



**МОНГОЛ УЛСЫН ШИНЖЛЭХ УХААН,
ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ**

**MONGOLIAN UNIVERSITY OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY**

**ПРОФЕССОР, БАГШ НАРЫН ЭРДЭМ
ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БҮТЭЭЛИЙН
ЭМХЭТГЭЛ**

№ 17/200

**УЛААНБААТАР ХОТ
2016 он**

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

**УУЛ УУРХАЙН ТЕХНОЛОГИ,
ЭДИЙН ЗАСАГ, ЭКОЛОГИ
ГЕОДЕЗИ, МАРКШЕЙДЕР**

(Эрдэм шинжилгээний 44-р бага хурлын эмхэтгэл)

УЛААНБААТАР ХОТ 2016

**©ПРОФЕССОР, БАГШ НАРЫН ЭРДЭМ
ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БҮТЭЭЛИЙН
ЭМХЭТГЭЛ**

Хянан тохиолдуулсан: Проф. С.Цэдэндорж
Магистр Ө.Ган-Од
Дэд проф. Б.Батболд

Редакцын зөвлөл: Доктор (Ph.D) Д.Энхбат
Дэд проф. Б.Эрдэнэцэцэг
Дэд проф. Д.Гэрэлт-Од
Доктор (Ph.D) Г.Ганбилэг
Доктор (Ph.D) Б.Ганзориг

Хэвлэлийн эхийг бэлтгэсэн: Ө.Ган-Од, Д.Батбаяр

Хуудасны хэмжээ:
Бодит хэвлэлийн хуудас:
Үсгийн гарнитур: Times New Roman
Тоон хэвлэл-ийн аргаар 150 ширхэг хэвлэв.

ISSN 1560-8794

Арвайн бархан ХХК-ийн хэвлэлийн үйлдвэрт хэвлэв.

ГАРЧИГ

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

1.	УУЛ УУРХАЙН ҮЙЛДВЭРИЙН ХААЛТЫН БОДЛОГО БОЛОВСРУУЛАХ АСУУДАЛД <i>С.Цэдэндорж, Ц.Амарсайхан</i>	8
2.	МАССИВЫН СТРУКТУРЫН ХУЧИН ЗҮЙЛИЙГ СУДЛАН ТЭСЭЛГЭЭНИЙ АЖЛЫН ПАРАМЕТРИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ СУДАЛГАА <i>Б.Лайхансүрэн, Л.Жамсранжав</i>	16
3.	УУРХАЙН ЭКОЛОГИ: ЭМПИРИК ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ДҮН <i>Я.Гомбосүрэн</i>	22
4.	ИЛ УУРХАЙН ӨРӨМДЛӨГ ТЭСЭЛГЭЭНИЙ АЖЛЫН ТЕХНОЛОГИЙН ТООЦООГ ТОДОТГОХ АСУУДАЛД <i>Г.Амартүвшин</i>	27
5.	ХЭВТЭЭ МАЛТАЛТУУДАД ҮЙЛЧЛЭХ ДАРАЛТЫН ТООЦОО <i>Б.Тамир, Х.Мөнхнасан, Д.Батбаяр</i>	29
6.	DEVELOPMENT TRENDS IN OPEN PIT MINING TECHNOLOGY AND EQUIPMENT IN MONGOLIA <i>Bat-Ochir B., Vyambadorj N., Tsogbaatar D., Sukhbaatar D.</i>	43
7.	ЭРДЭНЭТИЙН УУРХАЙН БАРУУН ХОЙТ ХЭСГИЙН АЖЛЫН БУС ХАЖУУГИЙН ТОГТВОРЖИЛТЫН СУДАЛГАА <i>Б.Ганзориг, С.Цэдэндорж, Б.Батболд, Ц.Амарсайхан, П.Түвшинжаргал, А.Ундрахтамир</i>	50
8.	ЭРДЭНЭТИЙН ИЛ УУРХАЙН УУЛЫН АЖИЛД ҮҮСЭХ ХҮНДРЭЛ, БЭРХШЭЭЛҮҮДИЙН СУДАЛГАА <i>Б.Улаанбаатар, Д.Оюун-Эрдэнэ</i>	63
9.	НҮҮРСНИЙ ИЛ УУРХАЙН ТЕХНОЛОГИЙН ЗАМЫН ХӨРСИЙГ ДУОСОЛИДООР БЭХЖҮҮЛЭХ ХАГАС ҮЙЛДВЭРЛЭЛИЙН ТУРШИЛТЫН ЗАРИМ ҮР ДҮН <i>Ж.Оюунаа, А.Сарнай, Б.Орхонтуул, Б.Алтантуяа</i>	68
10.	ИЛ УУРХАЙН ХАЖУУГИЙН ТОГТВОРЖИЛТОД УУРХАЙН ХЭМЖЭЭС НӨЛӨӨЛӨХ БАЙДАЛ <i>Л.Жаргалсайхан</i>	73
11.	НҮҮРС ШИГШИН, ЯЛГАЖ ШУУДАЙЛАХ МЕХАНИЗМЫН ҮР АШГИЙН ТООЦОО <i>С.Ганбат, С.Нандинцэцэг</i>	76

12. **ҮЙЛДВЭРЛЭЛИЙН ЗОРИУЛАЛТТАЙ ТЭСРЭХ БОДИСЫН ХЭРЭГЛЭЭНИЙ ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ, ЦААШДЫН ХАНДЛАГА**
Б.Батболд, Н.Адарсүрэн.....81
13. **ТӨМӨРТЭЙН ТӨМРИЙН ХҮДРИЙН ОРДЫН ЗҮҮН ХЭСГИЙН ЗҮҮН ХҮДРИЙН БИЕТИЙГ АШИГЛАХ ИЛ УУРХАЙН ТӨЛӨВЛӨЛТ**
Ө.Ган-Од, Д.Ганзориг, Ж.Ижилмаа84

**ХОЁР. АШИГТ МАЛТМАЛЫН БАЯЖУУЛАЛТЫН
ТЕХНОЛОГИ, БОЛОВСРУУЛАЛТ**

14. **ХУУРАЙ АРГААР НҮҮРС БАЯЖУУЛАХ ДЭВШИЛТЭТ ТЕХНОЛОГИ**
Б.Алтантуяа90
15. **МАГНЕТИТЫН ХҮДРИЙГ СОРОНЗОН ЯЛГАГЧ БОЛОН ФЛОТАЦИЙН АРГААР БАЯЖУУЛАХ ТЕХНОЛОГИ**
Д.Бадам, Д.Баасанжав, Б.Оргилбаяр95
16. **АЛТ БА ХОВОР МЕТАЛЛЫН АГУУЛГАТАЙ КОМПЛЕКС ХҮДРИЙН МИНЕРАЛОГИЙН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ АРГА ЗҮЙГ СУДЛАХ НЬ**
Ч.Маамхүү.....100
17. **ХАЛЗАН БҮРГЭДЭЙН ГАЗРЫН ХОВОР ЭЛЕМЕНТИЙН ОРДЫН ХҮДРИЙН БАЯЖУУЛАЛТЫН ТЕХНОЛОГИЙН СУДАЛГАА**
Ц.Оюунцэцэг.....107
18. **АЛТНЫ ХҮДЭР БА ЭРДСҮҮДИЙН ТЕХНОЛОГИЙН ШИНЖ ЧАНАРЫН СУДАЛГАА**
Б.Нямдаваа.....113
19. **ХАЙЛУУР ЖОНШНЫ БҮХЭЛЛЭГ ХҮДРИЙГ ГРАВИТАЦИЙН АРГААР БАЯЖУУЛАХ СУДАЛГАА**
Н.Сугир-Эрдэнэ, Г.Орхонтуул.....119

ГУРАВ. УУРХАЙН ЦАХИЛГААНЖУУЛАЛТ, МЕХАНИКЖУУЛАЛТ

20. **ЭКСКАВАТОРЫН ТҮРГЭН ЭЛЭГДЭХ ЭД АНГИУДЫГ СЭРГЭЭН ЗАСВАРЛАХ АРГА, ТЕХНОЛОГИ**
Ц.Нанзад, Х.Хашбат.....126
21. **ЦАХИЛГААН ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ҮНЭ ТАРИФЫН НӨЛӨӨЛЛИЙН СУДАЛГАА**
Б.Эрдэнэцэцэг, Ө.Соёлцэцэг131
22. **ЭКСКАВАТОРЫН МЕТАЛ ХИЙЦИЙН ЭВДРЭЛИЙН ШУГАМАН БУС ОНОШЛОГОО**
К.Хавалболот, Ж.Энхцог135
23. **ЭШ-10/70 ЭКСКАВАТОРЫН ХӨРГӨЛТИЙН СИСТЕМИЙН ЦАХИЛГААН ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ЗАРЦУУЛАЛТЫН СУДАЛГАА**
Б.Эрдэнэцэцэг, Ө.Соёлцэцэг140

24.	ASSET HEALTH AND ITS FUTURE PROSPECTS IN THE MINING INDUSTRY <i>Neil Dixon</i>	146
25.	ЦАХИЛГААН СОРОНЗОН ХЭЛБЭЛЗЛИЙН ГАРМОНИКУУД, СПЕКТР ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БОЛОВСРУУЛАЛТ, ҮР ДҮН <i>П.Ариунболор, Ц.Мөнхжаргал, Ц.Энхбат</i>	150
26.	БАГАНУУРЫН НҮҮРСНИЙ ИЛ УУРХАЙН ЗАЛГАХ ПУНКТЫН ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ <i>Г.Сандагдорж</i>	156
27.	ХҮЧДЭЛИЙН РЕГУЛЯТОР АШИГЛАН НАСОСНЫ ХӨДӨЛГҮҮРИЙН ЭРЧИМ ХҮЧИГ ХЭМНЭХ СУДАЛГАА <i>Я.Доржсүрэн, Б.Ернар</i>	160
28.	ИЛ УУРХАЙН АЧИХ-ТЭЭВЭРЛЭХ БҮТЦИЙГ ГРАФЫН ОНОЛД ТУЛГУУРЛАН ЭНГИЙН ОНОВЧТОЙГООР ЗАГВАРЧЛАХ АСУУДАЛ <i>Л.Батболд, Б.Амарзаяа</i>	164
29.	ӨРМИЙН НУНТАГ БАРИХ ЦИКЛОНТ СОРУУР БҮХИЙ ТӨХӨӨРӨМЖИЙН ЗОХИОН БҮТЭЭЛТ <i>Ц.Нанзад, К.Хавалболот, Б.Лодонишарав, Г.Энхжаргал</i>	170

ДӨРӨВ. ГЕОДЕЗИ, МАРКШЕЙДЕР

30.	БАГАНУУРЫН НҮҮРСНИЙ ИЛ УУРХАЙН ХӨРСНИЙ ЧУЛУУЛГИЙН УУЛ- ГЕОМЕТРИЙН ЗҮЙ ТОГТЛЫН СУДАЛГАА <i>Г.Уранбайгаль, Т.Номин</i>	178
31.	ХИЙМЭЛ ДАГУУЛЫН ЗУРГИЙН БОЛОВСРУУЛАЛТТАЙ ТОМ МАСШТАБЫН БАЙР ЗҮЙН ЗУРАГ ЗОХИОХ АРГА ЗҮЙ <i>Б. Жавзандулам</i>	183
32.	УЛААНБААТАР ХОТОД ГАЗРЫН ДООР МЕТРО БАЙГУУЛАХ ҮЕД ГАЗРЫН ГАДАРГАД ҮҮСЭХ НӨЛӨӨЛЛИЙН СУДАЛГАА <i>В.Н.Гусев, Г.Уранбайгаль, Л.Энхтөр</i>	193

ТАВ. СУРГАЛТЫН ТЕХНОЛОГИ

33.	ИНЖЕНЕРИЙН МЭРГЭЖЛИЙН МАГАДЛАН ИТГЭМЖЛЭЛ <i>Д.Гэрэлт-Од</i>	198
-----	---	-----

ӨМНӨХ ҮГ

Энэ удаад ШУТИС-ийн Уул уурхайн салбарын багш нарын эрдэм шинжилгээний 44 дэх удаагийн бага хурлыг зохион байгуулж байна.

Энэхүү бага хуралд тус сургуулийн эрдэмтэд, багш нараас гадна бусад хүрээлэн, төвийн болон ОХУ, ИБУИНВУ-ын судлаачид илтгэлээ ирүүлсэн нь уг бага хурал маань уул уурхайн салбарын улсын хэмжээний эрдэм шинжилгээний форум болж байгааг илтгэж байна.

2016 онд Монгол улсын хувьд Уул уурхайн томоохон төслүүдийн талаар баримтлах бодлого, үйлдвэрүүдийн байршлыг тогтоох судалгаа, шийдлүүд гарлаа.

“Зэс хайлуулах үйлдвэр”, “Газрын тос боловсруулах үйлдвэр”, “Дулааны цахилгаан станцууд”-ын талаарх Төрийн бодлого нь уул уурхайн салбарын хөгжил, эрдэм судлалын талбарт чухал түлхэц өгөх юм.

“Хар төмөрлөгийн үйлдвэр”, “Зэс хайлуулах үйлдвэр”, “Нүүрс боловсруулах”, “Байгалийн хий”, “Газрын тос олборлож, боловсруулах” чиглэлийн болон бусад үйлдвэрүүд нь Монгол улсын хүнд үйлдвэрийн хүч чадлыг эрс нэмэгдүүлэх ба улс орны эдийн засгийн өсөлтийг зүй ёсоор өсгөх болно.

Олборлох үйлдвэрээс хагас болон гүйцэд боловсруулах үйлдвэрлэлийн чиглэлд хийж буй бодлогын хийгээд бодит бүтээн байгуулалтын алхмууд эрч далайцтай байна гэдэгт итгэлтэй байна.

Уул уурхайн салбарын хөгжил нь Улс орны үйлдвэржилтэд шийдвэрлэх үүрэг, ач холбогдолтой байсаар байх болно.

Энэ удаагийн эрдмийн чуулганд бүтээл туурвилаа толилуулж буй эрдэмтэд, багш нарт болон салбарын инженер, мэргэжилтэн нартаа амжилт бүтээлийг хүсье!

“Ном, эрдэм арвин ихээр хурах болтугай”

Проф. С.Цэдэндорж

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

УУЛ УУРХАЙН ҮЙЛДВЭРИЙН ХААЛТЫН БОДЛОГО БОЛОВСРУУЛАХ АСУУДАЛД

Проф. С.Цэдэндорж*, докторант Ц.Амарсайхан**

**ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль*

***Кюшү Их Сургууль Япон улс*

**shsots@yahoo.com*

***hhp89a@yahoo.com*

Abstract

The long term program for the changing utilization of constructions, substructures and derived objects in mining license area after the mining closure to safe environment for human, nature and for locality should be implemented by mining closure policy. Geological exploration, mining project, operation, closure and after researches and results of next steps are very important to development of the mining closure policy.

Оршил

Уул уурхайн үйлдвэрийн үйл ажиллагаа төгсгөл болсноос хойш тусгай эрхээр эзэмшиж байсан эдэлбэрийн хүрээнд хамрагдах үүсмэл объектууд, барилга байгууламж дэд бүтцийн бүрдэл зэргийг хүн, байгаль орчинд аюулгүй, сум орон нутгийн хувьд ашигтай орчин болгон хувиргах, цаашид үр шимийг нь хүртэхэд чиглэсэн урт хугацааны хөтөлбөр нь уурхайн хаалтын бодлого болж хэрэгжих учиртай.

Уг бодлогыг боловсруулахад ордын геологи хайгуул, төсөл боловсруулалт ашиглалт, хаалт, түүний дараах үе шатуудад хамаарах судалгаа, шинжилгээ, үнэлгээ, баримт бүрдүүлэлт боловсруулалтын үр дүн ихээхэн ач холбогдолтой.

1. Үйлдвэрлэлийн ашиглалтын өмнөх үе шатанд уурхайн хаалтын холбогдолтой хийх бодлогын судалгаа

Энэхүү үе шатанд хийх судалгаа тооцоо нь үйлдвэрлэл явуулах түүний төгсгөлийн үе шатны үндсэн нөхцөл байдлыг тогтоох, тодорхойлох тооцоо судалгаа, дүн шинжилгээтэй нягт уялдан явагдана.

Үйлдвэрийн ашиглалтын өмнөх үе шатанд уурхайн хаалттай холбогдуулж хийх судалгаа

Үйл ажиллагааны үе шат	Судалгааны чиглэл, агуулга	Судалгааны зорилго
Геологи, хайгуул Төсөл зохиомж	Орд ба районы байгалийн нөхцөлийн Судалгаа: <ul style="list-style-type: none"> • Газар зүй • Цаг уур • Хөрс • Ус • Гадарга • А.м-ын илэрцүүд 	Уурхайн ашиглалт ба хаалтын үе шатны байгалийн хүчин зүйл, орчин нөхцөлийг тодорхойлох
	Ордын суалгаа <ul style="list-style-type: none"> • Ашигт малтмал • Чулуулаг • Нөөц • Гидрогеологи • Геомеханик • Гадарга зүй • Генецис • Стратиграфи • Тектоник 	Уурхайд ашиглалт явуулах, ба хаалтын үе шатны уул-техник, технологийн бүрэн хэмжээний мэдээллийн багцуудыг бүрдүүлэх
	Дагалдах ашигт малтмал хэрэглээний чанар бүхий эрдсийн зүйл	Уурхайтай зэрэгцүүлж эсвэл хаалтын дараа өөр чиглэлээр уул уурхайн үйл ажиллагаа явуулах боломж нөхцөлийг тоймлох
	Ашигт малтмал <ul style="list-style-type: none"> • Кондици • Нөөц, • Нөөцлөх боломж, таамаг нөөц • Балансын нөөц, балансын бус нөөц • Чанар • Баяжих чанар • Хаягдал бохирдол 	Үйлвэрлэлийн цар хүрээг тогтоох Ордын үнэлгээг гаргах Үйлдвэрлэл явуулах цаг хугацаа, орон зайн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлох
	Бүтээгдэхүүн үйлдвэр-лэх хувилбарууд ба сонголт. Уул уурхайн үйлдвэрийн бүтэц бүрэлдэхүүн, ба бүтээгдэхүүн	Бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэлийн бүх үе шатыг хамарсан технологийн үйл ажиллагааны баримтлал, бүтээгдэхүүн ба хаягдлын хэмжээг үе шат бүрээр гаргах
	Уурхайн (үйлдвэрийн) хүчин чадал, ашиглалтын хугацаа түүний хувилбарууд ба сонголт	Үйлдвэрлэл явуулах хугацаа, хаалт хийх огноог тодорхойлох
	Ашиглалтын технологи, үйлдвэрлэлийн процессууд	Ил уурхайд: Уурхайн ухаш, малталт, овоолгуудын байршил ашиглалт явуулах дэг журам, дэс дараа Далд уурхайд: Газрын гүний малталтууд, хоосон үүсмэл орчинг тогтоох
	Уурхайн хэмжээсүүд ба уулын ажлын цар хүрээ <ul style="list-style-type: none"> • Олборлолт • Хөрс хуулалт (далд) 	Уурхайн эдэлбэрийн хүрээнд уурхайлан ашиглалт явуулах буюу эвдрэлд орох талбай, орон зайн хэмжээг тогтоох

Үйл ажиллагааны үе шат	Судалгааны чиглэл, агуулга	Судалгааны зорилго
	уурхайд бэлтгэл ажил)	
	Бүтээгдэхүүний үнэ, зах зээл	Орлогын боломжийг тооцох
	Уурхайн ус таталт	Гүний усны шавхагдах түвшин, нөхөгдөх нөхцөл ба уурхайгаас гадагшлуулсан ус хураагуур, уурхайн усны хими, бактерилогийн чанарыг тодорхойлох
	Эрх зүй	Тусгай эрх, газар, газрын хэвлий, ашигт малтмал, байгаль орчины талаарх шаардлага, нөхцөл
	Дэд бүтэц: <ul style="list-style-type: none"> • Тээвэр • Эрчим хүч • Усан хангамж 	Үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагааг хэрэгжүүлэх гадаад боломж ба цаашид үргэлжлүүлэн ашиглах нөхцөл
	Газар, ус ашиглалт, эдэлбэр газрын нөхцөл	Уурхайн ашиглалт ба хаалтын үе шатны хүрээлэн буй орчин ба эдэлбэрийн хүрээний орчин нөхцөлийг тодорхойлох
	Барилга байгууламж	Уурхайн үйлдвэрлэл технологийн болон ахуйн үйлчилгээ, оффис, агуулахууд орон сууц, нийгэм соёлын объектууд ба тэдгээрийн эдэлгээ ашиглалтыг тооцох.
	Хүн ам зүй, үйлдвэржилт, аж ахуй хэв маяг	Ашиглалтын үе шат, хаалтын дараах үе шатны нийгэм эдийн засгийн нөхцөл, боломжууд
	Байгаль цаг уурын нөхцөл, онцлог	Үйлдвэрлэл явуулах ба хаахад нөлөөлөх байгалийн хүчин зүлийг тодотгох
	Эдийн засаг <ul style="list-style-type: none"> • Орлогын хуваарилалт • Уурхайн хаалтын санхүүжилтийн баримтлал • Уурхайн хаалтад гаднаас өгөх санхүүгийн дэмжлэг эсвэл хамтрах эх үүсвэр 	Уурхайн ашиглалт ба хаалтын хобогдолтой орлого, зардал тэдгээрийн үр ашиг, ач холбогдол
	Экологи	Уурхайн ашиглалт ба хаалтын үе шатууд дахь эдэлбэр газрын хүрээний болон тухайн районы экологийн нөхцөл үнэлгээ гаргах Байгаль орчныг хамгаалах, эвдэрсэн газрыг нөхөн сэргээх чиг баримтлалыг боловсруулах

2. Үйлдвэрийн ашиглалтын үе шатанд уурхайн хаалтын чиглэлээр явуулах бодлого.

Төслийн үзэл баримтлалд тусгагдсан уурхайн бүх объектуудын байршил, тэдгээрийн холболт, үүсгэн бий болох цаг хугацааны эрэмбэ дараалал, аюултай, хортой бүсүүдийн хүрээ хязгаар, хяналтын арга хэрэгсэл зэргийг үйл ажиллагааны эхнээс бүрдүүлнэ (Хүснэгт 2).

Уурхайн ашиглалтын явцад уурхайн хаалтын чиглэлээр явуулах ажлууд.

Үйл ажиллагаа үе шат	Судалгааны чиглэл, хэрэгжүүлэх ажил	Зорилго
Уурхайн нээлт, ашиглалт	<ul style="list-style-type: none"> • Ерөнхий төлөвлөлтийн дагуу объектуудыг байгуулах 	Үйлдвэрлэлийн ба үйлдвэрлэлийн бус хүрээний бүх объектын байршлыг шийдвэрлэж байгуулах
	Аюултай бүсүүдийг тооцох: <ul style="list-style-type: none"> • Тэсэлгээний аюултай бүс • Эрүүл ахуйн эрсдэлтэй бүс • Микроэлементүүд тархах бүс • Уурхайн эргэн тойронд үүсч болох хагарал суларлын бүс 	Ашиглалтын үе шат болоод хаалтын дараа хүн байгальд сөрөг нөлөө үзүүлэх бүсүүдийн холбогдолтой зураг схем, тоо, чанарын мэдээллийн сан бүрдүүлэх
	Уурхайн болон уурхай орчмын газрын тогтворжилтын нөхцөлийг хангах <ul style="list-style-type: none"> • Геотехникийн судалгаа • Чулуулгийн шинж чанарын судалгаа • Хагарал, эвдрэлийн судалгаа • Чичирхийллийн судалгаа • Гидрогеологийн нэмэлт судалгаа • Уурхайн хажуу, малталтуудыг бэхлэх, бөхжүүлэх чиглэлийн судалгаа 	<ul style="list-style-type: none"> • Гулсалт, нуралт, суулт, бүлтрэлт зэрэг томоохон эвдрэлүүдээс зайлсхийх замаар уурхайн тогтвортой байдлыг хангах
	Уурхайн талбайд ашиглалт явуулах үе шат ба хэсгүүдийн дэс дарааллыг тогтоох	Уурхайн ухаш малталтууд, гадаад дотоод овоолго дахь хаагдах хэсгүүдийн цаг хугацаа орон зайн холбогдолтой баримтлалуудыг бий болгох
	Хаалтын чиг баримтлалтай уялдуулсан ажлуудыг төлөвлөх ба хэрэгжүүлэх	<ul style="list-style-type: none"> • Ашиглалт нь дууссан уурхайн талбай хэсгүүд, овоолгуудад нөхөн сэргээлтийг хийж эхлэх. • Зарим объектуудыг ашиглалтын явцад хаалтын бодлогоор уялдуулан байгуулах • Хяналт, мониторингийн тогтолцоог бүрдүүлэх • Хаягдал ба уурхайн усыг саармагжуулах хоргүйжүүлэх арга технологийг

Үйл ажиллагаа үе шат	Судалгааны чиглэл, хэрэгжүүлэх ажил	Зорилго
		хэрэгжүүлэх
	Хэрэглээний чанар бүхий чулуулаг, кондицийн бус болон ядуу агуулгатай хүдрийн агуулахуудыг байгуулах	Хожим ашиглаж болох үүсмэл бүрдлийг (үүсмэл ордын нөхцөл) хангах
	Хаягдлын сангуудын тогтворжилт, аюулгүйн нөхцөлийг хангах судалгаа шинжилгээ явуулах	Ашиглалтын явцад болон уурхайн хаалтын дараах аюулгүйн нөхцөл бүрдүүлэх
	Хөрс, усны болон агаарын чанарын шинжилгээний тогтолцоог бүрдүүлэх	Гадаргын ба гүний ус, хөрс, агаарын чанарыг урт удаан хугацаанд хангах
	Нэмэлт хайгуул, гүйцээх хайгуул судалгааны ажлыг явуулах	Ашиглах нөөцийг нэмэгдүүлэх
	Үнэ коньектур, кондицийн судалгаа хийх	<ul style="list-style-type: none"> • Кондицийн баримтлалыг урт хугацааны төлөвлөлттэй уялдуулж үйлдвэрлэлийн нөөцийг тодотгох • Ядуу хүдэр, кондицийн бус хүдрийг эргэлтэнд оруулж нэмэлт нөөцийн боломж бүрдүүлэх
	Уурхайн хаалтын сан бүрдүүлж холбогдох санхүүжилтыг хийх	Ашиглалтын явцад хаалтын чиг баримжаатай хийх нөхөн сэргээлт, объектууд барих, хаах ажлуудыг явуулах
	Нөөцийн хөдөлгөөний бүртгэл судалгааг тасралтгүй хийх.	Балансын нөөц, балансын бус нөөцийн хорогдол, өсөлтийн бүртгэл бий болгох
	Хаагдсан объектуудын баримтын архив бий болгох	Уурхайн хаагдсан талбай, объектуудын геологи, маркшейдерийн зургуудыг болон холбогдох акт баримтыг үйлдэх
	Үйлдвэрлэлийн эрүүл ахуй, хүний ба байгаль орчны экологийн судалгаа шинжилгээний системийг бүрдүүлэх ба холбогдох ажлуудыг явуулах	Ашиглалтын болон хаалтын дараах экологийн аюулгүйн нөхцөлийг хангах
	Ажиллагсдын эрүүл мэндийн шинжилгээ, урт хугацааны судалгаа явуулах	Хүний эрүүл мэндийг хамгаалах, эрүүл ахуйн нөхцөл хангах

3. Уурхайн хаалгаар болон дараах үе шатанд хэрэгжүүлэх ажлын бодлого

Уурхайн хаалтын ажлууд уурхай бүрт урт, богино янз бүрийн хугацаанд өөр өөр цар хүрээг хамран явагдах болно. Уурхайн хаалтыг ямар чиг баримтлалаар хийх үүнд ихээхэн нөлөөлөх юм.

Хүснэгт 3

Хаалтын ба түүний дараах үе шатанд хэрэгжүүлэх бодлого

Үйл ажиллагааны үе шат	Хэрэгжүүлэх ажил	Зорилго
Уурхайн ашиглалтын төгсгөл, хаалтыг хэрэгжүүлэх үе	<ul style="list-style-type: none"> Нөхөн сэргээлтийн ажлууд 	Уг ажлыг гүйцээж хэрэгжүүлэх
	<ul style="list-style-type: none"> Барилга байгууламжийг буулгах эсвэл хувирган өөрчлөх 	Эдэлбэр газрын талбай ашиглагдахгүй байгууламжаас чөлөөлөх эсвэл тэдгээрийг ашиглах
	<ul style="list-style-type: none"> Дэд бүтцийн байгууламжуудыг буулгах эсвэл өөрчлөн байгуулах 	Ашиглагдахгүй цахилгаан шугам, төмөр зам, усан хангамжийн байгууламжийг устгах эсвэл өөрчлөн ашиглах
	<ul style="list-style-type: none"> Үйлдвэрийн тоног төхөөрөмжийг зайлуулах эсвэл чиг үүргийг нь өөрчлөн ашиглахад бэлдэх 	Боломжтой төхөөрөмжийг борлуулах, хэсэгчилж буулган устгалд оруулах эсвэл бусад чиг үүргээр ашиглах нөхцөлийг хангах
	<ul style="list-style-type: none"> Хаалт, далан, хамгаалалтын байгууламжуудыг хүчитгэх эсвэл устгах 	Аюулгүй нөхцөл хангах, эсвэл байгалийн төрхийг сэргээх
	<ul style="list-style-type: none"> Орчны хяналтын шинжилгээ <p>Ус:-Гадаргын ба гүний усны шинж чанар -Гүний усны түвшингийн хяналт -Гадаргын усны түвшингийн хяналт -Гадаргын усны түвшин урсац</p> <p>Хөрс: -Хөрсний биохими, агрохими -Бүтцийн өөрчлөлт хувиралт -Микроэлементүүдийн тархац -Эвдрэлүүд</p> <p>Агаар: - Агаарын найрлага - Тоосжилт - Хортой хийн бүтэц</p> <p>Ургамал: - Ургамлын бүрхүүлийн бүрдэл өөрчлөлт хувирал - Таримал ургамлын нутагшилт - Аж ахуйн үнэ цэнэ - Ургамлын бүрхүүлийн ядуурлын шинж тэмдэг</p> <p>Геотехник: - Гадаргуугийн өөрчлөлтүүд - Гүний шилжилт хөдөлгөөн - Өгөршил, эвдрэлийн хандлага - Үүсмэл байгууламжуудын</p>	Аюулгүй нөхцөл хангах ба ашигтай орчин бүрдүүлэх

Үйл ажиллагааны үе шат	Хэрэгжүүлэх ажил	Зорилго
	шинж төрх	
	<ul style="list-style-type: none"> Хаалтын хөтөлбөрийн хэрэгжилтэнд шинжээчийн дүгнэлт гаргуулах 	Технологи, экологи, эдийн засгийн агуулга бүхий дүгнэлт гаргуулж холбогдох арга хэмжээг хэрэгжүүлэх
	<ul style="list-style-type: none"> Орон нутгийн засаг захиргааны хүсэлт, саналыг судалж хэрэгжүүлэх арга замыг хайх 	Цаашид уг объектыг үр ашигтай ашиглах хувилбарыг хөгжүүлэх
	<ul style="list-style-type: none"> Хаагдаж буй уурхайг бүтнээр нь эсвэл хэсэгчлэн холбогдох хуулийн этгээдэд хүлээлгэн өгөх 	Хууль тогтоомжийн дагуу хүлээлгэн өгч акт үйлдэх
	<ul style="list-style-type: none"> Хаагдсан уурхайн мониторингийн ажиглалт судалгаа, хэрэгжүүлэх ажил 	Чиг баримтлалын дагуу хийгдэх ажиглалт, судалгаа, хяналт
	<ul style="list-style-type: none"> Хаагдсан уурхайн холбогдолтой олон нийтийн үнэлгээ, дүгнэлт 	Олон нийтийн үнэлгээ, сэтгэл ханамжийн судалгаа гаргах дүгнэлт хийх
	<ul style="list-style-type: none"> Хаагдсан уурхайд цаашид явуулах ажлын хөтөлбөр, хэрэгжүүлэх арга хэмжээ, зардлын тооцоо судалгаа 	Уурхайг хаагдсанаас хойш хийгдэх ажлуудын цар хэмжээ, зардал санхүүгийн эх үүсвэр
	<ul style="list-style-type: none"> бусад 	

Уурхайн хаалтын бодлого нь дээр дурьдсан уурхайн ашиглалтын өмнөх; ашиглах; уурхайг хаах; хаасны дараах гэсэн гурван үе шатыг хамарсан геологи, технологи, экологи, эдийн засаг, эрх зүйн хүрээний багц асуудлуудыг хамарсан урт хугацаанд хэрэгжүүлэх хөтөлбөрөөр тодорхойлогдоно. Уг хөтөлбөр нь зөвхөн хийх, хэрэгжүүлэх ажлын жагсаалт биш харин төсөл зохиомжийн агуулга, хэлбэрээр хийгдэх баримт бичиг болно. Уг баримт бичиг нь ордыг ашиглах төслийн дотор бүрэн агуулгаараа багтаж орох эсвэл тусгай хавсралт төслийн хэлбэрээр боловсруулагдаж болох юм.

Уурхайн хаалтын бодлогын баримтлалыг бүрдүүлэх үзэл санаа практик алхмууд нь орд дээр геологийн ажил эхэлсэн цагаас эхлээд уурхайг хаах, түүний дараах урт хугацааны турш тасралтгүй явагдах учиртай.

Энэ нь жам ёсоороо ашиглалт, хаалт нь явагдах уурхайд хамаатай. Харин бодит амьдрал дээр гардаг байгалийн давагдашгүй хүчин зүйл, эдийн засгийн эргэлт буцалтгүй хүндрэл болон бусад учир шалтгаанаар үүсч болох гэнэтийн хаалтын холбогдолтой алхмууд нь бодлогын баримтлалаас гажих тул тусгайлан авч үзэх шаардлагатай.

Дэвшүүлэх санаа:

1. Уурхай бүрийн давтагдашгүй нөхцөл байдалтай уялдуулж хаалтын бодлогыг тусгайлан боловсруулах.
2. Хаалтын бодлогод нөлөөлөх суурь материал, инженерийн шийдлүүд, экологи, эдийн засгийн үнэлгээ тооцоог геологийн судалгаанаас эхлээд хаалтын дараах үеийг хамрах урт хугацааны хөтөлбөрийн хүрээнд бүрдүүлэх
3. Уурхайн нээлт, ашиглалтын эхэн үеэс хаалтын холбогдолтой бодит ажлуудыг үндсэн үйлдвэрлэлийн зэрэгцээ явуулах
4. Хаалтын холбогдолтой ажлыг санхүүжүүлэх баримтлалыг төсөлд тусгаж хэрэгжилтийг хангах
5. Шаардлагатай тохиолдолд хаалт, хаалтын дараах шатны ажлыг санхүүжүүлэх сан бүрдүүлэх
6. Уурхайн хаалтын баримтлалд орон нутгийн аж ахуйн хэв маяг, хөгжлийн хөтөлбөрүүд байгаль газар зүйн нөхцөлийн боломжууд, хүн ам зүйн нөөц бололцоо зэргийг харгалзан үзэж тусгах
7. Уурхайн хаалтын дараах хяналт, судалгааг урт хугацаагаар явуулж үүсмэл орчны оршин тогтнол, хүн байгальд нөлөөлөх нөлөөлөлд үнэлгээ дүгнэлт өгөх ба холбогдох өөрчлөлт, засвар, тохируулалт хийх бүх талын ялангуяа санхүүгийн нөхцөл бүрдүүлэх.

Ашигласан материал

- [1] А.Ю.Дриженко. Восстановление земель при горных разработках. М.,Недра, 1985
- [2] Инструкция о порядке ликвидации и консервации предприятий по добыче полезных ископаемых. Текст документов по состоянию на июль 2011г.
- [3] С.Цэдэндорж, Ж.Бямба-Юу, М.Дагва. Уурхайн хаалтын эрх зүйн зохицуулалтыг боловсронгуй болгох нь. УБ.
- [4] С.Цэдэндорж, Ц. Амарсайхан уурхайн хаалтын чиг баримтлал. У.Б., Э.Ш-ний 37-р бага хурлын эмхэтгэл. ШУТИС, УУИС, 2009
- [5] С.Цэдэндорж. Уул уурхайн төсөл зохиомжийн тусгагдсан асуудлууд. УБ., ЭШ-ний 39-р бага хурлын эмхэтгэл. ШУТИС, УУИС, 2011.
- [6] С.Цэдэндорж. Төр ба уул уурхайн төсөл. УБ., Э.Ш-ний 39-р бага хурлын эмхэтгэл. ШУТИС, УУИС, 2011
- [7] С.Цэдэндорж. Уурхайн хаалтын бодлого боловсруулах асуудалд УБ., Э.Ш-ний 41-р бага хурлын эмхэтгэл. ШУТИС,УУИС, 2013.

МАССИВЫН СТРУКТУРЫН ХҮЧИН ЗҮЙЛИЙГ СУДЛАН ТЭСЭЛГЭЭНИЙ АЖЛЫН ПАРАМЕТРИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ СУДАЛГАА

Проф. Б.Лайхансүрэн*, докторант Л.Жамсранжав**

*ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

**Улаанбаатар эрдэм их сургууль

Abstract

The article is about the result of the possibility of economic feasibility to conduct blasting operations based on the technology indicators array fortress coefficient and the coefficient of explosive, with calculated explosives expenses allowable value resistance line on the sole of the distance between the walls and rows.

Түлхүүр үг. Массивын структур, чулуулгийн бат бэх, тэслэгдэх шинж, бутлалтын хүндрэлийн үзүүлэлт, овор хэтэрсэн хэсгийн гарц, цооног ба эгнээ хоорондын зай.

1. Үндсэн хэсэг

Ашигт малтмалыг олборлох үйлдвэрлэлийн гол процесс болох ухааж ачих, тээвэрлэх, бутлах, баяжуулах тоног төхөөрөмжийн бүтээл болон эдгээрийн технологи эдийн засгийн үр ашигт шууд нөлөөлөх үйл ажиллагаа нь өрөмдлөг тэслэгээний 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 тэслэгээний ажлын параметрийг тодорхойлоход юуны өмнө харгалзан үзэх шаардлагатай. Практикт цооног дахь тэсрэх бодисын цэнэгийн хэмжээг доголын өндөр (H), улны эсэргүүцлийн шугам (W), цооног хоорондын зай (a), 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 ($l_{ц}$) цооногийн цэнэгийн хэмжээг олж болно.

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

Эдгээр хамаарлыг тэнцүүлэн улны доголын эсэргүүцлийн шугамыг олоход

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

Эндээс үзэхэд цооногт орох тэсрэх бодисын хэмжээ ба доголын улны эсэргүүцлийн шугамыг нэг цооног дахь уулын цулын эзлэхүүн ($W \cdot a \cdot H$) нэг метр куб цулыг бутлахад зарцуулагдах тэсрэх бодисын хувийн зарцуулалтаар (q) тооцоолж буй нь массивын структурын гол шинж болох тэслэгдэх үзүүлэлт (K_T)-ийг дээрх тооцоонуудад авч үзээгүй байна.

Тэсрэлтийн процессыг удирдаж бутлалтын чанарыг сайжруулахад массивын ан цавшил буюу геологи-структурын онцлогийг судалж түүнд тохируулан тэслэгээний 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, эзэлхүүн

жин ба чийгшилт зэргийн хамаарал иж бүрэн цогцоор шийдэгдээгүйтэй холбоотой. Тухайлбал, уул геологийн бараг ижил нөхцөлд зуурамтгай чулуулаг нь хэврэгээсээ сул бутлагдах нь гадны 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 томъёогоор тодорхойлж болно. [1]

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

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

$$S = H \cdot L_6 \text{ – тэслэх блокийн талбай, м}^2;$$

Энд: H – доголын өндөр, м;

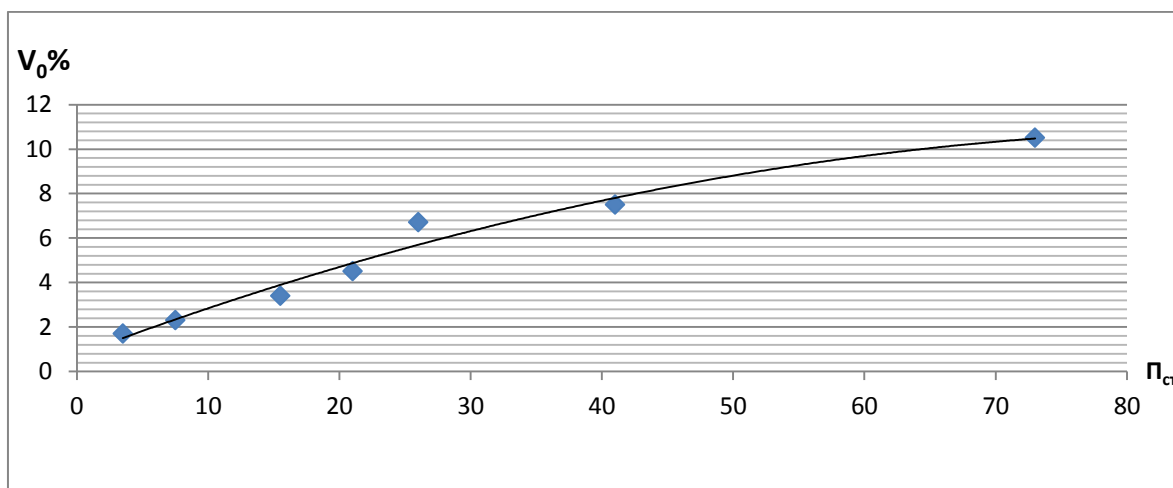
L_6 – тэслэх блокийн урт, м.

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

Хүснэгт 1

Массивын структурын үзүүлэлт (P_{cm}) овор хэтэрсэн хэсгийн гарцын (V_0) хамаарал

Блокийн урт, L_6 , м	Доголын өндөр, H , м	Доголын налууугийн нийт талбай, S_{M^2}	Догол дахь монолит хэсгийн нийлбэрталбай, $\sum S_M$, м ²	Массивын структурын үзүүлэлт P_{ct} , %	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 (P_{cm}) овор хэтэрсэн хэсгийн гарцын (V_0) хамаарал

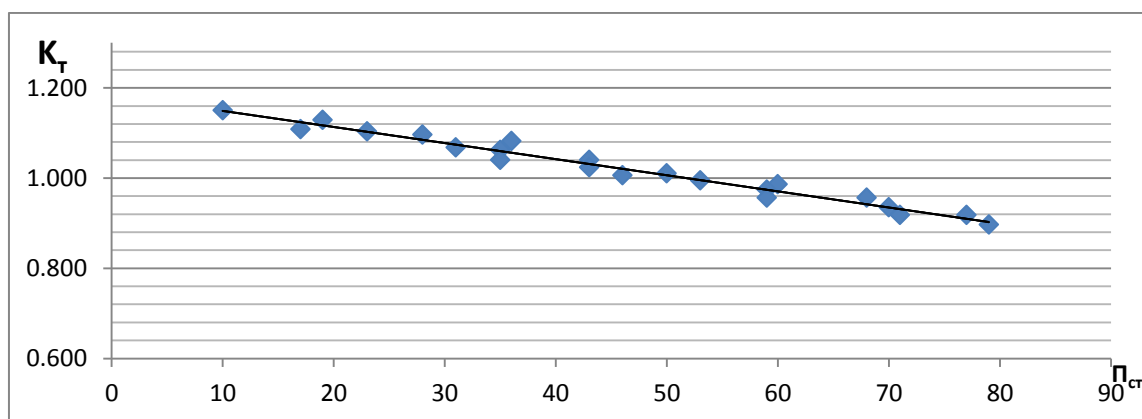
Дээрх хамаарлын график дараах тэгшитгэлээр илэрхийлэгдэх үед түүний корреляцийн чанар нь $R^2 = 0.97$ байна.

$$V_0 = 0.2221P_{ct} - 0,0012P_{ct}^2 + 0,7454 \quad (5)$$

Чулуулгийн тэслэгдэх шинжийн коэффициент(K_T) структурын үзүүлэлтээс (P_{ct}) хэрхэн хамаарах нь туршилтын тэслэгээний үр дүнгээр (2-р хүснэгт) байгуулсан графикаас (2-р зураг) тод харагдана. [1]

Хүснэгт 2

$P_{ct}, \%$	10	17	19	23	28	31	35	35	36
K_T	1,15	1,108	1,129	1,103	1,096	1,068	1,062	1,040	1,082
$P_{ct}, \%$	43	43	46	53	59	59	68	70	71
K_T	1,040	1,024	1,006	0,995	0,974	0,956	0,956	0,935	0,918



2-р зураг. Массивын структурын үзүүлэлт (P_{cm}); чулуулгийн тэслэгдэх коэффициентын (K_m) хамаарал

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

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

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

3-р хүснэгт

Чулуулгийн категори	I			II			III			IV			V		
Структурын үзүүлэлт, $P_{ct}, \%$	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 категорийг тогтоон тэслэгээний параметруудийг тухайн блокийн 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-р томъёоны цооног хоорондын зайг $a = m \cdot W$ гэж үзэн дээрх хамааралтай тэнцүүлэн доголын улны эсэргүүцлийн шугамыг олъё.

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

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, цооногийн диаметр, тэсрэх бодисын энергийн зарцуулалт ба нягт, цэнэг ойртолтын коэффициент зэрэг хүчин зүйлсийн хамаарлаар чулуулаг тус бүрд туршилтын тэслэгээ хийж судлаачийн гаргасан доорх томъёогоор тодорхойлох замаар түүний тэслэгдэх шинж, категорийг тогтоож болно.

$$K_T = \frac{1.77 \cdot q \cdot m}{\Delta} \cdot \left(\frac{W}{d_{ц}}\right)^2 \quad (10)$$

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.[3.4]

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

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

$b_{ш}$ – 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_{CT}), бат бэхийн шинж (f), тэслэгдэх шинж (K_T) –ийг үндэслэн ОХУ-ын тэслэгээний ажилд мөрдөгдөж буй массивын ан цавшил ба чулуулгийн тэслэгдэх шинжийн үзүүлэлт, ангилал [1,2,6,8] зэргийг судлан чулуулгийг структур, бат бэх, тэслэгдэх шинжийн хоорондын хамаарлаар ангилан 4-р хүснэгтэд үзүүлэв.

4-р хүснэгт

Чулуулгийн структур, бат бэх, тэслэгдэх шинжийн хоорондын хамаарлын ангилал

Чулуулгийн категори	Чулуулгийн тэслэгдэх (бутлагдах) шинж ба ан цавшил	Структурын шинж		Бат бөхийн шинж		Тэслэгдэх шинж			
		Массивын структурын үзүүлэлт	Массив дахь хэсэгшлийн 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 коэффициентийг энэхүү хамаарлын ангилалд чулуулгийн хэсэгшил ба нягт, тэсрэх бодисын энергийн зарцуулалт, бутлалтын дундаж хэмжээ зэрэгтэй уялдуулан 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 [8] үндэслэн тэслэгээний ажлын зардлыг дараах байдлаар тодорхойлж болно.

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

Үүний: C_{TB} –тэслэгээнд хэрэглэхтэсрэх бодисын үнэ, төг;

d_d –бутлалтын дундаж хэмжээ, м;

A –чулуулгийн бутлалтын хүндрэлийн үзүүлэлт.

C_{B3} –цооног цэнэглэх, холболт хийх зэрэг тэслэгээний 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 чулуулагт тэсрэх бодисын харьцангуй ажлын чадвар.

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

Энд: V_0 – овор хэтэрсэн хэсгийн гарц, %;
 $P_{ст}$ – массивын структурын үзүүлэлт, %;
 q_B – Тэсрэх бодисын хувийн зарцуулалт, кг/м³.

Тухайн уурхайн практикийн нөхцөлөөр

$$C_{БЗ} = (0.15 - 0.25) \cdot q_B \cdot C_{ТБ} \quad (15)$$

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 зүйлийг тодорхойлох нь массивын шинж чанарт тулгуурлан тэсэлгээний ажлын үндсэн параметрийг 8, 9-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 тогтоосон хамаарал (6) тэсэлгээний ажлын параметрээр тэслэгдэх шинжийг тодорхойлох 10-р томъёог үндэслэн чулуулгийн структурын үзүүлэлт, тэслэгдэх ба бусад шинжээр нь 5 категори хуваасан нь тэсэлгээний ажлын параметрийг чулуулгийн категори тус бүрд оновчтой тодорхойлох нөхцөлийг бүрдүүлнэ.
4. ОХУ-ын тэсэлгээний технологид мөрдөж буй массивын геологи структур болон бат бөхийн ангилалуудад суурилан нэгтгэсэн чулуулгийн структур, бат бэх тэслэгдэх шинжийн хамаарлын ангилал (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 (14) нь практик хэрэглээний чухал ач холбогдолтой.
6. Тэсэлгээний цооногийн байрлалын үндсэн параметрууд (W , a , b) ба үр дүнгийн гол үзүүлэлтүүдийг (V_0 , d_d , $C_{ТА}$) массивын структурын онцлог, тэслэгдэх шинжид ($P_{ст}$, K_T) тулгуурлан тодорхойлох дээрх арга зүйн практик хэрэглээг уурхайн чулуулаг бүрд туршилтын тэсэлгээ хийж тогтоон хэрэгжүүлснээр технологи ажиллагаа, эдийн засгийн хувьд нэн ач холбогдолтой байх болно.

Ашигласан ном зүй

- [1] Мустафина А.М., Сандригайло Н.Ф., Высоцкий В.Н. и др. Совершенствование технологий горных работ на карьерах Соколовско-Сарбайского горнообогатительного комбината. Изд. Наука. Казахской ССР. Алма-Ата. 1966
- [2] Рогатин Н.Н. Технология и механизация открытых горных работ. Изд. Недра. Москва. 1982
- [3] Лайхансүрэн Б. Тэсэлгээний онол, практик. Хаан прайтинг хэвлэх үйлдвэр, УБ. 2012
- [4] Пучков Я.М., Сироткин А.И. Зависимость среднего диаметра куска взорванной горной массы от выхода негабаритной фракций. Горнорудное производство разрушение пород. Свердловск. 1974
- [5] Беляков Ю.И. Выемочно-погрузочные работы на карьерах. Москва. Недра. 1987
- [6] Репин Н.Я., Богатырев В.П., Буткин В.Д. и др. Буровзрывные работы на угольных разрезах. Москва. Недра. 1976
- [7] Мосинец В.Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах. Москва. Недра. 1976
- [8] Лайхансүрэн Б. Чулуулгийн физик бутлалтын товчоон. Хаан прайтинг хэвлэх. УБ. 2011

УУРХАЙН ЭКОЛОГИ: ЭМПИРИК ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ДҮН

Проф. Я.Гомбосүрэн

ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

1. Стандарт бус загварууд

Эдийн засгийн суурь онол нь хүрэмжит мэдээлэл ба түүнийг боловсруулалтыг зохистой ашиглах энгийн үнэмшилтэй шийдэл гаргах хувь этгээдийн үйл араншингийн загвар босгоход тулгуурлана. Уурхайн эдэлбэрийн хувьд экологийн эрсдлийн ялгамж эхлэл цэг (байгалийн ландшафтын мониторинг) ба экосистемийг нөхөн сэргээхэд дэм үзүүлэх жишиг загварын тавилд хувь этгээд $i, t = 0$ агшинд $\bar{s} \in S$ төлөв дэх магадлал хуваарилалт (S)-ээс хамааруулсан хүлээгдэж буй ашигт чанарын хамгийн дээд түвшин нь:

$$\max \sum_{t=0}^{\infty} \delta \sum_{\bar{s} \in S} P(\bar{s}_i) U(x_i^t / s_i) \quad (1)$$

Ашигт чанарын функц $U(x/s)$ тоглогч \bar{i} -ийн урамшуулал x_i^t -ээр тодорхойлогдох бөгөөд ирээдүйн ашигт чанарыг δ коэфф.(хугацаанд тогтвортой)-оор дискоондлогдоно. Эл тэгшиггэл дэх стандарт загвараас нэгдэх ангийн гажилт хугацаагаар сонгоц, Эрсдлийн бодлого даатгалын сонгоцын тухайд гэвэл сонгоцын функц $U(x_i / s)$ бүр эхлэл цэгээр тодорхойлогдох ийм сонгоцын функц $U(x; \bar{i}, s)$ хэлбэртэй байна.

2. Уурхайн экологи гэж юу вэ?

Уурхайн экологи гэж ашиглалтын лицензийн талбайн хүрээнд газрын хэвлийг судлах Шинжлэх ухааны нэгэн салбар бөгөөд түүнд газрын хэвлийн баялгийг хаягдалгүй, иж бүрэн боловсруулж ашиглах шинэ чиглэл тавигдав. Уурхайн эдэлбэрийн экосистем нь өргөн утгаараа (экологи хил хязгааргүй) байгалийн бүс бүслүүрийн хуваарьт хамаарагдана.

Онолын үүднээс нянжсан усан туслыг бичил экосистем гэнэ. Уурхайн эдэлбэрийн байгаль хамгаалалт, стратегийн нөхөн сэргээлтийн процессыг байгалийн ландшафтын мониторинг, техникийн ба биологийн нөхөн сэргээлт, уурхайн хаалтын мониторинг, гэсэн угсраа 4 үе шатаар гүйцэтгэнэ. Байгаль хамгаалалын үндсэн объект байгалийн ландшафтын хөгжлийн явцад байгалийн ландшафт бодит ландшафт болон хүний гаралтай ландшафт бүрэлдэнэ.

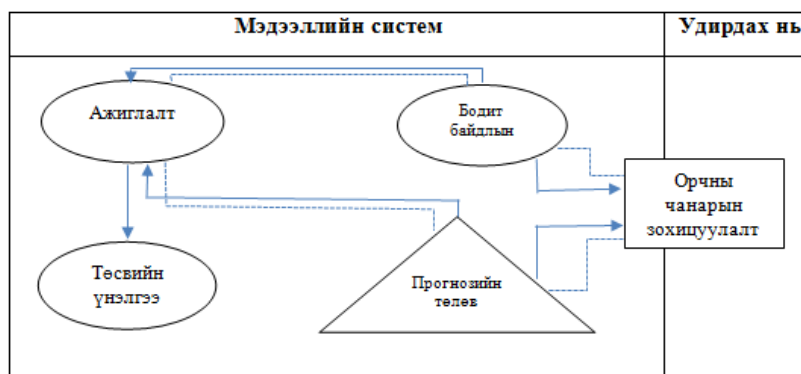
Бодит ландшафт нь геомандлын потенциал бүтцийн өөрчлөлттэй холбоотойгоор үйлдвэржилтийн явцад бүрдэнэ. Экосистемийн тогтворшил, тэнцвэршил өнөд оршихгүй, аюулгүй байдал гэсэн шинжүүдээр тодорхойлогдоно. (1-р зураг)



1-р зураг. Экосистемийн тэнцвэршлийн шүтэлцээний тойм зураг

Экосистемийн чадавхи. Гадаад нөлөөллөөс үүссэн өөрчлөлтийг тэсвэрлэх чадвар; экосистемийн сэргээлт буюу өөрөө сэргээх чадвар ба экологийн даацаар илрэнэ. Олон улсын практикт, тухайлбал ОХУ-д гэхэд ГОСТ 17.0.01-76 “Байгаль хамгаалал ба байгалийн баялгийн ашиглалтыг сайжруулах хүрээний стандартуудын систем” гэсэн заавал биелүүлэх багц стандарт мөрдөж байна.

Уурхайн эдэлбэрийн геологи орчны суурь судалгааны хүрээнд байгалийн ландшафтын мониторинг гүйцэтгэж үр дүнг байр зүйн зураглалын анхдах өгөгдөл (унаган байгаль, экосистемийн төлөв, шим мандлын бүтээлийг бүхэлд тодорхойлох)–өөр тухайн ордын геологи хайгуулын ажлын тайланд нэмж тусгах зарчмыг томъёолов.



2-р зураг. Байгалийн ландшафтын мониторингийн блок систем (Израню, 1979)

Мониторингийн геотехникийн системийн доод түвшин газрын дээрх сүлжээний ажиглалт, хэмжилтийн багаж, тоноглолын хослолын бүрдэлд:

- Агаар ба усан орчны байнгын цэгүүд
- Агаар мандал, ус, хөрс, цасны төлвийн зөөврийн ба байнгын лабораториуд
- Цацагдал ба хаягдал хяналтын явуулын өртөөнүүд
- Хяналтын алба ба олон нийттэй харилцах алба багтана.

