддог дугуй цилиндр хэлбэрийн гулсалт (нуралт)-ын гадаргуунуудыг тодорхойлох тооцоолол хийдэг программчлагдсан тооцооллын аргачлал юм.

Ил уурхайн нээлтийн үеийн ухаши, нуруулдан уусгалтын овоолгын байгууламжийн зураг болон геологийн зүсэлт, хайгуулын цооногийн литологийн бичиглэлд үндэслэн Rocscience Slide3 програм дээр ордын геометр моделийн гурван хэмжээст загварчлалыг (Зураг 12) хийсэн.

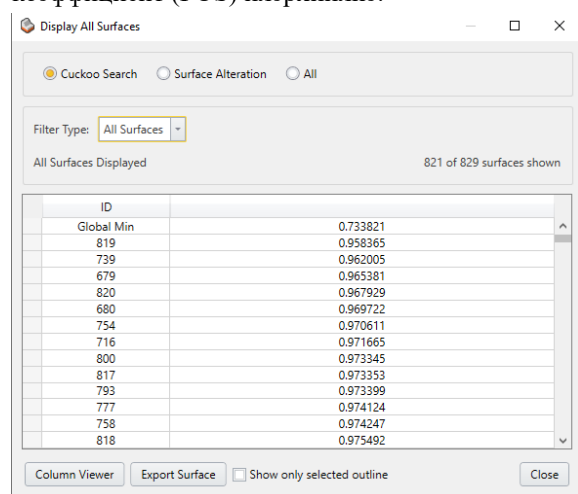


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m³)	UCS (MPa)	m	s	a	Water Surface
RT1		0.0176	8	0.22448310820342	0.000101039401837093	0.521074346798889	
RT2		0.0196	25	0.122247341343663	3.35313309815202E-05	0.519715198635339	
RT3		0.0205	3	0.0999106866065758	1.04734542710594E-05	0.565456764624303	Water Table
RT4		0.0206	18	0.253240010450984	5.81150193008964E-05	0.541047222653188	Water Table
RT5		0.0206	50	1.25104307211692	0.000193404900288922	0.510819930418979	Water Table
DP_HEAP		0.0187	23	0.741815448972778	0.000258434168123471	0.509469314416592	

Зураг 12. Ил уурхайн гурван хэмжээст геометр модел болон материалуудын шинж чанарын үзүүлэлтүүд

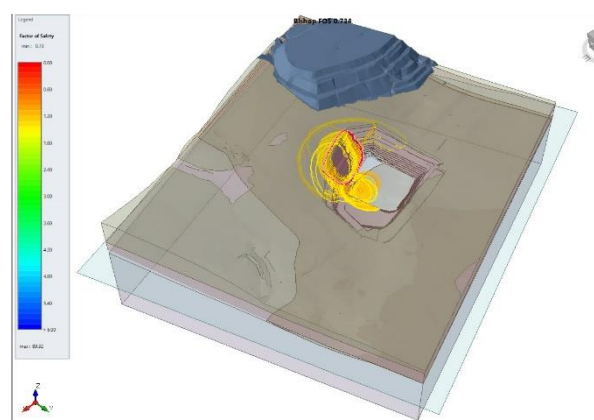
Ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтын үнэлгээг боловсруулахад дээрх зураг дээрх гурван хэмжээст загварчлалд хөрс, чулуулгийн ангилал, шинж чанар, хөрсний усны түвшин, ил уурхайн нээлтийн үеийн ашиглалтын системийн хэмжээсүүдийг тусган уурхайн хажуугийн ерөнхий өнцгийг геометр моделд загварчилж, ил уурхайн хажууд үүсэж болох дугуй цилиндр хэлбэрийн гулсалт (нуралт)-ын гадаргуунуудыг болон хажуугийн тогтворжилтын коэффициентийг (FOS) тодорхойлсон.

Уг тооцоололд ил уурхайн талбайд нийт 829 боломжит дугуй цилиндр гадаргууд (Зураг 13) дүн шинжилгээ хийгдсэн бөгөөд дугуй цилиндр гадаргуу тус бүр хажуугийн тогтворжилтын коэффициент (FOS) илэрхийлнэ.



Зураг 13. Судалгааны модел дээрх LEM анализ хийгдсэн дугуй цилиндр гулсалт (нуралт)-ын бүх гадаргуу, нийт 829 ширхэг

Дээрх 829 боломжит дугуй цилиндр гадаргуугаас тогтворжилтын нөхцөл хангалтгүй буюу $FOS < 1.5$ утгатай нийт 216 (Зураг 14), үүнээс тогтворжилтын хязгаарын нөхцөлөөс доош үзүүлэлттэй (critical) буюу $FOS < 1.0$ утгатай нийт 52 (Зураг 15) гадаргуу тогтоогдсон.

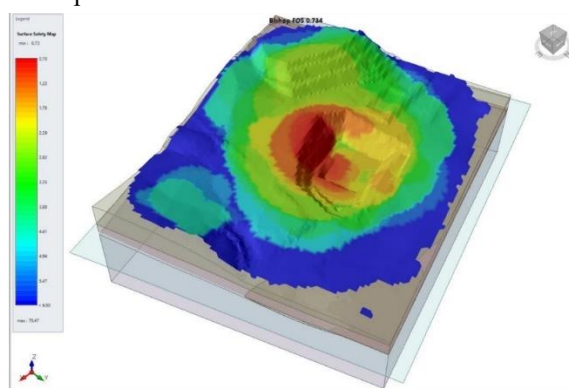


Зураг 14. Судалгааны модел дээрх LEM анализийн дугуй цилиндр гулсалт (нуралт)-ын $FOS < 1.5$ үеийн бүх гадаргуу, нийт 216 ширхэг (NE - SW)

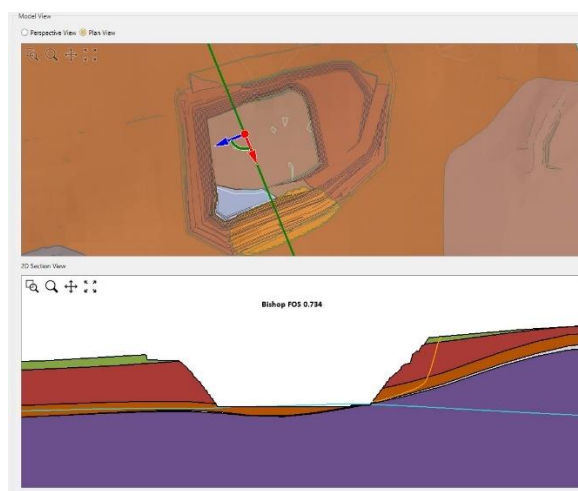


Зураг 15. Судалгааны модел дээрх LEM анализийн дугуй цилиндр гулсалт (нуралт)-ын $FOS < 1.0$ үеийн бүх гадаргуу, нийт 52 ширхэг (NE - SW)

Эдгээр дугуй цилиндр гадаргуунууд ил уурхайн баруун болон урд хажууг дамнаж илэрсэн (Зураг 16) байгаагаас дийлэнх нь ил уурхайн урд хажууд хамаарч байна.



Зураг 16. Судалгааны моделийн гадарга дээрх тогтворжилтын зураглал



Зураг 17. Судалгааны моделийн хажуугийн тогтворжилтын коэффициентийн хамгийн бага утга $FOS = 0.734$ бүхий дугуй цилиндр гадаргуугийн хөндлөн зүсэлт

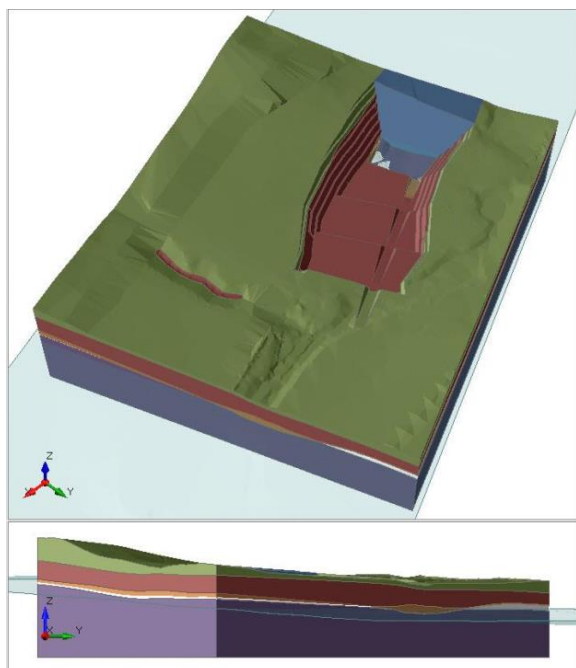
Ил уурхайн одоогийн буюу нээлтийн үеийн ухшийн урд хажууд тогтворжилтын коэффициент $FOS = 0.734$ (Зураг 17) буюу хамгийн бага утгатай дугуй цилиндр гадаргуу хамаарч байгаа бөгөөд тус хажууг тогтворжилтын нөхцөл хангахгүй гэсэн дүгнэлтэд хүрч байна.

V. ТӨСЛИЙН ИЛ УУРХАЙН ХАЖУУГИЙН ТОГТВОРЖИЛТЫН ҮНЭЛГЭЭ

Их даширын үндсэн хөндийн доод хэсгийг ил аргаар автотээвэртэй гадаад болон дотоод овоолготой ашиглалтын системээр 3 жилийн хугацаанд ашиглахаар төлөвлөсөн бөгөөд ашиглалтын жил тус бүрийн ил уурхайн төлөвлөлтийн дизайн, дотоод овоолгын дизайны зураг болон геологийн зүсэлт, хайгуулын цооногийн литологийн бичиглэлд үндэслэн Rocscience Slide3 програм дээр үүсгэсэн ордын геометр моделийн гурван хэмжээст загварчлалыг ашиглан ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтын үнэлгээг хийсэн.

5.1) Ашиглалтын нэг дэх жилийн ил уурхайн хажуу дахь LEM анализ

Өмнөх бүлэгт хийсэн тооцоололтой ижил дарааллаар ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтын үнэлгээг боловсруулахад доорх зураг (Зураг 18) дээрх гурван хэмжээст загварчлалаар ил уурхайн хажууд үүсэж болох дугуй цилиндр хэлбэрийн гулсалт (нуралт)-ын гадаргуунуудыг болон хажуугийн тогтворжилтын коэффициентийг (FOS) тодорхойлсон.



Зураг 18. Ашиглалтын 1-р жилийн ил уурхайн гурван хэмжээст геометр модел

Уг тооцоололд ил уурхайн талбайд нийт 828 (Зураг 19) боломжит дугуй цилиндр гадаргууд дүн шинжилгээ хийгдсэн бөгөөд дугуй цилиндр гадаргуу тус бүр хажуугийн тогтворжилтын коэффициент (FOS) илэрхийлнэ.

Display All Surfaces

☒ Cuckoo Search ☐ Surface Alteration ☐ All

Filter Type: All Surfaces

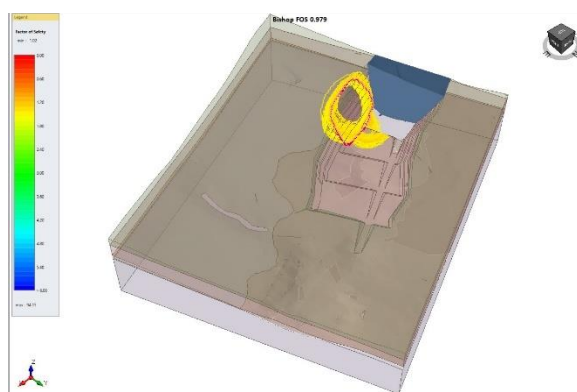
All Surfaces Displayed 821 of 828 surfaces shown

ID	
Global Min	0.978826
820	1.28321
815	1.2837
798	1.28886
735	1.28912
806	1.29129
814	1.29306
736	1.29419
797	1.2949
805	1.29727
796	1.29776
817	1.29843
778	1.29853
719	1.29867

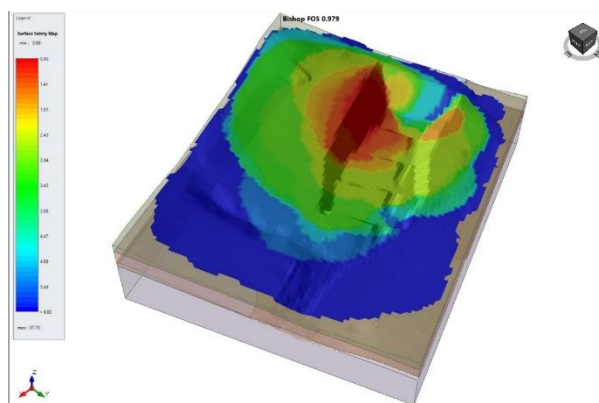
Column Viewer Export Surface Show only selected outline Close

Зураг 19. Ашиглалтын 2-р жилийн модел дээрх LEM анализ хийгдсэн дугуй цилиндр гулсалт (нуралт)-ын бүх гадаргуу, нийт 828 ширхэг

Дээрх 828 боломжит дугуй цилиндр гадаргуугаас тогтворжилтын нөхцөл хангалтгүй буюу $FOS < 1.5$ угтатой нийт 185 (Зураг 20), үүнээс тогтворжилтын хязгаарын нөхцөлөөс доош үзүүлэлттэй (critical) буюу $FOS < 1.0$ угтатой нийт 1 гадаргуу тогтоогдсон.

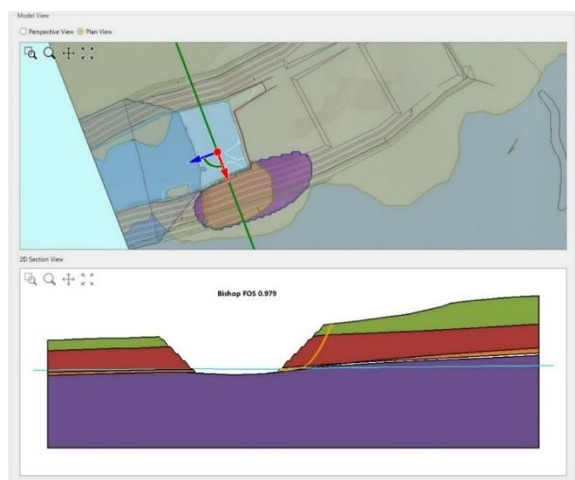


Зураг 20. Ил уурхайн ашиглалтын 1-р жилийн төлөвлөлтийн дизайн дээрх LEM анализийн дугуй цилиндр гулсалт (нуралт)-ын $FOS < 1.5$ үеийн бүх гадаргуу, нийт 185 ширхэг (NE - SW)



Зураг 21. Ил уурхайн ашиглалтын 1-р жилийн төлөвлөлтийн дизайны гадарга дээрх тогтворжилтын зураглал

Эдгээр дугуй цилиндр гадаргуунууд ил уурхайн урд болон хойд хажууд илэрсэн (Зураг 21) байгаагаас дийлэнх нь ил уурхайн урд хажууд хамаарч байна.

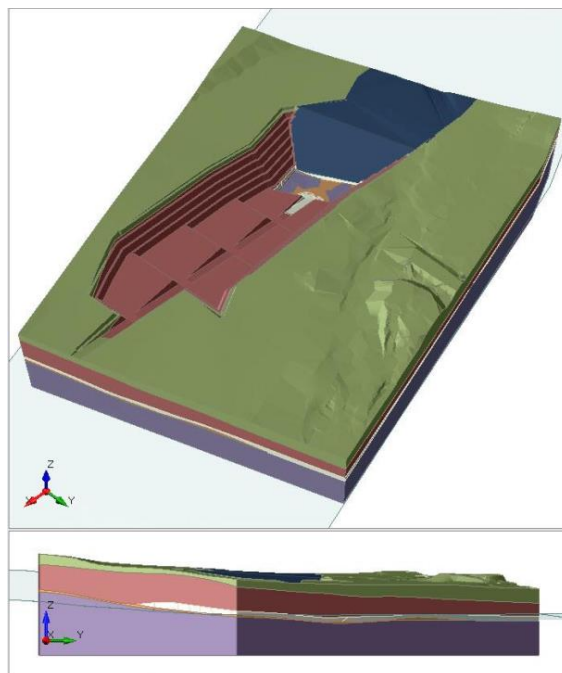


Зураг 22. Ил уурхайн ашиглалтын 1-р жилийн төлөвлөлтийн дизайны хажуугийн тогтворжилтын коэффициентийн хамгийн бага утга FOS=0.979 бүхий дугуй цилиндр гадаргуугийн хөндлөн зүсэлт

Ил уурхайн ашиглалтын 1-р жилийн төлөвлөлтийн дизайнаар урд хажууд тогтворжилтын коэффициент FOS=0.979 (Зураг 22) буюу хамгийн бага утгатай дугуй цилиндр гадаргуу тооцогдож байгаа бөгөөд энэ нь уг хажууд тогтворжилтын нөхцөл хангагдахгүй гэсэн дүгнэлтэд хүргэж байна.

5.2) Ашиглалтын хоёр дахь жилийн ил уурхайн хажуу дахь LEM анализ

Өмнөх бүлэгт хийсэн тооцоололтой ижил дарааллаар ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтын үнэлгээг боловсруулахад доорх зураг (Зураг 23) дээрх гурван хэмжээст загварчлалд ил уурхайн хажууд үүсэж болох дугуй цилиндр хэлбэрийн гулсалт (нуралт)-ын гадаргуунуудыг болон хажуугийн тогтворжилтын коэффициентийг (FOS) тодорхойлсон.



Зураг 23. Ашиглалтын 2-р жилийн ил уурхайн гурван хэмжээст геометр модел

Уг тооцоололд ил уурхайн талбайд нийт 827 (Зураг 24) боломжит дугуй цилиндр гадаргууд дүн шинжилгээ хийгдсэн бөгөөд дугуй цилиндр гадаргуу тус бүр хажуугийн тогтворжилтын коэффициент (FOS) илэрхийлнэ.

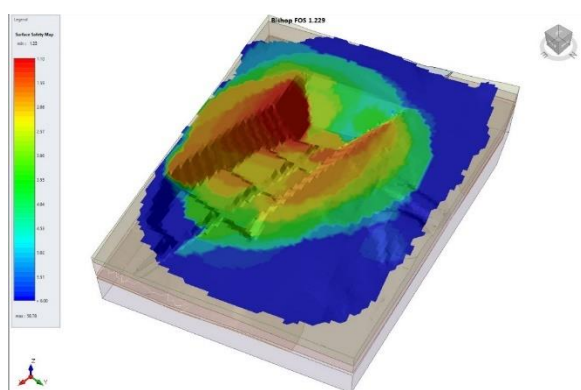
ID	FOS
Global Min	1.22902
814	1.32699
759	1.32936
800	1.33072
779	1.33332
811	1.33505
820	1.33617
815	1.3363
774	1.33673
817	1.33864
775	1.3404
588	1.3414
795	1.34263
740	1.34497

Зураг 24. Ашиглалтын 2-р жилийн модел дээрх LEM анализ хийгдсэн дугуй цилиндр гулсалт (нуралт)-ын бүх гадаргуу, нийт 827 ширхэг

Дээрх 827 боломжит дугуй цилиндр гадаргуугаас тогтворжилтын нөхцөл хангалтгүй буюу FOS<1.5 утгатай нийт 243 (Зураг 25), үүнээс тогтворжилтын хязгаарын нөхцөлөөс доош үзүүлэлттэй (critical) буюу FOS<1.0 утгатай гадаргуу тогтоогдоогүй.

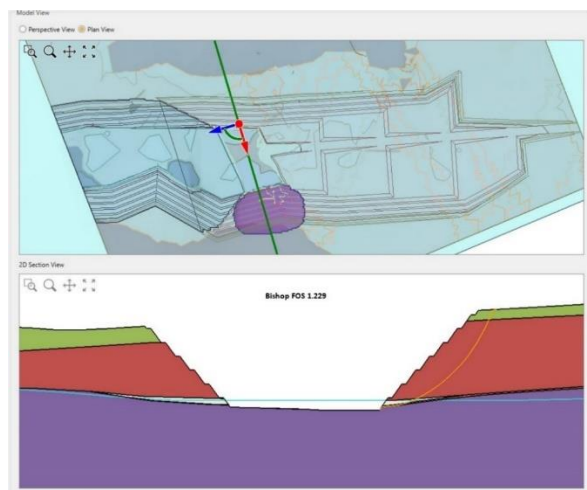


Зураг 25. Ил уурхайн ашиглалтын 2-р жилийн төлөвлөлтийн дизайнд дээрх LEM анализийн дугуй цилиндр гулсалт (нуралт)-ын $FOS < 1.5$ үеийн бүх гадаргуу, нийт 243 ширхэг (NE - SW)



Зураг 26. Ил уурхайн ашиглалтын 2-р жилийн төлөвлөлтийн дизайны гадарга дээрх тогтворжилтын зураглал

Тогтворжилтын нөхцөл хангалтгүй буюу $FOS < 1.5$ утгатай дугуй цилиндр гадаргуунууд ил уурхайн урд хажууд илэрсэн байна (Зураг 26).



Зураг 27. Ил уурхайн ашиглалтын 2-р жилийн төлөвлөлтийн дизайны хажуугийн тогтворжилтын коэффициентийн хамгийн бага утга $FOS = 1.229$ бүхий дугуй цилиндр гадаргуугийн хөндлөн зүсэлт

Ил уурхайн ашиглалтын 2-р жилийн төлөвлөлтийн дизайны урд хажууд тогтворжилтын коэффициент $FOS = 1.229$ (Зураг 27) буюу хамгийн бага утгатай дугуй цилиндр

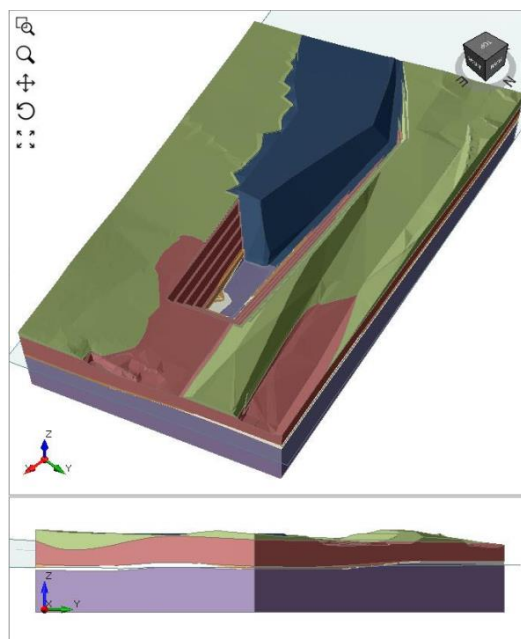
гадаргуу хамаарч байгаа бөгөөд тус хажууд тогтворжилтын нөхцөл хангалтгүй гэсэн дүгнэлтэд хүрч байна.

5.2) Ашиглалтын гурав дахь жилийн ил уурхайн хажуу дахь LEM анализ

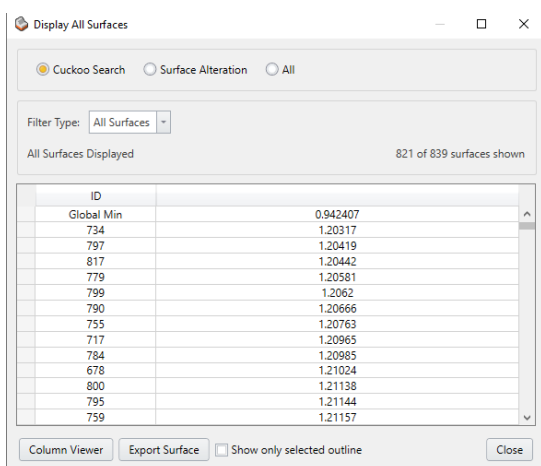
Өмнөх бүлэгт хийсэн тооцоололтой ижил дарааллаар ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтын үнэлгээг боловсруулахад Зураг 28 дээрх гурван хэмжээст загварчлалд ил уурхайн хажууд үүсэж болох дугуй цилиндр хэлбэрийн гулсалт (нуралт)-ын гадаргуунуудыг болон хажуугийн тогтворжилтын коэффициентийг (FOS) тодорхойлсон.

Уг тооцоололд ил уурхайн талбайд нийт 839 (Зураг 29) боломжит дугуй цилиндр гадаргууд дүн шинжилгээ хийгдсэн бөгөөд дугуй цилиндр гадаргуу тус бүр хажуугийн тогтворжилтын коэффициент (FOS) илэрхийлнэ.

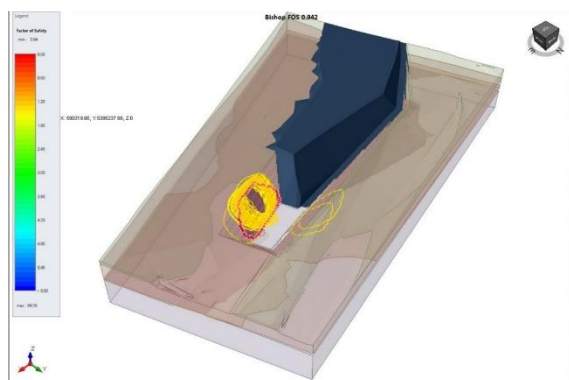
Дээрх 839 боломжит дугуй цилиндр гадаргуугаас тогтворжилтын нөхцөл хангалтгүй буюу $FOS < 1.5$ утгатай нийт 224 (Зураг 30), үүнээс тогтворжилтын хязгаарын нөхцөлөөс доош үзүүлэлттэй (critical) буюу $FOS < 1.0$ утгатай нийт 1 гадаргуу тогтоогдсон.



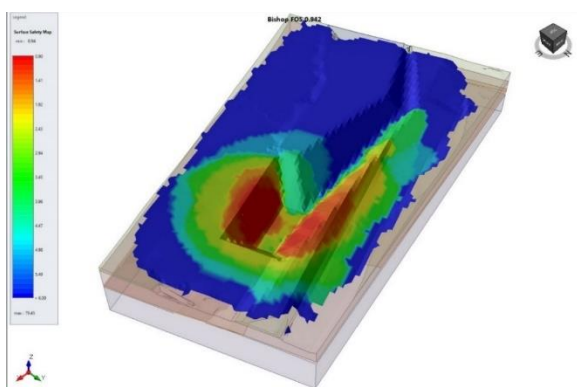
Зураг 28. Ашиглалтын 3-р жилийн ил уурхайн гурван хэмжээст геометр модел



Зураг 29. Ашиглалтын 3-р жилийн модел дээрх LEM анализ хийгдсэн дугуй цилиндр гулсалт (нуралт)-ын бүх гадаргуу, нийт 839 ширхэг

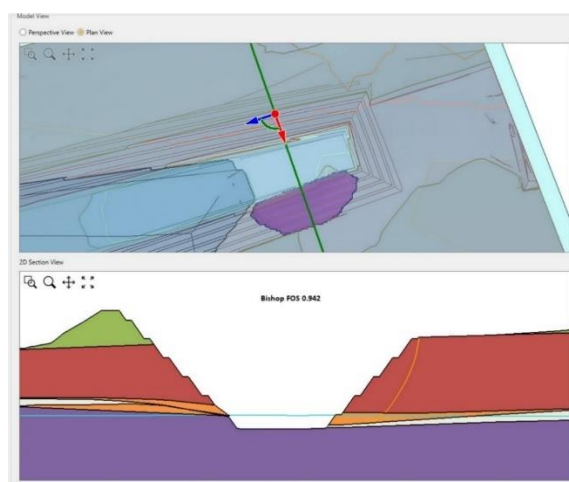


Зураг 30. Ил уурхайн ашиглалтын 3-р жилийн төлөвлөлтийн дизайн дээрх LEM анализийн дугуй цилиндр гулсалт (нуралт)-ын FOS<1.5 үеийн бүх гадаргуу, нийт 224 ширхэг (NE - SW)



Зураг 31. Ил уурхайн ашиглалтын 3-р жилийн төлөвлөлтийн дизайны гадарга дээрх тогтворжилтын зураглал

Эдгээр дугуй цилиндр гадаргуунууд ил уурхайн урд болон хойд хажууд илэрсэн (Зураг 31) байгаагаас дийлэнх нь ил уурхайн урд хажууд хамаарч байна.



Зураг 32. Ил уурхайн ашиглалтын 3-р жилийн төлөвлөлтийн дизайны хажуугийн тогтворжилтын коэффициентийн хамгийн бага утга FOS=0.942 бүхий дугуй цилиндр гадаргуугийн хөндлөн зүсэлт

Ил уурхайн ашиглалтын 3-р жилийн төлөвлөлтийн дизайны урд хажууд тогтворжилтын коэффициент FOS=0.942 (Зураг 32) буюу хамгийн бага утгатай дугуй цилиндр гадаргуу хамаарч байгаа бөгөөд тус хажуу нь тогтворжилтын нөхцөл хангахгүй гэсэн дүгнэлтэд хүрч байна.

ДҮГНЭЛТ

- Ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтын судалгаанд тооцсон хувилбарууд буюу төлөвлөлтийн үе шатуудад хамаарах ил уурхайн дизайнуудад хажуугийн тогтворжилтын коэффициент хамгийн бага (FOS=0.734) ил уурхайн одоогийн байдал буюу нээлтийн үеийн хувилбарт ашиглалтын системийн хэмжээсүүд нь төслөөр төлөвлөсөн ашиглалтын системийн хэмжээсүүдээс зөрүүтэй байгаагаас онцгойлон шалтгаалсан гэж үзлээ.
- Ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтын хязгаарын нөхцлөөс доош үзүүлэлттэй буюу FOS=0.979, FOS=0.942 утгатай гадаргуу тус бүр нэг тогтоогдсон, түүний дараагийн бага үзүүлэлттэй гадаргуугийн FOS=1.283, FOS=1.203 тус тус тогтоогдсон төслийн ил уурхайн ашиглалтын 1 болон 3-р жилийн төлөвлөлт мөн хязгаарын нөхцлөөс доош үзүүлэлттэй буюу FOS<1.0 утгатай гадаргуу тогтоогдоогүй, хамгийн бага үзүүлэлттэй гадаргуугийн FOS=1.229 тогтоогдсон төслийн ил уурхайн ашиглалтын 2-р жилийн төлөвлөлтийн дизайнуудын хамгийн бага FOS утгатай гулсалтын дугуй цилиндр гадаргуунуудаас дотоод овоолгын дизайны төлөвлөлт холгүй төлөвлөгдсөн зэргийг харгалзаж ил уурхайн урд болон хойд хажууд ил гадаргатай байх үед буюу дотоод овоолгоор тулах хүртэлх хугацааг богино байлгах, тухайн хугацаанд гадаргын уснаас хамгаалах, хөрсний ус нэвчих тохиолдолд шавхалт хийх, хажуугийн хэмжилтийг тогтмол хийж хяналтад байлгах зэргээр гулсалт, нуралт, эвдрэлээс сэргийлэх боломжтой гэж үзлээ.

3. Судалгааны ажлаар төслийн ил уурхайн төлөвлөлтийн дизайнуудад хийсэн хажуугийн тогтворжилтын судалгааны үр дүнгийн үзүүлэлтүүд нь төслийн ил уурхайн хажууг харьцангуй тогтвортой гэсэн үнэлгээтэй гараагүй боловч техник-эдийн засгийн үр ашиг, ил уурхайн хажуугийн насжилт зэргийг харгалзан хажуугийн тогтворжилтийн хязгаарын нөхцөлөөс дээш буюу $FOS > 1.0$ байх нөхцлийг бүрдүүлэхэд дараах зөвлөмж, арга хэмжээнүүдийг авч ажиллах нь зүйтэй гэж үзэж байна.

- Төслийн ил уурхайн төлөвлөлт, тооцоогоор автотээвэртэй гадаад болон дотоод овоолготой ашиглалтын системийг сонгон элсний давхаргыг олборлон ашигласан орон зайд буюу ажлын бус хажууг 2-3 сарын хугацаанд дотоод овоолгоор дүүргэлт хийж байгаа нь уурхайн хажууд гарч болох эрсдэлээс сэргийлэх боломжтой гэж үзэж байна.
- Гадаргын болон гүний усны урсгал, нэвчилтийн байдлыг тогтмол хянах, шаардлагатай тохиолдолд гадаргын урсаас хамгаалах ил уурхайн талбайгаас гадагш урсацтай далан, шуудуу татах, гүний усны нэвчилтээс хамгаалах шүүрүүлэлт, шавхалт хийх.
- Тухайн судалгааны ажлаар тогтоогдсон $FOS < 1.5$ буюу хажуугийн тогтворжилтын нөхцөл хангалтгүй, эрсдэл ихтэй хэсгүүдэд болон ил уурхайн хажуу дахь хуучин болон шинээр үүссэн ан цав, хагарал бүрийн хөдөлгөөнийг хянах, зургаар баримтжуулах, тогтмол хэмжилт хийх, мэдээлэх.

АШИГЛАСАН НОМ, МАТЕРИАЛ

- [1]. С.Цэдэндорж бусад. Инженерийн лавлах 5, УБ хот, 2011 он.
- [2]. Их даширын үндсэн хөндийн доод хэсгийн хайгуулын 36-71-12 дугаар шугам хоорондын алтны шороон ордын ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтийн судалгаа, Оргилохбүрд ХХК, ШУТИС-УУТСТ, Бороо Гоулд ХХК, УБ хот, 2020 он.
- [3]. Их даширын үндсэн хөндийн доод хэсгийн хайгуулын 36-71-12 шугамын хооронд хийсэн геологи-хайгуулын ажил, Бороо Гоулд ХХК, УБ хот, 2019 он.
- [4]. Их даширын үндсэн хөндийн доод хэсгийн хайгуулын 36-71-12 шугамын хооронд хийсэн геологи-хайгуулын ажлын цооногийн баримт бичлэгийн хээрийн журнал, Бороо Гоулд ХХК, 2019 он.
- [5]. Их даширын үндсэн хөндийн доод хэсгийн хайгуулын 36-71-12 шугам хоорондын алтны шороон ордыг ил уурхайн аргаар ашиглах ТЭЗҮ. Бороо Гоулд ХХК, УБ хот, 2020 он.
- [6]. Хаягдлын сан ба далангийн талбайн инженер-геологийн судалгаа. Бороо Гоулд ХХК, УБ хот, 1999, 2000, 2003 он.
- [7]. Хаягдлын сан ба далангийн талбайн инженер-геологийн судалгаа. Бороо Гоулд ХХК, УБ хот, 2004 он.
- [8]. Нуруудан уусгалтын барилгын талбайн геотехникийн судалгаа. Бороо Гоулд ХХК, УБ хот, 2005 он.
- [9]. БЮХ үйлдвэрийн барилгын талбайн геотехникийн судалгаа, Бороо Гоулд ХХК, УБ хот, 2008 он.
- [10]. Бороогийн уурхайн автопүүний барилгын геотехникийн судалгаа, Бороо Гоулд ХХК, УБ хот, 2010 он.
- [11]. Хаягдлын сан ба далангийн өргөтгөлд зориулсан геотехникийн судалгаа, Бороо Гоулд ХХК, УБ хот, 2013 он.

- [12]. Abramson, Thomas. S. L and Sharma. S., Slope Stability and Stabilization Methods, John Wiley & Sons. Inc, 2002
- [13]. Cheng. M.Y and Lau. C.K, Slope stability analysis and Stabilization-New Methods and Insight, Routledge, 2008
- [14]. Wyllie, D.C and Mah, C.W, Rock Slope Engineering – Civil and Mining 4th edition, Spon Press, 2004
- [15]. Hoek E. Practical Rock Engineering. 2006
- [16]. Griffiths, D.V. and Lane, P.A., 1999, Slope stability analysis by finite elements, Geotechnique, 49 (3), 387-403.
- [17]. Duncan J.M., 1996, State of the art: Limit equilibrium and finite element analysis of slopes, Journal of Geotechnical engineering, 122 (7), 577-596.
- [18]. Rocscience, Slide 3 Tutorials.
- [19]. https://www.rocscience.com/help/slide3/tutorials/Slide3_Tutorials.htm

Ц.Амарсайхан*,
ШУТИС-ийн УУТСТ-ийн дэд захирал, мэргэшсэн инженер, доктор (Ph.D)
Г.Амартүвшин**,
ШУТИС-ийн ГУУС-ийн багш, мэргэшсэн инженер, докторант
Д.Ганзориг**,
ШУТИС-ийн ГУУС-ийн багш, мэргэшсэн инженер, докторант
Ц.Ариунболд***,
Оргилохбүрд ХХК-ийн инженер, ШУТИС-ийн ГУУС-ийн магистрант
С.Цэдэндорж*,
ШУТИС-ийн УУТСТ-ийн захирал, МУ-ын зөвлөх инженер, профессор, доктор (Ph.D)

УУЛ УУРХАЙН САЛБАРТ ШААРДЛАГАТАЙ СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ЧИГЛЭЛҮҮДИЙН ТАЛААР

Доктор (Ph.D) Б.Бат-Очир

Монголын Уул уурхайн зураг төсөл зохиогчдын холбооны Гүйцэтгэх захирал

Хураангуй- Уул уурхайн салбарт техник, технологийн судалгааны ажлуудыг нэн шаардлагатай чиглэлүүдээр хэрэгжүүлснээр салбарын хөгжилд мэдэгдэхүй түлхэц өгөх боломжтой юм. Хийгдэх ажлуудыг 3 түвшинд авч үзэж ач холбогдлоор нь ангилж тодорхой хувиар санхүүжилтийн дэмжлэг үзүүлэх шаардлагатай байгаа ба Засгийн газрын түвшинд хийгдэх ажлуудад уул уурхайн төвлөрөл үүссэн бүсүүдийн хөгжлийн хөтөлбөрийг боловсруулан парламентаар батлуулан хэрэгжүүлэх нь салбарын төлөвлөлттэй хөгжлийн түвшинг хангахаас гадна бүс нутаг, тодорхой районы иж бүрэн хөгжүүлэх боломж нөхцөлийг хангах болно.

Түлхүүр үг- судалгааны ажил, салбарын техник технологийн хөгжил, судалгааны түвшин, санхүүжилт

ЕРӨНХИЙ ЗҮЙЛ

МУ-ын уул уурхайн салбарын хөгжилд зайлшгүй шаардлагатай асуудлын нэг нь эдийн засгийн үр ашигтай, техник технологийн дэвшлийг хангах шийдлүүдийг өгөхүйц чиглэлүүдээр судалгаа шинжилгээний ажлуудыг салбарын томоохон төслүүд, үйлдвэр, уурхайнуудын үйлдвэрлэлийн процессууд болон салбарт нөлөө үзүүлж буй үйлдвэрүүдийн үйл ажиллагааных нь хүрээг хамруулан явуулж, үр дүнг нь үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх нь уул уурхайн салбарын өнөөгийн хүрсэн түвшинг хөрөнгө оруулалт нэхэхгүйгээр нэлээд хэмжээгээр ахиулах боломжийг бий болгох чухал асуудлын нэг.

Төлөвлөгөөт эдийн засгийн үед салбар бүрийн чиглэлээр судалгаа, шинжилгээний ажлуудын шаардлагатай чиглэлүүдийг гарган улсын төсвөөр санхүүжүүлэн салбарын хүрээлэнгүүд хийж байв. Одоогийн нөхцөлд улсын төсвөөр хийгдэх ажлуудыг яамдаас санал авч Шинжлэх ухаан, технологийн санд хянан шүүгээд, гүйцэтгэгчийг шалгаруулах замаар хэрэгжүүлж байгаа бөгөөд мэдээж уул уурхайн салбарт нэн шаардлагатай, салбарын хөгжилд нөлөөлөхүйц судалгаа, шинжилгээний ажлын чиглэлүүд дээрх шалгаруулалт, санхүүжүүлэлтээр бараг хийгдэж байгаагүй гэж үзэж болно.

Уул уурхайн салбарын хөгжил сүүлийн 20 жилд бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэлээр бараг 2 илүү дахин өссөн [1] бөгөөд түүний эдийн засагт үзүүлэх нөлөөлөл, хувь хэмжээ ч тогтвортой нэмэгдэж байгааг хүн бүр мэднэ.

Өмнийн говийн бүсэд л гэхэд коксжих нүүрс олборлох 7 томоохон ил уурхай экспортод бүтээгдэхүүнээ тасралтгүй нийлүүлж боломж нөхцөлөөрөө хүчин чадлаа өргөтгөн ажиллаж байгаа [2] ба ойрын ирээдүйд олборлон экспортлох нүүрсний хэмжээг 30 сая тонноос 50

сая тоннд хүргэх боломж нөхцөлийг Засгийн газрын зорилт болгон ажиллаж байна.

Эрдэнэт үйлдвэрийн зэс, молибдены баяжмал үйлдвэрлэл хүрсэн түвшингээс нэмэгдэх хандлагатай байгаа ба Оюу толгойн ордоос олборлох хүдрээс үйлдвэрлэх зэсийн баяжмал үйлдвэрлэл тогтвортой нэмэгдэхийг зэрэгцээ далд уурхайн барилгын ажил ч тодорхой графикаар ахиж байгаа болно.

Алтны үнэтэй уялдан олборлолтын хэмжээ 25%-иар нэмэгдэж байгаа ба хайлуур жонш, цайр, төмрийн хүдэр олборлолт ч тогтвортой хүрсэн түвшингээ ханган өсөх хандлагатай байна.

САЛБАРТ ШААРДЛАГАТАЙ ЗАРИМ СУДАЛГААНЫ ЧИГЛЭЛҮҮД

Салбарын хөгжлийг цаашид улам эрчимжүүлэх, бүтээмжийг нэмэгдүүлэх, орчны бохирдол экологийн цэвэр байдлыг хангах, боловсруулалтын түвшинг ахиулах, орон нутгийн хөгжлийг хангах боломжийг түлхүү бий болгоход уул уурхайн салбарын судалгаа шинжилгээний ажлын оновчтой чиглэлүүдийг тодорхойлж, санхүүжилтийн арга механизмыг нэмэгдүүлэн хөгжүүлэх нь чухал ач холбогдолтой болно.

Өнөөдөр уул уурхайн салбарт хийгдэх нэн шаардлагатай судалгааны ажлуудыг 3 түвшинд авч үзэх боломжтой. Үүнд:

1-д Засгийн газрын түвшинд авч үзэх зарим төрлийн эрдсийн чиглэлээр уул уурхайн салбарын болон улс орны хөгжлийг хангах судалгааны ажлууд,

2-д Яамны түвшинд авч үзэж хэрэгжүүлэх томоохон төслүүдийн үр ашгийг дээшлүүлэх болон бүс нутгуудын хөгжлийг хангах судалгааны ажлууд,

3-д Үйлдвэр, компанийн түвшинд авч үзэх эрдэм шинжилгээ, сургалтын байгууллагууд, хувь судлаачдын түвшинд хийгдэх уурхай, баяжуулах үйлдвэр, дэд бүтцийн объектуудын эдийн засгийн үр өгөөжийг дээшлүүлэх судалгааны ажлууд болно.

Судалгааны түвшингүүдээр хийгдэх боломжтой ажлуудыг авч үзвэл:

Нэгдүгээр чиглэлээр хийгдэх ажлын жишээнд “Таван толгой, Нарийн сухайтын районуудын хөгжлийн хөтөлбөр”-ийг судлан боловсруулж тухайн районыг уул уурхайн хөгжил болон нийгэм эдийн засаг, дэд бүтэц, байгаль хамгаалал зэрэг бүхий л чиглэлтэй хөгжлийн ерөнхий төлөвлөгөөг боловсруулах шаардлага тулгарч байна. Энд одоогийн уламжлалт аргаар хийж буй хэрэгждэггүй хөтөлбөр бус, нарийвчилсан судалгааг чиглэл бүрээр хийж тухайн районы эрдсийн түүхий эдийн нөөцийг аль болох дэвшилтэт технологиор зохистой ашиглах, нөхөн

сэргээлт хийх, орлогын тодорхой хувийг орон нутагт зарцуулах замаар дэд бүтцээр хангах, хамгийн гол нь тухайн бүсийн хөгжлийн хандлагыг зөв тодорхойлон орон нутгийн хөгжлийг хангах зэрэг асуудлуудыг нарийвчлан тооцоолж боловсруулах шаардлагатай ба энэ ажлыг парламентаар батлуулан хэрэгжүүлэх шаардлагатай гэж үзэж байна. Энэ ажлын үр дүнд нүүрс олборлолтын хэтийн төлөвийг тухайн бүсийн нийгмийн болон дэд бүтцийн хөгжилтэй уялдуулан маш тодорхой төлөвлөн хөгжүүлэх боломж бүрдэх болно.

Хоёр дахь чиглэлд хийх судалгааны ажлуудад жишээ болгон зарим судалгааны төслийн чиглэлийг авч үзвэл хэрэгжүүлэх төслүүдийн төвшинд техник, технологийн дэвшлийн шаардлагуудыг ашиглаж буй орд газруудын уул-техникийн нөхцөлд нь нийцүүлэн тодорхойлж хөрөнгө оруулагч болон төсөл хэрэгжүүлэгчид түүнийг биелүүлэх боломж нөхцөлийг тохиролцож ажиллах шаардлага тулгарч байна. Өнөөгийн салбарт хэрэгжүүлж буй уул уурхайн төслүүдийн техникийн байдал хоцрогдмол, аль болох хямд төсөр уламжлалт арга технологи дээр суурилах хандлага бүхий л уул уурхайн шинэ төслүүд дээр ажиглагдаж байна. Энэ нь мэдээж хөрөнгө оруулалтын дутагдал, өнөөгийн бусад уурхайн жишигт тулгуурлан хийгдэж буй ТЭЗҮ болон бусад бодит нөхцөлүүдтэй уялдаж байгаа. Төслийг хэрэгжүүлэх техник, технологи нь уул уурхайн хөгжлийн орчин үеийн чиг хандлагад нийцсэн илүү бүтээмжтэй байх нь төсөл хэрэгжүүлэгч эдийн засгийн өндөр үр өгөөж хүртэх боломж бий болгохоос гадна байгаль орчныг нөхөн сэргээх, орон нутаг, бүс нутгийн хөгжилд ч боломжит санхүүгийн эх үүсвэрийг төслийн зүгээс үзүүлэх чадавхыг бий болгох маш чухал ач холбогдолтой юм.

Гурав дахь чиглэлд том төслүүдийн үр өгөөжийг нэмэгдүүлэх асуудал нэн яаралтай шийдвэрлэх судалгааны чиглэлүүдийн нэг болж байна. Үүний гол жишээнд уул уурхайн бүтээгдэхүүнийг боловсруулах үйлдвэрүүдийг байгуулах судалгааны чиглэлүүдийг авч үзэж болно. Мэдээж энд уламжлалт зэс хайлуулах, ган боловсруулах, хайлуур жоншны орцтой эцсийн бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх зэрэг боловсруулах үйлдвэрийн төслийн судалгаануудыг урагшлуулах шаардлага нэн түрүүнд тавигдаж байна.

Мөн үүний зэрэгцээ том төслүүдэд тулгамдаж буй асуудлууд болох Эрдэнэс таван толгойн хөрсний алсын тээвэрлэлтийг авто тээврээс өөр технологид яаралтай шилжүүлэх, Оюу толгойн налуу ам нэвтрэлтийг угтуулсан малталтаар гүйцэтгэн уурхайн барилгын ажлыг эрчимжүүлэх, Эрдэнэтийн ил уурхайн доод түвшингүүдийн уулын цул тээвэрлэлтэд мөчлөг ба урсгал технологийн хослол нэвтрүүлэх зэрэг тулгамдсан асуудлуудыг судалгааны чиглэл болгон хэрэгжүүлэх шаардлага үүсэж байна. Ер нь гурав дахь чиглэлд маш олон чиглэлийн судалгааны ажлууд орох боломжтой бөгөөд үүний үр дүнд салбарын үйлдвэрлэлд тулгарч буй тулгамдсан асуудлуудыг өргөн хүрээнд шийдвэрлэх боломжууд нээгдэх болно.

Салбарын судалгааны чиглэлийг оновчтой зөв тодорхойлох ажлын зэрэгцээ түүнийг санхүүжүүлэх механизмыг боловсронгуй болгох шаардлага илүү ач холбогдолтой болж байна. Мэдээж үйлдвэр, уурхайнууд шаардлагатай ажлуудаа ач холбогдол өгч захиалан хийлгэхээс гадна улсын төсвийн судалгааны санхүүжилтийг эрс нэмэгдүүлэх, ялангуяа салбарын зарим бодит орлогын тодорхой хувийг судалгааны ажлын сан үүсгэх замаар шийдвэрлэх ч боломж бий. Тухайлбал АМНАТ-ын 1 хувийг салбарын шаардлагатай судалгааг явуулах санд төвлөрүүлэх нь дээрх асуудлыг шийдэх гарц болох боломжтой.

ДҮГНЭЛТ

1. Уул уурхайн салбарын судалгаа шинжилгээний ажлыг эрчимжүүлэх шаардлагатай бөгөөд салбарт нэн шаардлагатай судалгааны ажлын чиглэлүүдийг тодорхойлж түүнийг хэрэгжүүлэх нь уул уурхайн салбарын хөгжлийн чиг хандлагыг түргэтгэх ач холбогдолтой болно.
2. Салбарын хэмжээнд хийгдэх судалгааны ажлуудыг цар хэмжээ, ач холбогдол, шаардлагаар нь 3 чиглэлд ангилсан ба үүгээр уул уурхайн салбарын судалгааны ажлын зохион байгуулалтыг боловсронгуй болгох, мөн жишээ чиглэлүүдээр судалгааны ажлуудыг тодорхойлж ийм ажлуудын хувь хэмжээг нэмэгдүүлэх боломжтой гэж үзэв.
3. Уул уурхайн салбарын судалгааны ажлын санхүүжилтийг улсын төсөвт нэмэгдүүлэх болон салбарын үйлдвэр компаниуд энэ чиглэлд онцгойлон анхаарч өөрт шаардлагатай чиглэлүүдээр судалгаа хийлгэх санхүүжилтээ нэмэгдүүлэх шаардлагатай. Мөн уул уурхайн салбараас төсөвт оруулдаг зарим орлогын тодорхой хуваарь салбарын судалгааг санхүүжүүлэхийг санал болгож байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. Уул уурхай ба оюун ухаан, Эдийн засгийн хөгжлийн тойм судалгаа 2020.09. Дэлхийн банк, хуудас 4.
- [2]. The Mongolian Mining Journal. Oct.2020. хуудас 32-33

**ХОЁР. АШИГТ МАЛТМАЛЫН
БАЯЖУУЛАЛТ,
БОЛОВСРУУЛАЛТ**

БАГА АГУУЛГАТАЙ МАНГАНЫ ИСЭЛДСЭН ХҮДРИЙГ ГРАВИТАЦИ БОЛОН ФЛОТАЦИЙН АРГААР ХОСЛУУЛАН БАЯЖУУЛАХ ТЕХНОЛОГИЙН СУДАЛГАА

Б.Өнөрсайхан¹, Н.Сугир-эрдэнэ, Ц.Загарзүсэм, Б.Оргилбаяр,
Д.Баасанжав, Ц.Соёлмаа, С.Сүхбат, Л.Жаргалсайхан, Э.Отгонжаргал*

Шинжлэх ухааны академи, Хими, химийн технологийн хүрээлэн, Улаанбаатар 13330, Монгол улс

E-mail address*: otgonjargale@mas.ac.mn

Хураангуй-Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд Дорноговь аймгийн Айраг суманд орших Унагадын бага агуулгатай манганы исэлдсэн хүдрийг гравитаци болон флотацийн аргаар хослуулан баяжуулах туршилтыг хийж гүйцэтгэлээ. Унагад ордын голлох эрдэс пирролюзит бөгөөд анхдагч хүдэрт агуулагдах манганы агуулга 9.97% байв. Сэгсрэх ширээ ашигласан хүндийн хүчний баяжуулалтын үр дүнд манганы агуулга Mn 22.09%-д хүрч металл авалт 24.06% болсон ба завсрын бүтээгдэхүүний агуулга Mn 10.86% байсан. Флотацийн баяжуулалтанд цуглуулагчаар тосны хүчил, дарагчаар шингэн шил, хөөсрүүлэгчээр нарсны тос, орчин тохируулагчаар натрийн гидроксидыг ашигласан. Флотацийн туршилтаар манганы агуулга Mn 32.87%, металл авалт 60.27% болсон ба уг хоёр аргыг хослуулан баяжуулах нь эдийн засгийн хувьд өндөр ач холбогдолтой байна.

Түлхүүр үг-Манганы хүдэр, сэгсрэх ширээ, флотаци, агуулга, металл авалт

1. ОРШИЛ

Манган нь 300 гаруй өөр эрдсүүдэд илрэх боловч тэдгээрийн цөөн хэсэг нь үйлдвэрлэлийн хувьд ашигтай элемент байх ба илүү өндөр агууламжтай хүдрийг бүрдүүлдэг. Манганы хүдэр ихэвчлэн исэл, гидроксид, силикат, карбонатаар илэрдэг [4]. Үйлдвэрийн ач холбогдол бүхий манганы эрдэс нь пирролюзит, гаусманит, браунит, манганит, псиломелан байна [1]. Өндөр агуулгатай манганы хүдрийн нөөц шавхагдаж манганы эрэлт хэрэгцээ гангийн эрэлттэй зэрэгцэн нэмэгдэж байгаа өнөө үед боломжит нөөцийг зохистой ашиглан бага агуулгатай манганы хүдрийг баяжуулах нь тулгамдсан асуудлын нэг юм [2]. Манганыг ихэвчлэн гангийн үйлдвэрлэлд ашиглахаас гадна бусад химийн үйлдвэрүүдэд, будгийн материал, хуурай баттерейны жижиг хэсгүүд, бордооны нэмэгдэл, хүнсний нэмэлт зэргээр хэрэглэдэг [3]. Мөн бусад чухал хэрэглээ нь хөнгөн цагаан, цутгамал төмрийн үйлдвэрлэлд ашиглах ба металлургийн үйлдвэрлэл нь нийт ашиглалтын 95 гаруй хувийг эзэлдэг. Ийм учраас манганыг ихэнх улс орнууд стратегийн чухал материалын жагсаалтанд оруулсан байдаг [5]. Хүдэр баяжуулах нь эрдсийн физик шинж чанарт үндэслэсэн ялгах арга юм. Физик шинж чанарт маш их ялгаа байвал ашигт эрдсийг хүдрийн бус эрдсээс хялбар салгах боломжтой байдаг [3]. Манганы хүдрийг баяжуулахад ашигладаг нийтлэг аргууд нь гравитацийн болон соронзон ялгалт, хөөсөн флотаци, пирометаллурги, гидрометаллурги орно. Флотацийг нарийн хам ургал үүсгэсэн хүдрээс тодорхой нэгдлүүдийг салгахад ашигладаг байсан

бөгөөд оксид, исэлдсэн эрдэс, металл бус ашигт эрдсийг боловсруулахад өргөн ашиглаж байна [1]. Нягтын зөрүүн дээр үндэслэн хүндийн хүчний баяжуулалтыг сэгсрэх ширээ ашиглан гүйцэтгэснээр шаварлаг эрдсүүдээс салгах бүрэн боломжтой бөгөөд флотацийн баяжуулалттай хослуулан ашиглах үед баяжмалын агуулга болон металл авалт тодорхой хэмжээнд нэмэгдэх бүрэн боломжтой юм. Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд бага агуулгатай манганы исэлдсэн хүдрийг гравитаци болон флотациар хослуулан баяжуулж зах зээлийн шаардлагад нийцэх баяжмал гарган авах боломжийг судаллаа.

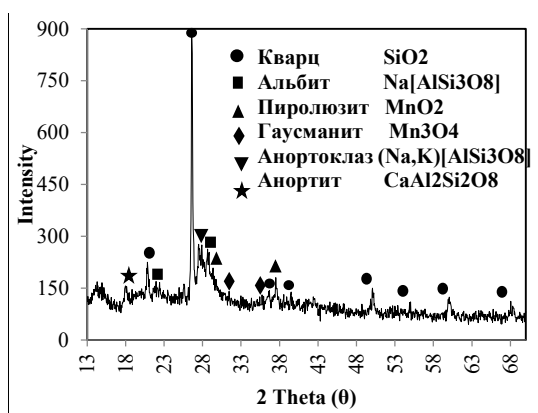
2. ТУРШИЛТ

2.1 Материал. Энэ ажилд Дорноговь аймгийн Айраг суманд орших Унагад ордын бага агуулгатай манганы исэлдсэн хүдрийг ашигласан. Лабораторийн зориулалттай хацарт бутлуур, булт бутлуур бөмбөлөгт тээрэм, шигшүүр, СКО-0.5 сэгсрэх ширээ, XFD флотмашин зэрэг тоног төхөөрөмжүүдийг хэрэглэсэн. Хүдэр дэх манганы агуулгыг хүснэгт 1-д харуулсан ба энд анхдагч хүдэр дэх манганы агуулга 9.97% байна. Анхдагч хүдэрт хийсэн XRD загварт үзүүлсэнээр манган нь ихэвчлэн MnO_2 хэлбэрээр тохиолдож байгааг зураг 1-ээс харж болно.

1-р хүснэгт

Унагад ордын манганы исэлдсэн хүдрийн химийн найрлага

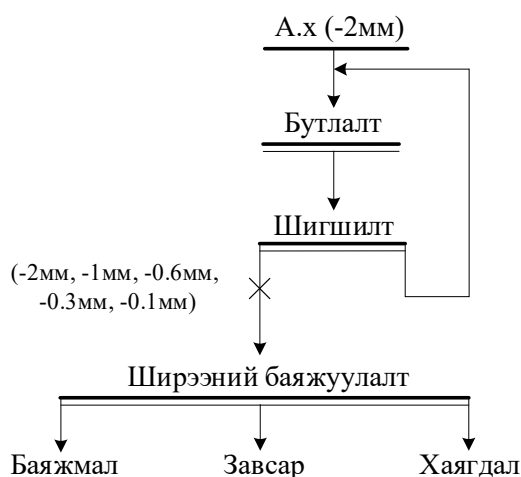
Элемент	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	Ti
Нэгж	%	%	%	%	%	%	%	%
Агуулга	3.13	0.3	0.77	3.3	0.15	9.97	0.03	0.09



Зураг 1. Манганы анхдагч хүдэрт хийсэн XRD шинжилгээ

2.2 Дээж бэлтгэл ба баяжуулах үйл явц

Энэ ажлын хүрээнд бага агуулгатай манганы исэлдсэн хүдрийн дээжийг бутлан шигшиж -2мм, -1мм, -0.6мм, -0.3мм, -0.1мм ширхэглэлийн анги тус бүрээр багасган жигдрүүлнэ. Жигд ширхэглэлийн хэмжээтэй болсон дээж бүрийг нягтын зөрүүн дээр үндэслэн хүндийн хүчний баяжуулалт болох сэгрэх ширээгээр баяжуулна. Сэгрэх ширээгээр баяжуулах туршилтын технологийн схемийг зураг 2-т дүрслэв. Ширээний налуу, сэгрэх хурд болон усны урсгалын хурд тус тус 10^0 , 200эрг/мин ба 20дм/м³ байхад туршилтыг гүйцэтгэнэ.



Зураг 2. Сэгрэх ширээгээр баяжуулах технологийн схем.

Сэгрэх ширээний баяжмал дах манганы агуулгыг нэмэгдүүлэх зорилгоор флотацийн туршилтыг хийж гүйцэтгэв. Флотацийн туршилтанд хэрэглэгдэх урвалжууд тэдгээрийн хэрэглээг хүснэгт 2-т үзүүлэв. Булингын хатуу шингэний харьцаа 1:2 байх ба импеллерийн эргэлтийн хурд 1900эрг/мин, агааржуулалтыг 0.2 м/сек-ын

хурдтай байхад флотацийн туршилтыг гүйцэтгэнэ. Флотацийн туршилтыг гүйцэтгэх технологийн схемийг зураг 3-т дүрслэв.

2-р хүснэгт

Флотацийн урвалжууд ба хэрэглээ

Хэрэглээ	Нэр, томъёо
Цуглуулагч	Тосны хүчил – $C_{18}H_{34}O_2$
Дарагч	Шингэн шил – Na_2SiO_3
Хөөсрүүлэгч	Нарсны тос – $C_{11}H_{18}O$
Орчин тохируулагч	Натрийн гидроксид - NaOH

Ширээний баяжмал

Нунтаглалт

- NaOH – pH=8
- Na_2SiO_3
- $C_{18}H_{34}O_2$
- $C_{11}H_{18}O$

Флотацийн баяжуулалт

Баяжмал

Хаягдал

Зураг 3. Флотациар баяжуулах технологийн схем

2.3 Шинжилгээ

Туршилтанд хэрэглэсэн манганы анхдагч хүдэр болон баяжуулалтын бүтээгдэхүүнүүд дэх Mn-ы агуулгыг ICP-OES багажаар ISO 14869-3:2017 стандартын дагуу тодорхойлсон. Эрдэсжилтийн үе шатыг XRD 7000 маркын рентген диффрактометрээр тодорхойлсон.

3. ҮР ДҮН БА ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

3.1 Гравитацийн баяжуулалтын туршилтын үр дүн

Сэгрэх ширээ ашиглан манганы агуулгыг нэмэгдүүлэх боломжийг Тагартын шалгуур ашиглан тооцоолов [томъёо 1]. Ширхэглэлийн хэмжээнээс үл хамааран нягтын зөрүүгээр ялгах боломжийг Тагартын шалгуураар шинжлэх ба хэрвээ Тагартын шалгуур 1.75-2 хооронд байвал баяжуулалт явагдах боломжтой ба 2.5-аас их буюу тэнцүү байвал хамгийн тохиромжтой гэж үздэг [6,8].

$$TШ = (\rho_{хүнд} - \rho_{ус}) / (\rho_{хөнгөн} - \rho_{ус}) = 2.24 \quad [1]$$

Унагад ордын манганы хүдэр дэх Тагартын шалгуур 2.24 байсан тул гравитацийн баяжуулалт явагдах боломжтой гэж үзэв. Иймд сэгрэх ширээний туршилтыг анги тус бүр дээр ижил

нөхцөлд гүйцэтгэсэн бөгөөд үр дүнг хүснэгт 3-т үзүүлэв. Ширхэглэлийн хэмжээнээс хамаарсан сэгсрэх ширээний баяжуулалтын үр дүнд ширхэглэлийн -0.1мм-ийн ангид манганы агуулга хамгийн өндөр 25.89% байгаа ч хаягдал дах металлын хэмжээ 63.92% байна. Ширхэглэл -0.3мм үед ширээгээр баяжуулсан баяжмалын манганы агуулга 22.09%-д хүрч металл авалт бусад туршилтаас хамгийн өндөр утга буюу

24.06% байсан. Энэ анги дээрхи баяжуулалтын үр дүнд баяжмалын агуулга хангалттай түвшинд хүрээгүй бөгөөд завсар болон хаягдал дах металлын хэмжээ өндөр байна. Иймд хаягдал дах металлын хэмжээг багасгахын тулд баяжмал болон завсрын бүтээгдэхүүнийг нийлүүлэн манганы агуулгыг тооцоход 16.30% байлаа.

3-р хүснэгт

Гравитацийн баяжуулалтын үр дүн

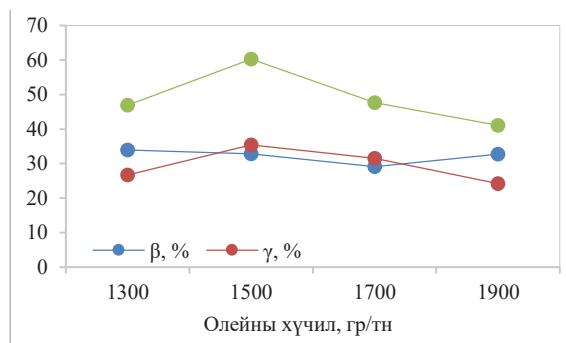
Нэр		Агуулга	Гарц	Металл авалт
Анхдагч		9.97	100.00	100.00
2мм	Баяжмал	20.20	9.60	19.45
	Завсар	9.29	34.00	31.68
	Хаягдал	8.64	56.40	48.87
1мм	Баяжмал	21.54	8.83	19.08
	Завсар	10.26	34.14	35.13
	Хаягдал	8.01	57.03	45.79
0.6мм	Баяжмал	23.81	8.42	20.11
	Завсар	11.90	25.05	29.90
	Хаягдал	7.49	66.53	49.99
0.3мм	Баяжмал	22.09	10.86	24.06
	Завсар	12.87	18.37	23.71
	Хаягдал	7.36	70.77	52.22
0.1мм	Баяжмал	25.89	7.70	20.00
	Завсар	15.13	10.60	16.09
	Хаягдал	7.80	81.70	63.92

3.2 Флотацийн туршилтын үр дүн

Манай судалгаа нь бага агуулгатай манганы исэлдсэн хүдрээс зах зээлд нийлүүлэхэд тохиромжтой >32%-иас дээш агуулгатай баяжмал гарган авахад чиглэсэн. Гравитацийн баяжуулалтын үр дүнд манганы агуулга зорьсон хэмжээнд хүрээгүй тул баяжмал болон завсрын бүтээгдэхүүнийг нийлүүлэн флотацийн баяжуулалтанд оруулахаар бэлтгэв. Флотацийн дээж дэх 74мкм-ийн агуулга 80% байхаар тохируулан туршилтыг гүйцэтгэсэн.

3.2.1. Цуглуулагч урвалжийн зарцуулалтыг оновчлох туршилт

Олейны хүчил нь анионы цуглуулагч бөгөөд карбоксилийн бүлэгт хамаарагддаг. Тосны хүчлүүд нь кальцит, барит, апатит, сидерит, витерит, флюорит, шеелит, родохрозит, гематит, магнетит болон манганы исэл зэргийг агуулсан хүдрийг флотацилахад маш сайн цуглуулагч болдог [7]. Гравитацийн баяжмал болон завсрын бүтээгдэхүүнийг нийлүүлэн флотацийн процесст оруулсан ба уг бүтээгдэхүүн дэх манганы агуулга $Mn = 16.30\%$ байсан. Флотацийн процесст ашиглагдах урвалжийн зарцуулалтуудыг дарагч – 670гр/тн, орчин тохируулагч $pH=8$, хөөсрүүлэгч – 900гр/тн тогтмол байхаар сонгож цуглуулагчийн зарцуулалтыг 1300гр/тн, 1500гр/тн, 1700гр/тн, 1900гр/тн утгуудад өөрчлөн туршилтыг гүйцэтгэсэн. Цуглуулагчийн зарцуулалтаас хамаарсан флотацийн үр дүнг зураг 4-т дүрслэв.

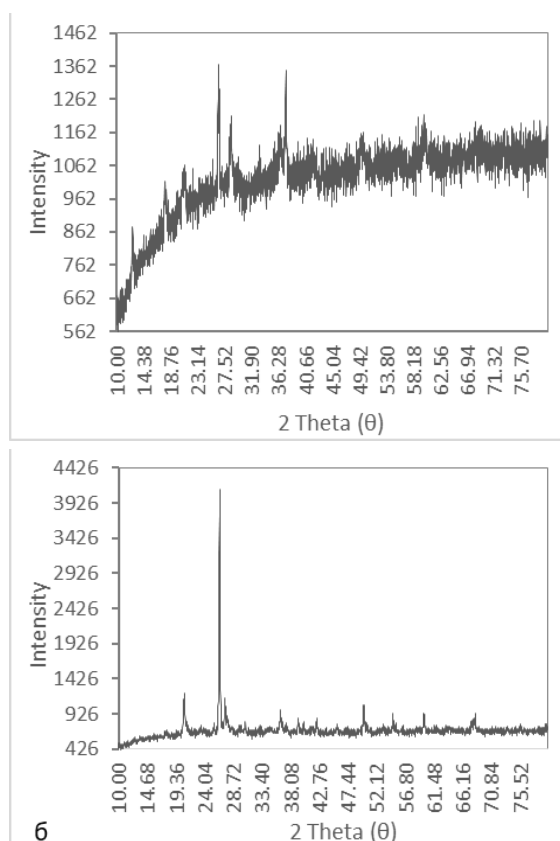


Зураг 4. Цуглуулагч урвалжийн зарцуулалтаас хамаарсан туршилтын үр дүн

Флотацийн цуглуулагч урвалжийн зарцуулалтыг оновчлох туршилтын үр дүнд зарцуулалт 1300гр/тн байх үед манганы агуулга 33.93%, металл авалт 55.59% байсан ба зарцуулалтын хэмжээ 1500гр/тн болон нэмэгдэхэд агуулга 32.87 % болж металл авалт 60.27%-д хүрсэн. Дээрхи үр дүнгээс харахад цуглуулагч урвалжийн зарцуулалт 1500гр/тн байх үед хамгийн тохиромжтой буюу үр ашиг сайтай гэж үзлээ.

3.2.2. XRD шинжилгээний үр дүн

Флотацийн туршилтын баяжмал болон хаягдалд XRD шинжилгээ хийсэн бөгөөд гравитаци болон флотацийн туршилтын үр дүнд 9.97%-ийн манганы агуулгатай анхдагч хүдрээс 32.87%-ийн агуулгатай манганы баяжмал гарган авсан. Флотацийн туршилтын баяжмал болон хаягдлын рентген диффрактометр шинжилгээний загварыг зураг 5-т дүрслэв.



Зураг 5. Флотацийн баяжуулалтын XRD туршилтын үр дүн. а) баяжмал б) хаягдал

Рентген диффрактометрийн туршилтын үр дүнд баяжмал дах манганы эрдсүүд давамгайлалттай илэрсэн байна. Харин хаягдлын XRD бичиглэлийг харвал кварц болон альбитийн эрдэс илэрсэн нь зураг 5б-ээс ажиглагдаж байна. Иймд гравитаци болон флотацийн баяжуулалтыг хослуулсан туршилт үр дүнтэй явагдсан болохыг илтгэж байна.

ДҮГНЭЛТ

Тагартын шалгуур дээр үндэслэн -2мм, -1мм, -0.6мм, -0.3мм, -0.1мм ширхэглэлийн анги бүр дээр гравитацийн туршилтыг хийж гүйцэтгэсэн. Туршилтын үр дүнд -0.3мм анги дах манганы

агуулга 22.09%, металлын хэмжээ бусад ширхэглэлийн утгаас хамгийн өндөр буюу 24.06% байсан боловч баяжмалын агуулга шаардлагатай хэмжээнд хүрээгүй байсан. Иймд хаягдал дах металлын хэмжээг бууруулахын тулд гравитацийн баяжмал болон завсрын бүтээгдэхүүнийг нийлүүлэн флотацийн туршилтанд оруулсан. Манганы флотацид олейны хүчил нь маш сайн цуглуулагч болж өгдөг ба цуглуулагч урвалжийн зарцуулалтыг оновчлох флотацийн туршилтыг хийв. Уг туршилтын үр дүнд олейны хүчлийн зарцуулалт 1500гр/тн байхад манганы агуулга 32.87% , металл авалт 60.27% болсон. Гравитаци болон флотацийн баяжуулалтын аргыг хослуулан ашигласнаар бага агуулгатай манганы хүдрээс 32.87%-ийн манганы агуулгатай зах зээлийн шаардлагад нийцсэн баяжмал гарган авлаа.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. Srivani, Pallam, and P. Noothana. "Beneficiation of Manganese Ore Using Froth Flotation Technique." *Materials Today: Proceedings 18* (2019): 2279-2287.
- [2]. Tripathy, Sunil Kumar, P. K. Banerjee, and Nikkam Suresh. "Effect of desliming on the magnetic separation of low-grade ferruginous manganese ore." *International Journal of Minerals, Metallurgy, and Materials 22*, no. 7 (2015): 661-673.
- [3]. El-Hussiny, N., H. H. A. El-Gawad, F. Mohamed, and M. Shalabi. "Pelletization and reduction of Egyptian low grade manganese ore pellets via hydrogen at 750–950°C." *International Journal of Scientific & Engineering Research 6*, no. 5 (2015): 339-346.
- [4]. Top, S. "Investigation of the Beneficiation of Low Grade Manganese Ores."
- [5]. Binta, H., S. A. Yaro, D. G. Thomas, and M. R. Dodo. "Beneficiation of low grade manganese ore from Wasagu, Kebbi State, Nigeria." *Journal of Raw Materials Research 13*, no. 2 (2016).
- [6]. Rousseau, Malo, Simon B. Blancher, Renato Contessotto, and Thomas Wallmach. "Beneficiation of low grade Manganese Ore by Jigging in a Specially designed ore dressing unit." *Proc. of the XXVIII IMPC. Quebec City, Canada 200* (2016): 1.
- [7]. П.Оюунсүрэн. "Флотациар баяжуулах арга". Эрдэнэт хот.
- [8]. BLAZY, Pierre, and Robert JOUSSEMET. "Concentration par gravité Différentes technologies." *Techniques de l'ingénieur. Génie des procédés J3191* (2005).

МАНГАНЫ БАГА АГУУЛГАТАЙ ХҮДРИЙГ СЭГСРЭХ ШИРЭЭГЭЭР БАЯЖУУЛАХ ТЕХНОЛОГИЙН СУДАЛГАА

Д.Баасанжав*, Н.Сугир-Эрдэнэ, Б.Өнөрсайхан, Ц.Загарзүсэм, Б.Оргилбаяр, С.Сүхбат,
Л.Жаргалсайхан, Э.Отгонжаргал

Шинжлэх ухааны академи, Хими, химийн технологийн хүрээлэн, Улаанбаатар 13330, Монгол улс

E-mail: baasanjavd@mas.ac.mn, baasanjav799@gmail.com

Хураангуй: Манганы бага агуулгатай хүдрийг сэгрэх ширээ ашиглан хүндийн хүч буюу гравитацийн аргаар баяжуулах туршилт судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэв. Өмнөговь аймгийн Хүрэн толгой талбайгаас манганы бага агуулгатай хүдрийн дээжийг авч элементийн найрлагыг индукцийн холбоост плазмын оптик ялгарлын спектрофотометр (ICP-OES), эрдсийн найрлагыг рентген дифрактометрийн аргаар тодорхойлсон. Энэ судалгааны хүрээнд ширхэглэлийн хэмжээг -2 мм, -1 мм, -0.6 мм, -0.3 мм, -0.1 мм болгон хувьсагчдын нөлөөллийг судлав. Ширээний налуу ба угаах усны урсгалын хурд, сэгрэх хурд нь тогтмол 11° ба $13 \text{ дм}^3/\text{минут}$, 120 эрг/мин байна. Манганы 4.20%-ийн агуулгатай анхдагч хүдрийг сэгрэх ширээгээр баяжуулахад баяжмалын агуулга Mn-15.65%, гарц 9.84% байв. Иймд манганы бага агуулгатай хүдрийг гравитацийн аргаар баяжуулан баяжмал бүтээгдэхүүн гарган авах боломжтойг тогтоов.

Түлхүүр үг: Манганы хүдэр, манганы баяжмал, ширхэглэлийн хэмжээ, сэгрэх ширээ, ICP-OES.

ОРШИЛ

Манган бол аж үйлдвэрийн болон бусад салбарт чухал үүрэг гүйцэтгэдэг металлын нэг юм. Манганыг хүнсний нэмэлт, бордооны нэмэлт, хуурай батерэй зай, будгийн материал, төмрийн гангийн үйлдвэрүүд болон бусад төрөл бүрийн химийн бодис болгон ашигладаг [1]. Манганы металлын дэлхийн хэрэглээ жилд 1.3 сая гаруй тоннд хүрч, цаашид өсөх хандлагатай байна [2]. Манганы нөөц нь өндөр агуулгатай манганы хүдэр (>45% Mn) ба бага агуулгатай манганы хүдэрт агуулагддаг. Сүүлийн хэдэн арван жилд өндөр агуулгатай хүдрийн олборлолт эрс буурч, бага агуулгатай хүдрээс манганы баяжуулах технологийг судалж, хөгжүүлэх болсон [3,4]. Монгол орны бүс нутагт манганы хүдрийн геологи хайгуулын судалгаа өмнө нь хийгдэж, Дорноговь аймгийн Айраг сумд орших Унагад, Дорноговь аймгийн Сайншанд, Улаанбадрах сумдын нутагт орших Хашаатын говь, Өмнөговь аймгийн Ханхонгор сумд Хүрэн толгой, Өмнөговь аймгийн Баяндалай сумын Хүрмэн-2 гэсэн дөрвөн орд илэрсэн байна. Эдгээр ордын хүдрийн батлагдсан нийт нөөц 14.5 сая тонн, хүдэр дэх металлын агуулга 10 орчим хувь буюу 1.4 сая тонн байна. Олборлосон хүдрийг бутлах, нунтаглах, баяжуулах үйл явцыг ашигт малтмалын баяжуулалт юм. Хүдрийг гравитацийн аргаар баяжуулах нь ашигт малтмалын физик шинж чанар буюу нягтын зөрүүн дээр суурилсан үйл явц юм. Ашигт малтмалын нь физик шинж чанарын хувьд их зөрүүтэй байвал түүнийг амархан ялгаж авч болно [5,6,7,8,9,10,11,12]. Энэ

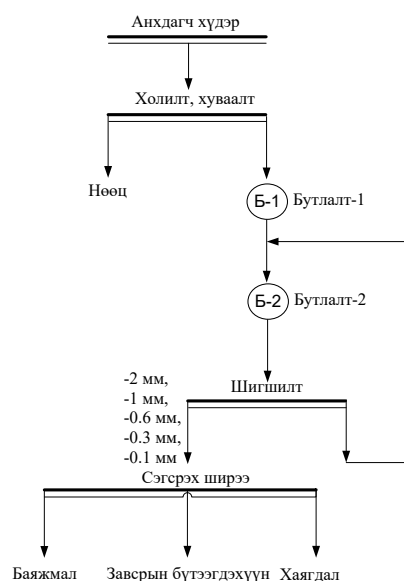
судалгааны ажилдаа “Хан-Асур” ХХК эзэмшдэг “Хүрэн толгой” ордын манганы бага агуулгатай хүдрийг сонгов.

Энэхүү судалгааны ажлын зорилго нь манганы бага агуулгатай хүдрийг ширхэглэлийн хэмжээ, сэгрэх ширээ ашиглан баяжуулж манганы баяжмалын агуулгыг нэмэгдүүлэх, хүдрийн бус шаварлаг эрдсүүд, цахиурын исэл зэргийг багасган баяжмал бүтээгдэхүүн гарган авахад гол зорилго болгов.

СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ, АРГА ЗҮЙ

Хүрэн толгой ордоос түүвэрлэх аргаар авсан дээжийг цагираг конусын аргаар гурвантаа хольж бэлтгэн джонсоны хуваагчаар хувааж судалгаанд бэлтгэв. Ордын дээжийн эрдсийн агуулгыг минералоги, минераграфийн шинжилгээ, хүдэр болон баяжмалын элементийн найрлагыг индукцийн холбоост плазмын оптик ялгарлын спектрофотометр (ICP-OES), эрдсийн найрлагыг рентген дифрактометр (XRD) ашиглан тус тус тодорхойлсон.

Хүдэр бэлтгэх процесс нь эхний шатны хацарт бутлуур, хоёр дахь шатны булт бутлуурт 10 кг дээжийг оруулан -2 мм, -1 мм, -0.6 мм, -0.3 мм, -0.1 мм ширхэглэл болтол тус тус бутлан СКО-0.5 маркийн ширээний тэжээл болгон баяжуулах туршилтыг явуулсан ба Зураг 1-д баяжуулалтын туршилтын схемийг үзүүлэв. Сэгрэх ширээний налуу ба усны урсгалын хурд, сэгрэх хурд зэргийг тогтмол 11° ба $13 \text{ дм}^3/\text{минут}$, 120 эрг/мин байна.



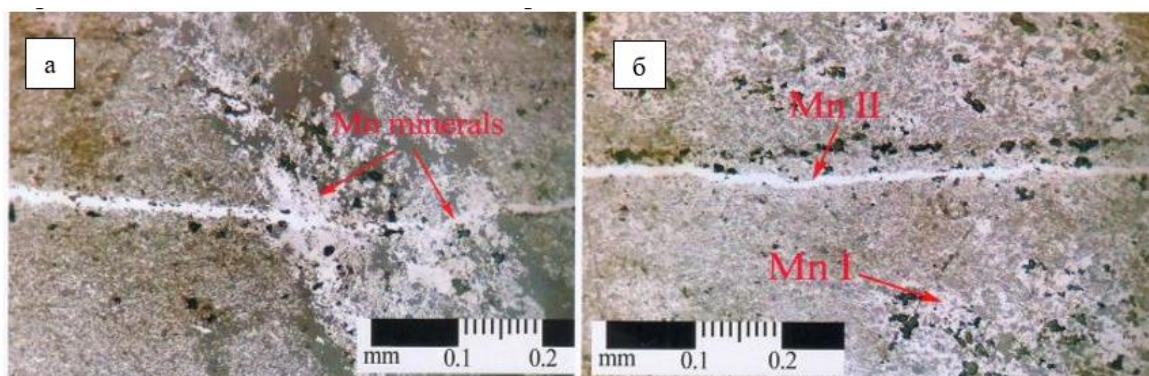
Зураг 1. Гравитацийн баяжуулалтын технологийн схем

ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

1. Эрдсийн ба химийн найрлагын шинжилгээний дүн:

Хүрэн толгойн манганы ордын анхдагч хүдэрт минералог, минераграфи, химийн болон эрдсийн шинжилгээ хийж хүдрийн шинж чанарыг тодорхойлсон. Минералогийн шинжилгээний үр дүнгээр ихэнх хувийг хээрийн жонш эзэлж, төмрийн исэл, марганецийн эрдсүүд, кварц, эпидот цоизит, мөн олон тоогоор барит, цөөн тоогоор магнетит, ильменит, амфибол, лейкоксен, цацраг идэвхт циркон, сфен, циркон, апатит, пирит, гялтгануур зэрэг эрдсүүд эзэлж байна.

Минераграфийн шинжилгээгээр чулуулаг бүрдүүлэгч эрдсийн агуулга нь марганецийн эрдэс (Браунит Mn_2O_3), гидрогётит, хүдрийн бус эрдэс нь шаварлаг эрдэс, хээрийн жонш гэсэн эрдсүүд тодорхойлогдсон Зураг 2-т үзүүлэв.



Зураг 2. Манганы хүдэр. Марганецийн эрдэс Браунит /а/, Mn I, Mn II Марганецийн эрдэс Браунит. Түүнчлэн хар өнгийн нүхнүүд харагдана /б/

Эрдсийн химийн шинжилгээгээр хүдэрт манган (Mn) 4.2% агуулагдаж байна. Минералогийн шинжилгээний үр дүнгээс харахад нь манганыг ялган авахад технологийн хүндрэл гарахгүй гэж үзэж Хүснэгт 1-г үзүүлэв.

1-р хүснэгт

Анхдагч хүдрийн дээжийн минералогийн шинжилгээний голлох үр дүн

Эрдэс	$KAlSi_3O_8 - NaAlSi_3O_8 - CaAl_2Si_2O_8$	SiO_2	$Ca_2Al_2Fe^{III}(SiO_4)_3OH$	Mn_2O_3	Fe_2O_3
Агуулга (%)	78.87	0.98	0.01	5.15	14.98

2. Манганы хүдрийг сэгсрэх ширээгээр баяжуулсан үр дүн

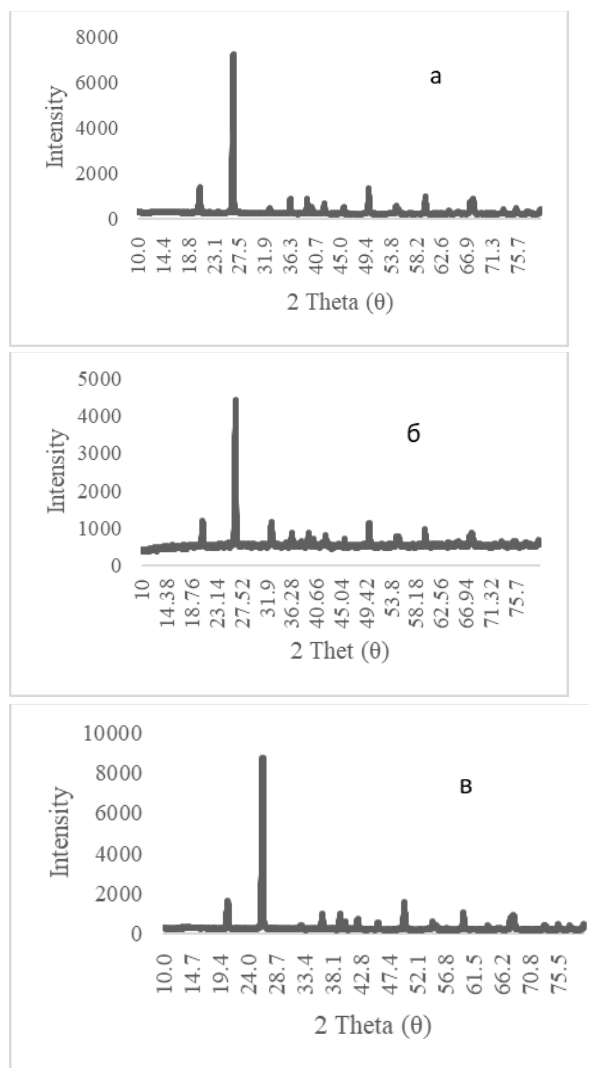
Хүрэн толгой талбайн анхдагч хүдэр дэх манганы агуулга 4.2% байлаа. Бид СКО-0.5 маркийн сэгсрэх ширээ ашиглан эрдсийн нягтийн зөрүүн дээр үндэслэн -2 мм, -1 мм, -0.6 мм, -0.3 мм, -0.1 мм фракцийн ангиудыг баяжуулахад манганы агуулга -0.1 мм ширхэглэл дээр өсч баяжмалд 16.94% болсон боловч гарц 5.83%, металл авалт 23.53% болж харьцангуй бага байв. Харин -0.3 мм ширхэглэлд баяжмалын агуулга 15.65%, гарц 9.84%, металл авалт 23.53% байгаа нь хамгийн өндөр оновчтой үзүүлэлт байна.

2-р хүснэгт

Бүтээгдэхүүнүүдийн гарц, агуулга, металл авалтын үр дүн

Бүтээгдэхүүн	Үндсэн үзүүлэлтүүд /%/		
	Гарц	Агуулга, Mn	Металл авалт
Хүдрийн ширхэглэл -2 мм			
Анхдагч хүдэр	100	4.2	100
Ширээ баяжмал	11.8	7.76	21.80
Ширээ завсрын бүтээгдэхүүн	34.4	4.42	36.20
Ширээ хаягдал	53.8	3.28	42.00
Хүдрийн ширхэглэл -1 мм			

Бүтээгдэхүүн	Үндсэн үзүүлэлтүүд /%/		
	Гарц	Агуулга, Mn	Металл авалт
Анхдагч хүдэр	100	4.2	100
Ширээ баяжмал	12.2	10.08	29.28
Ширээ завсрын бүтээгдэхүүн	40	3.65	34.76
Ширээ хаягдал	47.8	3.16	35.96
Хүдрийн ширхэглэл -0.6 мм			
Анхдагч хүдэр	100	4.2	100
Ширээ баяжмал	8.40	13.91	27.83
Ширээ завсрын бүтээгдэхүүн	32.58	4.03	31.26
Ширээ хаягдал	59.02	2.91	40.91
Хүдрийн ширхэглэл -0.3 мм			
Анхдагч хүдэр	100	4.2	100
Ширээ баяжмал	9.84	15.65	36.65
Ширээ завсрын бүтээгдэхүүн	15.78	3.81	14.31
Ширээ хаягдал	74.39	2.77	49.04
Хүдрийн ширхэглэл -0.1 мм			
Анхдагч хүдэр	100	4.2	100
Ширээ баяжмал	5.83	16.94	23.53
Ширээ завсрын бүтээгдэхүүн	7.29	4.78	8.30
Ширээ хаягдал	86.88	3.30	68.17



Зураг 3. Манганы анхдагч хүдэр /а/, сэгсрэх ширээний баяжмал /б/, хаягдал /в/-д хийсэн рентген дифрактометрийн шинжилгээний үр дүн

Анхдагч хүдэр болон гравитацийн баяжуулалтаар гарсан баяжмал, хаягдал дахь хүдрийн болон хүдрийн бус эрдсүүдийн ялгарлыг XRD шинжилгээгээр тодорхойлсон.

ДҮГНЭЛТ

Хүрэн толгойн манганы бага агуулгатай хүдрийн минераграфийн шинжилгээний үр дүнгээс хүдэр дэх ашигт эрдсүүд нь хүдрийн эрдэс нь марганецийн эрдэс (Браунит Mn_2O_3), Гидрогетит, хүдрийн бус эрдэс нь шаварлаг эрдэс, хээрийн жонш гэсэн эрдсүүд агуулагдаж байгаа тул нягтын зөрүүгээр баяжуулах боломжтой байна.

Хүрэн толгойн талбайн 4.2%-ийн манган агуулсан -0.1 мм ширхэглэлтэй хүдрийг сэгсрэх ширээгээр баяжуулахад манганы агуулга 16.94%, гарц нь 5.83%, металл авалт нь 23.53%-тай баяжмал гаргаж авав.

Уг туршилтуудын үр дүнг харьцуулвал -0.3 мм ширхэглэлийн ангийн агуулга 15.65%, гарц 9.84%, металл авалт 36.65% байгаа нь бусад үр дүнгээс харьцангуй боломжтой үр дүн байна.

Хүрэн толгойн ордын манганы хүдрийг сэгсрэх ширээ ашиглан баяжуулах нь боломжтой гэсэн дүгнэлтэнд хүрэв. Анхдагч хүдэр, баяжмал, хаягдалд хийсэн XRD шинжилгээний үр дүнгээр туршилтын үр дүнг баталгаажуулж байна. Цаашид уг ордын хүдрийг баяжуулах технологийг үргэлжүүлэн судлаж, илүү оновчтой баяжуулалтын арга технологийг судлах хэрэгтэй гэж үзэж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. Su, H., Wen, Y., Wang, F., Sun, Y., and Tong, Z., 2008. Reductive leaching of manganese from low-grade manganese ore in H_2SO_4 using cane molasses as reductant. *Hydrometallurgy* 93, 136-139.
- [2]. El Hazeq, M.N., T.A. Lasheen., and A.S. Helal. 2006. Reductive leaching of manganese from low grade Sinai ore in HCl using H_2O_2 as reductant. *Hydrometallurgy* 84 (3), 187-191.
- [3]. Li, C., Zhong, H., Wang, S., Xue, J., Wu, F., and Zhang, Z. 2015. Manganese extraction by reduction – acid leaching from low-grade manganese oxide ores using CaS as reductant. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 25(5), 1677–1684.
- [4]. Anggraeni, R.D., Prasetya, A., Petrus, H.T.B.M., Cahyono, R.B., Sumardi, S., and Astuti W. 2019. Performance of Kulon Progo low grade manganese ore leaching using acetic acid and its selectivity. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Volume 478, Issue 1, Pages 012008.
- [5]. Balasubramanian, A. 2015. Overview of Mineral Processing Methods. Centre for Advanced Studies in Earth Science University of Mysore. DOI: 10.13140/RG.2.2.10456.49926
- [6]. Ferdana, A.D., Petrus, H.T.B.M., Bendiyasa, I.M., Prijambada, I.D., Hamada, F. And Sachiko, T. 2017. Optimization of gold ore Sumbawa separation using gravity method: Shaking table. *Proceedings of the 3rd International Conference on Materials and Metallurgical Engineering and Technology (ICOMMET 2017)*.
- [7]. Tripathy, S.K., Ramamurthy, Y., Sahu, G.P., Panda, L., Singh, V., and Tathavadkar V. 2010. *Proceedings of the XI International Seminar on Mineral Processing Technology (MPT-2010)*.
- [8]. Ferdana, A.D., Petrus, H.T.B.M., Bendiyasa, I.M., Prijambada, I.D., Hamada, F., and Sachiko, T. 2018. Study on Sumbawa gold recovery using centrifuge. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Volume 285, Issue 1, Pages 012027.
- [9]. Ernawati, R., Idrus, A., and Petrus, H.T.B.M. 2018. Study of the optimization of gold ore concentration using gravity separator (shaking table): case study for LS epithermal gold deposit in Artisanal Small scale Gold Mining (ASGM) Paningkaban, Banyumas, Central Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Volume 212, Issue 1, Pages 012019.
- [10]. Sandiwan, S.W., Saputra, K.I., Mahdi, M.H., Albarkan, M.S., Prasetya, S., and Petrus, H.T.B.M. 2019. Effect of inlet speed on gravitational air separator for cenospheres accumulation from fly ash: modeling using computational fluid dynamics (CFD). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Volume 478, Issue 1, Pages 012028.
- [11]. Hirajima, T., Petrus, H.T.B.M., Oosako, Y., Nonaka, M., Sasaki, K., and Ando, T. 2010. Recovery of cenospheres from coal fly ash using a dry separation process: Separation estimation and potential application. *International Journal of Mineral Processing*. Volume 95, Issue 1-4, Pages 18-24.
- [12]. Petrus, H.T.B.M., Hirajima, T., Oosako, Y., Nonaka, M., Sasaki, K., and Ando, T. 2011. Performance of dry-separation processes in the recovery of cenospheres from fly ash and their implementation in a recovery unit. *International Journal of Mineral Processing*. Volume 98, Issue 1-2, Pages 15-23.
- [13]. Burt, R. O. (1984). *Gravity Concentration Technology*. New York: United States: Elsevier Science Pub.Co.
- [14]. Taggart, A. F. 1976. *Handbook of Mineral Dressing Ores and Industrial Minerals*. New York. Chicester. Brisbane. Toronto.

ЭРДСИЙН ХАМ ҮҮСЛИЙН СУДАЛГАА

О.Баттогтох¹, М.Агиймаа², Б.Ганбат³, С.Цэсэн⁴, Н.Мэргэнбаатар⁵¹ ЧХХ технологич инженер² СШХ баяжуулалтын инженер³ Ил уурхайн геологич⁴ СШХ эрдэс судлаач⁵ ЧХХ-ийн дарга

Хураангуй. Байгальд эрдсүүд дан ганцаараа тохиолдохгүй хэд хэдэн эрдсүүд хамт үүссэн байдаг. Геологийн тодорхой нэг үзэгдлээр үүссэн байгаль дахь эрдсийн бөөгнөрөлийг ассоциаци буюу хам үүсэл гэнэ. Эрдсийн хам үүслийг академич В.И Вернадский судалж өөрийн бүтээлүүддээ бичиж байсан нь орчин үеийн судалгааны үндэс болсон. Монгол улсын Газрын хэвлийн хуулийн 33-р зүйлд “Эрдэс түүхий эдийн найрлага, технологийн шинж чанарыг цаашид судлан, боловсруулалтын технологийг боловсронгуй болгох тухай” заасан байдаг. Хүдрийн эрдсийн шигтгээлэг чанар нь боловсруулсан хүдрийн гол үзүүлэлтүүдийн нэг бөгөөд энэ нь эцсийн бүлэгт тэдгээрийн баяжигдах чадвар, технологийн үр ашгийг тодорхойлдог. Эрдсийн төрөл бүрийн хэмжээтэй фракцууд нь сулралын зэрэг, хөвөх чадвараар ялгаатай байдаг бөгөөд хүдэр баяжуулалтын бүхэллэгийн хамгийн оновчтой найрлагыг барих нь маш чухал ажил бөгөөд энэ нь эцсийн баяжмал үйлдвэрлэлийн өрсөлдөх чадвар, үр ашгийг нэмэгдүүлнэ.

Судалгааны ажлын зорилго:

Эрдэнэтийн овоо ордын зэс молибдений сульфидын хүдрийн хам үүслээс нь хамааруулж судалгаа явуулах, хүдрийн хам үүслийн төрлөөс хамааруулж зэс молибдений хам баяжуулалтын оновчтой, үр ашигтай үзүүлэлтүүдийг тодорхойлно. Зорилгодоо хүрэхийн тулд дараах зорилтуудыг тавилаа. Үүнд:

1. Эрдэнэтийн овоо орд дээр эрдсийн хам үүслийн төрлөөр нь туршилт судалгаа явуулах
2. Хүдрийн эрдсийн хам үүслийн төрлөөс нь хамааруулж хүдэр нунтаглалтын -75мкм бүхэллэгийн ангийн гарц, урвалжийн тунг оновчлох

Түлхүүр үг: халькопирит, борнит, халькозин, пирит, кварц, молибденит

1. ЭРДЭНЭТИЙН ОВОО ОРДЫН ХҮДРИЙН ЭРДСИЙН ХАМ ҮҮСЛИЙН ТӨРЛҮҮД

Эрдэс үүсэх геологийн үзэгдлийг бий болох эх үүсвэрийг эндоген- дэлхийн дотоод хүчний энергитэй холбоотой бий болсон, экзоген-атмосфер, гидросфер, биосферийн дотор гадаргуугийн ус нарны нөлөөгөөр бий болдог. Эндоген /типоген, гүний/ дэлхийн гүнд байгаа халуун хайлмаг магма талсжихад төрөл бүрийн чулуулаг үүсэхийн зэрэгцээ олон янзын бодис агуулсан хий ба усан уусмал янз бүрийн нөхцөлд талсжин төрөл бүрийн эрдсүүд үүсдэг. Эндоген үзэгдэл нь их температур даралттай орчинд явагдана. Экзоген /гиперген гадаргуугийн/ энэ нь дэлхийн гадаргууд буюу гадаргууд ойрхон хэсэгт явагдана. Д.М.Воинков, Л.Н.Гриненко, Д. Гарамжав, М.Жамсран нар сульфидын хүхрийн изотопын найрлагыг судлах явцад Эрдэнэтийн

ордод хоёр үе шаттай гидротермаль формац үүссэн гэсэн дүгнэлтэд хүрчээ. Газрын доорх ус гидрогеологийн тодорхой нөхцөлд царцдасын гүн рүү нэвтэрч халаад, агуулагч чулуулгаас хүдрийн эрдсүүдийг уусган эрдэсжиж гидротермаль уусмал болдог. Эрдэнэтийн овоо орд нь магмын ба гидротермаль үе шатанд үүссэн зэс порфирын ордод хамаарна. Зэс порфирын орд нь гарал үүсэл, орон зайн хувирлаас хамааран уусалт, исэлдэлт, хоёрдогч, анхдагч гэсэн хүдэржилтийн хэд хэдэн бүсэд босоо тэнхлэгт хуваагддаг. Эрдсийн хам үүсэл тус бүрийн илрэл, тархалтын цар хүрээ өөр өөр байдаг бөгөөд тэдгээрийн ихэнх нь орон зайд бие биентэйгээ давхцаж байдаг. Эрдэнэтийн овоо ордод дараах төрлийн хүдрийн эрдсийн хам үүслүүд байна. Үүнд:

1. Магнетитийн (FeOFe_2O_3)
2. Пирит (FeS_2) кварцын (SiO_2)
3. Молибденит (MoS_2) пирит (FeS_2)
4. Халькопирит (CuFeS_2), пирит (FeS_2), кварц (SiO_2)
5. Халькозин (Cu_2S), борнит (Cu_5FeS_4)
6. Полиметаллын (галенит (PbS), сфалерит (ZnS), теннантит ($\text{Cu}_{12}\text{SbS}_{13}$))
7. Борнит (Cu_5FeS_4) халькозин (Cu_2S), ковеллин (хоёрдогч сульфидын баяжилтын бүс)

Геологийн судалгаан дээр суурилан ордын эрдсийн хам үүслийн төрлөөр нь ялгасан геологийн зураглалыг уулын ажлын MIKROMAIN программ хангамжийг ашиглан хүдрийн эрдсийн хам үүслийн хил хязгаарыг гаргасан 1-2-р зураг.



1-р зураг. Эрдэнэтийн овоо ордын Ил уурхайн А-А шугамын дагуу зүсэлт



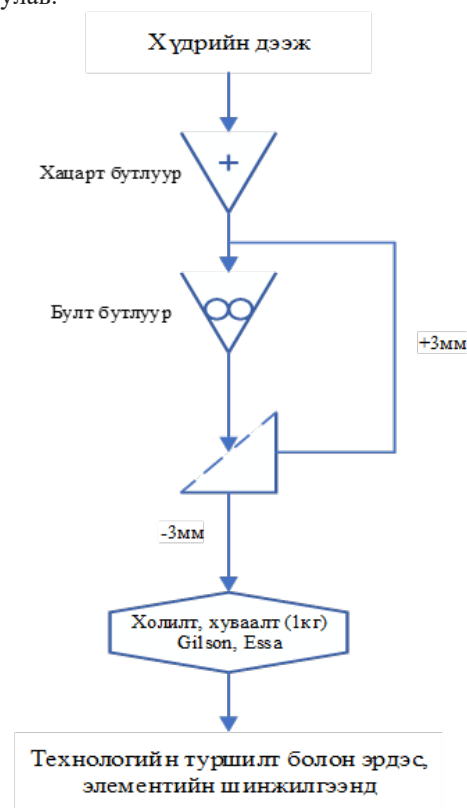
2-р зураг. Эрдэнэтийн овоо ордын Ил уурхайн IV-IV шугамын дагуу зүсэлт

Тайлбар: - халькозин-борнитын хам үүсэл, - пирит-кварцын хам үүсэл, - молибденит-кварцын хам үүсэл, - полиметаллын, - хайгуулан цооног, түүний дугаар, - газрын гадаргуу, - уурхайн мөрөгцөг, - хоёрдогч баяжилтын бүсийн хил

Энэхүү судалгаанд 1-р зурагт харуулсан пирит-кварцын, молибденит-пирит, халькозин-борнитын хам үүсэл давхцсан хэсэг болох ил уурхайгаас туршилт судалгааны дээж авах цэгээ сонгож 1000 кг дээж авч туршилтанд бэлдэн Судалгаа шинжилгээний хүрээлэнд лабораторийн туршилтанд явуулсан.

1. ХАЛЬКОЗИН-БОРНИТ (ГИПОГЕН), ПИРИТ-КВАРЦ, МОЛИБДЕНИТ-ПИРИТИЙН ХАМ ҮҮСЭЛТЭЙ ХҮДЭРТ ЯВУУЛСАН ЛАБОРАТОРИЙН ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

Туршилтын дээж бэлтгэлийг дараах схемээр явуулав.



3-р зураг. Дээж бэлтгэлийн схем

Хүдрийн дээжийг кольцо конусын аргаар 5 удаа хольж, тоонолжин аргаар хэсгүүдэд хувааж хэсэг бүрээс квадратын аргаар нийт 4 дээж авч 'MiniPal-4' рентгенфлюоресценцийн анализатороор Cu, Mo, Fe-ийн агуулгыг тогтоов. Хүдрийн шинжилгээний үр дүнг 1-р хүснэгтэд үзүүлэв.

1-р хүснэгт

Хүдрийн шинжилгээний үр дүн (MiniPal-4)

Дээжийн нэр	Элементийн агуулга, %		
	Cu	Mo	Fe
Хүдэр	0.552	0.012	1.91

Дээжийн нэгэн төрлийн хуваагдсан байдлыг шалгахад статистик үзүүлэлтээр вариацийн коэффициент нь дундажаар зэс 0.73%, молибден 4.26%, төмөр 1.28% байгаа нь хүдрийн дээжийн хувьд нэгэн төрлийн алдаа багатай жигд хуваагдсан байна. Шинжилгээний үр дүнгээр агуулгын жигдрэлтийг хянаж бэлэн болсон дээжийг нэг кг-р савлаж туршилтад бэлтгэв.

Хүдрийн дээжийн шинж чанар

Дээжийн элементийн шинжилгээг баталгаажуулах зорилгоор Чанарын хяналтын хэлтсийн химийн шинжилгээгээр ээсийн фазын анализ α_{Cu} -0.524%, α_{Fe} -1.91% тус тус тодорхойлогдсон. Туршилтын хүдэр нь технологийн ангиллаар анхдагч сульфидын эрдс давамгайлсан төрөлд хамаарагдаж байна.