Байнгын ба явуулын өртөө, цэгүүдийн нутаг дэвсгэрийн цогц судалгаа болон 50% ажиглалтын сорилтоор хуримтлагдсан туршлагад тулгуурлан тооцно. Сүлжээний дунд түвшинд доод түвшиний мэдээллийг боловсруулах төвүүд сүлжээний дээд түвшинд шилжинэ. Цаг уурын параметр болон байгаль орчинд нөлөөлөхүйц бохирдлын түвшинг автоматаар бүртгэж агаар мандлын бохирдлын хүлээгдэж буй түвшинг үйлдвэрлэлийн бүс нутаг бүрээр график хэлбэрээр экологийн паспортод тусгана. Газрын хөрс орчмын агаарын давхаргын горимын хувьд ойн зурваст агаарын чийгшил ямагт илүү, дулааны хэлбэлзэл бага байдгаас гадна гэрлийн горим ч ялгаатай. Ойг нөхөн үржүүлэх нь эдийн засгийн шууд үр ашгаас гадна бичил уур амьсгалыг бүрдүүлдэг онцлогтой.

Уурхайн эдэлбэрийн экологийн паспорт бол байгаль хамгаалал нөхөн сэргээлтийг заавал хангах багц шаардлага бөгөөд уул уурхайг байгал орчинд нөлөө багатай төлөвлөх уурхайн орчныг хамгаалах арга хэмжээний өгөөж, үр дагаврыг урьдчилан үнэлэх оновчлолын үр дүнг баталгаажуулах үндэс болдог юм. Шим мандлын өөрөө өөрийгөө цэвэршүүлэх, нөхөн сэргээх, үржин хөгжих зүй тогтол нь экологийн норматив стандарт бий болох зорилгод үйлчилнэ. (1-р хүснэгт)

Уурхайн экологийн паспортын жишиг бүтэц

Үзүүлэлт	Байгалийн ландшафтын мониторинг	Техникийн нөхөн сэргээлт	Биологийн нөхөн сэргээлт	Уурхайн хаалтын мониторинг
Хугацаа, жил	$T_1 < 1,5-2$ жил	$T_2 = \sum \text{нөөц } T$, жил	$T = \sum \text{нөөц } T - \Delta T_2$, жил	$T_4 > 5 - 7$ жил
Ажлын төрөл, гүйцэтгэгч (туслан гүйцэтгэгч)	Ордын геологи хайгуулын ажил, ХАА-н компани (туслан гүйцэтгэгч)	Нөхөн дүүргэлт, овоолгын хэлбэржүүлэлт, 2 удаагийн тэгшлэлт, шимт хөрс хуулалт, түр хадгалалт, хучилт	Ургамлын үр бэлтгэл, суулгац үржүүлэг, олон наст ургамал тариалалт, ойжуулалт, ургамалжуулсан талбайн хайс, хашлага босгоно	Биологийн нөхөн сэргээлтийг хэсэгчлэн үржүүлж нөхөн сэргээлтийн талбайг орон нутагт хүлээлгэн өгөх, уурхайн хаалт, хаягдлыг хоргүйжүүлэх
Санхүүжилтийн эх үүсвэр	Геологи хайгуулын ажлын төсөв	Тухайн уул уурхайн компанийн өөрийн хөрөнгө		Хаалтын зориулалтын сан: компанийн өөрийн хөрөнгийн хуримтлал, бонд г.м
Гүйцэтгэлийн баримт бичиг	Ордын геологи хайгуулын ажлын тайлангийн тусгай хавсралт	Уулын ажлын төлөвлөгөөний гүйцэтгэлийн тайлан	Байгаль Орчинг Хамгаалах Төлөвлөгөөний тайлан	Уурхайн хаалтын ажиллагааны тайлан

Тодотгол: $T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$ – уурхайн эдэлбэрийн нөхөн сэргээлтийн ажлын үргэлжлэх нийлбэр хугацаа, жил; $T_{\text{нөөц}}$ – ордын нөөц ашиглалтын хугацаа, жил; ΔT_2 – явцын техникийн нөхөн сэргээлтийг хэсэгчлэн гүйцэтгэх хугацаа, жил.

Уурхайн эдэлбэрийн нөхөн сэргээлтийн ажлуудыг ордын нөөц ашиглалтын хугацаа (T_2 ба T_3) - д багтааж гүйцэтгэж орон нутагт хүлээлгэн өгөх гэсэн угсраа цуваа графикаар хэрэгжинэ. Техникийн нөхөн сэргээлтийг ордын нөөц ашиглах хугацаанд багтаан гүйцэтгэнэ (ажлын хэмжих нэгж, m^3 ба га); техникийн нөхөн сэргээлтийн дараагаар биологийн нөхөн сэргээлтийг 5-7 жилд багтаан хийх бөгөөд экологийн мониторингийн хугацаа үүнд багтана. Уурхайн эдэлбэрийн нөхөн сэргээлт бүх үе шатны ажлуудыг уул уурхайн компанийн өөрийн хөрөнгөөр хөрс хуулалтын үндсэн тоног төхөөрөмжийг ашиглан гүйцэтгэх нь нөхөн сэргээлтийн ажлыг төлөвлөх ба хянах боломж олгоно.

3. Уурхайн эдэлбэрийн хэдэн хувийг нөхөн сэргээх вэ?

Уурхайн эдэлбэр газрын 70 орчим хувь эвдрэлд орж биологийн ба техникийн нөхөн сэргээлт шаардагдана. Эдэлбэр газрын хэмжээ (S)-г ариун цэврийн хамгаалалтын бүсийг тусган тогтоох нь:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 \quad (2)$$

энд: S_1 – ил, далд уурхай, түүний овоолгын доорх талбай, га; S_2 – үйлдвэрлэл ба нийгмийн дэд бүтэц, га; S_3 – үйлдвэрлэлийн ба инженерийн сүлжээнд хамрагдах талбай, га; S_4 – үйлдвэрлэлийн хаягдал ба фабрикийн лаг хугаагуурын талбай, га; S_5 – ахуй үйлчилгээний барилга байгууламжийн талбай, га; S_6 – ариун цэврийн хамгаалалтын бүс, га.

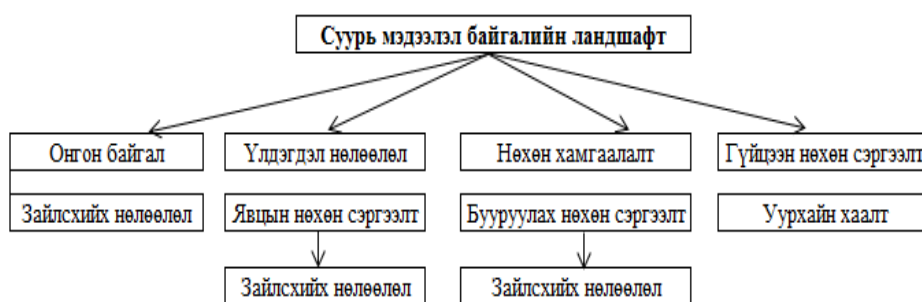
Уурхайн эдэлбэрийн ариун цэвэр хамгаалалтын бүсийн хилийг тогтоохдоо уулын ажлын сөрөг нөлөөллийг нийгэм эдийн засгийн үүднээс үнэлдэг бөгөөд уг үнэлгээнд:

- а). Эдэлбэр газраас авах нийгмийн бүтээгдэхүүний алдагдал;
- б). Цөлжилтөөс болж газрын (бэлчээрийн) шим тэжээл алдагдах;
- в). Эдэлбэр газрын хүрээнд тоосрол үүсэх;
- г). Тухайн бүс нутгийн ус зүйн горимын өөрчлөлт зэрэг болно.

Уурхайн эдэлбэр аж ахуйн эргэлтээс гаргах хугацаа, цар хэмжээ, газар болон бэлчээр эзэмшигчдээс эдэлбэр газрын бүрэн буюу хэсэгчилэн эргэлтээс гаргахаас өмнөх нийт орлого зэргийг Эдийн засгийн шууд хохиролын үнэлгээнд тооцно. Тухайлбал Чех, Польш зэрэг улсын үйлдвэрлэлийн зарим бүс нутагт бохирдлоос болж тариа буудайн ургац 27-29%, төмс болон чихрийн манжингийнх бүр 2-3 дахин буурдаг тухай болон уул уурхайн бүс нутгуудад 1т төмрийн хүдэр олборлолтод 14-15 га, 2,5-43 га, 1 сая тонн хүдрийн бус барилгын материал 1,5-583га, нүүрс дамжуулах хоолойн барилга 4га хүртэл газрыг эвдрэлд оруулдаг тухай мэдээлэл байдаг аж.

4. Дүйцүүлэн хамгаалалт гэж юу вэ?

Уул уурхайг байгал орчинд нөлөөлөл багатай төлөвлөх арга: зайлсхийх бууруулах нөхөн сэргээх нөхөн хамгаалах (зураг)



2-р зураг

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4, \text{ жил}$$

Цаг хугацаа: T_1 -байгалийн ландшафтын мониторинг, $T_2 + T_3 = T_{\text{нөөц}}$, $T_{\text{нөөц}}$ –ордын нөөц ашиглалтын хугацаа, T_x -дүйцүүлэн хамгаалал, T_4 -уурхайн хаалтын мониторинг.

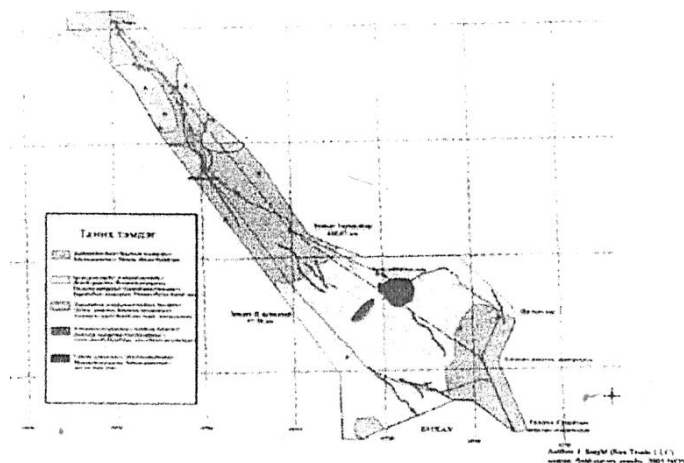
Уурхайн эдэлбэрийн хүрээндэх үлдэгдэл нөлөөлөл нь газрын эвдрэл ба биологийн олон янз байдалд үзүүлэх өөрчлөлтөөр илрэх ба нөхөн хамгаалалт биологийн олон янз байдалд эерэг нөлөөтэй байх боломжоор үнэлэгдэнэ.

Нөхөн хамгаалах

Харин боломжгүй тохиолдолд ашигт малтмалын тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч нөлөөллийг бууруулах, нөхөн сэргээх арга хэмжээг хэрэгжүүлсэн ч байгалийн унаган төрхийг бүрэн сэргээх боломжгүй байдаг. Иймээс уул уурхайн нөлөөллийг бүрэн арилгахын тулд тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч нь ашигт малтмалын хайгуул олборлолт хийх талбайтай дүйцэхүйц хэмжээний, экологи, биологийн ижил төстэй өөр газар нутагт хамгаалах арга хэмжээг хэрэгжүүлэх шаардлагатай. Уул уурхайг байгаль орчинд нөлөө багатай төлөвлөх аргын хэрэгжүүлж буй АНУ-ын туршлага жишээ 1 ба 2.

Жишээ 1				Жишээ 2		
Уул уурхайн нөлөөлөд өртсөн талбай				Нөхөн хамгаалах талбай		
Экосистем	Талбай (км2)	%	Экосистем	Талбай (км2)	%	
Хуурай хээр	3,770	89%	Хуурай хээр	3,300	77%	
Намгархаг газар	405	10%	Намгархаг газар	938	22%	
Нуур	5	0%	Нуур	12	0%	
Нийт	4,180	100%	нийт	4,250	100%	

Харин оюутолгойн алт, зэсийн бүлэг ордыг түшиглэн байгуулагдсан УБҮ-ийнга, түүнийг дагаж нийгмийн дэд бүтэц байгуулагдаагүй; тус үйлдвэр зэсийн баяжмалаа 102 км автотээвэр бүхий өөрийнхөө үйлвэрийнхээ нэг цехийн МУ-ын хилийн гадна байрлуулсан этгээд онцлогтойг тэмдэглэх хэрэгтэй (энэхүү цехийн 120 гаруй ажлын байр ба 20 орчим сая доллар хөрөнгө оруулалтыг дотооддоо шингээх боломжийг алдагдуулсан гэрээ бүр 2009 оноос хэрэгжиж эхэлжээ). Оюутолгойн үйлдвэрийн уг цехийг чиглэсэн шороон зам Говийн Их Тархан Цаазат газрын “Б” хэсгээр дамжин зэсийн баяжмал тээвэрлэж байна. Газрын баялгийг ашигласны дараагаар бүс нутаг эх оронд юу үлдэх вэ? гэсэн асуулт хариу нэхдэг. Өндөр технологи эзэмшсэн топ мэргэжилтнүүдээр салбарын хүний нөөцийг нөхөн, үйлдвэрлэл явагдаж байж, орчин үеийн технологи Монголд орж ирээд буцаж явахгүй нутагших боломж бодит нөхцөл бий болно. Уул уурхайг байгал орчинд нөлөөлөл багатай төлөвлөх шаардлага тавигдана.



3-р зураг. Оюу толгой-Гацуун сухайтын дэд бүтцийн зурвасын ургамлан нөмрөг

Эдүгээ мөрдөгдөж буй МУ-ын хуулиар дархан цаазат газарт ашигт малтмал ашиглах шинэ зам гаргах, ан амьтан үргээж цочоож хөөх, сарниулах дүрвээх, Баянбүрд задгай устай газрын дэргэд айл нутаглах тариа тарих зэрэг хүний үйлдлийг эрс тэс хориглохоос гадна ан амьтан тогтвортой нутагшил үржил, өсөлт, тархалт, нүүдэл, гүйдэл сэлтийг тогтмол ажиглан шинжилж судалснаар үр дүнг тайлагнан тодорхойлж байх ажлыг өөрийн болон гадаадын эрдэмтэд хамтран ажилласаар байх журамтай гэж дархан цаазат газрын горимыг тодорхойлсон байдаг. Ашигт малтмал нь шавхагдах баялаг учраас зүй зохистой ашиглах маш өндөр хэмжээний зорилт дэвшүүлэн тавьж байгаа юм. Иймд экологийн албан журмын даатгалыг татварын нэгдсэн тогтолцоонд суулгах судалгааны хүрээнд экологийн хохирлыг нөхөх татварын тогтолцоонд тусгай хамгаалалтай газар аж ахуйн үйл ажиллагаа явуулах онцгой эрх олгоход хугацааны шаталсан татвар ноогдуулах зарчмыг журамлах шаардлага гарч байна. Монголыг төрөөс тусгай хамгаалалттай газар нутгийн хамгаалалтын горимыг өөрчлөх тохиолдолд тодорхой бус зурвасыг ТХГ-д нэвтрэх түр хугацаатай зөвшөөрлийг төлбөр хураамжтай болгох эрх зүйн зохицуулалт хэрэгтэй гэсэн дүгнэлт гарна.

Ашигласан материалын жагсаалт

- [1] Ж.Цэвээн “дархан газрын учиг” (Гар бичмэл), 1950 он
- [2] БНМАУ-ын дархан газар, ан амьтад, УБ хот, 1964 он
- [3] О.Намнандорж “Их говийн дархан газар” УБ хот 1990 он
- [4] Я.Гомбосүрэн “Экологийн түгээмэл толь” УБ хот 2002 он
- [5] Я.Гомбосүрэн “Бага дархан цаазат газрын онгон бүсийг дүйцүүлэн хамгаалж болохгүй”, “Монголын мэдээ” сонин №215 (3556), 2012.10.02
- [6] Монголын нууц товчоо, УБ хот
- [7] Их засаг хууль
- [8] Монгол данжуур УБ хот. 2012
- [9] Protecting nature...г.м (англи хэлний их сурвалж) wwF. Дэлхийн онгон байгалийн сан.

ИЛ УУРХАЙН ӨРӨМДЛӨГ ТЭСЭЛГЭЭНИЙ АЖЛЫН ТЕХНОЛОГИЙН ТООЦООГ ТОДОТГОХ АСУУДАЛД

Магистр Г.Амартүвшин

ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

Дутагдал зөрчил илэрсэн өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын паспортоор тэсэлгээ хийсэн байгууллага, уурхайг нууцалсан болно.

Abstract

Identified shortcomings for the development of standard passports blasting open pit mining.

Түлхүүр үг: Уулын цул, Тэсэлгээний ажлын үзүүлэлтүүд.

Монгол улсад ашигт малтмал олборлох үйл ажиллагаа явуулж буй 170 гаруй ил уурхай байдаг байна. Ашигт малтмалын төрлөөр нь авч үзвэл алтны 80, хайлуур жоншны 12, харилгын материалын 30, эрчим хүчний нүүрс олборлодог 27, коксжих болон өндөр чанарын чулуун нүүрс олборлодог 9, төмрийн хүдрийн том бага ил уурхайнууд 12, зэс, молибдены болон зэс алтны хүдэр олборлодог болон олборлохоор бэлтгэж байгаа 4, цайр полиметаллын 1 ил уурхай байна. Эдгээр уурхайнууд нь ихэвчлэн өрөмдлөг тэсэлгээний аргаар ухаж ачихад бэлтгэх процессыг хэрэгжүүлдэг бөгөөд тэсэлгээний ажил гүйцэтгэх эрх бүхий гэрээт компаниар тэсэлгээний ажлыг гүйцэтгүүлж байна.

Монгол улсын хэмжээнд бүртгэлтэй, тэсэлгээний ажил гүйцэтгэх эрх бүхий 85 орчим аж ахуй нэгж байгууллагууд байдаг байна. Эдгээр аж ахуй нэгж байгууллагуудад нийт 1500 орчим тэсэлгээ хийх эрх бүхий ажилчин, инженер техникийн ажилчид байна. Тэсэлгээний ажил гүйцэтгэх эрх бүхий аж ахуй нэгж байгууллагууд нь тухайн объектод тэсэлгээний ажил гүйцэтгэхдээ Засгийн газрын 2006 оны 149 дүгээр тогтоолын 2 дугаар хавсралтын “Тэсэлгээний ажлын аюулгүй ажиллагааны нэгдсэн дүрэм”-ийн 36-д заасны дагуу гүйцэтгэнэ. Уг заалтанд “Тэсэлгээ хийх, тэсрэх бодисыг үйлдвэрлэх, бэлтгэх, тээвэрлэх, хадгалах ажлыг зөвхөн тэсэлгээчний үнэмлэх, тэсрэх материалтай харьцаж ажиллах эрхийн үнэмлэхтэй ажилтан гүйцэтгэнэ. Тэсэлгээчин нь тэсэлгээний ажлыг зөвхөн зөвшөөрсөн объектод тэсэлгээчний үнэмлэхэд заасан төрөл, объектоор батлагдсан "Өрөмдлөг, тэсэлгээний ажлын паспорт"-ын дагуу гүйцэтгэнэ” гэж заасан байдаг.

Өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын паспорт нь дараах агуулгаас бүрдсэн бичиг баримт байна. Үүнд:

1. Өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын паспортын нүүр
 - Тэсэлгээ хийж буй компани, тэсэлгээ хийх газар, тэсэлгээ хийх өдөр, хугацааг бичсэн,
 - Тэсэлгээний ажлын удирдагч, ахлах тэсэлгээчин, туслах тэсэлгээчин гарын үсэг зурж баталгаажуулсан,
 - Тэсэлгээний ажлыг дүгнэсэн, уурхайн дарга, уулын инженер баталсан байна.
2. Тэсэлгээний ажлын зохион байгуулалт, аюулгүй ажиллагаа
 - Тэсэлгээний ажлыг зохион байгуулах дараалал, аюулгүй ажиллагааны заавар, нэмэлт заавруудыг тусгасан байна.
 - Ил уурхайн тэсэлгээний ажлын хэмжээс, ил уурхайн цооногийн цэнэгийн байрлалын зургийг бүдүүвчилж харуулсан байна.
 - Харуулын тэмдэглэл хөтөлсөн байна.
3. Тэсрэлтээс үүсэх аюултай бүсийн тооцоо
 - Тэсрэлтээс үүсэх аюултай радиусын бүсийг тодорхойлсон байна.
4. Тэсэлгээний ажилд хэрэглэх тэсрэх материалын зарцуулалт
 - ТБ, тэсэлгээний хэрэгсэлийн зарцуулалтыг тооцсон байна.
5. Өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын үзүүлэлтүүд
 - Тэсэлгээний блок- эзлэхүүн, урт, өргөнийг тооцож бүрэн бөглөсөн байна.

- Цооног- цооногийн тоо, гүн, цооног хоорондын зай, эгнээ хоорондын зай, улны эсэргүүцлийн шугам, доголын өндөр, аюулгүйн зай, түгжээсний урт, цэнэгийн урт, налуугийн өнцөг, цооногийн диаметрыг бүрэн бөглөсөн байна.
6. Холболтын схем
- Цооногийн байршил, холболтын схемийг зурсан байна.
 - Аюулгүйн зайг тооцож тусгасан байна.
7. Тэсэлгээний ажлын гүйцэтгэлийн тайлан
- Гүйцэтгэсэн болон хүлээн авсан эрх бүхий албан тушаалтны гарын үсгээр баталгаажсан байна.

Тэсэлгээний ажил гүйцэтгэх эрх бүхий аж ахуй нэгж байгууллагууд нь дээрх шаардлагыг тусгасан өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын паспортын дагуу тухайн уурхай, объектод тэсэлгээний ажлыг гүйцэтгэдэг. Гэтэл зарим уурхайд хийсэн өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын паспортуудаас харахад тэсрэх бодис болон тэсэлгээний хэрэгслийн зарцуулалт, цооногийн тоо, цооногийн гүн, цооног хоорондын болон эгнээ хоорондын зай, цооногийн холболт, харуулын тэмдэглэл, аюулгүй зай зэрэг үзүүлэлтүүдийг тооцоод бусад шаардагдах үзүүлэлтүүд нь тусгагдаагүй байдаг тал ажиглагдаж байна.

Зарим уурхайд хийсэн өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын паспортуудад дараах дутагдлууд илэрч байна. Үүнд:

1. Уурхайн дарга болон тэсэлгээний ажлын удирдагчаар батлагдаагүй тэсэлгээний ажлын паспортаар тэсэлгээ хийдэг.
2. Тэсэлгээний ажлын паспортууд стандартын дагуу хийгдээгүй. Өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын үзүүлэлтүүдийг дутуу тооцсон байдаг.
3. Тэсэлгээний блокын хэмжээг тооцоогүй байдаг.
4. Тэсэлгээний ажлын гүйцэтгэлийн тайлан байдаггүй.
5. Тэсэлгээний ажлын паспортуудад тэсэлгээний ажлын ямар ч үзүүлэлт тооцоогүй хоосон байдаг.
6. Тэсэлгээний ажлын паспортуудын хэмжээсүүд хоорондоо зөрүүтэй байдаг.
7. Тэслэгдсэн уулын цулын эзлэхүүнийг цооногийн уртаар тооцсон гэх мэт зөрчлүүд илэрдэг байна.

Дээрх дутагдлуудаас улбаалж тэсэлгээ хийлгэсэн уурхай (аж ахуй нэгж) болон тэсэлгээ хийсэн аж ахуй нэгжүүдийн хоорондын уулын цулын маргаан үүсэх асуудал гарах боломжтой юм.

Дүгнэлт

1. Аж ахуй нэгж байгууллагууд тэсэлгээ хийх эрх бүхий инженерүүдийг өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын паспорт зөв зохиож, бүрэн бөглөх тал дээр сургаж хэвшүүлэх шаардлагатай байна.
2. Тэсэлгээ хийлгэж буй уурхай болон аж ахуй нэгж байгууллагууд уурхайн дарга, ерөнхий инженер гэх мэт удирдах албан тушаалтай хүмүүсийг өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын паспорт зөв тооцсон, бүрэн бөглөсөн эсэх дээр хяналт тавихад сургах шаардлагатай байна.

ХЭВТЭЭ МАЛТАЛТУУДАД ҮЙЛЧЛЭХ ДАРАЛТЫН ТООЦОО

Магистр Б. Тамир, магистр Х.Мөнхнасан, магистр Д.Батбаяр

ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

Abstract

Calculating probabilities based on the mine working around the primary and secondary pressure and the shape of each of its width and height.

Түлхүүр үг: Далд уурхай, нэвтрэлт, бэхэлгээ

1. Оршил

Гүний уурхайд малталт нэвтрэх явцад уулын цулд анхлан байсан төлөв байдлаас өөрчлөгдсөн нэгэн хүчдэлийн төлөв байдал өөрөө аяндаа бүрэлдэн тогтдог бөгөөд энэ нь тухайн нэвтэрсэн туннель эсвэл далд уурхайн хэвтээ ам зэрэг малталтуудын хэлбэр болон хэмжээнээс хамаарна. Өөрөөр хэлбэл, газрын гүнд нэвтрэх малталтын тогтворжилтын аюулгүй байдлыг тооцон бодох ажлыг гүйцэтгэхэд тухайн үүссэн хөндий орон зайн хөндлөн огтлолын хэлбэр болон -талбай нь шийдвэрлэх үүрэгтэй юм.

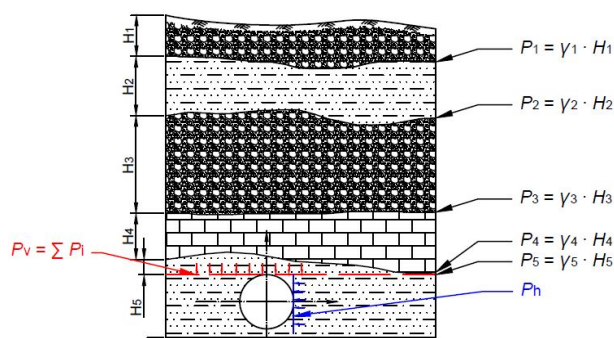
Өнөөг хүртэл хэрэглэгдэн ирсэн хөндий орон зайн нөхцөл байдал (ситуаци) дахь хажуугийн даралтын тооцоо болон томъёолол, тэдгээрийн параметруудийг бүрэн гүйцэд ба зөв болгох нь уулын цул доторхи малталтанд бүх талаас үйлчлэх хүчнүүд болон даралтууд, түүнчлэн анхдагч- болон хоёрдагч хүчдэлийн төлөв байдлуудад тааралдах шахалтын-, суналтын- ба шилжрэлтийн (шилжээсийн) хүчдэлүүдийн бодит утгуудыг олж тогтооход болон бодолтын үр дүнд шууд нөлөөтэй юм. Бодолтонд далд уурхайн янз бүрийн малталтуудын хөндлөн огтлолын хэлбэрүүдэд тохирох, хөндий орон зайн эргэн тойронд бий болох даралт болон хүчдэлүүдийн тооцоог багтаасан бөгөөд эдгээрийг зургаар дүрслэн үзүүлсэн болно.

Тус өгүүллийн нэг ба хоёрдугаар хэсгүүдэд уулын- болон хадан чулууны механикийн үндэс суурь болох хатуу чулуулгийн механик шинж чанарууд ба уулын цулын үндсэн хүчдэлийн төлөв байдал зэргийг дэлгэрэнгүй тайлбарласан. Дараагийн хэсгүүдэд гүний уурхайн хэвтээ малталтуудыг тойрон үүсэх хоёрдагч хүчдэлийн төлөв байдлууд болон тэдгээрийн ялгаатай хөндлөн огтлолын хэлбэрүүд дэх онцлогуудыг өгүүлэв.

2. Хэвтээ малталтанд үйлчлэх уулын цулын даралтууд

2.1. Босоо чиглэл дэх хуримтлалын даралт

Уулын цул дотор далд уурхайн нэгэн хөндий орон зайг ухаж бий болгохоос өмнөх босоо чиглэл дэх даралт нь бол гадаргуугийн болон хөрсний ус ба байгалиас бүрэлдэн тогтсон чулуулгийн давхаргуудын газрын гадаргаас тодорхой гүнийг хүртэлх хуримтлалын даралтын нийлбэрээр илэрхийлэгдэнэ (1-р зураг).



1-р зураг. Хуримтлалын даралт

Хуримтлалын даралт:

$$p_v = \sum (\gamma_i \cdot H_i) \quad [\text{кН/м}^2] \quad (1)$$

$\gamma_i - i$ - дүгээр давхаргын эзэлхүүн жин [кН/м]
 $H_i - i$ - дүгээр давхаргын өндөр [м]

2.2. Хэвтээ чиглэл дэх хажуугийн даралт

Уулын цулын массив дахь усны хэмжээ болон хөндөгдөөгүй чулуулгийн давхаргуудын хуримтлалын даралтаас үүдэн хажуугийн даралтыг бодож болно.

Хажуугийн даралт p_h нь хажуугийн даралтын итгэлцүүр λ -ээр тодорхойлогдоно.

Хэвтээ чиглэл дэх хажуугийн даралт:

$$p_h = \lambda \cdot p_v \quad [\text{кН/м}^2] \quad (2)$$

Хажуугийн даралтын итгэлцүүрийг уулын цул дахь чулуулгийн шинж чанараас хамааруулан тооцно.

Хажуугийн даралтын итгэлцүүр:

$$\lambda = \frac{\nu}{1-\nu} \quad (3)$$

ν – Пауссоны тоо.

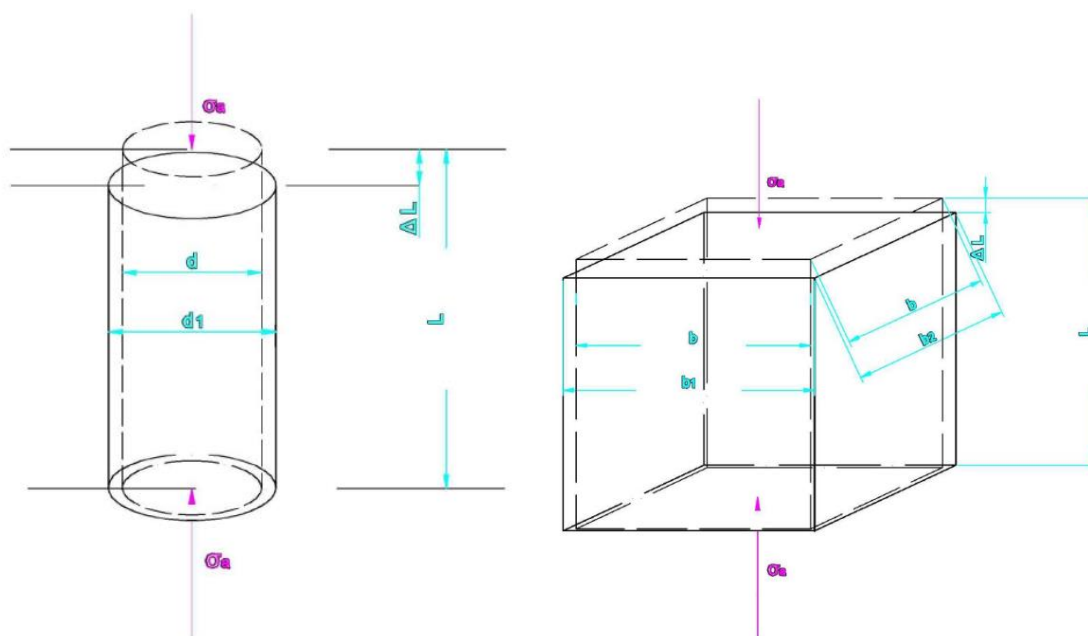
Пауссоны тоо ν нь нэгэн хадан чулууны дээжийн нэг тэнхлэгийн дагуух шахалтын ачаалал дахь хөндлөн чиглэл дэх суналт ба уртын дагуух суналтын¹ харьцааг тодорхойлж байдаг (Зураг 2).

$$\text{Уртын дагуух суналт: } \varepsilon_a = \frac{\Delta h_{\text{Дээж}}}{h_{\text{Дээж}}} \quad (4)$$

$$\text{Хөндлөн чиглэл дэх суналт: } \varepsilon_q = \frac{\Delta d_{\text{Дээж}}}{d_{\text{Дээж}}} \quad (5)$$

$$\text{Пауссоны тоо } \nu = \frac{\varepsilon_q}{\varepsilon_a} = \frac{\Delta h_{\text{Дээж}}/h_{\text{Дээж}}}{\Delta d_{\text{Дээж}}/d_{\text{Дээж}}} \quad (6)$$

Үүнд: $h_{\text{Дээж}}$ – Хадан чулууны дээжийн өндөр [м]
 $B_{\text{Дээж}}$ – Хадан чулууны дээжийн өргөн [м]



2-р зураг. Цилиндр болон шоо хэлбэртэй хадан чулууны дээжийн хөндлөн болон уртын дагуух суналтын харьцаанууд

Пауссоны тооны дээд хязгаар $\nu = 0,5$ ба энэ үед хажуугийн даралтын итгэлцүүр $\lambda = 1$ байх бөгөөд иймээс давхарлагдсан хуримтлалын даралт нь хажуугийн даралттай тэнцүү $p_v = p_h$ байна. Энэ нь “*бараг – гидростатикийн даралт*” гэж нэрлэгддэг бөгөөд усан доторхи даралт юм. Тухайн хадан чулууны дээж нь хэдий чинээ хатуу байх тусам, төдий чинээ хажуугийн даралтын итгэлцүүр нь их юм.

Пауссоны тоог тодорхойлох үед ашиглагдаж байсан дээжийн өндөр болон урт нь өгөгдөөгүй буюу ерөнхийдөө мэдэгдэхгүй байдаг. Ийм учраас хажуугийн даралтын итгэлцүүр λ нь зөвхөн материалын харьцааны шинж чанарыг үзүүлж байдаг.

Хажуугийн даралтын итгэлцүүр λ –ын утгыг ашигласан ном [1] -ын 53 – р хуудсан дахь хүснэгтээс жишээ болгон үзүүлвэл (*1-р хүснэгт*):

Хүснэгт 1

Пауссоны тоо болон хажуугийн даралтын итгэлцүүрийн зарим утгуудыг Доктор Ж.Стини авч үзсэнээр

Чулуулаг	Пауссоны тоо ² m_p	Хажуугийн даралтын итгэлцүүр λ
Боржин (Handeck) ¹	7 - 10	0,17 – 0,11
Гнейс (Tessin)	3,3 – 6,6	0,44 – 0,18
Диабаз (Württemberg)	3,1	0,48
Гантиг (Carrara)	3,7 – 4,3	0,37 – 0,30
Шохойн чулуу (Arvel)	2,7	0,59
Шохойн чулуу (Waadt)	2,9 – 3,1	0,53 - 0,48
Саарал элсэн чулуу (St Margerethen)	2,8	0,56
Элсэн чулуу (Rossens)	6 - 10	0,20 – 0,11

3.3. Малталтын тааз болон хананд үйлчлэх уулын даралтууд, тэдгээрийн хоорондын хамаарал

Далд уурхайн малталтын хөндий орон зайн таазны талбай дээр үйлчлэх хүчийг давхарлагдсан хуримтлалын даралтын хуваарилалтаар олж болно.

$$\vec{F}_z = \frac{P_v}{b_{\text{Малталт}} \cdot l_{\text{Малталт}}} \quad [\text{кН}] \quad (7)$$

$b_{\text{Малталт}}$ - малталтын өргөн [м]

$h_{\text{Малталт}}$ - малталтын өндөр [м]

Үүнтэй төстэйгээр, хажуу талаас хананы талбай дээр үйлчлэх хүчийг хажуугийн даралтыг хувааснаар бодож олно.

$$\vec{F}_x = \frac{P_h}{h_{\text{Малталт}} \cdot l_{\text{Малталт}}} \quad [\text{кН}] \quad (8)$$

Давхарлагдсан хуримтлалын даралт ба хажуугийн даралтын хоорон дахь хамаарал нь дараахь маягаар үзүүлэгдэнэ.

$$\frac{P_v}{b_{\text{Малталт}} \cdot l_{\text{Малталт}}} \cdot \lambda = \frac{P_h}{h_{\text{Малталт}} \cdot l_{\text{Малталт}}} \quad [\text{кН}] \quad (9)$$

Тэгшитгэлийн хоёр талд байгаа $l_{\text{Малталт}}$ –ууд нь хураагдснаар бодолт хялбарчлагдан, малталтын уртын дагуух даралтыг тооцоонд авч үзэх шаардлагагүй болж байна. Энэхүү хамаарлын тусламжтайгаар уулын даралтуудын орон зайн гурван хэмжээст дүрслэлийг нэгэн X, Z - хавтгай руу шилжүүлж чадах болно.

$$\frac{h_{\text{Малталт}}}{b_{\text{Малталт}}} = \frac{P_h}{P_v \cdot \lambda} \quad (10)$$

Үүний үр дүнд гарч ирж буй эгц босоо чиглэлээс хэвтээ чиглэл дэх хүчийг дамжуулахтай цуг хажуугийн даралт нь зөвхөн хажуугийн даралтын итгэлцүүр λ –ээр төдийгүй, харин мөн малталтын тэнхлэгүүдийн харьцаа $f_{\text{Малталт}}$ –аар тогтоогддог. Үүнд хөндий орон зайн тэнхлэгийн харьцаа нь дараахь байдлаар илэрхийлэгдэнэ.

$$f_{\text{Малталт}} = \frac{h_{\text{Малталт}}}{b_{\text{Малталт}}} \quad (11)$$

Ингэснээр хажуугийн даралтын хэмжээг хөндий орон зайн хөндлөн огтлолын хэлбэр тус бүрээр нь томъёолвол:

- а) Квадрат ба тойрог хэлбэрийн хөндлөн огтлолын талбайнуудын хувьд малталтын тэнхлэгүүдийн харьцаа нь $f_{\text{Малталт}} = \frac{h_{\text{Малталт}}}{b_{\text{Малталт}}} = 1$ байна.

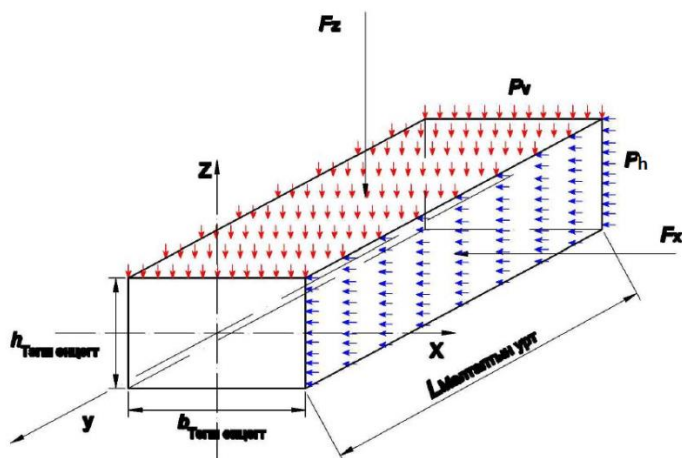
$$p_h = \lambda \cdot p_v \quad [\text{кН/м}^2] \quad (12)$$

- б) Тэгш өнцөгт ба эллипс хэлбэрийн хөндлөн огтлолын талбайнуудын хувьд (Зураг 3а):

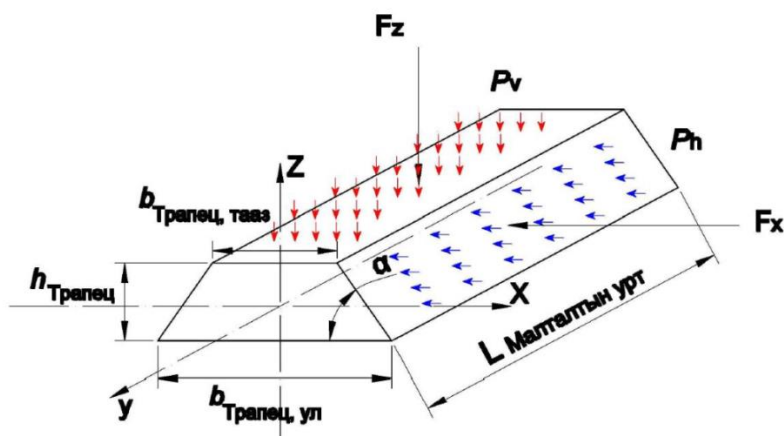
$$p_h = \frac{\lambda \cdot p_v \cdot h_{\text{Малталт}}}{b_{\text{Малталт}}} \quad [\text{кН/м}^2] \quad (13)$$

- в) Трапец хэлбэрийн хөндлөн огтлолын талбайн хувьд (3б-р зураг):

$$p_h = \frac{\lambda \cdot p_v \cdot h_{\text{Малталт}}}{b_{\text{Малталтын тааз}} \cdot \sin \alpha} \quad [\text{кН/м}^2] \quad (14)$$



3а-р зураг. Тэгш өнцөгт хэлбэрийн хөндлөн огтлолын талбайн хувьд давхарлагдсан хуримтлалын даралт болон хажуугийн даралтын хоорон дахь хамаарал, хөндий орон зайн нөхцөл байдалд



3б-р зураг Трапец хэлбэрийн хөндлөн огтлолын талбайн хувьд давхарлагдсан хуримтлалын даралт болон хажуугийн даралтын хоорон дахь хамаарал, хөндий орон зайн нөхцөл байдалд

3. Уулын цул дахь хүчдэлийн төлөв байдлууд

3.1. Анхдагч хүчдэлийн төлөв байдал

Дэлхийн хүндийн хүчний улмаас тодорхой гүнд орших чулуулгууд нь тухайн давхарлагдсан хуримтлалын хэмжээгээр босоо чиглэл дэх хүчдэлд орж байдаг.

Босоо чиглэл дэх чулуулгийн хүчдэл:

$$\sigma_z = p_v \quad [\text{кН/м}^2] \quad (15)$$

Хэрвээ уулын цулд тааралдаж буй чулуулгуудыг нэгэн төрлийн болон изотроп шинж чанартай гэж авч үзвэл, анхдагч хүчдэлийн төлөв байдалд хэвтээ даралтын үйлчлэлүүд нь бүх чиглэлд адил хэмжээтэй байна.

Хэвтээ чиглэл дэх чулуулгийн хүчдэлүүд:

$$\sigma_y = \sigma_x = p_h \quad [\text{кН/м}^2] \quad (16)$$

Анхдагч хүчдэлийн төлөв байдалд чулуулгийн хүчдэлүүд нь матриц дахь гурван хэмжээст тензор хэмжигдэхүүнээр илэрхийлэгдэнэ.

$$\begin{bmatrix} \sigma_{xx} & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_{yy} & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_{zz} \end{bmatrix} \quad [\text{кН/м}^2] \quad (17)$$

3.2. Хоёрдагч хүчдэлийн төлөв байдал

Малталт нэвтрэн чулуулгийг ухан авснаар уулын цулд үүссэн хөндий орон зайг тойрон нэгэн хүчдэлийн төлөв байдал үүсэх бөгөөд түүнийг хоёрдагч хүчдэлийн төлөв байдал гэж нэрлэдэг. Уулын даралтын тооцооны хэсэгт үзүүлснээр малталтын уртын дагуух даралтыг тооцохгүй байж болох бөгөөд ингэснээр уулын цулын бүх чиглэлд үйлчилж буй хүчдэлүүдийн утгуудаас малталтын Y – тэнхлэгийн чиглэлд үйлчлэх таван хүчдэлүүдийг хасан бодолтыг хялбарчлах боломжтой юм.

Анхдагч хүчдэлийн төлөв байдал дахь матрицыг X , Z - хавтгай руу шилжүүлснээр малталтын эргэн тойронд үйлчлэх хүчдэлүүд нь дараахь маягаар тодорхойлогдоно.

$$\begin{bmatrix} \sigma_{xx} & \tau_{xz} \\ \tau_{zx} & \sigma_{zz} \end{bmatrix} \quad [\text{кН/м}^2] \quad (18)$$

Учир нь хөндий орон зай нь ямар ч даралт болон хүчийг дамжуулж чадахгүй, харин тэдгээр нь малталтын эргэн тойрон дахь чулуулагт шахалтын- болон суналтын хүчдэлүүд байдлаар малталтын хүрээтэй харьцуулан авч үзвэл нормаль- болон шүргэгч чиглэлүүдэд тааралдах болно. Эдгээр хүчдэлүүдийн улмаас малталтын хүрээний ирмэгээс гадагш тодорхой нэгэн зайг хүртэл сийрэгжилт-болон шахалтын бүсүүд тойрон бий болох бөгөөд энэхүү алслагдах зай нь тухайн орших чулуулгийн хажуугийн даралтын итгэлцүүрээс урвуу хамаарна.

Энэ зайн алслалтаас гадагш хөндөгдөөгүй уулын цул эхлэх бөгөөд тэнд хүчдэлийн утгууд нь анхдагч хүчдэлийн төлөв байдлын утгуудтай тохирох хэмжээнд байх юм. Энэхүү бүсийн хүрэх алслалтын зайн хамгийн их утгыг хөндий орон зайн дотоод радиусын тусламжтай r_a радиусаар бодох боломжтой.

$$r_a = r_i + r_i \cdot (1 - \lambda) = (2 - \lambda) \cdot r_i \quad [\text{м}] \quad (19)$$

а) Тойрог хэлбэрийн хөндлөн огтлолын талбайтай үед жишээлбэл, таазны хэсгийн хүрээний ирмэг (контур) дээр хамгийн их суналтын хүчдэл үүсэх ба хажуу хэсгийн мөргөцгийн хажуу ханан дээр хамгийн их шахалтын хүчдэл бий болно.

Нормаль хүчдэлүүд (4a-р зураг):

$$\sigma_r = \sigma_x + (\sigma_z - \sigma_x) \cdot \sin \varphi' \quad [\text{кН/м}^2] \quad (20)$$

Шүргэгч хүчдэлүүд (4b-р зураг):
 $r = r_a$ байх үед,

$$\sigma_{\varphi, r_a} = \sigma_z + (\sigma_z - \sigma_x) \cdot \cos \varphi' \quad [\text{кН/м}^2] \quad (21)$$

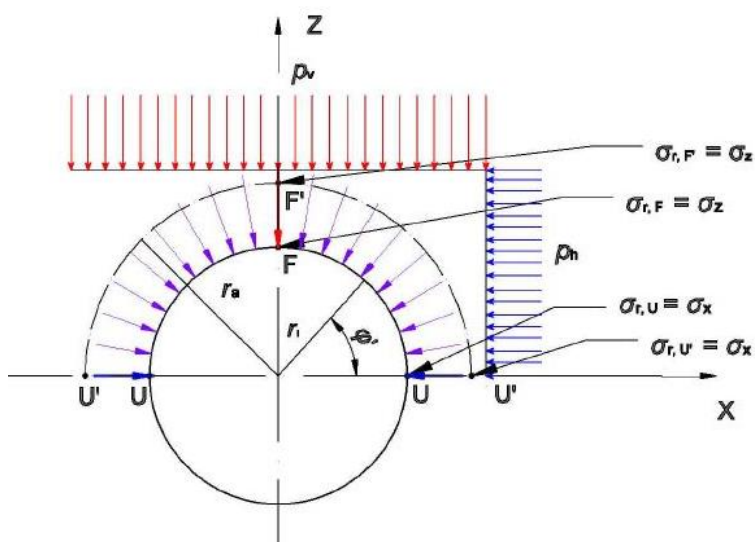
$r = r_i$ байх үед,

$$\sigma_{\varphi, r_i} = \sigma_z \cdot \cos \varphi' + (\sigma_z - \sigma_x) \quad [\text{кН/м}^2] \quad (22)$$

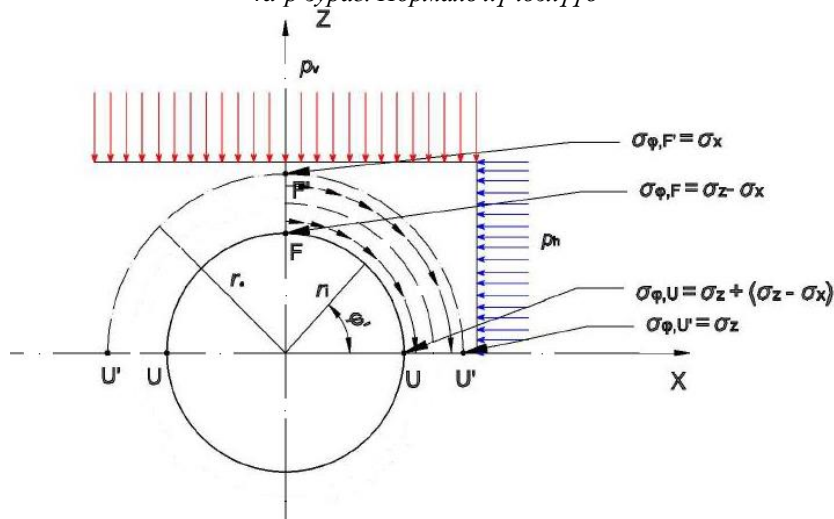
Үр дүнд бий болох хүчдэл:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_r^2 + \sigma_{\varphi}^2} \quad [\text{кН/м}^2] \quad (23)$$

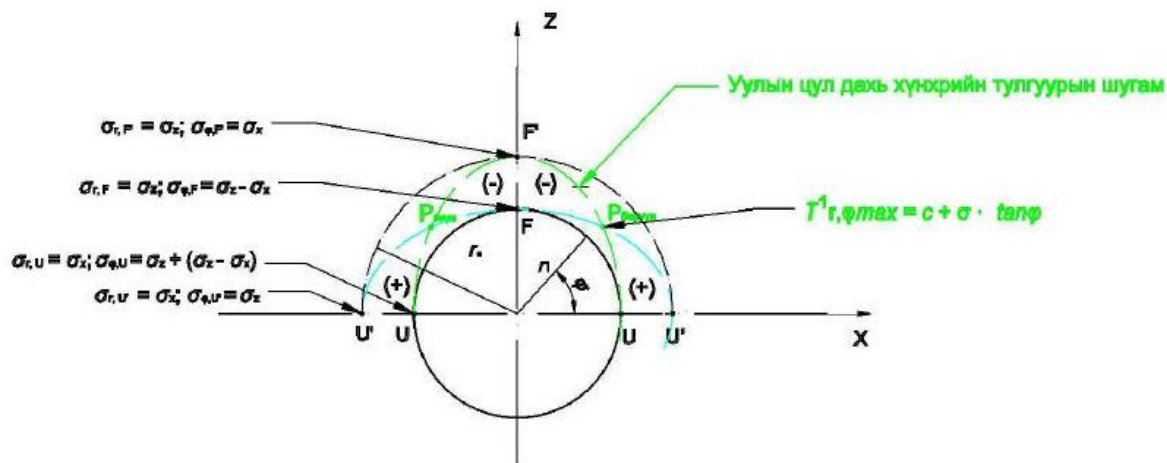
5-р зурагт нийт хүчдэлийн талбарыг (эпюрийг) хоёрдагч хүчдэлийн төлөв байдалд дүрсэллээ.



4a-р зураг. Нормаль хүчдэлүүд



4b-р зураг. Шүргэгч хүчдэлүүд



5-р зураг Тойрог хэлбэрийн малталтын эргэн тойронд бий болох хүчдэлийн талбар хоёрдагч хүчдэлийн төлөв байдалд

5-р зурагт суналтын- болон шахалтын хүчдэлүүд нь хасах (-) болон нэмэх (+) тэмдгээр тэмдэглэгдсэн ба түүнчлэн эдгээр хоёр хүчдэлүүдийн зааг талбайнууд зурагдсан. Малталтын таазны хэсэг шүргэгч чиглэлд суналтын хүчдэлээр хоёр тал руугаа ачааллагдана. Үүний эсрэгээр хөндий орон зайн хажуу талууд нь шахалтын хүчдэлүүдийн нэмэгдэлтээр хэт их ачаалалд орно. Тойргийн өнцөг $\varphi' > 45^{\circ}$ байх цэгүүд дээр сийрэгжилтийн бүс тааралдана. Тойргийн өнцөг $\varphi' < 45^{\circ}$ байх цэгүүд дээр хүчдэлийн төвлөрлийн бүс эхэлнэ.

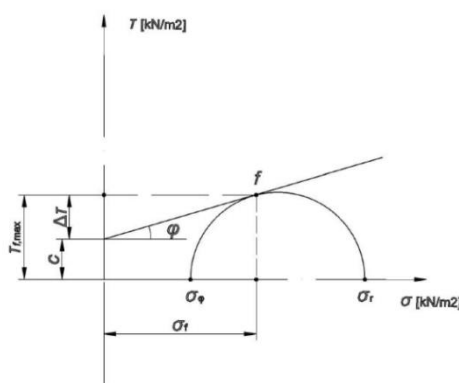
Зураг дээр харуулснаар, суналтын- болон шахалтын хүчнүүдээр ачааллагдаагүй хоёр харьцангуй тогтвортой хэсгүүд байрлах бөгөөд эдгээр нь зааг талбайн муруйнууд дээр тойргийн өнцөг $\varphi' = 45^{\circ}$ байх үед буюу чулуулгийн сийрэгжилтийн- болон хүчдэлийн төвлөрлийн бүсүүдийн хооронд орших $P_{\text{баруун}}$ ба $P_{\text{зүүн}}$ цэгүүдээс тойрогт нормаль чиглэлд гадагш болон дотогш хоёр чиглэлд байрлана.

Хэрвээ уулын цулын бүсийг нийгэд нь ажиглавал, нурал үүсэх магадлал нь F цэгээс эхлээд зааг талбайн муруйнуудыг даган хоёр тал руу тойргийн өнцөг $\varphi' = 45^{\circ}$ байх үед $P_{\text{зүүн}}$ болон $P_{\text{баруун}}$ цэгүүд хүртэл, мөн эдгээр цэгүүдээс цааш малталтын хананы гадна байрлах $U'_{\text{зүүн}}$ ба $U'_{\text{баруун}}$ цэгүүд хүртэл үргэлжилж байна. Энэ үргэлжлэх зурвас шугамыг уулын цул дахь хүнхрийн тулгуурын шугам гэж нэрлэнэ (Зураг 7b).

Зааг талбайн муруйнууд дагуу шилжрэлтийн хүчдэл тааралдах бөгөөд тэнд чулуулаг нь суналтаар ч мөн шахалтаар ч ачааллагдана. Дурын цэг дээрх шилжрэлтийн хүчдэл нь Моор- ба Коулумбын аргачлалын дагуух хүрээний муруй байгуулалтын зургаар дүрслэгдэнэ. Зааг талбайн муруйнууд дээр тойргийн өнцөг $\varphi' = 45^{\circ}$ байх цэгт хамгийн их шилжрэлтийн хүчдэл бий болох бөгөөд үүнийг Моор- ба Коулумбын дугуй тойргийн байгуулалтаар тодорхойлно (Зураг 6).

$$\tau_{r,\varphi_{\text{max}}} = c + \sigma \cdot \tan \varphi \quad [\text{кН/м}^2] \quad (24)$$

c – Барьцалдалтын хүчдэл
 φ – Дотоод үрэлтийн өнцөг



6-р зураг. Хамгийн их шилжрэлтийн хүчдэл, Моор ба Коулумбын аргачлалаар

Эллипс хэлбэрийн малталтын тэнхлэгийн харьцаа $f_{\text{Малталт}}$ –г хэвтээ хүчдэлүүдийн хувьд авч үзнэ.

$$\sigma_h = \sigma_x = \frac{\lambda \cdot \sigma_z \cdot h_{\text{Малталт}}}{b_{\text{Малталт}}} \quad [\text{кН/м}^2] \quad (25)$$

Эллипсийн хөндлөн огтлолын талбайн хэлбэр $f_{\text{Малталт}} > 1$ байх үед тойрог хэлбэрийн хөндлөн огтлолын талбайн радиус r_i нь эллипсийн өргөн $b_{\text{Малталт}}$ –ийн хагасаар орлуулагдах ба r_a зайн алслалтаар малталтын тэнхлэгийн харьцаа $f_{\text{Малталт}}$ –г хадгалсан туслах эллипс зурж байгуулна.

$$r_{a, f>1} = (2 - \lambda) \cdot \frac{b_{\text{Малталт}}}{2} \quad [\text{м}] \quad (26)$$

Үүний дараа зааг талбайн муруйнууд болон уулын цул дахь хүнхрийн тулгуурын шугамыг зурж байгуулна.

Зураг 7a –д үзүүлснээр, таазан дахь суналтын хүчдэлийн хэсэг багасан, харин мөргөцөг ханан дахь шахалтын хүчдэлийн хэсэг нь ихэссэн байна. F цэгийн хамт $P_{\text{баруун}}$ болон $P_{\text{зүүн}}$ цэгүүд буюу шилжрэлтийн

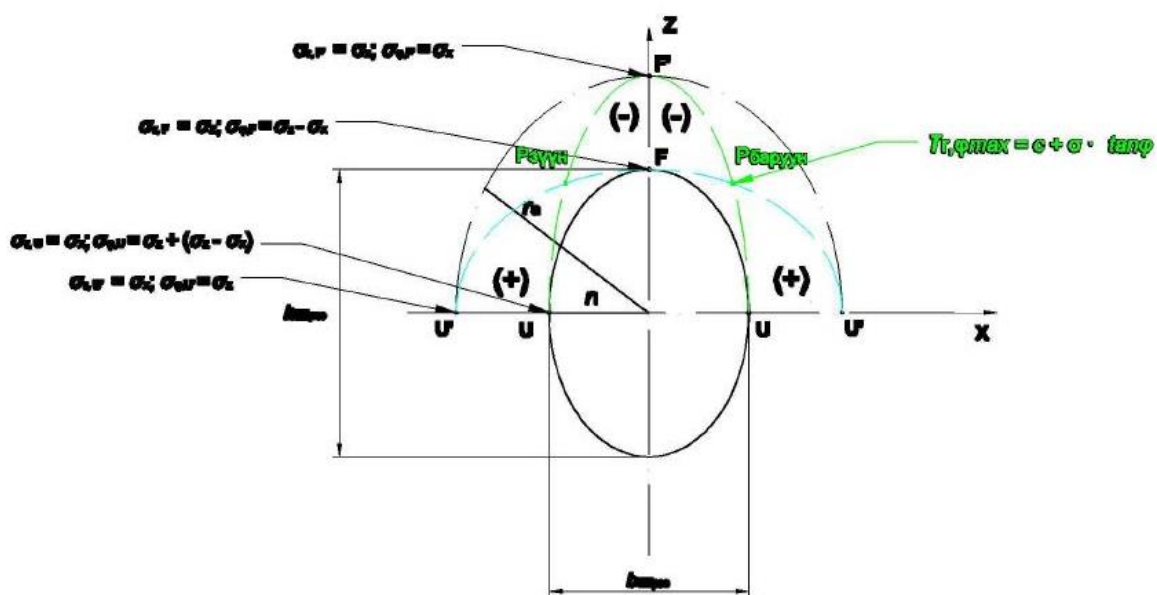
хүчдэлийн хамгийн их утга $\tau_{r,\varphi_{max}}$ нь дээш болон хөндий орон зайн хүрээний ирмэг рүү шилжсэн. Үүгээр таазны хэсэгт хөндий орон зайн нурах магадлал нь ихсэж байна.

Эллипсийн хөндлөн огтлолын талбайн хэлбэр $f_{Малгалт} < 1$ байх үед тойрог хэлбэрийн хөндлөн огтлолын талбайн радиус r_1 нь эллипсийн өндөр $h_{Малгалт}$ -ийн хагасаар орлуулагдана.

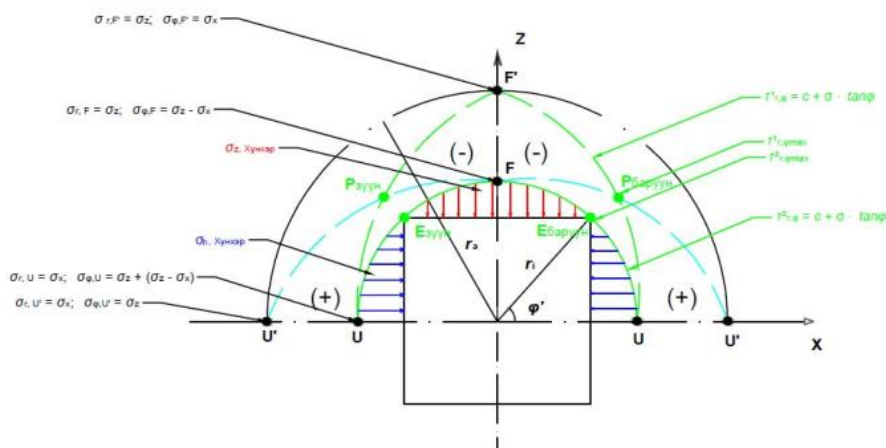
$$r_{a, f < 1} = (2 - \lambda) \cdot \frac{h_{Малгалт}}{2} \quad [м] \quad (27)$$

Зураг 7b -д үзүүлснээр, таазан дахь суналтын хүчдэлийн хэсэг нь ихсэн, харин мөргөцөг ханан дахь шахалтын хүчдэлийн хэсэг багассан байна. F цэгийн хамт $P_{Баруун}$ болон $P_{Зүүн}$ цэгүүд буюу шилжрэлтийн хүчдэлийн хамгийн их утга $\tau_{r,\varphi_{max}}$ нь доош болон хөндий орон зайн хүрээний ирмэг рүү шилжсэн. Таазны хэсэг илүү их суналтын хүчдэлээр ачааллагдаж байна. Өөрөөр хэлбэл, энэ хэсэгт чулуулаг нь сулран сийрэгжсэн бөгөөд үүгээр мөн таазны хэсэгт хөндий орон зайн нурах магадлал нь ихсэж байна.

Эллипс хэлбэрийн хөндлөн огтлолын талбайн хувьд хүчдэлийн талбарыг Зураг 7a ба 7b -д дүрслэв.



7a.-р зураг. Эллипсийн тэнхлэгүүдийн харьцаа $f > 1$ байх үеийн уулын цул дахь хүчдэлийн талбар



8-р зураг. Квадрат хэлбэрийн хөндлөн огтлолтой байх үеийн хүчдэлийн талбар

Тэгш өнцөгт хэлбэрийн хөндлөн огтлолын талбайн хувьд туслах тойргийн радиус r_1 нь тэгш өнцөгтийн өргөн $b_{\text{Малталт}}$ -ийн хагасыг $\cos \varphi'$ -д хуваасантай тэнцүү.

Үүнд:

$$r_1 = \frac{b_{\text{Малталт}}}{2 \cdot \cos \varphi'} \quad [\text{М}] \quad (33)$$

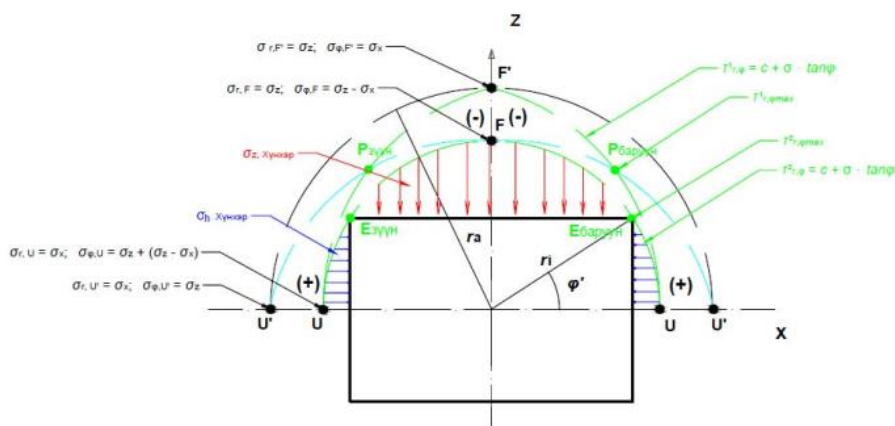
$$r_a = (2 - \lambda) \cdot \frac{b_{\text{Малталт}}}{2 \cdot \cos \varphi'} \quad [\text{М}] \quad (34)$$

Энэ тохиолдолд малталтын таазны хэсгийн хүнхэрт үүсэх хүчдэлүүдийн хэмжээ σ_z , $\chi_{\text{Хүнхэр}}$ нь хажуу хананы хэсгийн хүнхэрт үүсэх хүчдэлүүдийн хэмжээ σ_z , $\chi_{\text{Хүнхэр}}$ -тэй харьцуулахад их байна. Өөрөөр хэлбэл таазны хэсэг нь хажуу хананы хэсгээс илүү их хүчдэлээр ачаалагдаж байна.

Хэвтээ чиглэл дэх хүчдэлүүдийг тооцоход мөн тэнхлэгүүдийн харьцааг анхаарна.

$$\sigma_h = \sigma_x = \frac{\lambda \cdot \sigma_z \cdot h_{\text{Малталт}}}{b_{\text{Малталт}}} \quad [\text{кН/М}^2] \quad (35)$$

Тэгш өнцөгт хэлбэрийн хөндлөн огтлолын хувьд малталтын хөндий орон зайг тойрон үүсэх хүчдэлийн талбарыг Зураг 9 -д дүрслэв.



9-р зураг. Тэгш өнцөгт хэлбэрийн хөндлөн огтлолын хувьд малталтын хөндий орон зайн эргэн тойронд үүсэх хүчдэлийн талбар

Трапец хэлбэрийн хөндлөн огтлолын талбайн хувьд туслах тойргийн радиус r_1 нь тэгш өнцөгтийн өргөн $b_{\text{Малталт}}$ -ийн хагасыг $\cos \varphi'$ -д хуваасантай тэнцүү.

Үүнд:

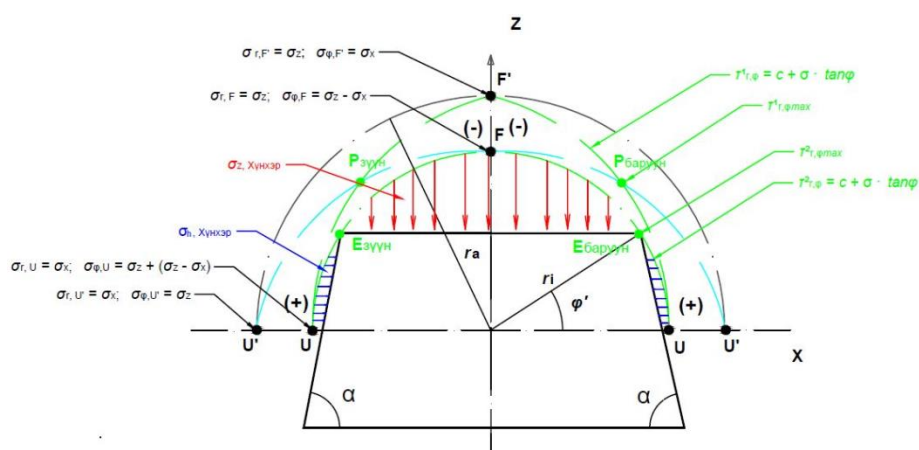
$$r_i = \frac{b_{\text{Малталт}}}{2 \cdot \cos \varphi'} \quad [\text{М}] \quad (36)$$

$$r_a = (2 - \lambda) \cdot \frac{b_{\text{Малталт}}}{2 \cdot \cos \varphi'} \quad [\text{М}] \quad (37)$$

Трапец хэлбэрийн хөндлөн огтлолын талбай нь хажуу хананы налуугаар онцлогтой. Энэ тохиолдолд малталтын таазны хэсгийн хүнхэрт үүсэх хүчдэлийн хэмжээ σ_z , $\sigma_{z, \text{Хүнхэр}}$ нь хажуу хананы хэсгийн хүнхэрт үүсэх хүчдэлийн хэмжээ σ_z , $\sigma_{z, \text{Хүнхэр}}$ -тэй харьцуулахад их байна. Өөрөөр хэлбэл таазны хэсэг нь хажуу хананы хэсгээс илүү их хүчдэлээр ачаалагдаж байна. Энэ нь тодорхой хэмжээгээр зааг талбайн муруйг дагасан явцтай байх тул дээр дурьдсан сул талыг бага зэрэг багасгах ба ханан дээрх шахалтын хүчдэл багасна. Мөн трапец хэлбэрийн хөндлөн огтлолын таазны өргөн улны өргөнөөс бага тул, малталтын тааз харьцангуй бага шахалтын хүчдэлийн ачаалалд орно. Хэвтээ хүчдэл тооцоход мөн тэнхлэгүүдийн харьцааг анхаарна.

$$\sigma_h = \sigma_x = \frac{\lambda \cdot \sigma_z \cdot h_{\text{Малталт}}}{b_{\text{Малталтын тааз}} \cdot \sin \alpha} \quad [\text{кН/М}^2] \quad (38)$$

Трапец хэлбэрийн хөндлөн огтлолын хувьд малталтын хөндий орон зайг тойрон үүсэх хүчдэлийн талбарыг *Зураг 10* -д дүрслэв.



10-р зураг. Трапец хэлбэрийн хөндлөн огтлолын хувьд малталтын хөндий орон зайг тойрон үүсэх хүчдэлийн талбар

Свод хэлбэрийн хөндлөн огтлолын талбайн хувьд туслах тойргийн радиус r_i нь тэгш өнцөгтийн өргөн $b_{\text{Малталт}}$ -ийн хагасыг $\cos \varphi'$ -д хуваасантай тэнцүү.

Үүнд:

$$r_i = \frac{b_{\text{Малталт}}}{2 \cdot \cos \varphi'} \quad [\text{М}] \quad (39)$$

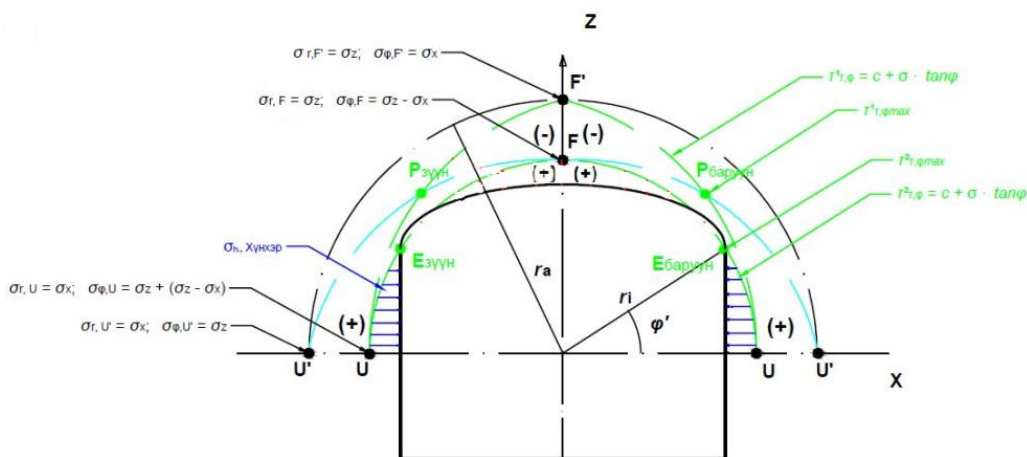
$$r_a = (2 - \lambda) \cdot \frac{b_{\text{Малталт}}}{2 \cdot \cos \varphi'} \quad [\text{М}] \quad (40)$$

Энэ тохиолдолд малталтын таазны хэсгийн хүнхэрт үүсэх хүчдэлийн хэмжээ σ_z , $\sigma_{z, \text{Хүнхэр}}$ нь тэгш өнцөгт хэлбэрийг бодвол багасна. Гэвч тэгш өнцөгт хэлбэрийн малталтын адил туслах дотоод радиус дээр зааг талбайн муруй дахин бий болох бөгөөд, үүнд шилжрэлтийн хүчдэлийн хамгийн их утга $\tau_{r,\varphi_{\text{max}}}$ нэмэгдэн үүснэ.

Хэвтээ хүчдэл тооцоход мөн тэнхлэгүүдийн харьцааг анхаарна.

$$\sigma_h = \sigma_x = \frac{\lambda \cdot \sigma_z \cdot h_{\text{Малталт}}}{b_{\text{Малталт}}} \quad [\text{кН/М}^2] \quad (41)$$

Свод хэлбэрийн хөндлөн огтлолын хувьд малталтын хөндий орон зайг тойрон үүсэх хүчдэлийн талбар нь *Зураг 11* -д дүрслэгдэв.



11-р зураг. Свод хэлбэрийн хөндлөн огтлолын хувьд малталтын хөндий орон зайг тойрон үүсэх хүчдэлийн талбар

Дүгнэлт

Уулын цулд үйлчилж байсан анхдагч хүчдэлүүд σ_x , σ_x ба σ_z нь малталтыг нэвтэрсний дараа түүний хэлбэр болон хэмжээнээс хамааран хоёрдагч хүчдэлийн төлөв байдалд шилжин нормаль ба шүргэгч хүчдэлүүд болж өөрчлөгдөж буйг тухайн тохиолдол бүрт тооцон үзүүлээ.

Хоёрдагч хүчдэлийн төлөв байдлын үед туннель болон уурхайн хэвтээ аманд (штольня) голчлон хэрэглэгддэг тойрог хэлбэрийн малталт нь хамгийн тохиромжтой байна. Учир нь уулын цул дахь шахалтын- болон суналтын хүчдэлүүд жигд хуваарилагдах тул, шилжрэлтийн хүчдэлээс үүдэх нуралт ба гулсалтын бүс нь арай тогтвортой хэсгүүд болох чулуулгийн сийрэгжилтийн- болон хүчдэлийн бүсүүдийн дунд оршино.

Эллипс хэлбэрийн хөндлөн огтлолын хувьд тэнхлэгүүдийн харьцаа нь $f > 1$ байх үед бусад хөндлөн огтлолын хэлбэрээс давуу талтай буюу тэнд илүү бага чулуулгийн сийрэгжилтийн бүс үүснэ. Тиймээс энэ нь ерөнхийдөө суналтын ачаалалд ороход таатай бус хагарал ан цав ихтэй, үелэг эсвэл бутрамтгай чулуулагт тохиромжтой юм. Тойрог хэлбэрийн малталттай харьцуулахад шилжрэлтийн хүчдэлийн утга хамгийн их байх цэг нь малталтын ирмэг рүү болон дээш шилжсэн бөгөөд үүнээс үүдэн нурал, гулсалт тохиолдох магадлал өндөрсөх тул, малталтанд тулгууран бэхлэгээ хийхийг зөвлөж байна.

Эллипс хэлбэрийн малталтын тэнхлэгүүдийн харьцаа нь $f < 1$ байх үед нягтрал ихтэй болон бат бөх сайтай, ан цавгүй чулуулагт хэрэглэхийг зөвлөхөөр байна. Учир нь чулуулгууд нь суналтын хүчнүүдээр илүү их суларч сийрэгжсэн байна. Ерөнхийдөө тулгууран бэхлэгээг авчран хийх нь зайлшгүй бөгөөд хөндий орон зайг аль болох эрт бэхлэх ёстой гэдгийг анхаарах хэрэгтэй юм.

Квадрат-, тэгш өнцөгт- ба трапец хэлбэрийн хөндлөн огтлолууд нь жишээлбэл давсны уурхайн олборлолтын штрекүүд эсвэл илүү том орон зай бүхий камерын ашиглалтанд хэрэглэгдэнэ. Үүнд хоёр тусдаа гулсалтын бүсийн хэсгүүд байгаа нь томоохон сул тал бөгөөд эдгээрт мөн хоёр өөр шилжрэлтийн хүчдэлүүдийн эгзэгтэй цэгүүд гарч ирж байна. Малталтын тааз болон хананаас уулын цул нь дээрх хоёр гулсалтын бүсийг даган бүхлээрээ салан унах магадлал ихтэй байх тул, уулын чулуулгийн, ан цавшил багатай, бат бөх, зуурамтгай болон барьцалдамтгай шинж чанарууд хэдий өндөр байсан ч тулгууран бэхлэгээнүүдээс гадна, боломжтой тохиолдолд малталтыг тойруулан нэмэлт анкер (шаантган) бэхлэгээ хийхийг зөвлөж байна. Ингэснээр уулын суларсан болон хүчдэлд орсон бүсэд байгаа чулуулгуудын хагарал ан цавуудыг дагасан суналтын бат бэхийн хязгаарууд нь сайжрахаас гадна, энэхүү бүсийн цаад талд байгаа хөндөгдөөгүй, илүү тогтворжилттой уулын цулын бүсэд тогтоон баригдах ба хадагдах болно. Энэ үед суналтын- болон шахалтын хүчдэлүүдийн утгуудын хоорондын зөрүү нь багасан, шилжрэлтийн хүчдэлийн утга нь бууран, уулын цулын гулсалт болон нуралтаас үүдэх эрсдэл нь тухайн анкер бэхлэгээний хийц болон уулын цул дахь байрлалуудаас хамааран, тодорхой хэмжээгээр буурна.

Свод хэлбэрийн малталт нь эллипс хэлбэрийн малталтуудтай төстэй давуу талуудтай боловч бусад квадрат, тэгш өнцөгт хэлбэрүүдийн малталтуудын адил нэмэлт гулсалтын бүс үүсэх сул талтай юм.

Тодорхой тохиолдлуудад, дээрх бодолтонд мөн малталтаар үүсэх хөндий орон зайн эргэн тойрон дахь чулуулгуудын нэгэн төрлийн болон изотроп бус байдлыг болон уулын цул дахь хагарал ан цавуудыг харгалзан, тухайн цэг бүр дээр үйлчилж буй даралт болон хүч, хүчдэлүүдийг гурван хэмжээст байдлаар зурж дүрслэн, программд оруулан тооцоог нарийвчлан гүйцэтгэх бүрэн боломжтой. Мөн энэхүү статик тооцоо нь цаашид уулын цулд гарч ирж болзошгүй нэмэлт болон динамик даралт- ба хүчний үйлчлэлүүдийг бодоход үндсэн суурь материал байдлаар хэрэглэгдэх боломжтой юм.

Бүрэн гүйцэд ба зөв болгосон томъёолууд, түүнчлэн бодолт болон энэхүү шинээр дэвшүүлж буй таамаглал нь бусад техник болон механикийн бүхий л салбаруудад түүхий эд, материалыг нүхлэн цоолох үед түүний эргэн тойронд үйлчлэх хүч, даралт болон үүсэх хүчдэлүүд ба тэдгээрийн нөлөөлөх хүрээг тооцоход ерөнхий хүчинтэй байдлаар ашиглагдах боломжтой юм.

Жич тайлбар:

¹ Уртын дагуух суналт хэмээн нэрлэгддэг хэдий ч, энэ нь чулуулгийн уртын дагуух агшилт юм.

² Ашигласан ном [1] –д Пауссоны тоо урьд нь m_g гэж тэмдэглэгддэг буюу дараахь байдлаар илэрхийлэгдэж байсан. Үүнд: $\lambda = \frac{P_h}{P_v} = \frac{1}{m_g - 1}$

³ (-) тэмдэг нь хасах утгатай бус, харин үүгээр уулын цул дахь анхдагч хүчдэлүүдээс багассан буюу суналтын хүчдэл үйлчилж буйг илэрхийлсэн.

⁴ Томъёо (1-6), (11-13), (15-18), (23-25), 35, 41 болон Зураг 1, 2, 6 нь хэрэглэгээний уулын механикт уламжлалт байдлаар өнөөг хүртэл ашиглагдаж ирсэн болно.

Ашигласан номын жагсаалт

- [1] Б.Лайхансүрэн.: Чулуулгийн физик. УБ хаан принтинг, Улаанбаатар, 2016
- [2] Эрнст - Улрих Ройтер.: Уул уурхайн удиртгал. Глюкауф Хэвлэлийн газар, Эссен, 1982.
- [3] Фрейбергкийн Уул Уурхайн Академи Техникийн Их Сургуулийн “Хэрэглэгээний уулын механик” хичээлийн тараах материал/лекцийн тэмдэглэл, 2004.
- [4] Германн Кастнер.: Туннель- болон хэвтээ амны статик. Шпрингер Хэвлэлийн газар, Берлин/Гёттинген/Хайделберг, 1962.

DEVELOPMENT TRENDS IN OPEM PIT MINING TECHNOLOGY AND EQUIPMENT IN MONGOLIA

Bat-Ochir Bayantur^I Ph.D, Byambadorj Nadmid^{II} Ph.D,
Tsogbaatar Dorj^{III} Ph.D, Sukhbaatar Damdin^{IV}

^IMining engineer, CEO Mongolian Mining Designers' Association

^{II}Mining engineer, Head of Open pit mine of Erdenet corporation

^{III}Mining engineer, Head of Counsel of Mining Professional Associations of Mongolia

^{IV}Mining engineer, CEO of Counsel of Mining Professional Associations of Mongolia

Abstract

In respect with the intensifying open pit mining in Mongolia, there are enormous technical and technological development for the open pit mining of Mongolia including Erdenet and Oyutolgoi copper mines with the mining capacity of 30-35 mln. tons ores and 6 coal open pit mines with annual mining capacity of 5-15 mln6 tons of coal in Tavantolgoi and Gurvantes coal basins, as well as numerous of small-scale open pits for extracting of iron ore, fluorspar, thermal coal and construction materials commissioned in the last 10 years. The utilization of the mining modern equipment such as Liebherr, CAT and Komatsu excavators with 10-54m³ shovels and the surface mining transportation systems with using BelAZ, Komatsu and CAT heavy duty dump trucks which will result in challenging the mining productivity to the international standards. In near future, Mongolian open pit mining is expanding with the introduction of the technical innovation coped with the optimal solution for the development of surface mines towards to the reduction of environmental pollution and the wasteless mineral extraction and bumpered high level of the mining costs with high productivity.

Key words: reserves, projects, mineral extraction, investment, new mineral properties

In recent decade, significant development in mining sector of Mongolia has occurred by constructing largest open pit mines in connection with mineral price increase in the world market, although modern mining industry in Mongolia started 94 years ago.

There are currently 173 open pit mines operating in Mongolia. As categorized by mineral types, there are 80 gold mines, 12 fluorspar mines, 30 construction materials mines, 27 thermal coal mines, 9 coking coal mines, 12 small and large scale iron ore mines, 4 copper-molybdenum and copper-gold mines (some are under development phase) and one zinc-base metal mine.

In order to make technical and technological assessment for open pit mines, it should be grouped by their production capacity.

Open pit mines can be classified into following 4 groups according to their production capacity:

- A. Small scale mines with annual production capacity up to 100 thousand m³ rock mass (150 mines or 86.7% of total mines)
- B. Medium scale mines with annual production capacity from 500 thousand m³ to 5 million m³ rock mass (12 mines or 6,9% of total mines)
- C. Large scale mines with annual production capacity from 5 million m³ to 15 million m³ rock mass (9 mines or 5,2% of total mines)
- D. Extra large scale mines with annual production capacity over 15 million m³ to 5 million m³ rock mass (2 mines or 1,2% of total mines)

As shown in the below Figure, there are over 100 mln.t of mine production in all open pit mines in Mongolia, of which 80 percent of the total production are referred a dozen of mines categorized under the C and D types of the open pit mines.

The exploitation of few number of open pit mines with high production capacity is crucial for the development of the open pit mining in Mongolia.

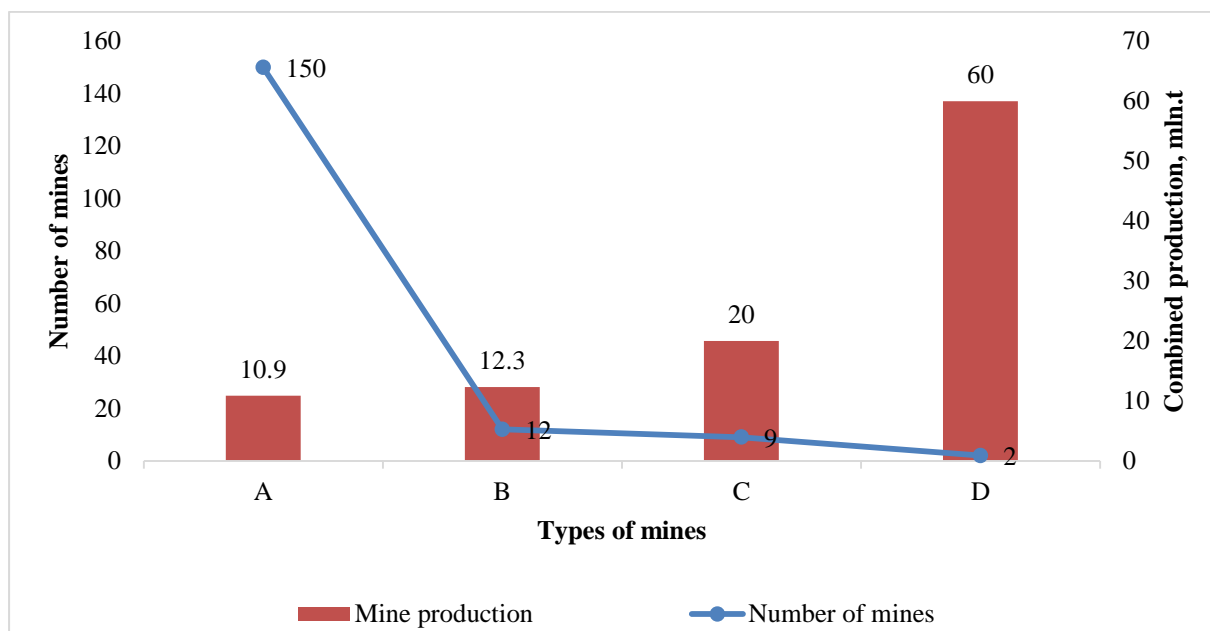


Figure 1. Mine types and ration on mine production and numbers

Small scale or A type mines include gold mines, operating at small placer gold deposits, all fluorspar and construction materials open pit mines, small iron ore open pits and thermal coal mines, operating for local energy supply.

Medium scale or B type mines can be represented by large and medium scale coal mines, such as Baga nuur, Shivee-Ovoo, Aduunchuluun and iron ore open pit mines, operating at well explored Bayan gol, Tumurtei and Tumur tolgoi iron ore deposits.

Large scale or C type mines comprise of 8 large capacity coking coal open pit mines, all located in Tavan tolgoi and Gurvan tes coal basins in Southern Mongolia. These mines have production capacity to produce 10-15 million tons of coal annually, but production volume by rock mass are less than 10 million m³, due to low stripping ratio.

D type mines with extra large scale include Erdenet copper and molybdenum mine and Oyu Tolgoi ore open pit mine. These open pit mines have annual capacity to mine 30-35 million tons of ore and extract 15-20 million m³ of rock mass including overburden.

Current technological and technical situation and further required renovations for sample open pit mines of each above said group are explained below:

Small scale open pit mines mainly use hydraulic excavators with shovel capacity of 1-5 m³ for the excavation. These type excavators become more popular since 2000's and light hydraulic backhoes allow to make excavation from the upper level to lower benches. Some fluorspar and construction materials open pits still use limited number of 5-cubic meters shovels. These machines also are used at some fluorspar, placer gold, construction materials and iron ore mines. Transportation at the mines is being performed by 10-15 tons ordinary dump trucks. These kind of equipment are also used at small-scale local coal mines. All small mines, except placer gold mines use mining system with transportation of overburden materials to external stockpile. Hard rock materials at mines are prepared by drilling and blasting, mostly using small (100-120 mm) diameter blast holes. Drilling in soft rocks is done by rotary drill rigs and in hard rocks – by drill rigs with DTH hammers. Excavators and loaders of Hyundai, Komatsu, CAT, and Liebherr and dump trucks produced in Korea and China are being used in the small scale open pit mines. For auxiliary mining works, CAT and Komatsu bulldozers are used. Technologies and equipment used for small scale open pit mines are similar to those in the worldwide open pit mines in respect with productivity and mining parameters. The introduction of the specific equipment and technologies which are suitable for the particular geological and mining conditions would reflect to the increase the mining productivity and decrease the mining cost. For instance, it's recommended to use draglines for overburden in placer gold mines and higher capacity dump trucks for technological transportation at mines.

Therefore, high operating cost in small open pit mines does not allow to offset the cost of efficiency and ecological costs for rehabilitation. Due to the unqualified land management at small mines, the ratio of the destructed land per unit of mining area has been increased.

Medium scale open pit mines have rather high efficiency and mining performance indices, because of using higher capacity modern mining equipment. These mines mostly use 5-20 cubic meters shovels and draglines in combination with 40-75 tons dump trucks for transportation. Larger coal and iron ore mines and limestone quarries belong to this group, for example Baga nuur and Shivee-Ovoo thermal coal mines in central region with annual production capacity of 2 – 5 million tons of coal. Stipping ratio at these open pit mines is averaged to 4,5-6m³/t and angle of coal seam dip -15-20⁰. Mine operation is started from coal seam outcrop, therefore in further mine-geological condition may be complicated, increasing volume of overburden removal. The mines commonly use shovel/truck mining system both for coal production and overburden removal. Run-off-mine coal, mined by shovel/truck system is crushed at CHP up to 100 mm size and supplied to power stations of Ulaanbaatar and other cities by railway. Coal, sized up 300 mm and over is supplied to other customers by auto transport.

Hydraulic backhoes also are widely used for coal production. Direct casting system with 15-25m³ walking draglines is used for overburden removal and creation of the internal stockpiles. Smaller sized draglines can be used for the management of stockpile of overburden materials. Hydraulic backhoes also are widely used for coal production at other mines.

The existing problem of these medium scale mines is referred to the overburden lag behind in mining technology due to increased volume of overburden materials, long distance transportation and low productivity and efficiency of hauling equipment. The truck transportation is high costly compared with the railway transportation, used to in the past there was used considered as more suitable for horizontal coal deposits. Another major problem for the operation of the state owned coal mines is financial constraint, associated with low coal pricing (12-14 US\$/ton), regulated by the Government, finally that hinders adequate technical renovation and environmental protection at mines. The urgent renovation action for the thermal coal mines is to be aimed to introducing fewer, more efficient, high productivity equipment and systems to eliminate lags in overburden removal. In connection with this, continuous mining technologies, including bucket wheel excavators and conveyor transporting system could be investigated and introduced in the near future.

Large scale open pit mines include coking coal mines and copper open pit mines which are newly established in the recent decade. New coking coal mines with the annual production capacity of 5-15 million tons operate at Tavantolgoi and Gurvantes coking coal basins in the southern border area of Mongolia. Distance between the basins is over 400 km. The mining operation have been started in 2010 followed by the intensiveness of the domestic and foreign investment coped with a sharp rebound in prices of coking coal at the world market. Table 1 shows production capacity and capacity utilization of export oriented coking coal mines in recent years.

Table 1. Productive capacity and capacity utilization (%) of new coking coal mines

No.	Name of open pit mines and the company	Productive capacity, mln.t	Operating years				
			2010	2011	2012	2013	2014
a. Tavantolgoi basin							
1.	East Tsanhi /Erdenes Tavan Tolgoi State-owned company/	15,0	-	0,9 6%	2,5 17%	2,8 19%	0,9 6%
2.	West Tsanhi /Erdenes Tavan Tolgoi State owned company /	20,0	-	-	-	-	3,6 18%
3.	Tavantolgoi /Tavantolgoi JSC/	10,0 mln.t	5,2 50%	6,2 62%	2,3 23%	2,5 25%	0,6 6%
4.	Ukhaa Khudag /Energy Resource LLC/	15,0 mln.t	3,9 26%	7,1 47%	9,2 61%	7,8 52%	4,6 31%
b. Gurvantes area							
1.	Nariin sukhait 1 /MAK LLC/	14,0	5,0 36%	5,3 38%	5,4 39%	2,4 17%	4,0 29%
2.	Nariin sukhait 2 /Qinhua-MAK-Nariin sukhait JVC/	2,0	1,8 90%	1,7 85%	1,6 80%	0,5 25%	0,5 25%
3.	Ovoot tolgoi /South Gobi Sands LLC/	8,0	2,5 31%	4,6 56%	1,3 16%	1,9 24%	1,6 20%
4.	Khuren shand /Usukh zoos LLC/	2,0	-	-	-	-	0,8 40%

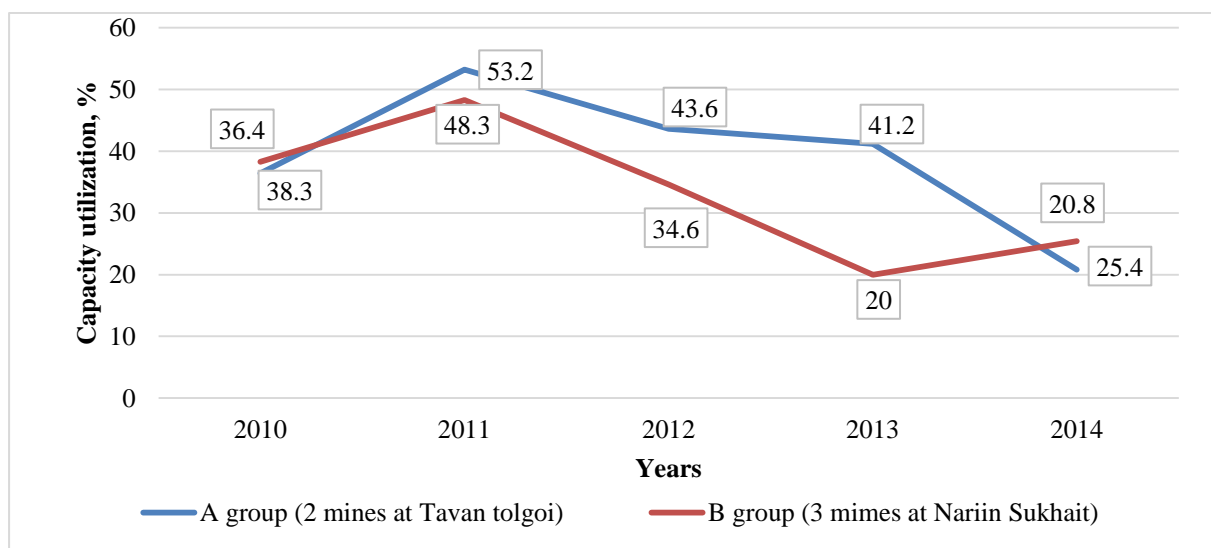


Figure 2. Capacity utilization of open pit coal mines

As shown in the Figure 2, the capacity utilization of mine production is below 50%, accordingly low investment efficiency and utilization of mining equipment productivity. On the other hand, the capacity utilization of mines is highly relied on coking coal demand and price at Chinese market.

These open mines use identically same mining technology and equipment for both coal production and overburden with the conventional shovel/truck mining system.

Due to the recent development of the new mines in early phase, the stripping ratios for initial years are not so high (3.7-5.6 m³/t). Overburden materials are transported to the external waste stockpiles, because lower coal seams will be mined in further. For this reason, the construction of the internal stockpiles is not usable in the short term.

As an example, the production situation and equipment fleet of Ukhaa khudag open pit coal mine are described below. Backhoe type hydraulic excavators of various capacity are commonly used at the mine, depending on structure of coal seam and properties of rock mass. Overburden stripping is carried out by Liebherr 996 excavators with 33 m³ bucket (4 units), Liebherr 9400 with 22 m³ bucket (2 units) and Hitachi 3600 with 22 m³ bucket (3 units). Three units of Liebherr 9250 hydraulic excavators with 15 m³ bucket are used for coal production. Two units of Hitachi 1200 excavators with 6.7 m³ bucket are on standby and partially used for coal production.

Transportation equipment fleet of Ukhaa Khudag mine consists of 105 heavy duty Caterpillar dump trucks of various loading capacity: CAT773 (56 tons), CAT777 (93 tons), CAT785 (134 tons) and CAT793 (227 tons). Dump trucks of higher loading capacity (CAT793 and CAT785) are used mostly for transportation of overburden materials and smaller dump trucks (CAT 773 and CAT777) - for coal transportation. Average distance for overburden transportation is 4.6 km and for coal transportation - 6.1 km.

Currently, 3 units of Sandvik D45KS (229 mm), 2 units of CAT MD6290 (229 mm), and 2 units of Sandvik DP1500 are used for drilling blast holes.

External transportation of coal from mine site to border ports carried out by Chinese double trailer trucks.

As mentioned, production capacity utilization of coking coal mines is lower, accordingly equipment utilization is also low. In the meantime, only use of high cost truck transportation at open pits increases overall mining cost, thus reducing competitiveness of Mongolian coking coal at the market.

Simultaneous operation of many open pits in adjacent licensed areas of Tavan tolgoi and Gurvantes basins require certain coordination. These issues include creating of unified external transportation system, some infrastructure facilities and networks, overall management of land planning and environmental protection, including waste stockpile locations, possible lease and use of mining equipment, maintenance workshops , joint planning and introducing new technologies, for example cyclic-continuous and continuous technologies etc.

Extra large scale open pit mines include currently operating Oyu Tolgoi and Erdenet copper open mines and Tsagaan Suvarga mine, which is under construction.

Oyu Tolgoi open pit mine started operation in 2011 and reached to its full capacity in 2014. Daily production capacity of the mine is 95-100 thousand tons of ore and annual capacity is to be 35-48 million tons of ore. Life of the open pit mine, operating at copper porphyry type deposit is estimated to 30 years.

The technology and equipment, used at Oyu tolgoi open pit is similar to the Erdenet copper open pit, which uses transport mining system with transportation of overburden materials to the external waste stockpile. Both mines use high productivity, modern mining equipment. For example, overburden materials are excavated by electric shovels with 54 m³ bucket capacity, ore mining is performed by hydraulic excavators with 34 m³ bucket capacity, ore and overburden transportation – by Komatsu 930E dump trucks of 290 tons loading capacity. Atlas Copco PV 351D and 351E drill rigs are drilling blast holes with 320 mm diameter.

Stripping ratio of the open pit is 1.5-2.4 m³/t according to mine design. Depth of open pit is increasing quickly due to steep inclination of ore body and reached to 180 meters for recent 3 years.

At present, the open pit has particular geo mechanical problem, for example some parts of pit wall side are collapsing due to cracks and fractures that requires detailed geo mechanical investigations and study of influences on wall stability from blasting operations. There is arisen need for investigating and introducing conveyor systems and special lifting equipment to transport ore from lower levels to the surface in connection with deepening mine. It will facilitate to cost reducing and keeping smooth mine production capacity.

One of extra large scale mines is Erdenet open pit mine, which producing 30 million tons of ore per annum. The mine has been in operation for cumulative 38 years since 1978. The open pit mine occupies 1.5 x 2.5 km area in the northwest part of the deposit. The expansion scheme of the open pit mine has started in 2014 in the central part of the deposit, southeast of existing open pit that will facilitate in increasing of ore reserves and extension of open pit life.

Erdenet ore open pit mine uses conventional shovel/truck mining system with transportation of overburden materials to the external waste stockpiles. Excavation equipment fleet of the open pit consists of Russian made electrical shovels EKG-10 and EKG-15 (8 units) with 10-15m³ bucket capacity and Liebherr excavators with 18m³ bucket capacity(3 units). For transportation of ore and overburden materials, there used BELAZ-75131

dump trucks (26 units) of 130 tons loading capacity. Drilling of 250mm blast holes is carried out by 6 units of Russian made drill rigs SBSH-250. Current open pit mine depth is 165 m , but researchers consider that mine depth may reach to 240 meters and more, because in further the mine is to be concentrated on stockwork sulphide type deep ore deposit.[3] Table 2 shows Erdenet ore mine depth, expansion parameters of mine take off area, waste stockpile and other operation indices.

Table 2. Some major parameters of Erdenet copper open pit mine

No	Indicators	unit	2000	2005	2010	2015	Remarks
1	Mine depth	m	60	105	135	165	
2	Mine take off area	ha	295	332	343	388	
3	Area of external stockpiles	ha	264	312	535	644	
4	Average transportation distance	km	2.1	2.6	3.3	2.9	Average of ore and overburden transportation
5	Rock mass excavation	mln.m ³	15.0	18.6	16.4	21.6	
6	Overburden removal	mln.m ³	6.0	7.9	5.6	9.2	Planning is not smooth
7	Ore production	mln. t	23.0	27.5	27.5	31.2	
8	Stripping ratio	m ³ /t	0.3	0.29	0.2	0.29	

Erdenet open pit mine uses rather large number of medium sized mining equipment produced in Russia, which has of low capacity compared with the production capacity, however, the equipment fleet has lower price and maintenance cost, providing lower production cost and overall cost effectiveness.

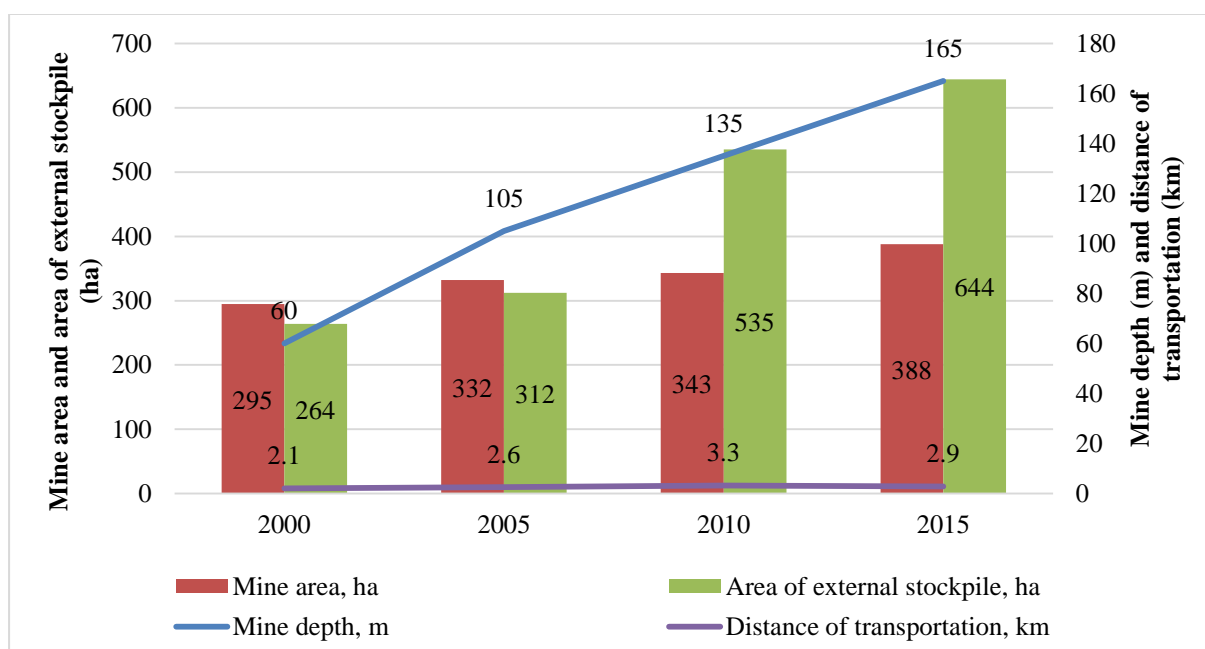


Figure 4. Mining parameters of open pit mine of Erdenet Mining Corporation (as of example D category open pit mines)

Consequently, it is required to introducing conveyor transportation and bunker system to lift up ore materials to ground level from lower horizons, in terms of increasing transportation distance and inclination, also mine production capacity up to 35-40 million tons per year. In this regard, some researches [4] are being conducted presently.

Conclusions and suggestions

1. Open pit mining method is dominated in the mining sector of Mongolia (currently 99.7%) and the production capacity is likely to be increased in the future. The paper describes some possible directions of technical and technological renovation at open pit mines of Mongolia, providing review and analysis of present situation.
2. All open pit mines were classified into 4 groups, according to their production capacity, analyzed by their current technological level and identified possibilities towards to the further improvement.
3. Specialized mining equipment need to be widely used at small placer gold, ore and coal open pit mines. The environmental contamination should be reduced through the implementation of proper technical renovation and land management good practices.
4. Medium scale open pit mines include major thermal coal mines, which have of the important contribution to energy supply of the country. But, these open pit mines experience several problems, such as financial constraint, insufficient technical renovation and significant lags in respect with the overburden stripping. In order to eliminate lags of overburden removal, it's required to conduct mining operation as of perpendicular direction to the deposit strike, transfer to conveyor and railway systems for transportation of overburden materials, where possible, increase equipment utilization and efficiency.
5. Newly established large scale coking coal open pit mines are concentrated in two main basins of Southern Mongolia, that requires effective coordination for infrastructure development, including external transport system, land use and management, environmental protection, equipment utilization etc. Due attention need to be paid to increasing equipment utilization and efficiency, reducing production cost, introducing new kind of cyclic-continuous and continuous mining technologies.
6. Technical and technological situation of Oyu Tolgoi and Erdenet extra-large scale open pit mines was analyzed and reviewed. Priority direction of technical renovation at these open pit mines will be focused on introducing conveyor and bunker system to transport ore materials to the surface from lower horizons, in connection with deepening pit operations.

Literature and References:

- [1] Trubetskoi K.N., Potapov M.G., Vinitskii K.E. and Melnikov N.N. "Reference book on open pit mining", Pages 60-66 and 213, Moscow, Russian Federation. 1994
- [2] N.Byambadorj, D.Davaasambuu, " Present situation and further improvements of monitoring at Erdenet Mining Corporation." Pages 43-49. Erdenet, Mongolia 2002
- [3] P.I.Tomakov, I.K.Naumov, Open-pit mining technology, mechanization and management, Page 211, Moscow Mining University Publishing House, Russian Federation, 1992.
- [4] Japan International Cooperation Agency, Japan Coal Energy Center "Master Plan Study on the Development and Utilization of Coal in Mongolia", 2013

ЭРДЭНЭГИЙН УУРХАЙН БАРУУН ХОЙТ ХЭСГИЙН АЖЛЫН БУС ХАЖУУГИЙН ТОГТВОРЖИЛТЫН СУДАЛГАА

Доктор (Ph.D) Б.Ганзориг*, проф. С.Цэдэндорж*, дэд проф. Б.Батболд*,
докторант Ц.Амарсайхан*, П.Түвшинжаргал, А.Ундрахтамир**

*ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

**Эрдэнэт үйлдвэр ХХК

*chelikcesur79@must.edu.mn

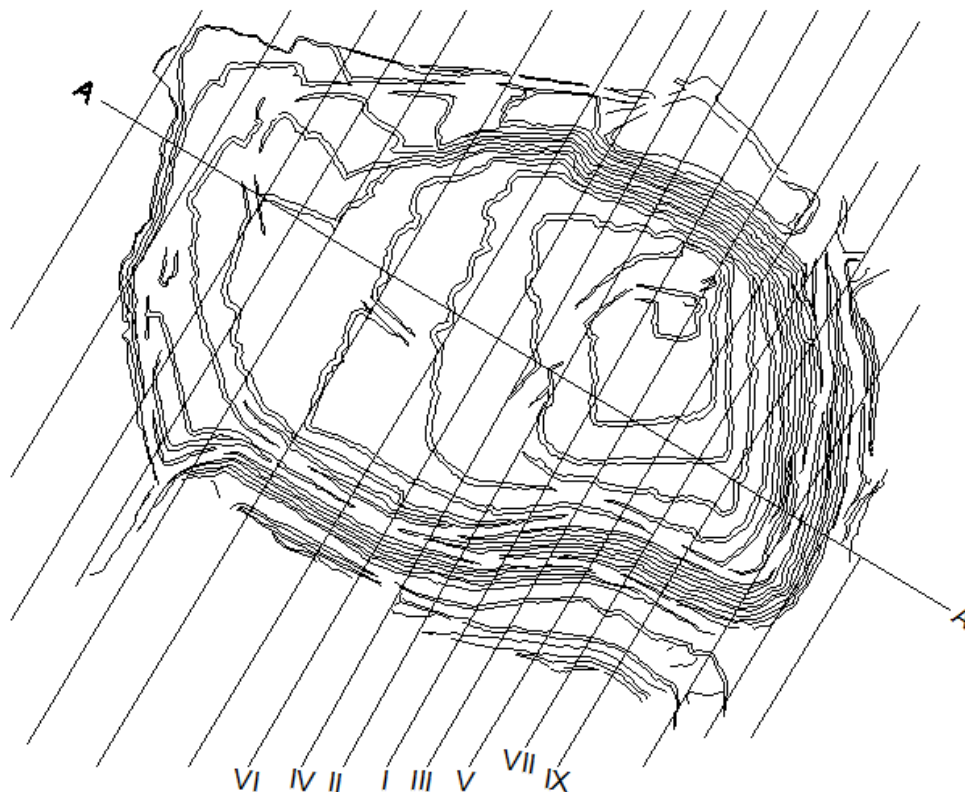
Abstract

The slope stability analysis of non-working wall was done by considered total 9 geological cross sections in 1235 level according to tectonic faults and gravity stress, ground water for Baruun Khoit part at Erdenet copper mine. As results, the slope stability pre-assessment of non-working wall in Baruun Khoit part was determined

Түлхүүр үг: хажуугийн тогтворжилтын коэффициент, хагарал, гүний ус, налуугийн өнцөг, уулын даралт

1. Оршил

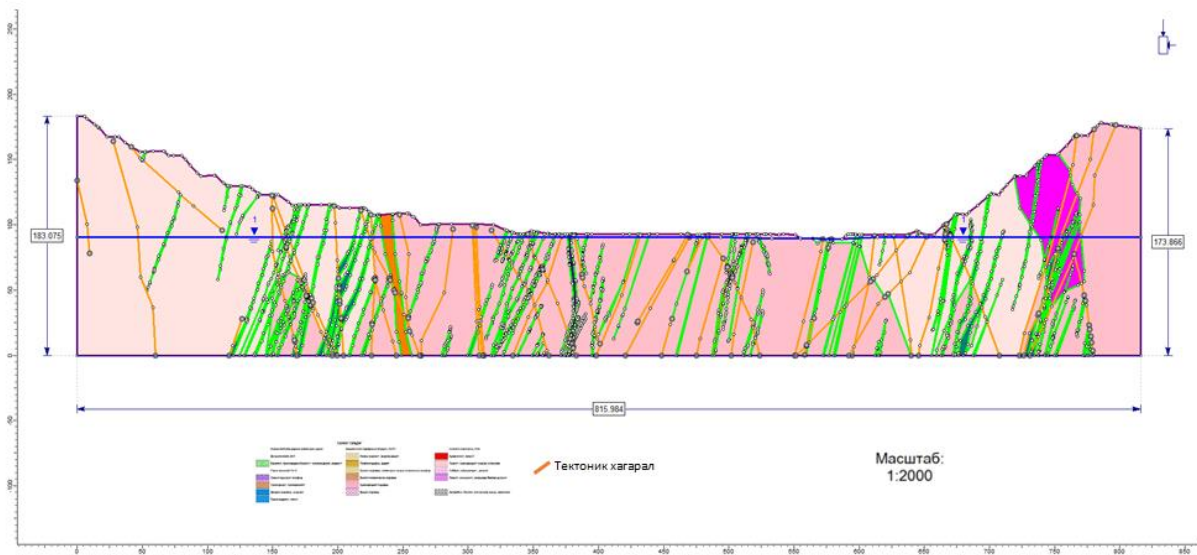
Геологийн хайгуулын зүсэлтүүдэд хамаарах геометр моделүүд нь андезит, синиетдиорит профир, гранодиорит профир, гранодиорит, гранит порфир, гранит, дацит, трахидацид, диорит, габродиорит зэрэг чулуулаг агуулсан байна. Геологийн хайгуулын зүсэлтүүдийн дэвсгэр зургийг 1.1-р зурагт харуулав.