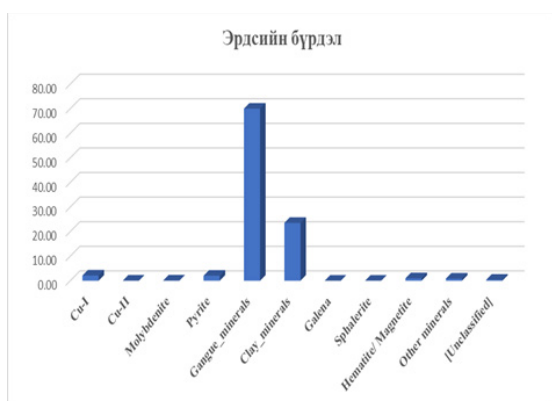
Судалгаа, шинжилгээний хүрээлэнгийн эрдсийн шинжилгээ хийх стандарт аргачлалын дагуу хүдрийн дээжийг нунтаглалтын хугацаа тус бүрээр бүхэллэгийн гурван ангилалд хувааж (+212мкм, +75мкм, -75мкм), ангилал тус бүрд брикет-аншлиф бэлтгэн эрдсийн дэлгэрэнгүй шинжилгээг Электрон микроскоп дээр суурилсан эрдсийн бүрэн автомат шинжилгээний систем TIMA (Tescan Integrated Mineral Analyzer)-г ашиглан дараах байдлаар хийлээ.

Хэмжилтийн үр дүнгээс дээжүүдийн эрдсийн бүрдэл, мөхлөгийн хэмжээ, эрдсийн хам ургал, сулралын байдал зэрэг шаардлагатай мэдээллүүдийг авч боловсруулсан. Дээжүүдийн эрдсийн бүрдлийг хураангуйлан нэгтгэж 2-р хүснэгт, 4-р зурагт үзүүлэв.

2-р хүснэгт

Хүдрийн эрдсийн бүрдэл

Mineral mass	$t_{\text{дүн}}=14\text{мин}$	$t_{\text{дүн}}=16\text{мин}$	$t_{\text{дүн}}=17\text{мин}$	Огс дундаж
Cu-I	2.05	1.93	2.34	2.11
Cu-II	0.01	0.04	0.04	0.03
Molybdenite	0.03	0.01	0.19	0.08
Pyrite	1.90	2.15	2.02	2.02
Gangue minerals	70.35	69.41	70.24	70.0
Clay minerals	23.38	24.03	23.15	23.5
Galena	0.00	0.01	0.00	0.01
Sphalerite	0.02	0.02	0.00	0.01
Hematite/ Magnetite	1.00	1.14	0.82	0.99
Other minerals	0.86	0.90	0.79	0.85
[Unclassified]	0.39	0.36	0.41	0.39
Total	100.0	100.0	100.0	100.0



4-р зураг. Хүдрийн эрдсийн бүрдэл

Нунтаглалтын хугацаа ялгаатай байхад ерөнхий эрдсийн бүрдлийн хувьд зөрүү өөрчлөлт харагддаггүй харин хүдрийн эрдсийн сулралын байдал илүү чухал байдаг.

Эрдсийн сулралын зэргийг гадаргуун талбайгаар тооцож гадаргуун талбайн 0-20% чөлөөлөгдсөн бол түгжигдсэн (Locked), 20-80% хам ургал (Middling), 80-аас дээш хувь бол чөлөөт (Liberated) ангиудад хуваасан. Хэмжилтийн үр дүнгүүдийг нэгтгэн зэсийн анхдагч эрдсүүд, молибденит, пиритийн сулралын байдлыг 3-р хүснэгт, 5-р зурагт үзүүлэв.

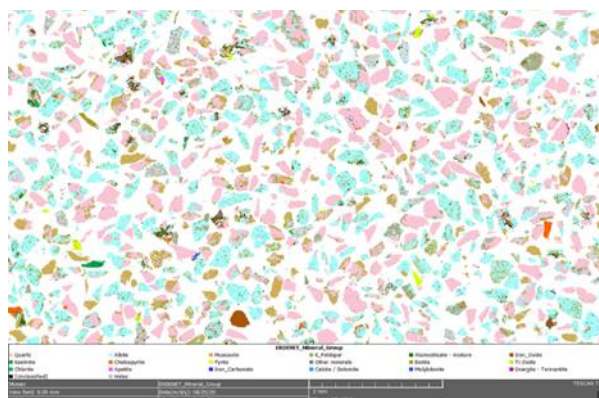
3-р хүснэгт

Эрдсүүдийн сулралын зэрэг

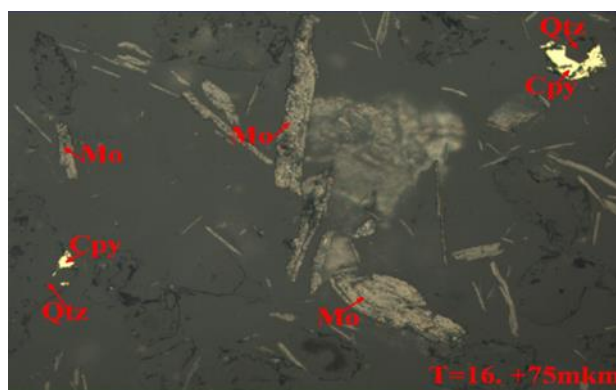
Анхдагч эрдэс	T _{нун} =14 мин	T _{нун} =16 мин	T _{нун} =17 мин
<20.00	8.91	7.81	5.92
≥20.00<80.00	28.87	11.80	9.94
≥80.00	62.22	80.39	84.14
Бүгд	100	100	100
Молибденит	T_{нун}=14 мин	T_{нун}=16 мин	T_{нун}=17 мин
<20.00	42.70	6.92	4.01
20.00<80.00	0.00	25.11	1.47
≥80.00	57.30	67.97	94.53
Бүгд	100	100	100
Пирит	T_{нун}=14 мин	T_{нун}=16 мин	T_{нун}=17 мин
<20.00	4.23	2.21	1.04
≥20.00<80.00	14.75	10.05	3.97
≥80.00	81.02	87.75	94.99
Бүгд	100	100	100

Хүснэгтээс харахад нунтаглалтын хугацаа нэмэгдэх тусам хүдэр дэх зэсийн анхдагч сульфидууд 62.2-84.1%, молибденитийн хувьд 57.3-94.5% харгалзан суларсан байна. Харин пирит 81.0-95.0% суларсан байна. Хүдрийн эрдсүүд сайн суларсан боловч хэт нунтаглалт нь шламжилт үүсгэх, мөн суларсан пирит хамт баяжигдаж төмөр авалтыг нэмэгдүүлэх сөрөг нөлөөтэй. Хүдрийн дээжид баяжицын судалгаа явуулахад зохистой бүхэллэгийн ангийн (-75мкм) агуулга буюу нунтаглалтын горим чухал байдаг. Эрдсийн шинжилгээ болон лабораторийн тандан туршилтын дүнгээр нунтаглалтын хугацааг 16 минутаар байхаар сонгов.

Нунтаглагдсан хүдрийн бүхэллэгийн +212мкм ангид харагдах байдлыг 5-р зурагт харуулав.



5-р зураг Бүхэллэгийн +212 мкм бүхэллэгийн ангид харагдах байдал



6-р зураг. Бүхэллэгийн+75мкм ангид харагдах байдал (ОПТИК-хүдэр)
Ойсон гэрэлд өсгөлт 200^x
(Cpy-халькопирит, Qtz-кварц, Mo-молибденит)

Баяжмалын чанар, металл авалтанд нөлөөлдөг гол хүчин зүйлс нь эрдэсжилт болон хүдэр дэх хүдрийн эрдсийн агуулга юм. Тухайн дээжийн хүдрийн эрдсийн мөхлөгийн хэмжээ (Grain Size) нь баяжуулалтад чухал нөлөөтэй байдаг. Зэсийн анхдагч эрдэс болон молибденитийн мөхлөгийн хэмжээг 4-р хүснэгтэд үзүүлэв.

4-р хүснэгт

Анхдагч зэсийн эрдэс молибденитийн мөхлөгийн хэмжээ

T _{нун} =16мин	Cu-I	Молибденит
≥3.00<10.00	61.35	2.58
≥10.00<20.00	1.81	12.84
≥20.00<45.00	6.09	82.16
≥45.00<75.00	16.73	2.42
≥75.00<106.00	9.83	0
≥106.00<150.00	3.69	0
≥150.00<212.00	0.51	0
All particles	100	100

ТИМА-ийн панорам зураг, оптик микроскопод харагдах байдал, мөхлөгийн дэлгэрэнгүй шинжилгээний дүнгээс харахад хүдэр буюу тэжээлд халькопирит харьцангуй жижиг мөхлөгөөр 61.3 % нь ≥3.00<10.00, харин молибденитийн мөхлөгийн 82.2% нь ≥20.00<45.00 хэмжээтэй байна. Анхдагч зэсийн

эрдсүүд болон молибденитийн сулралын байдлыг 5-6-р хүснэгт, 7-р зурагт үзүүлэв.

5-р хүснэгт

Анхдагч зэсийн эрдсийн сулрал

Cu-I	+212 mkm	+75 mkm	-75 mkm	Тнун= 16мин
<20.00	44.8	16.05	1.69	7.81
≥20.00<80.0	32.8	22.05	4.79	11.80
≥80.00	22.4	61.9	93.52	80.39
All particles	100	100	100	100

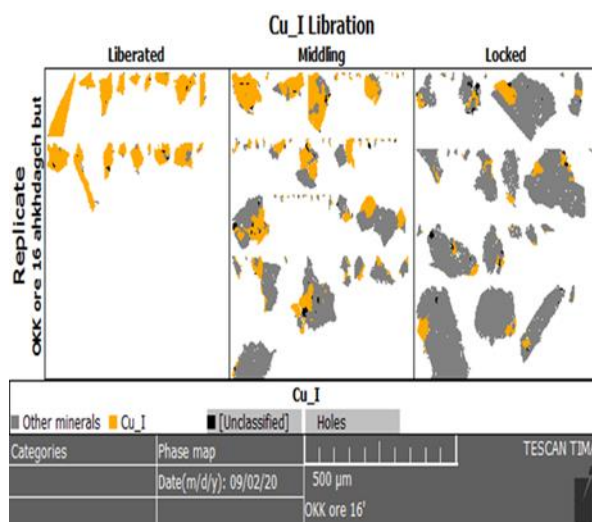
6-р хүснэгт

Молибденитийн сулрал

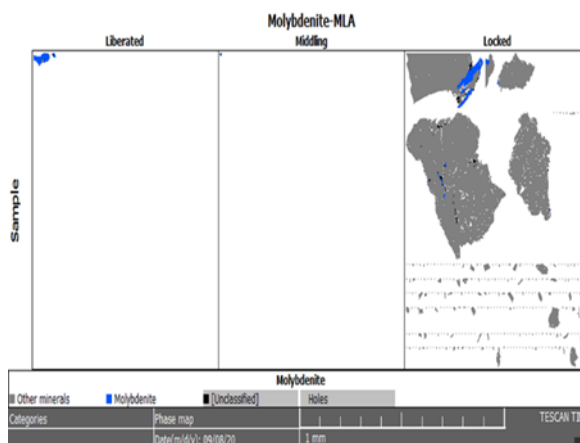
молибденит	+212 mkm	+75 mkm	-75 mkm	Тнун= 16мин
<20.00	95.9	14.49	0	6.92
≥20.00<80.0	0	0	41.67	25.11
≥80.00	4.1	85.51	58.33	67.97
All particles	100	100	100	100

Зэсийн анхдагч сульфидууд бүхэллэгийн анги тус бүрд 22.4-93.5%, молибденитийн хувьд 4.1-58.3% харгалзан бүрэн суларсан байна. Задгай ургалаар оршиж байгаа молибденитийн мөхлөгүүдийг флотациар авах боломжтой.

Зэсийн анхдагч сульфидууд болон молибденитийн хам ургалын байдлыг 7-8-р панорам зургаар үзүүлэв.



7-р зураг Зэсийн анхдагч сульфидууд болон молибденитийн хам ургал

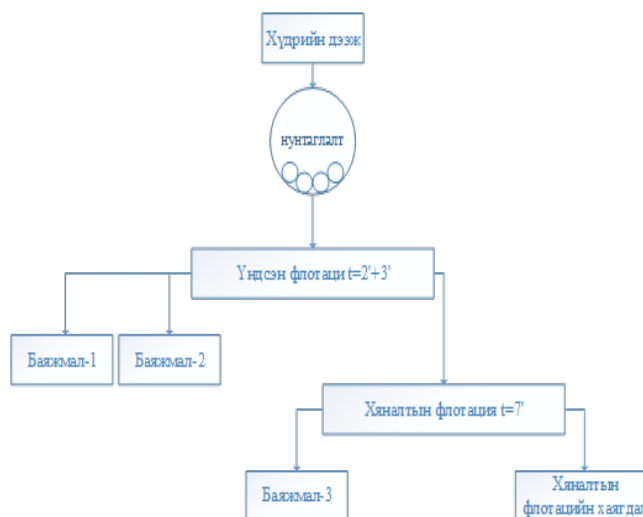


8-р зураг (TMA- панорам зураг)

Халькопирит, молибденитийн жижиг мөхлөгүүд битүү ургалаар, харьцангуй том мөхлөгүүд нь бүрэн чөлөөлөгдсөн болон задгай ургалаар оршиж байна. Задгай ургалаар агуулагдаж буй хүдрийн эрдсийн мөхлөгүүд урвалжийн үйлчлэлээр флотациар авагдах өөрөөр хэлбэл баяжигдах бүрэн боломжтой байдаг.

Лабораторийн туршилт

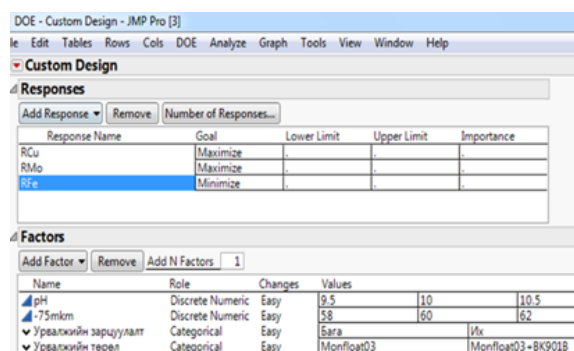
Туршилтыг лабораторийн задгай схемээр үндсэн флотацийг 2+3 минут, хяналтын флотацийг 7 минутаар явуулж гурван баяжмал авсан. Лабораторийн туршилтын схемийг 9-р зурагт үзүүлэв.



9-р зураг. Лабораторийн туршилтын задгай схем

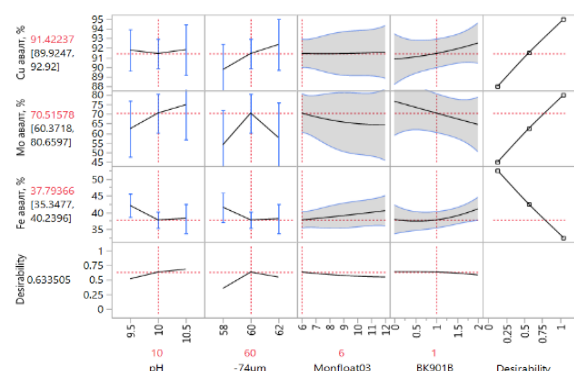
Лабораторийн туршилтын нунтаглалтын хугацааг -75мкм бүхэллэгийн ангийн агуулгыг өөрчлөх зорилгоор 14; 16; 17 минутаар тус тус нунтаглан явуулав. Хүдрийн дээжийг 14 минут нунтаглахад -75мкм-ийн ангийн агуулга 57.30%, 16 минут нунтаглахад 60.25%, 17 минут нунтаглахад 63.35% байв. Хүдрийн дээжид урвалжийн горим оновчлох лабораторийн туршилтыг туршилт төлөвлөлтийн (JMP) программ ашиглан зэс болон молибден авалт өндөр байх харин төмөр авалт хамгийн бага байхаар тооцож туршилтыг төлөвлөв. Лабораторийн туршилтын рН болон -

75мкм бүхэллэгийн ангийн агуулгыг гурван түвшинд, урвалжийн төрөл болон зарцуулалтыг хоёр түвшинд байхаар төлөвлөсөн. Лабораторийн туршилт төлөвлөлтийг 10-р зураг үзүүлэв.



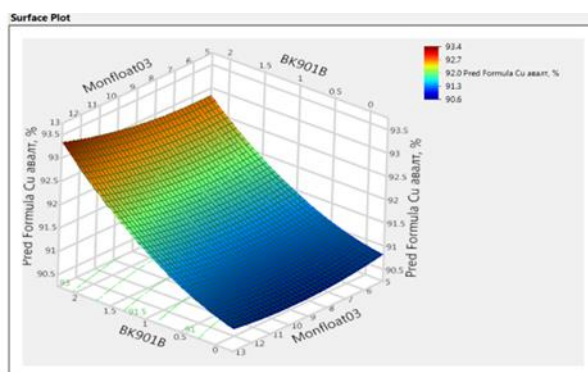
10-р зураг. Лабораторийн туршилт төлөвлөлт (JMP)

Туршилт төлөвлөлтийн программаар нийт 28 туршилт төлөвлөгдсөн ба төлөвлөгөөний дагуу горим оновчлох лабораторийн туршилтыг ESSA маркийн 3л-ийн багтаамжтай флотомашинаар гүйцэтгэв. Туршилтын баяжуулалтын бүтээгдэхүүнүүдийн элементийн шинжилгээг Чанарын хяналтын хэлтсийн химийн лабораторид тодорхойлуулсан. Лабораторийн туршилтын үр дүнг статистик боловсруулалтын программ ашиглан тооцож 11-р зурагт үзүүлэв.



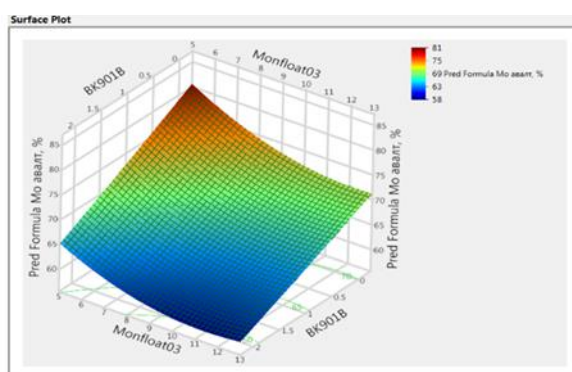
11-р зураг. Урвалжийн горим оновчлох туршилтын үр дүн

Лабораторийн туршилтын статистик боловсруулалтын загвараас гарсан үр дүнд үндэслэн, бүхэллэгийн -75мкм ангийн агуулга 60.25%, булингийн pH-10 байх нөхцлийг сонгов. Энэ нөхцөлд цуглуулагч урвалжийн төрөл болон зарцуулалтыг оновчлох зорилгоор гадаргуугийн графикт буулган, урвалжийн төрөл болон зарцуулалтаас металл авалт хэрхэн хамаарч байгаа хамаарлыг 12, 13, 14-р зурагт үзүүлэв.



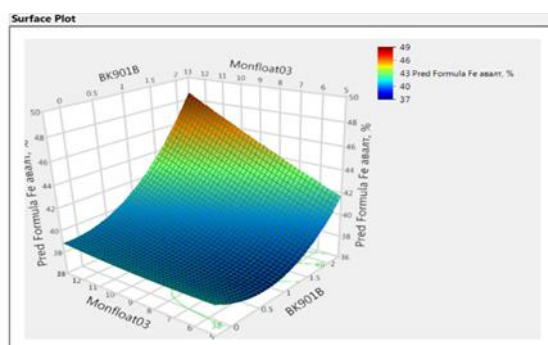
12-р зураг. Цуглуулагч урвалжийн төрөл, зарцуулалт болон зэс авалтын хамаарал

Туршилтын үр дүнгээр цуглуулагч урвалж Monfloat03-ийг дангаар нь тугнахад зэс авалт 90.8% байна. Харин Monfloat03 болон BK901B-ийн холимогийн зарцуулалтыг нэмэгдүүлж 12:2 харьцаатай тугнахад зэс авалт 92.83% болж өссөн.



13-р зураг. Цуглуулагч урвалжийн төрөл, зарцуулалт болон молибден авалтын хамаарал

Туршилтын үр дүнгээр цуглуулагч урвалжийн зарцуулалт бага буюу Monfloat03 - бг/тн үед хамгийн их молибден авалтыг (76.64%) авч байна. Цуглуулагч урвалжийн зарцуулалт нэмэгдэхэд молибден авалтад сөрөгөөр нөлөөлж байна.



14-р зураг. Цуглуулагч урвалжийн төрөл, зарцуулалт болон төмөр авалтын хамаарал

Туршилтын үр дүнгээс харахад зэс авалтыг нэмэгдүүлэхийн тулд цуглуулагч BK901B урвалжийн зарцуулалтыг өсгөхөд төмөр авалт дагаад өсөх хандлагатай байна. Иймээс

цуглуулагч урвалжийн зарцуулалтын өөрчлөлт нь молибден болон төмөр авалтад хүчтэй нөлөө үзүүлж байна.

Судлагдаж буй хүдрийн дээжийн хувьд хам флотацийн цэвэрлэгээний дамжлагад хэрхэн баяжигдахыг тандах зорилгоор үндсэн флотацийн баяжмалд цэвэрлэгээний флотацитай задгай схемийн туршилтыг явуулсан. Туршилтын үндсэн флотацийг 5 минут, хяналтын флотацийг 7 минут, цэвэрлэгээний флотацийг 6 минут явуулав. Лабораторийн цэвэрлэгээний дамжлагатай туршилтын үр дүнг 13-р хүснэгтэд үзүүлэв.

13-р хүснэгт
Цэвэрлэгээний дамжлагатай хам флотацийн туршилтын үр дүн

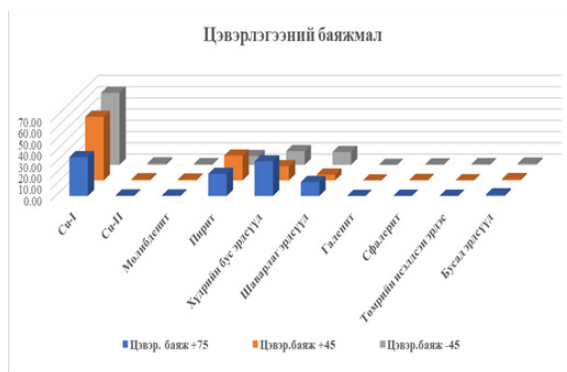
Бүтээгдэхүүний нэр	Гарц %	Агуулга, %			Металл авалт, %		
		Cu	Mo	Fe	Cu	Mo	Fe
Цэвэрлэгээний баяжмал	3.06	14.30	0.269	20.11	87.17	65.83	28.71
Цэвэрлэгээний хаягдал	3.10	0.37	0.029	3.62	2.27	7.20	5.25
Үндсэн фл-ийн баяжмал	6.16	7.28	0.148	11.80	89.44	73.04	33.96
Хяналтын баяжмал	3.28	0.19	0.006	1.67	1.26	1.58	2.56
Фл-ийн нийт баяжмал	9.44	4.81	0.099	8.28	90.69	74.61	36.52
Хяналтын фл-ийн хаягдал	90.56	0.05	0.004	1.50	9.31	25.39	63.48
Анхдагч дээж	100.0	0.50	0.012	2.14	100.0	100.0	100.0

Лабораторийн хам флотацийн цэвэрлэгээний дамжлагад 3.6% гарцтай, 14.81% зэсийн чанартай, 87.17% зэс, 65.83% молибден авалттай баяжмал авсан.

Судлагдаж байгаа дээжийн хам баяжмал болон хяналтын флотацийн хаягдалд сульфид эрдсүүдийн эзлэх хувийг тодорхойлох зорилгоор эрдсийн шинжилгээг гүйцэтгэсэн. Цэвэрлэгээний баяжмалын эрдсийн бүрдлийг бүхэллэгийн анги тус бүрээр нэгтгэж 14-р хүснэгт, 15-р зурагт үзүүлэв.

14-р хүснэгт
Цэвэрлэгээний баяжмалын эрдсийн бүрдэл

Эрдсийн бүрдэл	Цэвэр. баяж - +75	Цэвэр. баяж - +45	Цэвэр. баяж - 45	Цэвэр. баяж
Cu-I	34.53	56.60	64.03	55.90
Cu-II	0.49	1.01	1.34	1.09
Молибденит	0.49	0.77	0.64	0.63
Пирит	19.64	22.07	7.90	13.04
Хүдрийн бус эрдсүүд	30.69	12.60	12.28	16.62
Шаварлаг эрдсүүд	12.37	5.18	11.48	10.62
Галенит	0.02	0.01	0.03	0.02
Сфалерит	0.18	0.41	0.46	0.39
Төмрийн исэлдсэн эрдэс	0.20	0.14	0.65	0.46
Бусад эрдсүүд	1.39	1.21	1.18	1.23
Бүгд	100.0	100.0	100.0	100.0



15-р зураг. Цэвэрлэгээний баяжмалын эрдсийн бүрдэл

Зэсийн анхдагч эрдсүүд цэвэрлэгээний флотацитайр 34.5-64.0% хүртэл гүйцсэн баяжигдсан байна. Бага хэмжээтэй агуулагдаж байгаа зэсийн 2-гч эрдсүүд ч мөн адил 0.49-1.34% хүртэл баяжигдсан. Харин молибденитийн хувьд 0.49-0.77% хүртэл баяжигдсан. Пирит адилхан авагдаж +45мкм-75мкм хэмжээтэй нь илүү баяжигдсан гэж үзэхээр харагдаж байна.

Баяжмал дахь хүдрийн эрдсүүдийн мөхлөгийн хэмжээг нэгтгэж 15-р хүснэгт, 16-р зурагт үзүүлэв.

15-р хүснэгт
Баяжмал дахь эрдсийн мөхлөгийн хэмжээ

Мөхлөг	Cu-I	Cu-II	Молибденит
≥3.00<10.00	0.34	4.35	0.95
≥10.00<20.00	2.43	3.49	2.1
≥20.00<45.00	12.9	27.1	4.9
≥45.00<75.00	69.9	57.5	55.4
≥75.00<106.00	9.58	2.72	24.9
≥106.00<150.00	4.37	4.79	11.6
≥150.00<212.00	0.39	0	0
All grains	100	100	100

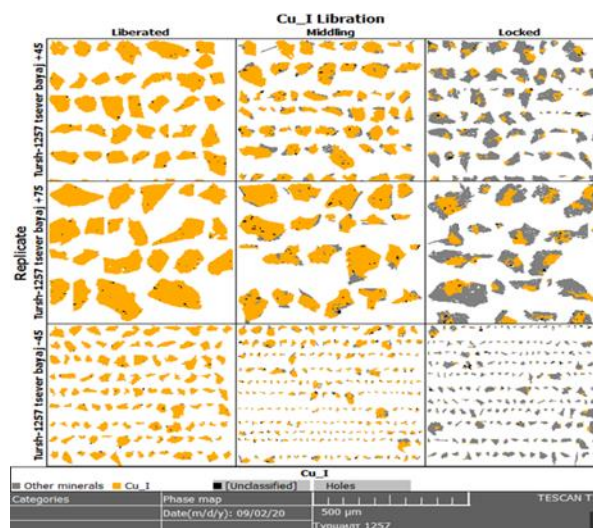
Зэсийн анхдагч эрдсүүд хүдэрт жижиг мөхлөгөөр харагдаж байсан боловч тухайн хүдрийн шинж чанарт флотацийн горим, урвалжийн сонголтыг зөв оновчилсон нь задгай ургалаар орших зэсийн эрдсүүдийн томхон мөхлөгүүдийг сайн авч чадсан гэж үзэж байна. Молибденитийн том, жижиг хэмжээтэй мөхлөгүүд ч сайн баяжигдсан. Баяжмал дахь хүдрийн эрдсүүдийн сулралын байдлыг нэгтгэж 16-р хүснэгтэд үзүүлэв.

16-р хүснэгт
Баяжмал дахь хүдрийн эрдсүүдийн сулрал

Цэвэр. баяжмал	Cu-I	Cu-II	Молибденит
<20.00	1.97	9.48	0.73
≥20.0<80.0	12.68	20.69	11.18
≥80.00	85.34	69.82	88.09
All particles	100	100	100

Зэсийн баяжмалыг бүрдүүлж буй үндсэн гол эрдэс болох зэсийн анхдагч сульфидуудын 85.3% нь бүрэн чөлөөлөгдсөн, 12.7% нь задгай ургалаар молибденитийн хувьд 88.1% харгалзан бүрэн суларсан, 11.2% нь задгай ургалаар оршиж байна.

Зэсийн хоёрдогч эрдсүүдийн хувьд 69.8% нь бүрэн чөлөөлөгдсөн, 20.7% нь задгай ургалаар 9.5% нь түгжигдсэн байгаа боловч агуулагдах хэмжээ нь маш бага, хэдхэн мөхлөгийн хэмжээнд байна. Цэвэрлэгээний баяжмалын бүхэллэгийн анги тус бүр дэх зэсийн анхдагч эрдсүүдийн сулралын байдлыг 16-р панорам зургаар үзүүлэв.



16-р зураг Зэсийн анхдагч эрдсүүдийн сулрал

Панорам зургаас харахад хүдрийн бус эрдсүүдийн жижиг мөхлөгүүдийг агуулсан халькопиритүүд баяжигдсан. Харин түгжигдсэн хэт жижиг мөхлөгүүд хамтдаа баяжмалд тэвэрлэгдсэн харагдана. Цэвэрлэгээний дамжлагатай хам

флотацийн туршилтын үр дүнгээр хаягдал дахь металлын агуулга бага (Cu-0.05%, Mo-0.004%) байна. Лабораторийн түвшинд хийсэн судалгаагаар гарсан үр дүнг үйлдвэрт нэвтрүүлж нутагшуулах нь бие даасан том судалгаа юм.

Эрдэнэт үйлдвэр хүдрийн чанарыг удирдахын тулд Ил уурхайн мөрөгцөг болгоноос ачих хүдрийн хэмжээ, чанарыг өдөр тутмын, ээлж болгонд төлөвлөлтийг хийдэг. Эрдэнэт үйлдвэрийн Ил уурхай дээр Питрам, MAS системүүд ажиллаж, Баяжуулах үйлдвэрийн дамжлагууд автомат системээр удирдагддаг, технологийн бүх үзүүлэлтүүд цаг, өдөр, хоног, сараар баримтжуулан хадгалагддаг нь тэдгээрийг ашиглан үйлдвэрлэлийн бодит үр дүнг үнэлэх шалгууруудыг гаргах, туршилтын үр дүнтэй харьцуулан бодит өөрчлөлтийг үнэлэх тогтоох боломжийг олгодог. Иймд хүдрийн эрдсийн хам үүслийн төрөл тус бүр дээр үйлдвэрлэлийн туршилт явуулж үр ашгийг бүрэн тодорхойлох боломжгүй тул практик дээр Баяжуулах үйлдвэрийн хам баяжуулалт ба гүйцээн баяжуулалтын технологийн үзүүлэлтүүд дээр дүн шинжилгээ хийж энэ нь зэсийн баяжмалын чанар, зэс авалтад хэрхэн нөлөөлсөн, лабораторийн туршилттай хэрхэн нийцэж буйг тогтоох зорилгоор дараах шинжилгээнүүдийг явуулсан. Шинжилгээнд 2020 оны 5-9-р сарын Баяжуулах үйлдвэрийн ээлжийн нэгдсэн үзүүлэлтүүд дээр статистик боловсруулалт хийв. Лабораторийн туршилтанд хэрэглэсэн урвалжуудыг баяжуулах үйлдвэрт хэрэглэсэн үеийн технологийн үзүүлэлтүүдийг сонгож авсан.

17-р хүснэгт

Баяжмал дахь зэсийн чанар, зэс авалт, ерөнхий хаягдлын шинжилгээ

Descriptive Statistics for Cu88								
Categorized by values of Y and otb								
Date: 10/13/20 Time: 14:09								
Sample (adjusted): 5/14/2020 9/30/2020					otb			
Included observations: 411 after adjustments		0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	All
Mean	[84, 86]	NA	NA	22.6	22.4	22.7	NA	22.6
Std. Dev.		NA	NA	0.57	0.53	0.25	NA	0.44
Obs.		0	0		4	2	0	8
	[86, 88]	NA	22.151	22.4	22.3	22.4	22.23	22.3
		NA	0.2707	0.44	0.46	0.65	NA	0.46
		0	11	45	33	11	1	101
	[88, 90]	22.645	22.451	22.4	22.3	22.3	NA	22.4
		0.3694	0.4926	0.4	0.51	0.43	NA	0.46
		4	122	103	29	7	0	265
	[90, 92]	22.705	22.391	22.5	22.5	NA	NA	22.5
		0.2287	0.3052	0.31	NA	NA	NA	0.3
		4	18	14	1	0	0	37
		22.675	22.422	22.4	22.3	22.4	22.23	22.4
		0.2862	0.4662	0.41	0.47	0.54	NA	0.45
	All	8	151	164	67	20	1	411

Баяжуулах үйлдвэрийн 225 ээлжинд баяжмал дахь зэс авалт 88-90% , ерөнхий хаягдал 0.06-0.07% үед баяжмалын чанарыг 22.4 – 22.451% барьж ажилласан байгаа нь дээрх шинжилгээнээс харагдаж байна.

18-р хүснэгт

Баяжмал дахь зэс авалт, зэсийн чанар, -75мкм бүхэллэгийн шинжилгээ

Descriptive Statistics for CU88								
Categorized by values of Y and MKM75								
Date: 10/13/20 Time: 14:07								
Sample (adjusted): 5/14/2020 9/30/2020								
Included observations: 411 after adjustments								
MKM75 -75 мкм		[57, 58)	[58, 59)	[59, 60)	[60, 61)	[61, 62)	[62, 63)	All
Mean	[84, 86)	NA	22.66	22.4	22.62	NA	NA	22.56
Std. Dev.		NA	0.48	0.48	0.566	NA	NA	0.44
Obs.		0	3	3	2	0	0	8
	[86, 88)	22.25	22.14	22.4	22.29	22.5	NA	22.32
		0.181	0.551	0.5	0.375	0.14	NA	0.457
		3	12	54	28	4	0	101
	[88, 90)	NA	22.37	22.4	22.5	22.4	22.3	22.42
Y		NA	0.482	0.43	0.457	0.53	0.4	0.458
		0	48	102	88	23	4	265
	[90, 92)	NA	22.53	22.4	22.58	22.4	NA	22.47
		NA	NA	0.27	0.327	0.27	NA	0.304
		0	1	15	16	5	0	37
		22.25	22.34	22.4	22.47	22.4	22.3	22.4
		0.181	0.497	0.44	0.435	0.46	0.4	0.448
	All	3	64	174	134	32	4	411

Бүхэллэгийн ангийн хамгийн оновчтой хувилбар нь -75мкм –59-61% байна. Лабораторийн туршилтаар тогтоосон -75мкм бүхэллэгийн ангийн гарц 60.25% байх оновчтой үр дүн нь практик дээрх шинжилгээний үр дүнгээр нотлогдож байна.

Боловсруулж буй хүдрийн хамгийн чухал хүчин зүйлүүдийн нэг болох хүдрийн эрдсүүдийн шигтгээлэг байдлаас бүхий л технологийн үйл явцын үр ашиг хамаардаг. Эрдсүүдийн янз бүрийн бүхэллэгийн фракцууд нь эрдсийн нэгдлүүдийн сулралын зэргээр болон флотац явагдах боломжит оновчтой фракцуудын бүрэлдэхүүнийг тодорхойлох, барих чухал үүрэгтэй флотацлагдах шинж чанараараа ялгарч тодорхойлогддог. Нунтаглагдсан хүдрийн флотофракцуудын бүрэлдэхүүний ялгаатай байдлын үндсэн шалтгаан нь хүдрийн эрдсүүдийн шигтгээлэг байдал нэгэн жигд биш байдагтай холбоотой учир зэсийн хаягдлыг 0.05% агуулгатай барьж ажиллахад нунтаглалтын -45мкм бүхэллэгийн анги яаж нөлөөлснийг дараах шинжилгээгээр харуулав 19-р хүснэгт.

19-р хүснэгт

Нунтаглалтын -45мкм бүхэллэгийн ангийн эзлэх хувь, ерөнхий хаягдлын шинжилгээ

Descriptive Statistics for MKM45			
Categorized by values of otb			
Date: 10/13/20 Time: 14:59			
Sample (adjusted): 5/14/2020 9/30/2020			
Included observations: 411 after adjustments			
Otb (хаягдал т.61)	Mean	Std. Dev.	Obs.
0.05	78.8	1.55	8
0.06	78.2	2.78	151
0.07	78.1	2.48	164
0.08	77.3	2.54	67
0.09	77.1	1.62	20
0.1	79.9	NA	1
All	78	2.57	411

Нунтаглалтын -45 мкм бүхэллэгийн анги 78.8 % хүртэл өсөхөд хаягдал 0.05 % хүртэл буурч байна. Энэ нь баяжуулах үйлдвэрийн 8 ээлжинд гарчээ. Бүтээгдэхүүний өрсөлдөх чадварыг тодорхойлдог гол хүчин зүйл нь баяжмалын чанар байдаг. Иймд -45мкм бүхэллэгийн ангийн гарцыг баяжмалын чанартай холбож шинжилгээ хийсэн.

20-р хүснэгт

Баяжмал дахь зэс авалт, зэсийн агуулга, -45мкм
бүхэллэгийн ангийн агуулгын шинжилгээ

Descriptive Statistics for MKM45					
Categorized by values of Y and CU88					
Date: 10/13/20 Time: 15:07					
Sample (adjusted): 5/14/2020 9/30/2020					
Included observations: 411 after adjustments				Cu88	
Cu88		[20, 21)	[21, 22)	[22, 23)	[23, 24)
Mean	[84, 86)	NA	71.53	77.65333	77.85
Std. Dev.		NA	NA	1.474879	NA
Obs.		0	1	6	1
	[86, 88)	77.26	76.8224	77.62414	77.368
		NA	2.476828	2.280661	1.180157
		1	25	70	5
	[88, 90)	NA	76.9507	78.26822	79.17516
		NA	3.208393	2.442433	2.486806
		0	43	191	31
	[90, 92)	NA	80.94	78.0897	80.63
		NA	0.919239	2.599384	0.042426
		0	2	33	2
	All	77.26	76.94155	78.086	78.9841
		NA	3.028519	2.413611	2.361945
		1	71	300	39

-45мкм бүхэллэгийн анги 78.3% үед хамгийн өндөр зэс авалт (88-90%), хамгийн өндөр чанартай (22-23%) баяжмал гаргаж байна. -45 мкм 80.94% үед зэсийн чанар 21-22% байгаа нь хэт нунтаглалт үүсч шламжилт үүсгэх сөрөг нөлөөтэй, мөн 77.6%-иас бага нөхцөлд зэс авалт, зэсийн чанар буурах хандлага харагдаж байна.

21-р хүснэгт

Зэсийн баяжмал ба хам баяжмалын чанар, зэс авалтын
шинжилгээ

Descriptive Statistics for CU88							
Categorized by values of Y and CUKOL							
Date: 10/13/20 Time: 14:03							
Sample (adjusted): 5/14/2020 9/30/2020							
Included observations: 411 after adjustments							
Cukol – хам баяжмалын чанар, су, %		[13, 14)	[14, 15)	[15, 16)	[16, 17)	[17, 18)	All
Mean	[84, 86)	NA	22.4 4	22. 9	NA	NA	22. 6
Std. Dev.		NA	0.44 6	0.1 6	NA		0.4 4
Obs.		0	6	2	0	0	8
	[86, 88)	21.7 8	22.2 8	22. 4	NA	NA	22. 3
		NA	0.47 1	0.4	NA	NA	0.4 6

		1	73	27	0	0	101
Y- зэс авалт	[88, 90)	22.0	22.3	22.	22.0	22.	22.
		2	9	5	2	2	4
		0	0.45	0.4	0.39	NA	0.4
			9	5	6		6
		2	168	92	2	1	265
	[90, 92)	NA	22.5	22.	NA	NA	22.
			4	4			5
		NA	0.26	0.3	NA	NA	0.3
			4	5			
		0	19	18	0	0	37
	All	21.9	22.3	22.	22.0	22.	22.
		4	7	5	2	2	4
		0.13	0.45	0.4	0.39	NA	0.4
		9	4	3	6		5
		3	266	139	2	1	411

Зэсийн чанар 22.39 – 22.5%, зэс авалтыг 88-90% (гүйцээн баяжуулах, салгах флотац) барьж ажиллахад хам баяжмалын чанарын хамгийн оновчтой хувилбар нь 14-15% байгаа нь лабораторын туршилтын үр дүнг баталгаажуулж байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Эрдэнэтийн Овоо ордын эрдсийн хам үүслийн судалгаа явуулж хам үүслийн төрлөөр нь ялгасан геологийн зураглал гаргав.
2. Гипоген халькозин-борнит, пирит-кварц, пирит-молибденитын хам үүсэл нь давхцсан хүдрээс дээж авч туршилт судалгаа явуулан хам баяжуулалтын хүдэр нунтаглалтын -75 мкм бүхэллэгийн ангийн оновчтой үзүүлэлт нь 60.25%, цуглуулагч урвалж ВК-901-н хам флотацад доздох оновчтой тун нь 1г/тн, Монфлот 03-6г/тн, хөөсрүүлэгч урвалжийн тун 15г/тн, булингийн рН-10.0 гэж оновчлов.
3. Оновчилсон горимоор явуулсан туршилтаар хам флотацийн цэвэрлэгээний дамжлагад 3.6% гарцтай, 14.81% зэсийн чанартай, 87,17% зэс, 65.83% молибден авалттай хам баяжмал гарган авсан.
4. Лабораторийн туршилтын үр дүнг исэлдсэн, анхдагч, хоёрдогч бүх төрлийн хүдэр баяжуулсан практик үр дүнтэй харьцуулж шинжилгээ хийж баталгаажуулав.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1]. Гаврилова С.П., И.Е. Максимова, Д.Оролмаа “Молибден-медно-порфировое месторождение Эрдэнэт” Москва 2010
- [2]. О.Баттогтох “Зэсийн баяжмалын чанарт нөлөөлөх хүчин зүйлсийн судалгаа” Техникийн ухааны докторын (PhD) зэрэг горилсон нэг сэдэвт бүтээл Улаанбаатар хот 2019 он
- [3]. О.Баттогтох “Эрдсийн хам үүсэл хам баяжмал дахь зэсийн агуулга, зэс авалтад нөлөөлөх нь” Эмэгтэйчүүд судалгаа шинжилгээний ажилд Эрдэнэт хот 2019 он 10-15х.
- [4]. Л.В. Сорокер, А.А.Швиденко “Управление параметрами флотации” Москва Недра 1979.
- [5]. Ц.Туяа “Анхдагч зэсийн хүдрийг молибден авалт өндөртэй баяжуулах эрчимт технологи боловсруулах судалгаа” Техникийн ухааны докторын (PhD) зэрэг горилсон нэг сэдэвт бүтээл Улаанбаатар хот 2012 он

АЛТНЫ ШОРООН ОРДЫН ГРАВИТАЦИЙН БАЯЖУУЛАЛТЫН ХАЯГДЛЫН ТЕХНОЛОГИЙН СОРЬЦЛОЛТ БА ГҮЙЦЭЭН БОЛОВСРУУЛАЛТЫН ШИЙДЛҮҮДИЙН СУДАЛГАА

Ц.Оюунцэцэг*, Я.Гомбосүрэн†

*Эрдэс боловсруулалт инженерчлэлийн салбар, ГУУС, ШУТИС, Улаанбаатар, Монгол

†Уурхайн технологийн салбар, ГУУС, ШУТИС, Улаанбаатар, Монгол

Хураангуй—Алтны үүсмэл бүлэг шороон ордын үүсэл, гравитацийн баяжуулалт, гүйцээн боловсруулалт, технологийн сорьцлолтын үндсэн дээр уламжлалтаар процессын зэрэгцээгээр шилмэл технологи сонгон нутагшуулах боломжийг судлана.

Түлхүүр үг: Алтны үүсмэл бүлэг шороон орд, гравитацийн процессын элсэн(-) хаягдал, технологийн сорьцлолт, гүйцээн баяжуулалт, алт цэвэршүүлэлт

АЛТНЫ ҮҮСМЭЛ БҮЛЭГ ШОРООН ОРД

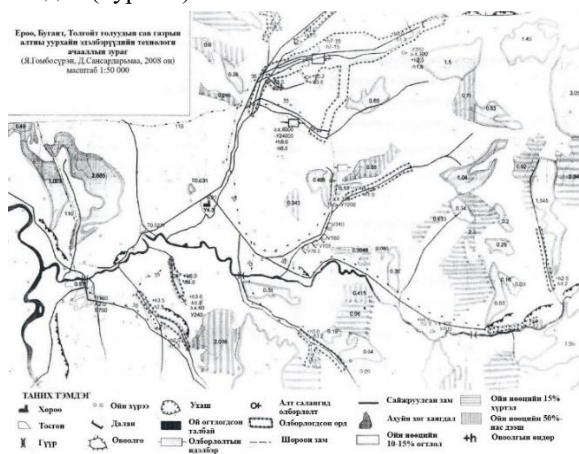
Алтны үүсмэл шороон орд нь алтны үндсэн ордын гипогенезын мужид үүсэж, зөөгдмөл уусмалаас тунадасжин тогтох ба алт агуулсан эрдсүүд цахиурын сульфид ба бусад анхдагч үүсвэрийн зардал-гравитацийн процессоор бүрэлдэнэ. Энэ нь дэлхийн гравитацийн процессын үр хөврөлийн шууд нотолгоо бөгөөд байгалийн шороон ордын нэгэн адил алтны үүсмэл шороон ордын бүрэлдэх процесст усны урсгалаар зөөгдөх аргаар гурван төрөлд ялгах нь:

1. Сул хөдөлгөөнт алт үндсэн эсвэл түүнд дөт орших ба сийрэг чулуулагтай хамт шилжинэ. Чухам энэ нь аллювиаль шороон орд үүсгэхэд хүргэнэ;
2. Хязгаарлагдмал хөдөлгөөнт алт аллювиаль хурдастай цуг шилжихийн сацуу усны өндөр хурдтай хуйлралаар ялтас алт хөөгдөх, бас усаар зөөгдөнө;
3. Хөдөлгөөнт (зөөвөрлөгдөх) алт хөвмөл төлөвт бүр зөөлөн урсгалаар ч зөөгдөнө. Ийм алт усны толион дээр хөвөх боломжтой ба хэдэн зуун км хүртэл зайд шилжинэ.

Гравитацийн баяжуулалтын процесст алт агуулсан эрдсийн нягт ба мөхлөгийн бүрдлээс хамаарах уналтын хурдны ялгааг үндэслэн хөнгөн ба хүнд (алт) хэсэгшлийг ялгана. Алтны үүсмэл шороон орд байгалийн шороон ордын ашиглалтын лицензын талбайнуудад тэдгээрийн олборлолтын явцад бүрэлдэнэ. Алт олборлолтын бүс нутгуудад алтны үүсмэл шороон ордыг үндсэндээ тууш олборлолтоор гүний тогтоцтой (15 м ба түүнээс дээш) ухашид эфель ба хайрганы холимог овоолгын хурдас бэхжүүлэх ба салангид олборлолтоор олон тооны гүн бус (5-15 м хүртэл) бэсрэг эфелийн овоолгууд угаах төхөөрөмжүүдийн байршлуудад үлдэх ба тэдгээр нь бие даасан шороон орд үүсгэхгүй. Тухайлбал, 1974 оноос Драг 250 ДМ Толгойтын алтны уурхайд, 1994 оноос Заамарын алт олборлолтын дүүрэгт гүний шороон ордод олборлолт явуулж эхэлснээс гадна мөн олон тооны шороон ордын

салангид олборлолтын явцад тэнд гүн бус үлдэгдэл алт агуулсан шороон орд үүсэж бүрэлдсэн хэдий ч тэдгээрийг гүний үүсмэл ордын хүрээнд эдийн засгийн эргэлтэд оруулах ирээдүйтэй.

Нэгэн жишээ. Үлдэгдэл алт бүхий үүсмэл бүлэг шороон орд Ерөө, Бугант голуудын сав газрын уурхайн эдэлбэрүүдийн алтны үүсмэл бүлэг шороон орд, Сэлэнгэ аймаг, “Монголросцветмет” нэгдэл (Зураг 1).



1-р зураг. Ерөө, Бугант, Толгойт голуудын сав газрын алтны уурхайн эдэлбэрүүдийн технологийн ачаалал

ҮҮСМЭЛ ШОРООН ОРДОД АЛТНЫ ГРАВИТАЦИЙН ХАЯГДАЛ ҮҮСЭХ МЕХАНИЗМ

Алтны үлдэгдэл нөөц хуримтлалын хэмжээг байгалийн шороон ордуудаас биет алтны 55-60% угаах төхөөрөмжийн хаягдал хэлбэрээр эфелийн овоолгод алдагддаг судалгаа гарчээ (Афоненко С.Н., Лазорида Л.Н., 2009). 1980-аад оны энгийн хийцтэй алт угаах төхөөрөмжүүд, түүний дотор алт агуулсан эфелийн элсийг нам дүүргэлтэт шлюз эсвэл тунаах машинаар жижиг ба нунтаг алтыг гравитацийн баяжуулалтын процесст алт авалт 76% (-0,05мм үед); 48% (-0,1 +0,05мм), ба 18% (-0,05мм) буюу тус бүр 24%, 52% ба бүр 82% алт хаягдалд шилжинэ. Эндээс үүсмэл шороон орд дахь алтны нөөц баялаг бодит хэмжээ алтны нунтаг фракцын бодит (-0,5мм алт давамгайлах) агуулгаас хамаарна. Түүвэр судалгаагаар чөлөөт алт агуулсан үүсмэл шороон ордын алтны хаягдал (алт авалтын)-ын түвшин алтны мөхлөгийн бүрэлдэхүүнээс хамаарах нь:

1-р хүснэгт

Алтны фракцаас хамаарах алт авалт

№	Алтны фракц, мм	Алт авалт, %
1	Том -2+5	>96
2	Дундаж -0,5+0,25	92-96
3	Жижиг -0,25+0,1	56-92
4	Нунтаг -0,1+0,05	79-88
5	Тоосонцор <-0.05	66-75

Тухай бүр алтны ялтаслаг хэлбэр, хөвмөл хэв шинж, зутан дахь хөнгөн (буюу шаварлаг) ба эрдсийн тусган угаах төхөөрөмжийн модуль болон технологийн горимын сонголт хийнэ. Чөлөөт нунтаг (0,01-0,1мм) алт голын урсгалд үндсэндээ сарних ба хөвмөл төлөвт бага хурдтай урсгалд ч зөөгдөнө. Алтны мөхлөгийн хязгаар тоон утгыг тодорхойлох нь:

$$l_k = \frac{d_1}{d_2} = \frac{\delta_1 - 1}{\delta_2 - 1}, \quad (1)$$

d_1 ба d_2 – том ба жижиг хэсэгшил, мм

δ_1 ба δ_2 – хүнд ба хөнгөн фракцуудын хувийн жин

Жишээ нь: 4,6 кг/м³ хувийн жинтэй пирротин ба 2,65 кг/м³ цахиурын хүдрээс бүрдэж байгаа бол:

$$l_k = \frac{4,6-1}{2,65-1} = 2,2 \text{ тунаах машинаар баяжуулах үед хязгаар ширхэглэгүүдийн адил уналтын коэффициент } \frac{d_1}{d_2} = 2,2 \text{ болно. Эрдсийн шигшүүрт урьдчилан ангилах хэрэгтэй болно.}$$

Алтны шороон орд үндсэндээ голын буюу алювиаль (гольдролын, хөндийн ба дэнжийн) хурдаст бүрдэх ба алтны ширхэглэл 0,5-4мм хэлбэлзэх бөгөөд арай томоохон алт үндсэн ордын ойролцоо илрэх ба алслагдал шилжилттэй холбоотойгоор зөөгдмөл шороон ордын алт ихэвчлэн жижиг ба нунтаг байна.

Шороон ордын гравитацийн процесст алт хаягдалд шилжих түвшинг тодорхойлох шалгуур нөхцөл болох элсний угаагдлын зэргийг шаварлаг хольцын босго агуулгаар: а – хялбар угаагдах (3-10% анхдах лагтай); б – дунд зэрэг (10-30%); в – хүндрэлтэй (30-60%) ба

г – нэн хүндрэлтэй (60-80%) төрөлжүүлнэ.