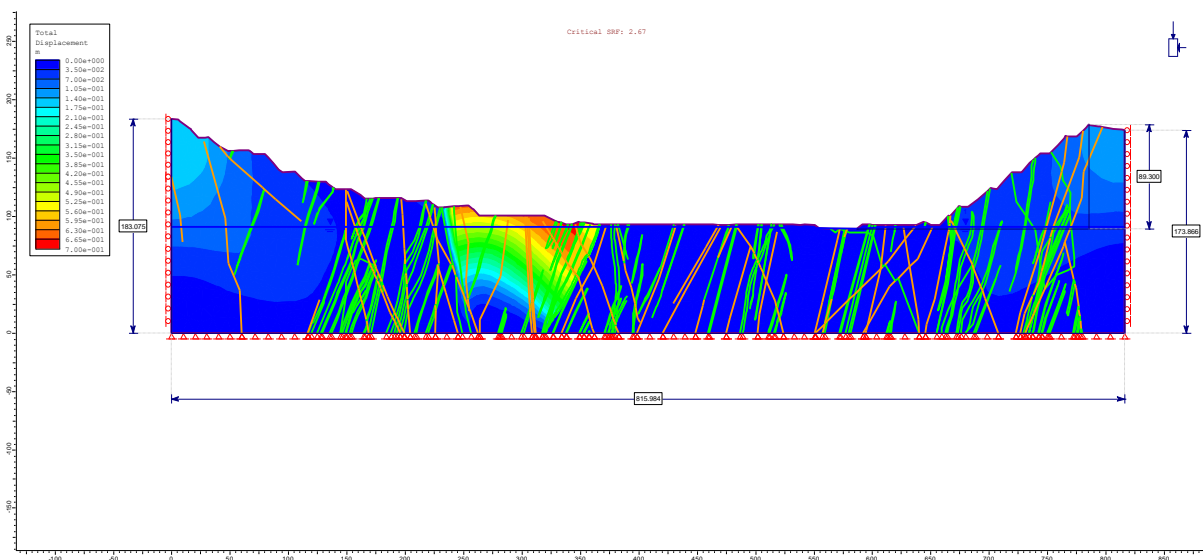
1.1-р зураг. Геологийн хайгуулын зүсэлтүүдийн дэвсгэр зураг

2. Ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээ, үр дүн

Баруун хойт хэсгийн одоогийн нөхцөл байдлын хүрээнд ач холбогдол бүхий геологийн хайгуулын I-I, II-II, III-III, IV-IV, V-V, VI-VI, VII-VII, IX-IX хөндлөн ба А-А дагуу зүсэлтүүдийг, өмнө гүйцэтгэсэн чулуулгийн физик-механикийн шинж чанарын судалгааны ажлын чулуулгийн физик-механикийн шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг ашиглаж, уурхайн геологийн болон гидрогеологийн нөхцөлийг харгалзан үзэж, Төгсгөлөг элементийн аргаар 2 хэмжээст хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээг Фэйз (Phase2) программ хангамжийг ашиглан гүйцэтгэв. Уурхайн хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээг гүйцэтгэхдээ чулуулгийн механик шинж чанарын үзүүлэлтүүд болох шахалт ба суналтын бат бөхийн хязгаар, эзэлхүүн жин, барьцалдалтын хүч, дотоод үрэлтийн өнцөг ба Юнгийн модуль, Пауссоны коэффициент зэргийг лабораторийн туршилтаар тодорхойлсон үр дүн ба сайжруулсан Хоек Бровн (Hock Brown)-ын арга зэргийг тус тус ашигласан. Геологийн хайгуулын А-А дагуу ба I-I, II-II, III-III, IV-IV, V-V, VI-VI, VII-VII, IX-IX хөндлөн зүсэлтүүдэд хамаарах геометр моделүүд болон шинжилгээний үр дүнгүүдийг 2.1- 2.20- р зургуудад тус тус харуулав.

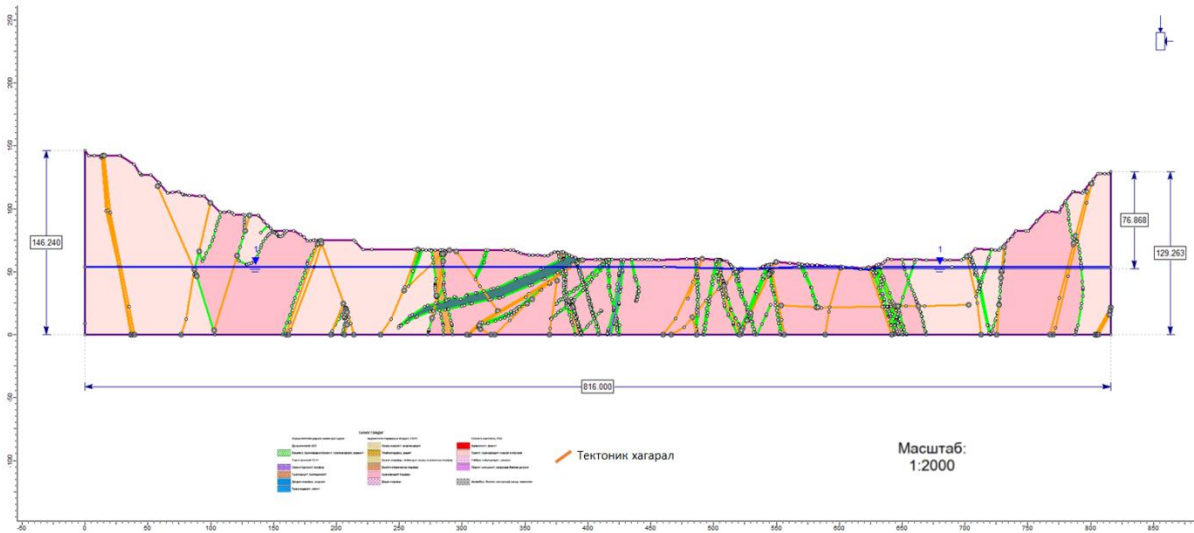


2.1-р зураг. I-I хөндлөн зүсэлтэнд хамаарах геометр модел

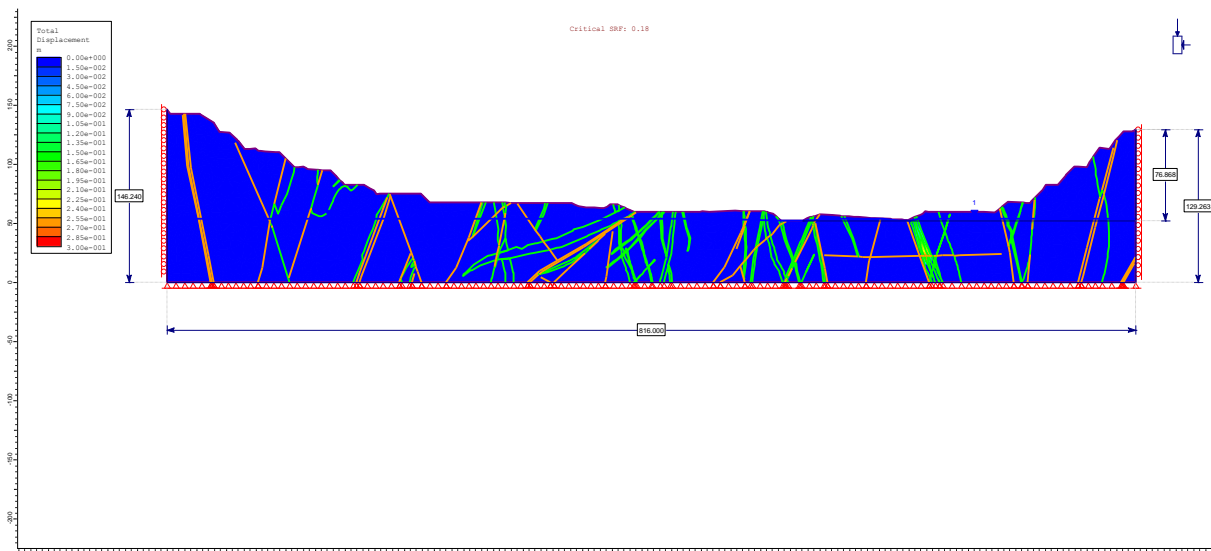


2.2-р зураг. Хөндлөн зүсэлтийн хувьд тодорхойлсон уурхайн хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээний үр дүн

Шинжилгээний үр дүнд хагарлын ойролцоо орших ажлын болон ажлын бус хажууд 0.689 м-ийн шилжилт хөдөлгөөн үүссэн бөгөөд улаанаар будагдсан хэсэгт уурхайн ёроолоос дээш байрлах 2 догол гулсаж нурах магадлал өндөр байна.

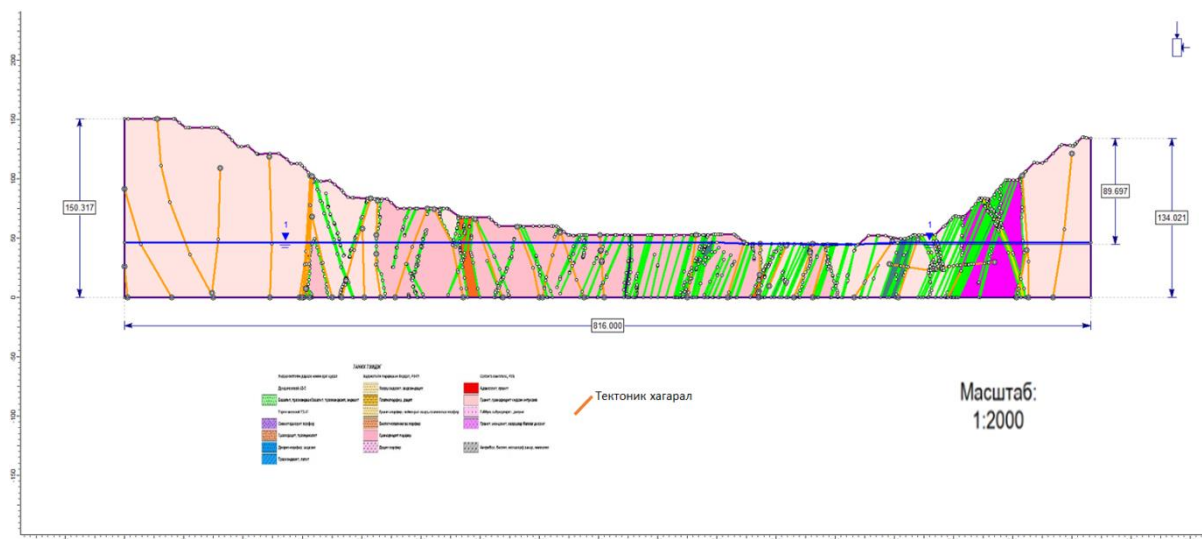


2.3-р зураг. Хөндлөн зүсэлтэнд хамаарах геометр модел

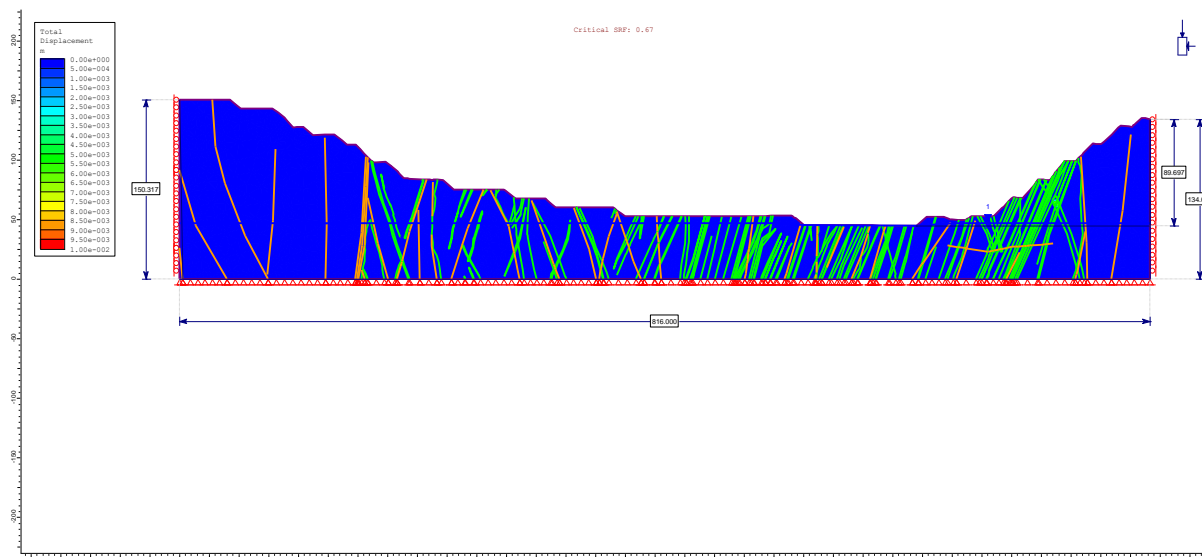


2.4-р зураг. Хөндлөн зүсэлтийн хувьд тодорхойлсон уурхайн хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээний үр дүн

Шинжилгээний үр дүнд ажлын болон ажлын бус хажууд 0.284 м-ийн шилжилт хөдөлгөөн үүссэн.

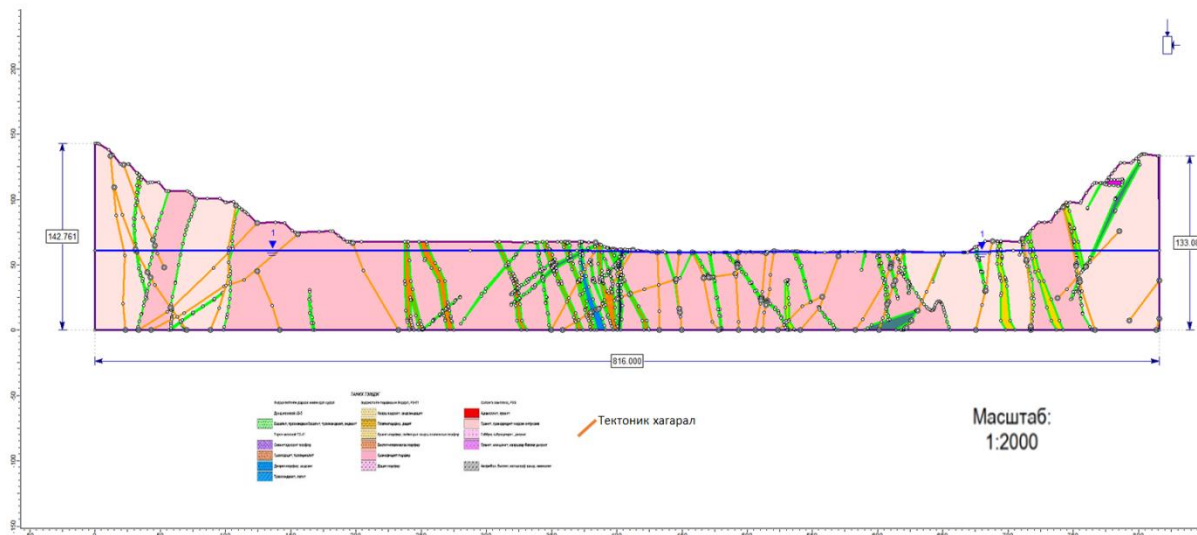


2.5-р зураг. Хөндлөн зүсэлтэнд хамаарах геометр модел

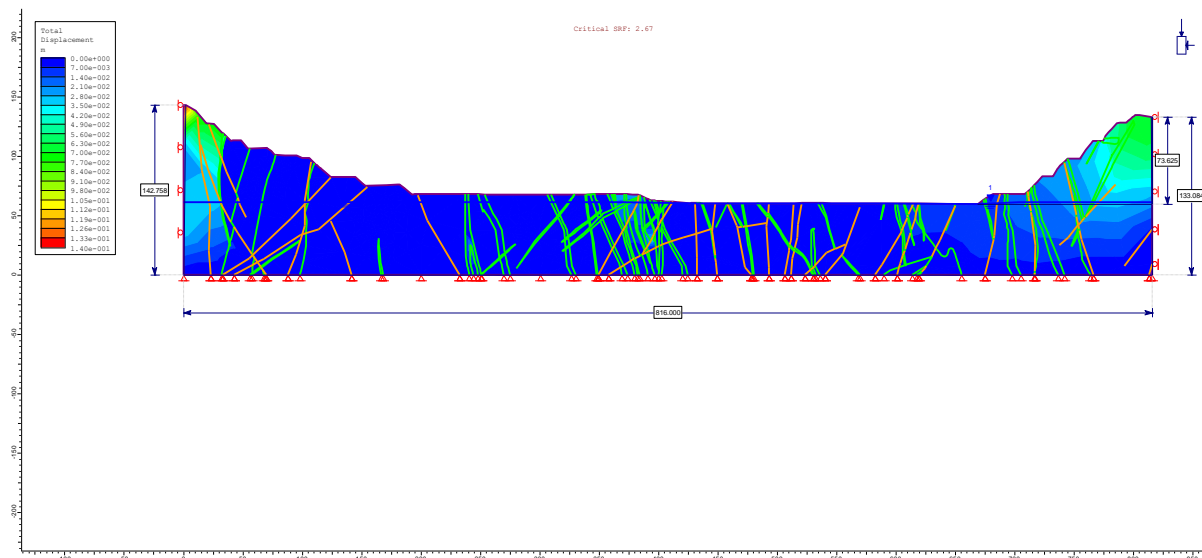


2.6-р зураг. Хөндлөн зүсэлтийн хувьд тодорхойлсон уурхайн хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээний үр дүн

Шинжилгээний үр дүнд ажлын болон ажлын бус хажууд 0.009 м-ийн шилжилт хөдөлгөөн үүссэн.

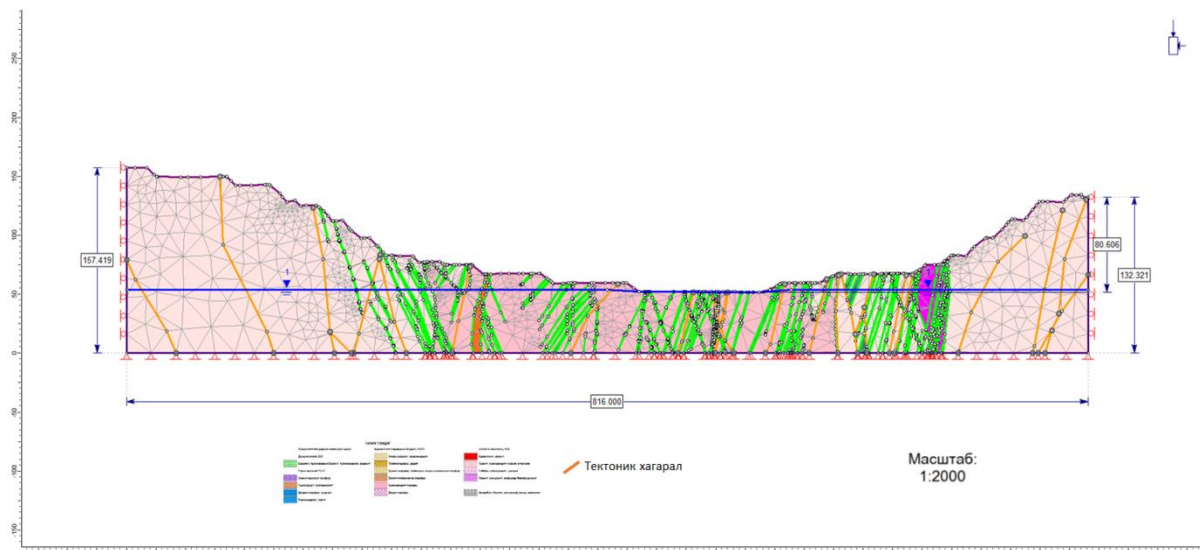


2.7-р зураг. Хөндлөн зүсэлтэнд хамаарах геометр модел

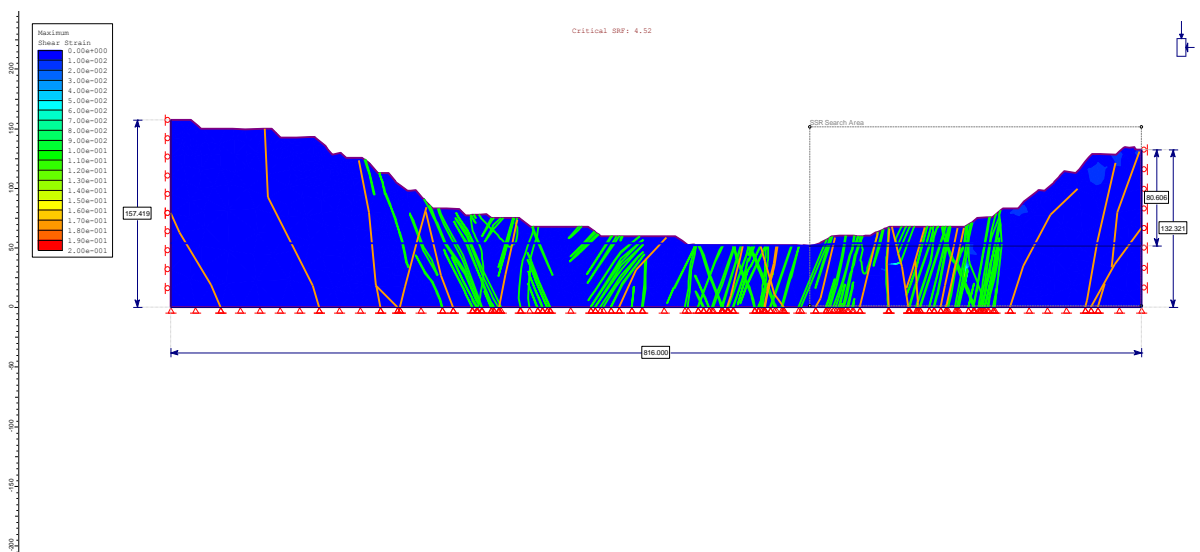


2.8-р зураг. Хөндлөн зүсэлтийн хувьд тодорхойлсон уурхайн хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээний үр дүн

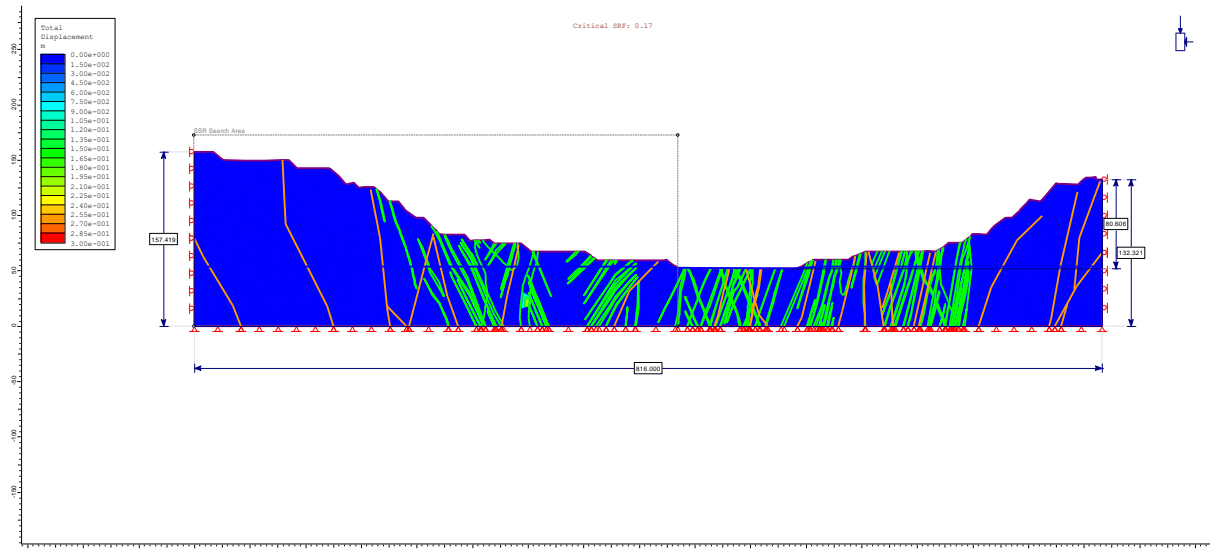
Шинжилгээний үр дүнд ажлын болон ажлын бус хажууд 0.136 м-ийн шилжилт хөдөлгөөн үүссэн.



2.9-р зураг. Хөндлөн зүсэлтэнд хамаарах геометр модел



2.10-р зураг. Хөндлөн зүсэлтийн хувьд тодорхойлсон уурхайн хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээний үр дүн

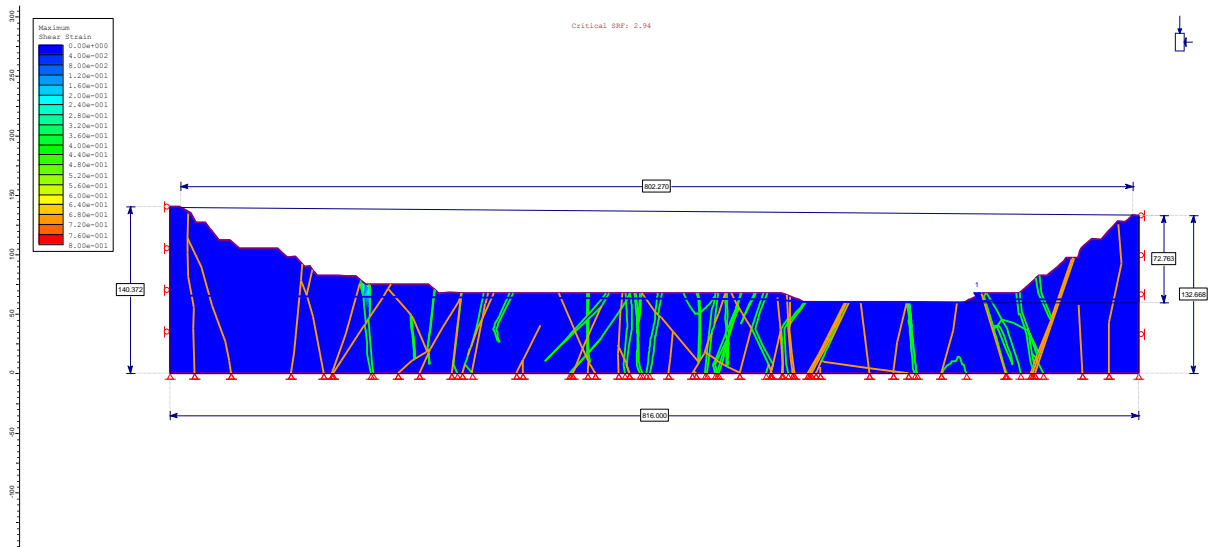


2.11-р зураг. Хөндлөн зүсэлтийн хувьд тодорхойлсон уурхайн хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээний үр дүн

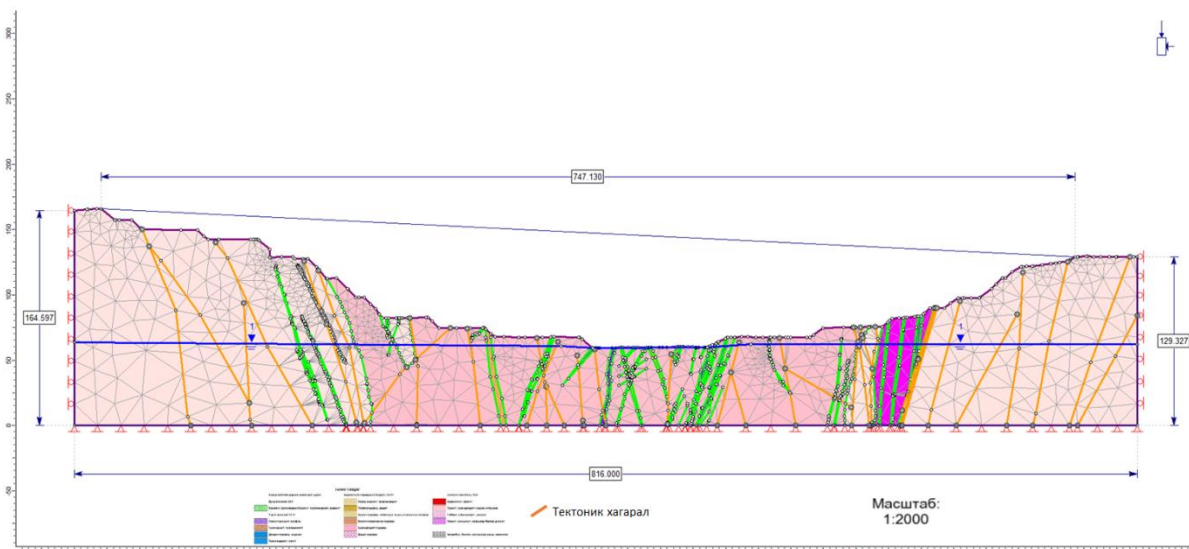
Шинжилгээний үр дүнд ажлын болон ажлын бус хажууд 0.418 м-ийн шилжилт хөдөлгөөн үүссэн.



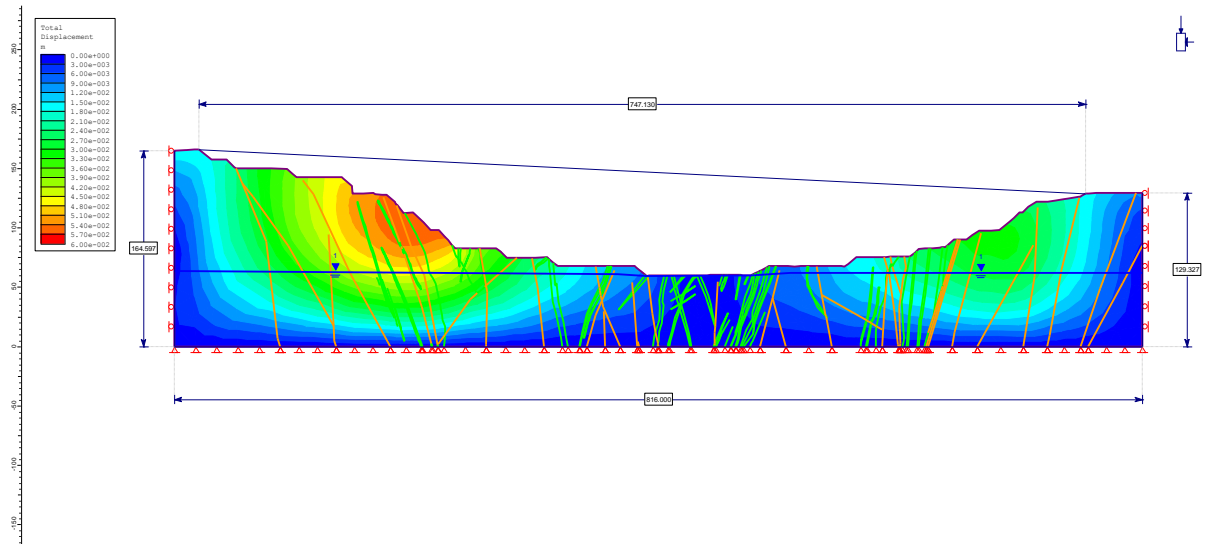
2.12-р зураг. Хөндлөн зүсэлтэнд хамаарах геометр модел



2.13-р зураг. Хөндлөн зүсэлтийн хувьд тодорхойлсон уурхайн хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээний үр дүн

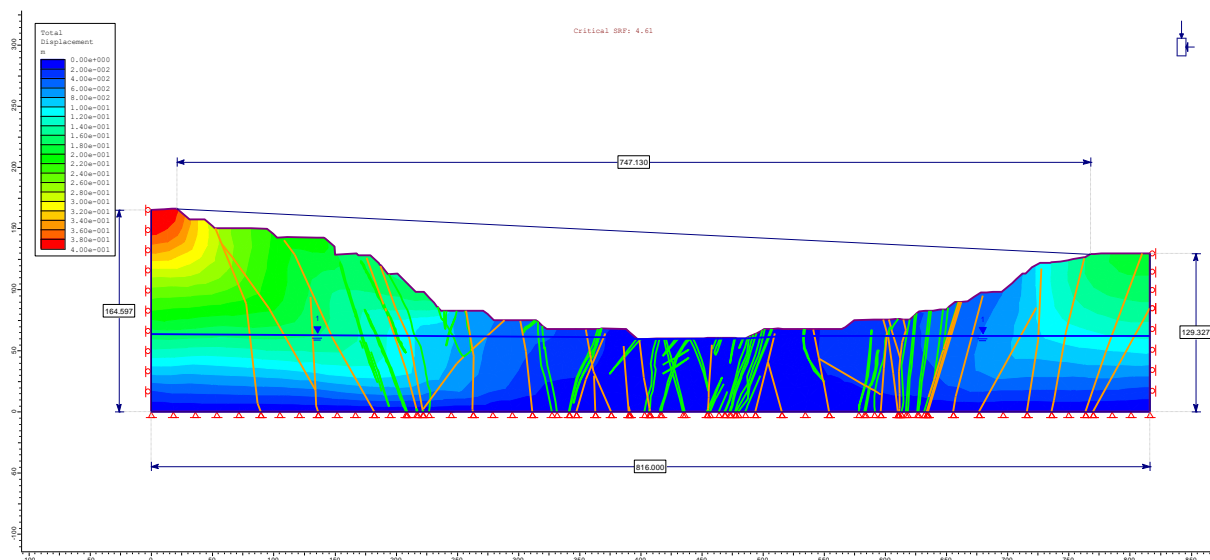


2.14-р зураг. Хөндлөн зүсэлтэнд хамаарах геометр модел



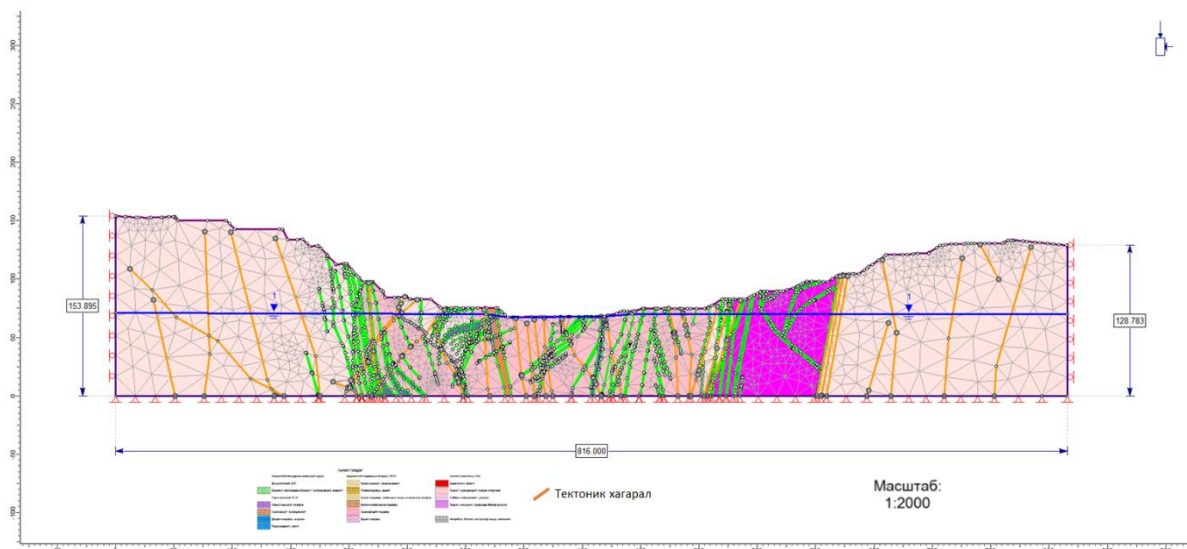
2.15-р зураг. Хөндлөн зүсэлтийн хувьд уулын даралтаар үүсэх гулсалт, нурал

Шинжилгээний үр дүнд ажлын болон ажлын бус хажуу 0.056 м-ийн шилжилт хөдөлгөөнд орсон.

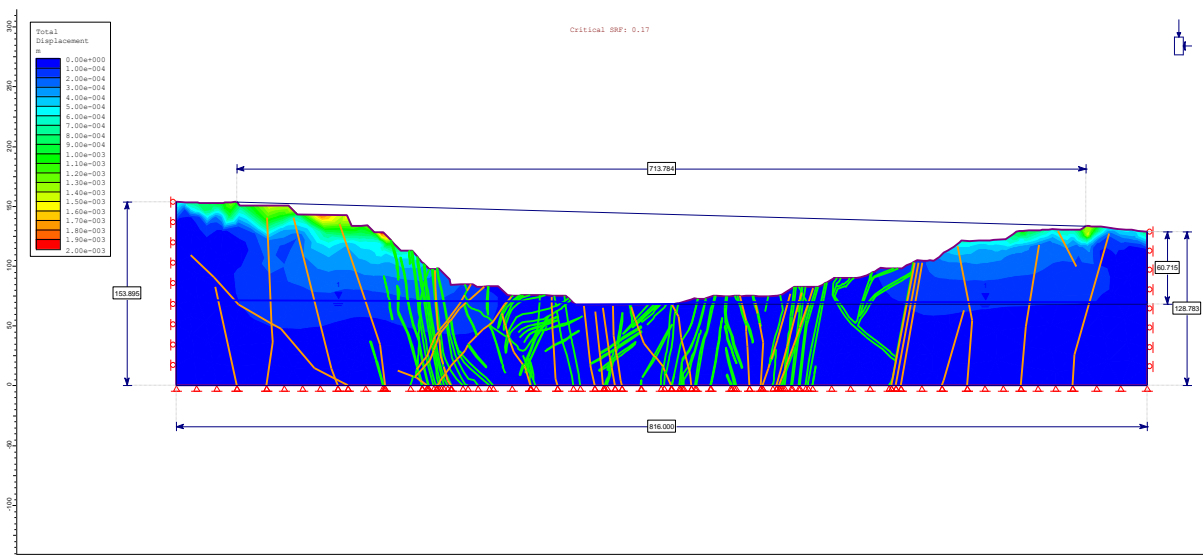


2.16-р зураг. Хөндлөн зүсэлтийн хувьд тодорхойлсон уурхайн хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээний үр дүн

Шинжилгээний үр дүнд ажлын болон ажлын бус хажуу 0.398 м-ийн шилжилт хөдөлгөөнд орсон.

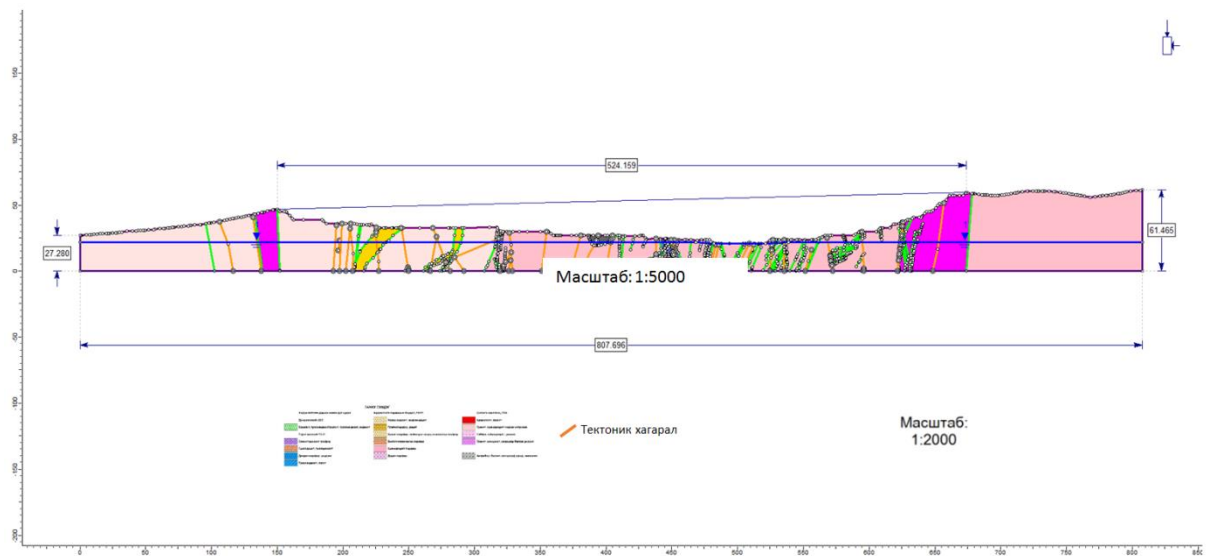


2.17-р зураг. Хөндлөн зүсэлтэнд хамаарах геометр модел

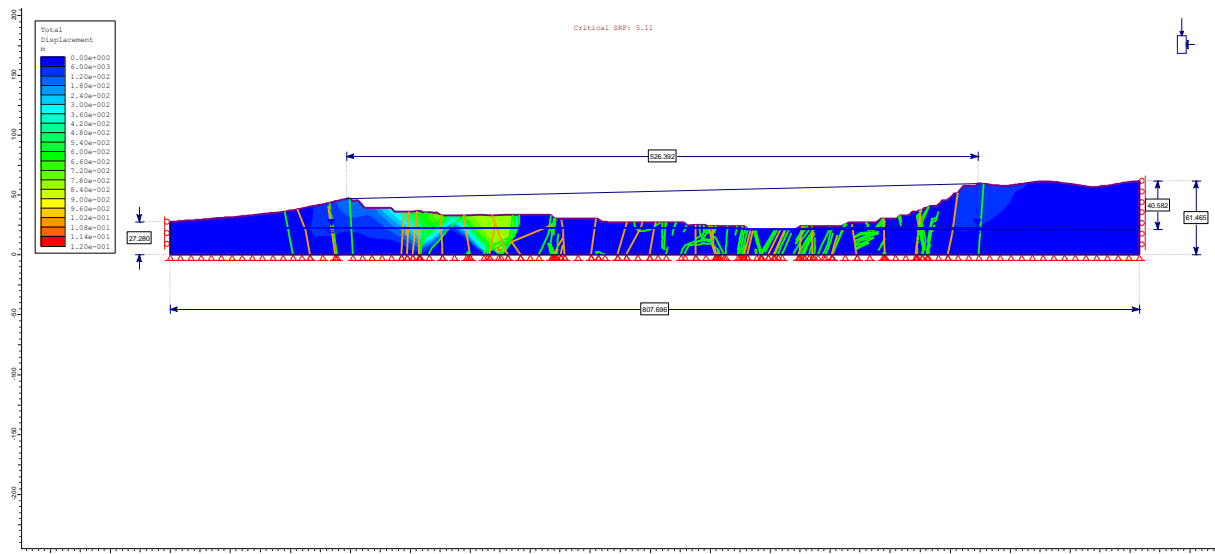


2.18-р зураг. Хөндлөн зүсэлтийн хувьд тодорхойлсон уурхайн хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээний үр дүн

Шинжилгээний үр дүнд ажлын болон ажлын бус хажууд 0.0019 м-ийн шилжилт хөдөлгөөн бий болж, улаанаар будагдсан хэсэгт байрлаж буй догол гулсаж, нурсан.



2.19-р зураг. А-А дагуу зүсэлтэнд хамаарах геометр модел



2.20-р зураг. А-А дагуу зүсэлтийн хувьд тодорхойлсон уурхайн хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээний үр дүн

Шинжилгээний үр дүнд ажлын болон ажлын бус хажууд 0.075 м-ийн шилжилт хөдөлгөөн бий болсон. Уурхайн хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээний үр дүнг 3.4-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Ажлын бус хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээний үр дүнгийн тоймыг 2.1-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Ажлын бус хажуугийн тогтворжилтын шинжилгээний тойм

№	Геологийн хайгуулын зүсэлтүүд	Хажуугийн тогтворжилтын коэффициент	Гулсалт, нурал үүссэн				Гулсалт, нурал үүсэх магадлалтай				Хагарлын тоо
			Түвшингүүд				Түвшингүүд				
			1460-1400	1400-1340	1340-1280	1280-1235	1460-1400	1400-1340	1340-1280	1280-1235	
1	I-I	2.67								39	
	Хамрах хөндлөн фронт, м							247.9	364.8		
2	II-II	0.18								36	
3	III-III	0.67								32	
4	IV-IV	2.67								28	
	Хамрах хөндлөн фронт, м					40					
5	V-V	4.52								25	
		0.17									
6	VI-VI	2.94								40	
7	VII-VII	4.61								33	
	Хамрах хөндлөн фронт, м						987.5				
8	IX-IX	0.17								31	
	Хамрах хөндлөн фронт, м		✓	✓	✓	✓	145.4	51.4			
9	A-A	5.11								34	

Дүгнэлт

2.1-р хүснэгтээс үзэхэд геологийн хайгуулын I-I, IV-IV, V-V хөндлөн зүсэлтийн зүүн хойд хэсгийн хажуу, геологийн хайгуулын VI-VI, VII-VII ба A-A дагуу зүсэлтүүдэд хамаарах уурхайн хажуунууд тогтвортой бөгөөд геологийн хайгуулын II-II, III-III, V-V хөндлөн зүсэлтийн баруун урд хэсгийн хажуу ба геологийн хайгуулын IX-IX хөндлөн зүсэлтүүдэд хамаарах уурхайн хажуунууд тогтворгүй болох нь тогтоогдлоо.

Геологийн хайгуулын I-I хөндлөн зүсэлтийн хувьд 1340-1280 түвшингийн хооронд хөндлөн фронтын дагуу 247.9 м-ийн, 1280-1235 түвшингийн хооронд хөндлөн фронтын дагуу 364.8 м-ийн гулсалт, нурал үүсэх магадлалтай байна. Геологийн хайгуулын IV-IV хөндлөн зүсэлтийн хувьд 1460-1400 түвшингийн хооронд хөндлөн фронтын дагуу 40 м-ийн гулсалт, нурал үүсэх магадлалтай байна. Геологийн хайгуулын VII-VII хөндлөн зүсэлтийн хувьд 1460-1400, 1400-1340, 1340-1280 түвшингүүдийн хооронд хөндлөн фронтын дагуу нийт 987.5 м-ийн гулсалт, нурал үүсэх магадлалтай байна. Геологийн хайгуулын IX-IX хөндлөн зүсэлтийн хувьд 1460-1400 түвшингийн хооронд хөндлөн фронтын дагуу 145.4 м-ийн, 1400-1340 түвшингийн хооронд хөндлөн фронтын дагуу 51.4 м-ийн гулсалт, нурал үүсэх магадлалтай байна.

Талархал

“Эрдэнэт үйлдвэр” ХХК-ний болон Тэсэлгээний технологийн судалгааны төвийн хамт олонд зохиогчдын зүгээс талархал илэрхийлж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:

- [1] Smith, I. M. & Hobbs, R. (1974). Finite element analysis of centrifuged and built-up slopes. *Geotechnique* 24, No. 4, 531-559;
- [2] Taylor, D. W. (1937). Stability of earth slopes. *J. Boston Soc. Civ. Eng.* 24, 197-246.
- [3] Zienkiewicz, O. C., Humpheson, C. & Lewis, R. W. (1975). Associated and non-associated viscoplasticity and plasticity in soil mechanics. *Geotechnique* 25, 671-689.
- [4] Griffiths, D. V. (1980). Finite element analyses of walls, footings and slopes. PhD thesis, University of Manchester.
- [5] Bishop, A. W. & Morgenstern, N. R. (1960). Stability coefficients for earth slopes. *Geotechnique* 10, 129-150.
- [6] Griffiths, D. V. (1989). Computation of collapse loads in geomechanics by finite elements. *Ing Arch* 59, 237-244.
- [7] Potts, D. M., Dounias, G. T. & Vaughan, P. R. (1990). Finite element analysis of progressive failure of Carsington embankment. *Geotechnique* 40, No. 1, 79-102.
- [8] Matsui, T. & San, K.-C. (1992). Finite element slope stability analysis by shear strength reduction technique. *Soils Found.* 32, No. 1, 59-70.
- [9] Wong, F. S. (1984). Uncertainties in FE modeling of slope stability. *Comput. Struct.* 19, 777-791.
- [10] O. P. Upadhyay, D. K. Sharma, and D. P. Singh, "Factors affecting stability of waste dumps in mines," *International Journal of Surface Mining and Reclamation*, Vol. 4, 1990, PP. 95-99.
- [11] Abramson. L.W., Thomas. S. L and Sharma. S., *Slope Stability and Stabilization Methods*, John Wiley & Sons. Inc, 2002
- [12] Cheng. M.Y and Lau. C.K, *Slope stability analysis and Stabilization-New Methods and Insight*, Routledge, 2008
- [13] Read, J and Stacey, P. *Guidelines for Open Pit Slope Design*. CSIRO. 2009
- [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] Clover Technology (2013). Galena Software. <http://www.clovertechnology.com.au/>
- [17] Hudson, J.A and Harrison, J.P. *Engineering Rock Mechanics*. 2006
- [18] Rockscience (2013) Dips <https://www.rockscience.com/products/1/Dips>
- [19] Энержи ресурс ХХК. Ухаа худаг ордын геологийн нөөцийн тайлан. 2011
- [20] Норвест Корпораци. Ухаа худаг уурхайн геотехникийн тайлан. 2009
- [21] Энержи ресурс ХХК. Ухаа худаг уурхайн геотехникийн тайлан. 2010-2014
- [22] АМС Корпораци. Ухаа худаг уурхайн хажуугийн тогтворжилтын тайлан. 2011-2014
- [23] "Aquaterra" ХХК, Ухаа худаг орд дээр хийсэн гидрогеологийн судалгааны ажлын тайлан, 2010
- [24] "Ус хангамж" ХХК, Ухаа худаг орд дээр хийсэн гидрогеологийн ажлын үр дүнгийн тайлан, 2012
- [25] Ganzorig.B, *The investigation of stability problems of dump site in Baganuur lignite mine in Mongolia*, Ph.D thesis, 2014
- [26] Rocscience Inc, Phase2 v. 8.0 Tutorials.

ЭРДЭНЭТИЙН ИЛ УУРХАЙН УУЛЫН АЖИЛД ҮҮСЭХ ХҮНДРЭЛ, БЭРХШЭЭЛҮҮДИЙН СУДАЛГАА

Докторант Б.Улаанбаатар, Д.Оюун-Эрдэнэ

ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

Abstract

The current status of development and productivity of Erdenet ovoid copper molybdenum open pit mine and the fundamental research which solves problems in technological issues, these will occur in the future.

Түлхүүр үг: Хажуу, тогтворжилт, физик – механик, гулсалт, технологи

1. Оршил

Эрдэнэтийн ил уурхай нь 1978 оноос хойш 38 жилийн хугацаанд ашиглагдаж байна. Тус уурхайн өнөөгийн олборлолт явуулж буй байршлаар нь баруун хойд ба төвийн хэсэг гэж хуваана. Баруун хойд хэсгийн ашиглалт 38 жил ашиглагдсан бөгөөд өргөн 1.5-3 км, урт 2.5 км, уурхайн гүн 500 метр байна. Эрдэнэтийн ил уурхайн ашиглалт, олборлолтын өнөөгийн байдлын судалгааг хийх ач холбогдол нь цаашид хийх судалгааны ажлын чиглэлүүдийг тодорхойлох, улмаар тэдгээрт буй эрсдлүүдийг илрүүлж холбогдох тооцооллын ажлуудыг хийх суурь судалгаа болно. ШУТИС – ийн ГУУС – ийн багш Б. Улаанбаатар 2002 оноос хойш Эрдэнэтийн ил уурхайн ухаж – ачих иж бүрдлийн сул зогсолтын судалгаа, тоос, нөхөн сэргээлт, хаалтын судалгаануудыг тогтмол хийж байна. Тус уурхайд ажиллах хугацаанд холбогдох асуудлуудаар эрдэм судалгааны ажлыг гүйцэтгэж, улмаар ШУТИС – ГУУС – ийн судлаачдын (Доктор Б. Батболд, Ц. Ариунжаргал, Б. Ганзориг, магистрант Д. Оюун - Эрдэнэ) хамт чулуулаг, хажуугийн тогтворжилт, өдөр тутмын үйл ажиллагааг удирдах систем зэргийн судалгааны ажлуудыг хийж байна.

Хүснэгт 1

Эрдэнэтийн ил уурхайн ашиглалтын ерөнхий үзүүлэлтүүд

№	Үзүүлэлтүүд	Нэгж	Хэмжээ
1.	Уурхайн амсар	км	8.5
2.	Ил уурхайн талбай	га	395
3.	Уурхайн гүн	м	500
4.	Хамгийн дээд түвшин	дтд/ м	1606

2. Эрдэнэтийн баруун хойд хэсгийн ашиглалтын өнөөгийн байдал

Эрдэнэтийн баруун хойд хэсгийн ашиглалт, олборлолтын талаар судалгааны ажлыг гүйцэтгэсэн бөгөөд өнөөгийн байдлаар нийт 800 сая тонн хүдэр олборлож 760.7 сая тонн хүдэр боловсруулж 15.44 сая тонн зэсийн баяжмал, 120.8 мян.тн молибденийн баяжмалыг борлуулалтанд гаргасан байна. Тус уурхай нь өрөмдлөг, тэсэлгээ, экскаваци, тээвэр, овоолох - агуулах гэх үндсэн процессуудтай.

Чулуулгийн зонхилох эрдэс нь халькозин, ковиллин, халькопирит, оюу, борнит, брошантит, номин, молибденит, делафоссит, тенорит, серицит зэрэг байна.

Эрдэнэтийн ил уурхайн нийт хүчин чадал нь 27 сая.т/жил юм. Өрөмдлөгийг СБШ – 250 МНА-32 өрмийн машинаар гүйцэтгэдэг.

“Эрдэнэт Үйлдвэр” ХХК нь жилд 15000 тонн усанд тэсвэртэй эмульсын тэсрэх бодис үйлдвэрлэж, тэсэлгээний хэрэгсэлд Австралийн “Orica Excel” –г ашиглаж АНУ-д үйлдвэрлэсэн “Rothenbuhler engineering” фирмийн алсын зайнаас тэсэлгээг явуулах аппаратыг хэрэглэж байна. Уурхайн ачилтыг

Германы LIEBHERR-994В гидравлик экскаватор, ОХУ-ын ЭКГ-10, ЭКГ-15 маркийн экскаваторуудаар явуулж байна. Авто тээврийн зам барьж байгуулах, засварлах мөн овоолгын ажлуудыг Япон, АНУ, Германы уулын тоног төхөөрөмжүүд болох “Liebherr” фирмийн PR-764, Японы “Komatsu” фирмийн D-275A, 824G, WD-500 гинжит, дугуйт бульдозерууд, WA-800, WA-600, Liebherr L-581 утгуурт ачигч, “Caterpillar”-ын CAT-16H автогрейдер зэрэг тоног төхөөрөмжөөр гүйцэтгэж байна.

Хүснэгт 2

Үндсэн процесст ашиглагдаж буй тоног төхөөрөмжүүдийн иж бүрдэл

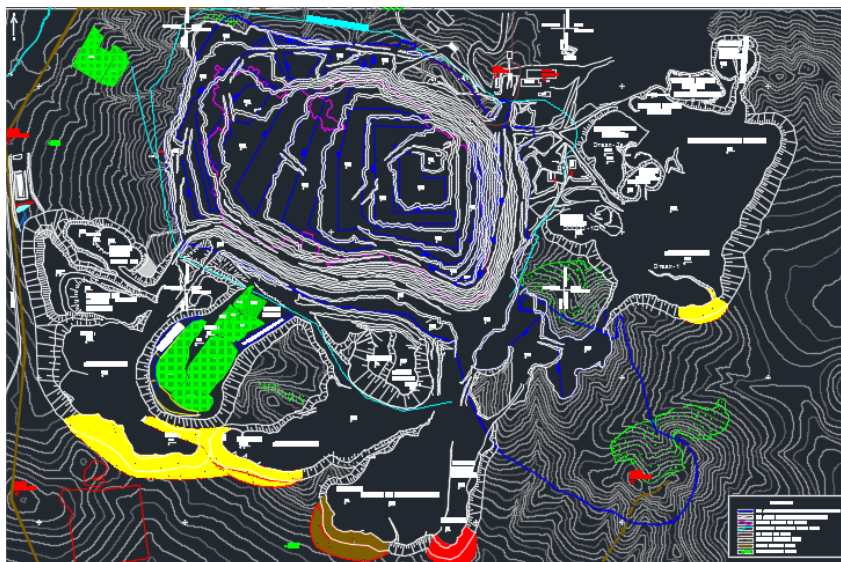
№	Иж бүрдлийн нэр	Марк	Үндсэн үзүүлэлт	Тоо ширхэг
1.	Өрмийн машин	СБШ – 250МНА-32	250 мм	5
2.	Тэсрэх бодисууд	ВМЕ маркийн эмульсийн ТБ,	Усанд тэсвэртэй	
3.	Тэслэх материал хэрэгсэл	Orica Exsel (Австралийн)		
4.	Экскаватор	ЭКГ-10,	10 м ³	6
		ЭКГ-15,	15 м ³	1
		LIEBHERR-R994,	18 м ³	2
		LIEBHERR-9350	18 м ³	1
5.	Тээвэр	БелАЗ-75131	130 тонн	26
6.	Зам – овоолго	KomatsuD-275A	410 м.х	3
		PR-764	422 м.х	2
		CAT824G	339 м.х	2
		L-580	4 м ³	2
		WA-600	6.1 м ³	1
		WA-800	10 м ³	2
		GD-825	290 м.х	3
		CAT 16H	280 м.х	2

Эрдэнэтийн ил уурхайн баруун хойд хэсэг нь тээвэртэй, гадаад овоолго бүхий ашиглалтын системийг хэрэгжүүлж байна. Уурхайн ухашийн гадагш сульфидын хүдрийг баяжуулах үйлдвэрт, исэлдсэн хүдрийг 12-р овоолго болон “Эрдмин” үйлдвэрийн овоолгоруу, балансын бус хүдрийн 8, 9-р овоолго, хөрсний № 1, 4, 11 овоолгууд байна.

Хүснэгт 3

Уурхайн ухашийн үндсэн хэмжээсүүд

№	Элементүүд	Нэгж	Хэмжээ	
1.	Ухашийн өргөн	м	1900	
2.	Ухашийн урт	м	2750	
3.	Ухашийн гүн	м	120	
4.	Доголын тоо	ш	8	
5.	Доголын өндөр	м	15	
6.	Доголын хажуугийн өнцөг	град	54	
7.	Ажлын хажуугийн өнцөг	Град	32	
8.	Ажлын бус хажуугийн өнцөг	град	60	
9.	Аюулгүйн тавцангийн өргөн	м	12	
10.	Дундаж тээврийн зай	км	4	
11.	Замын өргөн	м	30	
12.	Замын налуу	%	8	
13.	Овоолгын талбай	Хөрсний	га	224.7
		Исэлдсэн хүдрийн	га	93.5
		Балансын бус хүдрийн	га	77
14.	Овоолгын хажуугийн өнцөг	град	35	



1 – р зураг. Уурхайн одоогийн байдлын зураг

Эрдэнэтийн баруун хойд хэсгийн ашиглалтад өртөж буй халькозин, ковиллин, халькопирит, оюу, борнит, брошантит, номин, молибденит, делафоссит, тенорит, серицит гэм эрдэс агуулсан чулуулгийн физик механикийн шинж чанарыг тодорхойлох судалгаа хэрэгжүүлж байна. Энэ нь өрөмдлөг – тэсэлгээ, ухаж ачих, тээвэрлэх, овоолох, мөн түүнчлэн баяжуулах үйлдвэрийн бутлах – нунтаглах процесст шууд нөлөөтэй юм. Тус үзүүлэлтийн дагуу уурхайн тогтворжилтын үнэлгээг хийх боломж нээгдэж байна. Энэ нь чулуулгийн физик – механикийн шинж чанарын үзүүлэлтийг ашиглан уурхайн ашиглалтын явц дахь хажуугийн тогтворжилтын загварчлалыг гаргах боломжтой юм.

Хүснэгт 4

Хөрс болон хүдэрт ашиглагдаж буй чулуулгийн шинж чанарын үзүүлэлтүүд

№	Чулуулаг	Шинж чанар	Буулгагдах цэг
1.	Гранодиорит порфир	f=13.8 мПа бш=94.1 мПа	Баяжуулах үйлдвэр
2.	Гранодиорит	f=12.5 мПа бш=94.1 мПа	Баяжуулах үйлдвэр
3.	Плагиоглазит порфир	f=10.19 мПа бш=101.9 мПа	
4.	Сиенит	f= 10.19 мПа бш=89 мПа	сульфидын хүдэр
5.	Гранит	f= 10 мПа бш=91.3 мПа	
6.	Андезит	f=17 мПа бш=94.1 мПа	сульфидын хүдэр
7.	Диорит	f=10.19 мПа бш=89.9 мПа	Баяжуулах үйлдвэр
8.	Риолит	f=29.1 мПа бш=97.7 мПа	сульфидын хүдэр
9.	Габбро	f=10.19 мПа бш=73.7 мПа	
10.	Дацит	f=22.3 мПа бш=73.8 мПа	
11.	Трахириодацит	f=33 мПа бш=111.1 мПа	сульфидын хүдэр
12.	Монцонит	f=10.19 мПа бш=93.1 мПа	
13.	Микродиорит	f=10.19 мПа бш=116.95 мПа	

3. Эрдэнэтийн төвийн хэсгийн ашиглалтын өнөөгийн байдал

Төвийн хэсгийн уурхайн талбай нь баруун хойд хэсэгт зэргэлдээ оршино. 1485.3м-ийн үнэмлэхүй өндөржилттэй өргөгдсөн хэсэг нь Төвийн хэсгийн хүдрийн биетийн байрлаж буй хэсэг юм. Орд газар уулархаг, гүний хэлбэрийн ордод хамаарна. Баруун хойд хэсгийн нэгэн адилаар олборлолт нь эхлээд уулархаг хэсэгтээ явагдаж, дараа нь гүний хэсэгрүүгээ шилжинэ.

4. Ил уурхайн цаашдын ашиглалт, олборлолтын судалгаа

Эрдэнэтийн ил уурхайн өнөөгийн төлөв байдлыг мэдэх нь цаадын алсын харааг тодорхойлох давуу тал болно. Тус уурхай нь өртөг багатай, чанарын шаардлагад нийцсэн бүтээгдэхүүнийг хэрэглэгчдэд нийлүүлэхийн тулд урт хугацааны стратегид нийцүүлсэн дунд хугацааны тактикуудыг боловсруулах нь үйлдвэрлэлийн процесс, худалдан авалт, механикжуулалтыг хийх зарчимд хөтлөх юм. Ашиглалтын хугацаа нь уурхайн захын агуулга 0.15% эсвэл 0.25 – 0.3 % байх эсэхээс шалтгаална. Уурхайн дундаж агуулга өнөөгийн байдлаар 0.5% байгаа бөгөөд олборлолтын цаашдын ашиглалтаар жил бүр дундаж агуулга буурна. Эрдэнэтийн ил уурхайн баруун хойд хэсгийн хүдийн ашиглалтын нөөц 1264 сая.тн /39 жил/, төвийн орд 207сая.тн нөөцтэй /36 жил/ ашиглагдана. Ордыг ашиглах нийт хугацаа нь 39жил байна. Ордыг ашиглахад 964 сая.м³ хөрс ашиглалтад өртөж, 1471сая.тн хүдэр ашиглагдана.

Ил уурхайн баруун хойд хэсгийн гүн далайн түвшнээс дээш 905м, төвийн хэсэг нь 1070 м түвшинд байхаар ашиглалтыг хэрэгжүүлж дуусгана. Дээрх тооцоолол болон ашиглалтын үзүүлэлтүүд нь /5 – р хүснэгт/ ашиглалтын явцад үүсэх хүндрэл, бэрхшээлүүдийг илрүүлэхэд ач холбогдолтой юм.

Хүснэгт 5

Эрдэнэтийн ил уурхайн цаашдын ашиглалтаас үүсэх хүндрэлүүд /судлаачын дүгнэлт/

№	Хүндрэл	Үүсэх эрсдэл/үйлчлэх хугацаа	Үнэлгээ 1-10 хүртэл
1.	Уурхайн гүнзгийрэлтээс үүдэлтэй агааржуулалт	Байгалийн агааржуулалтгүй болно / Гүнзгийрэх үед	5
2.	Уурхайн ажлын бус хажуугийн	Уурхай гүнзгийрэхийн хирээр хажуу тогтворгүй болж, гулсалт үүснэ / бүхий л хугацаанд	10
3.	Зам уртсах	Тээврийн зардал өснө / гүнзгийрэх үед	6
4.	Уурхайн гүнзгийрэлтээс үүсэх гүний усны түвшин буурна	Орчны байгаль орчны төлөв байдал буурна / гүнзгийрэх үед	7
5.	Уурхайн гадаад овоолгын хүчлийн шүүрэл	Шүүрлийн улмаас хөрсний бохирдол үүснэ / Бүхий л хугацаанд	6
6.	Уурхайн хаалт	Хаалтын дараах нийгэм- эдийн засаг, нөхөн сэргээлтийн асуудал үүснэ / Хаалтын үед	4
7.	Хаягдлын далангийн тогтворжилт	Далангийн шүүрэл ба далан задрах аюул / бүхий л хугацаанд	7

Дээрх эрсдлүүдээс хамгийн их анхаарал татаж буй нь уурхайн ажлын бус хажуугийн тогтворжилт юм. Учир нь уурхайн ашиглалтын бүхий л үе шатанд аюул занал хийлж байгаа нь анхаарал татаж байна. Уурхайн гүнзгийрэлтээс үүсэх агааржуулалтыг хийхдээ уурхайн дотор талд бороожуулагч болон гүний усыг цэвэршүүлэх болон сэнс байрлуулах гэм мэт аргуудыг ашиглах боломжтой юм. Уурхайн зам уртсахтай холбоотой Эрдэнэтийн ил уурхайд ЦПТ – г /татуургад туузан конвейер бүхий тээврийн хосолсон иж бүрдэл/ ашиглах буюу уурхайн ачаа төвлөрөх цэгт конвейерийн байгууламжийг төвлөрүүлж улмаар баяжуулах үйлдвэрт хүдэр тээвэрлэх шийдэл илүү оновчтой юм. Уурхайн гүнзгийрэлтээс үүсэх гүний усны түвшинг бууруулахгүйн тул уурхай тийш чиглэх гүний усны урсгалыг бууруулах, хязгаарлах арга хэмжээг авах нь хамгийн чухал судалгаа болно. Энэ нь уурхайн хажууг илүү тогтворгүй болгоход нөлөөлнө. Учир нь усны урсгал болон түүний өгөршүүлэх шинж чанар болон температураас хамаарсан чулуулгийг эвдэх байдал нь тухайн нөхцөл байдалд оруулах юм.

Ил уурхайн хувьд хаягдлын далангийн асуудал харьцангуй хамаарал багатай юм. Гэвч орчинд үзүүлэх нөлөөлөл нь тухайн төрлийн эрсдэл /5 – р хүснэгт/ гарсны дараа харьцангуй аюултай юм. Уурхайн хаалтын асуудал бол уурхайн нөөц дууссаны дараах орон нутгийн хөгжлийн асуудал юм. Энэ нь мэдээж тухайн орон нутгийн хувьд уурхайгаас нийгэмд үзүүлэх нөлөөллийн судалгаа, тэдгээр нөлөөллийн дотроос эдийн засгийн нөлөөллийг бууруулах арга хэмжээг авахтай холбоотой юм. Нөхөн сэргээлт хаалтын зардлыг нэг бүтээгдэхүүний үнэт шингээж тооцоолох нэн шаардлагатай юм. Олон улсын туршлагад нэг тонн зэсийн хүдэрт ногдож тус зардал нь 900 төгрөг байхаар хийж байна. Эрдэнэтийн ил уурхайн цаашдын ашиглалтын үед тохиолдож болох эдийн засгийн эрсдлүүдээс сэргийлэхийн тулд үе

шаттай төлөвлөлтийг хийж өгнө. Гэвч уурхайн ашиглалтын явцад тусгайлан боловсруулалт хийх шаардлагатай асуудал нь уурхайн ажлын бус хажуугийн тогтворжилтыг чулуулгийн шинж чанарт нийцүүлэн, мөн түүнчлэн уурхайд явагдаж буй тэсэлгээ, олборлолтын ажлын богино хугацааны давтамжуудаас нөлөөлөх нөлөөллийг харгалзан үзсэн судалгааны ажлыг хийх нь эдийн засгийн болон ашиглалтын нөөц дуусах хугацаанаас өмнө хаагдах, эсвэл төлөвлөгдөөгүй аваарийн нөхцөлд хийгдэх зардлаас зайлсхийх боломжтой юм.

Дүгнэлт

1. Эрдэнэтийн ил уурхай нь өнөөгийн байдлаар баруун хойд ба төвийн хэсгүүдэд хуваагдаж халькозин, ковиллин, халькопирит, оюу, борнит, брошантит, номин, молибденит, делафоссит, тенорит, серицит эрдэс бүхий чулуулгийг хөрс, ашигт малтмалын ачаа урсгалаар хуваарьлан олборлолт – ашиглалтыг хэрэгжүүлж байна. Ил уурхайн баруун хойд хэсэг 905м, төвийн орд 1070 м – ийн гүн болж ашиглагдана.
2. Эрдэнэтийн ил уурхай /баруун ба төв/ - н ашиглалтыг хэрэгжүүлэхэд ашиглалтын жилүүд дэх ашигт малтмалын үнийн хэлбэлзэл, боломж зэргээс шалтгаалан захын агуулга 0.15% ба 0.3%, дундаж агуулга 0.5% - 0.4% байдлаар хэлбэлзэнэ. Энэ нь уурхайн чадамж жил ирэх тусам буурахыг харуулж байна. Уурхайд үүсэх хүндрэл бэрхшээлүүдийг /5 – р хүснэгт/ инженерийн таамагаар тодорхойлох матрицын аргаар үнэлгээ өгч тодорхойлбол холбогдох дүгнэлтүүд гарч ирэв. Тус дүгнэлтүүдээс +10 онооны үнэлгээ өгөгдөх зайлшгүй үндэслэл болсон эрсдэл нь уурхайн хажуугийн тогтворжилтын судалгаа юм.
3. Эрдэнэтийн уурхайн ордын тогтоц, чулуулгийн массив дахь бүтэц нь усжилт бүхий ан цавархаг бөгөөд чичиргээ доргио, гравитаци, гүний усны нөлөөлөл, гадарга – хур тундасны нөлөөллөөр гулсалт, хагарал, нурал үүсэх өндөр магадлалтай.
4. Уурхайн хажуугийн тогтворжилтын үнэлгээг хийхдээ баруун хойд хэсгийн ухашийн урд хэсэгт буй болсон ажлын бус хажуугийн нурал, гулсалтыг 2015 оноос хойш үнэлгээ хийх ажлыг эхлүүлэн ажиллаж байна. Тус ажлын хүрээнд ил уурхайн ажлын бус хажуугийн чулуулгийн шинж чанарт үндэслэн slope64, Phase² програмууд дээр загварчлаж, түүнийг 2D болон 3D загвар болгож улмаар түүнийг ашиглалтын төлөвлөлтийн хувилбар бүр дээр шалгаж, төлөвлөлт – ашиглалтын үеийн нурал, гулсалтаас сэргийлэх, эрсдлийг арилгах арга хэмжээнүүдийг авах боломжтой суурь судалгааг хийх боломжтой болно. Энэ нь уурхайн одоогийн ашиглалтын хүрээ, дунд шатны төлөвлөлтүүдэд хамааралтай хүрээнүүд, эцсийн хүрээ зэргүүдэд тус бүр үнэлгээ хийх судалгааны ажлын суурь мэдээлэл болно.

Ашигласан ном, материал

- [1] Цэдэндорж С., Уул уурхайн төсөл, судалгааны төв., Эрдэнэтийн овоо ордын баруун хойд хэсгийн уурхайн хажуугийн тогтворжилтын судалгаа., 2015
- [2] Уул уурхайн хүрээлэн., “Эрдэнэт Үйлдвэр ХХК” Эрдэнэтийн овоо орд газрын Төвийн хэсгийг ашиглах ТЭЗҮ., 2011
- [3] Уул уурхайн төсөл, судалгааны төв., Эрдэнэтийн овоо ордын чулуулгийн физик механизийн шинж чанар., 2015
- [4] Ц. Даваацэрэн. Уул уурхайн компанийн хөгжлийн стратегийн загвар боловсруулах судалгаа. Докторын диссертаци.УБ., 2016
- [5] Эрдэнэтийн овоо уурхайн 2016 оны ашиглалтын үйл ажиллагааны төлөвлөгөө
- [6] D.V. Griffiths. Slope stability analysis by finite elements. Geomechanics Research Center Colorado School of Mines. 2015

НҮҮРСНИЙ ИЛ УУРХАЙН ТЕХНОЛОГИЙН ЗАМЫН ХӨРСНИЙГ ДУОСОЛИДООР БЭХЖҮҮЛЭХ ХАГАС ҮЙЛДВЭРЛЭЛИЙН ТУРШИЛТЫН ЗАРИМ ҮР ДҮН

Докторант Ж.Оюунаа*, доктор (Ph.D) А.Сарнай**,
дэд проф. Б.Орхонтуул*, проф. Б.Алтантуяа*

*ШУТИС-ийн ГУУС, ** ШУТИС-ийн ХШУС

Abstract

As a result of half production testing of an open pit coal mine based on laboratory tests of reducing technological road dust by strengthening the depreciation of road surface with surface active materials, road dust has been reduced in PM10 by 93.5% and PM2.5 by 96.9% which in turn would reduce the negative effects toward the ecosystem, work and health safety.

Түлхүүр үг: Бөхжүүлэгч, гадаргуугийн идэвхт бодис, дуосолид

1. Оршил

Нүүрсний ил уурхайн үйлдвэрлэлийн бүх процесс тоос үүсэх голомт болдог ба тэдгээрээс ачаа тээврийн процесс нь тоосны үүсвэр, тархалтын нөлөөлөл талаасаа бусдаасаа илт ялгарч байдаг. Ихэнх нүүрсний ил уурхайнуудын хувьд уурхайгаас гарах хөрсний чулуулгаар уурхайн замыг барьж байгуулдаг. Зам үүсгэхэд ашигласан чулуулгийн шинж чанар, хөдөлгөөний эрчим, уурхай орчмын цаг уурын байдлын хам нөлөөллөөр тоос гарах, тархах нөхцөл бүрддэг. Тоос үүсгэх бодит нөхцөл нь уурхайн замын гадаргуугийн элэгдэл юм. Тоос үүсгэх эрчимд замын гадаргуугийн хөрсний физик-механик шинж чанар, хөдөлгөөний хурд, автомашины жин, төрөл, замын хэмжээ болон цаг агаар нөлөөлнө. Ил уурхайн автотээврийн техник эдийн засгийн үзүүлэлтэд замын нөхцөл онцгой нөлөө үзүүлдэг.

Уурхайн дотоод тээврийн замын нөхцөл муу байснаас тоос үүсч техникийн эвдрэл, саатал ихсэх, хөдөлгөөний эрч буурч, замын бартаа, эргономикийн нөхцөл хүндэрснээс бүтээл багасах, дугуй өнхрөлтийн эсэргүүцэл нэмэгдэж шатахуун, энергийн зарцуулалт ихсэх зэрэг сөрөг нөлөөллүүд их гардаг байна. Иймээс нүүрсний ил уурхайн технологийн процессууд дотроос хамгийн их тоос үүсгэдэг хатуу хучилтгүй замын гадаргуугийн хөрсийг дуосолидоор бэхжүүлэх лабораторийн туршилтаар гарсан нааштай үр дүнг бодит нөхцөлд тохирох эсэхийг нотлох зорилгоор энэхүү хагас үйлдвэрлэлийн туршилтыг явуулж байна.

Туршилтыг Ухаа Худагийн уурхайн замын хөрстэй ижил төстэй Төв аймгийн Сэргэлэн сумын нутагт орших Хөшигтийн Хөндийн шаварлаг хөрстэй газар явуулав.

2. Туршилт явуулах аргачлал

1. Шаардагдах тоног төхөөрөмж, багаж хэрэгсэл

Тоног төхөөрөмж	Хээрийн лабораторийн багаж
<ul style="list-style-type: none">Хөрс сийрэгжүүлэх грейдерУсалгааны төхөөрөмжХөрс нягтруулагч индүүХүнд даацын машинууд	<ul style="list-style-type: none">Тоос хэмжигчЧийг хэмжигчНягт тодорхойлогч CBRЭзлэхүүн жин тодорхойлогч

2. Замын гадаргууг бэлтгэх

Нийт 20 метр урт, 6 метр өргөн талбай бэлтгэнэ.

Замын хөрсний зузааныг хөрсний ачаалал даах чадвар CBR-аас хамааруулан дараах томъёогоор тодорхойлно. Хөрсний зузаан Z нь 0.3-0.6м байна.

$$Z_{CBR} = 9.81t_w \left[0.104 + 0.331e^{(0.0287t_w)} \right] \left[2 * 1010^{-5 \left(\frac{CBR}{P} \right)} \right] \left[(CBR/P)^{-(0.415 + P * 10^{-4})} \right] \quad (1)$$

энд: t_w – дугуй дээрх ачаалал; P -дугуйн хийн даралт; CBR - хөрсний ачаалал даах чадвар

Бодисыг хөрстэй жигд хольж бэхжүүлэхийн тулд 3 шүдтэй грейдерээр 0.2-0.3м гүн хагалж сийрэгжүүлнэ.

- Бэлдсэн талбайн хөрсний чийгийг тодорхойлно.
 - Хөрсний чийгшилт болон нягтралтын хэмжээг зохих түвшинд байгаа эсэхийг хээрийн лабораторийн багажаар хэмжиж зохих түвшинд хүрэхгүй тохиолдолд нэмж усална.
3. Бэхжүүлэгч бодисыг бэлтгэх
 - Сонгон авсан талбайд дуосолид болон усыг хөрсний хэмжээнээс хамааруулан хөрс : дуосолид : ус ба 100:1.2:8 гэсэн харьцаатайгаар бэлтгэнэ.
 4. Бэлдсэн бэхжүүлэгч бодисыг хольж талбайд жигд цацаад дараа нь грейдерээр давхаргын түвшинд хольж тарааж өгнө.
 5. Бэхжүүлсэн хөрсийг 2-4 цагийн дараа 20 тн-н даацтай SEM- XMG -203 индүүгээр доргилтгүй болон доргилттойгоор нягтруулж нягтралтыг тодорхойлно.
 6. 24 болон 48 цагийн дараа нягтралыг дахин шалгана.
 7. Бүрэн бөхжилт авсан замаар 48 цагийн дараа 20тн даацтай тээврийн хэрэгслийг явуулж 1, 2, 3, 4 цэгүүд дээр тоосны хэмжилт хийнэ.
 8. 7 хоногийн дараа туршилтын талбайд нягтруулалтын болон тоосролтын хэмжээг дахин хэмжинэ.
 9. Хэмжилтийн үр дүнгүүдэд харьцуулалт хийж тоосны бууралтыг тогтооно.

Тоосны хэмжилтийг Нийслэлийн агаарын чанарын албаны явуулын багаж төхөөрөмж болох Grimm Aerosol Technik PM 2.5 and PM1 Model 180 болон Dust Trak DRX Aerosol Monitor TSI-аар стандарт аргачлалын дагуу хийнэ.

3. Туршилт, туршилтын үр дүн



1-р зураг. Туршилтын талбай

Туршилтанд хөрс сийрэгжүүлэх грейдер SEM-919, усалгааны төхөөрөмж, хөрс нягтруулагч 20тн даацтай индүү SEM-XMG-203, 20тн даацтай автомашин, чийг хэмжигч, нягт тодорхойлогч CBR,тоос хэмжигч Grimm Aerosol Technik PM 2.5 and PM1 Model 180 болон Dust Trak DRX зэргийг хэрэглэв.

Хөрсний шинж чанарын харьцуулсан үзүүлэлтүүд

	Тоосны ширхэглэлийн хэмжээ	Хэмжих нэгж	Техникийн шаардлага	Ухаа Худагийн уурхай	Хөшигтийн хөндий
Шинжилсэн үзүүлэлт	50 мм	%	100	100.00	100.0
	37.5мм	%	90-100	97.06	100.0
	12.5 мм	%	60-90	90.99	100.0
	9.5 мм	%	30-65	89.85	92.4
	4.75 мм	%	25-55	86.11	89.3
	2.36 мм	%	15-40	71.69	84.5
	0.425 мм	%	8-20	42.15	70.2
	0.075 мм	%	2-8	34.52	16.27
	Хамгийн том ширхэглэл	мм	40	25	25.0
Хөрсний шинж чанарын үзүүлэлт	Уян налархайн хязгаар	%	<25	18.18	28.3
	Урсалтын хязгаар	%	<35	37.00	4.4
	Урсалт уян налархайн индекс	%	0-6	18.82	13.9
	Ачаа даацын харьцаа	%	>15	4	6
	Хуурай үеийн хамгийн их нягт	г/см ³	>1.9	2.044	1.857
	Чийгийн тохиромжтой агууламж	%	-	9.80	12.5

Бэхжүүлэх хөрсний зузааныг 20тн даацтай автомашин явна гэж үзээд $t_w=20тн$, $P=30кж/см^2$, $Z_{CBR}=0.3м$ байхаар сонголоо. Талбайн төв хэсэгт 8м урттай замын хөрсийг грейдерээр 25-30см гүн хагалж сийрэгжүүлэн хөрсний чийгийг тодорхойлоход 6%-ийн чийгийн агууламжтай байсан учир 10-15%-ийн чийгтэй болтол нь усалж бэлтгэв. Нийт 20м урттай зам сонгон авсан бөгөөд дунд талын 8м урт, 6м өргөн, 0,3м-ын зузаантай зам буюу 14.4м³ эзлэхүүнтэй хөрсийг дуосолидоор бэхжүүлж, 2 талын замыг дуосолидгүйгээр нягтруулж бэлтгэв.

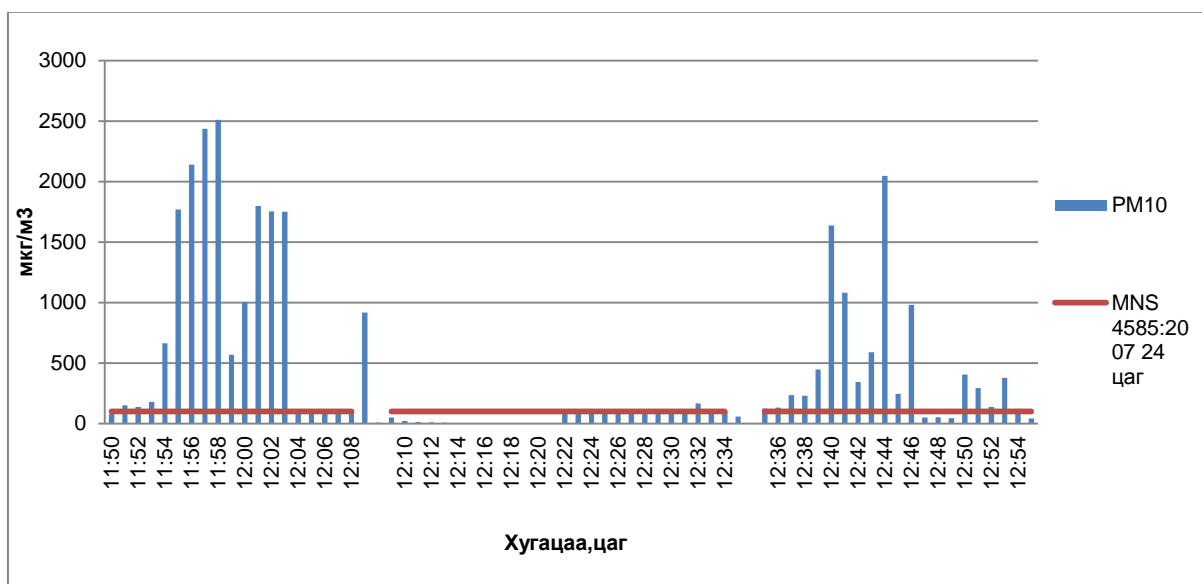
Хөрсийг бэхжүүлэхээр 3 цагийн дараа индүүгээр доргилтгүй болон доргилттойгоор нягтруулж нягтралтыг тодорхойлов. Бүрэн бэхжилт авсан замыг 96 цагийн дараа 20тн даацтай тээврийн хэрэгслэлийг 20-30км/цаг-ийн хурдтайгаар явуулж тоосны хэмжээг PM_{2.5}, PM₁₀ гэсэн 2 үзүүлэлтээр 3 цэгт 1 цагийн турш хэмжилт хийж үзүүлэлтүүдийг 2-р хүснэгт, 3,4-р зурагт тусгав. Хэмжилт хийх үед салхи баруун хойноос 11м/с хурдтай, агаарын хэм +15°C-ийн дулаан байв.



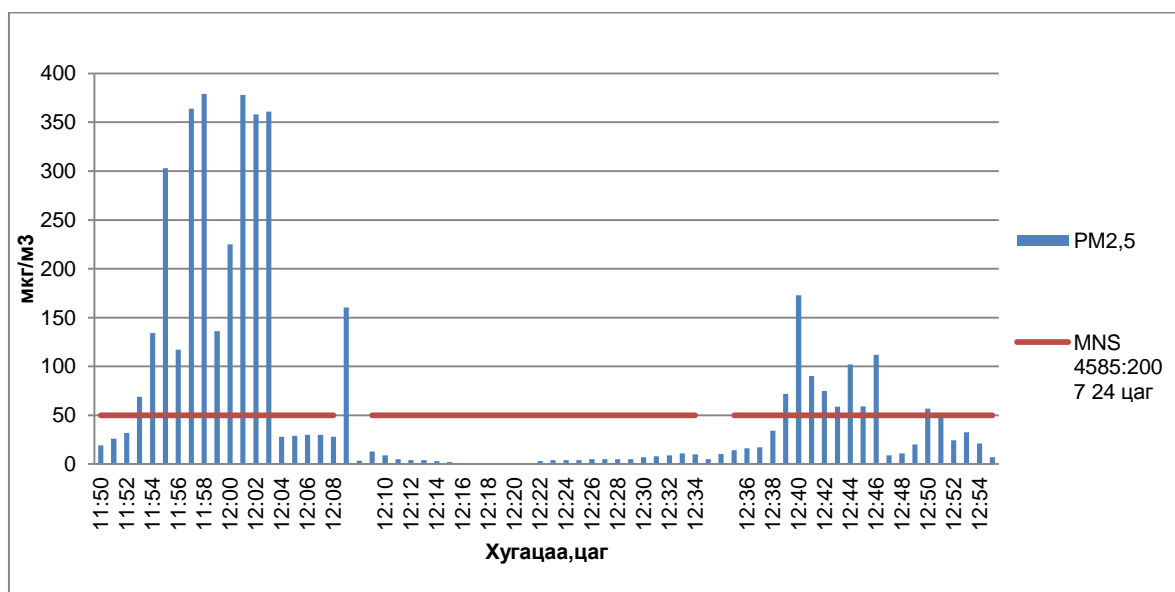
2-р зураг. Туршилтанд бэлдсэн талбай

Туришлын замын тоосны хэмжилтийн нэгдсэн үзүүлэлт

Огноо	1-р цэг 11:50-:12:08		2-р цэг 12:09-1:34		3-р цэг 12:35-12:55	
2016.5.26	PM2,5 -нарийн ширхэгт тоосонцор, мг/м ³ (Стандарт-50 мкг/м ³)			PM10-нарийн ширхэгт тоосонцор,г/м ³ (Стандарт-100 мкг/м ³)		
Дундаж агууламж	160	5	50	918	60	459
Стандарт угтаас	3 дахин их	10 дахин бага	Стандартын хэмжээнд	9 дахин их	1.7 дахин бага	5 дахин их
Цэгүүд	Шороон зам	Дуосолидоор бэхжүүлсэн зам	Шороон зам	Шороон зам	Дуосолидоор бэхжүүлсэн зам	Шороон зам



3-р зураг. PM10 том ширхэгт тоосонцрын агууламж



4-р зураг. PM2,5 нарийн ширхэгт тоосонцрын агууламж

Хэмжилтийн үр дүнг “Агаарын чанар, техникийн ерөнхий шаардлага” MNS 4585 : 2007 стандартын үзүүлэлтүүдтэй харьцуулахад $PM_{2.5}$ нарийн ширхэгт тоосонцрын агууламж 1-р цэгт 160мкг/м^3 , стандартаас 3 дахин их, 2-р цэгт 5мкг/м^3 буюу стандартаас 10 дахин бага, 3-р цэгт 50мкг/м^3 буюу стандартын төвшинд, PM_{10} том ширхэгт тоосонцрын агууламж 1-р цэгт 918мкг/м^3 , стандартаас 9 дахин их, 2-р цэгт 60мкг/м^3 буюу стандартаас 1.7 дахин бага, 3-р цэгт 459мкг/м^3 буюу стандартаас 5 дахин их байна. Эндээс үзэхэд замын хөрсийг гадаргуугийн идэвхт дуосолид бодисоор бэхжүүлснээр замаас үүсэх тоосны PM_{10} нь 93.5%, $PM_{2.5}$ нь 96.9%-иар буурсан байна.

Ашигласан хэвлэлийн жагсаалт

- [1] Reed W.R. An Improved model for Prediction of PM10 from Surface Mining Operations Blacksburg, Virginia. 2003.
- [2] Thompson R.J. Minnig Roads. Mine Haul Road Design, Construction and Maintenance Management. Ausr. 2011.
- [3] Авто зам, замын байгууламжийн барилгын ажлын жишиг техникийн шаардлага, 2013 он. Хуудас 132
- [4] Агаарын чанар. Техникийн шаардлага. MNS4585 :2007. Хэмжил зүйн үндэсний төв УБ.2007 он
- [5] Оюунаа Ж. Нүүрсний ил уурхайн замыг дуосолидоор бэхжүүлэх боломжийн судалгаа. Хэрэглээний шинжлэх ухааны сургууль, Эрдэс түүхий эдийн химийн технологийн асуудлууд 3/186.2016.
- [6] Оюунаа Ж. Нүүрсний ил уурхайн авто замаас үүсэх тоосыг бууруулахад дуосолид ашиглах боломжийн судалгаа, Уул уурхайн сэтгүүл. УБ.2016 он

ИЛ УУРХАЙН ХАЖУУГИЙН ТОГТВОРЖИЛТОД УУРХАЙН ХЭМЖЭЭС НӨЛӨӨЛӨХ БАЙДАЛ

Докторант Л. Жаргалсайхан

ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

Abstract:

It is practical importance to study wall height and slope angle of open cast mine was effected to slope stability. Pit-wall height with deep formation was become deeply with mine working excavation and increased, then pit with high-wall was occurred. It is based on displacement of rock and overburden to mined empty distance by gravity forces. Pit-wall angle is determined due to related to rock mechanics properties and if slope angle of pit is high, stripping overburden will be decreased is essential to profit an economical condition, otherhand, safety condition will be failed is increased a risk. This paper was studied to related on slope stability of opencast mine.

Түлхүүр үг: өндөр, өнцөг, чулуулаг, тогтворжилтын коэффициент, шинжилгээ

1. Зорилго

Ил уурхайн хажуугийн хэмжээс тогтворжилтын хоорондын хамаарлыг судлах (Нарийн сухайтын нүүрсний ил уурхайн жишээн дээр)

Ил уурхайн технологийн ажлыг саадгүй явуулахад шууд ба шууд бус нөлөөтэй олон хүчин зүйлийн нэг нь түүний хажуугийн тогтворжилтыг хангах явдал юм. Нүүрсний ил уурхайн хажуугийн чулуулаг нь дунд зэргийн бат бөхтэй, янз бүрийн уналтай, үелэг тогтоцтой, харьцангуй тогтворгүй, тунамал чулуулаг бүрдүүлж байх тул эдгээр шинж чанар нь уурхайн хажуугийн хэмжээс ямар байхад шийдвэрлэх нөлөө үзүүлнэ. Ордын чулуулгийн физик механикийн гол шинж болох массив дахь чулуулгийн бат бөхийн шинжүүд (шахалт, суналт, шилжрэлтийн бат бөх), барьцалдалт, (K , t/m^2) дотоод үрэлтийн өнцөг, (ρ , град) эзэлхүүн жин (γ , t/m^3) зэргийг тодорхойлох нь тогтвортой байх уурхайн хажуугийн өнцгийг тогтоох суурь өгөгдөхүүн болно.

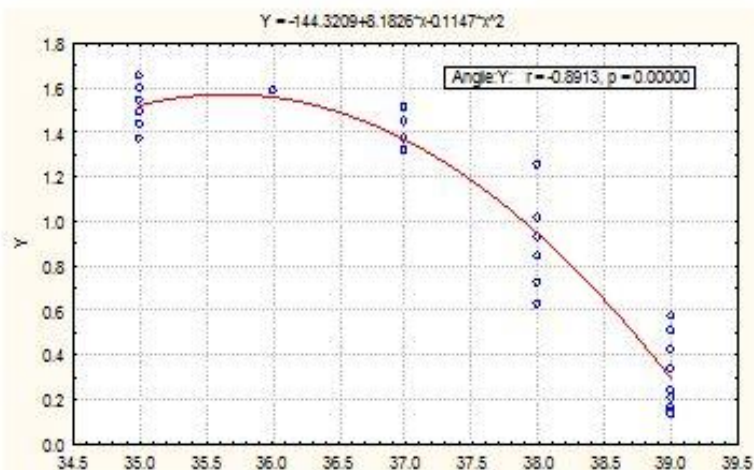
Ил уурхайн хажуу тогтвортой байх гэдэг нь төсөл зохиомжоор тогтоосон хажуугийн өндөр (гүн) ба өнцөг ашиглалтын бүх хугацаанд тогтвортой байхыг хэлнэ. Нүүрсний ил уурхайнуудад нүүрсний улыг дагасан буюу түүний уналын өнцөгтэй ойролцоо ажлын бус хажуу үүсгэн ашиглах тохиолдол түгээмэл байна. Олборлож байгаа ашигт малтмалын уналын өнцөг, уурхайн хажуугийн өнцөг 2 адил байх албагүй ч одоогоор ихэнх нүүрсний ил уурхайд энэ 2 өнцөг адил буюу ойролцоо байна.

Нарийн сухайтын нүүрсний ил уурхайн судалгаанд үндэслэн хажуугийн тогтворжилтыг үнэлэх тогтворжилтын коэффициентын тоон утга түүнд нөлөөлөх уурхайн хажуугийн өндөр, өнцөгөөс хамаарч хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг тогтоож улмаар харгалзах матрицыг ашиглан уурхайн хажуугийн тогтворжилтыг үнэлэх тогтворжилтын коэффициент нь хажуугийн хэмжээснээс хамаарч хэрхэн өөрчлөгдөхийг судлан үзэхийн тулд тэдгээрийн математик статистикийн үндсэн үзүүлэлтүүдийг тогтоож улмаар корреляци хамаарлыг тогтоож, регрессийн шинжилгээг хийв.

Нөлөөлөх параметруудийн тоон утгуудыг StatSoft програмаар боловсруулан математик статистикийн үндсэн үзүүлэлтүүдийг тогтооход эдгээр үзүүлэлтүүдийн Skewness ийн шалгуур болон уг шалгуурын алдааны түвшин нь харгалзан 0.11 ... 0,38 ба 0.45 байгаа нь тухайн статистик үзүүлэлтүүдийг цаашдын тооцоон загварчлалд ашиглах боломжтойг харуулж байна. Хажуугийн тогтворжилтыг үнэлэх тогтворжилтын нөөцийн коэффициент, хажуугийн хэмжээс хоорондын корреляцийн шинжилгээгээр тогтворжилтын коэффициентод сөрөг, хүчтэй нөлөөлж байгаа нь $R = -0,92 \dots - 0,97$ болохоос харагдаж байна.

Ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтыг үнэлдэг хажуугийн тогтворжилтын коэффициентыг, хажуугийн өнцөгөөс хамааруулан авч үзэхэд эдгээрийн хоорондын хос корреляцийн коэффициент $R = -0,89$,

детерминацийн коэффициент нь $r < 0.75$ –с бага байгаа нь эдгээр үзүүлэлтүүд хоорондоо сөрөг шугаман бус хамааралтай байгааг харуулж байна.



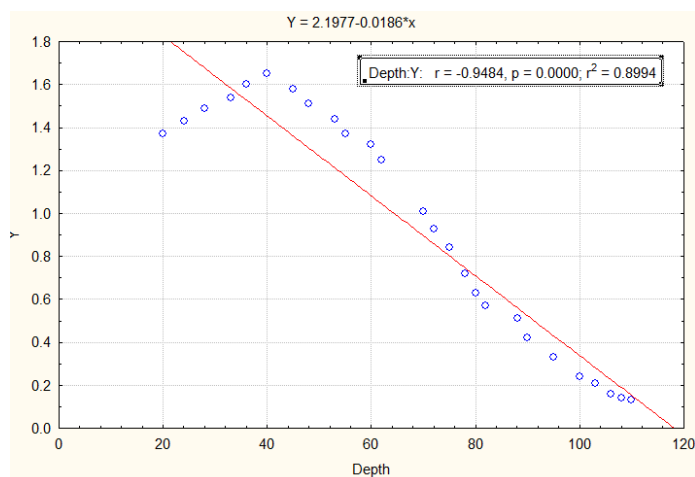
1-р зураг. Хажуугийн тогтворжилтын коэффициент, уурхай хажуугийн өнцөг хоорондын хамаарал

Ил уурхайн хажуугийн өнцгийн багасгаж, дээд түвшингүүдийг гадагш тэлэхэд идэвхтэй даралтын призмийн үйчлэх төвийг шилжүүлж, хүндийн хүчний үйлчлэл саарна.

Хажуугийн тогтворжилтын коэффициент, уурхай хажуугийн өнцөг хоорондын хамаарал нь дараах тэгшитгэлээр илэрхийлэгдэж байна.

$$Y_{т.к} = -144.32 + 8.1826\alpha + 0.1147\alpha^2; \quad R = 0.93 \quad (1)$$

Уурхайн хажуугийн тогтворжилтыг үнэлэх тогтворжилтын коэффициент, уурхайн гүн хоорондын хос корреляцийн коэффициент $R = -0.94$, детерминацийн коэффициент $r = 0.89$ байгаа нь уурхайн гүн, тогтворжилтын коэффициентод сөрөг, шугаман хамааралтайгаар нөлөөлдгийг харуулж байна.



2-р зураг. Хажуугийн тогтворжилтын коэффициент, уурхайн гүн хоорондын хамаарал

Хажуугийн тогтворжилтын коэффициент, уурхайн гүн хоорондын хамаарал нь дараах тэгшитгэлээр илэрхийлэгдэж байна.

$$Y_{т.к} = 2.1977 - 0.0186 H; \quad R = 0.948 \quad (2)$$

Хөрс хуулалт, олборлолт нэмэгдэхийн хирээр уурхай гүнзгийрэх бөгөөд дээрх регрессийн тэгшитгэлээс уурхайн гүн нэг нэгжээр нэмэгдэхэд Хажуугийн тогтворжилтын коэффициент 0,0186 нэгжээр буурах нь харагдаж байна. Өөрөөр хэлбэл уурхайн гүн нь тогтворжилтын коэффициентод нөлөөлөх удирдагдахгүй хүчин зүйл учраас уурхайн хажуугийн тогтворжилтыг хангахын тулд бусад хүчин зүйлийн үйлчлэлийг сааруулах боломжийг хайх хэрэгтэй.

Ил уурхайн гүн нэмэгдэхэд хажуугийн өнцөг багасаж байгаа нь энэ 2 хэмжээс хоорондоо урвуу хамааралтай байна.

2. Дүгнэлт

1. Ил уурхайн хажуугийн өнцөг нь хажуугийн тогтворжилт болон аюулгүй ажиллагаа, технологийн ажил болон эдийн засгийн утгаараа онцгой нөлөөтэй хүчин зүйл бөгөөд ордын оршиц тогтоц, чулуулгийн физик- механикийн шинж чанар, ашигт малтмалын уналын өнцөгөөс хамааруулан тогтооно. Ил уурхайн хажуугийн өнцөг бага байхад ч гусалт, нуралт явагдах тохиолдол гарч байгаа нь үелэг тогтоц нь ухаж буй чиглэлрүү уналттай мөн үе бүрийн хоорондын завсрын шаварлаг үетэй холбоотой байдал ажиглагдаж байна. Хажуугийн өнцгийг ашиглалтын үе шатанд, гүнзгийрэлтийн тодорхой түвшингүүдэд шинэчлэн тогтоож байх нь зүйтэй.
2. Ил уурхайн гүн нэмэгдэхийн хирээр хажуугийн тогтворжилт алдагдах нөхцөл нэмэгдэж байдаг бөгөөд уурхайн гүнийг багасгах боломжгүй учир төслөөр тогтоосон хэмжээ хүртэл гүнзгийрэхэд уурхайн дээд түвшингүүдийн хажуугийн өнцгийг багасгаж хүндийн хүчний үйлчлэлийн төвийг өөрчлөх замаар тогтворжуулах боломж байна.
3. Ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтын нөөцийн коэффициенттой хажуугийн өнцөг нь шууд бус, шугаман биш, өндөр нь шууд бус шугаман, хүчтэй хамааралтай байгаа нь энэ 2 хэмжээсийг хажууд гарсан эвдрэлийн шалтгааныг тогтооход эхний ээлжинд авч үзвэл зохино.

Ном зүй:

- [1] Певзнер М.Е. Деформации горных пород на карьерах. М.:Недра, 1992.235 с.
- [2] Демин А.М. Оползни в карьерах: анализ и прогноз. М.: Геос, 2009.
- [3] Базарсад Я., Энхбат Р. Магдлалын онол математик статик. ШУТИС. КТМС. УБ.2008
- [4] Hoek E., Bray J. Rock Slope Engineering. Civil and mining 4th edition. Spon Press is an imprint of the Taylor & Francis Group. 2004
- [5] Цэдэндорж С нар Инженерийн лавлах-V УБ. Арвай принт.2005.

НҮҮРС ШИГШИН, ЯЛГАЖ ШУУДАЙЛАХ МЕХАНИЗМЫН ҮР АШГИЙН ТООЦОО

С.Ганбат*, С.Нандинцэцэг**

**Шарын гол ХК, **ШУТИС-ийн ГУУС*

Abstract

Coal packing machine was introduced in Sharyngol coal mine in order to extend coal sale, improve productivity, and reduce expense. This method completely removed the old hand pack method which was bringing low efficiency and high expense giving coal mines a chance to provide their customers with high quality coal classified and packed in a short term. A firm calculation of screen and pack mechanism was done below.

Түлхүүр үг: Чанар, бүтээмж, зардал, үр ашиг, шигшүүр, шуудайлах механизм,

1. Судалгааны хэсэг

Уурхайн зардлыг бууруулж, бүтээмжийг нэмэгдүүлэх, борлуулалтын орлогыг өсгөх зорилгоор нүүрс шигшиж, ялгах шуудайлах механизмыг зохион бүтээсэн.

Уурхайн зардлыг бууруулж, бүтээмжийг нэмэгдүүлэх, борлуулалтын орлогыг өсгөх зорилгоор нүүрс шигшиж, ялгах шуудайлах механизмыг зохион бүтээсэн.

Механизмын бүтэц, ажиллагаа

Мөргөгчөөс ачсан нүүрсээ нүүрс хүлээн авах бункерт хүргэж, бункерээр 1, 2, 3-р шигшүүрээр дамжуулан шигшин ялгана.

Нүүрс шигшиж, ялгаж шуудайлах механизм нь доорх үндсэн эд ангиас бүрдэнэ. Үүнд:

1. Нүүрс хүлээн авах бункер
2. 3 төрлийн шигшүүр
3. Ангилах конвейер 2 ширхэг
4. Нүүрс хүлээн авч шуудайлах машин

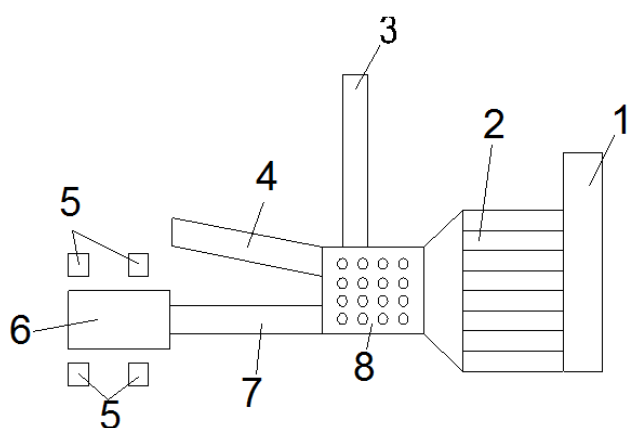
Нүүрс хүлээн авах бункерт 400 мм доош хэмжээтэй нүүрсийг шигшүүрлүү өгөх бөгөөд түүнээс дээш хэмжээтэй нүүрсийг дээр нь суулгасан расчёткын тусламжтайгаар тусад нь ялгана.

Нүүрсийг 100-400 мм, 20-100 мм, 20 мм-ээс доош гэсэн гурван давхар шигшүүрээр ялгаж, 2 конвейероор дамжуулан нүүрс шуудайлах машиныг тэжээнэ.

Дээрх 2 төрлийн ангилсан нүүрс хүлээн авах конвейер нь нунтаг болон том хэмжээтэй нүүрсийг нөөцөлж дараачийн ачлаганд шилжүүлнэ.

20-100 мм нүүрс хүлээн авах конвейер нь нүүрс шуудайлах машиныг тэжээх үүрэгтэй ба хурдны тохируулгатай. Ингэснээр тээвэр хийх үед гар аргаар чулууг нь ялгах боломж бүрдэнэ.

Нүүрс шуудайлах машин нь бункерт байгаа нүүрсийг заасан /20, 40 кг/ хэмжээгээр савлана.



1. 400 мм-ээс дээш овор ихтэй нүүрсний гулсуур /гаднаас нүүрс хүлээж авах/
2. Нүүрс хүлээн авах бункер
3. Конвейер (нунтаг нүүрс 20 мм-ээс доош)
4. Конвейер (жижиг нүүрс 100-400мм)
5. Шуудайлах хэсэг
6. Шуудайлах нүүрс хүлээн авах хэсэг (20-100 мм-ээс доош нүүрс хүлээн авна)
7. Конвейер (хурд тохируулагчтай, чулуу ялгах 20мм-100мм)
8. Шигшүүр /3 төрлийн шигшүүр/

1-р зураг. Механизмын бүтэц



2-р зураг. Нүүрс шигшин, ялгаж шуудайлах механизмын туршилтын үе

Уг механизмыг нэвтрүүлснээр бүтээгдэхүүний төрөл нэмэгдсэн бөгөөд үүнийг дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 1

Шарын голын уурхайн нүүрсний худалдааны ангилал

<i>Механизм нэвтрүүлэхээс өмнө</i>	<i>Механизмыг нэвтрүүлсний дараах ангилал</i>
Станцууд болон задгай худалдаа	Төвийн бүсийн станцуудад
Өрх гэрийн хэрэглээний зориулан шуудайлан худалдаалах	Орон нутгийн жижиг станц, болон дахин ачилт хийх нөхцөлтэй хэрэглэгчид
	Шууд өрх гэрийн хэрэглээнд зориулан 20, 40 кг-аар шуудайлан худалдаалах

Нүүрс шигшиж, ялгаж шуудайлах механизмын давуу сул, талын судалгаа:

Давуу тал:

1. Уурхайн хөдөлмөрийн зардлыг бууруулна
2. Жижиглэнгийн худалдааг нэмэгдүүлнэ
3. Товарын нүүрсний чанарыг нэмэгдүүлнэ
4. Хэрэглэгчдийн хүссэн чанарын түвшинд хүрнэ
5. Бүтээгдэхүүний төрөл нэмэгдсэн
6. Орлого нэмэгдэнэ

Боломж:

1. Уг механизмыг өөрсдөө зохион бүтээсэн тул энэ механизмыг бусад уурхайд нэвтрүүлж орлого олох
2. Зах зээлээ тэлэх боломж өссөн

Сул тал:

1. Шинээр зохион бүтээж уурхайд нэвтрүүлсэн тул одоогоор байнгын засвар үйлчилгээг хийж байна.

Эдийн засгийн тооцоо

Нүүрс шигшиж, ялгаж шуудайлах 200 сая өртөгтэй төхөөрөмжийг Шарын голын уурхайн техникийн үлдэгдэл нөөцийг ашиглан 40 сая төгрөгөөр бүтээсэн. Нүүрс шигшиж, ялгаж шуудайлах механизмыг нэвтрүүлснээр гарах зардал, үр ашгийн тооцоог дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 2

Цахилгааны зардал /төгрөг/

№	Үзүүлэлт	хөдөлгүүрийн чадал	1квт.цаг эрчим хүсний үнэ/төг/	1 цагийн цахилгаан зарцуулалт	20цагт зарцуулах цахилгааны зардал /төг/
1	CP70 конвейер	40	155.9	6236	124720
2	шигшүүр	22	155.9	3429.8	68596
3	чулуу түүх конвейер	4	155.9	623.6	12472
4	100 -400 нүүрсний конвейер	7.5	155.9	1169.25	23385
5	Савлагч хөдөлгүүр	6	155.9	935.4	18708
6	Нийт	79.5	155.9	12394.05	247881
	Нэг сард				4957620

Хүснэгт 3

Түли зарцуулалт

№	Түли	Ковш	1 л түли /төг/	1 цагт зарцуулах түли	10 цагт зарцуулах түлиний үнэ /төг/
1	Түлиш	ZL50	1580	12	189600
	Нэг сард				5688000

Хүснэгт 4

Ажиллах хүн хүч

№	Орон тоо	Ээлжинд	нийт	нэгж цалин /төг/	Нийт цалин /төг/
1	Ахлах	1	1	700000	700000
2	Мастер	1	3	600000	1800000
3	Чулуу түүгч	2	6	500000	3000000
4	Савлагч, ачигч	10	30	500000	15000000
5	Оёх	2	6	500000	3000000
6	Сарын нийт цалин		45		23500000

Хүснэгт 5

Элэгдлийн зардал

№	Үзүүлэлт	Мөнгөн дүн /төгрөг/
1	Нүүрс шигшиж, ялгаж шуудайлах механизмын өртөг	40000000
2	Жилийн элэгдэл	4000000
3	Сарын элэгдэл	140000

Хүснэгт 6

Нийт зардал (сард)

№	Зардал	Мөнгөн дүн /төгрөг/
1	Цахилгааны зардал	4957620
2	Түлш зарцуулалт	5688000
3	Ажиллах хүн хүч	23500000
4	Элэгдлийн зардал	140000
5	Нийт зардал /сард/	34285620

Хүснэгт 7

Нэг шуудай нүүрс савлах өртөг

1 цагийн бүтээл (шуудай)	Ээлжинд (шуудай)	Өдөрт (шуудай)	Нэг сард (шуудай)	Нийт зардал сард (төг)	Нэг шуудай нүүрс савлах өртөг (төг)	Сард савлах нүүрсний жин тн
400	4000	8000	240000	34285620	143	9600

/Өдөрт ээлж бүр 10 цаг ажиллах ба шигшүүр 20 цаг ажиллана/

Нүүрс шигшиж, ялгаж шуудайлах механизмыг нэвтрүүлснээр 1 шуудайнд 143 төгрөгийн зардал гарна. Нүүрс шигшиж, ялгаж шуудайлах механизмыг нэвтрүүлэхээс өмнө уурхай дээр гар аргаар нүүрсийг савладаг байсан бөгөөд өдөрт 1 хүн дунджаар 10 цагт 50-80 шуудайг савалдаг байсан.

240000 шуудай нүүрснийг гараар савлахад шаардлагатай ажиллах хүчний тоог тооцохдоо 1 хүний хамгийн өндөр бүтээмжээр тооцоолж өдөрт 80 шуудайг шуудайлна гэж үзвэл сард 100 хүн ажиллах шаардлагатай байна.

$$\text{Ажиллах хүч} = 240000 / 80 * 30 = 100 \text{ хүн}$$

Хүснэгт 8

Гар аргаар шуудайлах үеийн зардал

№	Орон тоо	Ээлжинд	нийт	нэгж цалин (төг)	Нийт цалин (төг)
1	Ахлах	1	1	700000	700000
2	Мастер	1	1	600000	600000
4	Савлагч ,ачигч	100	100	500000	50000000
	Сарын нийт цалин				51300000

Нэг шуудай нүүрс савлах өртөг

<i>Нэг сард (шуудай)</i>	<i>Нийт зардал сард (төг)</i>	<i>Нэг шуудай нүүрс савлах өртөг (төг)</i>
240000	5130000	214

Нүүрс шигшиж, ялгаж шуудайлах механизмыг нэвтрүүлснээр 1 шуудай бүрээс 71 төгрөгийн ашиг олж. Сард 240000 шуудай нүүрснээс 17040000 төгрөгний ашигтай ажиллахаар байна.

Уг нүүрс шигшиж, ялгаж шуудайлах механизм анхны хөрөнгө оруулалт 40 сая төгрөгийн өртөгтэй бөгөөд анхны хөрөнгө оруулалтаа 2 сард нөхөх боломжтой байна.

Дүгнэлт

Нүүрс шигшиж, ялгаж шуудайлах механизмыг Шарын голын уурхайд нэвтрүүлснээр нүүрсний худалдааны төрөл, чанар нэмэгдсэн. 1 шуудай бүрээс хамгийн багадаа 71 төгрөгийн зардлын хэмнэлт гарч сард 17040000 төгрөгийн ашигтай ажиллана. Энэ нь анхны гаргасан хөрөнгө оруулалтаа 2 сард багтаан нөхөхөөр байна.

ҮЙЛДВЭРЛЭЛИЙН ЗОРИУЛАЛТТАЙ ТЭСРЭХ БОДИСЫН ХЭРЭГЛЭЭНИЙ ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ, ЦААШДЫН ХАНДЛАГА

Дэд проф. Б.Батболд*, докторант Н.Адарсүрэн**

*ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

**ШУТИС-ийн Уурхайн судалгаа, хөгжлийн төв

* *bbold@must.edu.mn*

Abstract:

Mining industry is the largest consumer of industrial explosives, accounting for 75% of total industrial explosives products. Mongolian industrial explosives industry is highly dependent on the mining industry, which utilizes 97% of total industrial explosives sold in the country.

The recent certain factors affecting global mining industry include economic performance of the USA, exchange rate of USD, economic performance of China, particularly its transition from industrial economy to consumer-driven economy and environmental friendly policy. Recent oversupply of the most commodities and slowdown of demand growth caused commodity price declines and this trend is likely to continue for coming 1-3 years. These trends and changes in the global mining industry has major effects on Mongolian mining industry as well as the explosives manufacturing industry.