АЛТНЫ ҮҮСМЭЛ ШОРООН ОРДЫН ТЕХНОЛОГИЙН СОРЬЦЛОЛТ

Алтны үүсмэл хурдсаас төлөөлөх чадамжтай технологийн дээж авч сорьцлох нөхцлөөр гравитацийн технологийн модулиар:

1-механикжуулсан бөөний дээжийн дээж авах келли штанг технологи;

2-гравитацийн баяжуулалтын ICON IGR модуль (Канад улс) угсраа технологийн шугам, эсвэл ЦВК-02М төвөөс зугтах хүч доргиур концентраторын томсгосон экологийн сорьцлолт гүйцэтгэнэ. Гравитацийн баяжуулалтын дан ба хос модулиудад технологийн бөөний сорьцлолтын үр дүнгээр үйлдвэрлэлийн хэмжээнд хаягдлын технологийн процесст эргүүлнэ.

Келли штанг сорьцлолтын системийн техникийн цэглэсэн ба бөөний дээж авч геотехнологийн

үзүүлэлт шүүрцийн коэффициент, нягт, ус өгөөж, шаварлаг хольц ба хүнд элемент (Fe_2O_3 , FeS_2) дайрганы бүхэллэг технологийн сорьцлолтын чанарт нөлөөлнө. Бөөний сорьцлолтыг хэсэгчлэн 0,2-аас 0,4м (заримдаа 1 хүртэл) дээжлэн, дээжийг багцлана. Келли штанг төгс чиглэмж ба цэгц тохируулгын энгийн механизмын чичиргээ дах (унтраах) хэлбэлзэл эдэлгээний найдварт ажиллагааг хангана. Келли штанг систем блоклолт универсаль ба фрикцион хоёр төрлийн хоёр дахь роторт ажлын багаж 55м хүртэл гүнд янз янзын нөхцөлд хэрэглэх давуу талтай хөнгөн ажлын багаж (BAVER төхөөрөмж, SPP8-T компани). Гинжит явуул бүхий роторт HQR160Z төхөөрөмж ази ба европын орнуудын технологийн зах зээл дээр өргөн нэвтэрчээ. Алт агуулсан давхрагын агуулгыг бататгах, хяналтын цооногийн тоо нь нийт цооногийн тооны 5-10% байх ба хяналтын малталтуудын 3-аас доошгүй хайгуулын шугамыг хамруулна. Хяналтын технологийн сорьцлолт-ашиглалтын процесстой хослуулах боломжтой юм. Хяналтын сорьцлолтыг зөөврийн гравитацийн баяжуулах төхөөрөмж дээр гадаад ба дотоод хяналтын шинжилгээтэйгээр явуулна. Үүнд баяжмал ба овоолгын хаягдлын алтны агуулгын давхар сорьцлоно. Келли штанг технологиор лабораторийн технологийн шинжилгээний чөмгөн дээж авч эрдсийн нягт, мөхлөгийн бүрэлдэхүүн, алтны ширхэглэл ба чулуулгийн физик-химийн шинжүүдийг тодорхойлно. (Хүснэгт 2)

2-р хүснэгт

Келли-штанг төхөөрөмжийн моделийн эгнээ, хэмжээсүүд (түүвэр багц)

Код	Тэмдэглэл	Гадна голч, мм	Яндангийн тоо, ш	Секц бүрийн урт, м
11121698	Ø 325-4x10м	325	4	10
10107084	Ø 377-5x12м	377	5	12
11089155	Ø 377-4x11м	377	4	11
11201973	Ø 445-5x12м	445	5	12
11296510	Ø 508-6x14м	508	6	14
11611470	Ø 508-4x13м	508	4	13
11538919	Ø 580-6x16м	580	6	16
11633380	Ø 630-6x20м	630	6	20

Эх сурвалж: info@sany-russia.ru

Келли штанг технологиор эфелийн овоолгыг 15-25м гүнд, дунд зэргийн бат бөх чулуулагт сорьцлолт явуулахад зориулагдана. Келли штанг тоноглол овор багатай ба сорьцлолтын ажлын нийт талбайн хэмжээнд босоо зүсэлтээр алтны тархалт ба агуулгыг шуурхай тодорхойлно. Келли штанг багажийн нийтлэг зориулалт бүхий бага оврын том голчтой (Ø 500мм) өрмийн төхөөрөмжид суурилуулан хөлдүүс хөрсөнд хавсран ажиллуулах шийдлээр зураг төслөөр дамжуулан хэрэгжүүлнэ. Уг төхөөрөмжийг ANSYS ба ADAMS программ хангамжаар зохион бүтээж, ОХУ, БНХАУ болон дэлхийн бусад орнуудад нийлүүлж байна. Алт агуулсан элс нь овор хэмжээнээс лаг шаварлагийн механик хольц бөгөөд гравитацийн баяжуулалтын схемийг эрдсийн бүхэллэгийн ангиудын харьцааг, усны

зарцуулалт ба шлюзын налуу бусад хүчин зүйлийг харгалзан сонгоно. Эфелийн овоолгын талбайд келли штанг сорьцлолтоор нэгэн зэрэг хоёр эсвэл хоёр эсвэл (-) гурван цооногуудаас дээж авах ба шинжилгээнд бүх уулын цулын үеүд (хөрс, дайрга, элс ба ул чулуулаг)-ийг эндовоор хэмжилт хийх ба вашгерд дээр (6 мм голчтой шүүрэн нүх бүхий) эсвэл баяжуулалтын зөөврийн ПОУ төхөөрөмжөөр угаана. Шүүрэх тороор дамжсан (6мм-ийн) элсэн эфель ба лаг байдлаар хаягдалд орно. Вашгердын ул ба эфелийн хэмжилтийг тусгайд нь эндовоор гүйцэтгэнэ. Тэдгээр хаягдал нь эфель ба баригдаагүй нь лаг болно. Вашгердын торын дээд бүтээгдэхүүн (+3мм) тус бүр 9; 12 ба 15 мм шүүрэн перс бүхий гурван шигшүүрт шилжинэ. Анги бүрийн (+6, +9, +12 ба +15мм) эзэлхүүн хэмжилтийг эндовоор хийнэ. Бул чулуу (+15мм)-г процентоор тодорхойлно. (Хүснэгт 3)

3-р хүснэгт

**Алт агуулсан элсний механик анализын дүн
(А.А.Шванов)**

Анги, мм	Гарц , м ³	Эзэлхүүни й гарц, %	Анги, мм	Гарц , м ³	Эзэлхүүни й гарц, %
+15*	7.44	34.1	-6 эфел	6.01	27.5
+12	0.44	2	-6 лаг	6	27.5
+9	0.82	3.8	-6 нийлбэ р	12.01	55
+6	1.17	5.1			

хамгийн том бул чулуу 20х15см; эфелд 10 гр
алт цахиурт ургалж хэлбэрээр баяжуулалтын
шлюзээр дамжин хаягдах жишээтэй
(В.М.Капельников).

Алтны үүсмэл шороон ордын технологийн сорьцлолд: чулуулгийн хэлбэр ба дайргашилт, элсний урсгалын шинж, шаварлагийн хольц, элсний торын тодорхойлолт, алтны хэлбэр ба ширхэгшилт, лаг цогцын тоон найрлага ба үнэт чанар хүчин зүйлээр илрэнэ. Шороон ордын дундаж техникийн дээжээр шлих ба алтны хэв шинж, тэдгээрийн физик шинж, ашигт эрдсүүдийн босоо тархалт ба шороон ордын элс ба хөрсний торын шинжилгээний өгөгдлийг магадлана. Техникийн дээжийг шууд шороон ордоос хайгуулын шугам эсвэл ашиглалтын малталтуудаас авна. Алтны үүсмэл шороон ордын тогтвортой гүн ба тогтоц бүхий хэсгүүдийн хүрээнд бодисын найрлага нэн бага өөрчлөгдөнө. Ийм жигдрэл бүхий үүсмэл шороон орд бүрээс дундаж дээж авах бөгөөд жижиг технологийн тодорхойлолт өгөх боломжтой болно.

4-р хүснэгт

**Технологийн бөөн дээжийн эзэлхүүн
(хэмжүүр хайрцаг ендовк дахь)**

Үүсмэл шороон ордын тодорхойлолт	Нэг ендовкат дахь шлх алтны агуулгын үед		
	<10кг	10-40кг	>40кг
C ₁ – нунтаг алт бүхий	3	5	5
C ₀ – дунд зэрэг алт бүхий	3	5	5
C – том алт бүхий	5	3	10

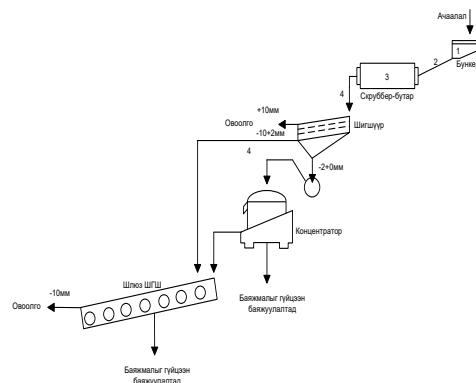
Технологийн найдвартай сорьцлолт шижирмэл алтны ширхэглэл ба үүсмэл шороон орд дахь тэдгээрийн жигд тархалтаас хамаарна. Нунтаг алт ихэвчлэн нэн жигд бус, дунд зэрэг бүхэллэг жигд, том алт-жигд бус тархах онцлогтой. Иймээс найдвартай технологийн аргачлалаар мониторинг хийнэ.

Сорьцоллтын хүрээнд технологийн дээжүүд (жишээлбэл, жин $q=16\text{кг}$, дээжийн бүхэллэг $d_{max}=25\text{мм}$, тархалтын дундаж коэффициент $k=0,4$)-г механик аргад авч нэгтгэх зөөврийн хоёр чингэлэгт (контейнерт) янз бүрийн угаagdлын зэргээр төрөлжүүлэн багцлан технологийн сорьцоллод бэлтгэх нийлбэр (сорьцоллын систем-дээж агшан боловсруулалт-шинжилгээ) бөгөөд технологийн сорьцоллтын келли штанг (SIP8-T компани) ажлын тоноглол том голч (325-680мм)-той.

Келли штанг технологи хийцийн хувьд хөтлөгч туйван, сорьцлолын дээжлэлтийг хошуу (ажлын багаж) ба эргэлт хоорондын динамик холболт оньсон бүтэц, ачааллын чиг үүргийг телескоп механизм гүйцэтгэнэ. Бөөний сорьцолтыг завсартай (0.2-0.4м) явуулна. Технологийн сорьцлолд дээж цуглуулах хийцтэй, цооногийн бодит голчийг шуурхай тодорхойлох том голчтой 250-300мм (500мм хүртэл) цооног үнэт металын сорьцлолд нутагшиж, ялангуяа драгийн эфел-дайргын овоолгод утгуулсан геофизикийн зураглалтай хослуулахыг зөвлөмж болгодог.

Алтны үүсмэл шороон ордын технологийн
бөөний сорьцлолын гравитацийн баяжуулалтын
(ICON IGR) модуль.

Алтны үүсмэл шороон ордын элсэн хаягдлаас алт авалтын хэмжээг тодорхойлох технологийн сорилтыг төлөөлөх хэмжээний (10-15т-оос доошгүй) эфелийн томсогоос дээжүүдээр байран дээр модуль шийдэл бүхий ICON IGR 2гаах төхөөрөмж (Канад улс)-өөр явуулна. (Зураг 2)



2-р зураг. ICON IGR-1000 ба IGR-3000 төхөөрөмжийн технологийн холболтын схем

1-ган бункер, 2-элсийг дезинтеграцлах скруббер Sepro, 3-хос хавтант шигшүүр Sebro-Sizetec (элс угаах ба ангилах), 4-бүхэллэг ба шижирмэг алтыг барих шлюз, 5-торын доорх бүтээгдэхүүнийг концентраторт өгөх булингын насос, 6-ТЗХ-ний ICONi 350 концентраторт (алт түүний дотор нунтаг алтыг ялгах).

2-р зурагт үзүүлсэн төхөөрөмжөөр алт илрүүлэгч (Minlab пүүс) том ба шижирмэг ($G=40-50\text{мг}$) алтыг 0,2-0,3м гүнд сорьцлоно.

Элсний бункерт (1):~75мм шүүрэн нүх бүхий IGR1000 ба ~100мм-г IGR-3000 энд бул чулуут шигшилт явагдана. Ачаалах амсраар даралтат ус унуулж элсийг тэвшээр скрубберт оруулж дайргыг дезинтерацилан, шавар ба элсийг угаана. Бүлэг дээжийг устай онгоцонд торон дээр шигшиж том фракцыг (>10мм) зайлуулах ба жижиг (-10мм) фракцыг баяжуулалтанд оруулна.

4-р хүснэгт

Технологийн сорьцлолтын хээрийн судалгааны модуль төхөөрөмжүүд, SMS компани (туршилтын төхөөрөмж) Магадан, ОХУ

Төхөөрөмж	Бүтээмж, цахилгаан тэжээлд таних шаардлага	Төхөөрөмжийн бүтэц	Жин, т	Ус
ICON IC-R-100	<2т/ц хатуугаар <8м³/ц булингаар цахилгаан станц: 8кВт/220В/1ф	Доргиурт шигшүүр, Зумпф-насос, Концентратор ICONi150	0.6т	6 м³/ц, 3 бар
Адил-1000	<10т/ц хатуугаар ЦС:20кВт/220 В/1фаз	Скруббер, доргиурт шигшүүр, булингийн насос, концентратор ICONi350, шлюз (алт илрүүлүүр)		
Адил-3000	<30т/ц хатуугаар ЦС:100кВт/38 0В/1фаз (дахин угаалтанд)	Скруббер, доргиурт шигшүүр, булингийн насос, концентратор ICONi350-2ш, шлюз (алт илрүүлүүр)		

Дахин угаалтанд 1м³ элснээс 0,3-0,5гр алт олборложээ. (2016 оны угаалтын улиралд)

Үр дүн: 1. iCON IGR томгосон сорилоор үүсмэл шороон орд дахь алт ялгалтыг бодитой үнэлэх боломжтой, 2. дезинтеграцлах ба доргиур шигшүүр скрубберт хослолоор угаах ба ангилалтаар дутуу дезинтеграцлагдсан ба угагдсан элс дэх алтны хаягдлыг эрс бууруулах боломжийг тогтоожээ, 3. Төвөөс зугтах хүчний Falcon/icon-суурилсан төхөөрөмж нь шлюзт технологитой харьцуулахад нунтаг алтыг ялгах (шлюзээр баригдахгүй) ба дунд зэрэг бүхэллэг алтыг гүйцээн ялгах (шлюзээс угаагдаж хаягдсан) замаар таваарын бүтээгдэхүүн алт авалтыг өсгөх дүгнэлт гарна.

5-р хүснэгт

Эфелийн овоолгын технологийн сорьцлолт (дээж)-ын техникийн (жишиг) тодорхойлолт

Параметрууд	Тоон утга
Дээжүүдийн номиналь эзэлхүүн, л	30
Дээж боловсруулах бүтээмж, мин/ширхэг	5...10
Технологийн шугамын тоо	2
Элсний дээжийн бүхэллэгийн дээд хэмжээс, мм	200

Чадал, кВт	20
Усны зарцуулалтын дээд хэмжээ, м³/цаг	8
Модуль төхөөрөмжийн жин, кг	-
Овор хэмжээ: LxBxH	-

6-р хүснэгт

Эфелийн овоолгын технологийн сорьцлолт (дээж)-ын техникийн (жишиг) тодорхойлолт

Нэр төрөл	Тоо
Өндөр даралтын систем бүхий дезинтегратор, ш	2
Кпелсон CND-3.2, ш	2
Вашгерд-ширээ, ш	2
Нам дүүргэлтийн шлюзын багц, ш	2
Баяжмалын сав, ш	4
Хатаалгын шүүгээ ШСП-0,25-500, ш	1
Хуурай соронзон сепаратор СМС-20М, ш	1
Соронзон-шингэний сепаратор СМЖ-ПМЗ, ш	1
Насос К-65-50-160 (К-20/30), ш	2
Лабораторийн сав, тоноглол, багц, ш	2
Соронзон шингэн, л	10
Цахилгаан төхөөрөмж (удирдлагын самбар, кабель) багц, шланг, арматур ба бусад багц	1
Ус түгээгүүрийн коллектор, ш	1

Өөр жишээ: Үүсмэл шороон ордын ашиглалтын технологийн сорьцлолын баяжуулалтын модуль ОК-комплект-4ТСС-1. Хос модулийн баяжуулалтын технологийн шугам, бүтээмж нь 4м³/цаг. Модуль №1 аллювиаль дээжийн баяжуулалт ТСС-1 дээр; Модуль №2 баяжмалыг гүйцээн боловсруулалт. Лабораторийн технологийн түвшинд лаг боловсруулах “Шлих промысловый комплекс” төслийн дагуу захиалгаар бүрдүүлнэ.

АЛТНЫ ГРАВИТАЦИЙН БАЯЖМАЛ ГҮЙЦЭЭН БОЛОВСРУУЛАЛТ

Гравитацийн баяжуулалтын модуль схем өргөн цараатай бөгөөд элсний бодисын найрлага ба алтны тодорхойлолтоос хамааран технологийн шугамын механикжилтын бүтэц өөрчлөгдөнө. Модулийн хувьсах параметрууд нь гидроциклоны халианы ширхэглэл, торын доод бүтээгдэхүүний бүхэллэг, баяжуулалтын ширээ ба төвөөс зугтах хүчний сепараторуудад баяжигдах зутанг шингэрүүлэлтийн усны зарцуулалт, баяжмалын гарцаар тодорхойлогдоно. Баяжуулалтын модуль схемийн толгойн хэсэгт элсний дезинтеграцлал эсвэл эфелийн орчны зуурцыг өсгөж, гравитацийн баяжуулалтыг хүндрүүлэх бүтээгдэхүүний бохирдуулдаг лаг фракц (<0.1 мм хүдрийн ба 0,5-2мм хөнгөн эрдсийн) зайлуулалт, бүхэллэгээр ангилалт шигшүүр ба камерт ангилуурт гүйцэтгэнэ. Том фракц (230-300мм)-ын анхдах баяжуулалтын тунаалтаар, дунд зэрэг бүхэллэгийг мушгиа сепаратораар, харин дунд жижиг фракц (2-0,1мм)-г конуст сепараторууд, туузан шлюз, төрөл бүрийн тэвшүүд, баяжуулах ширээ ба соронзон, цахилгаан статик сепарацлал өргөн хэрэглэгдэнэ. Стандарт нөхцлийн шигшүүрт босго 10мм фракцын салгалт бүхий дээд торон шүүрээр болон-доод 2мм торон шүүрээр тоноглогдоно. Иймд 10мм бүхэллэг

уулын цул овоолгод хураагдана. Харин 2-10мм бүхэллэгтэй элс шлюзэд орох ба харин доорх шигшүүрийн 2 мм хүртэл фракц өөрийн урсгалаар худагт орох ба тэндээс насосаар ICONi350 концентраторын ачаалалд шилжэн улмаар баяжмал мөчлөгийн горимоор битүүмжлэлт саванд юүлэгдэх ба уг баяжмал шлих баяжуулах төхөөрөмж (ШОУ-шлихобогатительную установку)-өөр дамжин гүйцээн боловсруулагдана. Тухайлбал, ICON IGR-100 төхөөрөмж дээр нунтаг ба дунд зэргийн фракцын алт агуулсан ППШ угаах төхөөрөмжийн хаягдал ба эфелийн хуучин элсэн хаягдлаас гравитацийн баяжуулалтын таваарын баяжмал гарган авчээ. Технологийн сорилын ICON IGR-100 угаах төхөөрөмжийг 1м^3 эзэлхүүн бүхий бункерт торх ба усны насос, жижиг бункертэйгээр чарган дээр угсарсан байна. Технологийн сорилын үр дүнд үүсмэл шороон ордын зөвхөн тоосонцор алттай эфелээс бүрэлдэх чухал ойлголт байдгийг харуулжээ. Өөр жишээ. IGR-3000 угаах төхөөрөмж хасах 2 мм фракцын хялбар угаагдалтай эфелийн овоолгын давтан (дахин) угаалгын технологийн сорил туршилт <<Проевразия>> компани, 2016-2017 он, Магадан муж, ОХУ. Тухайн үүсмэл шороон ордын хэсгүүдийн алтны агуулгаас хамаарч алт ялган авалтын доод хэмжээ 1м^3 угаалт тутмаас 0,3-0,5гр алт олборложээ. (ШОФ-ын гүйцээн баяжуулалт) ICON IGR угаах төхөөрөмжийн жигд ачаалалтыг хангах бункер-туузан конвейероор тоногложээ. Технологийн хээрийн судалгааны ажлын модуль дээр 3 хүн ажиллаж, технологийн сорилын ажиллагаа нь: а-төхөөрөмж элс ачаалалт ба бүртгэлжүүлэлт, б-гравитацийн баяжмалын буулгалт ба түүний бүртгэл, в-төхөөрөмжийг технологийн шинэ дээжүүдээр ачаалахын өмнөх цэвэрлэгээ гэсэн ажилбарууд гүйцэтгэнэ. Технологийн сорилт туршилтыг үүсмэл шороон ордын янз бүрийн хэсгүүдээс авсан 5000м^3 дээжүүдийг боловсруулсан алт агуулсан элсний нийлбэр жин 380г-оос 188кг гравитацийн баяжмал гарган авч, алтны бүхэллэгийг тодорхойлжээ. (Хүснэгт 7)

7-р хүснэгт

Баяжмал дахь алтны бүхэллэгийн тархалт

Бүхэллэг алт, мм	Алтны гарц, %		
	Доод	Дээд	Жигнэсэн дундаж
+1	0,05	11,1	3,48
-1+0,5	1,41	21,95	9,53
-1+0,25	6,16	94,98	44,75
-0,25+0,1	0,21	53,79	27,13
-0,1+0	0,36	55,29	15,11
Дүн			100

Технологийн сорьцлолоор гарган авсан гравитацийн баяжмалыг тэвшин дээр гүйцээн боловсруулж нийлбэрээр 8 кг болтол баяжуулж, түүнээс дараа нь гүйцээн цэвэршүүлэх ба хайлуулж, 1,5 кг жинтэй Доре хайлш гаргажээ. Үлдэгдэл жижиг ядмаг бүтээгдэхүүнийг

эрчимтэй цианжуулалтын SLR-350 төхөөрөмж (Sepro Mineral Sustems компани, Канад улс) дээр гүйцээн боловсруулахад төлөвлөсөн байна. Энэхүү технологийн сорьцлол бүрэн хэмжээгээр хаягдалгүй технологийн жишиг болжээ. IGR-1000 ба IGR-3000 төхөөрөмжүүдийн давуу тал нь 1-төхөөрөмжийн ашиглалтын коэффициент өндөр, 2-чанартай теграцлал 4 угаалтаар <<нунтаг>> алт ялгалт үр бүтээмжтэй, 3-ашиглалтын зардал хэмнэлттэй, эрчим хүч ба зарцуулалт бага, 4-техникийн дэмжлэг харин ОХУ дахь Sepro Mineral Systems компаниас бэлэн авна. “Евроазия” албан ёсны төлөөлөл. [эх сурвал: info.moscow@proeurassia.ru]

Алтны шороон ордын гравитацийн баяжуулалт: бэлтгэл ажилбар (дезинтеграцлал, угаах ба лаггүйжүүлэлт), анхдагч баяжуулалтаар гравитацийн хар баяжмал ба түүний гүйцээн цэвэршүүлэлтээр дан эрдсийн баяжмал гаргах гурван мөчлөгийг багтаана.

Гравитацийн барлаг (хар) баяжмалыг гүйцээн боловсруулах дан ба хос модуль системийг шатлан тоон кодлолоор хэрэгжүүлэх зарчмыг тодорхойлно <<дезинтеграцлал-баяжуулалт>>-ын тооцоолол ба оновчлолын эхний шатанд төлөөлөх хэмжээний технологийн сорьцлолтын ажлын тайланд энэхүү үе шатны ажилбарууд, энгийн бодисын найрлага бүхий экспортын гравитацийн баяжмал эсвэл шууд гравитацийн баяжмалыг гүйцээн боловсруулж Доре хайлш (>70% алт, >25% мөнгө ба <5% бусад металлууд) гарчээ. Дараа нь доре хайлшийг алтгүй цэвэршүүлэх үйлдвэр (аффинакын заводад) илгээж 99,65% алт ба 99,9% мөнгөн гулуузууд гарган авч МУ-ын эрдэнэсийн санд тушаана. Зөвхөн технологийн сорьцлолтын үндсэн дээр уламжлалтаар процессын зэрэгцээгээр шилмэл технологи сонгон нутагшуулах урьдал нөхцөл боломж бүрдүүлнэ гэсэн дүгнэлт гарна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. Мирзеханов Г.С. Условия формирования, принципы прогноза и оценка ресурсов техногенных россыпей золота (на примере дальнего востока) Дисс.д.г.м.н Хабаровск. 2005.-253с.
- [2]. Галич В.М. Извлечение мелкого и тонкого золота из геле-эфельных отвалов II Обогащение руд. №6. 2000.с.30-33
- [3]. Берт Р.О. Технология гравитационного обогащения: Пер.с.англ. –м., недда, 1990.-573с.
- [4]. “Разработка и обогащение россыпей золота”. Справочник, -Бишкек (Ваулин О.В.)
- [5]. Патент RU2127634C1 Ловушка для мелких фракций минералов “Олета” (Хрунина Н.П идр.), 1997
- [6]. Патент RU2132733C1 Установка для извлечения мелких фракций минералов “Тара” (Хрунина Н.П идр.), 1997
- [7]. Патент RU2132735C1 Установка для извлечения мелких фракций минералов “Квант”
- [8]. Я.Гомбосүрэн, Г.Зургаадай, Д.Сансардарьмаа “Горная экология: Охрана недр и рекультивации земель в горных отводах золота добычи Монголии/Горная книга, -м. 2008г.

УУЛЫН ҮЙЛДВЭРИЙН ХАЯГДЛЫН АЖ АХУЙН ӨНӨӨГИЙН ЧИГ ХАНДЛАГА

Д.Отгонбаатар, магистр, Монгол улсын зөвлөх инженер

“Эрдэнэт Үйлдвэр”ТӨҮГ –н Эрдэнэт цогцолбор дээд сургууль. Эрдэм шинжилгээ, хамтын ажиллагаа хариуцсан тэргүүлэх мэргэжилтэн,

e-mail: otgonbaatar.de@gmail.com

Хураангуй-Уулын баяжуулах үйлдвэрүүдийн хаягдлын аж ахуйг зохион байгуулах стандарт шаардлагууд дэвшил хөгжил, шинэ техник технологийн тухай танилцуулга мөн өтгөрүүлэн хаях арга технологийн давуу талууд харьцуулалт, судалгаа шинжилгээний үр дүн, технологийг авч хэрэгжүүлсэн арга туршилага хүрсэн амжилтын тухай нэгтгэн оруулав. Оюу-Толгойн Баяжуулах Үйлдвэрийн хаягдал өтгөрүүлэлтийн техник технологи, тээвэрлэлт, эргэлтийн ус ашиглалт зарцуулалт, хаягдал хадгалах байгууламжийн тухай танилцуулна.

Түлхүүр үг: *Хаягдал хадгалах байгууламж, стандарт шаардлагууд, хаягдал өтгөрүүлэгчүүд, тэргүүн туршилага, судалгаа шинжилгээний үр дүн.*

1. УУЛЫН ҮЙЛДВЭРҮҮДИЙН ХАЯГДЛЫН АЖ АХУЙН ҮНДСЭН АСУУДЛУУД БА СТАНДАРТ ШААРДЛАГУУД

Уулын үйлдвэрүүдийн хаягдлын аж ахуйн үндсэн асуудлуудад дараах хэд хэдэн зүйл хамаардаг.

- Асар их хэмжээний хаягдал материал үүсдэг.
- Технологийн процессод маш их хэмжээний ус шаардлагатай байдаг.
- Маш их хэмжээний хаягдал материал шахах ,тээвэрлэх зайлуулах ,аюул осолгүй хадгалах шаардлагатай болдог.

- Аливаа зэсийн уурхайн хүдрийн 3-5%-г зэсийн баяжмалд авдаг үлдсэн нь хаягдал болдог.

- Алтны уурхайн хувьд хэдхэн грамм алт авахын тулд хэдэн арван тонн хүдэр боловсруулан хаядаг. Жишээ нь нэг хуримын бөгжний алт авахад ойролцоогоор 20тн хаягдал шороо гардаг.

-Нүүрс, хөнгөн цагаан, төмрийн хүдрийн хаягдлын хувьд бага зэрэг доогуур хувьтай байдаг.

Уулын үйлдвэрүүдийн хаягдал хүдэр боловсруулах хүчин чадлаасаа хамаарч өдөрт хэдэн арван тонноос хэдэн зуун мянган тонн хүрдэг. Жишээ нь Чилийн Escondida зэсийн уурхайн хаягдал өдөрт 230мянган тонн хүрдэг.

Эдгээр асуудлуудын талаар уулын инженер мэргэжилтэнүүд маш сайн мэддэг ойлгодог түүнийг зүй зохистой зөв оновчтой шийдэх талаар шаргуу ажилласаар ирсэн.

Сүүлийн жилүүдэд уул уурхайн маш олон үйлдвэрүүд байгаль экологийн хор аюулгүй хаягдал хадгалах байгууламж, дотоод болон гадаад эргэлтийн усны найдвартай хангамжтай, ашиглалтын зардал бага хаягдлын аж ахуйн иж бүрэн системийг нэвтэрүүлж байна. Ер нь уулын үйлдвэрүүд хаягдал хадгалах байгууламж шинээр барих, хуучин хаягдлын аж ахуйгаа

өөрчлөн шинэчлэхдээ дараах үндсэн асуудлуудыг харгалзан үздэг гидро-техникийн болон экологийн аюулгүй байдал, ус цахилгаан энергийн зарцуулалт хамгийн бага хэмнэлттэй байх, үйлдвэрийн алс ирээдүйн хэтийн төлөв хөгжилд тохирсон хаягдал зайлуулах арга технологи, барилга байгууламж, тоног төхөөрөмжийг сонгодог.

Аливаа уулын үйлдвэрүүдийн хаягдлын аж ахуйд тавигдах үндсэн стандарт шаардлагуудын хувьд дараах хэдэн асуудлуудыг нэн тэргүүнд авч үздэг.

- Хаягдал хадгалах байгууламж буюу далангийн аюулгүй байдал.
- Хаягдал материалыг өтгөрүүлэн усгүйжүүлэх.
- Хуурай өтгөрсөн хаягдал материалыг хадгалах.
- Цэвэр усны зарцуулалтыг бууруулах эргэлтийн ус ашиглалтыг нэмэгдүүлэх.

Уулын баяжуулах үйлдвэрийн хаягдлын аж ахуйн бүтэц зохион байгуулалт нь түүний ашиглалтын зардалтай шууд холбоотой байдаг. Жишээн нь аливаа төмрийн хүдэр баяжуулах үйлдвэрийн цахилгаан энергийн зарцуулалтын 25-30% хаягдлын аж ахуйд зарцуулагддаг ба хаягдлын аж ахуйн нийт зардал баяжуулах үйл ажиллагааны зардалын 50% эзэлдэг.

Уул уурхайн салбар өндөр хөгжсөн Канад, АНУ, Австриал, ӨАБНУ-эдгээр орнуудад бараг 40-өөд жилийн өмнөөс баяжуулах үйлдвэрийн дотоод буюу богино эргэлийн ус хангамжтай хаягдлыг өтгөрүүлэн хаях арга технологийг ашиглаж эхэлсэн.

Аливаа баяжуулах үйлдвэр хаягдал булингга өтгөрүүлэн хаях арга технологийг сонгосон үед хаягдал өтгөрүүлэгчээс нийт эргэлтийн усны 80 хувь түүнээс дээш авч ашиглах боломжтой болдог ба энэ нь нийт техникийн усны дийлэнх хувь баяжуулах үйлдвэртэй үлдэж байна гэсэн үг юм.

Хамгийн анхны хаягдлыг өтгөрүүлж усгүйжүүлэн хаях, эргэлтийн усыг богино зайд эргүүлэх ашиглах арга технологи 1973 онд Канадын Timmins, Ontario мужын Falconbridge металлургийн үйлдвэрт хэрэгжиж эхэлсэн. Түүнээс хойш хаягдлыг өтгөрүүлж усгүйжүүлэн тээвэрлэх хаях арга ажиллагааны талаар маш олон туршилт судалгааны ажил явагдаж практик, үйлдвэрлэл дээр ч олон үйлдвэр уурхай амжилттай хэрэгжүүлэн энэ арга технологийн давуу талууд улам бүр батлагдсаар байна.

Уулын баяжуулах үйлдвэрүүдийн хаягдал булингын шинж чанарт нөлөөлөх хүчин зүйлүүдэд дараах хэдэн асуудлууд багтдаг:

- Баяжуулалтын арга технологийн төрөл
- Нунтаглалтын шатлал, ширхэглэлийн хэмжээ
- Хүдрийн эрдэс минерологийн бүтэц (шаварлаг, сульфид, химий идвэхтэй, идвэхгүй төлөв)
- Хүчиллэг төлөв үзүүлэх боломжууд
- Баяжуулалтын процессод хэрэглэж байгаа урвалжуудын төрөл шинж чанар
- Тундасны агуулга (сульфатууд, гидроксидууд)

Хаягдлын аж ахуйн төсөл боловсруулах ерөнхий бодлого зарчим: (философи)



1-р зураг. Хаягдал хадгалах байгууламжийн систем

Баяжуулах үйлдвэрийн хаягдлын аж ахуйн техник эдийн засгийн үндэслэлийн боловсруулахдаа дараах хэд хэдэн асуудлуудыг харгалзан үзэх шаардлагатай байдаг. Үүнд:

Хаягдал материалын реологийн параметруудийн бүтэц ангилал, флокулянт урвалжийн төрөл зарцуулалт, булинга шахах насосны станцын тоо, эргэлтийн усны цэвэршилтийн зэрэг, магистраль болон хэсэгчилсэн дамжуулах хоолойн хийц төрөл диаметр, уртын хэмжээ, тухайн газар орны байршил (рельеф) ,цаг уурын нөхцөл байдал, хаягдлын далан барих материалын төрөл, өтгөрүүлэгчийн төрөл загвар хүчин чадал, ашиглалтын зардал, үйлдвэрийн алс хэтийн төлөвлөгөө энэ бүхнийг харгалзан үздэг. Эдгээр параметруудтэй уялдаа холбоотойгоор ХАА-н арга технологи, техник тоног төхөөрөмжүүдийг сонгодог.

Хаягдал хадгалах арга ажиллагааны үндсэн төрлүүд

1. Уламжлалт хаягдал хадгалах байгууламж.
2. Өтгөрүүлсэн хаягдал материал.
3. Лаг шаварлаг болгон өтгөрүүлсэн хаягдал материал.
4. Шүүгдсэн хуурай хаягдал материал



Зураг 2. Уламжлалт булингын хаягдал



Зураг 3. Өтгөрүүлсэн хаягдал



Зураг 4. Лаг шаварлаг өтгөн зууралттай хаягдал



Зураг 5. Шүүгдсэн хуурай хаягдал

Орчин үеийн өтгөрүүлэгчийн төрөл загварууд



Зураг 6. Энгийн өтгөрүүлэгч



Зураг 7. Өндөр хурдтай өтгөрүүлэгч
(Nortparkes Cu-Au уурхай)



Зураг 8. Өндөр нягтралтай өтгөрүүлэгч
(Lihir алтны уурхай)



Зураг 9. Конусан хэлбэрийн гүн ёроолтой өтгөрүүлэгч



Зураг 10. Лаг шаварлаг бүтээгдэхүүний өтгөрүүлэгч



Зураг 11. Лаг шаварлаг өтгөрүүлэгчийн доод
бүтээгдэхүүн

Өтгөрүүлэлтийн процессод нөлөөлөх хүчин зүйлүүд:

- Хаягдал материалын минерологийн бүтэц мөхлөгийн хэлбэр хэмжээ
- Тэжээлийн хатуугийн агуулга, шингэн болон хатуугийн нягт
- Шингэний зуурамтгай шинж чанар
- Булингын температур
- Орчины шүтлэг шинж чанар рН
- Булингад өгч байгаа флокулянт урвалжийн горим болон нэмэгдэл усны хэмжээ.

Мэдээж сонгосон өтгөрүүлэгчийн хэлбэр хэмжээ, хүчин чадал, өгч байгаа урвалжийн горим, баяжуулалтын технологийн онцлог чухал нөлөөтэй. Өтгөрүүлэлтийн процессод хатуугийн ширхэглэлийн хэмжээ хамгийн чухал нөлөөтэй булига дахь том ширхэгтэй мөхлөгүүд хурдан сууна.

Хаягдлыг өтгөрүүлэн хаях арга ажиллагааны давуу талууд:

- Техникийн ус баяжуулах үйлдвэртэй үлддэг.
- Эргэлтийн ус шахах техникийн хамгийн бага нөхцөл байдал.
- Хаягдлын аж ахуйн барилга байгууламж болон ашиглалтын зардал буурдаг.
- Хаягдлын далангаас ус нэвчих аюул буурдаг.
- Хаягдал хадгалах даланд тунасан ус маш бага түвшинд байдаг.
- Хаягдлын далангаас тоос үүсэлт буурдаг

2.ХАЯГДЛЫН ДАЛАН ЗАДАРСАН АЮУЛ ОСОЛУУДЫН ТУХАЙ

- Испаний Los Frailes, цайрын уурхайд 1998 оны хавар 28 м өндөр хаягдлын далан сэтэрч маш их хэмжээний хаягдал материал голын хөндийгөөр урсан байгаль орчинд асар их хэмжээний хохирол учруулсан. Нийтдээ $1,5 \text{ сая}/\text{м}^3$ хаягдал материал шавар $5,5 \text{ сая}/\text{м}^3$ хүчиллэг булинга (рН 2-4) алдагдан урсаж нийт 3500га газар бохирдуулсан байна.



Зураг 12. Los Frailes уурхайн хаягдлыг далан

Унгар улсын Ajikai Timfoldgyar хөнгөн цагааны уурхайд 2010 оны 10-р сард хаягдлын далан сэтэрсэн осол болсон. Ajikai Timfoldgyar Zrt хөнгөн цагааны үйлдвэр уурхай Будапешт хотоос 160км зайд Айка хотын зэргэлдээ оршидог. Энэ осолоор нийтдээ $1,1 \text{ сая}/\text{м}^3$ хортой хаягдал шлам

буюу улаан шавар урсан асар их газар орон ,тайлбайг бохирдуулсан. Мөн энэ ослын улмаас 10 хүний амь нас эрстсэн , 150 гаруй хүн бэртэж гэмтсэн ба хортой бохир булинга Дунай мөрөнд цутган байгаль орчин экологи, эдийн засгийн асар их хор хохирол учруулсан байна.



Зураг 13. Ajikai уурхайн хаягдлын далан



Зураг 14. Хаягдлын далангийн осол

ӨАБНУ-н Harmony алтны уурхайд 1994 онд 30 минут орсон хүчтэй аадар борооны улмаас хаягдлын далан сэтэрч хажуугийн Merriespruit хот хортой хаягдал булингад бүрэн автан эвдэрч сүйдсэн ба 17 хүний амь нас эрстсэн. Хаягдлын далан задарсаны улмаас $600,000 \text{ м}^3$ хортой хаягдал булинга 4км гаран урсаж асар их талбайг бохирдуулсан байна.



Зураг 15. Harmony уурхайн хаягдлын далан

3.ХАЯГДАЛ ХАДГАЛАХ БАЙГУУЛАМЖУУД БА АРГА ТЕХНОЛОГИЙН ХАРЬЦУУЛАЛТ

1-р хүснэгт

Хаягдал хадгалах байгууламжийн технологийн харьцуулалт

Хаягдал хадгалах арга ажиллагааны төрлүүд	Ус болон цахилгаан энерги зарцуулалт	Сайн талууд	Дутагдалтай талууд
Уламжлалт хаягдал хадгалах байгууламж хаягдал	§ Цэвэр усны хэрэглээ 0,6-0,9м³/тн хүдэрт § Техникийн усны хэрэглээ 1-100м³/цаг +15%	§ Уламжлалт технологи	§ ХХБ- маш их зай талбай эзлэдэг § Ашиглалтын зардал өндөр
Хаягдлыг өтгөрүүлэн хаях хаягдал	§ Цэвэр усны хэрэглээ 1тн хүдэрт 0,5-0,8 м³/тн § Техникийн усны хэрэглээ ~ 1 -200 м³/цаг (+15%)	§ ХХБ-н зай талбай багасдаг. § Булинга шахах, зайлуулах зардал хамгийн бага байдаг. § Цэвэр усны хэрэглээ буурдаг, эргэлтийн ус ашиглалт нэмэгдэж ус хангамж тогтвортой найдвартай болдог § Барилга байгууламж, засвар үйлчилгээний зардал буурдаг. § Хаягдлын далан болон барилга байгууламжийн зардал буурдаг.	§ ХХБ-зайлшгүй хэрэгтэй § Ашиглалтын зардал өндөр
Лаг шаварлаг өтгөрүүлсэн хаягдал	§ Цэвэр усны хэрэглээ хүдэрт ~0,45-0,6 м³/тонн § Техникийн усны хэрэглээ ~ 1100 м³/цаг (+15%)	§ Шүүрэлтийн талбай буурдаг § Байгаль экологийн хор аюулгүй. § Нөхөн сэргээлтийн үйл ажиллагаа хялбар болдог.	§ Өтгөн материал шахах нь хүндрэлтэй, өндөр хүчин чадал ,зардалтай насосууд шаардлагатай болдог.
Шүүгдсэн хуурай хаягдал	§ Цэвэр усны хэрэглээ ~0,15 м³/тонн § Техникийн усны хэрэглээ ~ 310 м³/цаг (+15%)	§ Шүүгдсэн материалыг ХХБ-д байрлуулхад алдагдал бараг байхгүй. § Үечилсэн нөхөн сэргээлт хийх боломжтой § Хаягдал материалын жин масс тогтвортой § ХХБ-н зай талбай багасдаг § Усны зарцуулалтыг удирдах хянах хялбар боломж	§ Анхны хөрөнгө оруулалтын зардал өндөр

2-р хүснэгт

Баяжуулалтын процессын дараах хаягдлыг өтгөрүүлэн усгүйжүүлэн хаях, хадгалах үйл ажиллагаа

Ил гадаргуу дээр байрлуулах нь	Асгахдаа сэлгэлт хийх	Ус ашиглах
§ Шинэ баяжуулах үйлдвэрүүдэд хэрэгжүүлэх боломжтой § Хаягдлын далан дахь хэвгий зай талбай нэмэгдэж бага талбайд их хаягдал материал асгана. § Хаягдлын далан дотор ангилан ялгаралт, шүүрэлт явагдахгүй гадаргуугын нягт, бат бөх чанар улам нэмэгддэг § Хаягдлын далангаас тоос үүсэх аюул багасдаг § Хаягдлын далангаас шүүрэх усны шүүрэлт буурч усны алдагдал багасдаг. § Далангийн сэтрэх задрах аюул буурдаг. § Эргэлтийн ус ашиглалт нэмэгдэж , хурдан шуурхай болдог.	§ Илүү найдвартай чанартай бат бөх далангийн суурь хавчуурга бий болдог § Хүдэр боловсруулалтыг хангалттай нэмэгдүүлэх боломжтой болдог. § Шахах нийт усны хэмжээ багасдаг. § Цемент бусад барилгын материалын зарцуулалт буурдаг. § Труба хоолойн холболтууд амар хялбар болдог. § Усны богино эргэлтийн цикл буюу зай § Хаягдал материалын ангилан ялгаралт маш бага бараг явагддаггүй.	§ Хялбар эргэлтийн усны систем. § Эргэлтийн усыг баяжуулах процессод хэрэглэхийн өмнө цэвэршүүлэх болон нөөцлөх боломжтой. § Ихэнх хольц урвалжууд өтгөрүүлсэн хаягдалтай хамт хаягдана.

4.УУЛЫН ҮЙЛДВЭРҮҮДИЙН ХАЯГДЛЫГ ӨТГӨРҮҮЛЭН ХАЯХ АРГА ТЕХНОЛОГИЙГ АВЧ ХЭРЭГЖҮҮЛСЭН ТУРШИЛГААС

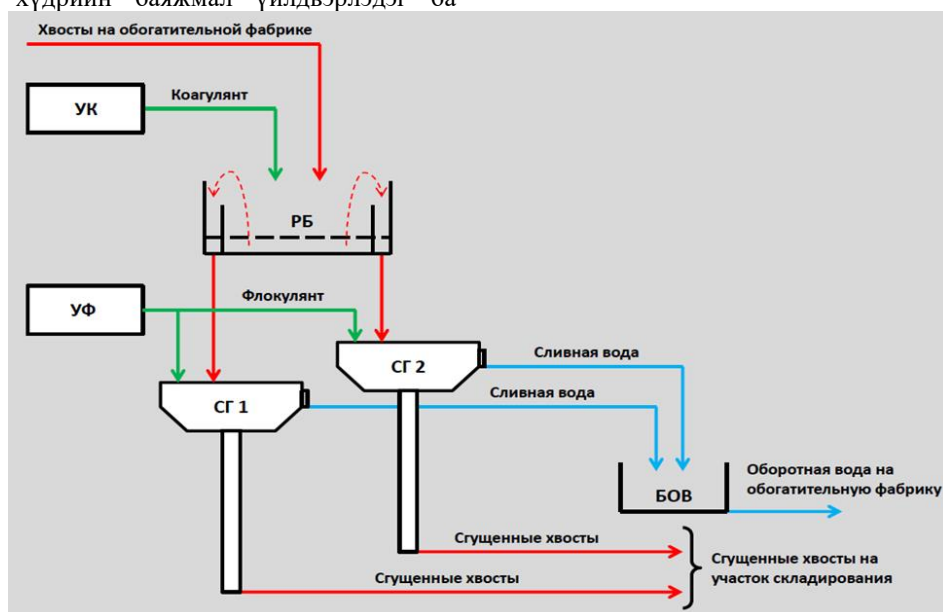
«Карельский Окатыш» Уулын Баяжуулах Комбинатын хаягдлаа өтгөрүүлэн эргэлтийн ус ашиглалтаа сайжруулсан төсөл.

ОХУ-н хойд туйлын бүс нутагт Финляндын хилийн ойролцоо орших төмрийн хүдэр

баяжуулах «Карельский окатыш» уулын баяжуулах комбинат 1982 оноос ажиллаж байгаа. Тэд өнгөрсөн 2015 онд технологийн дамжлагадаа өөрчилөлт хийж хаягдал өтгөрүүлэх 36,5м диаметртай 2 өтгөрүүлэгч шинээр суурилуулан эргэлтийн ус ашиглалтаа нэмэгдүүлэн, хаягдал булинга шахах үйл ажиллагааны зардлаа эрс бууруулан амжилттай ажилласан байна. Энэ

уулын баяжуулах комбинатын хүчин чадал жилд 33сая тонн хүдэр боловсруулж 12сая тонн төмрийн хүдрийн баяжмал үйлдвэрлэдэг ба

хягдлын далан комбинатаас 4 км зайтай
оршидог.



Зураг 16. “Карельский окатыш” Уулын Баяжуулах Үйлдвэрийн хаягдал өтгөрүүлэлтийн схем

“Карёльский ока́тыш” Уулын Баяжуулах
Комбинат төмрийн хүдэр баяжуулах процессын
дараах хаягдлаа өтгөрүүлэн хаях болсоноор
дараах үр дүнд хүрсэн.

- Хаягдлын аж ахуйн зогсолтын 30-40% булинга шахах насоснууд үйл ажиллагаанаас болж зогсдог байсан. Насосуудын анхны суурилуулалтын хүчин чадлаас 6,2Мвт насос хэмнэсэн.

- Баяжуулах үйлдвэрээс хаягдлын далан хүртэл шахах өтгөрүүлээгүй хаягдал булингын хэмжээ 17-17,5 мянган м³/ цагаар бүүрсан.

- Төмрийн хүдрийн баяжмал үйлдвэрлэх процессод хэрэглэж байгаа цахилгаан энергийг жилд 40-100сая Квт/цаг хэмнэх боломжтой болсон.

- Баяжуулах үйлдвэрийн эргэлтийн ус хангамж сайжирч усны даралт нэмэгдэн, тогвортой найдвартай ус хангамжтай болсон.

3-р хүсэгт

Харьцуулсан тоо баримтууд

Баяжуулах үйлдвэр хоногт 97 мянган, тонн хүдэр боловсруулна, Технологийн процессын хаягдал хуурайгаар 62000тонн /хоног, цагт 2600т/цаг			
Өмнө		Дараа нь	
Хаягдлын хатуугийн агуулга	4,5 –5,0% хатуу	Өтгөрсөн хаягдлын хатуулга	50% дээш хатуу
Үйлдвэрлэлийн хүчин чадал 1-р өтгөрүүлэгч (тэжээлээр)		Өтгөрсөн материалын үйлдвэрлэлийн хүчин чадал (тэжээлээр)	17000 –17500 м³/цаг.
Баяжуулалтын процессын дараах хаягдлын даланруу шахах өтгөрүүлээгүй хаягдал булингын хэмжээ, Өтгөрүүлээгүй хаягдлыг шахах хүчин чадал	62500м³/цаг. 5 -10 км	Өтгөрүүлэгчийн доод бүтээгдэхүүн буюу өтгөрсөн материалын хэмжээ Өтгөрсөн материал хаягдлыг шахах хүчин чадал	45000м³/цаг. 5 - 10 км
Хаягдлын далангаас эргэлтийн усыг Баяжуулах Үйлдвэр хүргэх зай	5 км	Өтгөрүүлэгчийн халиа усыг Баяжуулах үйлдвэр хүргэх зай хэмжээ	450 м
Эргэлтийн ус шахах цахилгаан энергийн нэгж зарцуулалт	0,319 квтч/м³.	Өтгөрүүлэгчийн халиа усыг шахах цахилгаан энергийн нэгж зарцуулалт	0,1 квтч/м³.

- Хаягдлын хатуугийн агуулга буюу хатуулга 61-62% болсоноор хаях материалын хэмжээ багассан эргэлтийн ус ашиглалт эрс нэмэгдэн найдвартай тогтвортой болсон мөн хаягдал булинга, эргэлтийн ус шахах тээвэрлэх зардал буурсан.

-Хаягдлын аж ахуйн ашиглалтын нийт зардал
буурсан үүнд:

- Хаягдлын далан дахь усны цэвэршилт илүү сайжирсан.

- Хаягдлын хатуугийн агуулга 65% болсоноор хаягдал материалын хэмжээ багассан.
- Хаягдлын далангийн сийрэгжэлт нэвчилт мөн далан сэтрэх аюул эрсдэл буурсан.
- Далан дахь усны хэмжээ багассанаар далан сэтрэх аюул осол буурсан.
- Өтгөрүүлсэн хаягдал илүү зуурамтгай болхоор дээд өнгөн хэсэг нь бат бөх хатуу өрөм тогтож хатдаг учир далангаас тоос үүсэх аюул буурсан.

- Баяжуулах үйлдвэрийн хаягдал булингыг хаягдлын далан хүргэх труба хоолойнууд, шахах насоснууд, хаягдлын далангаас эргэлтийн ус шахах насосны станцуудын засвар үйлчилгээний ажлын зардал буурсан.

Украины Полтавын Уулын Баяжуулах Комбинатын хаягдал өтгөрүүлэн хаях төсөл

Украин улсын Полтавын төмрийн хүдрийн уулын баяжуулах комбинатад хаягдлын

шугамдаа өтгөрүүлэгч суурилуулах төслийн ажил хийсэн байна. Украйны металлургийн үйлдвэрийн гол үндсэн түүхий эдийг хангадаг Полтавский ГОК буюу Уулын Баяжуулах Комбинат 1970 оноос хойш ажиллаж байгаа хүчин чадал нь жилд 32сая тонн төмрийн хүдэр боловсоруулан 9-10 сая тонн төмрийн баяжмал үрэл үйлдвэрлэдэг.

4-р хүснэгт

Полтавын Уулын Баяжуулах Үйлдвэрийн хаягдал шлагыг өтгөрүүлэн хаях туршилт судалгааны ажлын тайлан ба техник эдийн засгийн үзүүлэлтүүд

Технологийн болон техникийн үзүүлэлтүүд	Хаягдал булинга	Өтгөрүүлсэн хаягдал	Халиа ус
Хаягдал булингын хэмжээ, м³/цаг	39,9	3,035	36,865
Хаягдал булингын хатуугийн агуулга, %	3,4	35	0,044
Хаягдал булингын тоо хэмжээ, т/цаг	1,387	1,371	0,163
Хаягдал булинга дахь усны хэмжээ, м³/цаг	39,405	2,545	36,859
Булинга шахах насосны тоо ширхэг,			
Ажлын	6	2	-
Нөөц	4	2	-
Насосны төслийн хүчин чадал, мянган/квт	3,2	0,8	-
Насосны ажлын хүчин чадал, мянган/квт	2,56	0,64	-
Жилийн ажлын цагийн фонд, мянган/цаг	8,16	8,16	-
Тоног төхөөрөмж ашиглалтын коэффициент,	0,92	0,92	-
Цахилгаан энергийн тариф, грв/квт.цаг	0,17	0,17	-
Жилийн цахилгаан энерги зарцуулалт, сая/квт.цаг	115,31	9,61	-
Хаягдал булингыг хаягдалын далан хүртэл шахах жилийн зардал, сая. грв.	19,6	1,63	-
Флокулянт зарцуулалт, г/т	-	12	-
Флокулянтын үнэ, грв/кг	-	22,5	-
Флокулянтын жилийн зардал, сая.грв	-	2,81	-
Цахилгаан энерги, флокулянт хэрэглэгээний жилийн нийт зардал, сая.грв	-	4,44	-

Уламжлалт ба Өтгөрүүлэн хаях арга технологийн өртөг зардалын харьцуулалт
Европын зэс баяжуулах үйлдвэрийн хаягдал зайлуулах үйл ажиллагаанд Weir Minerals компаний мэргэжилтэнүүдийн хийсэн судалгааны үр дүнг доорхи хүснэгтэнд харуулав. Тэд өтгөрүүлэн хаях болон уламжлалт хаях арга ажиллагааны харьцуулалт туршилт судалгааны ажил гүйцэтгэсэн байна.

Хүдэр боловсоруулалт 265 тн/цаг

Хуурай хаягдлын хэмжээ 3,752 кг/м³

Хаягдал зайлуулах станцын ажлын цаг 95% = 8,322 жил/цаг

ХХБ - Баяжуулах үйлдвэрээс - 2755 м

ХХБ болон Баяжуулах үйлдвэрийн байрлалын зөрөө 270 м

5-р хүснэгт

Уламжлалт ба Өтгөрүүлэн хаях арга технологийн өртөг зардалын харьцуулалт

Зардлын ангилал	Өтгөрүүлэн хаях технологи	Уламжлалт хаях технологи	Харьцуулалт ялгаа	
Хөрөнгө оруулалтын зардал (өтгөрүүлэгч, насос, труба хоолой, насосны станц, хаягдлын далан)	€ 13,043,774	€ 11,665,058	€ 1,378,716	Ө.Х.Т-н зардал илүү
Ашиглалтын зардал (цахил.энерги, эд ангийн элэгдэл хорогдол, ажиллах хүч, ус, флокулянт урвалж)	€ 471,674	€ 1,181,673	€ -709,998	Ө.Х.Т-н зардал бага
1 м³/тн хуурай материал зайлуулах зардал	€ 0.61	€ 0.71	€ -0.10	Ө.Х.Т-н зардал бага
NPV = Нийт өртөг, уурхай ашиглах 15 жилийн хугацаанд	€ -15,605,766	€ -18,083,548	€ 2,477,782	

Ердийн хаягдал зайлуулах арга технологийн үед ХХБ 65% дүүргэлттэй байх бол өтгөрүүлэн хаях арга технологийн үед 85% дүүргэлттэй нийт 3,5 сая м³ материал нэмж хийх багтаамж бий болсон өөрөөр хэлбэл ердийн арга технологийн үед 6,7 сая тонн хуурай материал хадгалах байсан бол өтгөрүүлэн хаях арга технологийн авч хэрэгжүүлсэнээр 9,3 сая тонн хуурай материал хадгалах боломжтой болсон.

ХХБ –н багтаамжийг 39% өсөн нэмэгдүүлж ашиглалтын хугацааг 1,5 жилээр уртсагаж чадсан.

5. ОЮУ-ТОЛГОЙН БАЯЖУУЛАХ ҮЙЛДВЭРИЙН ХАЯГДАЛ ӨТГӨРҮҮЛЭЛТ, ТЭЭВЭРЛЭЛТ, ЭРГЭЛТИЙН УС АШИГЛАЛТ, ХАЯГДАЛ ХАДГАЛАХ БАЙГУУЛАМЖИЙН ТУХАЙ

Баяжуулах Үйлдвэрийн хүдэр боловсоруулах жилийн хүчин чадал 38сая/тонн, хатуу хаягдлын хэмжээ 23,180сая/тн жил. Баяжуулах процессын

дараах хаягдал булинга буюу хаягдал өтгөрүүлэгчийн тэжээлийн хатуулга 26-28%, өтгөрүүлэгчийн доод бүтээгдэхүүний хатуулга 61-62% хүрдэг. Зэрэгцээ ажиллах төвийн дамжуулгын гидравлик редуктортэй, Ø80м диаметртэй 2 өтгөрүүлэгч ажилладаг.

Хаягдал өтгөрүүлэлтийн процесст одоогоор BASF компаний магнафлок 5250, 3-36 гэсэн флокулянт урвалжууд ашигладаг. Хаягдал булинга шахах 6 ш насос (Weir 20x18 АНРР маркийн 48м x5040м³/цаг хүчин чадалтай) бий.

Оюу-Толгойн Баяжуулах үйлдвэрийн хаягдал хадгалах байгууламж дахь хатуу бодис лабораторийн туршилтаар дараах найрлага, үр дүнг үзүүлсэн:

- нарийн нунтаглагдсан эрдэсжээгүй чулуулаг материал (голчлон силикатын болон карбонатын чулуулгууд); – ерөнхийдөө >95%
- төмөр-хүхрийн нэгдлүүд, голчлон пирит (FeS₂); – ерөнхийдөө 0.5-5%
- янз бүрийн сарнимал агуулгатай бусад сульфидийн нэгдлүүд - 0.5% >
- нунтаглах процесст хэрэглэгддэг ган бөмбөлөгийн үртэс; –0.1% >

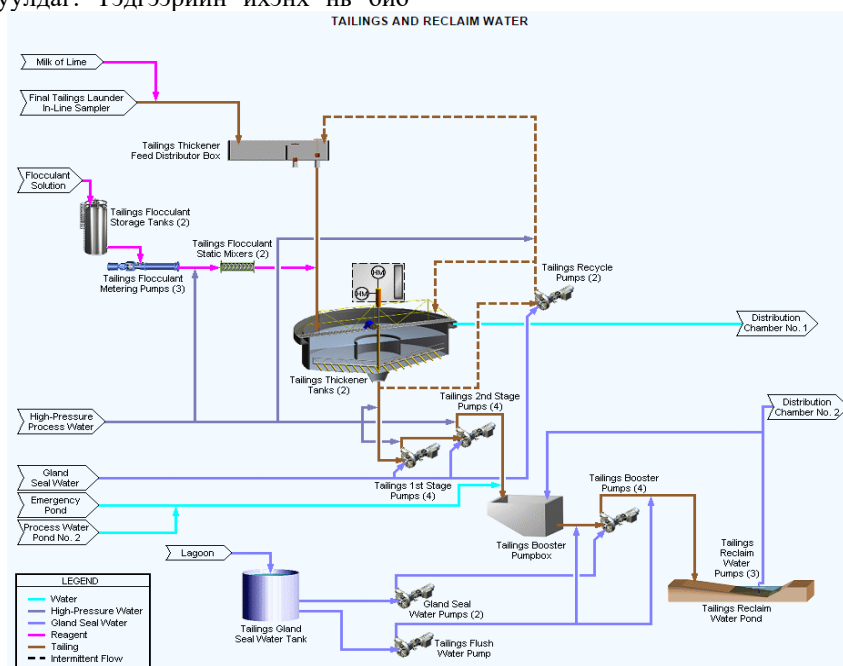
Оюу Толгойн баяжуулах үйлдвэрийн хөвүүлэн баяжуулалтын процесст маш бага хэмжээний урвалж зарцуулдаг. Тэдгээрийн ихэнх нь био

задралд ордог тул хаягдалд агуулагдах хэмжээ нь үл хэрэгсэхээр маш бага агуулгатай байдаг.

Дитиофосфинатийн төрлийн цуглуулагч урвалжууд (худалдааны нэршил нь 3418А) болон калийн ксантогенат нь баяжмалын гадаргууд адсорбцлогдон баяжмалтай хамт хайлах үйлдвэрт шилжих тул эдгээр урвалж нь хаягдал булингад маш бага агуулгатай байдаг(0.1 ppm буюу 0.1 гр/т-с бага).

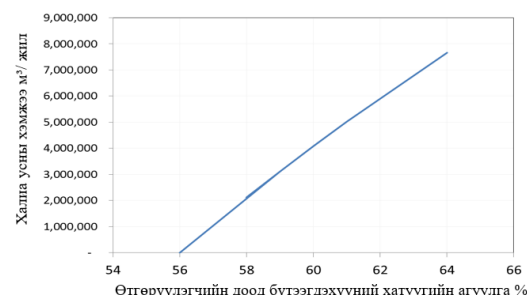
Полиакриламидын төрлийн флокулянт урвалж баяжмал болон хаягдал булинга дахь хатуу биетийн гадаргууд наалдах ба байгаль орчинд эрсдэл үзүүлдэггүй хаягдал хадгалах байгууламжаас эргүүлэн ашиглах усанд мэдрэгдэх хязгаараас бага агуулгатай байдаг. Нарны хэт ягаан туяа, байгалийн задрал, исэлдэлт, ууршилт болон байгаль орчны бусад нөлөөллүүдийн үр дүнд хөөсрүүлэгч урвалжийн агуулга хамгийн ихдээ мэдрэгдэх хязгаарт хүрдэг ба түүнээс ч бага агуулгатай болгодог нь бусад ижил төстэй хаягдал хадгалах байгууламжуудтай адил юм.

Оюу Толгойн баяжуулах үйлдвэртэй ижил төстэй технологи бүхий дэлхийн бусад зэсийн үйлдвэрүүдийн жишгээс дүгнэхэд ашиглаж буй урвалжтай холбоотой аливаа нэгэн асуудал хүндрэл гарсан баримт байхгүй.



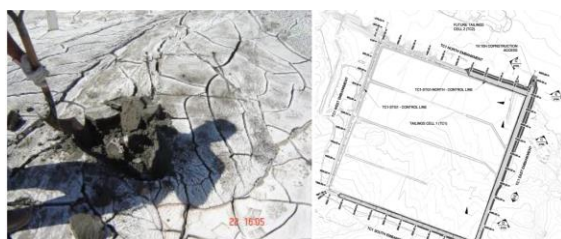
Зураг 17. Баяжуулах Үйлдвэрийн хаягдал өтгөрүүлэлт, тээвэрлэлт, эргэлтийн ус ашиглалтын бүдүүвч

Хаягдал өтгөрүүлэгчийн доод бүтээгдэхүүний хатуулга нэмэгдэх тусам тухайн жилийн халиа ус буюу эргэлтийн ус нэмэгддэг.





Зураг 18. Оюу Толгойн Баяжуулах Үйлдвэрийн усны зарцуулалт



Зураг 19. Оюу-Толгойн Баяжуулах Үйлдвэрийн хаягдлын далан

Оюу Толгойн баяжуулах үйлдвэрийн хаягдал хадгалах байгууламж үйлдвэрээс зүүн зүгт 4-5км зайд байралдаг бөгөөд байгалийн ус зайлуулах байгууламжаар зааглагдсан, харьцангуй тэгш гадаргуутай газар байгуулсан 4 далангаас бүрдэнэ. Далангуудыг ил уурхайн хаягдал материалаар байгуулсан ба далан тус бүр нь 2х2 км хэмжээтэй хоорондоо холбоотой хоёр секцээс тогтоно.

Хаягдлын даланд хаягдлыг 70 метрийн өндөрт зэрэг хүрэхүйц байдлаар хоёр секцийн хооронд сэлгүүлэн хуваарилж ажиллана.

Хаягдал өтгөрүүлэгчид өгч байгаа флокулянт урвалжийн нөлөөгөөр хаягдал нягт зуурамтгай болдог мөн хатуугийн агуулга өндөр байдагаас хаягдал далан дахь булинга маш хурдан тунаж тунсан ус нь аажим урсан эргэлтийн усны цөөрөмд ордог ба ХХБ-д дахь булингийн өнгөн дээд хэсэг нь нягт хатуу өрөм тогтож хатдаг.

Тийм учраас Оюу Толгойн Баяжуулах үйлдвэрийн хаягдал хадгалах байгууламжаас тоос үүсдэггүй.

Хэрэв өрөм тогтож хатуу гадаргуу үүсэхгүй байгаа тохиолдолд оператор хаягдал хураах шугамын байрлалыг өөрчлөн гадаргууг нойтон байлгаж тоос дарах нөхцөлийг хангадаг.

Эргэлтийн ус ашиглалт өндөр, хаягдлын аж ахуйн ашиглалтын зардал бага, хаягдал хадаглах байгууламж зай талбай бага эзлэдэг, байгаль экологийн хор аюул хамгийн бага түвшинд байдаг гээд олон давуу талуудтай.

САНАЛ-ДҮГНЭЛТ

Уулын баяжуулах үйлдвэрүүд хаягдлыг өтгөрүүлэн хаях арга технологийг авч

хэрэгжүүлсэнээр олон давуу талууд бий болгож чадсаныг дээрх олон жишээнээс харсан. Манай Эрдэнэт үйлдвэрийн хаягдал хадгалах байгууламж нийт 1812.2 га талбай эзлэдэг, нуурын нийт талбай 462,3 га, цөөрөм дэх усны нийт эзлэхүүн 25.6 мян.м³, хуримтлагдсан элсний нийт хэмээ 810 сая тн (2017.12.01)

Хаягдлын далан 15 дахь үедээ орсон нийт далангийн өндөр 100 метр цаашид 13 жилийн дараа 1320м түвшинд хүрээд энэ ХХБ-г ашиглах боломжгүй болно.

Хаягдлын далангийн өндөр нэмэгдэх тусам байгаль экологийн аюул осол улам нэмэгдэж, зардал өсдөг мөн далангаас цагаан тоос их үүсдэг гээд олон хор аюул бий болсон.

Эрдэнэт үйлдвэрт хуучин технологийн процессод ашиглаж байсан 50м диаметртэй бш өтгөрүүлэгч бий тэднээс 2-3ш өтгөрүүлэгчийг нь технологийн процессод ашигладаг үлдсэн 4ш өтгөрүүлэгч хоосон зогсодог. Тэдгээрийн техник, тоног төхөөрөмжийг бага зэрэг өөрчилөн шинэчилээд хаягдал өтгөрүүлэлтийн процессод ашиглах бүрэн боломж бий. Олон баяжуулах үйлдвэрүүд хаягдлыг өтгөрүүлэн хаях арга технологийг авч хэрэгжүүлсэнээр маш олон давуу талууд бий болгож чадсаныг дээрх олон жишээнээс харсан.

Эрдэнэт үйлдвэрийн хувьд хаягдлын даланд үүссэн хор аюултай нөхцөл байдал мөн өөрийн техникийн давуу талуудаа ашиглан хаягдлыг өтгөрүүлэн хаях арга технологийг авч хэрэгжүүлэх ажлыг нэн даруй эхлүүлэхийг санал болгож байна.

Түүнээс гадна жоншны баяжуулах үйлдвэрүүд болон бусад уулын үйлдвэрүүд ч энэ өтгөрүүлэх хаях арга технологийг авч хэрэгжүүлэн байгаль экологийн хор аюулгүй, эргэлтийн ус ашиглалтаа нэмэгдүүлэн, хаягдлын аж ахуйн зардал багатай ажиллах бүрэн боломж бий.

АШИГЛАСАН НОМ, ХЭВЛЭЛ

Орос хэл дээр хэвлэгдсэн зохион бүтээл

- [1]. Кибеев В. И. Сгущение хвостовой пульпы – шаг к «зеленой» технологии складирования хвостов / Обогащение руд, – 2010. №6, с. 44-48.2.
- [2]. Виноградский Э. Б. Технико-экономическое обоснование сгущения хвостовых пульп в горнорудной промышленности /
- [3]. Обогащение руд. – 2010, №6, с. 39-43.
- [4]. Горный журнал → 2008 → #6 “Технология сгущения хвостовой пульпы на Полтавском ГОКе” А.С.Кирнарский, А.С.Красуля, П.И.Пилов

Англи хэлээр хэвлэгдсэн зохиол бүтээл

- [1]. Thickened Tailings in the Mining Industry. Robinsky E. I. Toronto, Canada, 1999,
- [2]. “Paste Tailing Management” April 2012. FLSmidth,
- [3]. “Comparison of operational costs and Net Present Value (NPV) of project investment between thickened tailings disposal and conventional lean tailings disposal “ Erik Vlot: Product Manager, Slurry Transportation, Matti Riihimäki: Regional Sales Manager Weir Minerals Netherlands

Бусад

- [1]. <http://www.tailings.info/basics/history.htm>

СУЛЬФИД ЭРДСҮҮД ДАХЬ АЛТНЫ МЕТАЛЛ АВАЛТЫГ ДЭЭШЛҮҮЛЭХ БОЛОМЖ

Д.Отгонбаатар, магистр, Монгол Улсын Зөвлөх Инженер

“Эрдэнэт Үйлдвэр”ТӨҮГ, Эрдэнэт цогцолбор дээд сургууль.Эрдэм шинжилгээ, хамтын ажиллагаа хариуцсан тэргүүлэх мэргэжилтэн.

e-mail: otgonbaatar.de@gmail.com

Хураангуй: Алтны хүдрийн ангилал, зэсийн сульфид эрдсүүд дахь алтныг баяжуулах, зэс алтны баяжуулах үйлдвэрүүдийн технологийн дэвшил хөгжил, арга туршилга, ОТ-н орд газрын алтны металл авалтыг дээшлүүлэх боломж, орд газрын алтны ширхэглэлийн хэмжээ агуулга, баяжагдах шинж чанар, хүнд баяжагдах алтны хүдрийг баяжуулах арга технологи, туршилт судалгааны ажлын үр дүнгүүд. Баяжуулах үйлдвэрийн технологийн процессын сорьцлолт дээжлэлт шинжилгээ судалгааны үр дүнг товч танилцуулна..

Түлхүүр үг: Сульфид эрдсүүд дахь алтны агуулга, мөхлөгийн хэмжээ, чөлөөт алтны сулрал, алт баяжуулах шинэ технологи ба тэргүүн туршлага, сорьцлолт дээжлэлтийн үр дүн, дүгнэлт.

АЛТ АГУУЛСАН ЭРДСҮҮД ТЭДГЭЭРИЙН АНГИЛАЛ

Алт нь байгаль дээр цул цэврээрээ оршдог бөгөөд химийн идвэх султай учир сульфидын хүдэр ба эрдсүүдэд бараг цэврээрээ агуулагдан оршдог.

Энэ цул цэвэр алтны химийн бүтэц найрлага нь нэлээд өргөн хязгаарт хэлбэлздэг боловч ихэвчлэн алтны агуулга давамгайлал нь их байдаг. Цэвэр чөлөөт алтан дахь ердийн хольц нь мөнгө, зэс, төмөр, хүнцэл, висмут, теллури, селен болон бусад элементүүд бага хэмжээгээр агуулсан байдаг. Мөн алтны хүдрийн дотор мөнгө, зэс, төмөр, мишьяк, висмут, мөнгөн ус хольц хэлбэрээр тааралдах нь бий. Байгалийн цул цэвэр алтны 85%-ийг алт, үлдсэн хэсгийг нь мөнгө 1-10% (заримдаа 20-40%), төмөр болон зэс 1% эзэлдэг. Зэсийн хүдэрт зэс алт заримдаа зэс-никелийг хүдэрт палладий, цагаан алт бага хэмжээгээр хамт оршдог. Зарим цэвэр шижир алтны эрдэс бодисын найрлагыг дараах хүснэгтэд харуулав.

1-р хүснэгт

Цэвэр шижир алтны эрдэс бодисын найрлага

№	ЭРДЭС МИНЕРАЛ	Алт	Мөнгө	Төмөр	Зэс	Бусад
1	Байгалийн цэвэр алт	70%-100%	<30%	0%-1%	0%-1%	
2	Электрум	50%-70%	30%-50%	0%-1%	0%-1%	
3	Зэстэй алт	74,3%-80,1%	2,3%-20%		9%-20,4%	
4	Палладист алт (порпечит)	86%	4,2%		0,1%	8,2%-11,6% Pd
5	Платинум алт	86%	3%			10,5% Pt
6	Цэвэр алт (родит)	88,4%				11,6% Rh
7	Ирридий алт (ираурит)	62,1%	2,1%	0,6%	0,6%	3,8% Pt 30% Ir
8	Мальдонит	64,5%				35,5% Bi
10	Амальгамын алт	34,2%-41,6%	0%-5%			57%-61% Hg

Мэдэгдэж буй алт агуулсан нэгдлүүдээс байгалийн цэвэр алтны агууламж өндөртэй аж үйлдвэрийн ач холбогдолтой тооцогддог 20 гаруй нэгдэл бий харин бусад эрдсүүд нь маш ховор тохиолддог учир тооцогддоггүй.

Алт нь байгальд нунтаг тоос, үйрмэг, нимгэн хуудас, нарийн үслэг төрхтэйгээр газрын давхаргад судал, бусад металл болон чулуулагтай холимог хадан тогтцын хэлбэртэйгээр оршдог. Хүдэр дахь алт нь тундас, судал, хальс, шигдэц, манан, хурдас, дендрит, мөхлөгт гэх мэт олон янзын хэлбэр хэмжээтэй оршин байдаг. Байгалийн цэвэр шижир алтны ширхэглэлийн хэмжээ нүдэнд үл үзэгдэх маш жижиг ширхэглэлээс 1-100кг жинтэй аварга том шижир алт гэсэн хязгаарт хэлбэлздэг бөгөөд том хэмжээтэй шижир алт маш ховор тохиолддог.

Хүдэр доторхи алтны жижиг хэсгүүд ихэвчлэн 0,5-1,0мм хэмжээтэй оршдог.

- том ширхэгтэй (> 70 микрон),
- нарийн ширхэгтэй (70 ... 1 микрон)
- тоосонцор хэлбэрийн (1 микроноос бага) ширхэгтэй гэж ангилдаг.

Тоосонцор хэлбэрийн буюу маш нарийн ширхэгтэй алт нь ихэвчлэн сульфидын хүдэрт оршдог бөгөөд бидний судалгааны ажлын зорилго энэ алтыг хэрхэн яаж хаягдалгүй баяжуулан авах тухай юм. Алтыг баяжуулах технологийн үйл ажиллагаанд ширхэглэлийн хэмжээ маш чухал ач холбогдолтой бөгөөд түүнийг үндэслэн олборлон баяжуулах арга технологи техникийг сонгодог. Том ширхэгтэй алт нь хүдэр нунтаглалтын эхний шатанд эрдсийн нэгдэл холбоосоос ангижран чөлөөлөгдөж чаддаг

ийм алтыг хүндийн хүчний баяжуулах аргаар амархан авах боломжтой харин хөвүүлэн баяжуулалтын үед хөөсөнд бараг наалдагтгүй бөгөөд цианиджуулах үед удаан уусдаг.

Жижиг ширхэгтэй чөлөөт алт нь эрдсийн нүх сүв, ан цав, судал хагралд шигдэн сууж өгсөн байдаг бөгөөд ийм нарийн ширхэгтэй чөлөөт алт хөөсөнд сайн наалдан хөвдөг, цианиджуулалтийн үед хурдан уусдаг харин түүнийг хүндийн хүчний аргаар баяжуулан авах боломжгүй юм. Маш нарийн ширхэгтэй тоосонцор хэлбэрийн

алтны хувьд цианиджуулалтийн үед амархан уусдаг.

Ийм алтны флотацийн идэвхжил нь алт агуулсан бусад сульфид эрдсүүдийн флотацийн идэвхжилтээр тодорхойлогддог.

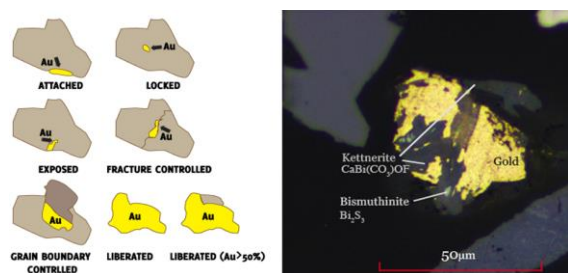
ОХУ-н эрдэмтэн Н.Петровская дараах хүснэгтэд харуулсан байдлаар эрдэс хүдэр дахь алтны мөхлөгийн хэмжээг ангилан хувааж тус тусын баяжуулах арга технологийн төрлийг сонгосон байдаг.

2-р хүснэгт

Алтны мөхлөгийн хэмжээн ангилалаас хамаарсан баяжуулах технологи

Алтны хэмжээ ба нэр	Мөхлөгийн хэмжээ	Ялгах арга ажиллагааны төрөл		
		Хүндийн хүчний арга	Флотацийн арга	Химийн буюу уусгах арга
1	Хэт том ширхэгтэй алт	+		
2	Том ширхэгтэй алт	+	+	+
3	Жижиг ширхэгтэй алт	+	+	+
4	Нарийн тоосонцор хэлбэрийн алт		+	+
5	Нано ширхэгтэй алт		+	
6	Коллойд хэлбэртэй алт	Хэмжээ тодорхойгүй		

Чөлөөт алтны ширхэгүүд эрдэс мөхлөгүүдийн дотор сууж өгсөн байдал:



Зураг 1. Алтны ширхэг эрдэст сууж өгсөн байдал

Ихэнх тохиолдолд сульфидын хүдэрт орших нарийн ширхэгтэй тоосонцор хэлбэрийн алт нь хүдэр нунтаглах үед бага зэрэг чөлөөлөгдөх боловч түүний дийлэнх хэсэг нь пирит, арсенопиритийн дотоод орон торонд шигдэн сууж өгсөн байдаг учир тэндээ үлддэг. Цианиджуулах үед ийм алт уусдаггүй, хүндийн хүчний болон флотацийн баяжуулалтын аргаар алт агуулсан эрдсийн хамт баяжуулан авах боломжтой байдаг.

Ийм маш нарийн ширхэгтэй тоосонцор хэлбэрийн алт агуулсан хүдрийг хүнд баяжагдах шинж чанартай гэж ангилдаг бөгөөд түүнийг тусгай аргаар боловсруулан баяжуулах шаардлага тулгардаг. Ерөнхийдөө тоосонцор хэлбэрийн чөлөөт алт флотацийн үед хөөсөнд наалддаггүй байх нь пирит арсенопирит гэх мэт сульфидын эрдэс бодисуудтай шууд холбоотой бөгөөд чөлөөт алт нь суларч чөлөөлөгдөж чадаагүйтэй холбоотой.

Мөн ийм маш нарийн ширхэгтэй тоосонцор алт нь төмрийн эсвэл марганецийн исэл, аргентит (Ag_2S), ковеллин (CuS), галенит (PbS) болон бусад эрдсүүдэд шигдэж сууж өгсөн судал хэлбэртэй оршдог. Сульфид эрдсийн хүдрийг дахин нунтаглалтын үед суларсан чөлөөт алтны хальс ялтас хэлбэрийн мөхлөгүүд үүсэгдэг. Ийм

хальс ялтас хэлбэрийн чөлөөт алтны шинж чанар, хэлбэр хэмжээнээс хөвүүлэн баяжуулалтын үр дүн ихээхэн хамаардаг бөгөөд тэдний хөөсөнд наалдах шинж чанар маш сайн байдаг.

Хүдэр дахь алтны ширхэглэлийн хэмжээ хэдий чинээ жижиг байна төдий чинээ сайн нунтаглаж жижиглэх шаардлага тулгардаг бөгөөд харьцангуй том хэмжээний алттай хүдрийг 0,4мм (90%) хүртэл нунтаглах шаардлагатай. Харин том жижиг янз бүрийн хэмжээтэй хүдрийг хувьд 0,074 мм хүртэл, маш жижиг ширхэглэлтэй бол 0,044 мм хүртэл нунтаглах шаардлагатай байдаг юм.

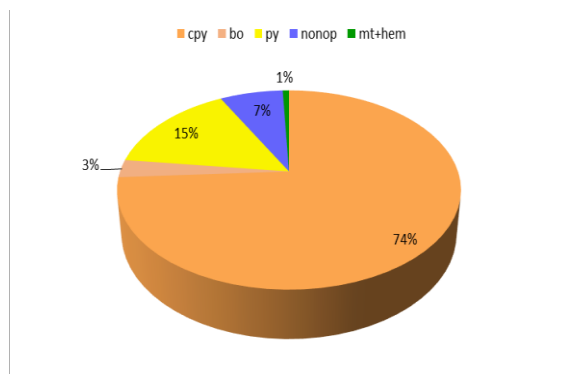
Алтны ихэнх хүдэр нь +0,1 мм дээш хэмжээтэй шижир алт агуулах ба ийм алтыг хөвүүлэн баяжуулах болон цианидад уусгах аргаар ялган авахад бэрхшээлтэй техник технологийн зардал өндөр учир бусад баяжуулах арга ажиллагаануудтай хослуулан хэрэглэдэг.

Дахин нунтаглалтын үед суларсан ийм чөлөөт алтны мөхлөгүүд тээрмийн эргэх ачаалалд (гидроциклон-тээрэм) хуримтлагдах нь бий. Ийм чөлөөт алтны мөхлөгүүдийг баяжуулан авахын тулд хүндийн хүчний баяжуулах төхөөрөмжүүдийг ашигладаг бөгөөд үндсэн флотацийн баяжмал болон дахин нунтаглалтын хэсэгт гидроциклон доод бүтээгдэхүүний шугамд Knelson Concentrator суурилуулан чөлөөгдсөн сул алтыг баяжуулан авах арга технологийг маш өргөн ашигладаг.

Ийм туршилт судалгааны ажил Оюу-Толгойн баяжуулах үйлдвэр дээр 2016 онд явагдсан бөгөөд туршилт судалгааны ажлын үр дүнд алтны алдагдалыг бууруулах боломжтойг тогтоосон.

Оюу Толгойн ил уурхайн зэсийн сульфидын хүдэр дахь алтны агуулга нэмэгдэх үед алтны алдагдал ихсэж металл авалт буурч компаний хувьд эдийн засгийн асар их хохирол үзэж байсан. Тийм учир алтны алдагдалыг багасгах зорилгоор технологийн процессын шат дамжлага

бүрээс сорьцлолт дээжлэлт авч туршилт судалгааны ажлууд хийгдсэн зарим нэг дээжлэлтийн үр дүнгүүдийг хавсарган харуулав. Оюу-Толгойн орд газрын “Оюут” ордын ил уурхайн хүдэр дахь алтны агууламж ба тархалт:

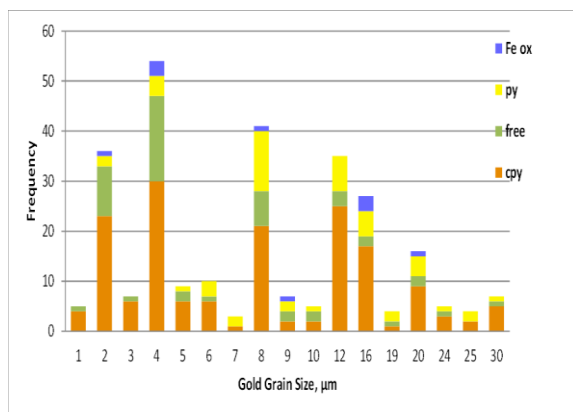


Зураг.2 Оюут ордын хүдэр дахь алтны агууламж ба тархалт

1.Chalcopyrite - 74%; 2. Bornite- 3%; 3. Pyrite and Arsenopyrit- 15%; 4. Magnetite & hematite - 1%; 5. Non-opaque minerals (**free gold**) – 7%

Оюу-Толгойн орд газрын ил уурхайн хүдэр дахь алтны ширхэглэлийн хэмжээ дараах байдалтай байна.

10<μm бага хэмжээтэй нь 68,8%
 < 20μm бага хэмжээтэй нь 89%
 <30μm бага хэмжээтэй нь 94,5%
 >30μm их хэмжээтэй нь 3%



Зураг 3. Оюу Толгойн ордын хүдэр дахь алтны ширхэгшил

БҮ-дээр алтны алдагдалын шалтгааныг тодорлуулах металл авалтыг дээшлүүлэх зорилгоор алтны өндөр агуулгатай хүдэр боловсруулах үед цэвэрлэгээний флотацийн тэжээл, цэвэрлэгээний флотацийн баяжмал (баганан флотацийн тэжээл), цэвэрлэгээний флотацийн хаягдал, баганан флотацийн баяжмалаас дээжлэлт сорьц авч шинжилгээ судлагааны ажлууд хийгдсэн.

Дээжлэлтийн үзгүүд:

Баганан флотацийн баяжмал болон тэжээл, цэвэрлэгээний флотацийн хаягдал, дахин нунтаглалтын цикль зэргээс 2016 оны 3-р сард

дээж авч ширхэглэлийн болон химийн шинжилгээ хийсэн.

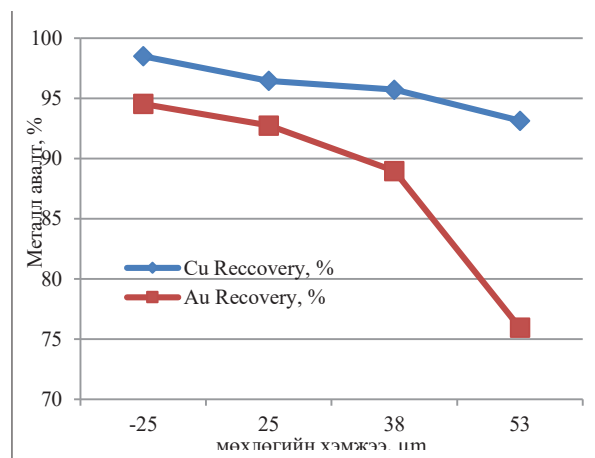
Дээжлэлтийн үр дүн, дүгнэлт:

Энэ үед зэсийн металл авалт -25μm ширхэгтэй фракцад хамгийн өндөр, харин + 38 μm, + 53μm фракцууд харьцангуй бага байсан. Алтны хувьд ч мөн адил хамгийн өндөр металл авалт, хамгийн дээд агуулга нь -25μm фракцад харин + 25μm, 38μm ба 53 μm фракцуудад харьцангуй бага байгаа нь харагдсан.

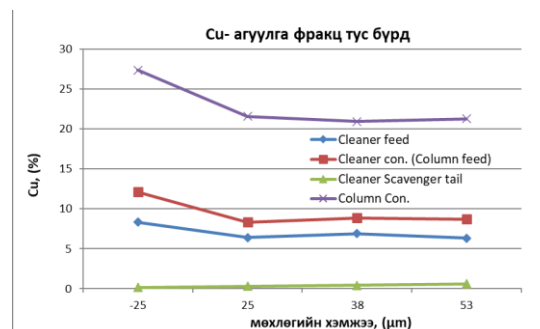
Баганан флотацийн баяжмал буюу эцсийн баяжмалд Cu ба Au агуулга -25μm хэмжээтэй фракцад хамгийн өндөр агууламжтай, хамгийн өндөр металл авалттай. Харин эцсийн хаягдал буюу цэвэрлэгээний флотацийн хаягдалд -25μm фракцад хамгийн бага агууламжтай байх бөгөөд хортой хольц флюоритийн (CaF₂) агууламж хамгийн их байгаа харагдсан.

Зураг-4 дээр зэсийн хувьд хамгийн өндөр металл авалтыг -25μm хэмжээтэй фракц үзүүлэв дараа нь + 25μm, + 38μm ба + 53μm гэх мэтээр буурсан дүн үзүүлэж байна. Алтны хувьд ч мөн адил хамгийн өндөр металл авалтыг -25μm фракцад авч дараа дараагийнх нь +25 μm, 38 μm ба 53 μm фракц гэх мэтээр үзүүлэв эндээс хархад нунтаглалт сайн байх тусам металл авалт өндөр байгаа нь батлагдсан.

Cu-Au- Металл авалтын хэмжээг фракц тус бүр дээр харуулав.

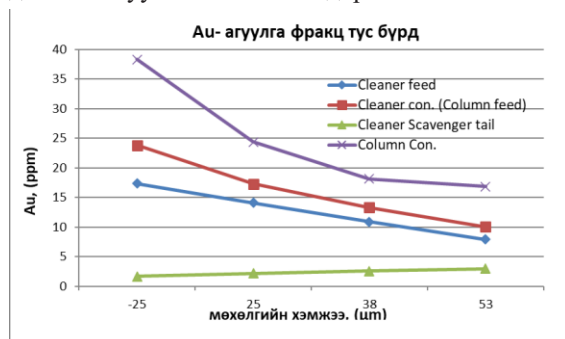


Зураг 4. Алтны мөхлөгийн хэмжээнээс хамаарсан металл авалтын хэмжээ



Зураг 5. Цэвэрлэгээний флотацийн тэжээл болон баяжмал, хаягдал дахь ширхэглэлийн хэмжээ тус бүр дахь Cu- агуулга.

Ширхэглэлийн хэмжээ -25 μm фракцын Cu агуулга цэвэрлэгээний флотацийн тэжээл, баганан флотацийн тэжээлд ойролцоогоор 11% байна. Харин Scavenger буюу хяналтын флотацийн хаягдал дахь Cu-н агуулга хамгийн бага буюу 0.18%, баганан флотацийн баяжмал дахь Cu агуулга хамгийн өндөр 27% байна.

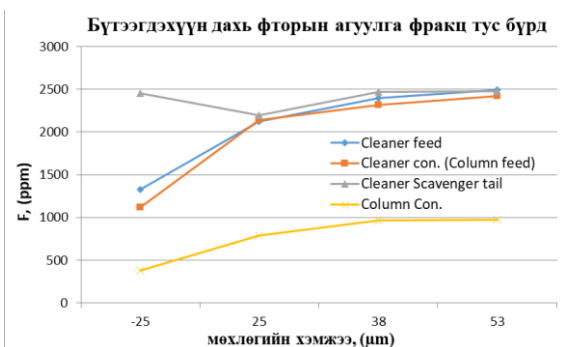


Зураг 6. Цэвэрлэгээний флотацийн тэжээл, баяжмал, хаягдал, баганан флотацийн баяжмал дахь фракц тус бүрийн Au-агуулга

Цэвэрлэгээний флотацийн тэжээл болон баяжмал дахь Au агуулга -25 μm фракцад хамгийн өндөр харин хаягдал дахь Au агуулга хамгийн бага агуулагдаж байгааг харуулав.

Зураг-7: Баяжмал дахь хортой хольц Fluorine буюу фторын агуулга ба ширхэглэлийн хэмжээ цэвэрлэгээний флотацийн тэжээл, үндсэн флотацийн баяжмал, хаягдал, баганан флотацийн баяжмалд ямар хэмжээтэй оршин байгааг ширхэглэл тус бүрээр харуулав.

ОТ- ордын хүдэрт флюорит (CaF_2) тодорхой хэмжээгээр агуулгадаг бөгөөд баяжмалд хамт гарч ирэх нь тохиолддог, хортой хольцод тооцогдох түүнийг хаягдалд ялгаруулах нь тэдний нэг зорилт юм.



Зураг 7. Баяжмал дахь хортой хольц Fluorine буюу фторын агуулга ба ширхэглэлийн хэмжээ

Баганан флотацийн тэжээл дахь фторын агуулга 1300ppm байсан бол цэвэрлэгээний флотацийн хаягдал дахь агуулга 2400ppm болж өссөн байгааг харж болно.

Эндээс харахад цэвэрлэгээний флотацийн тэжээл болон баяжмалын -25 μm фракцад фторын агуулга хамгийн бага харин хаягдал дахь агуулга -25 μm фракцад хамгийн өндөр байна.

Дээрх сорьцлолт дээжлэлтийн үр дүнгээс үзэхэд -25 μm хэмжээтэй фракцад Cu-Au баяжмалын чанар ба металл авалт хамгийн өндөр харин хортой хольц болох фтор хамгийн бага агуулагдаж байгаа нь харагдсан.

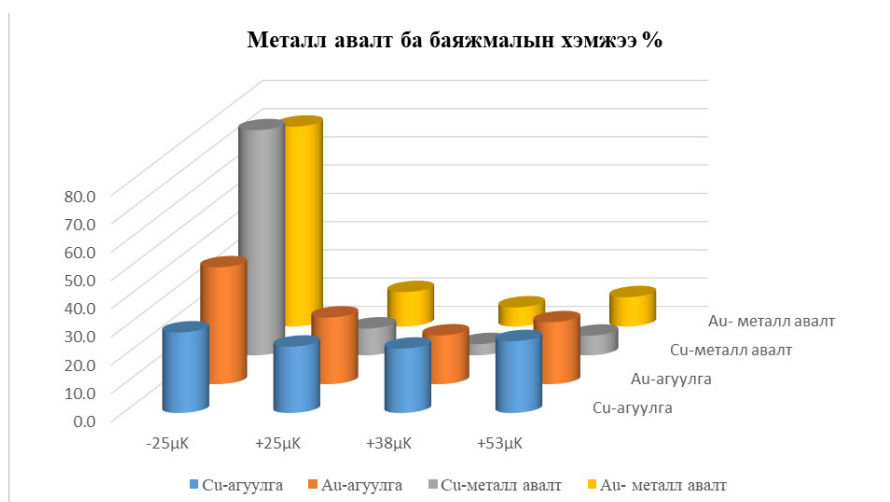
Эндээс дүгнэж үзэхэд алтны металл авалтын дээшлүүлэхийн тулд дахин нунтаглалтын процессыг технологийн горимын дагуу зөв оновчтой удирдан явуулсанаар шаардлагатай хэмжээнд хүртэл нунтаглан чөлөөт сул алтын сулрал сайжирч жижиг нарийн ширхэгтэй алтны эзлэх хувь ихсэж алтны металл авалт нэмэгдэх мөн хортой хольц фторын хаягдалд ялгарах нь нэмэгдэх боломжтой нь батлагдсан.

2-р хүснэгт

Флотац, дахин нунтаглалтын бүтээгдэхүүн тус бүрээс авсан дээжийн ширхэглэлийн шинжилгээний үр дүн

Дээжийн мөхлөгийн хэмжээ, μm (микроны)	Цэвэрлэгээний флотацийн тэжээл	Цэвэрлэгээний баяжмал. (Column feed)	Баганан флотацийн баяжмал	Баганан флотацийн хаягдал	Цэвэрлэгээний флотацийн хаягдал	Дахин нунтаглалтын гидроциклоны дээд бүтээгдэхүүн
-25	56.2%	47.0%	67.8%	42.3%	65.2%	78.4%
25	27.8%	12.1%	13.3%	16.3%	9.0%	8.3%
38	14.0%	25.0%	9.0%	12.9%	5.7%	9.3%
53	1.9%	15.9%	9.9%	28.5%	20.0%	4.2%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Цэвэрлэгээний флотацийн хөөсөнд наалдаж чадаагүй +25 μm , 38 μm , 53 μm , 75 μm хэмжээтэй чөлөөт алтны мөхлөгүүд дахин нунтаглалтын циклийн эргэх ачаалалт маш ихээр хуримтлагдаж байгааг сорьцлолт дээжлэлтийн үр дүнд тогтоосон. Дахин нунтаглалтын тээрмийн гидроциклоны дээд бүтээгдэхүүнд -25 μm хэмжээтэй нь 70% -80% хүртэл нэмэгдэхэд цэвэрлэгээний флотацийн тэжээл дахь -25 μm хэмжээ 14% -24% хүрч нэмэгдэж байгаа нь харагдсан. Баганан флотацийн баяжмал буюу эцсийн бүтээгдэхүүний Cu-Au агуулга ба металл авалтын хэмжээг ширхэглэлийн фракц тус бүрээр харуулав.

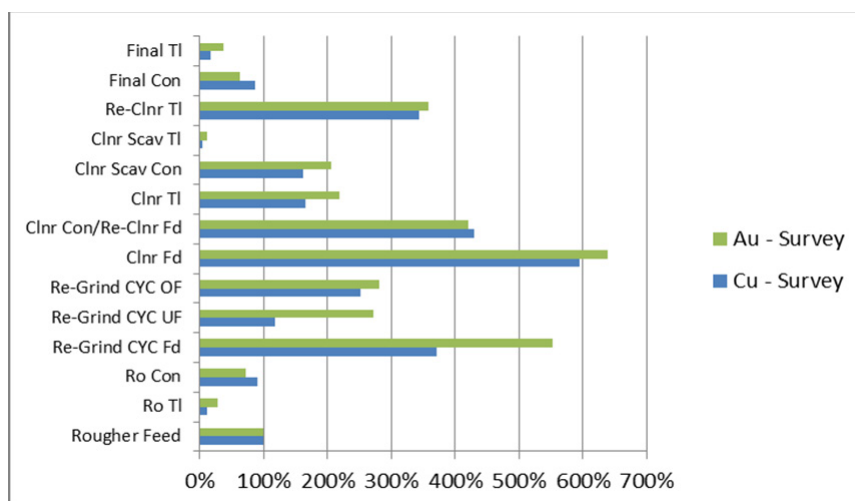


Зураг 8. Баганан флотацийн баяжмал буюу эцсийн бүтээгдэхүүний Cu-Au агуулга ба металл авалтын хэмжээ

Дахин нунтаглалтын тээрмийн гидроциклоны доод бүтээгдэхүүний ширхэглэлийн хэмжээ тус бүрийн жингийн хэмжээ ба Cu-Au агуулгыг тодорхойлсон. Тээрмийн эргэх ачаалалд буюу тодруулан зурсан дугуй доторхи фракцууд ба бүтээгдэхүүнүүдэд алтны агуулга өндөр тэнд чөлөөт алт маш ихээр хуримтлагдан байгааг харж болно.



Зураг 9. Дахин нунтаглалтын гидроциклоны доод бүтээгдэхүүн дахь Cu-Au хэмжээ ба агуулга



Зураг 10. Гидроциклоны доод бүтээгдэхүүн дахь Cu-Au хэмжээ ба агуулга

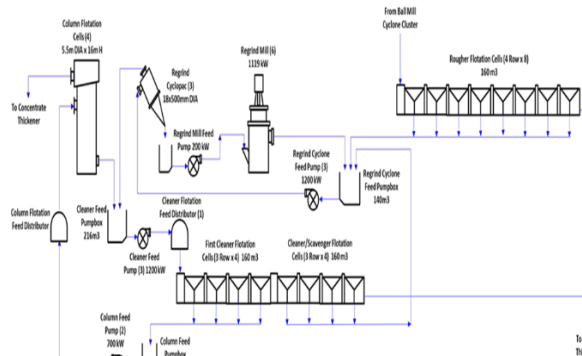
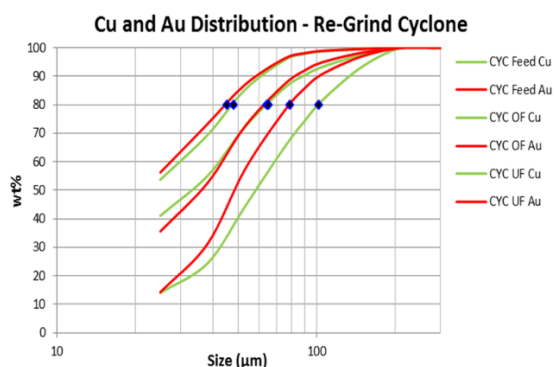
Дээжлэлт сорьцлолт шинжилгээний үр дүнгээс үзэхэд дахин нунтаглалтын тээрмийн гидроциклоны доод бүтээгдэхүүнд алтны агуулга маш өндөр буюу 6,64г/т хүрч тээрмийн эргэх ачаалалд хуримтлагж байгаа нь батлагдаж байсан.

- Алт чөлөөлөгдөх нь Си ба Аи хэмжээг тархалт, хуваагдалаас хамааралтай бөгөөд холбогдоогүй байна.
- Алт болон фторын сөрөг нөлөөллийг багасгахын тулд мөхлөгийн хэмжээг улам багасгах шаардлагатай

Re-Grind Cyclone	Mass Distribution	Cu Distribution	Au Distribution
CYC Feed	100%	100.0%	100.0%
CYC OF	66%	68.2%	50.8%
CYC UF	34%	31.9%	49.2%

Дахин нунтаглалтын хэсэгт гидроциклоны доод бүтээгдэхүүнд жижиг нарийн ширхэгтэй алт маш ихээр хуримтлагдан улмаар чөлөөт алтны алдагдлыг нэмэгдүүлж байна

Re-Grind Cyclone	Cu, %	Au, g/t
CYC Feed	4.03	4.57
CYC OF	4.15	3.51
CYC UF	3.79	6.64

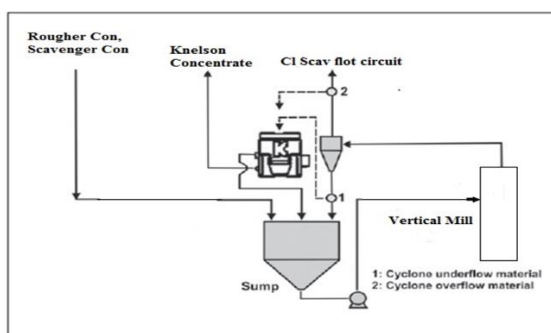


Зураг 11. Оюу Толгойн БУ-н хөвүүлэн баяжуулалт ба дахин нунтаглалтын хэсгийн технологийн схем

БҮ-н үндсэн флотацийн баяжмалаас дээж авч лабораторын нөхцөлд Knelson төхөөрөмж дээр чөлөөт алтыг ялган авах туршилын ажлын үр дүнг харуулав.

Product	Mass		Assay (Au g/t)	Dist'n (%)
	(g)	(%)		
Knelson Conc.1	109.5	0.72	318.5	16.8
Knelson Conc. 2	94.5	0.62	299.8	13.7
Final Tails	14919	98.65	9.65	69.5
Totals (Head)	15123	100.0	13.70	100.0
KC Concs total	204.0	1.35	309.8	30.51

Дахин нунтаглалтын хэсэгт циклоны доод бүтээгдэхүүнээс дээж авч лабораторын нөхцөлд Knelson Concentrator төхөөрөмжөөр суларсан чөлөөт алтыг авах туршилт судалгааны ажил хийгдсэн бөгөөд тэнд хүндийн хүчний баяжуулалтын төхөөрөмж суурилуулах нь оновчтой зөв шийдэлд тооцогдсон.