This study reviews and analyses the statistics, analysis and findings of research and studies carried out by the international bodies and investment banks and annual reports of the multinational corporations operates in the mining and explosives industry.

Trends and development of Mongolian mining industry could be determined through careful observation and analysis of the dynamics of the supply, demand and price in the global commodity market, and also policy change in the industrial and mining industry of China, main importer of commodities produced in Mongolia. Henceforth, trends and development of Mongolian industrial explosives industry could be predicted.

Keywords: Mining sector, Economics of China, Explosives applications

1. Уул уурхайн салбарын манай улсын нийгэм эдийн засагт үзүүлж буй нөлөө

Үйлдвэрлэлийн зориулалттай тэсрэх бодисын салбар уул уурхайн салбарын динамиктай салшгүй холбоотой болохын хувьд уул уурхайн салбарын талаарх мэдээллийг энэхүү өгүүлэлд багтаан авч үзлээ.

Уул уурхайн салбар Монгол улсын ДНБ-ий 17%, төсвийн орлогын 18%-г бүрдүүлж, нийт экспортын 87%-г уул уурхайн бүтээгдэхүүний экспорт эзэлж байна. Олон улсын Метал, уул уурхайн зөвлөлөөс гаргасан уул уурхайн салбарын улс орнуудын эдийн засагт үзүүлдэг нөлөөний талаарх тайланд:

- Экспортын 20%-аас дээш хувийг эрдсийн бүтээгдэхүүн эзэлдэг,
- ДНБ-ний 10%-аас дээш хувийг уул уурхайн салбар эзэлдэг,
- Төсвийн орлогын 20%-аас дээш хувийг уул уурхайн салбараас бүрдүүлдэг

улсыг эдийн засаг нь эрдэс баялгийн салбараас хамааралтай улс гэж тодорхойлжээ.

Уул уурхайн салбарт 40 000 тогтмол ажлын байр байгаа ба үүний цаана 120000 гаруй дам болон шууд бус ажлын байрыг бий болгодог гэсэн тооцоо байдаг. Уул уурхайн салбарын үйлдвэрлэлд хийгдэж буй 1\$-той тэнцэх эдийн засгийн үйл ажиллагааны ард бусад салбаруудад 3\$-той тэнцэх хэмжээний эдийн засгийн үйл ажиллагаа явагдсан байдаг гэж Олон улсын Металл, уул уурхайн зөвлөлийн тайланд дурджээ. Иймээс монгол улсын хувьд уул уурхайн салбар зөвхөн тэсрэх бодисын үйлдвэрлэл төдийгүй бусад салбарт чухал нөлөө үзүүлдэг болох нь харагдаж байна.

БНХАУ-ын эдийн засгийн сааралт, түүхий эдийн нийлүүлэлтийн илүүдлээс үүдсэн эрдсийн түүхий эдийн үнийн бууралт нь манай улсын уул уурхайн салбар, цаашлаад эдийн засгийн бусад салбарт ч мөн сөргөөр нөлөөлж болзошгүй байна.

2. Үйлдвэрлэлийн зориулалттай тэсрэх бодисын зах зээл

Үйлдвэрлэлийн зориулалттай тэсрэх бодисын нийт хэрэглээний 35%-г БНХАУ, 21%-г АНУ, 12%-г Хамтын нөхөрлөлийн орнууд, 8%-г Төв болон Өмнөд Америкийн улсууд эзэлдэг. Цаашид БНХАУ, Зүүн өмнөд Ази, Төв болон Өмнөд Америкийн бүсийн улсуудын тэсрэх бодисын эрэлт хамгийн их өсөлттэй байхаар таамаглаж байна. Гол хэрэглэгч нь уул уурхайн салбараас гадна дэд бүтэц, барилгын салбар байх болно.

Нүүрсний уурхай бол үйлдвэрлэлийн зориулалттай тэсрэх бодисын хамгийн том хэрэглэгч салбар бөгөөд нийт хэрэглээний 40%-г эзэлдэг. БНХАУ-ын нүүрсний хэрэгцээний өсөлтийг дагаад тэсрэх бодисын хэрэглээ мөн хурдацтай өсч байсан. Тэсрэх бодисын тэргүүлэх хэрэглэгч бол металлын уурхайн салбар бөгөөд нийт ТБ-ын 33%-г хэрэглэж байна. Металлын уурхайн салбарын ТБ-ын хэрэглээ 2008 оноос хойш байнга өсөлттэй байгаа ба 2014-2019 оны хооронд жил бүрийн өсөлт 3 орчим хувь байх төлөвтэй байна.

Барилгын материалын олборлолт, үйлдвэрлэлийн салбар нь уул уурхайн салбарт хэрэглэж буй тэсрэх бодисын 13%-г хэрэглэж байна. Бусад уул уурхайн салбарыг бодвол энэ салбарын тэсрэх бодисын хэрэглээ нь эдийн засгийн өсөлт болон барилгын салбарын өсөлттэй илүү уялдаатай байна.

Дэлхийн тэсрэх бодисын үйлдвэрлэл 2020 он гэхэд 21,8 сая тоннд хүрэх төлөвтэй байгаа бөгөөд үүнд хөгжиж буй орнуудын уул уурхай, барилга болон үйлдвэрлэлийн салбарын хөгжил чухал үүрэг гүйцэтгэнэ. Хувийн хэвшлийн болон төрийн байгууллагын хөрөнгө оруулалтын төслүүд, үл хөдлөх хөрөнгө ба дэд бүтцийн салбарын хөгжил мөн чухал нөлөөтэй.

Африк тивд ялангуяа нэн шинээр эхэлж буй мөн өмнө нь хэрэгжиж байсан уул уурхайн төслүүдээс хамаарсан эрэлт нэмэгдэх төлөвтэй байна. Мөн Ази Номхон Далайн бүс нь тэсрэх бодисын зах зээлийн өсөлтөөрөө дэлхийд тэргүүлэх бөгөөд гол хүчин зүйл нь Монгол болон бусад Төв азийн орнуудын эрдэс баялгийн салбарын өсөлт байх болно.

Үйлдвэрлэлийн зориулалттай тэсрэх бодисын бүтээгдэхүүний эрэлтэд нөлөөлх гол хүчин зүйлс нь:

- Ил уурхайгаас далд уурхайн ашиглалтад шилжих шилжилт,
- Африк дахь уул уурхайн төслүүд тэсрэх бодисын хэрэглээг өсгөнө,
- Иргэний бүтээн байгуулалтын ажлууд нэмэгдэхэд тэсрэх бодисын хэрэглээ өснө,
- Тэсрэх бодисын үйлдвэрлэлд азотын хэрэглээний өсөлт байх болно.

3. Үйлдвэрлэлийн тэсрэх бодисын ирээдүйн чиг хандлага

Үйлдвэрлэлийн тэсрэх бодисын салбарын ирээдүйг урьдчилан таамаглах нь амаргүй боловч зарим хийгдэж буй технологийн дэвшлийг үндэслэн дараах хэдэн таамаглалыг олон улсын судалгааны байгууллагууд дэвшүүлж байна.

- Электрон төслүүрийг ашиглан бутлах гэж буй чулуулгийн онцлогт тохирсон тэсрэлтийн хугацааг гаргаж, тэсрэх бодисын хүчийг зохистой ашиглах.
- Эмульсийн тэсрэх бодисын бүтээгдэхүүнийг илүү сайн эмульсжуулснаар тэсрэх бодисны усны агуулгыг бууруулж, нягт нь нэмэгдэн илүү их энергийг гарган авах.
- Аюултай бүтээгдэхүүний тээвэрлэх эрсдлийг бууруулах зорилгоор идэвхгүй бүтээгдэхүүнүүдийг хольж, цооногт цэнэглэхдээ мэдрэгжүүлэх.
- Тэсэлгээний ажлаас үүсэх чичирхийлэл болон дуу чимээ гэх мэт хүрээлэн буй орчинд үзүүлж буй нөлөөллийг бууруулах.
- Уул уурхайн болон барилгын салбараас гадна бусад үйлдвэрлэлийн салбарт тэсрэх бодисыг ашиглаж байгаа ч энэ нь эзлэх хувь бага байдаг. Гэхдээ тэсрэх бодисыг дараах үйлдвэрлэлд ашиглаж байна.
 - Тэсэлгээний явцад бал чулуунаас техникийн алмаз гаргаж авах
 - Богино хугацаанд өндөр даралтад халааж хөргөх явцад төмөр замын ган үйлдвэрлэх
 - Метал хавтан бэлдэх гэх мэт

Дүгнэлт

- Үйлдвэрлэлийн зориулалттай тэсрэх бодисын дэлхий нийтийн үйлдвэрлэлийн 75 гаруй хувь нь зөвхөн уул уурхайн салбарт ашиглагдаж байна.

- БНХАУ, Энэтхэг, Өмнөд Африк зэрэг хөгжиж буй улсуудын уул уурхай, барилга болон аж үйлдвэрийн салбарын өсөлт нь дэлхийн тэсрэх бодисын бүтээгдэхүүний эрэлтийг ерөнхийд нь хөтлөх болно. Мөн тунель зэрэг барилгын болон дэд бүтцийн салбарын бүтээн байгуулалт мөн дэлхийн тэсрэх бодисын зах зээлд нөлөө үзүүлэх болно.
- Өнөөгийн эрдэс, түүхий эдийн бүтээгдэхүүний үнийн уналт нь тэсрэх бодисын үйлдвэрлэлийн салбарт ихээхэн дарамт учруулж байна. Ялангуяа уул уурхайн томоохон компаниуд үйл ажиллагааны зардлаа бууруулах, зардлаа танах стратеги баримталж буй тохиолдолд үйлдвэрлэлийн зардлын 10-15%- г эзэлж буй тэсрэх бодисын хэрэглээ мөн буурна гэсэн үг. Мөн Хойд Америкийн эрчим хүчний үйлдвэрлэлийн салбарын гол цөм нь байгалийн хийн салбарт дулдуйдах болсноос үүдэн тэсрэх бодисын эрэлтэд нөлөөлж болзошгүй байна.

Ашигласан материал

1. McKinsey Global Institute, Reverse the curse: Maximizing the potential of resource-driven economies, December 2013.
2. World Bank Group, Mongolia: Economic update, April 2013.
3. World Bank Group, Commodity Markets Outlook, January 2016
4. World Bank Group, Global Economic Prospect: Spillovers amid Weak Growth, January 2016
5. ICMC, The role of mining in national economies, October 2014
6. World Economic Forum, Mining and Metals Scenarios to 2030, 2013
7. Institute of Explosive Makers, The Future of Civil Explosives, 2015
8. World Bank Group, The Contribution of the Mining Sector to Socioeconomic and Human Development, April 2014
9. McKinsey & Company, Is there a hidden treasure in the mining industry? November 2015.

Вэб хуудсууд

1. www.1212.mn
2. <https://www.ihs.com/products/explosives-and-blasting-chemical-economics-handbook.html>
3. <http://atlas.media.mit.edu/en/profile/hs92/3602/>

ТӨМӨРТЭЙН ТӨМРИЙН ХҮДРИЙН ОРДЫН ЗҮҮН ХЭСГИЙН ЗҮҮН ХҮДРИЙН БИЕТИЙГ АШИГЛАХ ИЛ УУРХАЙН ТӨЛӨВЛӨЛТ

Магистр Ө.Ган-Од*, магистр Д.Ганзориг, магистр Ж.Ижилмаа

ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

**ganodu@must.edu.mn*

Abstract

Defining optimum mine planning, production schedule, equipment selection and highest NPV of Tumurtei Iron Ore Mine's East Orebody of East Section.

Keywords: Pit Limit, Mine Planning, Cost Parameters

1. Оршил

Орчин үед уул уурхайн стратеги төлөвлөлтийг орд газрыг ашиглах инженерийн мэдлэг болон төслийг хэрэгжүүлэх бизнесийн удирдлагын хослол гэж үздэг болсон байна. 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.

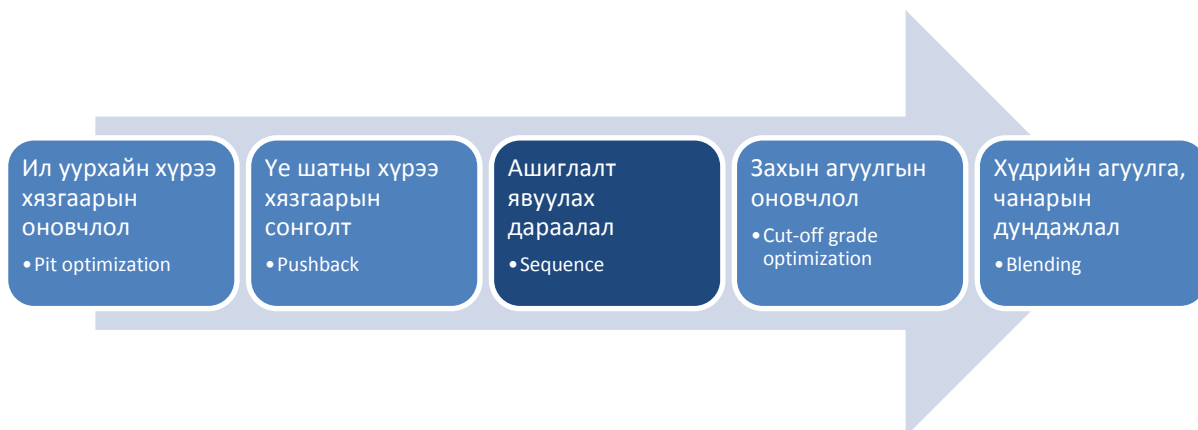
Тухайн уурхайг эзэмшигч нь бизнесийнхээ зорилгыг хэрхэн харж байгаагаас хамааран уурхайн стратеги төлөвлөлтийн үндсэн шийдлүүд гардаг байна. Энэхүү бизнесийн зорилгод нийцэх уурхайн стратеги төлөвлөлтийн олон хувилбаруудыг тухайн уурхайн төлөвлөлтийн инженерүүд боловсруулан гаргаж техник технологи, тоног 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 цэнэ хамгийн их байх, хөрс хүдрийн хэмжээ жигд байх гэсэн гол хоёр үзүүлэлтийг хангах шаардлагатай 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.

2. Төмөртэйн төмрийн хүдрийн ордын Зүүн хэсгийн Зүүн биетийг ашиглах ил уурхайн нөхцөл

Төмөртэйн төмрийн орд нь Сэлэнгэ аймгийн Хүдэр сумын нутагт оршино. Геологи хайгуулын ажлаар тус ордод 122 сая.т төмрийн хүдрийн нөөц тогтоогдсон байна.

Төмөртэйн төмрийн хүдрийн ордын Зүүн хэсгийн Зүүн биетийг ашиглах уурхайн уулын ажлын горимын судалгаанд программчилсан тооцоо, зураглалын аргад тулгуурласан уул уурхайн төсөл, урт хугацааны төлөвлөлтийн Витл (Geovia Whittle) программыг ашиглана. Уг программ нь дараах дарааллын дагуу ажиллана.



1-р зураг. BHL (Geovia Whittle) программын тооцооны дараалал

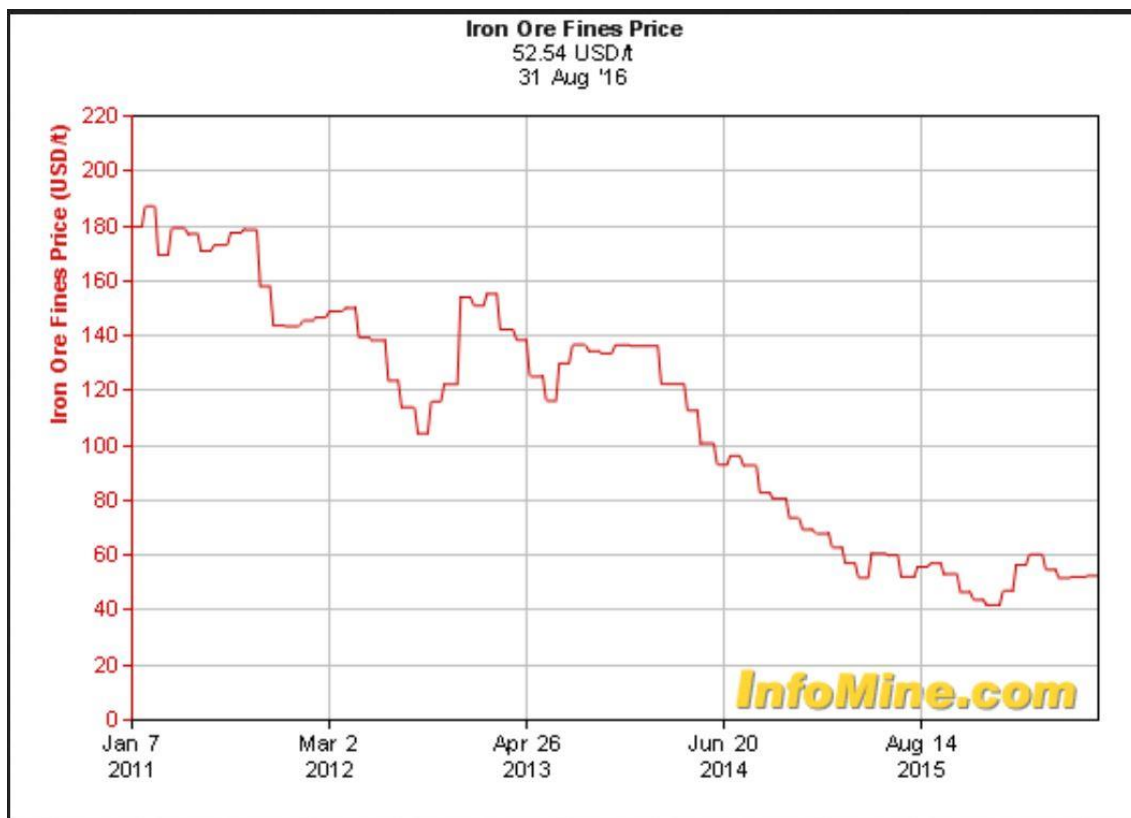
Төмөртэйн төмрийн хүдрийн ордын Зүүн хэсгийн Зүүн биетийг ашиглах ил уурхай нь жилд 2-5 сая.т төмрийн хүдэр олборлоно.

Ил уурхайн хүрээ, хязгаарын оновчлолын тооцоонд ашиглах зардлын үзүүлэлт

Хүснэгт 1

Ил уурхайн хүрээ хязгаарын оновчлолд ашигласан зардлын үзүүлэлт

Үзүүлэлт	Нэгж	Дүн
Уурхайн зардал, уулын цулд	\$/т	2.98
Баяжуулалтын зардал, хүдэрт	\$/т	3.89
Гадаад тээврийн зардал автосамосвалаар, хүдэрт	\$/т	1.27
Хаягдлын зардал, хүдэрт	\$/т	0.47
Дэд бүтэц ба кемпийн зардал, баяжмалд	\$/т	0.87
Гадаад тээврийн зардал төмөр замаар, баяжмалд	\$/т	6.78
АМНАТ (6.4%), баяжмалд	\$/т	4.8
Ерөнхий удирдлагын зардал, баяжмалд	\$/т	1.87
Магадалшгүй /20%/, баяжмалд	\$/т	3.63
Борлуулалтын үнэ /Эрээний нөхцөлөөр/, баяжмалд	\$/т	54
Металл авалт	%	75
Уурхайн ерөнхий хажуу	град	42



2-р зураг. Төмрийн баяжмалын дундаж үнэ /62%-ийн агуулгатай/

3. Ил уурхайн хүрээ хязгаарын оновчлол

Ил уурхайн хүрээ хязгаарын оновчлолыг Витле (Geovia Whittle) программ дээр гүйцэтгэж үр дүнг дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 2

Ил уурхайн хүрээ хязгаарын оновчлолын үр дүн

Уурхайн хүрээ	Орлогын хүчин зүйл	Уулын цул, т	Хүдэр, т	Хөрс хуулалтын коэффициент	Төмрийн хэмжээ, т	Төмрийн агуулга, %
1	0.48	32713	32431	0.01	1830770	56.451
2	0.5	107761	96698	0.11	5450643	56.368
13	0.72	212452437	64606247	2.29	3464195111	53.62
14	0.74	224324030	67111051	2.34	3597522916	53.606
44	1.36	319087767	80355977	2.97	4295149113	53.452
45	1.38	319112224	80357746	2.97	4295236861	53.451
46	1.4	320721996	80473988	2.99	4300853388	53.444
53	1.56	324090726	80660971	3.02	4311249722	53.449

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

Ил уурхайн хүрээ хязгаарын оновчлолын үр дүнд төмрийн баяжмалын үнэ 54 ам.доллар/т байх үеийн хүрээ болох 13-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 13-р хүрээ бол өнөөдрийн эдийн засгийн нөхцөлд ил уурхайн эцсийн хүрээ гэж тооцогдоно. Үүнээс цааших ил уурхайн хүрээнүүд нь төмрийн баяжмалын үнэ өсөх үед хүрэх хэтийн ирээдүй бүхий хүрээ гэж тооцогдоно.

4. Ил уурхайн үе шатны хүрээ хязгаарын сонголт

Ил уурхайн эцсийн хүрээг ил уурхайн хүрээ хязгаарын оновчлолын тооцооны 13-р хүрээгээр сонгож авсан ба 1-12-р хүрээ нь ил уурхайн үе шатны хүрээ болох боломжтой юм. Ил уурхайн үе шатны хүрээг сонгох гол шалгуур үзүүлэлт нь тухайн уурхайд ажиллах тоног төхөөрөмжөөс хамаарсан ажлын талбайн хамгийн бага өргөн юм.

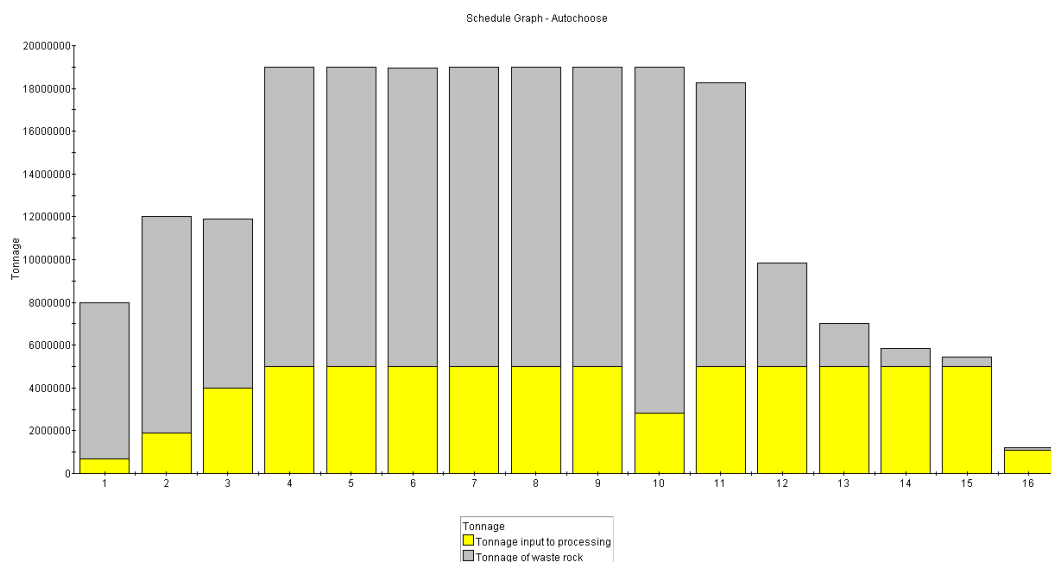
5. Ашиглалт явуулах дарааллын оновчлол (Sequence Optimization)

Төмөртэйн төмрийн хүдрийн ордын Зүүн хэсгийн Зүүн биетийг ашиглах ил уурхайн төлөвлөлтийн 5 хувилбаруудыг тооцож гаргасан бөгөөд үр дүнг дараах хүснэгт, зургуудад үзүүлэв.

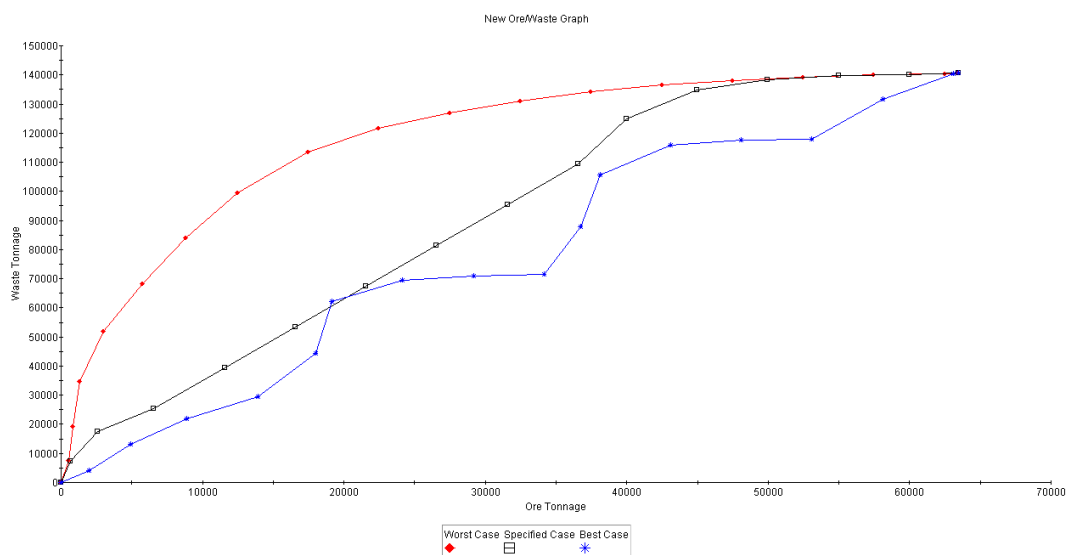
Хүснэгт 3

Ил уурхайн төлөвлөлтийн хувилбаруудын харьцуулалт

Хувилбарууд	Ашиглалтын жил	Дискаунталсан мөнгөн урсгал, мян.\$
1-р хувилбар	19	296,756
2-р хувилбар	18	505,982
3-р хувилбар	17	425,393
4-р хувилбар	16	511,678
5-р хувилбар	18	340,567



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



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

6. Дүгнэлт

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

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

Дээрх 2 шалгуураас нийлбэр ашгийн харьцуулалтыг үндэслэн ирээдүйд өгөх ашиг нь их байх хувилбар болох 4-р (Milawa NPV) уулын ажлын горимын хувилбарыг оновчтой горим гэж үзэн сонгож авав.

Ашигласан материал

- [1] Хүдэрбат Н., Ноостой Ц. нар. 1993. Отчет о результатах детальной разведки Тумуртэйского железорудного месторождения за 1990-1992 с подсчётом запасов по состоянию на 25 декабря 1993 года и с результатах поисково – оценочных работ на рудопроявлении Хуст уул. Том I, II, ГО “Улаанбаатар”, г.Улаанбаатар.
- [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

ХОЁР. АШИГТ МАЛТМАЛЫН БАЯЖУУЛАЛТ, БОЛОВСРУУЛАЛТ

ХУУРАЙ АРГААР НҮҮРС БАЯЖУУЛАХ ДЭВШИЛТЭТ ТЕХНОЛОГИ

Б.Алтантуяа

ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

altantuya@must.edu.mn

Abstract

Because the dry coal preparation is environment-friendly technology without using any water, as well as not required a wide range of infrastructure, it is estimated as economically advantageous one. For dry preparation, there is some essential characteristics, such as size, moisture content, strength, fragmentation, hardness, resistance for external pressure, frangibility. The selection of beneficial technology in the processing plant depends on those parameters.

Түлхүүр үг: ширхэглэл, Сенаир, хуурмаг буцлагч давхарга, КАТ технологи

Оршил

Ус ховортой бүс нутагт нүүрсийг хуурай аргаар баяжуулах нь нэн тохиромжтой бөгөөд нойтон аргын үйлдвэртэй харьцуулахад хөрөнгө оруулалт, ашиглалтын зардал маш бага байдаг. Байгал орчинд ээлтэй, ус огт ашигладаггүй төдийгүй өргөн хүрээний дэд бүтэц шаарддаггүй тул эдийн засгийн хувьд үр ашигтайд тооцогддог байна. Учир нь үйлдвэрлэлд ус ашиглахгүй тул усыг зөөж тээвэрлэх болон дахин боловсруулах байгууламж шаардлагагүй юм. Түүнчлэн хүйтэн цаг ууртай орчинд ашиглахад ихээхэн тохиромжтой.

Нүүрсийг хуурай аргаар баяжуулахад түүний ширхэглэл, чийг, бат бэх чанар, бутрац, хатуулаг, гадны даралтанд үзүүлэх эсэргүүцэл, хэврэгшил зэрэг чанарууд чухал үзүүлэлт болдог. Мөн үрэлтийн коэффициент хуримтлуулах ширээн дээр баяжуулах, муруй замын урсгалд баяжуулах, үрэлтээр ялгах, хуурай орчны баяжуулалтын ялгарлын үр дүнд чухал нөлөөтэй.

Өнгөрсөн зууны 50-иад оноос нүүрсний хуурай баяжуулалт эрчимтэй хөгжиж байсан ба бүх нүүрсний 50 орчим хувийг энэ аргаар боловсруулж байв. Харин сүүлийн үед хуурай аргаар нүүрс баяжуулах технологийг бараг хэрэглэхгүй байна. Энэ нь өнөөг хүртэл хуурай аргаар нүүрс баяжуулах технологийн хаягдал дахь товаарын нүүрс их байсантай холбоотой юм.

Материалыг хуурай аргаар ялгах технологийн онцлог

- Хүндийн хүчний ялгаагаар хуурай орчинд ангилан ялгах аргад агаарын урсгал, шаардлагатай бол бусад хий хэрэглэн ангилан ялгалт явуулж болдог.
- Агаар нь усыг бодвол нягт багатай (15°C -ийн температурт 0.1МПа -ийн даралтад $= 1.23\text{кг}/\text{м}^3$), зуурамтгай чанар багатай (15°C -ийн температурт) учир даралтаас хамаарч эзлэхүүн нь үлэмж өөрчлөгдөх онцлогтой юм.
- Агаарын эсэргүүцэл харьцангуй бага учир түүн дотор чөлөөтэй унаж байгаа бие эцсийн тогтмол хурд автлаа нилээд их зай туулах шаардлагатай болдог.
- Ийм учраас ρ_a нягттай агаарын орчин дахь ρ_x нягттай хатуу биетийн уналтын хурдатгал нь чөлөөт уналтын хурдатгал g -тэй бараг тэнцүү байна.

Агаарын орчин дахь материалын хэсгийн зэрэг, уналтын коэффициент нь түүний усан дахь зэрэг уналтын коэффициентоос нилээд бага. Жишээ нь агаарын орчинд $1200\text{кг}/\text{м}^3$ нягттай нүүрс болон $2400\text{кг}/\text{м}^3$ нягттай чулуулгаас ялгах үеийн зэрэг уналтын коэффициент 2, харин усанд бол 7 байдаг. Иймд агаарын орчинд зэрэг уналтын коэффициентийг нэмэгдүүлэхийн тулд ширхэглэлийн болон нягтын нарийн ангилалт шаардагдана. Практикт өдөөгдсөн агаарын урсгалын орчинд нүүрс баяжуулахад чөлөөт

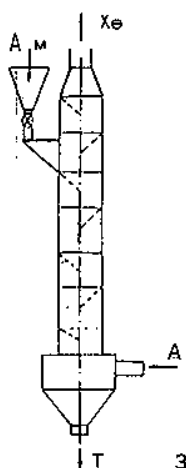
уналт явагддаггүй, харин нил орчны уналт явагддаг ба материалын хэсгийн уналтын хурд нь хэзээ ч эцсийн хурданд хүрдэггүй байна.

Ийм учраас нүүрс болон чулуулгийг үр дүнтэй ялгах, ялгалтын үр ашгийг дээшлүүлэх нөхцөл нь:

- агаарын өгсөх урсгал (дороос үлээх)-ын хурд аппаратын хөндлөн огтлолд жигд байх;
- тодорхой масстай хэсгийн суултын хязгаарын хурд буюу орших хурд ба агаарын урсгалын хурд хоёрын хоорондын харьцааг тогтоосон байх;
- зэрэг уналтын коэффициентийг дээшлүүлсэн байх;
- механик болон бусад хүчний үйлчлэлээр нүүрс болон чулуулгийг агрегат төлөв байдлаас нь салгаж ялгагдах нөхцлийг дээшлүүлсэн байх.

Орчин үед эдгээр нөхцлүүдийг хангах чиглэлээр хуурай баяжуулалтын дараах технологиуд эрчимтэй хөгжиж байна.

Агаарын урсгалаар шатлан ангилах технологи

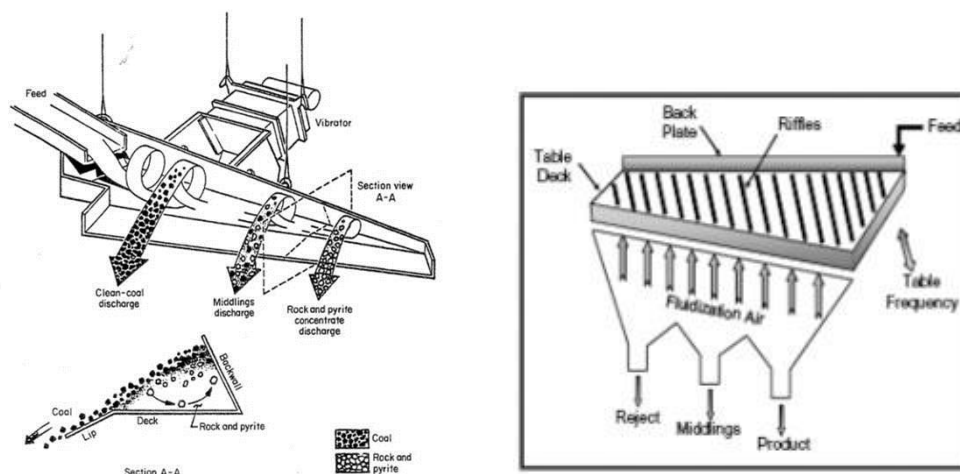


1-р зураг. Шатлан ангилууур

Агаарын урсгалаар шатлан ялгах ангилууур нь дороос сорогдох агаарын урсгал нь дээрээс өгөдөх материалын хольцын хөнгөн хэсгүүдийг дээш үлээн авах ба хүнд хэсгүүд нь өөрийн жингээрээ доош унаж ялгагдана. Шатлан угсарсан секцүүдэд ангилах ялтсуудыг шатарчлан тархаан байрлуулсан хийцтэй. Ялтсууд нь урсгалын чиглэлийг үечлэн өөрчлөх, ханын дагуух тогтуун урсгал дахь материалын хэсгүүдийг урсгалын төв рүү дахин давтан оруулах үүрэгтэй. Нүүрсний ширхэглэл 0-10мм, чийглэг 8%-иас ихгүй байхад илүү тохиромжтой бөгөөд ялгалтын үр ашиг 70-80 % байдаг.

Хүндийн хүчний болон агаарын урсгал хосолсон арга

Механик болон бусад хүчний үйлчлэлээр чичиргээт налуу хавтангаар нүүрс болон чулуулгийг хүндийн жингээр шигшин ялгах ба ажлын ширээний доороос агаар үлээлгэн хөнгөн материал буюу нүүрсийг ялгана. Одоогоор энэ төрлийн төхөөрөмжүүдээс Германы "All Minerals", Австралийн "Karbine", Хятадын "FGX Septeck" зэрэг нь үйлдвэрийн шатанд амжилттай ажиллаж байна. Эдгээр төхөөрөмжүүдийн тэжээлийн бүхэллэг 6-60мм, үнслэгийг 40-55% -иар бууруулна.



2-р зураг. Хүндийн хүчний болон агаарын урсгалаар ялгах төхөөрөмж

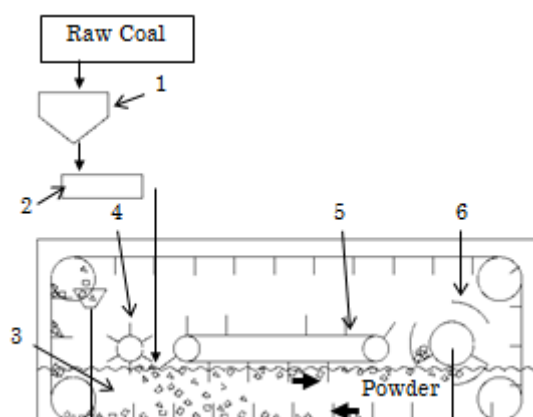
Хуурай сепаратор руу үлээх агаарын урсгалын нөлөөгөөр цэвэр нүүрсийг тодорхой хэмжээнд чийгшүүлж ялгаад, үлдсэн нягт ихтэй хүнд хэсгийг хоёр ангилан заверын бүтээгдэхүүн, хаягдал болгон гаргана.

Дүрс мэдрэгч ашиглан ялгах технологи

Систем нь (XRT) рентген спектрийн шугамаар мэдрэгчид өгөгдсөн рентген дүрстэй рентген спектрийн туяагаар тусган авч дамжуулсан дүрсийг харьцуулах замаар ялгана. Энэ аргыг нүүрснээс занарыг ялгахад амжилттай хэрэгжүүлж байна. Норвегийн “CommodasUltrasort” XRT дүрс мэдрэгч төхөөрөмжийг нэг төрлийн материалыг ялган төрөлжүүлэхэд ашиглагддаг.

Хуурмаг буцлагч давхарга үүсгэн баяжуулах технологи

Хуурмаг буцлагч давхарга (элс ашиглаж) бүхий хүнд орчин үүсгэн хүндийн жингээр “Fluidized bed separator” /FBS/ ангилан ялгана. 10-35 мм-ийн ширхэглэлтэй нүүрсийг ангилан ялгана.

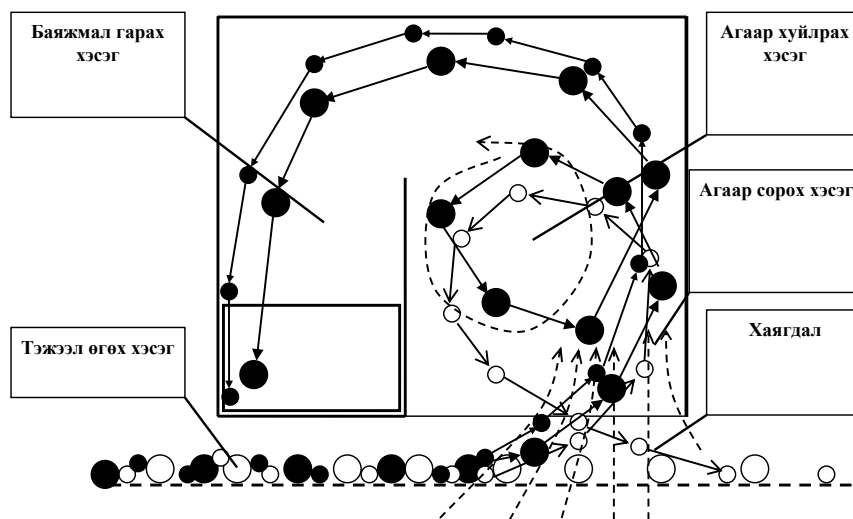


3-р зураг. Хуурмаг буцлагч давхарга үүсгэн баяжуулах төхөөрөмж

СЕПАИР технологи

Одоо байгаа технологийн аль нь ч СЕПАИР -иас илүү үр дүнг үзүүлж чадаагүй байна. 1-100 мм-ийн ширхэглэлтэй нүүрс, шатдаг занарыг ширхэглэлээр нь болон хүндийн жингээр нь ялгахад зориулагдсан. Бусад төрлийн хуурай баяжуулах технологиудаас чийглэг бүтээгдэхүүн болон нягтын ялгаа багатай бүтээгдэхүүнийг ч ялгах боломжтойгоороо онцлог.

Сепайр технологийн онцлог нь процессийн үед нүүрсний масс нь нэг бүхэл цул урсгалаар биш харин тодорхой нягттай мөхлөг бүр хийн буцалмал шингэрүүлсэн давхрагад хоёр дахин ялгагдах нөхцлийг бүрдүүлж өгсөнд оршиж байна.

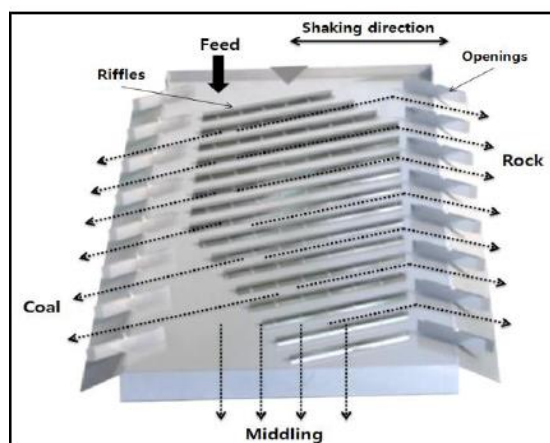


4-р зураг. Сепайрын ажиллах зарчим, нүүрс (●), чулуу (○)

Бусад төрлийн хуурай баяжуулалтын FGX, Allair төхөөрөмжүүдийн ажлын ширээний дороос агаар үлээлгэн материалыг нягтаар нь ялгах үед тоос их үүсдэг бол Сепайр төхөөрөмж нь конвейроор тээвэрлэгдэж буй материалыг дээрээс соруулж ялгадаг тул процессын үед тоосжилт бараг үүсдэггүй. Төхөөрөмж нь -50°C -с $+50^{\circ}\text{C}$ хэмд гадаа ил ажиллах боломжтой. Ялгалтын үр ашиг 96%-иас их байна.

КАТ технологи

КАТ технологийн ажиллах зарчим нь автогенитик орчин үүсгэж ажилладаг ба өөрөөр хэлбэл хүндийн жингээрээ ялгаатай материалуудын хөдөлгөөний хурдны ялгааг нэмэгдүүлэх зарчим дээр үндэслэгдсэн байна. Энэ технологиор 1-50 мм ширхэглэлтэй нүүрсийг баяжуулахад илүү тохиромжтой ба нүүрсний чийглэг 9% -иас бага байх шаардлагатай. Ялгалтын үр ашиг 70-80%.



5-р зураг. КАТ төхөөрөмж

Нүүрсийг хуурай аргаар баяжуулахад түүний ширхэглэл, чийг, бат бэх чанар, бутрац зэрэг үзүүлэлтүүдээс нь хамааруулан баяжуулах технологиудыг сонгоно. Нүүрсний ширхэглэл 1-100мм бөгөөд чийг харьцангуй өндөртэй бол Сепайр технологийг сонгоход илүү тохиромжтой. Мөн механик хольц болох чулуулаг ихтэй, 5-50мм ширхэглэлтэй ба чийглэг нь 9%-иас бага нүүрсийг баяжуулахад КАТ

технологийг, 10-35мм-ийн ширхэглэлтэй үнслэг харьцангуй багатай нүүрсийг хуурмаг буцлагч давхарга үүсгэн баяжуулах технологийг, 6-60мм ширхэглэлтэй бөгөөд үнслэг өндөртэй нүүрсийг хүндийн хүчний болон агаарын урсгал хосолсон аргаар баяжуулахад илүү үр дүнтэй байна. Харин нарийн тоосорхог буюу 0-5мм ширхэглэлтэй нүүрсийг баяжуулахад агаарын урсгалаар шатлан ялгах технологийг хэрэглэхэд илүү тохиромжтой.

Ашигласан материал

- [1] Б.Алтантуяа Нүүрсийг хуурай аргаар баяжуулах технологийн чиг хандлага Монгол-Солонгосын НХАБДТ хамтарсан семинарын илтгэлийн эмхэтгэл 2015он., УБ
- [2] Полулях А.Д., Обогащение угля с применением пневматических сепараторов. Днепропетровск, 2014
- [3] А.И.Степаненко, “Исследование процесса гравитационного обогащения углей Карьера Нарийнсухайт, Гурвантэс сомона, Южно - Гобийский аймака, республики Монголия Содержание,” Новосибирск, 2016.
- [4] Барский М.Д. Фракционирования порошков. М., Недрa, 1980
- [5] Davaasuren., Byoung-Gon Kim., Ju-Hyoung Lee., Gendeekhuu Davaatseren., Magsar Bazarragchaa Dry Coal Preparation of Fine Particles by KAT Process “XVIII International Coal Preparation Congress,” 2016, no. July, p. 1165.
- [6] Bo Zhang et al,(2014) Utilization an Air-dense Medium Fluidized Bed Dry Separating System for Preparing low ash coal, International Journal of Coal Preparation and Utilization,34:6,285-295

МАГНЕТИТЫН ХҮДРИЙГ СОРОНЗОН БОЛОН ФЛОТАЦИЙН АРГААР БАЯЖУУЛАХ ТЕХНОЛОГИ

Д.Бадам*, Д.Баасанжав, Б.Оргилбаяр

*ШУА, ХХТХ-ийн Эрдсийн технологийн төв

*badam_dagva@yahoo.com

Abstract

Abstract As a result of the comparative study of alternative methods, used widely in practice for magnetite ore processing in the laboratory, enriched by electromagnetic gyratory separator in wet condition was found to provide high technological performance. Therefore the laboratory test and study was made for each necessary parameter to process initial ore and we selected the proper procedure with 2.5A current of coil, 40 percent grade of -0.074mm during 20 min grinding and 125 round/min velocity. The pilot survey result of 57.46 percent grade initial iron ore shows 68.30% and 97.1% metal recoveries for magnetite concentrate in the relatively simple technological scheme. To improve the quality of concentrate, using flotation methods to produce concentrates meets the power metallurgical requirements and conducted experiments.

Keywords. Iron ore, magnetic separators, flotation and metallurgical recoveries

1. Оршил

Магнетитын хүдрийг баяжуулах практикт дээрээс буюу доороос тэжээлийг нь өгдөг булт соронзон ялгагчийг өргөн хэрэглэдэг. Зориулалтаараа ийм ялгагч нь том ширхэгтэй ба нарийн ширхэгтэй материалыг хуурай орчинд баяжуулах, нарийн ширхэгтэй материалыг нойтон орчинд баяжуулах гэж ангилагддаг [1]. Дээрхи аргаар гарган авсан баяжмал гол төлөв 63-68% -ийн төмөр агуулдаг бөгөөд цахилгаан металлургийн зориулалтаар ашиглахын тулд уг баяжмалыг чанаржуулах шаардлагатай болдог. Энэ зорилгоор магнетитын хүдрийг соронзон аргаар баяжуулан гарган авсан баяжмалыг, флотацийн аргаар гүйцээн баяжуулахаас гадна сул соронзон оронтой ангилагчаар ялгах замаар цэвэршүүлдэг байна [3].

Соронзон ба флотацийн аргаар магнетит цэвэршүүлэх судалгааг нунтаглалтын хэм янз бүр байх үед явуулсан байна. Уг аппаратад соронзон орны гүйдлийн хүч 9кА/м байх нөхцөлд соронзон бус болон хам ургалттай эрдсүүдийг катионы ба анионы цуглуулагч урвалж ашиглан хөвүүлэн баяжуулахад ялгаралтын үр дүн хамгийн өндөр байгаа нь тогтоогджээ. Туршилтын үр дүнд янз бүрийн нунтаглалттай соронзон ялгалтын аргаар гаргаж авсан баяжмалыг урвуу флотацийн аргаар дахин гүйцээн баяжуулж, өндөр цэвэршилттэй баяжмал гарган авах нөхцөлийг тогтоосон байна [4].

2. Судалгааны материал, арга зүй

Хэнтий аймаг Дархан суманд орших “Баргилт”-ын ордын төмрийн хүдрээс төлөөлөх дээж авч, эрдсийн найрлагын судалгаа болон химийн бүрэн шинжилгээ хийлгэсэн ба лабораторийн нөхцөлд технологийн туршилт судалгааны ажлыг явуулав. Соронзон болон флотацийн хосолсон аргаар төмрийн хүдрийг баяжуулж, металлургийн шаардлага хангасан ердийн болон өндөр цэвэршилттэй баяжмал гаргаж авах асуудлыг шийдвэрлэхэд судалгааны ажлын зорилго оршино. Баргилтын ордын төмрийн хүдрийн дээжийг Английн “Roxmag Rapid” компанид үйлдвэрлэсэн индукцийн булт ангилагч, Хятад Улсад үйлдвэрлэсэн ХСРС 400ч300 маркийн лабораторийн нойтон соронзон ангилагч, Английн “Denver” пүүсийн флотомашинуудыг ашиглав. Уг ангилагчууд нь соронзон чанартай болон парасоронзон чанартай эрдсүүдийг баяжуулахад зориулагдсан бөгөөд төмрийн соронзон гүрийг бусад хольц эрдсүүдээс салгахын тулд соронзон туйлуудын хоорондох зай болон соронзон ороомог дахь гүйдлийн хэмжээг тогтмол байхаар урьдчилан тохируулав. Гэхдээ соронзон ороомог дахь гүйдлийн хүч буюу соронзон индукцийн хэмжээ технологийн үзүүлэлтэнд үзүүлэх нөлөөллийг туршилтаар тогтоов.

3. Үр дүн, хэлэлцүүлэг

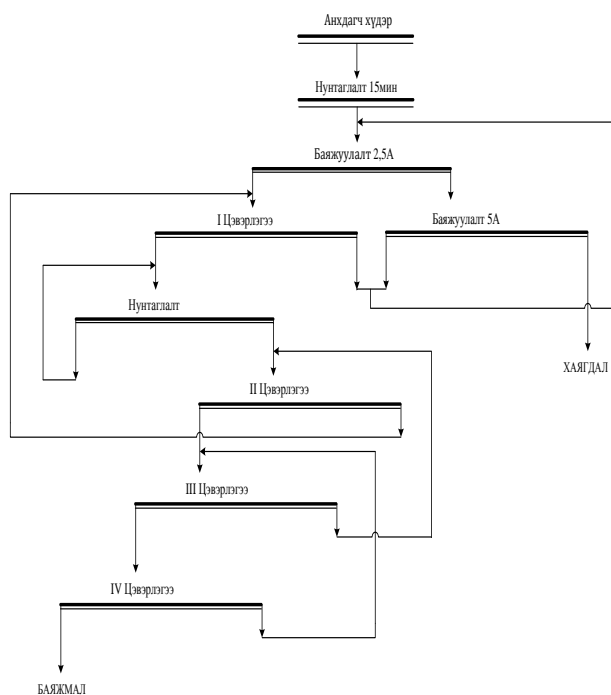
Баргилтын ордын төмрийн хүдрээс төлөөлөх дээж авч эрдсийн найрлагыг сайтар судалж үзэхэд нийт дээжийн 65.0% орчмыг төмрийн хүдэр, 35% орчмыг кварцжсан карбонат–гранатит, жижиг дунд зэргийн ширхэгт лейкократ боржин, карбонатит скарны найрлагатай чулуулгуудаас бүрдэж байна. Дээрхи төрлийн чулуулгууд нь гранобласт, боржинлог структуртэй, массивлаг, судаллаг текстуртэй байна. Төмрийн хүдэр нь карбонат – гранат- магнетит скарны найрлагатай бөгөөд нийт төмрийн хүдрийн 10% орчим нь исэлдсэн байна. Төмрийн хүдэр нь цул магнетитаас тогтох бөгөөд магнетитийн цул хүдэр нь түүний изометрлэг, гонзгой, зөв бус хэлбэртэй бие даасан мөхлөгөөс тогтож байна. Магнетитын цул хэсэг болон мөхлөг дотор мартитын пластинчлаг, зөв бус хэлбэртэй жижиг мөхлөг ялгарсан байна. Мөн мартитжсан магнетит нь захаасаа гидрогетитод хувирсны зэрэгцээ түүний нарийн судлууд хүдрийг зүсч брекчилсэн байна. Магнетит дотор мартитын жижиг мөхлөг ялгарсан, гидрогетитод түрэгдэж түүний нарийн судлууд зүсэгдсэн нь төмрийн хүдрийн исэлдлийн үр дүн юм.

Төмрийн хүдрийн үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой эрдэс нь магнетит, түүн дотор үүссэн мартит хоёр байна. Магнетитыг баяжуулах явцад түүн дотор ялгарсан жижиг мартитын мөхлөг нь магнетиттай хамт баяжигдана. Харин харьцангуй том хэмжээтэй мартит болон гидрогетитын мөхлөг хаягдал хэсэгт үлдэж, хаягдлын төмрийн агуулга өндөр гарах магадлалтай. Хэрэв жижиг мартиттай нийт магнетитыг баяжмалд авч чадвал хаягдалд үлдэх харьцангуй том мартит, гидрогетит нь хаягдал хэсгийн төмрийн агуулга өндөр байсан ч зөвшөөрөгдөх баяжмалын бүтээгдэхүүн болох юм.

Хүснэгт 0.1

Технологийн дээжийн химийн бүрэн шинжилгээний дүн

Ислүүдийн нэр	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O
Агуулга, %-иар	7.04	0.28	2.03	82.03	21.8	0.17	2.48	4.71	0.29
Ислүүдийн нэр	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	SO ₃	CO ₂	Ш.А	Нийлбэр		
Агуулга, %-иар	0.17	0.12	0.18	0.022	0.53	0.92	100.26		



1-р зураг. Төмрийн хүдрийн дээжийг цахилгаан соронзон булт ялагчаар нойтон орчинд битүү орчилоор баяжуулах бүдүүвч

Төмрийн хүдрийн дээжийг цахилгаан соронзон булт ялагчаар нойтон орчинд битүү орчилоор баяжуулах бүдүүвчийг Зураг 1-д, төмрийн хүдрийн дээжийг соронзон аргаар нойтон орчинд битүү бүдүүвчээр баяжуулсан туршилтын үр дүнг Хүснэгт 2-т харуулав.

Хүснэгт 0.2

Төмрийн хүдрийн дээжийг соронзон аргаар нойтон орчинд битүү бүдүүвчээр баяжуулах технологийн үзүүлэлтүүд

Бүтээгдэхүүний нэр	Технологийн үзүүлэлт, %-иар		
	Гарц	Төмрийн агуулга	Төмрийн металл авалт
Баяжмал 1	24.1	68.27	28.16
Баяжмал 2	24.5	68.42	29.2
Баяжмал 3	24.4	68.30	29.0
Хаягдал 1	5.5	8.50	0.8
Хаягдал 2	5.9	9.13	0.9
Хаягдал 3	6.0	8.97	1.0
Завсрын бүтээгдэхүүн 1	3.0	60.59	3.2
Завсрын бүтээгдэхүүн 2	2.3	58.40	2.3
Завсрын бүтээгдэхүүн 3	1.8	65.10	2.1
Завсрын бүтээгдэхүүн 4	1.3	67.35	1.5
Завсрын бүтээгдэхүүн 5	1.2	68.50	1.4
Анхдагч хүдэр	100.0	57.46	100.0

Дээрхи туршилтын үр дүнгээс үзэхэд битүү бүдүүвчээр тасралтгүй явагдах технологийн процессийн зарчмаар тавьсан туршилтууд харьцангуй тогтвортой явагдсан бөгөөд баяжуулалтын технологийн үзүүлэлтийг туршилтын үр дүнгээс тооцов.

Төмрийн хүдрийг соронзон ялагчаар баяжуулж гарган авсан баяжмалын чанарыг дээшлүүлэх зорилгоор флотацийн аргаар гүйцээн баяжуулах туршилтыг шүлтлэг орчинд явуулав.