**Зураг 12. Knelson Concentrator төхөөрөмжөөр суларсан
чөлөөт алтыг авах схем**

ДҮГНЭЛТ

1. ОТ-н уурхайн алт-зэсийн сульфидын хүдэрт орших чөлөөт цэвэр алт нь сульфид эрдсүүдэд ялангуяа халькопиритийн дотор маш нарийн ширхэгтэйгээр шигдэн сууж өгсөн байна. Алт агуулсан зэсийн сульфид эрдсүүдээс гадна пирит, арсенопирит, пирротин эрдсүүдэд алт агуулагдаж байна тэдгээрт орших алтны агуулга халькопиритээс бага байгаа нь шижилгээгээр тогтоогдсон. Ийм учир үндсэн флотацийн баяжмалыг -0,2 мм хэмжээтэй нь 95 хувь хүртэл нунтаглаад хүндийн хүчний аргаар чөлөөт алтыг ялгаж авсаны дараа цэвэрлэгээний флотацаар баяжуулах технологийн горим сонгох нь илүү үр дүнтэй.
2. Алт агуулсан сульфид хүдрийг хөвүүлэн баяжуулахдаа хүхэрт натри, шүлт, шохой, зэсийн байван, циант натри зэрэг олон урвалжуудыг ашигладаг. Харин ОТ-н Баяжуулах үйлдвэрийн хувьд алтны мөхлөгт сонгомол үйлчилгээтэй сульфидриль төрлийн Aegorhane маркийн цуглуулагч урвалжууд өргөн ашигладаг. Технологийн процессын явцад урвалжийн оновчтой горим тогтоох лабораторын туршилт судалгааны ажил тогтмол явуулах шаардлагатай юм.
3. Алтны хөвүүлэн баяжуулах технологийн нэг онцлог бол цэвэрлэгээний флотацийн үе шатыг аль болох цөөхөн байлгах шаардлагтай байдаг. Цэвэрлэгээний флотацийн үед

пиритийг шохойгоор дарж өгдөг гэсэн эдий ч өндөр рН-тай шүтлэг орчинд чөлөөт алт дарагдах нь бий. Ийм учир рН оновчтой горимын сонгох шаардлагатай байдаг. Ер нь зэсийн флотацийн хаягдал дахь пиритийн тусгайлан хөвүүлэн баяжуулаж дараа нь баяжмал дахь алтыг нь авах зорилгоор цианидад уусгах арга технологи бий. Энэ арга технологээр дэлхий дээр баяжуулан авч байгаа нийт алтны 90 гаруй хувийг авдаг.

4. Алт-арсенийн хүдрүүд нь баяжагдах шинэ чанар маш муу ангилалд хамаардаг ба хүдэрт 10 хүртэл хувьд нь хүнцэл арсенопирит байдалтайгаар агуулагдах бөгөөд түүнд маш нарийн ширхэгтэй тоосонцор алт шингэж сууж өгсөн байдаг. Алт-мышьякийн хүдрийн баяжуулахдаа гравитаци-флотацийн хосолмол арга технологээр ашигладаг ба туршилтын үр дүнгээс үзэхэд дахин нунтаглалтын гидроциклоны доод бүтээгдэхүүн дахь 38μк, 53μк, 75μк хэмжээтэй чөлөөт алтыг хүндийн хүчний Knelson төхөөрөмжөөр баяжуулах авах бүрэн боломжтой нь батлагдсан.

5. Мөн зэс-алтны сульфидын хүдрийг маш сайн нунтаглан суларсан чөлөөт алтыг тунгаах аргаар ялгасны дараа флотацийн баяжуулалтанд оруулах, тунгаалтаар авсан бүтээгдэхүүн дахь чөлөөт алтыг сэгсэрэх ширээн дээр ялган авдаг арга ажиллагаа ч бий энэ арга технологийг олон баяжуулах үйлдвэрүүд ашигладаг.

АШИГЛАСАН НОМ, МАТЕРИАЛ

- [1]. С.Б. Леонов, О.Н.Белькова "Исследование полезных ископаемых на обогатимость" Москва, "Интермет инжиниринг" 2001.
- [2]. Test work report the Oyu-Tolgoi mine Concentrator division Technical service department. 2016
- [3]. М.Дамдинсүрэн\Ph.D\, Д.Одончойсүрэн \Ph.D\ , Ж.Наранцэцэг, Б.Нямдаваа, Д.Бадам, "Методика лабораторных исследований на обогатимость полиметаллической руды месторождения Цав" УБ хот, 1989 он.
- [4]. В.И.Зеленов. "Методика исследования золотосодержащих руд",
- [5]. Масленицкий И.Н., Чугаев Л.В., Борбат В.Ф., Никитин М.В., Стрижко Л.С. //Металлургия благородных металлов// - стр.42
- [6]. Лодейщиков В.В. //Технология извлечения золота и серебра из упорных руд/ – стр.523-527

ХҮХРИЙН ХҮЧИЛ, ХҮХРИЙН ХҮЧЛИЙН ҮЙЛДВЭРЛЭЛ, ХЭРЭГЛЭЭ БА ЗАХ ЗЭЭЛИЙН СУДАЛГАА

Магистр С.Дуламсүрэн

Монгол улс, ШУТИС-ийн харьяа Уул уурхайн хүрээлэн

Хураангуй-Хүхрийн хүчил бол химийн аж үйлдвэрийн их хэмжээтэй үйлдвэрлэгддэг үндсэн бүтээгдэхүүний нэг бөгөөд үйлдвэрлэл ба хэрэглээний хувьд эрдэс хүчлүүдийн дотор тэргүүн байранд ордог. Молекулын томьёо H_2SO_4 , молекул масс 98,082; өнгө, үнэргүй тосорхог шингэн, хоёр суурьтай маш хүчтэй хүчил. Хүхрийн хүчлийг тээвэрлэлт хадгалалт маш чухал байдаг тул химийн хортой бодисыг хадгалах тээвэрлэх стандартыг сайн барьж анхаарах хэрэгтэй. Хүхрийн хүчлийг бордоо болон бусад химийн бодис, газрын тос боловсруулах, төмөр, ган үйлдвэрлэх, бусад олон төрлийн үйлдвэрүүдэд ашиглагддаг. Хүхрийн хүчил нь бордоо, тэсэрч дэлбэрэх бодис, будагч бодис болон бусад химийн бодис үйлдвэрлэхэд ашигладаг чухал химийн бодис юм. Энэ нь газрын тос боловсруулах, хүдэр боловсруулах, цаас үйлдвэрлэх, батерей үйлдвэрлэх, арьс ширний үйлдвэрлэл, хэвлэх, үнэт эдлэл үйлдвэрлэхэд ашигладаг. Зарим улс оронд хөдөө аж ахуйд төмс, маалинга, чийдэнгийн булцуунд хэрэглэдэг.

Түлхүүр үг: (хүчил, хүхрийн хүчил)

УДИРТГАЛ

Хүхрийн хүчлийг өөрөөр Витриолын тос гэж нэрлэх бөгөөд хүчтэй эрдэс хүчил юм. Бүх

концентрацитай усанд уусдаг. Үндсэн хэрэглээ нь хүдэр боловсруулах, бордоо үйлдвэрлэх, газрын тос боловсруулах, бохир ус боловсруулах юм. H_2SO_4 нь маш туйлшралтай шингэн бөгөөд диэлектрик тогтмол 100 орчим байдаг. Энэ нь өөрийгөө протонжуулах замаар задрах боломжтой байдаг ба энэ нь автопротолиз гэгддэг процесс нь өндөр түвшинд буюу 10 тэрбум дахин их түвшинд гардаг. Хүчил нь маш сайн уусгагч болгодог

Уусмалаар хэрэглэх хэрэглээ. Хэдийгээр 100% хүхрийн хүчил хийх боломжтой боловч энэ нь SO_3 -ийг алдахад хүргэдэг. 98% -ийн агууламж нь илүү тогтвортой байдаг тул хүхрийн хүчлийг голдуу 98% -ийн агууламжтай гарган авдаг. Хүхрийн хүчлийн бусад агууламжийг өөр өөр зорилгоор ашигладаг. Үүнд: Нийтлэг концентрацууд нь:

- 10%, лабораторид ашиглах хүхрийн хүчил шингэлнэ (pH 1)
- 33.5%, батерейны хүчил (хар тугалганы хүчлийн батерейнд ашиглагддаг) (pH 0.5)
- 62.18%, бордоо хүчил (pH 0.4 орчим)
- 77.67%, хүчил (pH нь 0.25 орчим)
- 98%, баяжуулсан (pH нь 0.1 орчим)

1-р хүснэгт

Хүхрийн хүчлийн хими болон физикийн шинж чанар

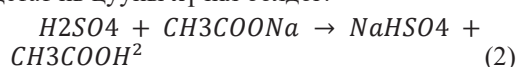
Молекулын томьёо	Молийн масс	Харагдах байдал нь	Нягт
H_2SO_4	98,08 г/моль	Тод, өнгөгүй, шингэн	1.84 г/см ³
Усанд уусах чадвар	Хайлах цэг	Буцалгах цэг	Зуурамтгай чанар
Сайн	10°C (283K)	337 °C (610 K)	20 хэмд 26.7 C P
Аюултай байдал	Спектрийн өгөгдөл хэт ягаан туяа	Холбоотой нэгдлүүд	Холбоотой хүчтэй хүчлүүд
MSDS ЕХ-ийн ангиллын идэмхий (C) ангилал	IR, NMR, MS	Устөрөгчийн сульфид Хүхрийн хүчил Пероксимоносульфийн хүчил	Давсны хүчил Азотын хүчил Фосфорын

Хүхрийн хүчлийн гол урвалжууд

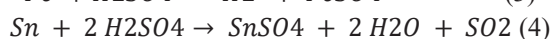
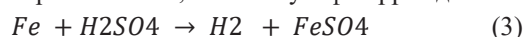
Хүчиллэг байдлаар хүхрийн хүчил ихэнх суурьтай урвалд ордог. Жишээлбэл, зэс (II) сульфат, электродыг шахахад ашигладаг зэсийн цэнхэр давс, болох зэс (II) оксидын хүхрийн хүчилтэй урвалд орно.



Хүхрийн хүчлийг сул хүчлийг давснаас нь салгахад ашиглаж болно, жишээ нь натрийн ацетат нь цууны хүчил болдог.

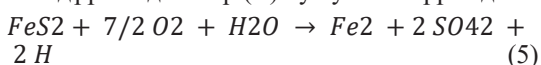


Хүхрийн хүчил нь ихэнх металлуудтай урвалд орж устөрөгчийн хий, металл сульфат үүсгэдэг.

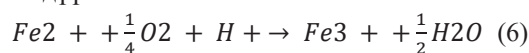


Ус нь хүхрийн хүчлээс бага нягттай бөгөөд хүчиллэг дээрээс дээш хөвөх хандлагатай болно. хүхрийн хүчил нь маш сайн хатаагч бодис юм.

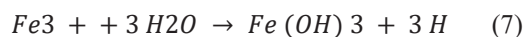
Нүүрс, тос зэрэг хүхэр агуулсан түлш дэх хүхэр шатах үед хүхрийн давхар исэл нь гол бүтээгдэхүүн юм. Төмрийн сульфидийн пиритийг молекулын хүчилтөрөгчөөр исэлдүүлэхэд төмөр (II) буюу Fe^{2+} + үүсгэдэг:



Дараахь байдлаар Fe^{2+} + -ийг Fe^{3+} + хүртэл исэлдүүлж болно.



ийм үйлдвэрлэсэн Fe^{3+} + нь устөрөгчийн исэл эсвэл гидроксид юм. Устөрөгчийн исэл үүсэх тэгшитгэл нь:



Төмөр (III) ион ("нэрийн төмөр", энгийн нэрээр) нь пиритийг исэлдүүлж чаддаг. Пиритийн төмрийн (III) исэлдэлт явагдах үед процесс хурдасч, рН-ийн утга тэгээс доош хэмжигдэх болно.

Хүхрийн хүчлийн үйлдвэрлэл

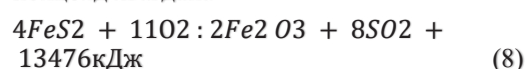
Гарган авах. Хүхрийн хүчлийг гарган авах түүхий эд нь хүхэр, металлуудын сульфидүүд, H_2S , дулааны цахилгаан станцийн хаягдал хий, Fe ба Ca –ийн сульфатууд байдаг. Хүхрийн хүчлийг гарган авах үндсэн шатууд нь:

1. түүхий эдийг шатаан SO_2 гаргах;
2. SO_2 –ыг SO_3 болтол исэлдүүлэх (конверси);
3. SO_3 –ын абсорбци.

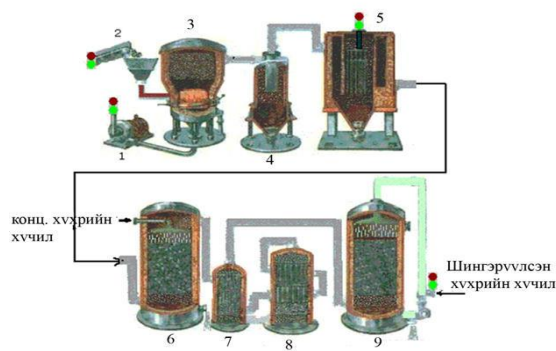
Үйлдвэрлэлд SO_2 –ыг исэлдүүлэх аргаараа ялгаатай контактын ба нитрозын гэсэн 2 үндсэн аргыг хэрэглэдэг. Контактны аргын үед ванадийн катализаторуудыг ашигладаг.

SO_2 –ыг SO_3 болтол исэлдүүлэх бүдүүвчийг дараах байдлаар харуулж болно:

Металлын сульфидүүдээс хүхрийн хүчил үйлдвэрлэх нь нилээд хүнд бөгөөд дараах үндсэн операциудаас бүрдэнэ (Зураг 1). FeS_2 –ыг шатаах нь буцлагч давхаргын зууханд агаарын үлээлгийн нөхцөлд явагдана



13-14% SO_2 агуулсан 900°C -ийн температуртай шатаалтын хий нь тогоонд орж 450°C хүртэл хөргөгдөнө. Тоосноос цэвэрлэх ажиллагааг циклон ба цахилгаан шүүлтүүрт гүйцэтгэнэ. Хий нь цааш 40% ба 10% -ийн хүхрийн хүчлээр шүршигдэх угаалтын 2 цамхагаар дамжин гардаг. Энэ үедээ хий нь тоос, фтор ба мышьякаас бүрэн цэвэрлэгдэнэ. Хийг угаалтын цамхагуудад үүссэн хүхрийн хүчлийн аэрозолиос цэвэрлэхэд 2 шатны нойтон шүүлтүүрүүдийг ашигладаг. Хатаах цамхагт оруулахын өмнө хийг 9% SO_2 –той болтол нь шингэлэх ба хатаалгаас гарсан хийг конверсийн 1-р шат руу оруулна (катализаторын 3 үетэй). Конверсийн эхний шатнаас ирж буй хийн дулааны нөлөөгөөр дулаан солилцуулагчид хийн температур 420°C хүртэл нэмэгдэнэ. 92-95% нь SO_3 болтлоо исэлдсэн SO_2 нь абсорбцийн эхний шат руу олеумын ба моногидратын абсорберууд руу очиж SO_3 –оос чөлөөлөгдөх болно. Цаашид ~0,5% SO_2 хий катализаторын нэг буюу хоёр үе дээр явагдах конверсийн 2-р шат руу орно. Өөр бүлэг дулаан солилцуулагчдад катализын 2-р шатнаас ирэх хийн дулааны нөлөөгөөр хийг 420°C температуртай болтол нь урьдчилан халаана. Абсорбцийн 2-р шатанд SO_3 –ыг нь салгасаны дараа хийг атмосферт хаяна. Контактны аргын үед SO_2 –ын SO_3 –т хувирах зэрэг 99,7%, абсорбцийн зэрэг 99,97% -д хүрдэг.

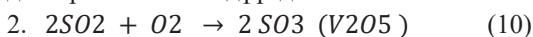


Зураг 1. Хүхрийн хүчлийн үйлдвэрлэл

Эхний шатанд хүхрийн давхар ислийг гаргаж авахын тулд хүхэр шатаадаг.



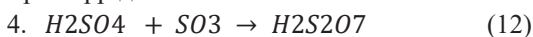
Үүний дараа ванадий (V) оксидын катализаторын оролцоотойгоор хүчилтөрөгч ашиглан хүхрийн давхар ислийг исэлдүүлдэг.



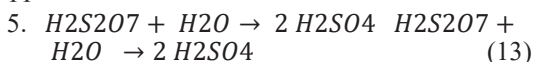
Эцэст нь хүхрийн давхар ислийг 98-99% хүхрийн хүчил үйлдвэрлэхийн тулд ихэвчлэн усаар үйлчилдэг (ихэвчлэн 2-3% ус агуулдаг 97-98% H_2SO_4).



SO_3 -ийг усанд шууд уусгах нь урвалын хэт экзотермик шинж чанараас шалтгаалан боломжгүй юм. Шингэний оронд манан үүсдэг. Эсвэл SO_3 нь H_2SO_4 -т шингэрч олеум (H_2SO_7) гаргаж авдаг бөгөөд дараа нь хүхрийн хүчил үүсдэг.



Олеум нь усаар урвалд орж, төвлөрсөн H_2SO_4 үүсгэдэг.



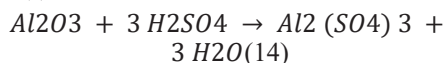
Хүхрийн хүчлийн хэрэглээ

Хүхрийн хүчил нь маш чухал түүхий эд. Хүхрийн хүчлийн гол хэрэглээ нь (нойтон арга) фосфорын бордоо үйлдвэрлэхэд ашигладаг фосфорын хүчил, мөн угаалгын нунтаг болох трисодиум фосфатад ашигладаг. Энэ аргаар фосфатын чулуулгийг ашигладаг бөгөөд жилд 100 сая гаруй тонн боловсруулдаг.

Хүхрийн хүчил нь төмрийн болон гангийн үйлдвэрлэлд их хэрэглэгддэг. Эдгээр үйлдвэрүүд зарцуулсан хүчлээ байгалийн хий, боловсруулсан хий, мазут болон бусад тохиромжтой түлшний эх үүсвэртэй хамт шатдаг. Энэхүү шаталтын процесс нь хийнд агуулагдах хүхрийн давхар исэл (SO_2) ба хүхрийн давхар исэл (SO_3) ялгаруулж, дараа нь "шинэ" хүхрийн хүчил үйлдвэрлэхэд ашигладаг.

Аммонийн сульфат, азотын бордоо нь төмрийн болон ган үйлдвэрлэдэг үйлдвэрүүдийг коксжуулах үйлдвэрээс гаралтай бүтээгдэхүүн юм.

Хүхрийн хүчил үйлдвэрлэх бас нэг чухал хэрэглээ нь хөнгөн цагаан сульфат үйлдвэрлэхэд ашигладаг.



Хүхрийн хүчил нь химийн үйлдвэрт бусад янз бүрийн зорилгоор ашиглагддаг.

Хүхрийн хүчлийн аюулгүй байдал:

Хүхрийн хүчлийн идэмхий шинж чанар нь түүний устөрөгчийн өндөр урвалаар нэмэгддэг. Тиймээс хүхрийн хүчлээс үүссэн түлэгдэлт нь харьцангуй хүчтэй хүчил (жишээлбэл давсны хүчил) -тэй харьцуулахад илүү ноцтой байдаг.

Хүхрийн хүчил нь арьс нүд цочроох үйлчилгээтэй амьсгалын зам, ам хоолойг барьж үхэлд хүргэх аюултай өндөр концентраци нь амьсгалахад хүндрэл учруулж, ялангуяа астма өвчтэй хүмүүст хор нөлөө ихтэй.

Бага агууламжтай үед хүхрийн хүчил аэрозолын архаг хордлогын хамгийн түгээмэл шинж тэмдэг бол шүдний элэгдэл бөгөөд бараг бүх судалгаагаар тогтоогдсон байдаг.

Хүхрийн хүчлийн зах зээл:

Хүхрийн хүчил үйлдвэрлэл нь аж ахуйн нэгжийн дүн шинжилгээ, аж ахуйн нэгжийн бодлого, тодорхойлолт, хэрэглээ, ангилал зэргээс бүрдэнэ. Дэлхийн хүхрийн хүчлийн зах зээлийн хамгийн том хувийг Хойд Америк ба Европ эзэлдэг.

Байгаль орчны бохирдлыг хязгаарлах, бууруулах зорилгоор олон компаниуд ялгарсан хүхрийн хийг агаар мандалд оруулахаас өмнө гаргаж авах хатуу арга хэмжээ авч хэрэгжүүлсэн. Хятад бол пирит үйлдвэрлэгчдийн тоогоор тэргүүлэгч улс бөгөөд энэхүү түүхий эдийн хамгийн их хувийг хүхрийн хүчил үйлдвэрлэхэд ашигладаг.

Азийн номхон далайн бүс нутагт бүтээгдэхүүний эрэлт нэмэгдэж байгаатай холбоотойгоор хүхрийн хүчлийн үнэ нэмэгдэж байна. фосфатын бордоо үйлдвэрлэлийг өргөжүүлэх хэрэгцээ нэмэгдэж байгаа нь ойрын жилүүдэд зах зээлийг өсгөх хандлагатай байна.

- Урвалжийн зэрэг,
- Аж үйлдвэрийн зэрэг,
- Хэрэглээний дагуу хүхрийн хүчлийн зах зээл,
- Металлургийн,
- Газрын тос,
- Бордоо,
- Бусад гэж ангилна.

ДҮГНЭЛТ

Өнөөдөр монгол улсын нийт хүхрийн хүчлийн хэрэглээ 20 мянган тонн орчим байна. Үүнийг уусган баяжуулах технологитой үйлдвэрүүдэд ашиглахын зэрэгцээ барилгын салбарын зах зээлд, гипсийн хэрэглээнд, бордоонд бага зэрэг ашиглаж байна. Одоогоор эдгээр үйлдвэрүүд хэрэгцээт хүхрийн хүчлээ импортоор авч байгаа. Хүхрийн хүчил нь орчин үед ураныг олборлоход гол түүхий эд болж байгаа бөгөөд одоогоор Монгол улсад хэрэглээгүй байгаа. Хүхрийн хүчлийг хадгалах, нөөцлөх зардал их өндөр байдаг учраас их хэмжээгээр хадгалах боломжгүй. Хэрвээ уран олборлоод эхэлбэл хүхрийн хүчлийн хэрэглээ ихсэх тул монголд хүхрийн хүчлийн үйлдвэрийн талаар судалгааг түлхийх нь чухал юм.

НОМ ЗҮЙ

I. Монгол хэлээр

- [1]. Т.Арвижих С,Очирбат Д. Дашзэвэг " Зам барилгын материал судлал" УБ 2005,-26х
- [2]. Химийн нийгэмлэгийн бүтээл УБ 2001, 39-42х
- [3]. С.Дондог бусад "Органик биш хими" 125-133х

II. Гадаад хэлээр хэвлэгдсэн зохиол бүтээл

- [1]. Coal handbook Edited by: Robert A.Meyers 256-288х

III. Бусад

- [1]. www.google.com
- [2]. С.Дуламсүрэн 2004 онд МУИС ийн хими анги төгссөн. 2001 он Химийн ухааны магистр

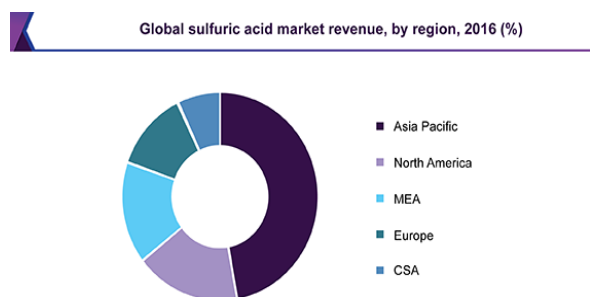


График 1. Дэлхийн хүхрийн хүчлийн зах зээлийн орлого

Хүхрийн хүчлийн зах зээлийн орлогын бараг 50% ази, Хойд Америк эзэлж байна.

Хүхрийн хүчлийн зах зээлийг төрлөөр нь ангилах:

БАГА ХҮЧИН ЧАДАЛТАЙ ХАЙЛУУР ЖОНШНЫ УУРХАЙНУУДЫН БАГА АГУУЛГАТАЙ ХҮДРИЙГ БАЯЖУУЛАХ ҮР АШГИЙН СУДАЛГАА

Ц.Уугангэрэл (магистр)*, Х.Ариунзаяа (магистр)†, М.Анар-Эрдэнэ*

*, †, * “Ляпислазурь-Эрдэнэ” ХХК, Улаанбаатар хот, Монгол улс

Удирдагч С.Цэдэндорж (Доктор (Ph.D), проф), Улаанбаатар хот, Монгол улс

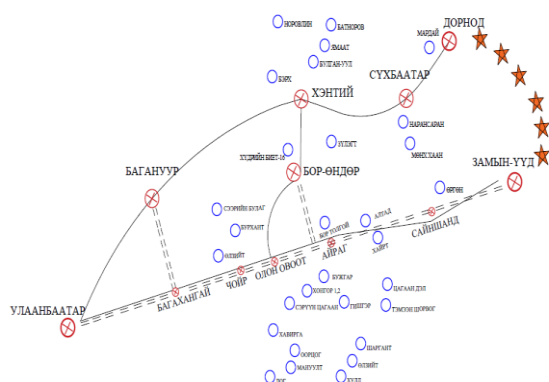
Хураангуй— Энэхүү өгүүлэлд бага хүчин чадлаар хайлуур жонш олборлогчдын үйлдвэрлэлийн эдийн засгийн үр ашгийг нэмэгдүүлэх боломжийг үнэлэх зорилго тавьж Мануулт, Бумбат, Сүүл-Өндөр зэрэг ордуудын жишээн дээр хийсэн судалгааны үр дүнг гаргалаа. Гар аргаар бүхэллэг баяжмалыг ялгасны дараа үлдэх хүдрийг гравитациар баяжуулсан туршилтын үр дүнд тулгуурлан баяжуулах үйлдвэр барьж байгуулснаар дээрх ордод үйл ажиллагаа явуулж байгаа аж ахуйн нэгжүүдийн эдийн засгийн үр дүнгийн өөрчлөлтийг тооцож, зохих дүгнэлтийг гаргаж байна.

Түлхүүр үг: хайлуур жонш, бага агуулгатай хүдэр, гравитацийн баяжуулалт, эдийн засгийн үр ашиг

I. ОРШИЛ

Дэлхийн хайлуур жоншны үйлдвэрлэл жилд 6.0 сая тонн орчим баяжмал байдаг. Үүний 60-65 хувийг химийн шинжлэх ухааны салбар, 35-40 % -ийг металлургийн салбар буюу гангийн үйлдвэрүүд, цемент, шил гэх салбаруудад өргөн ашиглагдаж байна.

2019 оны байдлаар АНУ-ын геологийн судалгааны хүрээлэнгээс (USGS) гаргасан мэдээллээр хайлуур жоншны нөөцөөр дэлхийд БНХАУ, Мексик, Өмнөд Африк, дөрөвдүгээр байранд 30.0 сая тонн хайлуур жонш (хүдрээр 75.0 сая.тн)-ны нөөцтэйгөөр Монгол улс бүртгэгдсэн байдаг. Хайлуур жоншны хамгийн их нөөцтэй хэсэг нь Дорнод хэсэгт зүүн хойноос баруун урагш чиглэлтэй арлан тогтсон байх бөгөөд хайлуур жоншны гол бүс нутаг нь Дорнод, Хэнтий, Сүхбаатар, Дорноговь, Дундговь аймгууд юм.



Зураг6. Хайлуур жоншны ордуудын байршил

Монгол улс нь 2019 оны гүйцэтгэлээр 205.3 сая ам.долларын 699.4 мян.тн хайлуур жоншны бүхэллэг болон флотацийн баяжмалыг

экспортолсон нь 2018 оны мөн үеэс 144.2 мянган тонноор, үнийн дүнгээр 15.4 сая ам.доллаароор өссөн үзүүлэлттэй гарчээ. 1 тонн баяжмалын дундаж үнэ нь 293 ам.доллар байсан 2018 оны мөн үетэй харьцуулахад 48.5 ам.доллаароор буурчээ. Голлох экспортолсон улс нь ОХУ (23.8%) болон БНХАУ (76.1%) байна. Монгол улсын хэмжээнд 1670 ашиглалтын тусгай зөвшөөрөл байгаагаас 187 буюу 10 хувь хайлуур жоншны ашиглалтын тусгай зөвшөөрөл байна.

Ордыг эдийн засгийн хувьд үр ашигтай ашиглах гол шалгуур нь

- Ордын нөөцийн хэмжээ, агуулга
- Ордын төрлөөс хамаарсан хайгуулын болон олборлолтын зардал
- Дагалдах эрдсүүдийн шинж чанар
- Хүдэр баяжуулах үйлдвэр болон бүтээгдэхүүнийг хэрэглэгчдэд хүргэх дэд бүтцийн нөхцөл

Бага хүчин чадалтай хайлуур жоншны ил, далд уурхайнууд ихэвчлэн олборлосон хүдрээс гар аргаар бүхэллэг жонш (ФК-75, ФК-85, ФК-92) ялган авч борлуулж байна. Үүний үр дүнд бага агуулгатай нунтаг хүдэр үлдэж буй бөгөөд флотацийн баяжуулах үйлдвэрт нийлүүлдэг. Гэвч баяжуулах үйлдвэрээс алслагдмал зайтай тээврийн зардал нь зарим тохиолдолд нэгжийн өртгөөс давсан, флотацийн баяжуулах үйлдвэр барихад нөөц болон эдийн засгийн хувьд хөрөнгө оруулалт их шаардлагатай юм.

Иймд ижил төрлийн үйл ажиллагаа явуулж байгаа, ойролцоо байршилтай 2-3 уурхайг сонгон авч гравитацийн баяжуулах үйлдвэр барих хөрөнгө оруулалтын үр ашгийн тооцооллыг хийв.

1-Р ХҮСНЭГТ

ХАЙЛУУР ЖОНШИЙГ ГАР АРГААР ЯЛГАЖ БАЙГАА УУРХАЙНУУД

№	Үйлдвэрийн нэр	Байршил	Эзэмшигч ААН
1	Бумбат	Дундговь Говь Угтаал	Ханхас трейд ХХК
2	Жоншит ухаа	Сүхбаатар Мөнххаан	Хунт өгөөж ХХК
3	Цагаан элгэн	Дорноговь Иххэт	Си Эм Би
4	Цагаан өндөр	Дундговь Өндөршил	Эм Ди Эф Ди ХХК
5	Мануулт	Дундговь Баянжаргалан	Үнэн-Анд ХХК
6	Маль	Сүхбаатар Сүхбаатар	Ананд баян тал
7	Баруун сүүж	Дорнод, Дашбалбар	
8	Мухар	Дорнод	

№	Үйлдвэрийн нэр	Байршил	Эзэмшигч ААН
9	Сэрүүн цагаан	Дорноговь Даланжаргалан	Тэнүүн байгаль ХХК
10	Хэцүү цагаан	Өвөрхангай Төгрөг	
11	Жоншит толгой	Дорноговь Алтанширээ	Асгат-Уул Трейд ХХК
12	Ямаат	Хэнтийн Батноров	Зэвт дуулга ХХК
13	Өмнөд хар айраг	Дорноговь Айраг	Хөх төр ХХК
14	Сүүл Өндөр	Дундговь Баянжаргалан	Жун Юань ХХК
15	Хөх дэл	Дундговь Баянжаргалан	Эм Ди Консалтинг ХХК
16	Бужгар	Дорноговь Айраг	Монросцветмет ХХК
17	Хар бичигт	Хэнтий Галшар	Бичигт Хайрхан трейд ХХК
18	Дожир	Хэнтий Баян-Овоо	
19	Базальт	Сүхбаатар Түмэнцогт	Говь мастер ХХК
20	Бор толгой	Дорноговь Айраг	
21	Хажуу Улаан	Хэнтий Дархан	
22	Хонгор	Дорноговь Айраг	
23	Майхант	Дорноговь Даланжаргалан	
24	Сөрт	Дорноговь Айраг	
25	Бумбат	Дундговь Говь-Угтаал	Ханхас трейд

Хайлуур жоншны гол зах зээл нь БНХАУ ба бүхий л төрлийн хайлуур жоншны баяжмалыг худалдан авч байна. Гравитацийн баяжмал нь гангийн үйлдвэрт хэрэглэгддэг. БНХАУ 2018 оноос гангийн үйлдвэрлэлээ эрчимтэй хөгжүүлж түүхий гангийн гарц жилийн дотор 4.6 хувиар өссөн гэж тус улсын Үндэсний статистикийн хорооноос мэдээлсэн. Хятад улс нь дэлхийн түүхий гангийн үйлдвэрлэлийн тэн хагасыг бүрдүүлдэг юм. Иймд гангийн салбар дахь хайлуур жоншны хэрэглээ өсөх буюу эрэлт ойрын жилүүдэд буурахгүй байх төлөвтэй байна.

II. ОРДУУДЫН БАЙРШИЛ БОЛОН ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ

1. Мануултын уурхай- Дундговь аймгийн Баянжаргалан сум-Болоржонш флотацийн баяжуулах үйлдвэр
2. Сүүл-Өндөрийн уурхай- Дундговь аймгийн Баянжаргалан сум
3. Бумбатын уурхай- Дундговь аймгийн Говь-Угтаал сум-Хамгийн ойрхон флотацийн баяжуулах үйлдвэр Дорноговь аймгийн Даланжаргалан сумд байрлах Кевин инвест-120 км зайд

2-р хүснэгт

ОРДУУДЫН ТЭЗҮ-ЭЭС АВСАН ГАР ЯЛГАЛТЫН ДАРААХ БҮТЭЭГДЭХҮҮН ГАРГАЛТ

№	Үзүүлэлтүүд	Х.нэгж	Нийт
Мануултын хайлуур жоншны уурхай			
1	Жоншны агуулга	%	31.0
2	Хүдрийн хэмжээ	тн	68078.1
3	Хүдэр дэх жоншны хэмжээ	тн	21104.2
Бумбатын хайлуур жоншны уурхай			
4	Жоншны агуулга	%	38.0
5	Хүдрийн хэмжээ	тн	39088.0
6	Хүдэр дэх жоншны хэмжээ	тн	14853.6
Сүүл-Өндөрийн хайлуур жоншны уурхай			
7	Жоншны агуулга	%	31.10
8	Хүдрийн хэмжээ	тн	57246.8
9	Хүдэр дэх жоншны хэмжээ	тн	17805.5

Жишээ болгон авсан 3 уурхайн ТЭЗҮ-ийн борлуулалтын төлөвлөгөө болон хамгийн ойр орших флотацийн үйлдвэр хүртэл хүдэр тээвэрлэх тээврийн дундаж зардлыг дараах хүснэгтэд харуулж байна. Үүнд: Хүдрийн агуулга тутмын үнийг 1400 төгрөг байхаар борлуулалтын орлогыг тооцов.

3-р хүснэгт

ОРДУУДЫН БОРЛУУЛАЛТЫН ОРЛОГО, ХҮДЭР ТЭЭВРИЙН ЗАРДАЛ

№	Үзүүлэлтүүд	Х.нэгж	Нийт
Мануултын хайлуур жоншны уурхай			
1	Хүдрийн хэмжээ	тн	68078.1
2	Хүдэр борлуулалтын орлого	сая.төг	2954.6
3	Хүдэр тээврийн зардал-Флотацийн үйлдвэр хүртэл	сая.төг	1634.7
Бумбатын хайлуур жоншны уурхай			
4	Хүдрийн хэмжээ	тн	39088.0
5	Хүдэр борлуулалтын орлого	сая.төг	2079.5
6	Хүдэр тээврийн зардал-Флотацийн үйлдвэр хүртэл	сая.төг	738.8
Сүүл-Өндөрийн хайлуур жоншны уурхай			
7	Хүдрийн хэмжээ	тн	57246.8
8	Хүдэр борлуулалтын орлого	сая.төг	2492.8
9	Хүдэр тээврийн зардал-Флотацийн үйлдвэр хүртэл	сая.төг	1442.6
Нэгтгэсэн эдийн засгийн үр ашгийн үзүүлэлт өнөөгийн түвшинд			
10	Нийт хүдэр борлуулалтын орлого	сая.төг	7526.85
11	Хүдэр тээврийн зардал-Флотацийн үйлдвэр хүртэл	сая.төг	3816.07

III. ГРАВИТАЦИАР БАЯЖУУЛАХ ХҮДРИЙН ТЕХНОЛОГИЙН ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮНГИЙН ТОЙМ

Дундговь аймгийн Баянжаргалан сумын Сүүл-Өндөрийн уурхай (Жун Юань ХХК), Дундговь аймгийн Говь-Угтаал сумын Бумбатын уурхайн (Ханхас трейд ХХК), Дундговь аймгийн Баянжаргалан сумын Мануултын уурхайн (Үнэн-Анд ХХК) хүдрийн агуулга нь 30-35 %-ийн СаF₂н

агуулгатай, 2.04 %-ийн CaCO_3 -н агуулгатай хайлуур жоншны хүдэр байна. Тус ордуудаас нийлүүлж авсан нийт 200 кг дээжид “Ханлаб” ХХК-д баяжуулах технологийн туршилтыг хийсэн. Үр дүнгийн тоймыг дараах хүснэгтэд харуулав.

4-р хүснэгт

ГРАВИТАЦИЙН ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

№	Баяжуулалтын бүтээгдэхүүн	Гарц, %	Агуулга	CaF ₂ авалт, %
			CaF ₂ , %	
1	-40+20 мм ширхэглэл	17.75	40.48	21.08
2	Тунаах машин баяжмал	7.58	84.19	18.72
3	Тунаах машин хаягдал	10.17	7.90	2.36
4	-20+8 мм ширхэглэл	33.48	43.37	42.60
5	Тунаах машин баяжмал	15.47	85.24	38.69
6	Тунаах машин хаягдал	18.01	7.40	3.91
7	Нийт	51.23	42.37	63.68
8	- 8 мм ширхэглэл	48.77	25.39	36.32
9	Нийт хаягдал	28.18	7.58	6.27
10	ФГ-85	23.05	84.89	57.41

IV. ГРАВИТАЦИАР БАЯЖУУЛАХ ҮЙЛДВЭРИЙН БҮТЭЭГДЭХҮҮН ГАРГАЛТЫН ТООЦОО

Туршилтын үр дүнд үндэслэн агуулгаас хамаарсан урвуу матрицын аргыг ашиглаж бүтээгдэхүүний гол үзүүлэлтүүд болох бүтээгдэхүүний гарц, минерал авалтыг тодорхойлон бүтээгдэхүүн гаргалтыг тооцов. Баяжуулах үйлдвэрийн байршил нь уурхайнуудын зөөвөрлөхөд хялбар боломжтой байршилд байна.

5-р хүснэгт

ТЕХНОЛОГИЙН МАТРИЦИЙН АРГААР ТООЦООЛСОН ҮР ДҮН

№	Бүтээгдэхүүн	Утга	Гарц, %	Минерал авалт, %
1	0-8 мм ангилал	0.57	56.948	44.22
2	8-40 мм ангилал	0.43	43.052	55.78
3	8-20 мм ангилал	0.28	28.155	37.34
4	20-40 мм ангилал	0.15	14.897	18.44
5	Тунаалт-1 баяжмал	0.13	13.010	33.91
6	Тунаалт -1 хаягдал	0.15	15.144	3.427
7	Тунаалт -2 баяжмал	0.06	6.362	16.38
8	Тунаалт -2 хаягдал	0.09	8.535	2.06
9	Анхдагч хүдэр	1.00	100.00	100

6-р хүснэгт

ГРАВИТАЦИАР БАЯЖУУЛАХ ҮЙЛДВЭРИЙН БҮТЭЭГДЭХҮҮН ГАРГАЛТЫН ТООЦОО

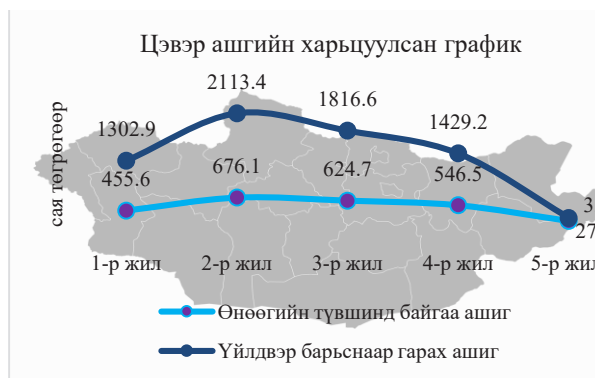
№	Үзүүлэлтүүд	Нэгж	Нийт
Гравитациар баяжуулах хүдэр			
1	Худалдан авах хүдрийн хэмжээ	тн	164413
2	Хүдэр дэх жоншны агуулга	%	32.70
3	Хүдэр дэх жоншны хэмжээ	тн	53763
ФГ-85 баяжмал			
4	Баяжмалын агуулга	%	84.9
5	Баяжмалын минерал авалт	%	50.29
6	Баяжмалын гарц	%	19.37
7	Баяжмалын хэмжээ	тн	31850.3
8	Баяжмал дахь жоншны хэмжээ	тн	27039.3
Завсрын бүтээгдэхүүн (0-8 мм)			
9	Зав.бүтээгдэхүүний агуулга	%	25.39
10	Зав.бүтээгдэхүүний минерал авалт	%	44.22
11	Зав.бүтээгдэхүүний гарц	%	56.95
12	Зав.бүтээгдэхүүний хэмжээ	тн	93630.5
13	Зав.бүтээгдэхүүн дэх жоншны хэмжээ	тн	23772.8
Хаягдал			
14	Хаягдлын агуулга	%	7.6
15	Хаягдлын минерал алдалт	%	5.49
16	Хаягдлын гарц	%	23.68
17	Хаягдлын хэмжээ	тн	38932.1
18	Хаягдал дахь жоншны хэмжээ	тн	2951.14

V. ЭДИЙН ЗАСГИЙН ҮР АШГИЙН ТООЦООЛОЛ

Гравитацийн баяжуулах үйлдвэрийг Дундговь аймгийн Баянжаргалан суманд байрлахаар дэд бүтэц, барилга байгууламж, баяжуулах үйлдвэрийн тоног төхөөрөмжийн угсралт суурилуулалтын зардал зэрэг хөрөнгө оруулалтын нэгж тус бүрээр тооцов. Гравитацийн баяжмал борлуулах үнийг өнөөгийн зарагдаж буй жишиг үнээр үнэлэн үр ашгийн тооцооллын үр дүнг дараах хүснэгтэд үзүүллээ. Гравитацийн баяжуулах үйлдвэрээс ФГ-85, ФР-30 маркийн бүтээгдэхүүн гарах ба ФР-30 маркийн бүтээгдэхүүнийг ойр орших флотацийн үйлдвэрт нийлүүлэхээр төлөвлөв.

ҮР АШГИЙН ТООЦОО

№	Үзүүлэлтүүд	Х.нэгж	0	1-р жил	2-р жил	3-р жил	4-р жил	5-р жил	Дүн
1	Хүдэр баяжуулалт	мян.тн		26.8	40.3	37.6	34.0	25.8	164.4
2	Бүтээгдэхүүн гаргалт /ФГ-85/	мян.тн		6.4	8.3	7.6	6.6	3.0	31.9
3	Бүтээгдэхүүн гаргалт /завсрын бүтээгдэхүүн, 25.39%/	мян.тн		12.6	21.7	20.8	19.3	19.2	93.6
4	Бүтээгдэхүүн борлуулах үнэ /ФГ-85/	мян.төг/тн		588.0	588.0	588.0	588.0	588.0	
5	Бүтээгдэхүүн борлуулах үнэ /завсрын бүтээгдэхүүн, 25.39%/	мян.төг/тн		35.55	35.55	35.55	35.55	35.55	
6	Борлуулалтын орлого /ФГ-85/	сая.төг		3750.7	4907.2	4449.55	3874.22	1746.13	
7	Борлуулалтын орлого /завсрын бүтээгдэхүүн/	сая.төг		448.27	771.46	739.72	686.91	681.83	
8	Нийт борлуулалтын орлого	сая.төг		4199.1	5678.7	5189.27	4561.13	2427.96	22056.1
9	Үйлдвэрлэлийн зардал	сая.төг		1711.4	2069.1	1986.72	1875.38	1336.95	8979.6
10	Үүнээс: ЭХШ	сая.төг		164.47	164.47	164.47	164.47	164.47	822.3
11	Үйл ажиллагааны зардал	сая.төг		380.40	380.40	380.40	380.40	353.40	1875.0
12	Татвар төлбөрүүд	сая.төг		557.56	738.77	673.49	590.56	296.57	2856.9
13	Шууд бус зардал	сая.төг		1039.8	1261.4	1184.16	1097.73	759.47	5342.7
14	Нийт үйлдвэрлэл, үйл ажиллагааны зардал	сая.төг		2751.35	3330.51	3170.88	2973.10	2096.42	14322.26
15	Татвар ногдох орлого	сая.төг		1447.6	2348.2	2018.39	1588.03	331.54	7733.9
16	ААНОАТ	сая.төг		144.77	234.82	201.84	158.80	33.15	773.4
17	Цэвэр ашиг	сая.төг		1302.9	2113.4	1816.56	1429.22	298.39	6960.49
18	Үйл ажиллагааны МУ	сая.төг		1467.3	2277.8	1981.02	1593.69	462.86	7782.84
19	Үйл ажиллагааны ХМУ	сая.төг		1467.3	3745.2	5726.29	7319.98	7782.84	
20	Хөрөнгө оруулалт	сая.төг	-2346.9	-120.00	0.00	-30.00	0.00	0.00	
21	Хөрөнгө оруулалтын дараах МУ	сая.төг	-2346.9	1347.3	2277.8	1951.02	1593.69	462.86	5285.90
22	Хөрөнгө оруулалтын дараах ХМУ	сая.төг	-2346.9	-999.55	1278.3	3229.35	4823.04	5285.90	
23	Өнөөгийн цэвэр үнэ цэнэ, NPV, i=10%	сая.төг		3602.24					
24	Өнөөгийн цэвэр үнэ цэнэ, NPV, i=15%	сая.төг		2971.25					
25	Өнөөгийн цэвэр үнэ цэнэ, NPV, i=20%	сая.төг		2441.38					
26	ХО-ын дотоод өгөөжийн норм, IRR	%		65%					
27	Нэгж бүтээгдэхүүний бүрэн өөрийн өртөг	мян.төг/тн		449.67					
28	Хөрөнгө оруулалтаа нөхөх хугацаа	жил		1.438					
29	Ашигт ажиллагааны түвшин, орлогоор	%		31.56					



Зураг 7. Цэвэр ашгийн харьцуулсан үзүүлэлт

ДҮГНЭЛТ

1. Цэвэр ашиг нь ТЭЗҮ-ээс авсан тооцооноос харахад 3 уурхайн нэгдсэн үр дүнгээр 2.58 тэрбум төгрөг байсан бол гравитацийн баяжуулах үйлдвэр барьснаар хөрөнгө оруулалтын дараах мөнгөн урсгалаар 5.3 тэрбум болж байгаа нь эдийн засгийн хувьд өндөр ач холбогдолтой байна.
2. Бага хүчин чадалтай хайлуур жоншны уурхай нь өөрсдийн хүдрийн онцлогт тохирсон гравитацийн баяжуулах үйлдвэр байгуулснаар орд ашиглалтын эдийн засгийн үр ашиг нэмэгдэж, ажлын шинэ орон тоо бий болно.
3. Өөр хоорондоо ойр орших бага хүчин чадлын хайлуур жоншны уурхайнууд технологийн туршилт хийж, хамтарч гравитацийн баяжуулах үйлдвэр барих нь зохистой бөгөөд хөрөнгө оруулалтын зардлыг орон нутгийн онцлог, дэд бүтэц, логистик, тээвэрлэх зардлыг тооцож үзсэний үндсэн дээр уурхай хооронд оновчтой хуваарилах хэрэгтэй.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. Авдай Ч., Энхтуяа Д., “Судалгаа шинжилгээний ажил гүйцэтгэх аргагүй” УБ.: 2010.
- [2]. Дашдондог Я., “Хайлуур жоншны хүдрийн баяжуулалтын процессыг оновчлох талаар хийгдэж байгаа туршилт, судалгааны ажлын үр дүн” , “Эрдэс боловсруулалт” УБ.: 2018.
- [3]. “Ляпислазурь Эрдэнэ” ХХК-д боловсруулан “Дундговь аймгийн Баянжаргалан сумын нутагт орших Мануултын хайлуур жоншны ордыг далд уурхайн аргаар ашиглах ТЭЗҮ” УБ.: 2019.
- [4]. “Ляпислазурь Эрдэнэ” ХХК-д боловсруулан “Дундговь аймгийн Баянжаргалан сумын нутагт орших хайлуур жоншны хүдрийг гравитацийн аргаар баяжуулах үйлдвэрийн ТЭЗҮ” УБ.: 2019.
- [5]. “Ляпислазурь Эрдэнэ” ХХК-д боловсруулан Дундговь аймгийн Говь-Угтаал сумын нутагт орших Бумбатын хайлуур жоншны ордыг далд уурхайн аргаар ашиглах ТЭЗҮ-ийн тодотгол” УБ.: 2017.
- [6]. Очир.Ц., Цэвэгсүрэн.О., бусад. Ашигт малтмал баяжуулах үйлдвэрийн зураг төсөл гарын авлага УБ.: 2013.
- [7]. “Терра майнд” ХХК-д боловсруулан Дундговь аймгийн Баянжаргалан сумын нутагт орших Сүүл-Өндөрийн хайлуур жоншны ордыг далд уурхайн аргаар ашиглах ТЭЗҮ-ийн тодотгол” УБ.: 2019.
- [8]. “Ханлаб” ХХК-д боловсруулсан “Дундговь аймгийн Баянжаргалан суманд орших хайлуур жоншны хүдэрт технологийн туршилт шинжилгээ хийсэн ажлын тайлан” УБ.: 2020.
- [9]. Цэдэндорж С., Улаанбаатар Б., “Судалгааны ажил /гарын авлага/” УБ.: 2011.
- [10]. Цэдэндорж С., Бямба-Юу Ж., “Уул уурхайн үйлдвэрийн техник-эдийн засгийн шинжилгээ” УБ.: 2009.
- [11]. Цахим эх сурвалжууд:
www.legalinfo.mn
www.mrpam.gov.mn
www.mmhi.gov.mn
www.1212.mn
www.indmin.com
www.usgs.gov

ТӨМРИЙН ХҮДРЭЭС ГАН ҮЙЛДВЭРЛЭХ ТЕХНОЛОГИЙН СУДАЛГАА

Отгонхүүгийн Болор-Эрдэнэ*, Жанчивдоржийн Ганбаяр†

* Дарханы Төмөрлөгийн Үйлдвэр ХК, Дархан-Уул аймаг, Монгол Улс

† Дарханы Төмөрлөгийн Үйлдвэр ХК, Дархан-Уул аймаг, Монгол Улс

Хураангуй—Орчин үед төмрийн хүдрээс ган бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх үндсэн хоёр арга технологи болох домен зуухны болон шууд ангижруулах технологийг дэлхий нийтэд хамгийн түгээмэл ашиглаж байна. Эдгээр арга технологиуд нь өөрийн гэсэн онцлог шинж чанар, давуу болон дутагдалтай талуудтай бөгөөд технологийн эцсийн сонголт нь төмрийн хүдрийн боловсруулалтын шинж чанар, техник технологийн өөрийн онцлог, бүс нутгийн суурь дэд бүтцийн хөгжил, хөрөнгө оруулалт, эдийн засгийн үр өгөөж зэргээс хамаарна. Иймд аль арга технологи нь манай төмрийн хүдрийн шинж чанар, техник технологийн онцлог, бүс нутгийн суурь дэд бүтэц, үйлдвэрлэлийн эдийн засгийн үр ашгийн хувьд илүү боломжтой болохыг нээн харуулахад энэхүү өгүүлэлийн гол зорилго оршино.

1. ОРШИЛ ХЭСЭГ

Хүн төрөлхтөний түүхэнд олдсон хамгийн эртний төмөр олдвороор МЭӨ 4000 жилийн тэртээх эртний Египтийн Fe-Ni солироор хийсэн эдлэлийг тооцдог. Төмрийн хүдрээс төмрийг анх хэзээ, хаана хайлж эхэлсэнийг хэлж мэдэхгүй ч МЭӨ 2000 жилийн сүүлчээр төмрийг хүдрээс нь Грекээс эхлэн Энэтхэг хүртэл, бүр маргаантай Сахар орчмын Африкт хайлуулж эхэлсэн гэж үздэг. Улмаар махан төмрийг (С агуулга маш бага) МЭӨ 1000 жилийн үеэс мэдэх болсоноор түүний тархалтаар төмөр зэвсэгийн үеийг тэмдэглэсэн байна [1]. Мөн дундад зууны үед Европод цутгамал ширэмийг шингэрүүлэн нүүрстөрөгчийг нь исэлдүүлэн махан төмрийг гаргаж авдаг байжээ. Эдгээр бүх процесст гол түлшээр модны нүүрсийг ашигладаг байсан [1] байна.