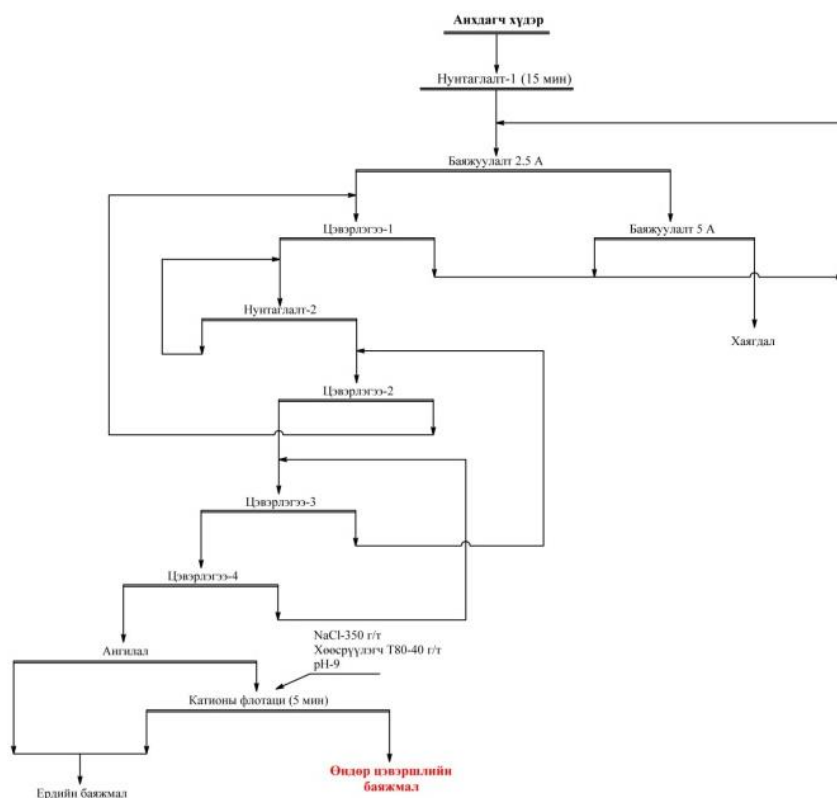
Хүснэгт 0.3

Магнетитын баяжмалыг флотацийн аргаар гүйцээн баяжуулсан технологийн үзүүлэлтүүд

Бүтээгдэхүүний нэр	Технологийн үзүүлэлт, %-иар			Туршилтын нөхцөл
	Гарц	Төмрийн агуулга	Төмрийн металл авалт	
Камерийн бүтээгдэхүүн	80.9	69.51	80.0	NaCl-350г/т
Хөөсөн бүтээгдэхүүн	13.5	65.79	13.0	T80-40г/т
Булингар	5.6	67.28	5.5	pH-9
Хөөсөн бүтээгдэхүүн + булингар	19.1	65.0	18.2	Флотацийн хугацаа-5мин
Анхдагч хүдэр	100.0	68.30	100.0	100.0

Лабораторийн туршилт судалгааны үр дүнд төмрийн хүдрийг соронзон ялагчаар баяжуулж гарган авсан баяжмалыг, флотацийн аргаар дахин гүйцээн баяжуулж, 69.51%-ийн төмөр агуулсан баяжмалыг 80.0%-ийн металл авалттайгаар ялган авах боломжтойг тогтоов.

Иймээс флотацийн аргыг соронзон ялгагчтай хослуулан хэрэглэж, тод чанарын баяжмал гарган авах боломжтой байгаа тул Баргилтын ордын төмрийн хүдэр баяжуулах технологийн бүдүүвч болгон авч Зураг 2-г харуулав.



2-р зураг. Төмрийн хүдрээс чанарын баяжмал гарган авах технологийн бүдүүвч

Баргилтын ордын төмрийн хүдрийн дээжийг лабораторийн нөхцөлд баяжуулж, чанарын баяжмал гарган авах технологийн үзүүлэлтийг хүснэгт 4-г үзүүлэв.

Хүснэгт 0.4

Соронзон ялгагчийн баяжмалыг флотацийн аргаар гүйцээн баяжуулсан технологийн үзүүлэлт

Бүтээгдэхүүний нэрс	Баяжуулалтын үзүүлэлт, % - иар		
	Гарц, %	Төмрийн агуулга, %	Төмрийн металл авалт, %
Флотацийн баяжмал	66.1	69.51	80.0
Соронзон ялгагчийн баяжмал	15.6	63.17	17.1
Хаягдал	18.3	8.97	2.9
Анхдагч хүдэр	100.0	57.46	100.0

Магнетитын хүдрийг соронзон болон флотацийн арга хослуулан баяжуулж, 69.51% -ийн төмөр агуулсан өндөр чанар баяжмалыг 80.0% -ийн авалттай, 63.17% -ийн төмөр агуулсан магнетиттай ердийн баяжмалыг 17.1% -ийн металл авалттай тус тус ялган авах боломжтойг туршилт, судалгааны үр дүнд тогтоов.

4. Дүгнэлт

- Магнетитын агуулга нь технологийн дээжний 80 орчим хувийг эзлэх ба -2 мм хүртэл нунтагласан дээжинд сул чөлөөт мөхлөгт байдлаар 67.75%, хам ургалтат хэлбэрээр 17.36% тус тус агуулагдаж байна. Үлдсэн хэсэг нь серпентин–хлорит, пироксен, эпидот, хээрийн жонш, карбонатын бүлгийн эрдсээс бүрдэнэ.
- Төмрийн анхдагч хүдэр дэх үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой эрдэс нь магнетит, түүн дотор үүссэн мартит хоёр байна.
- Соронзон булт ялгагчаар хүдрийн дээжийг нойтон орчинд баяжуулж 68.30%- ийн төмөр агуулсан баяжмалыг 97.1% -ийн металл авалттайгаар гарган авах боломжтойг тогтоов. Уг баяжмал нь магнетитын баяжмалд тавигддаг техникийн шаардлагыг хангаж байна.
- Магнетитын анхдагч хүдрийг соронзон ба флотацийн аргыг хослуулан баяжуулж, 69.51% -ийн төмөр агуулсан флотацийн чанарын баяжмалыг 80.0% -ийн металл авалттай, 63.17 %- ийн төмөр агуулсан соронзон ялгагчийн ердийн баяжмалыг 17.1% -ийн металл авалттайгаар тус тус гарган авах боломжтойг лабораторийн туршилт судалгаагаар тогтоов.

Ашигласан материал

- [1] Арсентьев В.А., Дендюк Т.В. Исследование и разработка технологии флотационна – магнитной доводки концентратов и промпродуктов магнитного обогащения железных руд. Наука.М, 1990, с. 110-114
- [2] Кармазин В.В,Кармазин В.И.Магнитные электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. Москва,2005,с.46-57
- [3] Обогащение руд и проблемы безотходной технологии. Л. Наука, 1980, с. 65-75
- [4] Шинкоронко С.Б, Белецкий Е.П и другие, Справочник по обогащению руд черных металлов. М . Недра 1980, с.65-71

АЛТ БА ХОВОР МЕТАЛЛЫН АГУУЛГАТАЙ КОМПЛЕКС ХҮДРИЙН МИНЕРАЛОГИЙН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ АРГА ЗҮЙГ СУДЛАХ НЬ

Ч.Маамхүү

ШИУА, ХХТХ-ийн Эрдсийн технологийн төв

Abstract

This paper presents the research of chemical composition and mineralogy for the complex ore with gold and rare earth elements, basic principles: methodologies of sampling and analysis and theoretical-practical methodology for additional supplementary tests. According to studying mineral and chemical composition and grade of gold-rare earth metal ore, it shows the results defined by some laboratory tests, including mineralogy, mineral and chemical composition and spectral test.

Key words: precious and rare earth metal, complex composition, mineral grade, mineral composition.

1. Оршил

Орчин үед цаг ямагт ховордож, нөөц нь багасч буй аливаа төрлийн байгалийн гаралтай эрдсийн түүхий эдүүд, ашигт малтмалын орд, хүдрүүд ба ашиглалтын дараах техногены үүсмэл ордыг иж бүрэн хаягдалгүй ашиглах, үйлдвэрлэлийн үр ашгийг өсгөхөд “баялаг- үйлдвэрлэл- экологийн комплекс үнэлгээ”-г гаргах нь нэн чухал тулгамдсан онцгой асуудал болж байна. [5]

Ямарваа хүдэржилтийн объект, талбайн геологийн хайгуул судалгааны олон үе шатны явцад ашигт малтмалын орд ба хүдрийн минералогийн, бодисын найрлагын ба бусад нарийвчилсан судалгаа, шинжилгээнүүд болон түүнтэй нэгдмэл уялдаа холбоотой бусад химийн, технологийн туршилт зэрэг лабораторийн шинжилгээний ажлуудын бодитой нэгдмэл үр дүнгүүд, тооцоолол, тайлалд үндэслэж “баялаг- үйлдвэрлэл- экологийн комплекс үнэлгээ”-г өгөх боломжтой болно.

Байгаль дээрх үнэт ба ховор металлын агуулгатай комплекс (олон компонентлог) хүдэржилт, орд ба хүдрүүд ихэнхдээ нийлмэл найрлага ба бүтэц тогтоцыг үүсгэсэн байна. Хүдэржилтийн генетик төлөв байдал, гарал үүсэл, зүй тогтол, минералогийн ба технологийн шинж чанар, уялдаа, онцлогуудыг судлах, макро- микро- түвшинд хүдрийн эрдсийн ба бодисын найрлагыг, эрдэслэг бүрэлдэхүүнийг, ашигтай эрдэс ба агуулагч чулуулгийн зүй тогтол, дотоод бүтэц, тогтоцыг нарийн тогтоох, хүдрийг бүхий л талаар нь цогц байдлаар нарийвчилан судлах нь тухайн комплекс хүдэржилтийн найрлага ба бүтэц, тогтоцыг минералогийн онол-практик арга зүйн үүднээс нарийн тодорхойлсон үр дүнгүүд, зөв тайлал, дүгнэлтийг гаргаж өгнө. [2]

Алт ба ховор металлын агуулгатай хүдэржилт нь ихэнх тохиолдолд комплекс хүдрүүд нь ихээхэн нийлмэл найрлага ба бүтэц тогтоцыг үүсгэж, хэд хэдэн ашигтай үнэт металл, мөн дагалдах ашигтай эрдэс- компонент агуулах бөгөөд хүдрийн минералоги ба хүдрийн бодисын нарийвчилсан цогц судалгаагаар: эрдсийн найрлага ба агуулга, шинж чанарыг тодорхойлсон үр дүнгүүд нь тэдгээрийг баяжуулах, боловсруулах арга, технологийг боловсруулах, сонголт хийх үндсэн нөхцлүүдийг тогтооход ба хүдрийн технологийн шинж, тоон үзүүлэлтийг нарийвчлан тодорхойлох зэрэг хүрээнд болон аливаа комплекс хүдрийг олборлох үйлдвэрлэл-технологийн үнэлгээг тогтооход уг орд, хүдрийн минералогийн ба бодисын найрлагын шинжилгээний арга зүй, гарсан үр дүнгүүд нь тэдгээрт чухал нөлөөлөхүйц шийдвэрлэх үүрэг, ач холбогдолтой гол үндэслэл нь болох боломжтой байна. Аливаа комплекс хүдрийг ашиглах үйлдвэрлэлийг олон талын үр ашигтай явуулахын тулд уг хүдрүүд дэхь үнэт металл, түүнийг агуулагч ба дагалдагч эрдсүүд, тэдгээрийн үүссэн зүй тогтол, орших хэлбэр байдал, найрлага, бүрэлдэхүүн ба тоон агуулгыг нарийвчлан тогтоох лабораторийн судалгаа, шинжилгээнүүдийг цогц байдлаар явуулах хэрэгтэй.

Ашигт малтмал олборлолтын үндсэн нөхцлүүд, үр дүнгийн шалгуур нь: ордын геологийн судалгаа, хүдрийн дээжлэлт, сорьцлолт, хүдрийн минералоги, бодисын найрлага, хими, технологийн зэрэг

лабораторийн судалгаа, шинжилгээ, туршилтын олон үе шатны ажлуудын нэгдмэл үр дүнгээр онол- арга зүйн зарчмын хувьд үндсэндээ тогтоогдоно.

Хүдрийн бодисын найрлага нь: нэг талаас хүдрийн эдийн засгийн үнэ цэнийг үнэлэх ба нөгөө талаас тэдгээрийг ашиглах үйлдвэрлэл-технологийн ерөнхий нөхцлүүд болон хүдэр, баяжмал, бүтээгдэхүүн (баяжуулалт, металлурги)-ний боловсруулалтын технологийн сонголт зэргийг тодорхойлох үндэслэлийг тавина. [7] Ашигт малтмалыг олборлох үе шатанд уг хүдрээс үнэ цэнэтэй компонентыг бүрэн ялгах, ашиглах технологи нь: анхдагч хүдрийн баяжуулалт ба гарсан баяжмал, бүтээгдэхүүний металлургийн боловсруулалтын аргуудын зөв сонголтоос ихээхэн хамааралтай байна.

Энэхүү өгүүлэлд: хүдрийн шинжилгээний дээжлэлтийн арга зүй, хүдрийн минералоги \эрдсийн ба бодисын найрлага, агуулга\-ийн бусад шинжилгээний арга зүйн талаарх материалууд ба алт-мөнгөний комплекс хүдрийн минералогийн судалгааны үр дүнгээс танилцуулав. Алтны хүдэр, алт ба ховор металлын хүдрийн бодисын найрлагын анхан шатны судалгаанд: уламжлалт гэрлийн микроскопын-минералогийн, минераграф ба петрографын ба спектр, хими зэрэг өргөн хэрэглээний шинжилгээний аргуудыг ашиглав.

2. Судалгааны материал арга зүй

Үнэт ба ховор металлын комплекс хүдрийн судалгааг цогц байдлаар явуулахад шинжилгээний дээжлэлтийн арга зүй, шинжилгээний ажлын арга зүй ба хавсарга шинжилгээний арга зүй зэрэг онол-практик, арга зүйн нэгдмэл зарчмыг баримтлах, мөрдлөг болгож судалгааг явуулах шаардлагатай. [3]

Шинжилгээний дээжлэлтийн арга зүй

Хүдрийн бодисын найрлагын судалгаа, шинжилгээг явуулахад геологийн эрэл үнэлгээ, хайгуулын ажлын явцад эрлийн ба хайгуулын суваг, ховилоос системтэй зохих аргачлалын дагуу түүвэрлэсэн, уг ордын хүдрийг төлөөлөх чадамж бүхий технологийн дээжлэлт хийнэ. Түүнээс минералогийн, химийн зэрэг шинжилгээний дээжлэлт хийнэ. [2]

Хүдрийн дээжлэлтийн гол зорилго нь: тухайн ордын ашигт малтмалын чанарын ба тоон үзүүлэлтийг тогтооход оршино. *Дээжлэлт нь:* уг ордын эрэл хайгуулын үе шатны тодорхой зорилтууд ба хүдрийн үйлдвэрлэл-генетикийн төрлийг, ордын геологи хайгуулын гол үзүүлэлтүүдийг үнэлэх, тогтоох болон лабораторийн судалгаа, шинжилгээний зорилтуудыг хангах зэрэг асуудлыг шийдвэрлэхэд чиглэсэн байна.

Хүдрийн чанар: хүдрийн минералоги ба химийн найрлагаар, физик-химийн шинж чанараар ба хүдрийн текстур-структурын онцлог болон минерал, агрегатууд, мөхлөгийн хэмжээ- гранулометрийн тоон үзүүлэлт зэргээр тодорхойлогдоно.

Лабораторийн судалгааны дээж авалт нь үндсэн 2 дэс дараалал, үйлдэлтэй байна.

1. *Анхдагч дээж:* Технологийн тодорхой хэмжээтэй дээжээс дундачлан хуваалт хийгдсэн сорьцоос тодорхой тоон харьцаагаар шинжилгээний дээжүүд түүвэрлэж авна.
2. *Лабораторийн шинжилгээний зориулалтын дээж:* Үндсэн зорилгоосоо хамаарч химийн, минералогийн ба технологийн дээж гэж ялгаж хуваарилна.

Химийн дээж: тухайн хүдрийн химийн найрлагыг тодорхойлох зорилгоор авах бөгөөд химийн, спектрин ба бусад шинжилгээнд хэрэглэнэ. Хүдрийн химийн найрлагын шинжилгээ: янз бүрийн төрөл ба сортын хүдрүүд нь хоорондоо үндсэн чулуулгийг бүрдүүлэгч ислүүд- SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O -ын агуулгаар ялгаатай байна. Иймээс хүдэр дэх дээрх ислүүдийн тоон агуулгыг заавал тогтооно. Химийн тоон шинжилгээгээр тухайн хүдрийн гол үнэ цэнэтэй компонентийг тодорхойлно. Мөн үүнтэй зэрэгцүүлэн спектрин ба рентгенспектрийн тоон шинжилгээгээр дагалдагч компонентүүдийг тодорхойлно.

Хүдрээс дан эрдсүүдийг ялган түүж түүнд хольц элементүүдийг тодорхойлно. Жишээ нь: пегматитын хээрийн жоншид – рубидий, цезий,галлийг тодорхойлно. Карбонатитад –итрий ба ховор шорооны элементүүдийг, цирконд –гафнийг, вольфрамит ба касситеритад –инди, галлийг болон титан агуулагч эрдэст- ниобий ба танталыг тодорхойлно. [2]

Минералогийн дээж:- үнэт ба дагалдагч эрдсүүд, найрлага ба тоон агуулга, оршиж буй хэлбэр, агрегат, мөхлөгийн хэмжээ, сулралтын байдал, бусад үзүүлэлтийг тогтоох зорилгоор дээж авна. Ашигт

малтмалын ордын геологийн эрэл үнэлгээ, хайгуулын судалгаанууд ба нарийвчилсан хайгуулын олон үе шатны ажлын явцад эрдэс түүхий эдийн хүдэржилт, орд, илрэлийг нээн илрүүлэх, ашигт малтмалын агуулга, нөөцийг тогтоох, минералогийг судлахын тулд технологийн сорьцоос минералогийн дээж авна.

Орд, хүдрийн технологийн дээжээс болон сэвсгэр хурдас ба бутлагдсан уулын чулуулгаас авсан хиймэл шлих (протолочек) зэрэг шинжилгээний сорьцонд минералогийн бүрэн ба хураангуй шинжилгээнүүд хийнэ. Хүдэр дэхь бүх ашигтай ба судлын дагалдагч, аксессуар эрдсүүд болон чулуулаг бүрдүүлэгч эрдсүүдийг тодорхойлох тоон ба чанарын шинжилгээгээр эрдсийн найрлагын иж бүрэн тодорхойлолтыг тогтооно.

Минералогийн шинжилгээний зориулалтаар бэлтгэгдсэн анхдагч ба туршилтын дээж, бүтээгдэхүүн нь: – ашигт малтмалын хүдэр, элс, чулуулаг зэрэг анхдагч хүдрийн дээж болон баяжуулалтын туршилтын дээжлэлтээс авсан- баяжмал, завсрын ба хаягдлын бүтээгдэхүүний дээжүүд болох- хиймэл шлихийн дээжүүд байна. Хиймэл шлих нь: минералогийн шинжилгээний зориулалтаар ордын үндсэн хүдэр ба чулуулгийн гаршаас авсан -1.0 мм хүртэл буталж, бэлтгэсэн хиймэл шлих байна. Мөн анхдагч хүдэр ба шигшүүрийн ангиллын дээжүүд, технологийн туршилтын явцад гаргасан - баяжмал, завсрын ба хаягдлын гэх зэрэг дээж, бүтээгдэхүүнүүд байна. [4]

Хүдрийн бодисын найрлагын судалгааны дээж: анхдагч хүдэр, чулуун дээжлэлтээс сонгосон макро- ба микро- судалгааны чулуун дээжүүд болон технологийн туршилтаас гарсан баяжмал, бүтээгдэхүүн, хаяглууд зэргээс түүнээс бэлтгэсэн- аншлиф, тунгалаг шлифүүд, брикетүүд байна. Түүнд хүдрийн ба хүдрийн бус эрдсүүдийн найрлага ба тоон агуулга, структур-текстур, онцлогуудыг нарийн судлах минераграф ба петрографын бүрэн ба хураангуй шинжилгээнүүд хийнэ

Технологийн шинжилгээний дээж:

Хүдрийн технологийн тодорхойлолтууд, тэдгээрийн баяжигдах чанар, металл авалт, баяжмалын гарц, бусад тоон үзүүлэлтийг тогтоох, хүдрийн баяжмалыг гүйцээн баяжуулах ба боловсруулах арга, технологийг сонгох, боловсруулах зорилгоор технологийн дээжийн хэсгийг авч технологийн туршилт судалгааг явуулна.

Хүдрийн минералог ба бодисын найрлагын шинжилгээний арга зүй [4]

Минералогийн шинжилгээний арга зүй:

Анхдагч хүдэр ба туршилтын баяжмал, бүтээгдэхүүний дээжийн минералогийн шинжилгээний үр дүнгээр тухайн хүдрийн эрдсийн найрлага, агуулга, орших төлөв байдал, ургалт, сулралт, ширхэглэлийн хэмжээ, тэдгээр бүрдэл дэхь үнэт, ховор ба хортой хольц компонентийн найрлага, агуулга зэргийн талаарх бүрэн мэдээллийг авах боломжтой. Уг хүдрийн технологийн туршилт шинжилгээг гүйцэтгэх ажлын хүрээнд авсан анхдагч хүдэр, чулуулаг, бэлтгэсэн дээжүүд ба туршилтаар гаргасан баяжмал, завсрын бүтээгдэхүүн, хаягдлын дээжинд минералогийн шинжилгээ ба хүдрийн бодисын найрлагыг судалгааг явуулна.

Хүдрийн бодисын найрлагын судалгааны арга зүй: Хүдрийн найрлага дахь ашигтай, үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой үнэт ба ховор металл агуулагч эрдсүүдийн оршиж буй хэлбэр, тоон агуулга, структур, текстур, үүссэн зүй тогтол, төлөв байдал, үе шат, дэс дараалал, уялдаа холбоотой онцлогуудыг тогтооно.

Хүдрийн минералогийн ба бодисын найрлагын судалгааны явцад тухайн хүдрийн үйлдвэрлэлийн төрөл ба ангиллыг тогтоож, түүнд үндэслэн хүдрийг баяжуулах аргын сонголт хийх, тэдгээрийн технологийн шинж чанарыг тогтооход уялдуулах зэрэг нь тухайн комплекс хүдрийг нарийн судлах технологийн ба үйлдвэрлэлийн ерөнхий үнэлгээ, тооцоо, нөхцлүүдийг тогтооход чиглүүлэх гол үндэслэл нь болно. [6]

Минералогийн ба бодисын найрлагын шинжилгээний арга зүй, төрөлжилт [4]:

Минералогийн, петрографын ба минераграфын хураангуй, \чанарын ба хагас тоон\ шинжилгээний арга зүй: дээжинд агуулагдах ашигтай эрдсүүд ба дагалдагч, аксессуар эрдсүүд, шинж чанар ба тоон агуулгыг тодорхойлно.

Минералогийн, петрографын ба минераграфын бүрэн \чанарын ба хагас тоон\ шинжилгээний аргазүй: хүдрийг бүрдүүлж буй бүх эрдсүүдийг, тэдгээрийн шинж чанар, тоон агуулга, гадаад ба дотоод бүтэц, тогтоц, онцлогуудыг тодорхойлно.

Минералогийн тоон шинжилгээний арга зүй \алтны\ алтны шинж чанар, орших хэлбэр дүрс, төлөв байдал, мөлгөржилт, ширхэгхлэл, мөхлөгийн хэмжээ зэрэг технологийн шинж чанаруудыг тодорхойлно.

Алтны шигшүүрийн минералогийн шинжилгээний арга зүй: шигшүүрийн \5-6 \ангилаар алтны ширхэглэл ба тоон агуулгыг тодорхойлно.

Минералогийн, петрографын ба минераграфын шинжилгээний аргын зарчим: Шинжилгээ нь: стерео-бинокулярт микроскоп, нэвтэрсэн ба ойсон гэрлийн микроскопуудын тусламжтайгаар эрдсийн гадаад ба дотоод физик шинж чанарт үндэслэн нүдэн баримжаагаар эрдсүүдийн найрлага ба бүрэлдэхүүн, тоон агуулга, онцлогууд болон бусад шинж байдлыг танин тодорхойлох үндсэн зарчмаар хийгдэнэ.

Шлих, хиймэлшлих бүрдүүлэгч эрдсүүд нь: механик болон физик химийн хувиралд өртөж гаднах шинж төрх нь (өнгө, гялга, хэлбэр) өөрчлөгдөж тодорхойлоход хүндрэлтэй болдог. Энэ тохиолдолд зарим хавсарга энгийн ба нарийвчилсан аргыг сонгон ашиглана. Энэ нь:

а. Эрдсүүдийн харьцуулалтын эталон ашиглан таних, тодорхойлох арга.

б. Микрохимийн арга- химийн урвалж, бодис, материалыг ашиглан эрдсийг уусмал, хайлш, талст бүрхүүл байдалтай болгон түүний гол элемент, нэгдлийг урвалаар шинжлэн тодорхойлох арга болон кристаллооптикийн, люминесценцийн зэрэг энгийн хэрэглээний аргуудыг өргөн ашиглаж эрдсийн зарим шинж чанарыг нарийн тодорхойлно.

в., Эрдсүүдийг илүү нарийвчлан таних, тодорхойлоход бусад электрон микроскопын рентгендифрактометр, дериватограф ба рентген-спектрометрууд, автомат минералогийн зэрэг өндөр нарийвчлалтай минералогийн тоон-аналитикийн, физик-химийн ба бусад шинэ шинжилгээний аргуудыг ч ашиглана.

Үр дүн нь: Хүдэр баяжуулалт ба түүний баяжмал, бүтээгдэхүүний металлурги гүнзгий боловсруулалтын үе шатанд ашигтай эрдсийн физик-химийн, технологийн шинж чанар гол үүрэгтэй байх тул минералогийн цогц судалгааны явцад тэдгээрийн онцгой шинж чанарыг илүү нарийн судлаж, ашигтай эрдсүүдийн технологийн шинж чанарын талаарх цогц тодорхойлолтууд, үр дүнгүүдийг гаргаж авах боломжтой болно.

Үр дүн, хэлэлцүүлэг

Салхитын алт-мөнгөний комплекс хүдрийн минералогийн судалгааны үр дүн[8] Орд нь: Дундговь аймгийн төвөөс зүүн тийш 75км, Гурвансайхан сумаас хойш 35км-т байрлана.

Хүдрийн ерөнхий найрлага: алт-мөнгөний агуулгатай, минералоги ба химийн хувьд нийлмэл найрлагатай, исэлдсэн ба сульфиджсэн комплекс бүтэцтэй хүдрүүд болохыг тогтоосон болно.

Хүдрийн бүтэц: хүдэр нь ксеноморфлог үрлэн текстуртэй ба зарим хэсэгтээ метасоматитлаг ба үрлэн агрегат үүсгэсэн байна .

Структурын хувьд :зүсэлтэт тархалтат, массивлаг структуртай байна.

Уг талбайн хувирмал риолит ба кварцын дээжлэлтээр 67ш дээжийн ба алтны спектрийн шинжилгээгээр: мөнгөний агуулга өндөр- 1-8 г/т (44дээж), 10-40 г/т (7 дээж), 50-70г/т (7дээж), 100-аас дээш г/т-ын агуулгатай (7дээж)., харин алтны бага агуулга- 0.01-3 г/т (30дээж), цагаан тугалга 0.01-3% (28 дээж)-ын агуулгатай гэж тогтоогдсон байна.

ДЭЭЖЛЭЛТИЙН БАЙДАЛ:

Геологи-хайгуулын үе шатанд өрөмдсөн хайгуулын 3-р шугамын SDDH-14, 01, 30-р цооног, 5-р шугамын SDDH-13, 09, 15-р цооног, 7-р шугамын SDDH-35, 12, 8, 16-р цооногийн анхдагч хүдрээс 200 кг ба ST01, ST07 сувгаас 100 кг ховилон сорьц, нийтдээ 300 кг технологийн сорьц авч лабораторийн технологийн туршилт, минералогийн хүдрийн бодисын судалга, спектр, химийн шинжилгээнүүд хийлгэсэн болно.

ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ҮР ДҮН:

Хүдрийн найрлага ба тогтоц, бүтцийг тогтооход минералогийн ба бодисын найрлагын болон химийн, спектрийн ба мөнгөний фазын шинжилгээнүүд явуулж, дараах үр дүнг гаргасан ("SGS Монголиа" ХХК, ЭТТ –н лаборатори) болно. Эрдсийг нарийн таних, тодорхойлох кристаллооптикийн, микрохимийн урвалууд, спектр зэрэг хавсарга шинжилгээний аргуудыг хэрэглэж, гарсан үр дүнгүүд, эрдсийн бичлэг, тодорхойлолтыг дор \Хүснэгт. 1,2, 3, 4\ үзүүлэв.

Эрдсийн найрлага, онцлог шинж чанар:

Үндсэн үнэт металлууд нь: исэлдсэн хүдэрт гематит, гётит зэрэг эрдэст агуулагдаж байна. Мөн сульфидын хүдэрт - пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, аргентит, дигенит зэрэг эрдэст агуулагдана.

2. Мөнгөний эрдсүүд: аргентит,

3. Агуулагч чулуулгийн эрдсүүд : кварц, серицит, бүдэг хүдэр г.м эрдсүүд байна.

Эрдсийн найрлага ба бичлэг:

Анхдагч хүдэрт агуулагдах хүдрийн гол эрдсүүд нь: гематит, гётит, пирит, аргентит, галенит, сфалерит, дигенит, халькопирит байна.

- *Мөнгө:* галенит, халькопирит, сфалерит, пиритэнд изоморф байдлаар оршиж байна. Байгалийн мөнгөтэй галенит, сфалерит, халькопиритийн жижиг биетүүд нь сарнимал байдалтай тархсан бөгөөд мөнгөний аргентит нь бие даасан эрдэс хэлбэрээр, зарим эрдэс нь металл болон агуулагч чулуулаг хоорондын завсарт өчүүхэн жижиг шигтгээ ширхэглэг байдлаар оршиж байна. Ширхэглэгийн хэмжээ- 0.02 мм-с 0.2 мм, микроскопоос авсан зургаар цагаан болон саарал өнгөөр харагдана.
- *Алт:* сфалерит, халькопирит, пиритын дотор хэсэг газарт мөн ан цавын завсарт илэрч байна. Ширхэглэгийн хэмжээ нь 0.05 мм орчим хэмжээтэй байна.
- *Пирит:* цайвар шаргал өнгөтэй, барзгар гадаргуутай, нэгэн төрлийн идиоморф структуртай, шигтгээлэг мөхлөгүүдийн хэмжээ 1.25 мм-с бага, сфалерит, галенит, халькопириттэй салаалан ургалт үүсгэж ассоциацлагдсан, зарим хэсэг нь гётитоор метасоматит процесст хувиралд орсон, сарнимал, бөөгнөрсөн тархалттай байна.
- *Халькопирит:* цайвар хүхэрлэг шар өнгөтэй, жигд бус мөхлөгтэй, сулавтар жигд бус чанартай, мөхлөг нь < 0.6мм, сфалериттэй хамт үүссэн буюу пиритийн ан цав, мөхлөгийн хоорондын зайгаар тархсан, зарим нь гетит, дигенитид метасоматитжсан байна.
- *Сфалерит:* ногоон туяатай саарал өнгөтэй (теннантит) бололтой бөгөөд ихэвчлэн хатуу уусмалын структуртэй гэж андуурдаг халькопиритийн, заримдаа пиритийн олон тооны бичил мөхлөгүүд агуулсан янз бүрийн хэлбэртэй агрегатууд үүсгэжээ.
- *Галенит:* цагаан өнгөтэй, зөв бус үрлэн хэлбэртэй, нэгэн төрлийн, жижиг мөхлөгүүдийн хэмжээ 0.25 мм-с бага, хааяа сульфидын эрдсүүдтэй салаалан ургаж ассоциацлагдсан.
- *Гетит:* цагаан саарал, зөв бус хуурмаг хэлбэртэй, халькопирит, пириттэй салаалан ургаж ассоциацлагдсан, шигтгээлэг мөхлөгийн хэмжээ 0.6 мм-с бага, сарнимал, бөөгнөрсөн хэлбэрээр тархсан байна.
- *Дигенит:* бүдэг хөх өнгөтэй, зөв бус, хуурмаг, үрлэн хэлбэртэй, жижиг мөхлөгийн хэмжээ 0.1 мм-с бага, хааяа халькопириттэй салаалан ургаж ассоциацлагдаж, үрлэн хэлбэрээр тархсан байна
- *Кварц:* үрлэн хэлбэртэй агрегатлаг байдлаар тархсан, голдуу цахиуржсан хэлбэрээр байна. Жижиг ширхэглэгийн хэмжээ 0.08мм-с 0.8 мм.
- *Серицит:* кварцын жижиг хэсгүүдийн дунд болон дотор агрегатлаг байдлаар оршиж байна. Жижиг ширхэглэг хэмжээ 0.03мм-с бага байна.

Хүснэгт 1

Мөнгөний фазын шинжилгээний үр дүн

Мөнгөний фазын төрөл	Ag ₂ S	Ag ₂ SO ₄	Ag ₂ O	Бусад	Нийт
Агуулга, г\тн	667.2	14.92	82.86	16.0	781
Тархалт- зэрэг,%	85.43	1.91	10.61	2.05	100

Физик-химийн шинжилгээ

Хүснэгт 2

Хүдрийн спектрийн шинжилгээний үр дүн

Элемент нэгдэл	Агуулга (%)	Элемент нэгдэл	Агуулга (%)
Na ₂ O	<0.01	Fe ₂ O ₃	5.98
MgO	0.47	As	0.06
Al ₂ O ₃	3.7	Ag	<0.08
SiO ₂	>10	Cu	0.1
CaO	0.26	Ba	0.02
Ti	<0.1	Au	<0.0001
V	<0.03	Pb	<0.2
Zn	0.22	Bi	<0.004
Mn	<0.1	W	<0.001

Тэмдэглэл: * - г/т

Хүснэгт 3

Хүдрийн химийн найрлагын шинжилгээний үр дүн

Элемент нэгдэл	Агуулга (%)	Элемент нэгдэл	Агуулга (%)
Ag*	781	Cu	0.09
Au*	0.81	Zn	0.22
Al ₂ O ₃	3.7	Pb	0.18
CaO	0.26	Mn ₃ O ₄	0.15
MgO	0.47	SiO ₂	80.3
S	1.53	Na ₂ O	0.004
P	0.02	TiO ₂	0.14
K ₂ O	1.9	As	0.06
V ₂ O ₃	0.005	Cd	0.001

Тэмдэглэл: * - г/т

Хүдрийн хувийн жин ба эзлэхүүн жин:

- Хүдрийн хувийн жин: 2.70 тн/м³,
- Эзлэхүүн жин: 1.64 тн/м³

Хүснэгт 4

Хүдрийн шигшүүрийн шинжилгээний үр дүн

Нунтаглалт хэмжээ, меш	Ширхэглэл, хэмжээ (мм)	Гарц (%)	Агуулга, г/т	Гархалт зэрэг %
			Ag	Ag
+40	0.45	14.1	690	12.46
-40+80	-0.25	20.35	817	21.29
-80+120	-0.075	11.1	755	10.73
-120+160	-0.027	18.68	903	21.6
-160+200	-0.024	16.87	823	17.78
-200	-0.074	18.9	667	16.14
Нийт		100	781	100

3. Дүгнэлт:

1. Алт ба ховор металлын агуулгатай хүдэржилт нь ихэнх тохиолдолд комплекс хүдрүүд нь хэд хэдэн ашигтай эрдэс, компонент, үнэт металлын агуулгатай, нийлмэл найрлага ба бүтэцтэйг тогтооход ашиглах судалгаа, шинжилгээний онол-арга зүй, үндсэн агуулга зарчмыг тодорхойлсон болно.
2. Ашигт малтмалын орд, түүний хүдрийн найрлага дахь үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой үнэт ба ховор металлыг агуулагч гол эрдсүүдийн оршиж буй хэлбэр, тоон агуулга, структур, текстур, үүссэн зүй тогтол, төлөв байдал, үе шат, дэс дараалал, онцлогуудыг тодорхойлох, тэдгээрт технологийн шинж чанарыг уялдуулах зэрэг комплекс хүдрийг судлах зэрэг минералогийн судалгааны арга зүй, гарсан үр дүн нь олборлолт, ашиглалтын үйлдвэрлэл- технологийн ерөнхий үнэлгээ, тооцоо, үндэслэлийг тогтоох, чиглүүлэхэд чухал үүрэг, ач холбогдолтой болно.
3. Хүдэр баяжуулалт ба түүний баяжмал, бүтээгдэхүүний металлурги гүнзгий боловсруулалтын үе шатанд ашигтай эрдсийн физик-химийн, технологийн шинж чанар гол үүрэгтэй байх тул эрдсийг илүү нарийвчлан таних, тодорхойлох электрон микроскопын рентгендифрактометр, дериватограф ба рентген-спектрометр, автомат минералогийн зэрэг өндөр нарийвчлалтай, эрдсийн талаарх цогц бүрэн дүүрэн үр дүнгүүд, тодорхойлолт, мэдээллийг гаргаж өгөх минералогийн тоон-аналитикийн, физик-химийн ба бусад шинэ шинжилгээний аргуудыг нэвтрүүлэх, ашиглахын тулд орчин үеийн минералогийн лабораторитай болох шаардлага тулгамдсан асуудал хэвээр байна.
4. Салхитын ордын хүдрийн судалгаа, шинжилгээгээр: алт-мөнгөний найрлага, агуулгатай исэлдсэн ба сульфитжсэн комплекс хүдэр нь минералоги-химийн хувьд нийлмэл найрлага ба бүтэц тогтоцтойг тогтоов.
5. Үндсэн үнэт металлууд нь исэлдсэн хүдэрт-гематит, гетитэд агуулагдах бөгөөд харин сульфитжсэн хүдэрт – пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, аргентит зэрэг эрдсүүдэд агуулагдаж байна.
6. Анхдагч хүдэр дэхь – алт нь – 0,81г/т, мөнгөний агуулга нь-781г/т байна.
7. Мөнгөний фазын шинжилгээний үр дүнгээр: Ag_2S - 667,2 г/тн, Ag_2SO_4 -14,92 г/тн, Ag_2O - 82,86 г/тн, бусад- 16,01 г/тн ба нийт мөнгөний агуулга 781 г/тн – болохыг тогтоов.
8. Хүдрийн шигшүүрийн шинжилгээ, тооцоогоор: мөнгөний 781 г/тн агуулгатайг тогтоосон нь химийн шинжилгээний үр дүнтэй нийцэж байгааг харуулж байна.

Ашигласан хэвлэл

- [1] Воробьева С.В. Диагностические свойства и методы исследования рудных минералов. Метод. руководство, Оренбург, ИПК ОГУ, 2001.
- [2] Воробьева С.В. Лабораторные методы изучения вещественного состава комплексных золотосодержащих и редкометалльных руд, методическое руководство, Оренбург 2004. х.1-3
- [3] Маамхүү.Ч. Алтны агуулгатай хүдэр ба элсний бодисын найрлагын шинжилгээний аргачлал
- [4] Маамхүү.Ч. Минералогийн дээж, сорьц боловсруулалт ба шинжилгээний ажлын чанарыг хянах, үнэлэх журам, 2001
- [5] Мелентьев Г.Б. Научно-методические основы и результаты комплексной оценки месторождений природного и техногенного сырья ОИВТ РАН, г. Москва. х.1-3
- [6] Минералогическое исследование руд цветных и редких металлов. М., Недра, 1967.
- [7] Ожогина Е.Г. Рогожин А.А. Основные направления минералогических исследований руд при создании технологий их комплексной переработки, ФГУП, ВИМС, г. Москва.
- [8] Салхитын алт-мөнгөний ордын геологийн хайгуул, судалгааны ажлын тайлан, 2013

ХАЛЗАН БҮРГЭДЭЙН ГАЗРЫН ХОВОР ЭЛЕМЕНТИЙН ОРДЫН ХҮДРИЙН БАЯЖУУЛАЛТЫН ТЕХНОЛОГИЙН СУДАЛГАА

Дэд проф. Ц.Оюунцэцэг

ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

tsoyun_22@yahoo.com

Abstract

This paper presents the results of technological research and feasibility study of the flotation enrichment to produce the zircon bulk concentrate from ore samples of Khalzanburgedei rare earth element deposit, located in Myangad, Khovd province. In addition to the zircon, containing rare elements, though certain amount of some minerals such as fluorite and granet are occurred, those minerals can't be vital for enrichment due to low-content. Difficulty for the zirconia enrichment is that specific weights are the same for amphibole, pyroxene, epidote, fluorite, granet and leucoxene. Therefore, it's necessary to select the specific method for getting zircon from them. Because zircon consists of very small particles, it needs to be crushed by 0,063mm. Our research was made for extracting the rare earth elements enrichment through gravitaty separation, froth flotation, acid leaching, electrostatic process. From those methods, combination of gravitation and flotation is considered to be the best way to enrich ore of the deposit. The result of the research shows that zircon bulk was concentrated by gravitation from 0,61 percent ore grade to 2,98 percent concentrate grade, with 5,5 percent yield and 24,87 percent recovery, and by flotation from 0,61 percent ore grade to 3,2 percent concentration grade, with 14,77 percent yield and 58,02 percent recovery.

Түлхүүр үг: цуглуулагч, соронзон- флотацийн хосолмол арга, хам баяжмал

1. Судлагдсан байдал

Өнөөгийн байдлаар манай оронд гадолинит, ортит, бритолит, ксенотим, бастнезит, фергюсонит болон эвдиалитын өндөр агуулгатай шүлтлэг гранит, пегматит, сиенитын төрлийн Халзан бүргэдэй, Лугийн гол, Мушгиа худаг, Ханбогд, Баян-хошуу зэрэг ордууд нь үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой ордод тооцогддог.

Халзан бүргэдэйн шүлтлэг боржингийн массив нь жижиг дунд зэргийн ширхэгт ховор металл агуулагч шүлтлэг боржингоос тогтжээ. Анхны шүлтлэг боржингийн метасоматоз хувирлын үр дүнд альбитжих, калишпатжих, эпидотжих, серицитжих зэрэг процесс явагдаж, үүний дүнд өнгөт эрдсүүд эпидот, төмрийн усан исэл, лейкоксен зэрэг эрдсүүдэд хувирч шинээр үүссэн калишпат, альбит, кварцын дунд калишпат, плагиоклазын реликт мөхлөгүүд ажиглагдаж байна. Халзан бүргэдэйн хүдрийн районд дээрх төрлийн метасоматууд маш өргөн дэлгэр тархсан байна. Газрын ховор элемент болон ховор металлын эрдэслэг бүрэлдхүүний хувьд Халзан бүргэдэйн массив, түүнийг бүрдүүлэгч шүлтлэг боржин, түүнтэй холбоотой метасоматит нь нилээд онцлог орд юм. Баруун монголд байрлах энэхүү орд нь маш олон төрлийн ховор металлын эрдсийн бүтэц найрлагатай бөгөөд дэлхийд байдаг ийм төрлийн ордуудаас нилээд өвөрмөц нь юм. Чулуулгийг бүхэлд нь метасоматит хувиралд орсон жижиг-дунд зэргийн ширхэгт амфибол-пироксентэй шүлтлэг боржин гэж нэрлэж болно. Метасоматит хувирлын үр дүнд циркон, флюорит, гранат, лейкоксен, альбит, кальцит үүссэн гэж үзэж байна.

Чулуулгийг бүрдүүлж байгаа гол эрдэс бол альбит, калишпат, кварц, амфибол-пироксен байна. Чулуулаг бүхэлдээ боржинлог структуртэй, массивлаг текстуртэй байна.

Шүлтлэг боржингийн голлох эрдэс нь альбит, кварц, калишпат, амфибол, пироксен бөгөөд циркон, флюорит, кальцит, гранат, лейкоксенжсэн сфен зэрэг нь голлох эрдсүүдийн завсар хооронд байрласан байна. Гол эрдэс нь циркон байна. Циркон нь газрын ховор металлын бүх элементүүдийг агуулдгаараа онцлог юм. Газрын ховор элемент агуулсан цирконоос гадна флюорит, гранат зэрэг ашигт эрдэс

тодорхой хэмжээгээр тааралдаж байгаа боловч тэдний агуулга бага учир үйлдвэрийн ач холбогдолтой эрдэс байж чадахгүй.

Цирконийг баяжуулахад хүндрэлтэй тал нь амфибол, пироксен, эпидот, флюорит, гранат, лейкоксен зэрэг нь бүгд хувийн жингээр адилхан байдагт оршиж байна. Иймд эдгээр эрдсээс цирконийг салгах онцгой аргыг сонгох шаардлагатай. Мөн циркон нь маш жижиг ширхэгтэй учир түүнийг 0.063 мм-ээр буталж баяжуулах шаардлагатай байна.

2. Судалгааны арга зүй

Бодисын найрлагын судалгаа хийхийн тулд тухайн ордын бодисын найрлагыг төлөөлөхүйц үндсэн хүдэр, агуулагч чулуулаг зэрэг тусгайлан авсан дээжнээс тунгалаг шлиф, аншлиф, брикет бэлтгүүлэн минераграф, минералог, петрографийн шинжилгээ судалгаа хийж, рентгенодифрактометрийн аргаар эрдсийг оношлон баталгаажуулж, эрдэслэг бүрэлдэхүүнийг жингийн хувиар тогтоов.

Химийн шинжилгээгээр тодорхойлогдсон Ce, Ga, Hf, La, Nd, Pr, Rb, Sm, Ta, Th, V зэрэг газрын ховор металлуудын харьцангуй өндөр агуулга нь циркон, колумбит-танталит зэрэг эрдсүүдтэй холбоотой байна.

3. Туршилтын үр дүн

Халзан бүргэдэйн ордын хүдрийн 260 кг орчим дээжинд технологийн туршилтыг явуулав. Халзанбүргэдэйн ордоос авсан 2 төрлийн технологийн дээжинд лабораторийн туршилтыг флотацийн аргаар явуулав. Геологийн төв лабораторт хийгдсэн шинжилгээний үр дүнгээр дээжин дэх ГХЭ-ийн ислүүдийн нийлбэр агуулга 28-54 % хооронд $ZrSiO_4$ -ын агуулга нилээд их хэмжээтэй 1,0% агуулагдаж байна.

Лабораторын шинжилгээний баяжигдах чанарын судалгааг флотацийн аргаар явуулав. Анхдагч дээжийг 1.0, 0.5, 0.25, 0.125, 0.063 мм ширхэглэлээр шигшин ангилсан. Флотацийн ширхэглэл хүртэл нунтаглаж, урвалжийн орцыг өөрчлөн, флотацийн туршилтыг явуулав. Үндсэн, хяналтын ба цэвэрлэгээний флотациар туршилтыг явуулав.

Флотацийн туршилтанд олеат натри, олейны хүчил $Na(C_{18}H_{33}O_2 Na)$, диэтилдитокарбонат натрия ($C_5 H_{10} NS_2 Na \cdot 3H_2O$), нарсны тос, дитофосфат, шингэн шил ($mSiO_2 \cdot Na_2O$) зэрэг урвалжуудыг хэрэглэж явуулсан. Эдгээр урвалжууд нь флотацийн туршилтанд цуглуулагч урвалжаар олеат натри, олейны хүчил $Na(C_{18}H_{33}O_2 Na)$, диэтилдитокарбонат натрия ($C_5 H_{10} NS_2 Na \cdot 3H_2O$) байгалийн гидрофоб шинж чанартай эрдсүүдийг флотацлах зориулалтаар нарсны тос, хөөсрүүлэгч урвалж дитофосфат, шингэн шил ($mSiO_2 \cdot Na_2O$) зэрэг урвалжуудыг хэрэглэн туршилтыг явуулсан. Флотацийн туршилтын схемийг зураг 1-т, туршилтын үр дүнг хүснэгт 1-д үзүүлэв.

Флотацийн туршилтыг 20-30 минутын хугацаатайгаар, pH-9.0-9.5-орчинд, булингын нягтыг 20-30 % хатуулагтайгаар тохируулж явуулсан болно. Хүдрийг туршилтанд бэлтгэх нунтаглалтын туршилтыг 5, 10, 20, 30, 40, 60 минутын хугацаанд явуулж, тус бүрийг флотацийн туршилт явуулсан үр дүнг хүснэгтэнд үзүүлээ. Химийн шинжилгээний үр дүнгээр баяжмалын агуулга, металл авалтыг тооцлоо. Халзан бүргэдэйн ордын дээжийг 40, 30, 20, 10, 5 хугацаатайгаар нунтаглалт хийж, урвалжийн горимыг ижил өгч, флотацийн туршилт явуулахад 40, хамгийн өндөр агуулгатай баяжмалыг авч байна. Гэвч хэт нунтаглалт нь флотацийн үр дүнд муугаар нөлөөлж байгаа учир нунтаглалтыг 0.074 мм-ээс доош нунтаглах шаардлагагүй нь туршилтын үед харагдаж байв.

Урвалжийн зарцуулалтыг тогтоох

Цуглуулагчаар олейны хүчил ($C_{18}H_{33}O_2 Na$) урвалжын орцыг оновчлох туршилт хийсэн үр дүн. Флотацийн 1,2,3,4,5-р туршилты хүдрийг 7,25 минут нунтаглаж Флотацийг шингэн шилний орцыг 100, 200, 300 г/г горимоор дараах схемийн дагуу явуулав. Туршилтын үр дүнг хүснэгт 2 ба 3-д үзүүлэв.

Халзанбүргэдэйн ордын хүдэрт нягтын эрс ялгаатай эрдсүүд нэн ялангуяа хээрийн жоншны эрдсийн агуулга өндөр байгаа нь эрдсийн найрлагын үр дүнгээс харагдах учир гравитаци-флотацийн хосолмол аргыг хэрэглэх нь зохимжтой.

Гравитаци-флотацийн аргаар газрын ховор элементийн хүдрийг баяжуулах 2 үндсэн аргыг санал болгож байна.

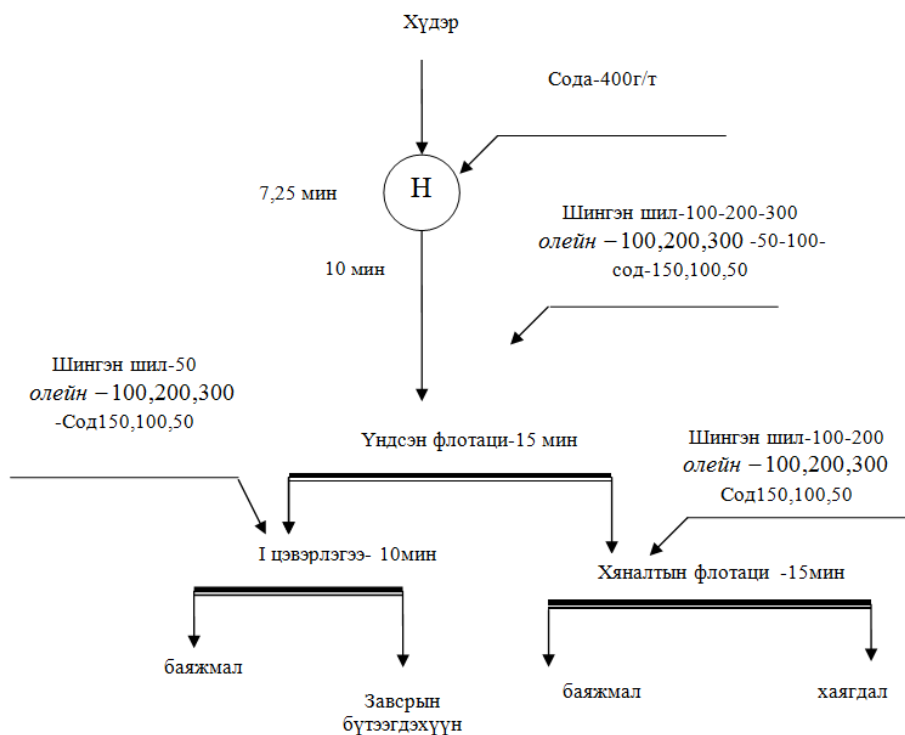
I хувилбар

- Мушгиа сепаратор, баяжуулах ширээн дээр хөнгөн фракци кварцыг ялгах
- Гравитацийн баяжмалыг халуун савангийн уусмалд угааж конусан сепараторт ялган тунгааж авна. Элсийг хүйтэн усаар зайлна. Дараа нь хүчиллэг орчин бий болгох хүхрийн хүчилтэй чанд хийж хутгана.
- Хүчлээс шүүж аваад флотацид оруулна.
- Флотацийг рН=2 орчинд механик машинд явуулж, бохир баяжмалыг 3 үе шаттай цэвэрлэгээ хийж, 95-97% цирконы баяжмал ялган авна.
- Баяжмалыг шүүж хатаагаад индукцийн роликон 3 туйлт соронзон сепараторт соронзон фракцийг ялгана

Флотацийн хаягдлыг соронзон сепараторт, баяжмалыг ширээгээр баяжуулж, Zr-66%, TiO₂-97% метал авалттай ялган авах боломжтой

II хувилбар

- Хүдрийг -1мм хүртэл нунтаглана.
- Соронзон биш кварц, силлиманит, пирохлор, лейкексен зэрэг эрдсийг соронзон сепаратороор ялгана.
- Электростатик сепараторт гранат, монацит, ыг ялгана.
- Флотацийн өмнө хүхрийн хүчлээр үйлчлэнэ
- рН-(7-9)орчинд флотацийг явуулна.
- Олеат натри буюу алькилсульфат натри, изооктилфосфат натри хэрэглэнэ.
- Циркон хөөсөн бүтээгдэхүүнд ялгарна.
- Тосны хүчил ба түүний саван болон катионы цуглуулагч реагент хэрэглэнэ.
- Зэсийн байван 200-300 г/т, 400-500 г/т, өгвөл бүр сайн .
- Дарагчаар(цирконы) шингэн шил, тонин, желатин, кремнефторт натрит хэрэглэнэ.