Төмрийн хүдрээс төмрийг хайлах зориулалттай хамгийн анхны зуухыг блоомерын зуух гэдэг байсан ба шавар тоосгоор өрж хийсэн доороо амтай, хажуу талаасаа агаараар үлээлгэн хөөрөгддөг болхи хийцтэй зуух байжээ. Ийм зууханд төмрийн хүдрийг хайлуулах хангалттай өндөр температурыг үүсгэж чаддаггүй байсанаас хайлмагжсан төмөр нь шаартайгаа холилдсон нүх сүвэрхэг масс гарч ирдэг байсан тул давтаж боловсруулах замаар махан төмөр болгон хувиргадаг байжээ [1].

МЭӨ 5-р зуунд хамаарагдах цутгамал ширэм Хятадаас олдож байсан ч МЭӨ 1-р зууны үед хамгийн анхны домен зуухыг хэрэглэж эхэлсэн ба улмаар дундад зууны эхэн үед баруунд нэвтэрсэн [2] гэж таамагладаг. Ерөнхийдөө болхи хийцтэй блоомерын зуух нь боловсронгуй болж сайжирсаар домен зуухаар солигдсон гэж үздэг байна. Домен зуух нь дэлхий нийтэд тархсанаар

хожим нь 15-р зууны сүүлчээр Бельгид тархаж, улмаар Англид 1491 онд хэрэглэгдэж эхэлсэн байна [2]. Английн зохион бүтээгч Абрахам Дарби 1709 онд модны нүүрсийг коксоор анх амжилттай орлуулсанаар домен зууханд ахиц гарч, улмаар 1828 онд Шотландын зохион бүтээгч Жеймс Беймонт Нейлсон халуун агаарыг зууханд ашиглах болсоноор процессын үр ашиг нэмэгдсэн [2] байна.

Одоогоор ашиглагдаж байгаа дэлхийн хамгийн том домен зуух нь БНСУ-ын Поско компанийн 6000 м³ багтаамжтай домен зуух байгаа бөгөөд жилд 5.65 сая тн шингэн ширэм үйлдвэрлэх хүчин чадалтай [2]. Саяхан Италийн Даниели Корус компани ОХУ-ын Северсталь компанийн Чероповицын үйлдвэрийн №5 домен зуухыг сэргээн доторлох гэрээг хийсэн ба уг төсөл хэрэгжиж дууссаны дараа зуухны эзэлхүүн 6117 м³ хүрэх тул [3] дэлхийн хамгийн том домен зууханд тооцогдох юм байна. Орчин үед домен зуухны аргаар дэлхийн нийт гангийн 70.8% (1.87 тэрбум тн) үйлдвэрлэж байгаа [4] нь энэ арга технологи одоог хүртэл гангийн үйлдвэрлэлийн давамгайлах технологи хэвээр байгааг харуулж байгаа бөгөөд домен зуух нь улам бүр боловсронгуй болж ирсэн.

Төмрийн хүдрийг шууд ангижруулах технологийн хөгжил нь 1960 оноос эхтэй бөгөөд хамгийн анх хүчин чадал, хөрөнгө оруулалт багатай, үйлдвэрлэлийн зардлын хувьд домен зуухыг орлох зорилгоор хөгжиж эхэлсэн байна. Шууд ангижруулсан төмрийн үйлдвэрийн үндсэн давуу тал нь модулийн хүчин чадал өсөж ирсэн, энергийн зарцуулалт илүү бага, хорт хийн ялгаруулалт бага (ялангуяа CO₂), олон төрлийн ангижруулагч ашиглах боломжтой [5] зэрэгтэй нь холбоотой.

Шууд ангижруулах технологийн процесс гэдэг нь хорголж буюу бүхэл хүдрийг нүүрс болон ангижруулагч хийн тусламжтайгаар химийн урвалын үр дүнд хүчилтөрөгчөөс нь ангижруулж түүн дэх Fe агуулгыг нэмэгдүүлэхийг хэлдэг. Ингэснээр тухайн технологи, төмрийн хүдрийн түүхий эдийн чанараас хамаарч шууд ангижруулсан төмөр (ШАТ) дэх Fe агуулга 87-93% хүрдэг байна. Шууд ангижруулах процессыг үндсэндээ хий болон нүүрсэнд суурилсан гэж 2 ангилдаг ба процесс нь тусгай зууханд төмрийн хайлах температураас доош температур буюу 800-1200 °C температурт явагддаг [6].

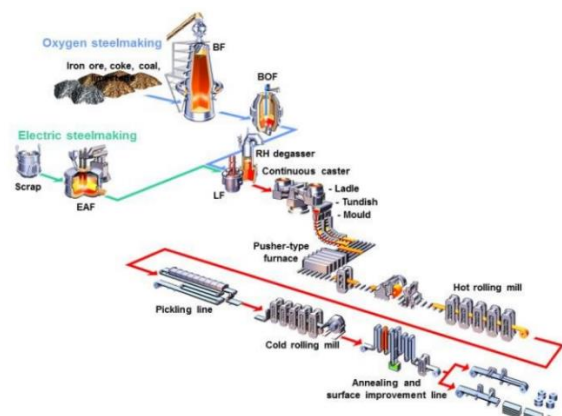
Дэлхийн шууд ангижруулсан төмрийн үйлдвэрлэлийн тоо хэмжээ тасралтгүй өсөн нэмэгдсээр ирсэн бөгөөд 2019 онд 2018 оныхоос 7.3%-иар нэмэгдэж 108 сая тн-д хүрсэн байна. Тухайлбал дэлхийн шууд ангижруулсан төмрийн үйлдвэрлэл 2015 оноос хойш нийт 35.5 сая тн-оор буюу бараг 49%-иар өсөөд байна [6].

2019 онд дэлхийн шууд ангиржуулсан төмрийн 60.5%-ийг Мидрекс технологиор, 13.2%-ийг Хилл/Энержирон, 24%-ийг эргэх хоолойт зуух болон нүүрсэнд суурилсан технологиор үйлдвэрлэсэн байна. Эдгээр технологиос эргэх хоолойт зуухны технологийг бага хүчин чадлаас эхлэн том хүчин чадалтай үйлдвэрүүд ашиглаж байгаа ба ихэнх нь 40,000-1,500,000 тн/жил хүчин чадалтай БНЭУ, Өмнөд Африкийн үйлдвэрүүд байна [6].

Эргэх хоолойт зуухны технологийг анх 1964 онд Канад улсын Стийл компани, Лурги, Републик Стийл компани болон Нэйшионал Лийд корпораци хамтран боловсруулсан бөгөөд SL/RN технологи гэж нэрлэх болсон. Энэ технологи нь нүүрсэн дээр суурилсан төмрийн хүдрийг шууд ангижруулах технологи бөгөөд хийд суурилсан технологийн дараа хамгийн өргөн ашиглагдаж байгаа технологи юм [6].

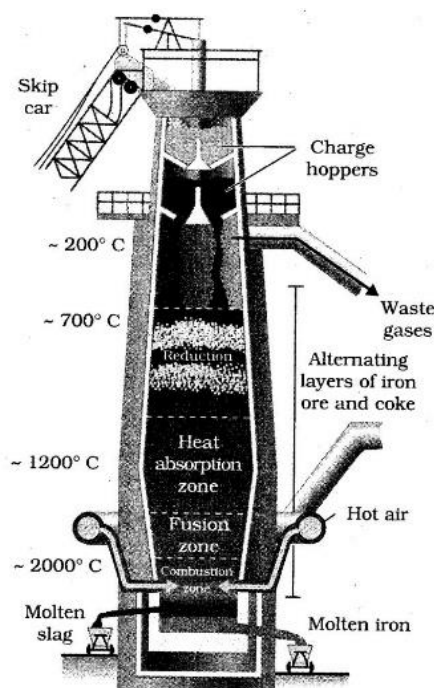
II. ДОМЕН ЗУУХНЫ ТЕХНОЛОГИ БА ШУУД АНГИЖРУУЛАХ ТЕХНОЛОГИ

Орчин үед ганг домен зуухны аргаар хүдэр, аргалж, хорголжоос эсвэл цахилгаан нуман зуухны аргаар хаягдал төмөр болон шууд ангижруулсан төмрөөс үйлдвэрлэж байна. Энэ арга технологиуд нь орчин үед хэрэглэж байгаа ган гарган авах үндсэн хоёр арга юм.



Зураг 1. Ган үйлдвэрлэх үндсэн арга технологи

Домен зуухны үндсэн түүхий эдээр бүхэл хүдэр, аргалж болон хорголжийг ашигладаг. Домен зууханд ашиглах хорголжийн шаардлага нь Fe агуулга $\geq 63\%$, S агуулга $\leq 0.1\%$, P агуулга $\leq 0.05\%$ байх ба хоосон чулуулаг аль болох багатай, ширхэглэл нь 9-16 мм байна. Туслах түүхий эдээр кокс, нунтаг нүүрс, шохойн чулууг ашиглана [7].



Зураг 2. Домен зуухны схем

Домен зуухны ажиллах зарчим нь төмрийн хүдрийн түүхий эдийг (бүхэл хүдэр, аргалж, хорголж) кокс болон шохойн чулуутай хольж, босоо цоонгогт зуух болох домен зуухны дээд хэсгээр ачаалан зуухны доод хэсгээс халуун агаар болон кокс, нунтаг нүүрсээр үлээлгэн хайлуулж шингэн ширэм гарган авахад оршдог. Мөн халуун агаарыг 3% хүчилтөрөгчөөр баяжуулах үлээлгэж болно. Гарган авсан шингэн ширэмийг миксер буюу тусгай зөөвөрлөх төхөөрөмжид юүлэн авч конвертерын зууханд өгнө. Улмаар конвертерын зууханд шингэн ширмийг хүчилтөрөгчөөр боловсруулж ган гарган авна [7]. Домен зуухны үйлдвэрлэлийн үндсэн тоног төхөөрөмж нь дараах иж бүрдэлээс бүрдэнэ [7]. Үүнд:

- Зуухны ачаалах систем;
- Зуухны систем;
- Агаар халаах рекуператор;
- Зуухны хөргөлтийн систем;
- Шаар боловсруулах систем;
- Утааны цэвэршүүлэх систем;
- Ширэм цутгах машин;
- Шингэн ширэм зөөвөрлөх төхөөрөмж (миксер эсвэл шанаганы тэргэнцэр);
- Бусад;

Үндсэн тоног төхөөрөмжөөс гадна бусад дагалдах туслах тоног төхөөрөмжүүд мөн шаардлагатай болно. Мөн домен зууханд үлээлгэлтэнд ашиглах нунтаг нүүрсийг шаардлага хангасан ширхэглэлтэй болгож боловсруулахын тулд нүүрс бутлах, шигших төхөөрөмж суурилуулах шаардлагатай болно [7].

Домен зуухны үйлдвэрлэлд дараах нэмэлт үйлдвэрлэлийн нэгж хэсгүүд шаардлагатай болно [7]. Үүнд:

- Аргалж/хоргожлийн үйлдвэр;
- Түүхий эд буулгах терминал;
- Нүүрс боловсруулах хэсэг;
- Коксын үйлдвэр;
- Хүчилтөрөгч ба шахсан хийн станц;
- Насос станц;
- Шаар бутлах хэсэг;
- Бусад;

Домен зууханд хүчилтөрөгчөөр баяжуулсан агаараар үлээлгэх тохиолдолд хүчилтөрөгчийн хэрэгцээ бий болох ба үүнийг хангахын тулд хүчилтөрөгчийн станц байх шаардлагатай. Мөн конвертерын зууханд хүчилтөрөгчөөр үлээлгэхэд хүчилтөрөгч шаардлагатай [7].

Домен зуухны үйлдвэрлэл нь харьцангуйгаар цахилгаан эрчим хүчний зарцуулалт багатай, цахилгааны чадлын эх үүсвэр бага шаарддаг. Тухайлбал 1 тн шингэн ширэмд цахилгааны зарцуулалт 35-60 кВт цаг/тн орчим байдаг [7].

Манайд байгалийн хий байхгүй тул хамгийн тохиромжтой шууд ангижруулах технологи нь нүүрсэнд суурилсан эргэх хоолойт зуухны технологи юм. Нүүрсийг хийжүүлж сайн чанарын нүүрсний хий гарган авч ангижруулалтыг явуулдаг босоо зуухны технологи байж болох ч хөрөнгө оруулалт харьцангуй өндөртэй тул энд уг технологийг талаар авч үзээгүй орхисон болно.

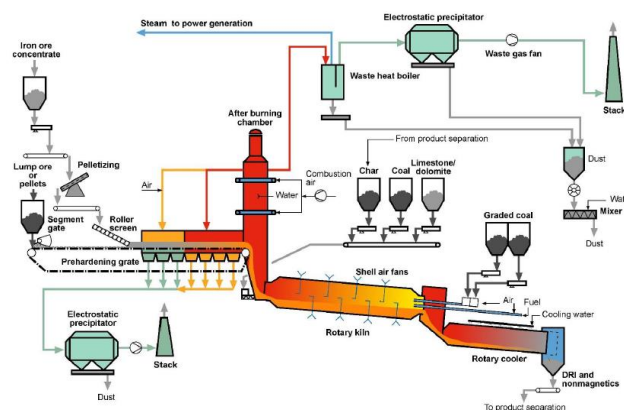
Орчин үед дэлхий дээр 200 гаруй эргэх хоолойт зуух ажиллаж байгаагийн ихэнх нь БНЭУ-д байна. Уламжлалт SL/RN технологи нь зөвхөн бүхэл төмрийн хүдэр эсвэл хорголжийг түүхий эдээр ашигладаг, нунтаг эсвэл баяжмалыг ашиглах боломжгүй байсан. Нөгөө талаасаа чанар сайтай бүхэл хүдэр ховор, үнэтэй, хорголжлох процесс нь өртөг зардал өндөртэй байдаг. Иймд Оутотек компани нь хорголжийн урьдчилан хатууруулах дамжлагыг стандарт SL/RN технологийн эргэх хоолойт зуухтай хослуулан SL/RN-Xtra технологийг боловсруулсан. SL/RN-Xtra технологи нь нунтаг хүдэр болон баяжмалыг боловсруулж чанарын шаардлага хангасан шууд ангижруулсан төмөр үйлдвэрлэх боломжийг олгосон. Энэ технологи нь уламжлалт аргаасаа дараах давуу талтай [6].

Үүнд:

- Нунтаг хүдэр болон баяжмалыг түүхий эд болгон ашигласанаар шууд ангижруулсан төмрийн үйлдвэрлэлийн өртөг зардлыг бууруулсан;
- Эргэх хоолойт зуухны хаягдал хийн дулааныг түүхий хорголжийг хатаах, хатууруулахад ашигласан;
- Халуун хорголжоор эргэх хоолойт зуухыг тэжээснээр энергийг хэмнэж, ангижруулалтанд орох хугацааг уртасган, зуухны бүтээмжийг өсгөсөн;
- Хорголжийн дамжлагын хүчин чадлыг эргэх хоолойт зуухтай уялдуулсанаар уламжлалт хорголжийн үйлдвэрийн нэмэлт хөрөнгө оруулалтыг хэмнэсэн;

Эхлээд сайн нунтагласан хүдэр эсвэл баяжмалыг бентонитын шавартай хольж хорголжлох тавагт

өгөх ба усаар шүршин түүхий хорголж гарган авна. Дараа нь шигшүүрээр оруулан, голчлон 9-16 мм диаметртэй түүхий хорголжийг ялган авч урьдчилан хатууруулах дамжлагад өгнө. Урьдчилан хатууруулах дамжлага дээр түүхий хорголж нь эргэх хоолойт зуухны хаягдал хийн дулаанаар халж хатуурна. Уг дамжлага дээр хорголж нь хатуурсаны дараа хэд хэдэн бүсийг дамжин хатаж, чийг нь зайлуулагдан халаагдана [6].



Зураг 3. SL/RN-Xtra технологийн схем

Урьдчилан хатууруулах дамжлагаас гарсан халуун хорголжийг шууд эргэх хоолойт зууханд өгөх ба халаалтанд ашиглагдсан хаягдал хий нь тоосноосоо цэвэрлэгдэн агаарт хаягдана. Халуун хорголжтой хамт нүүрс болон доломит, нүүрсний чарыг эргэх хоолойт зууханд ачаалах ба халуун агаарын эсрэг урсгалд нүүрсний дэгдэмхий бодис нүүрснээс зайлуулагдана. Нүүрсний дэгдэмхий хэсгийн шаталтаар эргэх хоолойт зуухны температур өсөж төмрийн хүдрийг ангижруулах температурт хүрнэ [6].

Хүдэр дэх төмрийн исэлүүд нь 950-1050 °C температурт ангижрах үед зууханд ангижруулах процесс болон хийжүүлэгч процесс явагдана. Төвийн шатаагуур нь анхны халаалтанд хэрэглэгдэх ба процессын явцад агаар өгнө. Мөн процессыг оновчтой явуулахын тулд тодорхой ширхэглэл бүхий нүүрсээр зуухны гарах хэсэгт нэмж үлээлгэж өгнө [6].

Халуун хорголж буюу шууд ангижруулсан төмөр нь эргэх хөргүүрт <120 °C доош температурт хөрч соронзон сепараторт очно. Соронзон сепараторт шууд ангижруулсан төмөр нь соронзон бус хольцоосоо ялгагдана [6].

Харин эргэх хоолойт зуухны утааны хий нь шатаалтын дараах цамхагт очих ба зарим нь урьдчилан хатууруулах дамжлага руу үлдсэн нь хаягдал хийн бойлерт очин усыг халааж, эрчим хүч гарган авах зориулалттай уур болгоно. Уурыг цаашид цахилгаан эрчим хүч гарган авах эсвэл халаалтанд хэрэглэх ба утааны хийн тоос нь цахилгаан статистик тунгаагуураар орж тоосноосоо цэвэрлэгдэн агаарт хаягдана [6].

Шууд ангижруулсан төмрийн үйлдвэр нь үндсэндээ дараах бүрэлдэхүүн хэсгээс тогтоно [6]. Үүнд:

- Төмөр зам, ачих буулгах терминал;

- Түүхий эдийн талбай;
- Нүүрс боловсруулах хэсэг;
- Конвейерын систем;
- Түүхий эд хадгалах бункерын систем;
- Хоргожлох хэсэг;
- Урьдчилан хатууруулах хэсэг;
- Эргэх хоолойт зуух;
- Эргэх хөргүүр;
- Усан сан, цамхаг;
- Соронзон сепаратор;
- Бүтээгдэхүүний бункер;
- Хаягдал хийн цамхаг;
- Утаа/хаягдал хийн систем;
- Мини цахилгаан станц (цахилгаан үйлдвэрлэх тохиолдолд);

III. МИНИ ДОМЕН ЗУУХНЫ ТЕХНОЛОГИЙН ДАВУУ ТАЛ

“Уул уурхай, металлургийн цогцолбор байгуулах” төслийг амжилттай хэрэгжүүлэхийн тулд дараах 2 технологийг авч үзэн эцсийн сонголтыг хийж хэрэгжүүлэх шаардлагатай болоод байна. Үүнд:

- Шууд ангижруулсан төмрийн технологид суурилсан гангийн үйлдвэрийн цогцолбор байгуулах;
- Мини домен зуухны технологид суурилсан шинэ гангийн үйлдвэрийн цогцолбор байгуулах;

1-р хүснэгт

Технологийн харьцуулалт

№	Үйлдвэр байгуулах хувилбар	Давуу тал	Сул тал
1.	Шууд ангижруулах технологи бүхий гангийн үйлдвэр	- Үйлдвэрийн ТЭЗҮ, БОННУ, дизайн хийгдсэн - ШАТ-ийн үйлдвэрийн талбайд инженер геологийн судалгаа хийгдсэн - Дэлхийд батлагдсан технологи	-Цахилгаан хангамжийн чадал их -Төсөл хэрэгжүүлэх хугацаа урт -Хөрөнгө оруулалт их -ШАТ дахь дэх Fe агуулга бага -Бүтээгдэхүүний өртөг зардал өндөр -Газар эзэмшлийг шийдээгүй -Төмөр зам, тээврийн асуудлыг шийдээгүй -Цахилгааны зарцуулалт өндөр
2.	Мини домен зуухны технологи бүхий гангийн үйлдвэр	-Дэлхийд батлагдсан технологи -Цахилгаан хангамжийн чадал бага -Төсөл хэрэгжүүлэх хугацаа богино -Хөрөнгө оруулалт бага -Ширэм дэх Fe агуулга өндөр	-Үйлдвэрийн ТЭЗҮ, БОННУ, дизайн хийгдээгүй -Газар эзэмшлийг шийдээгүй -Төмөр зам, тээврийн асуудлыг шийдээгүй

№	Үйлдвэр байгуулах хувилбар	Давуу тал	Сул тал
		-Бүтээгдэхүүний өртөг зардал бага -Цахилгааны зарцуулалт бага	

Дээрх харьцуулалтаас харахад мини домен зуухны үйлдвэр бүхий гангийн үйлдвэрийн хувилбар нь илүү давуу талтай болох нь харагдаж байна. Хувилбарын сул талын хувьд үйлдвэрийн ТЭЗҮ, БОННУ, нарийвчилсан дизайн хийгдээгүй байна.

IV. ТӨСЛИЙГ ХЭРЭГЖҮҮЛЭХЭД ТУЛГАРАХ ЭРСДЭЛ БА ТӨРӨӨС АВАХ ДЭМЖЛЭГ

Мини домен зуух бүхий гангийн үйлдвэрийн төслийг хэрэгжүүлэхэд дараах гол эрсдэл тулгарна. Үүнд:

- Хугацаандаа амжихгүй болох;
- Бүтээгдэхүүнээ борлуулж чадахгүй байх;

Төслийг хэрэгжүүлэхэд гол нь төмөр зам, тээвэр ложистикийн асуудлыг шийдэж чадахгүй хугацаа алдах эрсдэл байна. Энэ асуудлыг шийдсэнээр үйлдвэрийн байршил тодорхой болж бусад төлөвлөлт, инженер геологи, гидрогеологи, ТЭЗҮ, БОННУ зэрэг бүх судалгааны ажлууд хийгдэнэ.

Цогцолбор үйлдвэрийн ган бүтээгдэхүүн нь ирээдүйд борлогдохгүй байх эрсэл байж болохоор байна. Өөрөөр хэлбэл ижил төстэй өөр гангийн үйлдвэрүүд нэгдсэн бодлогогүйгээр олноор баригдах, бүтээгдэхүүний боруулалтан дээр төрөөс бодлогоор дэмжихгүй байх тохиолдолд шинэ үйлдвэр бүтээгдэхүүнээ борлуулахад хүндрэлтэй болж улмаар үйл ажиллагаагаа зогсооход ч хүрч болзошгүй.

Мини домен зуух бүхий шинэ гангийн үйлдвэрийн төслийг хэрэгжүүлэхэд төрөөс дараах дэмжлэг шаардлагатай. Үүнд:

- Бүтээгдэхүүний борлуулалт
- Төмөр зам, тээвэр ложистик
- Газар эзэмшил
- Боловсон хүчин

Өндөр үнэтэй туслах түүхий эд, сэлбэгийг импортоор авч хэрэглэдэг хүчин чадал багатай дотоодын ямар ч үйлдвэрлэлийн хувьд бүтээгдэхүүний өртөг зардал БНХАУ-ын хүчин чадал өндөртэй үйлдвэрлэлээс харьцангуй илүү байдаг.

Иймд шинэ үйлдвэрийн ган бүтээгдэхүүн нь ирээдүйд дотоодын зах зээл дээр асуудалгүй борлогддог байх нөхцөлийг төрөөс хууль, эрх зүйн зохицуулалтаар бодлогоор дэмжин бүрдүүлж өгөх зайлшгүй шаардлагатай байна. Түүнчлэн улсаас нэгдсэн бодлогоор шинэ гангийн үйлдвэрүүдийн төслийн тоог хязгаарлах, зохицуулах, хүчин чадлыг зөв төлөвлөх хэрэгтэй байна.

Төслийг хэрэгжүүлэхэд нийт 1.7-1.9 сая тн түүхий эд материал, бүтээгдэхүүнийг тээвэрлэх шаардлага үүснэ. Ийм хэмжээний ачаа эргэлтийг

одоогийн Дархан-2 өртөөний салаа төмөр замын хүчин чадал, вагон хангамж хангаж дийлэхгүй. Цогцолбор үйлдвэр байгуулахаар төлөвлөсөн газар нь уг салаа төмөр замын хүчин чадал, бусад аж ахуйн нэгжид газар олголт хийгдсэн, газар эзэмшлийн асуудал шийдэгдээгүй байгаа зэрэг асуудлаас болж үйлдвэр байгуулахад хүндрэлийг үүсгээд байна. Иймд төслийн төмөр зам, тээвэр ложистикийн асуудлыг Дархан-Уул аймагт баригдаж байгаа арьс ширний үйлдвэрийн цогцолбортой хамт шийдэх боломжийг судалж шийдвэрлэх шаардлагатай байна.

Мөн дээрх төмөр зам, тээвэр ложистикийн асуудлыг хэрхэн шийдвэрлэхээс шалтгаалсан газар эзэмшлийн эрхийг олгож төрөөс төслийг дэмжих шаардлагатай.

Ирээдүйн шинэ цогцолбор үйлдвэрт ажиллах нарийн мэргэжлийн инженер, техникийн ажилчид хөдөлмөрийн зах зээл дээр байхгүй байна. Иймд энэ асуудлыг одооноос анхаарч арга хэмжээ авах хэрэгтэй байна. Өөрөөр хэлбэл ирээдүйн шинэ үйлдвэрт шаардлагатай байгаа нарийн мэргэжлийн инженер, техникийн ажилчидыг бэлтгэхэд төрөөс бодлогоор дэмжлэг үзүүлэх хэрэгтэй байна. Энэ нь одоогийн үйлдвэрийн боловсон хүчинг гадаадад мэргэшүүлэх болон шинээр боловсон хүчинг системтэйгээр бэлтгэж эхлэх асуудал юм.

ДҮГНЭЛТ

Судалгааны ажлаас шууд ангижруулах технологиор гангийн үйлдвэрийн цогцолбор байгуулах тохиолдолд дараах дүгнэлтийг хийж байна. Үүнд:

1. Шууд ангижруулсан төмөр дэх Fe агуулга манай тохиолдолд ширэмээс бага;
2. Шууд ангижруулсан төмрийг заавал цахилгаан нуман зууханд хайлуулж ган үйлдвэрлэх тул цахилгааны чадлын эх үүсвэр, цахилгаан зарцуулалт өндөртэй;
3. Дээрх шалтгаанаар цахилгаан хангамжийн асуудлыг шийдэхэд хөрөнгө оруулалт өндөртэй, хугацаа алдах эрсдэлтэй;
4. Шууд ангижруулсан төмөр нь ширэмийг бодвол өртөг зардал илүү;
5. Төслийн нийт хөрөнгө оруулалтын зардал өндөр;

Иймд мини домен зуухны технологийг цаашид нарийвчлан судлаж энэ технологид суурилсан гангийн үйлдвэрийн цогцолборыг байгуулах нь зүйтэй гэж үзэж байна.

АШИГЛАСАН НОМ ЗОХИОЛ

- [1]. https://en.wikipedia.org/wiki/Ferrous_metallurgy
- [2]. https://en.wikipedia.org/wiki/Blast_furnace
- [3]. <https://www.haptic.ro/worlds-largest-blast-furnace/>
- [4]. <https://www.worldsteel.org/en>
- [5]. Thomas P. Battle, "Sustainability in ironmaking: The rise of direct reduction", Research and Development Technology Center Midrex Technologies Pineville, North Carolina 28134
- [6]. "Шууд ангижруулсан төмрийн үйлдвэрийн төсөл", Судалгаа хөгжлийн хэлтэс, "Дарханы Төмөрлөгийн Үйлдвэр" ХК, 2020
- [7]. "Мини домен зуухны үйлдвэрийн төсөл", Судалгаа хөгжлийн хэлтэс, "Дарханы Төмөрлөгийн Үйлдвэр" ХК, 2020

МУШГИА ХУДГИЙН ОРДЫН ГАЗРЫН ХОВОР ЭЛЕМЕНТИЙН ХҮДРИЙГ ФЛОТАЦИЙН АРГААР БАЯЖУУЛСАН ТУРШИЛТИЙН ҮР ДҮН

Д.Энхбат¹, Ч.Эрдэнэням², Ё.Мажигсүрэн³, Г.Зулзаяа⁴, Ч.Болормаа⁵
¹²³⁴⁵ШУТИС-ийн ГУУС-ийн Эрдэс боловсруулалт, инженерчлэлийн салбар
 Email: enkhbat@must.edu.mn

Хураангуй- Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд Мушгиа худгийн ГХЭ-ийн ордын хүдрийн төрлүүдийг судалж, Хүрэн хадны хүдрийн биетийн худгийн химийн ба эрдсийн найрлагыг тодорхойлж, улмаар баяжуулах туршилтын ажлыг гүйцэтгэсэн. Хүдрийн эрдсийн найрлагыг гэрлийн микроскоп, электрон микроскоп (SEM-EDX) болон рентген диффрактометр (XRD) ашиглан тодорхойлсон ба химийн найрлагыг XRF ба ICP-MS-ын аргаар SGS лабораторид тодорхойлуулж, ГХЭ-ийн хүдрийг баяжуулах лабораторийн туршилтыг ГУУС-ийн Ашигт малтмалын баяжуулалтын технологийн судалгааны лабораторит гүйцэтгэв.

ОРШИЛ

Газрын ховор элемент (ГХЭ) нь өндөр технологийн аж үйлдвэрийн үндсэн түүхий эд болдог ба дэлхийн хэмжээнд эрэлт хэрэгцээ нь улам бүр өсөн нэмэгдэж байна. Дэлхийн зах зээлд газрын ховор элементийн бастнезит, монацит ба ксенотим гэсэн 3 төрлийн баяжмалыг борлуулж байгаа бол Монгол оронд байдаг газрын ховор элементийн ордууд болох Халзан бүргэдэй, Мушгиа худаг, Хотгор болон Лугийн голын хувьд газрын ховор элемент агуулагч хүдрийн эрдсүүд нь өөр өөр байна. Жишээ нь Мушгай худгийн ордын голлох хүдрийн эрдэс нь апатит байгаа бол Халзан бүргэдэйн ордынх пироклор, циркон ба цирконий силикатууд, Хотгорын ордынх апатит ба бритолит, Лугийн голын ордынх паризит гэх мэт өөр өөр эрдсүүд байна. Энэхүү судалгаанд Мушгиа худаг ордын Хүрэн хадны хүдрийн биетээс авсан дээжид хийсэн туршилт судалгааны ажлын зарим үр дүнг тусгав.

СУДАЛГААНЫ АРГАЧЛАЛ

Мушгиа худгийн ордод геологийн эрэл хайгуулын ажлыг 1983-1984 онд, 1993-1999 онд, мөн 2007-2009 онд тус тус гүйцэтгэсэн байдаг. Тухайн ордод буй хүдрийн биетүүд болон хүдрийн төрлүүдийн талаар дэлгэрэнгүй мэдээлэл авах зорилгоор геологийн эрэл хайгуулын ажлын тайланг судлахад тус ордод Хүрэн хад, Төвийн бүс, Өндөр агуулгатай бүс, Төмөртэй гэсэн 4 гол хүдрийн биетийг олж тогтоосон байна. Судалгааны дээж авах зорилгоор тус ордод 2016-2017 онд хоёр

удаагийн хээрийн судалгааны ажил гүйцэтгэж хүдрийн шинжилгээний болон туршилтын дээж авсан [1].

Хүдрийн эрдсийн найрлагыг ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургуулийн лабораториудад гэрлийн микроскоп, электрон микроскоп (SEM-EDX) болон рентген диффрактометр (XRD) ашиглан тодорхойлсон ба химийн найрлагыг SGS лабораторид XRF ба ICP-MS-ын аргаар тодорхойлуулж, эдгээр шинжилгээний үр дүнд үндэслэж флотацийн туршилтыг гүйцэтгэв [1].

МУШГИА ХУДГИЙН ГХЭ-ИЙН ХҮДРИЙГ ФЛОТАЦИЙН АРГААР БАЯЖУУЛАХ ТЕХНОЛОГИЙН ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

Технологийн туршилт судалгаанд Өмнөговь аймгийн Мандал-Овоо суманд орших Мушгиа худаг ГХЭ-ийн ордын хүдрийн биетээс лабораторийн туршилт судалгааны ажил гүйцэтгэхээр 250 кг дээж сорьцлон сонгон авсан бөгөөд тухайн дээжний хамгийн бага ширхэглэл нь -20мм х 50мм бол хамгийн том нь 80мм х 120мм орчим хэмжээтэй байсан бөгөөд лабораторын хацарт бутлуурт бутлах учир -60мм хэмжээтэй болтол гар аргаар буталсан.

Сорьцлон авсан дээжээс петрографи, минераграфийн шинжилгээнд дээж сонгон авч дараа нь хүдэр бэлтгэх болон баяжуулах технологийн туршилт судалгааны ажлыг эхлүүлсэн болно.

Хүрэн хад хүдрийн биетийн дээжийг -15мм хүртэл хацарт бутлуураар бутлан дундажлан хольж, джонсон хуваагчаар багасгаж, нэг хэсгийг нь нөөцөнд, нөгөө хэсгийг нь туршилтад бэлтгэх зорилгоор дахин хацарт бутлуурт гарах амсарыг нь багасган -2.36мм хүртэл буталж цаашид дахин хольж хуваан багасгах замаар эрдсийн химийн болон технологийн туршилт судалгаанд төлөөлөх чадвартай дээжийг сорьцлон авсан.

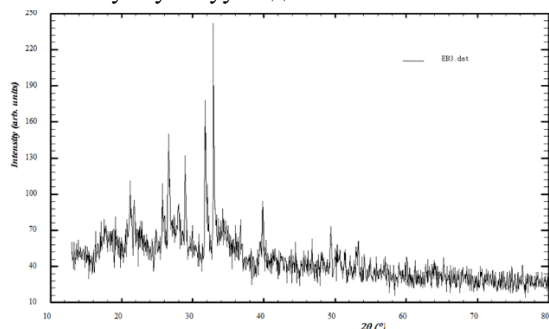
Эрдсийн химийн болон элементийн шинжилгээнд Хүрэн хад хүдрийн биетийн апатит-магнетитийн хүдрийн үндсэн болон дагалдах элементийн агуулгыг тодорхойлох зорилгоор олон улсад хүлээн зөвшөөрөгдсөн SGS лаборатори болон ШУТИС, ХШУС-ийн лабораторид шинжилгээг хийлгэсэн бөгөөд үр дүнг хүснэгтээр үзүүлэв.

1-р хүснэгт

Эрдсийн химийн шинжилгээний үр дүн (XRF)

Дээжний нэр	Агуулга, %								
	Al ₂ O ₃	As ₂ O ₃	BaO	CaO	Cr ₂ O ₃	CuO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO
Апатит-магнетитийн хүдэр	<0.01	0.01	0.02	25.24	<0.01	0.03	20.9	0.02	0.04
	Mn ₃ O ₄	Na ₂ O	P ₂ O ₅	PbO	SiO ₂	SO ₃	TiO ₂	V ₂ O ₅	ZnO
	0.06	0.24	16.56	<0.01	20.19	2.05	0.02	<0.01	0.08

Шинжилгээний үр дүнгээс үзэхэд анхдагч хүдэрт P_2O_5 16.56%, Fe_2O_3 20.9%, SiO_2 20.19%, CaO 25.24 % тус тус агуулагдаж байна.



1-р зураг: Апатит-магнетитийн хүдрийн XRD рентген дифрактометрийн тоон шинжилгээний үр дүн

Хүрэн хад хүдрийн биетийн дээжинд ГХЭ-ийн болон бусад ямар эрдэс зонхилж байгааг рентген дифрактометрийн (XRD) тоон шинжилгээгээр тодорхойлоход апатит $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ 60.71%, гётит $FeO(OH)$ 10.71%, кварц SiO_2 9.05% зэрэг эрдсүүд зонхилж, бага хэмжээгээр хээрийн жонш $Na[AlSi_3O_8]$, магнетит Fe_3O_4 , анортит $Ca(Al_2Si_2O_8)$ зэрэг эрдсүүд агуулагдаж байгаа нь шинжилгээний үр дүнгээс харагдаж байна.

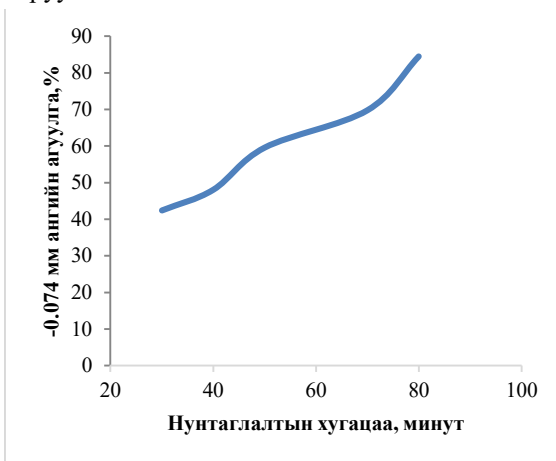
Хүдрийн эрдсийн болон элементийн шинжилгээний үр дүнгээс үзэхэд Хүрэн хадны хүдэр нь апатит болон төмрийн эрдэстэй хам ургал үүсгэж тогтсон бөгөөд магнетит эрдэс нь гадуураа исэлдэлд орж төмрийн исэл буюу гётитэд хувиран хамт агуулагдаж байна. Төмрийн эрдэс нь голчлон апатит хоорондын завсар зайг дүүргэж үүссэн байх ба зарим магнетитын мөхлөгт апатитын жижиг талстууд агуулагдаж байна.

Дээжинд хийсэн минералоги болон химийн шинжилгээний үр дүнд үндэслэн доорх баяжуулах технологийн сонголтыг хийж, туршилтыг гүйцэтгэв.

ХҮДРИЙН НУНТАГЛАГДАХ ЧАНАРЫГ ТОДОРХОЙЛОХ ТУРШИЛТ

Мушгиа худаг ордын Хүрэн хад хүдрийн биетийн нунтаглах чанарыг тодорхойлох туршилтын ажлыг явуулахдаа -2.36 мм хүртэл буталж, бэлтгэсэн дээжнээс джонсон хуваагчаар хуваан тус бүр 1кг дээж таслан авч лабораторийн

бөмбөлөгт тээрэм (40 МЛ) ашиглан нунтаглалтыг гүйцэтгэв. Дээж нунтаглах хугацааг 30-80 минут хүртэл, 10 минутын давтамжтайгаар нунтагласан бөгөөд хатуу, шингэн, бөмбөлөгний харьцааг 1х1х3 байхаар тогтмол нөхцөлөөр туршилтыг явуулсан. Нунтаглалтын хугацаа болон -0.074 мм ангийн агуулгын хамаарлыг дараах графикт харуулав.



2-р зураг: Нунтаглалтын хугацаа болон -0.074мм ангийн гарцын хамаарал

Нунтаглагдах чанарыг тодорхойлох туршилтанд нунтагласан дээжнээс -0.074 мм ангийн агуулгыг 60%, 70%, 84% үед тус бүр ижил нөхцөл, технологийн горимын дагуу флотациар баяжуулах туршилтын ажлыг гүйцэтгэв.

Флотацийн нөхцөл:

- Булингын температур: 20-23°C
- Булингын орчин: pH=9-9.3
- Флотацийн хугацаа: 5 минут
- Урвалж хутгах хугацаа: 2 минут
- Импелерийн эргэлт: 2000 эрг/мин

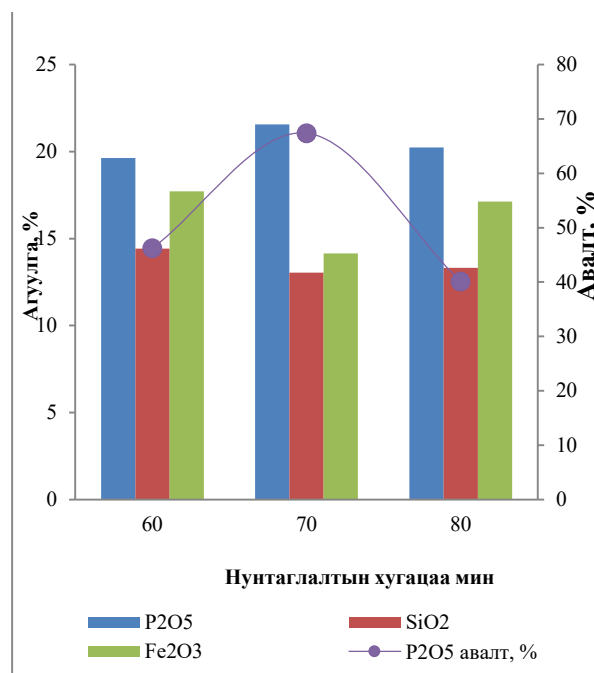
Урвалжийн горим:

- Цуглуулагч: Техникийн тосны хүчил-1000 гр/тн
- Дарагч: Шингэн шил- 500 гр/тн
- Дарагч: Крахмал- 500 гр/тн
- Орчин тохируулагч: Техникийн сод

2-р хүснэгт

Нунтаглагдах чанарыг тодорхойлох туршилтын үр дүн

-0.074 мм ангийн агуулга, %	Бүтээгдэхүүн	Гарц	Агуулга, %			Авалт, %		
		%	P_2O_5	SiO_2	Fe_2O_3	P_2O_5	SiO_2	Fe_2O_3
60 /нэмэлт МИБК/	Баяжмал	38.99	19.62	14.43	17.72	46.20	27.86	33.05
	Хаягдал	61.01	14.60	23.87	22.93	53.80	72.14	66.95
	Анхдагч	100	16.56	20.19	20.90	100	100	100
70	Баяжмал	51.73	21.56	13.04	14.14	67.35	33.41	35.00
	Хаягдал	48.27	11.20	27.85	28.14	32.65	66.59	65.00
	Анхдагч	100	16.56	20.19	20.90	100	100	100
84	Баяжмал	32.80	20.23	13.32	17.12	40.07	21.64	26.87
	Хаягдал	67.20	14.76	23.54	22.74	59.93	78.36	73.13
	Анхдагч	100	16.56	20.19	20.90	100	100	100



3-р зураг: Нунтаглалтын хугацаанаас хамаарсан үзүүлэлтүүд

Туршилтын үр дүнгээс харахад нунтагласан бүтээгдэхүүн дэх -0.074 мм ангийн агуулга 60% үед баяжмалын гарц 38.99%, P₂O₅-19.62%, SiO₂-14.43%, Fe₂O₃-17.72%, P₂O₅ авалт 46.20%; -0.074мм ангийн агуулга 70% үед баяжмалын гарц 51.73%, P₂O₅-21.56%, SiO₂-13.04%, Fe₂O₃-14.14%, P₂O₅ авалт 67.35%; -0.074мм ангийн агуулга 84% үед баяжмалын гарц 32.80%, P₂O₅-20.23%, SiO₂-13.32%, Fe₂O₃-17.12%, P₂O₅ авалт-40.07% байна.

Гүйцээн баяжуулах туршилтын ажлыг үндсэн, 3 шатны цэвэрлэгээний флотаци, 1 шатны хяналтын флотацийн задгай схемээр явуулсан бөгөөд цэвэрлэгээний флотацид цуглуулагч урвалж нэмж өгөөгүй. Флотацийн туршилтын схемийг 4-р зурагт үзүүлэв.

Үндсэн флотаци

Флотацийн нөхцөл:

- Булингын температур 20-23°C
- Булингын орчин pH=9-9.3
- Флотаций хугацаа 5 минут
- Урвалж хутгах хугацаа 2 минут
- Имелерийн эргэлт: 2000 эрг/мин

Урвалжийн горим:

- Цуглуулагч – Техникийн тосны хүчил 1500 гр/тн
- Дарагч: Шингэн шил- 500 гр/тн
- Дарагч: Крахмал- 500 гр/тн
- Орчин тохируулагч- Техникийн сод

Цэвэрлэгээний флотаци-1

Флотацийн нөхцөл:

- Булингын температур 20-23°C
- Булингын орчин pH=9-9.3
- Флотаций хугацаа 4 минут
- Урвалж хутгах хугацаа 2 миунт
- Имелерийн эргэлт: 1700 эрг/мин

Урвалжийн горим:

- Дарагч: Шингэн шил- 250 гр/тн
- Дарагч: Крахмал- 250 гр/тн
- Орчин тохируулагч- Техникийн сод

Цэвэрлэгээний флотаци-2

Флотацийн нөхцөл:

- Булингын температур 20-23°C
- Булингын орчин pH=9-9.3
- Флотаций хугацаа 4 минут
- Урвалж хутгах хугацаа 2 миунт
- Имелерийн эргэлт: 1700 эрг/мин

Урвалжийн горим:

- Дарагч: Шингэн шил- 250 гр/тн
- Дарагч: Крахмал- 250 гр/тн
- Орчин тохируулагч- Техникийн сод

Цэвэрлэгээний флотаци-3

Флотацийн нөхцөл:

- Булингын температур 20-23°C
- Булингын орчин pH=9-9.3
- Флотаций хугацаа 4 минут
- Урвалж хутгах хугацаа 2 миунт
- Имелерийн эргэлт: 1700 эрг/мин

Урвалжийн горим:

- Дарагч: Шингэн шил- 250 гр/тн
- Дарагч: Крахмал- 250 гр/тн
- Орчин тохируулагч- Техникийн сод

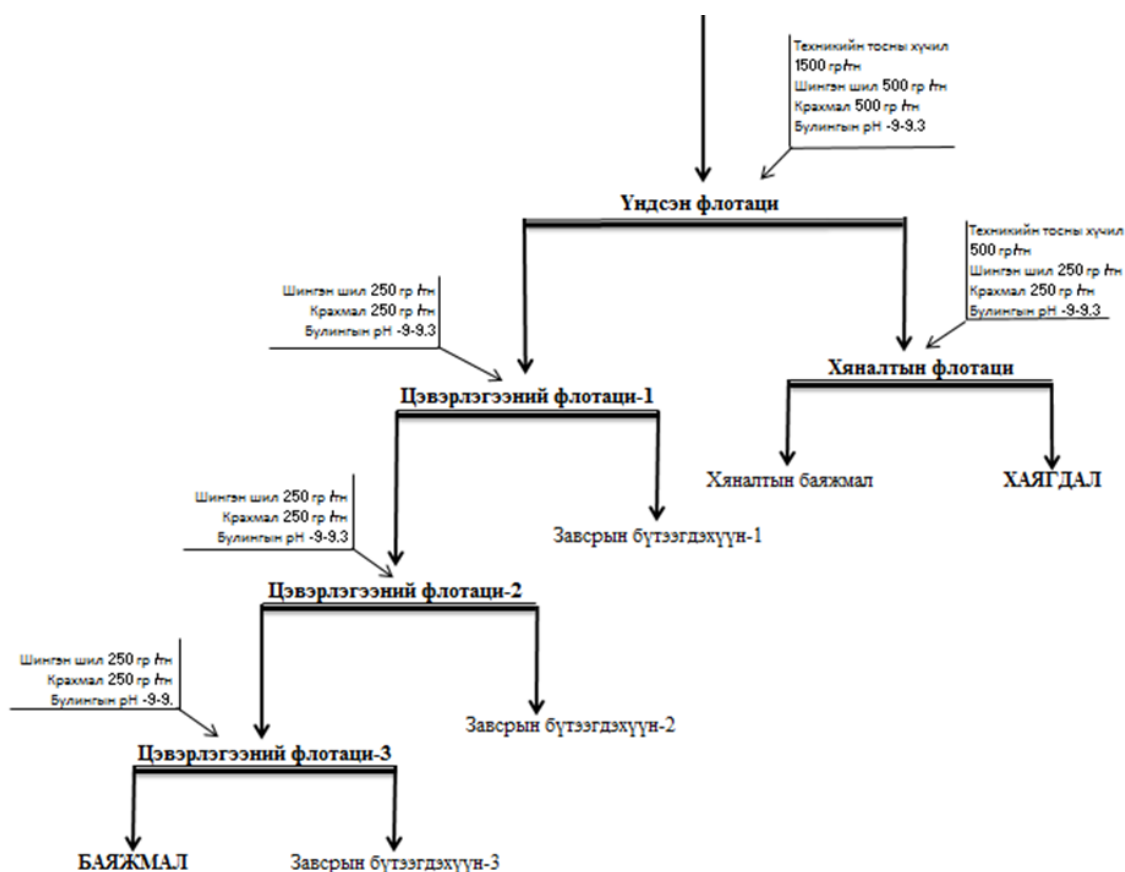
Хяналтын флотаци

Флотацийн нөхцөл:

- Булингын температур 20-23°C
- Булингын орчин pH=9-9.3
- Флотаций хугацаа 4 минут
- Урвалж хутгах хугацаа 2 минут
- Имелерийн эргэлт: 1700 эрг/мин

Урвалжийн горим:

- Цуглуулагч – Техникийн тосны хүчил -500 гр/тн
- Дарагч: Шингэн шил- 250 гр/тн
- Дарагч: Крахмал- 250 гр/тн
- Орчин тохируулагч- Техникийн сод



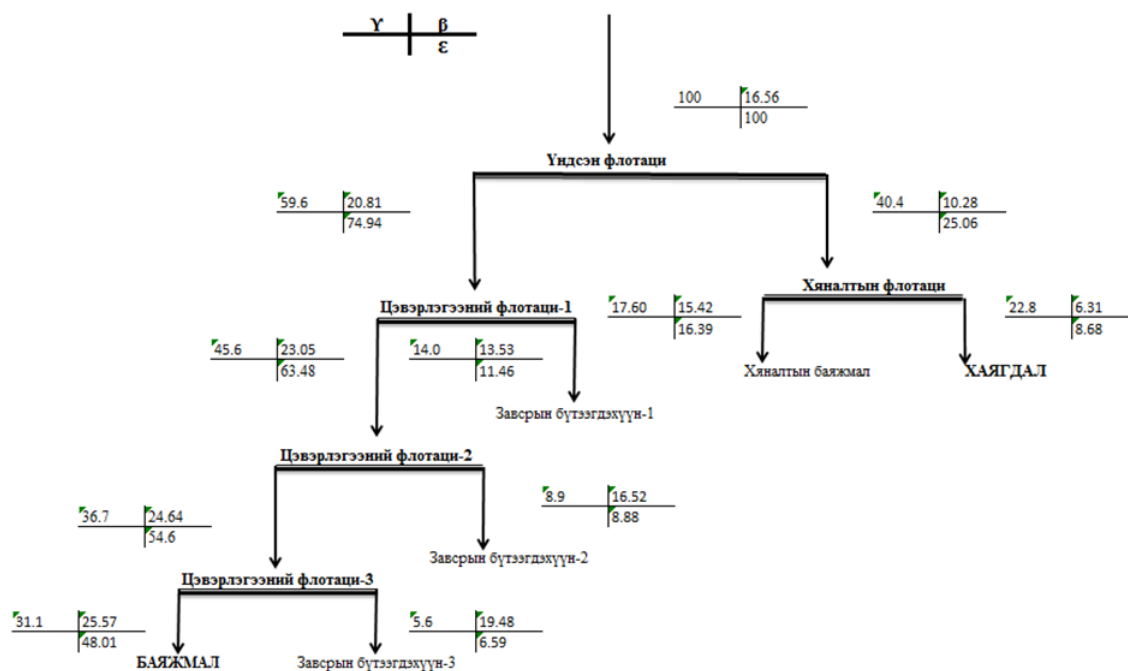
4-р зураг: 3 шатны цэвэрлэгээтэй гүйцээн баяжуулах туршилтын схем

3-р хүснэгт

3 шатны цэвэрлэгээтэй гүйцээн баяжуулах туршилтын үр дүн

Бүтээгдэхүүн	Гарц	Агуулга, %			Авалт, %		
	%	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	SiO ₂
Баяжмал	31.1	25.57	6.74	8.54	48.01	9.70	13.37
Завсрын бүтээгдэхүүн-3	5.6	19.48	18.07	14.05	6.59	4.69	3.96
Завсрын бүтээгдэхүүн-2	8.9	16.52	22.21	18.03	8.88	9.16	8.09
Завсрын бүтээгдэхүүн -1	14.0	13.53	26.88	22.69	11.46	17.46	16.03
Хяналтын баяжмал	17.6	15.42	23.22	21.25	16.39	18.92	18.84
Хаягдал	22.8	6.31	37.99	34.62	8.68	40.6	39.71
Анхдагч хүдэр	100	16.56	21.59	19.85	100	100	100

Туршилтын үр дүнд баяжмалын гарц 31.1%, P₂O₅-25.57 %, SiO₂-8.54%, Fe₂O₃-6.74%, металл авалт-48.01%, завсрын бүтээгдэхүүн 3-ийн гарц 5.6%, P₂O₅-19.48 %, SiO₂-14.05%, Fe₂O₃-18.07%, завсрын бүтээгдэхүүн 2-ийн гарц 8.9%, P₂O₅-16.52%, SiO₂-18.03%, Fe₂O₃-22.21%, завсрын бүтээгдэхүүн-1-ийн гарц 14%, P₂O₅-13.53%, SiO₂-22.69%, Fe₂O₃-26.88%, хяналтын баяжмалын гарц 17.6%, P₂O₅-15.42 %, SiO₂-21.25%, Fe₂O₃-23.22%, хаягдлын гарц 22.8%, P₂O₅-6.31 %, SiO₂-34.62%, Fe₂O₃-37.99% агуулагдаж байна.



5-р зураг: 3 шатны цэвэрлэгээтэй гүйцээн баяжуулах туршилтын тоо-чанарын схем

ДҮГНЭЛТ

1. Мушгиа худгийн ГХЭ-ийн гол хүдрийн эрдэс нь апатит ба өндөр агуулгатай хүдрийн бүсэд монацит үүссэн байна.
2. Судалгаа хийсэн дээж хүчтэй исэлдсэн байгаа нь XRD-ийн шинжилгээнээс харагдаж байна. Иймээс ордын гадаргын хэсэгт төмрийн исэл нь гётит хэлбэрээр байгаа ба гүн рүүгээ буюу хувиралд бага орсон хэсэгтэй магнетит хэлбэрээр байх магадлалтай.
3. Туршилтын үр дүнгээс нунтаглалтын 70 минут гүйцэтгэхэд буюу нунтаглалтын зэрэг нь -0.074 мм ангийн агуулга 70% байхад сулралын зэрэг хамгийн өндөр байгаа нь харагдаж байна.
4. Баяжуулалтын технологийн туршилтыг гравитаци, соронзон болон флотацийн аргаар гүйцэтгэхэд хамгийн сайн үр дүнг флотацийн туршилтууд үзүүлэв.
5. Флотацийн туршилтыг үндсэн флотаци болон гурван шатны цэвэрлэгээний флотацитай гүйцэтгэхэд 16.56%-ийн P2O5-н агуулгатай анхдагч хүдрээс 25.57%-ийн агуулгатай баяжмал гарган авсан ба апатит-д агуулагдаж байгаа ГХЭ-ийн нийлбэр ислийн агуулгыг ашиглан тооцож үзвэл, ойролцоогоор 15%-ийн ГХЭ-ийн нийлбэр ислийн агуулгатай баяжмал гаргаж авах боломж харагдаж байна.

АШИГЛАСАН НОМ, ХЭВЛЭЛ

- [1]. Д.Энхбат, Ё.Мажигсүрэн, Ч.Эрдэнэням, Г.Зулзаяа, С.Чойжилсүрэн (2018): “Мушгиа худгийн ордын ГХЭ-ийн хүдрийн технологийн минералогийн судалгааны зарим үр дүн”, Уул уурхайн салбарын эрдэм шинжилгээний 46-р бага хурал

**ГУРАВ. УУРХАЙН
ЦАХИЛГААНЖУУЛАЛТ,
МЕХАНИКЖУУЛАЛТ**

СБШ-250МНА-32 ӨРМИЙН МАШИНЫ КОМПРЕССОРЫН ХӨДӨЛГҮҮРИЙН ХУУРМАГ ЧАДЛЫГ НӨХӨХ БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА

Доктор (Ph.D) профессор Б.Эрдэнэцэцэг¹, магистр Н.Баяржаргал²
ШУТИС, ГУУС, Эрдсийн боловсруулалт инженерчлэлийн салбар

Хураангуй: СБШ-250МНА-32 маркийн өрмийн машины компрессорын хөдөлгүүрийн хуурмаг чадлыг нөхөхийн тулд конденсаторын төхөөрөмж ашиглах боломж, түүний эдийн засгийн үр ашгийн тооцоо.

Түлхүүр үг: Хуурмаг чадлын компенсаци, конденсаторын батарей.

I. ОРШИЛ

Нүүрсний болон хүдрийн ил уурхайд өрөмдлөгийн ажлыг ОХУ-д үйлдвэрлэгдсэн СБШ-250МНА-32 маркийн өрмийн машинаар гүйцэтгэж ирсэн бөгөөд жилд өрөмдөх цооногийн уртааш метр, уурхайн хүчин чадал, тэсэлгээ хийх уулын цулын хэмжээ жилээс жилд өсөх хандлагатай байна. СБШ өрмийн машины суурилагдсан чадал 390 кВт эдгээрээс үндсэн том хөдөлгүүрүүд нь 60 кВт тогтмол гүйдлийн хөдөлгүүр, 200 кВт компрессорын хөдөлгүүр, 22кВт-ын 2 явахын хөдөлгүүр болон бусад туслах цахилгаан тоног төхөөрөмжүүдээс бүрдэнэ. Уурхайн 6000В дотоод хангамжийн сүлжээнээс ПКТП -630-6/0.4-р дамжин 380В хүртэл бууруулж КГЗх70+1х25 ын хоёр зэрэгцээ кабелиар СБШ-250МНА-32 өрмийн машин тэжээгдэнэ. 200 кВт компрессорын хөдөлгүүрийг шууд асаалт хийхэд асаалтын гүйдэл өндөр, хэвийн ажлын горимд хуурмаг чадал ихээхэн хувийг хэрэглэдэг нь тодорхой юм. Идэвхтэй болон хуурмаг чадлыг нийтэд нь тооцож эрчим хүч хэрэглээний тооцоог хийдэг тул хуурмаг чадлыг багасгах зайлшгүй шаардлага тулгарч байна.

II. ХУУРМАГ ЧАДЛЫГ НӨХӨХ ҮНДЭСЛЭЛ

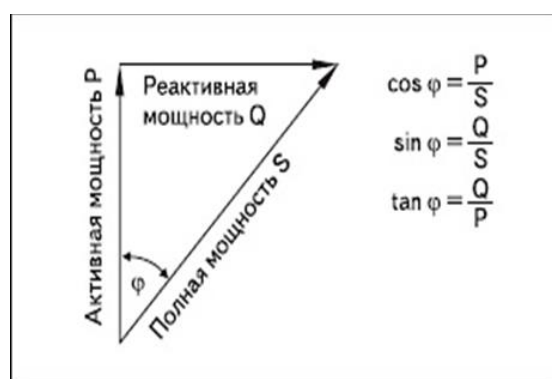
Ихэнх цахилгаан төхөөрөмж нь ажлын хэвийн горимоо хангахын тулд идэвхтэй чадалтай зэрэгцээ хуурмаг чадлыг хэрэглэдэг. Идэвхтэй энерги нь механик, дулааны ба бусад ашигтай энергид хувирдаг. Хуурмаг энерги нь ашигтай ажил гүйцэтгэхэд холбоогүй харин зөвхөн цахилгаан соронзон орон бий болгоход зарцуулагддаг. Хуурмаг гүйдэл нь цахилгаан дамжуулах шугамыг нэмэлт ачааллаж, кабель ба дамжуулагчийн хөндлөн огтлолыг ихэсгэж, гадаад ба дотоод талбарын сүлжээний хөрөнгө оруулалтыг нэмэгдүүлдэг.

Сүлжээнээс хэрэглэж байгаа хуурмаг чадлыг бууруулах хамгийн хүчтэй ба үр ашигтай арга бол хуурмаг чадлыг нөхөх конденсаторын төхөөрөмжийг хэрэглэх явдал юм.

Конденсаторын төхөөрөмжийг Зураг 1-г үзүүлэв.

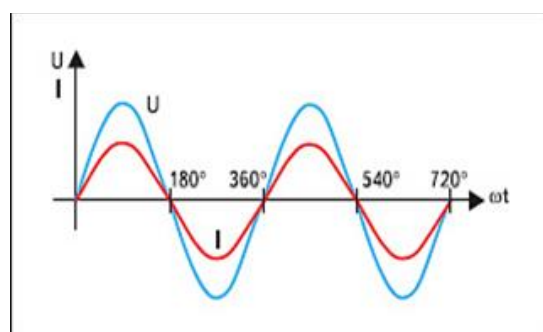


Зураг 1. Конденсаторын төхөөрөмж

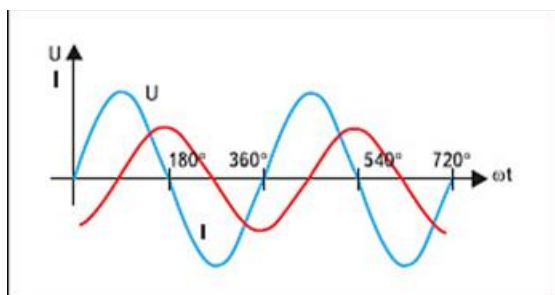


Зураг 2. Чадлын гурвалжин

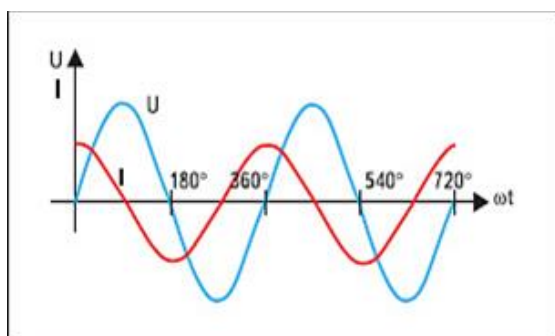
Идэвхтэй, хуурмаг, багтаамжийн ачаалал нь дараах Зураг 3, 4, 5 –д үзүүлснээр синусиодын хуулиар явагддаг.



Зураг 3. Идэвхтэй ачаалал



Зураг 4. Хуурмаг ачаалал



Зураг 5. Багтаамжийн ачаалал

Конденсаторын төхөөрөмжийг автоматжуулах шаардлагатай. Үүнд:

1. Чадлын коэффициент $\cos \varphi$ -ийн утгыг зохих өгөгдлөөр хянаж засварлах ба сүлжээнд байгаа хуурмаг чадлыг автоматаар өөрчлөх;
2. Сүлжээнд байгаа хуурмаг чадлын үйлдвэрлэлийг зайлуулах;
3. Сүлжээндэх хэт хүчдэлийн үзүүлэлтийг зайлуулах өөрөөр хэлбэл тохируулагддаггүй конденсаторын төхөөрөмж ашиглах үед боломжтой хэт нөхөлтгүй байх;
4. Конденсаторын төхөөрөмжийн бүх элементүүдийн ажил ба ашиглалтын горим хянагддаг байх;
5. Конденсаторын төхөөрөмжид аварийн таслалтын системийг урьдчилан авч үзсэн байх ба үйлчилж байгаа хүмүүст урьдчилан сэрэмжлүүлдэг байх;
6. Конденсаторын төхөөрөмжийн хөргөлт эсвэл албадан халаалтыг автоматаар залгах боломжтой.

Хуурмаг чадлыг нөхөхийн тулд конденсаторын төхөөрөмж ашиглах давуу тал нь:

1. Идэвхтэй чадлын хувийн алдагдал бага (Орчин үеийн косинусын конденсаторуудын хувийн алдагдал 1 [кВАр]-т 0,5 [Вт]-с ихгүй байдаг).
2. Эргэлдэх хэсэг байхгүй.

3. Ашиглалт ба угсралт энгийн (суурилуулалт хялбар).
4. Хөрөнгө оруулалт харьцангуй өндөр биш.
5. Практикт дурын шаардлагатай чадлыг сонгож авах боломжтой.
6. Төхөөрөмжийг сүлжээний дурын цэгт холбох боломжтой.
7. Ажиллах хугацаанд шуугиан байхгүй.
8. Ашиглалтын зардал их биш.

Конденсаторын төхөөрөмжөөр дараах асуудлуудыг шийдвэрлэх боломжтой. Үүнд:

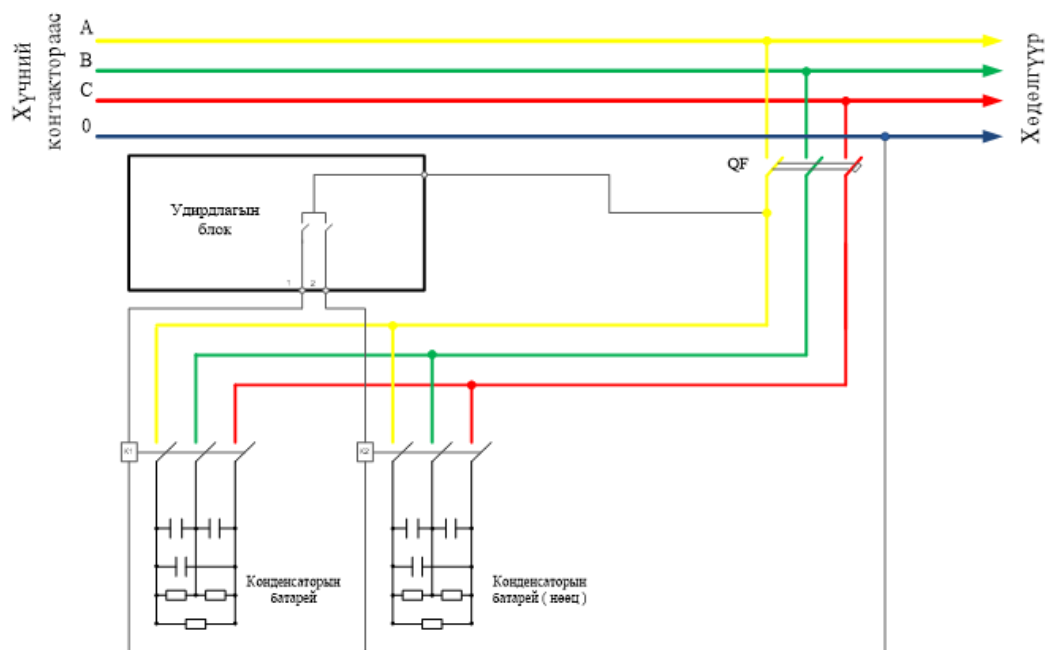
1. Конденсаторын төхөөрөмжийн хуурмаг энергийн тоолуурын эргэлтийг удаашруулахын тулд ашиглах ба үйлдвэрлэл дээр үүсэж байгаа бусад асуудлуудыг шийдвэрлэхийн тулд хэрэглэх боломжтой.
2. Хүчний трансформаторуудын ачааллыг бууруулах (хуурмаг чадлын хэрэглээ буурах үед бүрэн чадлын хэрэглээ багасдаг)
3. Бага хөндлөн огтлолтой кабелиар ачааллын тэжээлийг хангадаг (тусгаарлагчийн халалт зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс ихгүй) тэжээлийн кабель ба хүчний трансформаторуудын гүйдлийн ачааллыг хэсэгчлэн буулгах замаар нэмэлт ачаалал холбох
4. Хөдөлгүүрийн ажил ба асаалтыг хөнгөвчлөх

III. СБШ-250МНА-32 МАРКИЙН ӨРМИЙН МАШИНЫ КОМПРЕССОРЫН ХӨДӨЛГҮҮРИЙН ХУУРМАГ ЧАДЛЫГ НӨХӨХИЙН ТУЛД КОНДЕНСАТОРЫН ТӨХӨӨРӨМЖ АШИГЛАХ НЬ

Өрмийн машин сүлжээнд хуурмаг чадлыг нөхөхийн тулд конденсаторын батарей хэрэглэж тохируулагддаг тиристорын хөтлүүртэй эргэлдүүр ба ерөнхий компрессорын асинхрон хөдөлгүүрийн бүрэн бус ачаалалтай байсны үр дүнд үүсэж байгаа хуурмаг чадлын нөлөөмжийн шинж чанарыг нөхөхөд хэрэглэдэг.

СБШ-250МНА-32 өрмийн машины ажиллаж байгаа компрессорын $\cos \varphi$ -г хэмжихэд 0,68 байна. Иймээс 30 гаруй хувь нь хуурмаг чадал дээр зарцуулагдаж байна. Үүнээс болж кабелиар өнгөрч байгаа нийт гүйдэл 30%-иас илүү нэмэгдсэнээс хоёр зэрэгцээ кабель хэрэглэж байна. Энэ төхөөрөмжийн ачаар хосолсон кабелийн оронд нэг кабелийг ашиглах боломжтой ба тооцоогоор цахилгаан эрчим хүчний сарын дундаж зарцуулалтын зардал 20-25%-иар бууруулж болохыг гадны туршлага харуулж байна. Конденсаторын төхөөрөмжийн холболтын бүтцийн схемийг зурагт 6-д үзүүлэв.

Бүтцийн схем

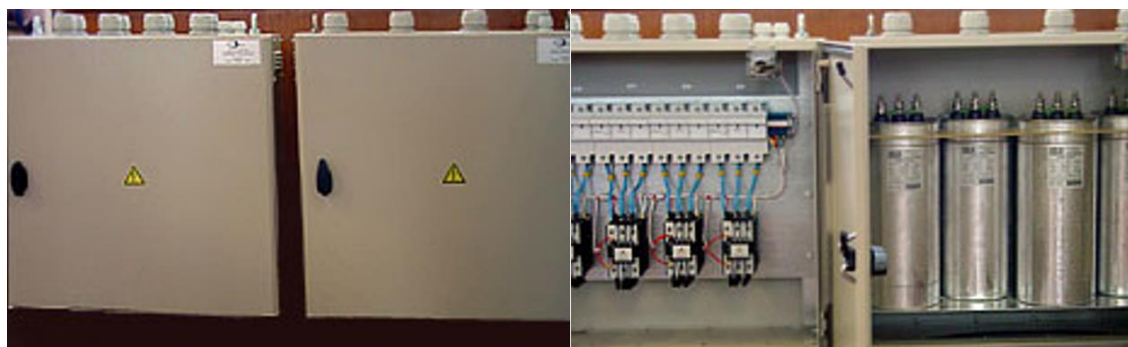


Зураг 6. Конденсаторын төхөөрөмжийн холболтын бүтцийн схем

Конденсаторын төхөөрөмж сонгоход анхаарах зүйл нь:

1. Конденсаторуудыг хүчдэлээр нь нөөцтэй сонгоно.
2. Төхөөрөмжинд ашиглагдаж байгаа конденсаторууд хуурай хийцтэй.
3. Маш бага тусгаарлагчийн алдагдалтай.
4. Багтаамжинд дүүргэсэн элементүүд нь хоргүй, экологид хор нөлөөгүй органик массаар бат бөх хийгдсэн.

5. Конденсатор гаднах сав нь гадны даралтанд дэлбэрэхээс хамаалагдсан аюулгүй таслалтаар хангагдсан.
6. Конденсаторууд нь гурван цэнэг шавхах эсэргүүцлээр тоноглогдсон.
7. Конденсаторууд IP54 хамгаалалтын түвшинтэй байх ба чичиргээтэй нөхцөлд зориулж бүтээгдсэн.
8. Хүчдэлээр 10% хүртэл, гүйдлээр 30% хүртэл хэт ачааллахыг зөвшөөрдөг.



Зураг 7. Конденсаторын батарейн хэлбэр



Зураг 8. Компрессорын асинхрон хөдөлгүүр



Зураг 9. СБШ-250МНА-32 өрмийн машины тэжээлийн оруулга

Судалгааны ажлын эдийн засгийн үр ашгийн тооцоог цахилгаан эрчим хүч хэмнэлтийн үр ашиг, материалын хэмнэлт гэсэн хоёр аргаар тооцоов.

“Эрдэнэт үйлдвэр” ХХК-ийн хүдрийн ил уурхайд одоогоор таван СБШ-250МНА-32 маркийн өрмийн машин ашиглагдаж байна. Конденсаторын төхөөрөмж ашиглах тооцоогоор цахилгаан эрчим хүчний сарын дундаж зарцуулалтын зардал 20-25%-иар бууруулж болохыг харуулж байгаа.

Цахилгаан эрчим хүчний сарын нийт зарцуулалт 5500000,08 төг байна. (2019 оны ил уурхайн ажлын үзүүлэлтээс авлаа).

Конденсаторын төхөөрөмж ашиглалтанд оруулсны дараа нэг СБШ-250МНА-32 маркийн өрмийн машины сарын хэмнэлт нь:

$$N = W \times 25\% = 5500000 \times 0,25 = 1375000 \text{ [Төг]}.$$

Энд:

W - цахилгаан энергийн зарцуулалтын сарын зардал [Төг].

Төхөөрөмжийг нэвтрүүлсний дараах СБШ-250МНА-32 маркийн өрмийн машины цахилгаан эрчим хүчний хэмнэлт нь:

$$\Delta_{\phi 1} = 12 * n * N = 12 * 5 * 1375000 = 82500000 \text{ [Төг]}.$$

Энд:

n - өрмийн машины тоо [ш].

N - цахилгаан эрчим хүчний хэмнэлтийн зардал [төг].

Материал хэмнэлтийн тооцоогоор СБШ-250МНА-32 өрмийн машин урт нь дундажаар 250м, КГ 3 * 70 + 1 * 25 ын хоёр зэрэгцээ кабелиар тэжээгддэг. Дээрх санал болгож буй төхөөрөмжийг ашигласнаар тэжээлийн кабелийн хөндлөн огтлолыг багасгаж КГ 3 * 95 + 1 * 35 маркийн нэг кабелиар тэжээх боломжтой болж байна.

КГ 3 * 95 + 1 * 35 кабелиар дамжуулснаар цахилгаан эрчим хүчийг дамжуулсанаар $K_{a3} = K_{a1} - K_{a2} = 30050000 - 18500000 = 11550000$ төгрөгийн материалын хэмнэлт гарч байна.

Эндээс энэхүү конденсаторын төхөөрөмжийг нэвтрүүлсний дараах үр ашгийг тооцвол:

$$\Delta_{\phi 2} = \Delta_{\phi 1} + K_{a3} - K = 82500000 + 11550000 - 5800000 = 88250000 \text{ [Төг]}.$$

Энд:

K - Тоног төхөөрөмжийн үнэ. [төг].

ДҮГНЭЛТ

СБШ-250-МНА-32 маркийн өрмийн машины компрессорын хөдөлгүүрийн хуурмаг чадлыг нөхөх конденсаторын батареи тавьснаар:

1. Хүчний трансформаторуудын ачаалал буурна (хуурмаг чадлын хэрэглээ буурах үед бүрэн чадлын хэрэглээ багасдаг).
2. Хөдөлгүүрийн ажил ба асаалтыг хөнгөвчилнө.
3. Цахилгаан эрчим хүчний зарцуулалт 20-25% буурна.
4. Тэжээлийн кабелийн хөндлөн огтлолыг багасгаж нэг кабелиар тэжээх зэрэг олон асуудлыг шийдвэрлэх боломж байна.

Үүнээс гадна тоног төхөөрөмжийн ажиллагааны горимыг сайжруулахад чиглэгдсэн шинэ техник технологийг нэвтрүүлэх (жишээ нь: компрессор, явахын хөдөлгүүрүүдийг зөөлөн асаах төхөөрөмжтэй болгох), гэх мэт асуудлуудыг шийдсэнээр СБШ-250МНА-32 маркийн өрмийн машины эрчим хүчний хэрэглээ багасч, тоног төхөөрөмжийн найдвартай ажиллагаа сайжирч, ажлын бүтээмж дээшлэх боломжтой юм.

АШИГЛАСАН МАТЕРАЛЫН ЖАГСААЛТ

- [1]. Юшков, А. (2016). "Компенсации реактивной мощности". Компоненты и технологии.
- [2]. Инженерийн лавлах "9", 5 (2013, 2019).
- [3]. Ч.Авдай, Д.Энхтуяа "Судалгаа шинжилгээний ажил гүйцэтгэх арга зүй" (2010)
- [4]. Матлаб программ
- [5]. Б.Хээрийнбаатар "Уурхайн цахилгаан төхөөрөмжийн ашиглалтын судалгаа" (2013)

УУЛ УУРХАЙН САЛБАР ДАХЬ ХӨДӨЛМӨРИЙН АЮУЛГҮЙ БАЙДЛЫН МЭДЭЭЛЛИЙН БААЗЫГ БУЙ БОЛГОХ НЬ

Доктор (Ph.D) профессор Б.Эрдэнэцэцэг¹, магистр Б.Гантулга
ШУТИС, ГУУС, Эрдсийн боловсруулалт инженерчлэлийн салбар
ШУТИС, ГУУС, Эрдсийн боловсруулалт инженерчлэлийн салбар

Хураангуй- Тус ажлаар уурхайн хөдөлмөрийн аюулгүй байдал эрүүл ахуйтай холбоотой мэдээллийн баазыг программ хангамжийн тусламжтайгаар боловсруулах, мэдээллийн баазад тулгуурлан хэрхэн үйлдвэрлэлийн ослоос урьдчилан сэргийлэх талаарх өргөн хүрээний дүн шинжилгээ гарган авах явдалд энэхүү ажлын зорилго оршино.

Түлхүүр үг- ХАБ, Мэдээллийн бааз, Программ хангамж, Осолд дөхсөн тохиолдол, Үйлдвэрлэлийн Осол

I.ОРШИЛ

Уул уурхайн салбарын нэн түрүүний асуудлууд дунд хөдөлмөрийн аюулгүй байдал(ХАБ) -ын асуудал их яригдах болсон. ХАБ-ын үндсэн ухагдахуун нь осол, түүнийг арилгах, тэглэх, ослоос урьдчилан сэргийлэх явдал юм. Ослыг судлан бүртгэж мэдээллийн үндсэн баазыг бүрдүүлэх нь цаашид ослоос урьдчилан сэргийлэх, гарсан ослыг арилгахад үндсэн суурь болон хэрэглэгдэх юм. Осол гарсан тохиолдолд анхаарлаа хандуулах бус харин осол гарахаас урьдчилан сэргийлэх асуудалд анхаарлаа хандуулдаг байх шаардлагатай. Ажилчдад ХАБ-ын талаарх ойлголтыг сайн хүргэж орчин үеийн техник хэрэгсэлтэй байхад ослын гаралтыг бууруулж аюулгүй, эрүүл ажиллаж хөдөлмөрлөх боломж бий болох юм.

II.ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ

Монгол улсад уул уурхайн салбарын ослын тоо жил ирэх тусам нэмэгдэж байгаа нь уул уурхайн төсөл хөтөлбөрийн тоо нэмэгдсэн болон тухайн уурхайн хүчин чадал нэмэгдэхийн хирээр ажиллах хүч нэмэгддэгтэй холбоотой байна. Сүүлийн үеийн судалгаанаас харахад осол хамгийн их гардаг салбар нь уул уурхай болсон нь анхаарлаа энэ асуудалд чиглүүлэх шаардлагатай болсоныг харуулж байна.[1] ХАБ-ын программ хангамж харьцангуй сүүлд манай улсад хэрэглэгдэх болсон. Томоохон уурхайнуудад ХАБ-ын программ хэрэглэгдэж байгаа нь нэг талаараа ХАБ-ын программ хангамж хэрэглээ болж чадаагүй байгаагын илрэл юм. Ослыг арилгах шууд зардал нь урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээнд зарцуулсан зардалаас хэд дахин их байгааг баримтаас харж болно.

III.ҮНДСЭН НЭРШИЛИЙН ТАЙЛБАР, ОЙЛГОЛТ

Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал: Хөдөлмөрлөх явцад хүний эрүүл мэнд, хөдөлмөрлөх чадварт үйлдвэрлэлийн аюултай, хортой хүчин зүйлийн нөлөөллийн түвшин нь эрүүл ахуйн

зөвшөөрөгдсөн хэмжээнээс хэтрээгүй байхыг хэлнэ.[2]

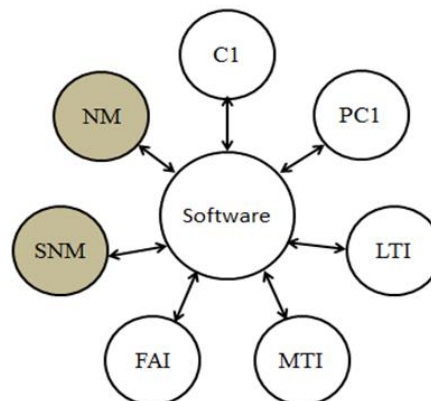
Хөдөлмөрийн эрүүл ахуй: Хөдөлмөрлөх явцад хими, физик, биологийн хүчин зүйлээс шалтгаалан хүний бие махбодь, мэдрэл сэтгэхүйд өөрчлөлт орж өвчлөх, хөдөлмөрийн чадвараа түр болон бүрэн алдахаас урьдчилан сэргийлэхэд чиглэсэн үйл ажиллагааг хэлнэ.[2]

Үйлдвэрлэлийн осол: Ажилтан хөдөлмөрлөх үүргээ биелүүлэх явцад үйлдвэрлэлийн хүчин зүйлийн үйлчлэлд өртөж эрүүл мэндээр хохирох, амь насаа алдахыг үйлдвэрлэлийн осол гэнэ.

Осолд дөхсөн тохиолдол: Ажлын байранд гэмтэл, өвчлөлт учруулаагүй боловч учруулах боломжтой байсан төлөвлөгдөөгүй үйл явдал, нөхцөл байдлыг хэлнэ.

IV.ХАБ-ЫН ПРОГРАММ ХАНГАМЖ, СУДАЛГАА

Тус агуулгын хүрээнд судалгааны ажлууд харьцангуй бага байгаа нь судалгааны явцад харагдаж байна. Үйлдвэрлэлийн осол, хурц хордлого судлан бүртгэх журам нь Монгол улсад мөрдөгдөж байгаа ганц эрх зүйн баримт бичиг байна.[2] Тус журамд программ хангамж ашиглах талаар огт дурьдаагүй байдаг. Программ хангамжийн давуу тал дээр суурилан ХАБ-ын мэдээллийн баазаас цогц анализ хийж урьдчилан сэргийлэх, ослын гаралтыг бууруулахад чиглэсэн арга хэмжээ зэргийг авах учиртай юм.



Зураг.1 Програмд оруулах үндсэн өгөгдлүүд

1-р хүснэгт

Товчилсон нэршилний тайлбар

Нэр	тайлбар
C1	1-р зэргийн осол
PC1	1-р зэргийн осолд дөхсөн осол, гэмтэл
LTI	Хөдөлмөрийн чадвараа түр алдах гэмтэл
MTI	Эмчилгээ шаардлагатай гэмтэл
FAI	Анхны тусламж үзүүлэх гэмтэл

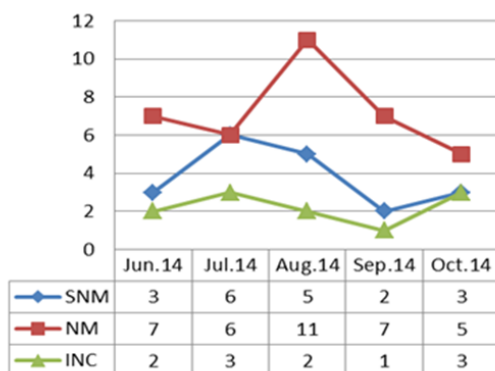
SNM	Ноцтой осолд дөхсөн тохиолдол
NM	Осолд дөхсөн тохиолдол

Дээрх диаграмм нь програмд оруулах шаардлагатай үндсэн өгөгдлүүдийг харуулсан байна. Оруулсан мэдээллийг програм боловсруулж шаардлагатай статистик мэдээлэл болон анхааруулга санамжийг автоматаар ирүүлж байхаар програмчлагдсан байна. Статистик мэдээлэлд тухайн осолтой шинж чанараар ижил төсөөтэй өмнөх осол болон осолд дөхсөн тохиолдлуудыг харуулах юм. Аль нэг шинжээрээ тодорхой тооны давтамж үзүүлж байгаа осол болон осолд дөхсөн тохиолдлын мэдээллүүдийг харуулах юм.

V.SNM БА NM ТОХИОЛДЛУУДЫН ИЛРҮҮЛЭЛТ

SNM болон NM гэх тохиолдлуудыг ажлын байрнаас илрүүлэхэд тухайн нэгж хэсгийн ажлын технологийн дарааллыг урьдаас төлөвлөж өгсөн байх ба түүний дагуу ажилтан ажил үүргээ аюулгүй гүйцэтгэж байгаа эсэхийг мэргэжилтэн хянаж үзсэний үндсэн дээр дээрх хоёр тохиолдол байгаа эсэхийг тогтооно. Аюулгүй ажиллах нөхцөл бололцоог хангасан байх ба холбогдох дүрэм журмыг урьдчилан боловсруулсан байх шаардлагатай.

Илрүүлсэн тохиолдол бүрийг нарийн бүртгэн судлаж программд оруулж өгөх хэрэгтэй. SNM болон NM тохиолдлуудыг аль болох боломжит богино хугацаанд залруулах арга хэмжээг авах нь осол болохоос урьдчилан сэргийлж байгаа хамгийн үр нөлөөтэй арга хэмжээ болж байгаа юм. Ухаа худгийн нүүрсний ил уурхайн ХАБ-н сүүлийн үеийн статистик мэдээллийг доорх графикаар харуулав.[3]



Зураг.1 Ухаа худгийн нүүрсний ил уурхайн 2018 оны сүүлийн 5н сарын ХАБ-ын статистик мэдээлэл

SNM болон NM тохиолдлууд хэдий илэрц сайтай байна төдий чинээ ослоос урьдчилан сэргийлнэ гэсэн үг юм. Дээрх графикаас харахад гарсан ослоудаас олон тооны SNM болон NM гэх тохиолдлуудыг илрүүлсэн байна гэдэг нь тийм хэмжээний осол, гэмтлээс урьдчилан сэргийлсэн байна гэсэн үг. Тус тохиолдлуудыг нарийн бүртгэж судлах тусам цаашид гарах ослоос урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээг авахад өмнөх бүртгэгдсэн тохиолдлууд нь бидэнд дахин

шалгах шаардлагатай болон шинээр бүртгэх тохиолдлуудыг харуулж өгч туслах юм. Тухайлбал тодорхой шинж чанараар нь програм мэдээллэж болно. Үүнд: байршил, гарсан зөрчлийн ангилал, хэлбэр, хамрах хүрээ, гэх мэт. Програмыг зохиохдоо тухайн үйлдвэрлэлийн салбарын онцлогоос хамаарч олон хувилбартай байх нь илүү энгийн байх ба ашиглахад хялбар байх юм.

ДҮГНЭЛТ

Судалгаанаас үзэхэд SNM болон NM гэх тохиолдлуудыг нарийн бүртгэн програмд оруулсанаар гарч болох осол, гэмтлээс урьдчилан сэргийлэх ба үйлдвэрлэлийн ослын гаралтыг бууруулах цогц арга хэмжээ авч болох юм. Дээрх судалгааны үндсэн санаа, ойлголтыг агуулсан програм хангамж зохиох болон адил төстэй бэлэн програмыг авч тухайн үйлдвэрлэлийн ХАБЭА-ын хэрэглээ болгон ашиглах нь манай орны зах зээлд эрэлт байгаа нь судалгааны явцад харагдаж байсан.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. Ж.Цэвэгмид *Уул уурхайн салбар дахь үйлдвэрлэлийн осол*, судалгааны ажлын тойм, 42-р эмхтгэл, 2014, хуудас 202-206
- [2]. www.legalinfo.mn Эрх зүйн мэдээллийн нэгдсэн сан
- [3]. Ухаа худгийн уурхайн ХАБ-ын мэдээллийн сан, SIMS программ хангамж

ЦАХИЛГААНЫ АЮУЛГҮЙ АЖИЛЛАГАА ХИЧЭЭЛИЙГ ВИРТУАЛЬ ЛАБОРАТОРИТОЙ ХОСЛУУЛАН СУРАЛЦАХУЙН ҮР ДҮНГ ТООЦОХ

Б.Эрдэнэцэцэг¹, О.Чинбат²

¹ ШУТИС, ГУУС, доктор (Ph.D) профессор,

² БНХАУ. Тяньжины Хэбэ их сургуулийн докторант.

Хураангуй: Орчин үеийн Цахилгааны аюулгүй ажиллагаа хичээлийн шаардлагад нийцүүлэн практик бодит байдлыг виртуаль орчноор орлуулан явуулах зорилгоор оюутны сонирхолыг татахуйц, ухаалаг утас болон компьютер ашиглан виртуаль програмыг сургалтанд нэвтрүүлэх ажлыг эхлүүлж, гарах үр дүнгийн талаарх судалгааг энэхүү өгүүлэлд тусгав.

I.ОРШИЛ

Виртуаль лабораторийг үүсгэх санааг анх 1830 аад онд үүссэн гэдэг боловч 1997 онд Ханс Ёорг Рейнбергийн удирдлагаар бие судлалын(Virtual laboratory of physiology) лаборатори танилцуулагдаж байсан байна.[1] Өртөг өндөртэй техник хэрэгслэл шаардагдах, туршилт явуулахад эрсдэлтэй зэргээс хамааран цахилгааны аюулгүй ажиллагаа хичээлийн виртуаль лабораторийг ашиглаж байна. Азийн хөгжлийн банкны санхүүжилт бүхий дээд боловсролыг дэмжих төслийн хүрээнд ГУУС-ийн Уул уурхайн цахилгаан тоног төхөөрөмжийн ашиглалт хөтөлбөрт цахилгааны аюулгүй ажиллагааны виртуаль лабораторийг ашиглалтанд оруулсан.

1. Цахилгааны инженер хөтөлбөрт (071304) “Уурхайн цахилгааны аюулгүй ажиллагаа” хичээлийг заавал судлах хичээлээр хөтөлбөрт тусгаж өгсөн байдаг. Энэ хичээл уламжлалт лекц, семинар гэсэн хэлбэрээр явагдаж байсныг цахилгааны аюулгүй ажиллагааны виртуаль лабораторитой хослуулах болсон. Цахилгааны аюулгүй ажиллагаа хичээлийг бусад их дээд сургуулийн Цахилгааны инженер хөтөлбөрт мөн адил судалдаг.

Тухайн хичээл дээр судалсан сэдвийн хүрээнд бодитоор виртуаль лаборатори дээр турших хичээлийг сонирхолтой хэлбэрээр явуулах боломжийг олгохоос гадна, мэргэжлийн англи хэлийг сайжруулах мөн цахилгаан тоног төхөөрөмжтэй харьцаж ажиллахдаа аюулгүй байдлаар үе шаттайгаар хийх мэдлэгүүдийг эзэмшиж, хэмжилт туршилтын үр дүнг боловсруулж дүгнэлт хийх боломжийг олгодог ороо онцлог юм.

Оюутнууд багаар ажиллаж хичээлтэй холбогдолтой сэдвүүдийг судлан виртуаль лаборатори дээр туршсанаар тухайн сэдвийг хөгжүүлэх үйл ажиллагааг бий болгоно. Оюутнуудын олж авсан идэвхтэй сургалтын эерэг арга туршлага нь багш нарын сургах, суралцах үйл ажиллагаанд иноваци хийх эхний алхам болж өгнө.

Энэхүү ажлын хүрээнд цахилгааны аюулгүй ажиллагаа болон лабораторийн гарын авлага бэлтгэж боловсруулсан. “Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагаа” хичээл нь

уламжлалт лекц, семинар 3 кредит хэлбэрээр явагддаг байсан.

Цахилгааны инженер хөтөлбөрийн “Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагаа” хичээлийн онол, практик мэдлэгийн зөрүүг арилгах, оюутнуудад шаардлагатай байгаа мэдлэг ур чадварыг нь хөгжүүлэх зорилгоор 2018-2019 оны хичээлийн жилд Азийн хөгжлийн банкны санхүүжилт бүхий “Цахилгааны аюулгүй ажиллагаа” хичээлийн виртуаль лабораторийг бий болгож хөтөлбөрөө CDIO буюу үр дүнд суурилсан боловсролд нийцүүлэн сургалтын төлөвлөгөөг боловсруулж сургах, суралцах шинэчлэлийг хийж ажиллаж байна.

Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагаа хичээлээр хөдөлмөрийн аюулгүй байдал эрүүл ахуй, хүний ажлын чадвар эрүүл мэндийг хэвээр хадгалах, аюулгүй ажиллагааг хангахад чиглэгдсэн техникийн болон зохион байгуулалтын, эрүүл ахуйн арга хэмжээ, хууль тогтоомж, дүрэм заавар, норм нормативыг судална.

Эндээс үзэхэд хөдөлмөрийн аюулгүй байдал эрүүл ахуйн, аюулгүйн техникийн арга хэмжээ, аюулгүй ажиллагааны үндсэн зарчим хууль дүрэм, ангилал, зориулалт зэрэг онолын мэдлэгийг олон улсын төвшинд виртуаль лаборатори дээр туршин судлах үндсэн суурь тавигдаж оюутны идэвхтэй суралцах нэг арга техникийг бий болгож байна. Эхний лекц хичээлийг уламжлалт маягаар багш хичээлийн сэдвүүд, зорилго, арга зүй болон үнэлэх системийг танилцуулах ба дараагийн хичээлийг 3-4 хүнтэй баг болгон зохион байгуулж тодорхой сэдвийн дагуу судалгаа хийлгэж судалгаан дээрээ үндэслэн тайлан бичин танилцуулж сэдвийн хүрээнд виртуаль лаборатори дээр туршилт, ажил хийх даалгавар өгөгднө. Оюутнууд илтгэл танилцуулж дууссаны дараагаар сэдвийн гол санаануудыг багш нэгтгэн дүгнэж онолын мэдлэг, практик мэдлэгийн талаар асуулт асуун хэлэлцүүлж дараагийн үзэх хичээлийг сэдвийг танилцуулна. Энэ нь CDIO, туршилтаар батлагдсан идэвхтэй сургалтын аргад суурилсан сургах болон суралцах үйл явц болно.

Идэвхтэй сургалтын арга нь оюутнуудыг сэтгэн бодох, асуудал шийдэх үйл явцад шууд татан оролцуулдаг. Сургалтын явцад мэдээлэл дамжуулах идэвхгүй хэлбэрийг бага хэмжээгээр хэрэглэх ба харин оюутнуудыг өөрсдийнх гаргасан санааг хэлэлцэх, мэтгэлцэх, хэрэглэх, дүн шинжилгээ хийх, үнэлэх хэлбэрээр сургалтанд татан оролцуулна.

Лекцийн хичээлд хэрэглэж болох идэвхтэй сургалтын арга нь хамтрагчтай нь эсвэл жижиг бүлгээр хэлэлцүүлэг хийх, үзүүлэн таниулах

материал хэрэглэх, мэтгэлцээн явуулах, ерөнхий ойлголтын талаар асуулт асуух болон оюутнуудаас суралцаж буй зүйлийнх талаар хариулт авах гэх мэт хэлбэртэй байж болно. Зохион бүтээх төсөл, симуляци хийх болон кейс судалгаа хийх зэрэг инженерийн мэргэжлээр дадлагажих үйл явцад оюутныг татан оролцуулж байвал туршилтад суурилсан идэвхитэй сургалт гэж үзнэ. [2]

Оюутнуудыг үндсэн ойлголт, ухагдахуун ялангуяа шинэ санаа бодож олоход татан оролцуулж, түүнд ил тод нээлттэй хариулт өгөхийг шаардсанаар оюутан илүү их зүйл сурах төдийгүй, өөрсдөө юуг, хэрхэн яаж суралцаж байгаадаа анхаарах нөхцөл бүрддэг. [3] Энэхүү үйл явц нь суралцагсад тухайн хөтөлбөрийн суралцахуйн үр дүнг эзэмшихэд болон насан туршдаа суралцах дадал зуршилтай болоход туслана. Идэвхтэй сургалтын арга хэрэглэснээр сургагч багш нар оюутнуудад гол ойлголт, ухагдахуунуудыг хооронд нь холбох, энэ мэдлэгээ шинэ нөхцөлд хэрэглэж сурахад нь туслана.

II. ЦАХИЛГААНЫ АЮУЛГҮЙ АЖИЛЛАГААНЫ ХИЧЭЭЛ БОЛОН ЛАБОРАТОРИЙН ЗОРИЛГО

1. Идэвхжүүлэлтийг нэмэгдүүлэх

Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагаа гэдэг нь маш чухал асуудал юм. Энэ хичээлийг бид зөвхөн онолын хувьд мэдээ, мэдээллээр хангах явдал дутагдалтай юм. Иймээс мэдээлэл технологийг ашиглан виртуаль лабораторийг бий болгож оюутнуудыг идэвхтэй суралцуулах, цаашилбал тулгарах сорилтуудыг даван гарах шийдвэр гаргах чадварыг нэмэгдүүлэхэд сургах бололцоотой юм.

2. Онолын практик талыг онцлох

Инженерийн сургалтын эхний жилүүд суурь шинжлэх ухааны үндсэн мэдлэгийг олгоход чиглэсэн байдаг. Эдгээр онолын хичээлүүдийн утга учрыг оюутнууд олж хархад бэрхшээлтэй байдаг. Иймд онол практик аргууд болон, хичээлийн агуулгад аюулгүй ажиллагааны талаар тусгаж өгөх асуудалд голлон анхаарсан шийдлүүдийг бий болгож байна.

3. Багаар ажиллахыг дэмжих

Ихэнх инженерийн хичээлүүд тооцоо, судалгаан дээр үндэслэгдэж явагддаг ба тухайн хичээлүүд уламжлалт лекц, семинар хичээлүүд түлхүү анхаарч, багийн ажиллагаа цөөн байдаг. Сургалтын явцад оюутнуудыг хамтарч даалгавар гүйцэтгэх, багаар ажиллуулах нь маш чухал гэдгийг олж харан хамтран суралцах багуудыг бий болгох, улмаар сонгосон мэргэжилдээ сэтгэл хангалуун байх нөхцөл бий болгож байна.

Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн виртуаль лабораторын тухай:

Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн виртуаль лаборатори нь дараах бүтцээс бүрдэж байна. Үүнд:

1. Хүчдэлд нэрвэгдэх тохиолдол;
2. Цахилгаан нумын аюул;

3. Туршлагатай ажилчин ба ажлыг төлөвлөх нь;
4. Хэвийн хүчдэл;
5. Ойртох хүрээ хязгаар, алхамын хүчдэл;
6. Аюул эрсдэлийн зэрэглэл;
7. Хувийн хамгаалах хэрэгсэл болон багаж хэрэгсэлийн туршилт;

Тоног төхөөрөмжийг хүчдэлгүй болгох нь зэрэг 8 лабораторийн ажилтай.



Зураг 1. Виртуаль лабораторийн нүүр хэсэг



Зураг 2. Виртуаль лабораторийн ажлын хэсэг



Зураг 3. Виртуаль лабораторийн ажлын хэсэг

Дараах ажлын хэсэг дээр хүчдэлд нэрвэгдэх аюулыг турших туршилтыг явуулах боломжтой. Туршалтыг явуулахын тулд ажлын хэсгийн баруун талын зааврыг уншиж зааврын дагуу next товчийг дарж туршилт явуулах ба ажлын хэсгийн зүүн хэсэгт байрласан хүчдэлийн төвшнөөс сонгон туршилт явуулж үр дүнг шалгах боломж бүрдэж байна.

Энэ туршилтын арга нь онолын мэдлэгийг практик мэдлэгт хослуулан идэвхтэй суралцах аргыг бий болгож байна.

2018-2019 оны хичээлийн жилийн намрын улиралд тухайн хичээлийг судалсан оюутануудаас дээрх програмыг ашиглаж хичээл орсонь төгсгөлд судалгаа явуулж дараах асуулгаар санал асуулга авч дүгнэлт гаргалаа.

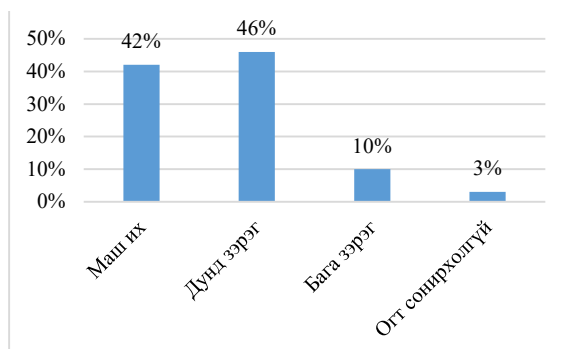


График 1. Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагаа хичээлд суух сонирхол хир байдаг вэ?

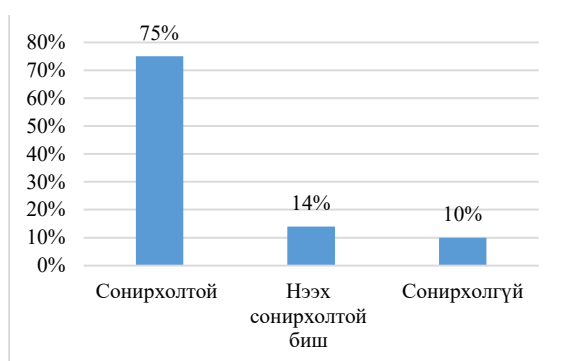


График 1. Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагаа хичээлд суух сонирхол хир байдаг вэ?

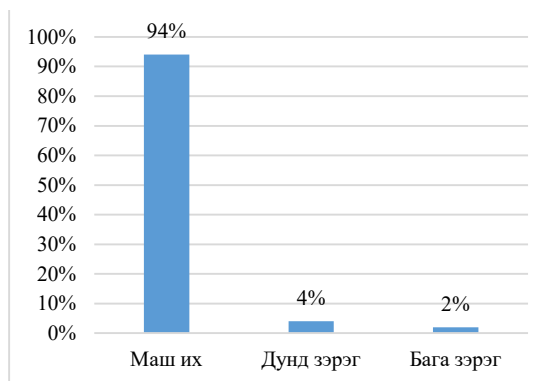


График 3. Энэхүү програмыг ашиглахад хэлний бэрхшээл тулгарч байна уу?

ДҮГНЭЛТ

Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагаа хичээлийг виртуаль лабораторитой нэгтгэн сургах суралцахуйг шинэчлэхийн хүрээнд

1. Сургалтын хөтөлбөрийн шинэчлэл хийж CDIO үр дүнд суурилсан боловсрол стандартад нийцүүлэн боловсруулж ажиллаж байна.
2. Сургалтын хөтөлбөрийг шинэчлэж Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагаа

хичээлийг виртуаль лабораторитой нэгтгэн онолын сургалтыг практиктай хослуулан идэвхтэй суралцах нөхцөл байдлыг нэмэгдүүлсэн.

3. Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагаа хичээлийг виртуаль лабораторитой нэгтгэн сургах суралцахуйг шинэчлэхийн хүрээнд Цахилгаан тоног төхөөрөмжин аюулгүй ажиллагаа гарын авлага боловсруулан ашиглаж байна.
4. Оюутны үнэлгээг үр дүнд суурилсан боловсрол үнэлгээний аргачлалын дагуу уламжлалт байдалтай хослуулан үнэлгээг өгөх зөвлөмж боловсруулсан.
5. Судалгаанаас үзэхэд оюутны мэргэжлийн англи хэл давхар сайжрах магадлалтай. Энэ тал дээр түлхүү анхаарах шаардлагатай байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ

- [1]. CDIO стандарт, арга зүйн сургалт УБ хот 2017 он
- [2]. CDIO нийлмэл сургалтын хөтөлбөр, хичээлийн хөтөлбөр боловсруулах нь. УБ хот 2018 он
- [3]. Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагаа УБ хот 2019
- [4]. [http://erdenetis.edu.mn/web_2/resources/files/Surgaltuud-\[2017.07.21nd\]/surgalt-1.pdf](http://erdenetis.edu.mn/web_2/resources/files/Surgaltuud-[2017.07.21nd]/surgalt-1.pdf)
- [5]. <http://www.herp.mn/pages/cdio-%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%82%D1%83%D1%83%D0%B4>
- [6]. <https://www.youtube.com/watch?v=Gkvlk3wN1Dg>