1-р зураг. Флотацийн 1,2, 3, 4, 5-р туршилтыг явуулсан технологийн схем

Хүснэгт 1

Флотацийн туршилтын үр дүн

Туршилт ¹	Бүтээгдэхүүний нэр	Гарц, %	Алтны агуулга, г/т	Металл авалт, %	Урвалжийн зарцуулалт
1	Анхдагч	100.0	0.63	100.0	40'-ын нунтаглалт, Олейновий кислый -100 г/т, Шингэн шил-50г/т, сода- 50г/т
	Баяжмал	17.0	2.02	54.6	
	Хаягдал	83.0	0.35	45.4	
2	Анхдагч	100.0	0.36	100.0	30'-ын нунтаглалт, Олеат натри-100 г/т шингэн шил -50г/т, сода 50г/т
	Баяжмал	11.2	1.6	49.78	
	Хаягдал	88.8	0.2	50.22	
3	Анхдагч	100.0	0.29	100.0	20'-ын нунтаглалт, Олеат натри-100 г/т шингэн шил -50г/т, сода 50г/т
	Баяжмал	10.1	1.2	41.79	
	Хаягдал	89.9	0.1	31.0	
4	Анхдагч	100.0	0.48	100.0	10'-ын нунтаглалт, Олеат натри-100 г/т шингэн шил -50г/т, сода 50г/т
	Баяжмал	13.7	1.5	42.8	
	Хаягдал	86.3	0.2	50.22	
5	Анхдагч	100.0	0.37	100.0	5'-ын нунтаглалт, Олеат натри-100 г/т шингэн шил -50г/т, сода 50г/т
	Баяжмал	9.2	1.6	39.78	
	Хаягдал	90.8	0.2	49.0	

Хүснэгт 2

Гравитаци-флотациар боловсруулсан туршилтын үр дүн

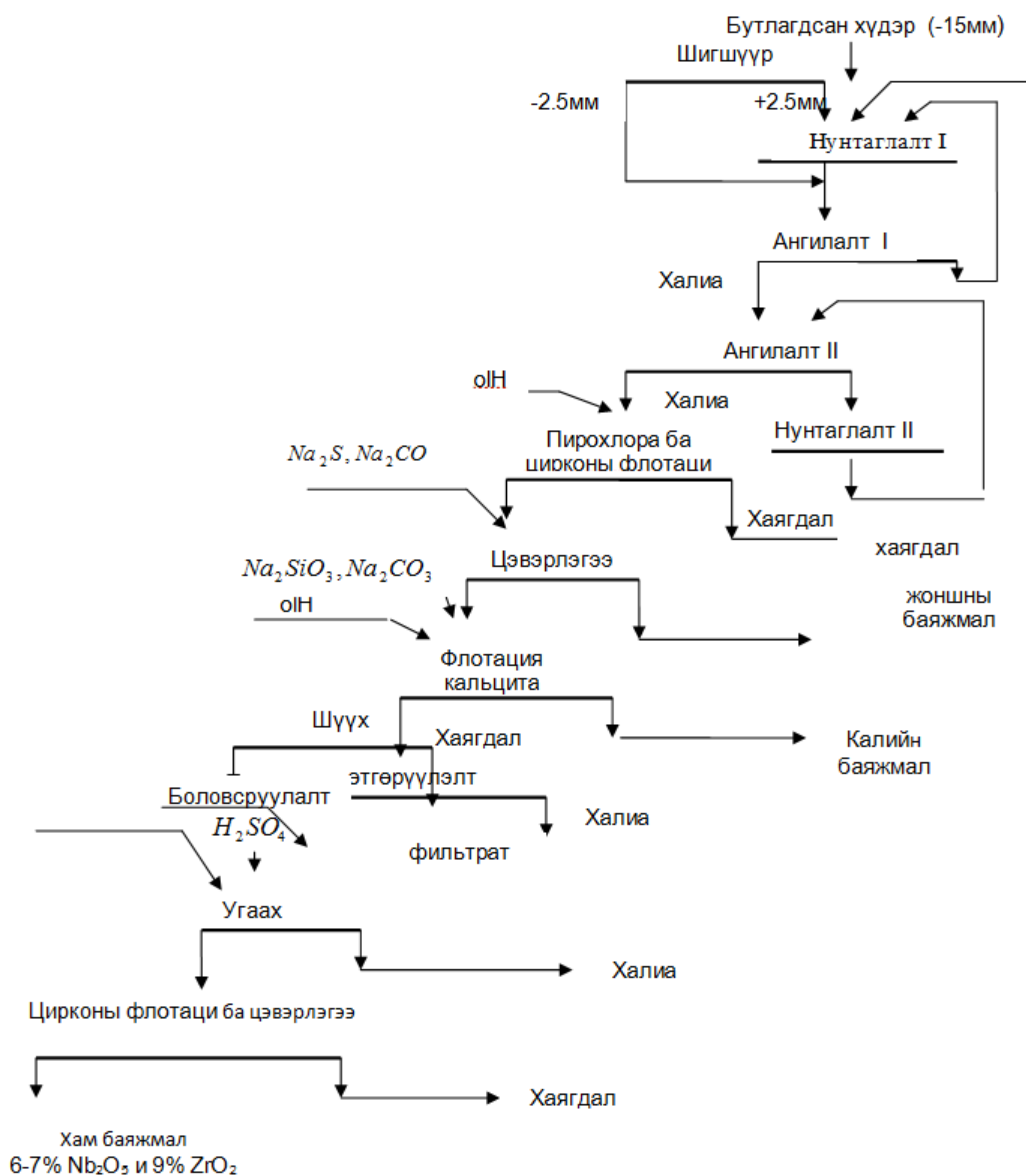
1	Бүтээгдэхүүний гарц	Жин, кг	Гарц, %	Алтны агуулга, г/т	Металл авалт, %
1	Анхдагч дээж		100.0	0.61	100.0
Гравитацийн туршилт					
2	Баяжмал	0.55	5.5	2.85	24.87
3	Завсрын бүтээгдэхүүн	0.95	9.5	0.99	14.92
	Хаягдал	8.5	85.0	0.41	55.31
Флотацийн туршилт					
5	Баяжмал	78.6	14.77	3.20	58.02
6	Пр.пр	13.4	2.52	1.25	3.21
	Хаягдал	440.0	82.71	0.58	48.95
	Анхдагч	532.0	100.0	0.98	110.18

Хүснэгт 3

Халзанбургэдэйн ховор металл шүлтлэг боржингийн баяжмалын бүтээгдэхүүний брикетийн шинжилгээний үр дүн (баяжмалын бүтээгдэхүүний нэр, эрдсийн агуулга,%)

д/д	Эрдсийн нэр	Флотацийн баяжмал	Флотацийн хаягдал	Ширээний баяжмал	Ширээний хаягдал
1	Циркон	9.7	3.2	12.3	2.4
2	Амфибол-пироксен, биотит, эпидот	8.4	2.8	51.1	14.7
3	Флюорит	2.7	0.2	12.7	3.4
4	Гидрогетит, магнетит	6.4	1.1	9.5	4.3
5	Лейкоксен	3.3	0.7	3.7	1.2
6	Плагиоклаз	21.4	22.2	2.3	12.9
7	Калийн хээрийн жонш	31.3	52.2	5.6	40.4
8	Кварц	16.8	17.6	2.8	20.7

Тайлбар: Гравитаци, флотацийн туршилтын дараа гарсан бүтээгдэхүүнд брикет бэлтгүүлж петрографийн шинжилгээ хийлгүүлсэн үр дүн.



2-р зураг. Халзан бүргэдэйн газрын ховор элементийн хүдрийг баяжуулах технологийн схем

Дүгнэлт

1. Газрын ховор элемент агуулсан цирконоос гадна флюорит, гранат зэрэг ашигт эрдэс тодорхой хэмжээгээр тааралдаж байгаа боловч тэдний агуулга бага учир үйлдвэрийн ач холбогдолтой эрдэс байж чадахгүй.
2. Цирконийг баяжуулахад хүндрэлтэй тал нь амфибол, пироксен, эпидот, флюорит, гранат, лейкоксен зэрэг нь бүгд хувийн жингээр адилхан байдагт оршиж байна.
3. Хүдрийг гравитаци, хөвүүлэн баяжуулах, хүчлээр уусгах, цахилгаан соронзон баяжуулалтын аргаар боловсруулж ховор элементийг ялган авах судалгааг хийв. Эдгээр аргуудаас гравитаци-флотацийн хосолсон арга нь энэ ордын хүдрийг баяжуулахад хамгийн тохиромжтой арга гэж үзэж байна.

4. Гравитаци- флотацийн хосолмол аргаар явуулсан туршилтын үр дүнгээр 0,61% $ZrSiO_4$ анхдагч агуулгатай хүдрийг баяжуулж, гравитацийн аргаар 2.98% агуулгатай баяжмалыг, 5.5% гарцтай, 24.87% металл авалтайгаар, флотацийн баяжмалыг 3.2% агуулгатай баяжмалыг, 14.77% гарцтай, 58.02% металл авалтайгаар цирконы хам баяжмалыг гарган авсан.
5. Халзан бүргэдэйн газрын ховор элементийн хүдрийг баяжуулах санал болгож буй технологийн схемийг зураг 3-т үзүүлэв.

Ашигласан ном хэвлэлийн жагсаалт

- [1] С. К. Gupta and N.Krishnamurthy, *Extractive Metallurgy of Rare Earths*, CRC press, 2005.
- [2] <http://www.britannica.com/biography/Carl-Auer-Freiherr-von-Welsbach>
- [3] http://www.matamec.com/vns-site/page-rare_earth_elements-en.html
- [4] В. А. Михайлов, Редкоземельные руды мира: геология, ресурсы, экономика, Киевский университет, 2010.
- [5] С.И.Полькин, Обогащение руд и россыпей редких и благородных металлов, Москва «Недра», 1987.
- [6] US Geological Survey, *Mineral Commodity Summaries 2016*, Reston, Virginia, 2016.
- [7] British Geological Survey, *World Mineral Production 2010-2014*, Keyworth, Nottingham, 2016.
- [8] Mountain Pass, Molycorp Mountain Pass Mine Expansion Project: Environmental Impact Report [Draft], California, USA, December 1996.
- [9] Ling Zhi Li, Xiaosheng Yang, *China's Rare Earth Ore Deposits and Benefication Techniques*, ERES2014: 1st European Rare Earth Resources Conference [Milos] 04-07/09/2014.
- [10] Жакулин В. Сатур, Кензо Санематсу, *Халзан Бүрэгтэйн ГХЭ-ийн 2012 оны төслийн тайлан: Баяжуулах туршилтын үр дүн /Финлянд улс, Геологийн судалгааны төв GTK/, Дэвшилтэт үйлдвэрлэл, Шинжлэх ухаан – Технологийн Үндэсний Хүрээлэн (AIST)-ийн Геологийн нөөц баялаг – Газарзүйн хүрээлэн, Монголиан Лантаноиде корпораци-д, Mineral F2012-022, 2013 оны 3-р сарын 22-н.*
- [11] Жакулин В. Сатур, Кензо Санематсу, Буэнавентуред П. Калабия. Халзан Бүрэгтэйн хүдрийн туршилтын үр дүнгийн тайлан, Дэвшилтэт үйлдвэрлэл, Шинжлэх ухаан – Технологийн Үндэсний Хүрээлэн (AIST)-ийн Геологийн нөөц баялаг – Газарзүйн хүрээлэн, Монголиан Лантаноиде корпораци-д, Mineral F2013-001, 2013.
- [12] К. А. Разумов, В. А. Перов, *Проектирование обогатительных фабрик*, Москва, “Недра”, 1982.
- [13] U. Kempe, R.Mockel, T. Graupner, J. Kynicky, E. Dombon, *The genesis of Zr-Nb-REE mineralisation at Khalzan Buregte (Western Mongolia) reconsidered*, Ore Geology Reviews 64 (2015) 602–625.
- [14] К. В. Федотов, Н. И. Никольская, *Проектирование обогатительных фабрик*, Москва, издательство “Горная книга”, 2012.
- [15] А. С. Донченко, В. А. Донченко, *Справочник: Механика рудообогатительной фабрики*, Москва, “Недра”, 1986.
- [16] О. С. Богданов, *Справочник по обогащению руд*, Москва, “Недра”, 1982.

Зохиогчдийн тухай

Ц. Оюунцэцэг нь ОХУ-ын (одоогоор Украин Улс) Донецкийн Политехникийн Дээд Сургуулийг Ашигт малтмалын баяжуулалтын технолоич- уул уурхайн инженер мэргэжлээр төгсгөөд, эрдэм шинжилгээ, судалгааны байгууллага болон боловсролын салбарт ажиллаж байна.

Ашигт малтмалын баяжуулалтын технологич- уулын инженер, дэд профессор, техникийн ухааны доктор, Монгол Улсын зөвлөх инженер.

АЛТНЫ ХҮДЭР БА ЭРДСҮҮДИЙН ТЕХНОЛОГИЙН ШИНЖ ЧАНАРЫН СУДАЛГАА

Докторант Б.Нямдаваа

ШУА, ХХТХ-ийн Эрдсийн технологийн төв

narsar54@yahoo.com

Abstract

This paper is aimed to study the differences of gold ores, technological properties, types, gold minerals, characteristics of them and enriching methods for variety of gold ore. Features for separating gold ore include chemical composition, physical and mechanical properties and enriching technology. In order to make some experiments and tests on gold ore, we need to study chemical composition and then define the main characteristics, such as valuable minerals for processing, technological feature of gold particles, ore oxidation and pollutants. In result of this paper, we have appeared the research to determine the specific enriching method based on them.

Key words: chemical composition, technological properties, ore classification

1. Оршил

Алтны хүдрийн ордын хайгуулын үе шатны ажил сүүлийн 2012-2015 онуудад эрс буурсан ч цөөн тооны хувийн хэвшлийн байгууллагын эзэмшлийн тайлбайд хайгуул явуулж байна. Ашигт малтмалын хайгуулын ажлын хүрээнд нөөцийг баталгаажуулахад тавигддаг чухал ажлын нэг нь ордын хүдэрт технологийн үнэлгээ өгөх судалгаа, туршилт байдаг. Одоогийн байдлаар манай улсад алтны хүдрийн баяжицын туршилт судалгааны ажил технологийн шаардлагын түвшинд ихэвчлэн гадны улс оронд өндөр үнээр хийгдэж байна. Иймээс алтны үндсэн орд газрын хүдрийн болон алт, түүнийг дагалдах бусад ашигт эрдсүүдийн судалгаа, баяжуулах технологийн судалгааг шаардлагын хэмжээнд явуулах асуудал чухал байна. Хүдрийн алт үйлдвэрлэлийн технологи нь шороон ордын алт баяжуулах технологитой адилгүй. Энд алтны хүдрийн бодисын найрлага, алтны технологийн онцлог шинж чанар, баяжуулах технологи зэрэг нь нарийн мэргэжлийн ур чадвар, техник технологийг шаарддаг. Монгол оронд алтны хүдрийг баяжуулан үнэлгээ өгөх нарийвчилсан судалгааны арга аргачлал хомс, туршилт шинжилгээ, судалгаа явуулах туршлага бага, лабораторийн судалгааны нөхцөл муу байна. Алтны хүдрийн орд газруудын судалгаа, туршилт шинжилгээний ажлуудыг ихэвчлэн гадны улс оронд захиалгаар хийлгэж, түүний үр дүн, технологи нь нууцын зэрэглэлд байдаг зэргээс мэдээлэл маш ховор байна.

Энэхүү өгүүлэлд алтны хүдрийн технологийн туршилт, судалгааны ажлын үндэслэл болох бодисын найрлагын (петрографи, минераграфи, минералог, хими, спектр г.м) шинжилгээ, түүний хүрээнд тодорхойлогдох үндсэн шинж чанарууд (алт болон дагалдах үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой эрдсүүд, хүдрийн исэлдэлтийн зэрэглэл, баяжуулах технологит нөлөөлөх хортой хольцууд, технологит нөлөөлөх алтны онцлог шинж чанарууд) –ын тухай, технологийн эдгээр шинж чанарууд дээр үндэслэн баяжуулах технологийн сонголтыг хийх хүдрийн төрөл ангиллын судалгааны үр дүнг толилуулж байна. Судалгааны ажлын үр дүн алтны хүдрийн баяжуулалтын технологийн туршилт шинжилгээ, судалгааны ажлыг явуулах арга зүйн ач холбогдолтой шинэ мэдээлэл болно.

Алтны хүдрийн технологийн шинж чанарын судалгаа

Алт агуулсан хүдэр нь бодисын найрлагаараа өөр хоорондоо нэлээд ялгаатай. [1]В.И.Зеленов. Зарим хүдэрт хувийн жингээрээ 90% -иас дээш кварц, зарим тохиолдолд кварцтай зэрэгцэн барит 50-60%, карбонат 20-30% хүртэл, төмрийн усан исэл 25% хүртэл турмалин 50% хүртэл агуулагдана. Сульфидийн агуулга (ихэнхдээ пирит, арсенопирит, пирротин) 0-80% хүртэл хэлбэлзэнэ. Бусад олон эрдсүүд

агуулагдахаас гадна дагалдах чулуулгууд нь сланцууд, гранитууд, диоритууд байж болно. Хүдэр бүр өөр хоорондоо физик шинж чанараараа ялгагдана. Түүнээс гадна хүдэр нь өөр хоорондоо алтны шинж чанар, түүнтэй ассоциаци үүсгэх эрдсүүдийн шинж чанараар ялгаатай байна.

Технологийн туршилт судалгааны ажлын үед хүдрийн технологийн шинжтэй холбоотой бодисын найрлагын судалгааг явуулна. Бодисын найрлагын судалгаагаар дараах шинж чанаруудыг тодорхойлно. Үүнд:

- Алт болон үйлдвэрийн ач холбогдол өгөх бусад ашигт эрдсүүдийг тодорхойлох;
- Хүдрийн исэлдэлтийн (сульфидуудтэй харьцуулсан) зэргийг тодорхойлох;
- Технологид нөлөөлөх хортой нэгдлүүдийг тогтоох;
- Хүдэр дэх алтны онцлог шинж чанарыг (мөхлөгийн хэмжээ, мөлгөржилт, гадаргуугийн байдал зэрэг) тодорхойлох;

Алт агуулсан хүдрийн технологийн ангиллыг дээрх технологийн шинж чанаруудаар ангилан харуулсаныг хүснэгт 1-д үзүүлэв.

Алтны хүдрийг үйлдвэрлэлийн ач холбогдол, үнэт металл агуулсан шинж чанараар нь алтны, алт-мөнгөний, алт-зэсийн, алт-зэс-пиритийн, алт-сурьмагийн, алт-ураны, алт-пиритийн, алт-теллур-пиритийн, алт-мышьякийн, алт-холимог металлын төрлүүдэд ангилдаг. Хүдрийн төрлийн нэршил бүрд үйлдвэрийн ач холбогдол өгөх нэгдлүүд заагдсан байдаг. Жишээ нь: алт-холимог нэгдлүүдийн хүдэрт алтнаас гадна үйлдвэрийн ач холбогдол бүхий үнэт нэгдлүүд болох зэс, хар тугалга, цайр, мөнгө, пирит, барит, никель, цагаан алт зэрэг нь дагалдана. Үүнд алт-холимог металлын хүдэр хамаарна.

Хүснэгт 1-д үйлдвэрлэлд нэлээд түгээмэл хэрэглэгддэг хүдрийн жагсаалтыг оруулсан бөгөөд нөөц нь бага тохиолддог эсвэл мэдээлэл хомс олдсон хүдрийг оруулсангүй. Үүнд: алт-хар тугалга, алт-цайр, алт-висмут, алт-гянтболд, алт-барит, алт-турмалин, алт-цагаан тугалга зэрэг орно.

Алтнаас гадна хүдэрт үйлдвэрийн ач холбогдол бүхий ашигт эрдсүүдийг агуулах нь хүдрийн баяжуулах технологийн сонголтод нөлөөлөх гол үзүүлэлтүүдийн нэг болдог. Энэ үзүүлэлтүүд тогтмол нэмэгддсээр байна. Энэ нь нэг талаас алт агуулсан хүдрийн олборлолт өсөж, нөгөө талаас ашигт эрсүүдийг түүхий эдээс иж бүрэн ялган авах шаардлага тавигдаж байгаатай холбоотой юм.

Алтны хүдрийг исэлдэлтийн зэрэглэлээр нь анхдагч (сульфидийн), холимог ба исэлдсэн гэж ангилдаг.

Анхдагч хүдэр нь үйлдвэрлэлд өндөр ач холбогдол үзүүлдэг давуу талтай. Сульфидийн агуулга түүнд 10-аас 80-90% хүртэл хэлбэлзэнэ. Сульфидийн зарим хүдэрт исэлдэлт нь алтыг ялган авах технологид нөлөө үзүүлэхгүй хэмжээнд байна.

Исэлдсэн хүдрийн гол шинж чанарыг түүнд агуулагдах төмрийн исэл тодорхойлно. Сульфидууд нь исэлдсэн хүдэрт бараг тохиолдохгүй, технологид нөлөө бараг үзүүлэхгүй бага хэмжээгээр агуулагдана.

Хагас исэлдсэн хүдэрт сульфидууд байхаас гадна исэлдсэн төмрийн эрдсүүд, бусад металлууд байна. Хүдэрт эрдсийн зарим нэгдлүүд нь үйлдвэрийн ач холбогдолгүй (агуулга доогуур) боловч технологийн ажиллагаанд сөрөг нөлөө үзүүлдэг. Үүнд: зэсийн эрдсүүд болох халькопирит, хризолоос бусад пирротин, элементарь хэлбэрийн селен эсхүл селенүүд, нүүрсний бодисууд, теллур болон хялбар үүсдэг шаварын нэгдлүүд орно. Эдгээр эрдсүүдийг агуулсан хүдрийг зэст, сурьмат, пирротинт, селент, нүүрст, теллурт, шаварлаг гэж нэрлэнэ.

Зэсийн хүдэрт агуулагдах аранжин зэс, куприт, малахит, азурит, халькозин(Cu- 0,2-0,3%) нь уусган баяжуулалтын үед цианидыг өндөр тунгаар зарцуулагдахад хүргэх учир уусмалд алтыг суулгаж авахад хүндрэлтэй тул энэ аргаас татгалзахад хүргэдэг. Сурьмагийн эрдсүүд, пирротин, селен элементарь хэлбэрт, селенат хэлбэрт цианжуулалтын процессыг хүндрүүлж алт ялган авах ажиллагаанд сөрөг нөлөөлдөг. Нүүрсжсэн хүдэр нь цианжуулалтад хэрэглэхэд хүндрэл учруулан биедээ алтыг шингээж баяжуулалтын технологийн процессыг удаашруулдаг сөрөг талтай. Теллурт хүдэр нь алтны мөхлөгийн хэсгийг теллуридын хэлбэр болох калаверит, сельванит, петцит болон бусад хэлбэрүүд дотор агуулдаг. Цианжуулалтын үед теллурт алт нь уусмалд маш удаан хувирах бөгөөд теллурын хүдрийг зориуд тусгай арга хэрэглэн боловсруулна.

Алтны хүдэрт шаварлаг үүсгэгч эрдсүүд болох тальк, шаварын эрдсүүд, сланц зэрэг нь бутлалт, өтгөрүүлэлт, флотаци, шүүх ажиллагаанд сөрөг нөлөө үзүүлж хүндрүүлдэг. Иймээс эдгээр эрдсүүдийг агуулсан хүдрийг тусгай аргуудыг ашиглан боловсруулна.

Хүдрийн алтны технологийн шинж чанар

Хүдэрт агуулагдах алт нь 20 нэр төрлийн (хавсралт1) эрдсүүдийн хэлбэрт оршино.

Үйлдвэрлэлийн сонирхол хамгийн их татах алт нь төрц (самородное) алт юм. Төрц алт нь янз бүрийн хэлбэртэй, агуулгатай, бусад олон эрдсүүдтэй нэгдэж металл бүтцийг үүсгэх ба ихэвчлэн кварцтай, пириттэй, арсенопириттэй, бариттай нэгдэл үүсгэнэ.

Технологийн процесст оролцох байдлаар нь алтны мөхлөгийг ширхэгийн хувьд дараах байдлаар ангилна. Том- 70 мкм-ээс том, дунд, жижиг (70 мкм-ээс жижиг, 1 мкм-ээс том), маш жижиг (дисперслэг, 1 мкм-ээс доош), зарим үед том ширхэгтэй алтны мөхлөгт маш том буюу 0,5-0,6мм хэмжээтэй тохиолдоно.

Том ширхэгтэй алт нь хүдрийг нунтаглах явцад бусад эрдсүүдийн холбоосоос чөлөөлөгдөж (сул чөлөөт хэлбэрт шилжих) гравитацийн баяжуулалтын үед хялбар ялгаран баригдах боловч флотацийн үед муу баяжигдаж, цианжуулалтын үед уусалтын урт хугацаа шаардах зэрэг сөрөг нөлөөллүүд үүсгэдэг байна.

Жижиг ширхэгт алт нь нунтаглалтын дараа зарим хэсэг нь чөлөөт байдалд шилжиж, хэсэг нь бусад эрдсүүдээс (ургалттай алт) чөлөөлөгдөж чаддаггүй. Чөлөөт хэлбэрийн жижиг ширхэгт алт нь сайн флотацилагдах ба цианжуулалт ч мөн сайн явагдаж алт нь хурдан уусдаг боловч гравитацийн аргаар алдагдал ихтэй баяжигдана. Ургалтат жижиг ширхэгт алт нь цианжуулалтын үед муу уусах ба флотацийн үед түүний флотацилагдах чанарыг түүнтэй холбогдсон эрдсийн шинжээр тодорхойлно.

Дисперслэг алт нь хүдрийн нунтаглалтын үед бусад эрдсүүдээс бараг салж чөлөөлөгддөггүй. Үндсэн масс нь агуулагч эрдэс дотроо үлдэнэ. Ихэвчлэн пирит, арсенопиритийн эрдсүүд ийм шинжийг үзүүлнэ. Дисперслэг алтны агуулга нь зарим пиритийн хүдэрт 1 тонн –д хэдэн зуун грамаар тооцогдохоор агуулагдана. Гравитацийн болон флотацийн баяжуулалтын үед алтны мөхлөг нь эрдсийг агуулагч нэгдлүүдтэйгээ хамт баяжигдана. Хэрэв алтны мөхлөг нь сульфид дотор байвал сульфидуудыг задалсаны дараа цианжуулалтад оруулна. Энэ нь ихэвчлэн исэлдүүлэн шатаах процесст хамаарна. Сульфидийн бус эрдсүүдийг кварцаас салгахад зөвхөн хайлуулж дотроос нь алтыг ялган авна. Зарим хүдэрт нүх сүвэрхэг сульфидийн эрдсүүд болох төмрийн усан исэлд, карбонатад орших ба энэ тохиолдолд циант уусмалд уусгалт явуулан алтыг ялган авна.

Анхдагч болон хагас исэлдсэн алтны хүдэр нь ихэвчлэн том ширхэгтэй алт (хүснэгт 1) агуулдаг. Том болон жижиг ширхэгт алт нь алт-ураны хүдэрт агуулагдана. Сульфидийн агуулга өсөх тутам хүдэр дэх маш жижиг алтны агуулга өсдөг. Алт-пиритийн хүдэрт ийм алт нь 10-15% -ийг эзэлдэг байна. Алт-зэс, алт-мышьяк, алт-сурьмагийн хүдэрт 30-50%, зарим алт-холимог металлын нэгдлийн хүдэрт бараг бүхэлдээ алт нь маш дисперслэг байдаг. Иймээс энэ төрлийн алтны хүдрийн технологийн боловсруулалтад флотаци, шатаалт, хайлуулалтыг өргөн хэрэглэж гравитаци, цианжуулалтын технологи нь үүрэг гүйцэтгэхгүй болно.

Алтны геометрийн хэлбэр дүрс, бүтэц нь технологийн үйл ажиллагаанд онцгой нөлөө үзүүлдэг. Үүнд: гравитацийн аргаар баяжуулахад изометрлэг, монолит (цул) хэлбэрийн алт гадаргуу нь мөлгөр, сархиархаг алтнаас илүү баяжигддаг байна. Флотацийн аргаар хавтгайлаг, хуузааслаг алт нь илүү баяжигдана.

Алтны хүдэрт 10 гаруй элементүүд болох хортой хольцууд болох мөнгө, зэс, хар тугалга, висмут, сурьма, төмөр, теллур, мышьяк, марганец хамаарагдана. Мөнгө 10-50% ба түүнээс дээш хувь, бусад хортой хольцууд ихэвчлэн 0,1%-иас багагүй, зарим үед 0,5% хүртэл, маш ховор тохиолдолд 1%-иас хэтэрдэг. Хольц ихтэй алтны цэвэр алтнаас ялгагдах гол шинж чанар нь хольцууд нь алтны нягтыг бууруулах, бүтцийг өөрчлөх ба алт нь химийн харьцаагаар үнэт чанараа алдсан байдаг. Төмрийн эрдэс нь алтанд соронзон чанарыг бий болгодог. Алтны бүтцийн өөрчлөлт нь флотацийн болон цианжуулалтын үед илүү ажиглагддаг. Хортой хольцууд нь флотацилагдах чанарыг бууруулж тэдгээрийн хэмжээ өсөх тутам исэлдэлт явагдах нь хурдасч технологит сөрөг нөлөө үзүүлдэг. Цианжуулалтын үед мөнгө, зэсийн агуулга өсөх тутам алтны уусалт удаашрах хандлагатай болдог. Ялангуяа зэс нь маш өндөр зэргийн хэмжээнд алтны уусалтыг зогсоодог.

Алтны хүдрийг баяжуулах технологид түүний гадаргуугийн байдал мөн нөлөө үзүүлнэ. Алтны мөхлөг нь төмрийн, марганцын, аргентит, ковеллин, галенит, каолинит болон бусад эрдсүүдэр гадаргуу нь бүрхэгдсэн байдаг. Алтны гадаргуу нь байгалийн бохирдлоос гадна механик байдлаар бохирдсон байдаг. Ялангуяа нунтаглалтын үед энэ үзэгдэл илүү ажиглагдана. Гравитацийн баяжуулалтын үед том ширхэгтэй бохирдсон гадаргуут алт нь баяжмалд ордог нь энгийн технологиор (амальгам) ялган авахад бэрхшээл учруулна. Хэрэв алтны гадаргуу нь зузаан, нягт ихтэй бохирдсон үед алт нь цианын уусалтад

орохгүй. Эсвэл алтны гадаргуу нь саргар, нүх сүвэрхэг бол цианын уусалтад орох боловч цианжуулалт маш удаан явагдана.

Хүснэгт 1

Алт болон алт агуулсан хүдрийн технологийн ангилал

Алтны хүдрийн төрөл	Исэлдэлтийн зэрэг	Технологид нөлөөлөх чанарууд, нэгдэл	Алтны ширхэгийн хэмжээ	Алтны хүдрийг баяжуулах үндсэн аргууд ¹
Алтны хүдэр	Анхдагч	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Технологийн шинж чанар хүндрүүлэх нэгдэлгүй ➤ Сурьма агуулсан ➤ Нүүрсжсэн 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Том, жижиг ➤ Том, жижиг ➤ Холимог дисперслэг ➤ Том болон жижиг 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Цианжуулалт, ховроор флотаци ➤ Цианжуулалт, флотаци ➤ Зарим үед хаягдалд флотаци нь цианжуулалтын хамт ➤ Флотаци, ховроор тусгай аргууд, цианжуулалтыг эсвэл нүүрсийг флотацилан, хаягдлыг нь цианжуулах
	Хагас исэлдсэн	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Технологийн шинж чанар хүндрүүлэх нэгдэлгүй ➤ Зэсийн ➤ Шаварлаг 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Том, жижиг ➤ Том, жижиг ➤ Том, жижиг 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Цианжуулалт, ховроор флотаци ➤ Флотаци эсвэл флотацийн хаягдлыг цианжуулалттай хослуулах ➤ Флотаци, цианжуулалт эсвэл флотацийн хаягдлыг цианжуулах, зарим үед флотаци ба цианжуулалт нь шаварлаг зайлуулах аргатай хосолно.
	➤ Исэлдсэн	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Технологийн шинж чанар хүндрүүлэх нэгдэлгүй ➤ Зэсийн ➤ Селент ➤ шаварлаг 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Том, жижиг ➤ Том, жижиг ➤ Том, жижиг ➤ Том, жижиг, дисперслэг 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Цианжуулалт ➤ Флотаци, хаягдлыг цианжуулах ➤ Ховроор цианжуулалтын тусгай аргууд ➤ Цианжуулалт тусгай аргын горимоор ➤ Цианжуулалт, уусгалт
Алт-мөнгөний	Анхдагч, хагас исэлдсэн, исэлдсэн	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Хортой хольцгүй ➤ Марганцтай 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Холимог дисперслэг ➤ Холимог дисперслэг 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Алт-зэсийн баяжмалыг салгах флотаци ➤ Флотаци, ховроор марганцыг хүхрийн хүчлээр уусгаж дараа нь цианжуулах
Алт-зэсийн	Хагас исэлдсэн	Хортой хольц бага	Холимог дисперслэг	➤ Алт –зэсийн баяжмал салгах флотаци, ховор тохиодолд зэсийг уусгаж дараа нь төмрөөр цементлэн авах, зэс, алт, сульфидийг флотацилах
	Исэлдсэн	Хортой хольц бага	Холимог дисперслэг	Зэсийг хүчилд уусгах, дараа нь төмрийн цементаци, цементлэгдсэн төмрийн баяжмалыг флотацилж зэс-алтны баяжмал ялган авах
Зэс-алт-пиритийн	Анхдагч	➤ Хортой хольцгүй	➤ Холимог дисперслэг	➤ Алт, зэс, пиритийн баяжмал салгах флотаци

Алтны хүдрийн төрөл	Исэлдэлтийн зэрэг	Технологид нөлөөлөх чанарууд, нэгдэл	Алтны ширхэгийн хэмжээ	Алтны хүдрийг баяжуулах үндсэн аргууд ¹
		➤ Мышъяктай	➤ Жижиг, нарийн дисперслэг	➤ Алт, зэс, пиритийн баяжмал салгах флотаци
Алт-сурьмат	Анхдагч	Хорт хольцгүй	Холимог дисперслэг	Алт-пирит ба сурьмагийн салгасан эсвэл хам баяжмал ялган авах флотаци
Алт-урант	Анхдагч	Хорт хольцгүй	➤ Том, жижиг ➤ Холимог дисперслэг	Цианжуулаад дараа нь ураныг ялган авах эсвэл алт-ураны баяжмал ялган авах флотаци
Алт-уран-пиритийн	Анхдагч	Хорт хольцгүй	➤ Том, жижиг ➤ Холимог дисперслэг	Цианжуулалт, ураныг хүхрийн хүчлээр уусгах, пиритийг флотацилж дараа нь шатаах
Алт-пиритийн	Анхдагч	Хорт хольцгүй	➤ Холимог дисперслэг ➤ Том ба жижиг ➤ Жижиг, маш нарийн дисперслэг	➤ Флотаци, ховроор цианжуулалт ➤ Флотаци, ховроор цианжуулалт ➤ Флотаци, ховроор цианжуулалт
		➤ Теллурт	➤ Холимог дисперслэг	➤ Флотаци, хаягдлыг цианжуулах, эсвэл цианжуулах ба хаягдлыг флотацилах
		➤ Нүүрсжсэн	➤ Том ба жижиг	➤ Нүүрсжсэн бодис сульфидуудыг хамт флотацилах
		➤ Шаварт	➤ Жижиг, маш нарийн дисперслэг	➤ Тусгай горимоор флотацилах
	Хагас исэлдсэн	➤ Хорт хольцгүй ➤ Теллурт	➤ Том, жижиг ➤ Том, жижиг	➤ Флотаци, ховроор цианжуулалт, эсвэл флотацилан хаягдлыг цианжуулах ➤ Цианжуулалт, хаягдлыг хүчиллэг орчинд флотацилах
Алт-теллур-пиритэт	Анхдагч	➤ Хорт хольцгүй	➤ Холимог дисперслэг	➤ Флотаци, цианжуулалт, пиритийн баяжмалыг шатаах, теллурыг уусгалт явуулж ялгах
Алт-мышъяк	Анхдагч	➤ Хорт хольцгүй	➤ Холимог дисперслэг ➤ Том ба жижиг ➤ Жижиг ба нарийн дисперслэг	➤ Хам флотаци,(зарим үед хаягдлыг цианжуулах) эсвэл ➤ Цианжуулалт, хаягдлыг флотацилах
Алт-холимог нэгдлүүд	Анхдагч	➤ Хорт хольцгүй	➤ Холимог дисперслэг ➤ Том ба жижиг ➤ Жижиг ба нарийн дисперслэг	➤ Салган ялгах флотаци, зарим үед хэд хэдэн бүтээгдэхүүнийг (хаягдал, пиритийн баяжмал ба бусад) цианжуулах

¹Том алтны мөхлөг агуулсан үед гравитацийн баяжуулалтыг хэрэглэх нь зүйтэй.

Төрц алтнаас гадна түүний бусад төрлүүд болох интерметалл нэгдлүүдийн эрдсүүд тохиолдоно. Үүнд алтны теллуридууд, антимонид, селенид, нүүржсэн хүдэрт органик нэгдлүүдийн төрөл болох гумусын хүчил, битумын төрөлд алт нь бага судлагдсан хэлбэрт орших бөгөөд исэлдэлтийн дараа маш нарийн ширхэгтэй төрц алтны хэлбэрт шилждэг.

Теллурын алт нь хэврэг шинж чанартай учир гравитацийн үед хэт нунтагралд орж баяжуулах боломжгүй болдог. Харин флотацийн аргаар (цианид, шохойгоор) сайн ялгардаг байна. Цианын уусмалд теллурид алт нь удаан уусна. Шатаах үед теллуридын хөнгөн хөвөгч нэгдлүүд нь алтыг далдалдаг. Бусад эрдсүүдийн талаарх технологийн шинж чанарын судалгаа байхгүй байна.

Алтны хэлбэр болон бодисын найрлагын судалгааны олон шинж чанар түүнээс үнэт нэгдлүүдийг ялгах технологийг боловсруулахад бэрхшээл учруулдаг. Ихэнх хүдэрт алтнаас гадна үйлдвэрлэлийн хэмжээнд мөнгө, агуулагдах бөгөөд түүний орших янз бүрийн хэлбэр нь баяжуулах технологийг хүндрүүлдэг.

Дүгнэлт:

1. Алтны хүдрийн бодисын найрлагын судалгааны үед тогтоогдох 4 үндсэн технологийн шинж чанар, алт болон түүнийг дагалдах үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой эрдсүүд, алтны хүдрийн исэлдэлтийн зэрэг, хортой хольцууд, алтны мөхлөгийн технологийн онцлог шинж чанарууд, баяжуулалтын технологид үзүүлэх нөлөөлөл, технологийн шинжүүдэд үндэслэн алтны хүдрийг технологийн ангиллын тодорхой төрөлд хамруулах, түүний дагуу хүдрийг баяжуулах аргыг тогтоох арга зүйн судалгааг гаргав.
2. Алтны хүдрийн туршилт судалгааны ажлыг явуулахад чухал шаардлагатай технологийн шинж чанаруудыг практикт ашиглах нь чухал хэрэгцээтэй байна.
3. Судалгааны үр дүнг ашиглан алтны хүдрийн тодорхой орд газруудын сорьц дээжид бодисын найрлагын судалгаа, туршилт явуулан үр дүнг гарган авах, ШУ-ны үндэслэлтэй болохыг батлах, хүдрийн болон алтны технологийн шинж чанаруудын нөлөөг нарийвчлан судлах шаардлагатай байна.

Ашигласан материалын жагсаалт

- [1] Зеленов В.И. Методика исследования золотосодержащих руд. М.,Недра. 1983
- [2] Леонов С.Б. Белькова О.Н. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. Москва.интерметинжинеринг. 2001.
- [3] Козин В.З, Тихонов.О.Н. Исследование полезных ископаемых на обогатимость”, М.,Недра.1990
- [4] Нямдаваа Б. Алтны хүдэрт технологийн үнэлгээ өгөх туршилт явуулах аргачлал. 2014.

Зохиогчийн тухай

Б.Нямдаваа: ОХУ-ын Екатеринбургийн Уул Уурхайн Академийг уул уурхайн инженер – баяжуулагч мэргэжлээр төгссөн. МУ-ын Зөвлөх инженер. ШУТИС-ийн докторант. Үнэт, ховор, өнгөт, хар металлын чиглэлээр 30-аад жил эрдэм шинжилгээ, туршилт судалгаа явуулсан. “Алтны хүдрийн технологийн ангилал, баяжуулалт” чиглэлээр судалгааны ажил гүйцэтгэж байна.

ХАЙЛУУР ЖОНШНЫ БҮХЭЛЛЭГ ХҮДРИЙГ ГРАВИТАЦИЙН АРГААР БАЯЖУУЛАХ СУДАЛГАА

Магистр Н.Сугир-Эрдэнэ*, Г.Орхонтуул

*ШУА-ийн Хими, Химийн технологийн хүрээлэн

Sugiraa85@gmail.com, G.Orkhontuul@gmail.com

Abstract

This research work is aimed to improve quality of ФК75, ФК80 and ФК85 fluoride concentrate and to increase the lower grade of fluorite than those concentrate through gravitay separation. In laboratory, we have tested that method and estimated results. According to this research work, we have made the selection of a gravity equipment which is acceptable to improve quality of ФК concentrates, get high-grade standard ФК concentrate and separate muddy mixture from the them, which are concentrated by hand picking from ore of Chuluut tsagaan deli. Two types of ore, initial sample with mostly clay and the classified and washed fluorite, were crushed to -20mm and then concentrated by the centrifuge. Inertia crusher was used to crush the ore. In result of being crushed by it, it effects significantly to separate fractures of fluorite from rock or slime parts for good "washing" enrichment. The result of centrifuge's test shows it was 67,05 percent grade after washing the initial sample with 55,98 percent grade. The there was 84.9 percent grade, 67.4 percent recovery and 53.23 percent yield on the mesh with -20mm whereas there was 75.8 percent grade, 20.9 percent recovery and 18.49 percent yield under the mesh with -3mm. For tailings, there was 66.69 percent grade, 11.7 percent recovery and 11.76 percent yield.

Key words: Gravitation, centrifuge, recovery, yield

1. Оршил

Манай улс флотацын баяжмал, бүхэллэг жонш буюу металлургийн баяжмал гэсэн хоёр төрлөөр хайлуур жоншны бүтээгдэхүүнийг экспортолдог. Жилдээ дунджаар 400 гаруй мянган тонныг экспортолдогос 150 орчим мянган тонн флотацын баяжмал, 260 аад мянган тонн металлургийн жонш тус тус эзэлж байна. Хайлуур жоншны ордын хүдрийг баяжуулах технологийн аргуудыг авч үзвэл хөвүүлэн баяжуулах, гар ялгалт, хүндийн жингээр ялгах гэсэн аргуудыг нэрлэж болно. Эдгээрээс хөвүүлэн баяжуулах аргыг манай улсад гүйцээн баяжуулахад өргөнөөр хэрэглэж фф92, фф95, фф97 маркийн баяжмал гарган авч байна. Үүнээс гадна хөвүүлэн баяжуулахын өмнө гар ангилалт хийж фк80, фк85, фк75 гэсэн маркийн бүхэллэг жонш гаргадаг. Энэ судалгааны ажилд ФК75, ФК80, ФК85 маркийн бүхэллэг жоншны баяжмалын чанарыг дээшлүүлэх мөн дээрх маркт хүрэхгүй байгаа бага агуулгатай бүхэллэг жоншны агуулгыг өсгөх зорилгоор байгаль орчин, эрүүл ахуйд сөрөг нөлөөгүй эдийн засагт хэмнэлттэй, хялбар арга болох хүндийн жингийн аргаар хүдрийг баяжуулж болох боломжийн судалгааг лабораторийн аргаар туршиж үзэн, үр дүнд боловсруулалт судалгаа хийлээ. Судалгааны ажлын гол зорилго болсон гравитацаар тунаах ашиглан баяжуулах аргыг бага нөөцтэй ордуудад, хөвүүлэн баяжуулахын өмнө гар ангилалт хийж бүхэллэг баяжмал гаргадаг баяжуулах үйлдвэрүүд Мөн манай оронд хэрэгжиж байгаа хувиараа ашигт малтмал олборлогчдод зориулсан хөтөлбөр, төслийн хүрээнд хувиараа жонш олборлогчдын гар аргаар олборлосон хүдрийг баяжуулахад хэрэглэх бүрэн боломжтой юм.

2. Судалгааны материал, арга зүй

Хэнтий аймгийн Хан-богд суманд оршдог “Чулуут цагаан дэл” хайлуур жоншны ордын бүхэллэг жоншны хүдрийг сонгон авлаа. минералогийн шинжилгээний үр дүнгээс хархад тус ордын хүдрийн үйлдвэрийн ач холбогдолтой эрдэс нь флюорит байна. Флюорит нь квадрат, тэгш өнцөгт, изометрлэг хэлбэртэй, бүдэг ягаанаас тод ягаан өнгөтэй, идиоморфнозернист структуртэй, мөхлөгийн хэмжээ 0.01-0.6 мм-ийн хооронд хэлбэлзэж байна. Хүдэрт кальцит (CaCO₃) агуулагдаагүй бөгөөд сульфидийн

(пирит) агуулга маш бага учир хүдрийг баяжуулахад хүндрэлгүй болно. Хүдэр дэх флюориттай хам ургалттай чулуулгын агрегатууд болон жижиг ширхэгт шаварлаг эрдэс харьцангуй их (39,46%) байгаа нь флотацийн баяжуулалтанд сөргөөр нөлөөлөх тул судалгааны ажилд шаварлаг ихтэй фк75, фк80, фк85, ФК75, ФК80, ФК85 маркт хүрэхгүй байгаа бага агуулгатай бүхэллэг жоншны агуулгыг өсгөх зорилгоор байгаль орчин, эрүүл ахуйд сөрөг нөлөөгүй эдийн засагт хэмнэлттэй, хялбар арга болох хүндийн жингийн аргаар буюу тунаах машинаар хүдрийг баяжуулж болох боломжийн судалгааг лабораторийн аргаар туршиж үзэн, үр дүнд боловсруулалт судалгаа хийлээ.

3. Үр дүн, хэлэлцүүлэг

Судалгаанд хамрагдсан анхдагч хүдэрт хийгдсэн шигшүүрийн шинжилгээг -20 мм-ээс доош ангиллын материалд явуулж үр дүнг гарган авав. Шигшүүрийн шинжилгээний үр дүнг 1-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 1

Шигшүүрийн шинжилгээний үр дүн

№	Ангилал, мм	бүхэллэгийн ангийн гарц		кумулятив гарц, %	
		%	Кг	нийлбэрээр	ялгавраар
1	-20+11,2	27.3	12.29	27.3	100
2	-11,2+5,6	15.6	7.02	42.9	72.7
3	-5,6+2,5	26.1	11.75	69	57.1
4	-2,5+1,8	10.2	4.59	79.2	31
5	-1,8+0,6	12.1	5.45	91.3	20.8
6	-0,6	8.7	3.92	100	8.7
	дүн	100	45		

4. Гравитацийн баяжуулах туршилт

Гравитацийн баяжуулах туршилтад “МОД-0,2” маркийн тунаах машин ашиглав. “МОД-0,2” тунаах машин нь -20мм хүртэлх материалыг боловсруулахад зориулагдсан хаягдал ба шаварлаг зүйлээс үнэт металл, ашигт эрдсүүдийг ялгах, хүнд эрдсүүдийн элс, үйлдвэрлэлийн хэрэгцээтэй эрдсүүдийг (барит, хромит, нүүрс \ дахин баяжуулах, суурь металлын ислүүд, сульфидууд, уран зэрэг түүхий эдийг анхдагч хүдрээс ялгах, зонхилор тохиолдолд шороон ордын хүдрийг боловсруулахад хамгийн өргөн хэрэглэгдэнэ. Шаварлаг ихтэй анхдагч бүхэллэг дээж болон угаан ангилсан бүхэллэг жонш гэсэн хоёр төрлийн хүдрийг тунаах машинаар баяжуулах технологийн схемийг боловсруулав. Бутлалтын ширхэглэлийг тогтоох үүднээс бүхэллэг анхдагч дээжийг 15, 20, 25мм ангилалд буталж анги тус бүрийг тунаах машинаар баяжуулан гарсан дээж тус бүр дээр хийсэн боловсруулалтын үр дүнг хүснэгт 2-4-д тус тус үзүүлэв.

Хүснэгт 2

-15мм -ээр фракцын анхдагч дээж дээр явуулсан гравитацийн туршилтын үр дүн

№	Бүтээгдэхүүн	гарц, %	Агуулга, %	Жонш авалт, %
		CaF ₂		
1	шигшүүр дээрх баяжмал	30.1	65.24	45.85
2	шигшүүр доорх баяжмал	11.79	50.21	13.82
3	хаягдал	58.11	29.72	40.33
4	Анхдагч хүдэр	100	42.83	100

-15мм ангиллаар буталсан туршилтын үр дүнгээс хархад 42.839% агуулгатай анхдагч хүдэр тунаах машинаар баяжигдаад 65,24% -ийн агуулга, 30,1% гарц, жонш авалт нь 45,85% тай гарсан байна. 15мм фракцын туршилтаар агуулга нь хэдий өндөр боловч жонш авалт болон гарцын хувьд бага байгаа нь харагдаж байна. Заверын бүтээгдэхүүн болох шигшүүр доорх бүтээгдэхүүнийг баяжмал нийлүүлэхэд

бүхэллэг баяжмалын агуулга 9% -иар буурч байсан учир торон доорх бүтээгдэхүүнийг хаягдалд тооцон авлаа.

Хүснэгт 4

-20мм ээр фракцын анхдагч дээж дээр явуулсан гравитацийн туршилтын үр дүн

№	бүтээгдэхүүн	гарц, %	Агуулга, %	Жонш авалт,
		CaF ₂		%
1	шигшүүр дээрх баяжмал	33.33	65.04	50.61
2	шигшүүр доорх баяжмал	11.5	51.22	13.75
3	хаягдал	55.17	27.67	35.64
4	Анхдагч хүдэр	100	42.83	100

20мм бутлан туршилтанд оруулсан үр дүн 15мм ангилалд туршсан үр дүнгээс агуулга болон гарцын хувьд илүү үр дүн үзүүлэв. Туршилтын үр дүнгээс харахад 42.839 агуулгатай анхдагч хүдэр тунаах машинаар баяжигдаад 65,04% -ийн агуулга, 33,33% гарц, жонш авалт нь 50,61% тай гарсан байна. Завсрын бүтээгдэхүүн болох торон доорх бүтээгдэхүүнийг баяжмал нийлүүлэхэд бүхэллэг баяжмалын агуулга буурч байсан учир торон доорх бүтээгдэхүүнийг хаягдалд тооцон авлаа.

Хүснэгт 4

-25мм ээр фракцын анхдагч дээж дээр явуулсан гравитацийн туршилтын үр дүн

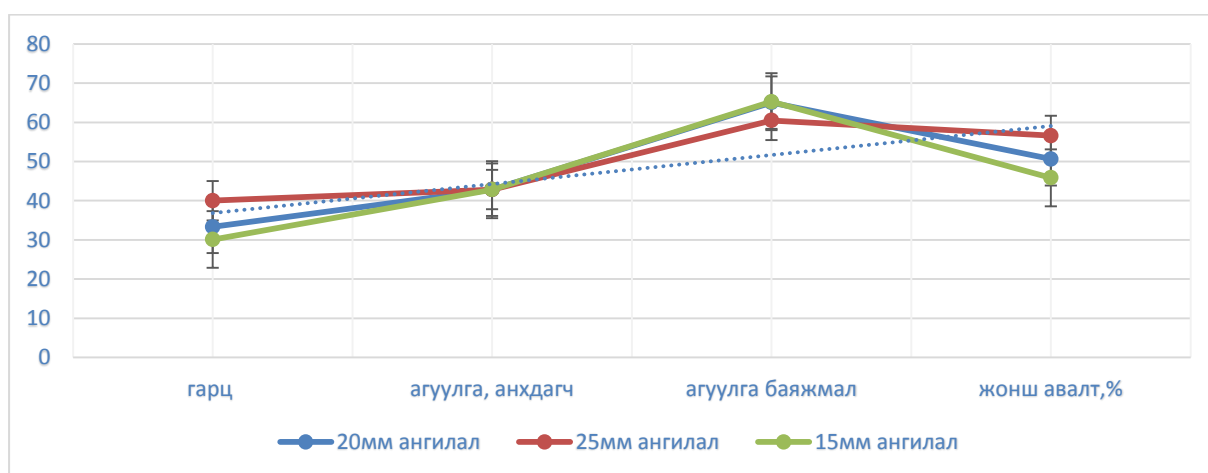
№	бүтээгдэхүүн	гарц,%	Агуулга, %	Жонш авалт,
		CaF ₂		%
1	шигшүүр дээрх баяжмал	40.01	60.47	56.61
2	шигшүүр доорх баяжмал	10.03	48.41	11.34
3	хаягдал	49.96	27.48	32.05
4	Анхдагч хүдэр	100	42.83	100

-25мм ангиллаар буталсан туршилтын үр дүнгээс хархад 42.839% агуулгатай анхдагч хүдэр тунаах машинаар баяжигдаад 60,47% -ийн агуулга, 40,01% гарц, жонш авалт нь 56,61% тай гарсан байна. Завсрын бүтээгдэхүүн болох торон доорх бүтээгдэхүүнийг баяжмал нийлүүлэхэд бүхэллэг баяжмалын агуулга буурч байсан учир торон доорх бүтээгдэхүүнийг хаягдалд тооцон авлаа.



1-р зураг. -20мм-н ангилалын анхдагч дээж дээр явуулсан гравитацийн туршилтын тоо чанарын схем

Гравитацийн угаах туршилтаар -15мм, -20мм, -25мм –ээр бутлан тус бүрд нь угаах туршилтыг явуулав. -25мм ангиллаар буталсан туршилтын үр дүнгээс хархад 42.84 агуулгатай анхдагч хүдэр тунаах машинаар баяжигдаад 60,47% -ийн агуулга, 40,01% гарц, жонш авалт нь 56,61% тай гарсан ба энэ туршилтаар жонш авалт болон гарц харьцангуй өндөр гарсан боловч CaF₂-н агуулга багассан нь харагдаж байна. Харин -15мм ангиллаар буталсан туршилтын үр дүнгээс хархад 42.84 агуулгатай анхдагч хүдэр тунаах машинаар баяжигдаад 65,24% -ийн агуулга, 30,1% гарц, жонш авалт нь 45,85% тай гарсан байна. Дээрх 2 туршилтаас агуулга нь хэдий өндөр боловч жонш авалт болон гарцын хувьд бага байгаа нь харагдаж байна. -20мм ангиллаар буталсан туршилтын үр дүнгээс хархад 42.84 агуулгатай анхдагч хүдэр тунаах машинаар баяжигдаад 65,04% -ийн агуулга, 33,33% гарц, жонш авалт нь 50,61% тай гарсан байна. Дээрх 2 туршилтаас илүү үр дүн үзүүлсэн байгаа нь харагдаж байна. Цаашид тунаах машинаар баяжуулхад -20мм ангиллаар бутлан баяжуулах нь зүйтэй. Зураг 1-д -20мм-н ангиллын анхдагч дээж дээр явуулсан гравитацийн туршилтын тоо чанарын схемийг харууллаа. Зураг-2 д анхдагч хүдэр дээр тунаах машинаар явуулсан туршилтын үр дүнгийн графикаар харуулав.



2-р зураг. Анхдагч хүдрийг тунаах машинаар туршсан туршилтын үр дүн

5. Угаагдсан дээжийг тунаах машинаар туршсан туршилт

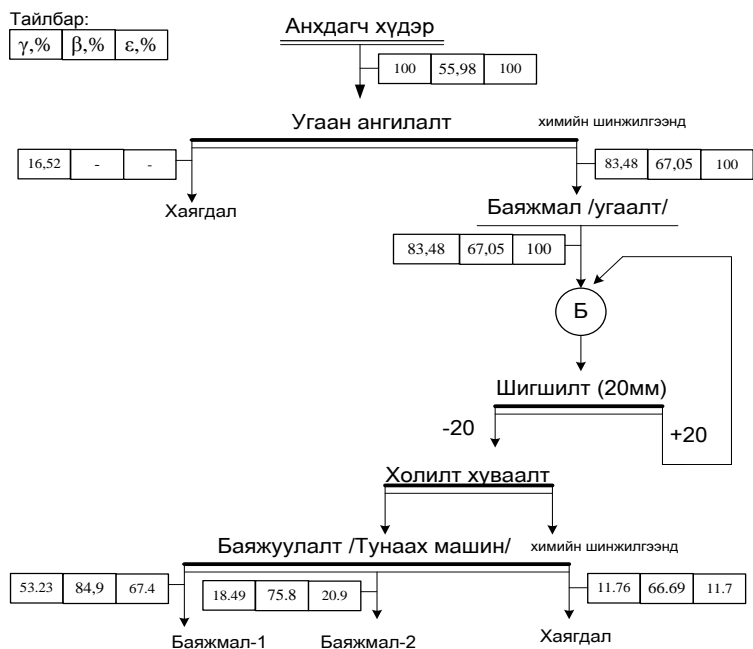
2-р туршилт нь анхдагч дээжийг угаан ангилж угаагдсан бүхэллэг баяжмалыг -20мм ээр бутлан гравитацийн тунаах машинаар гүйцээн баяжуулах дараалалаар явагдана. Анхдагч 55,98% агуулгатай бүхэл хүдрийг угаасны дараа 67,05% агуулгатай болсон хүдрийг тунаах машинаар гүйцээн баяжуулсан үр дүнг хүснэгт 5-д харуулав.

Хүснэгт 5

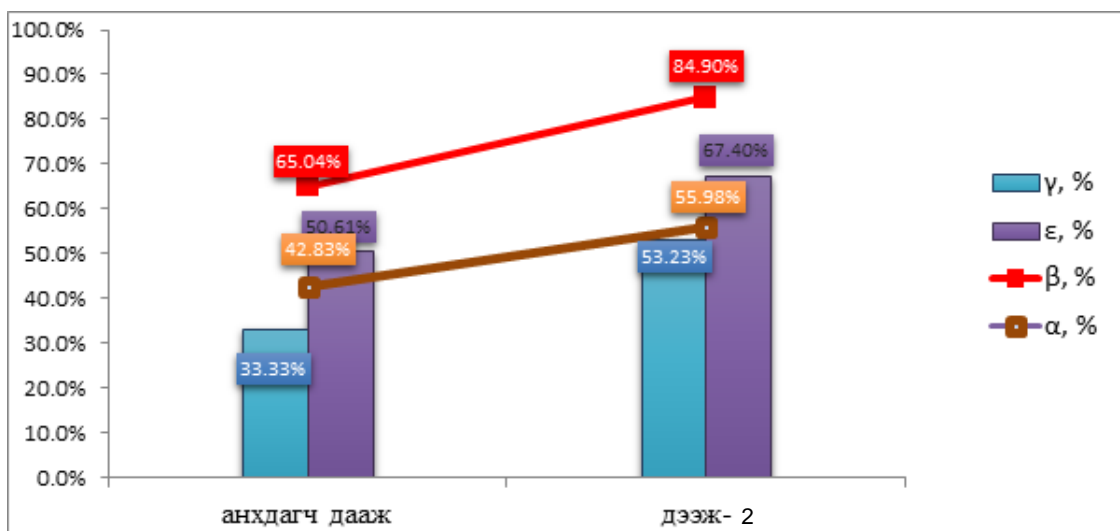
Дээж-2 дээр явуулсан гравитацийн туршилтын үр дүн

№	бүтээгдэхүүн	Гарц,		Агуулга, %	Жонш авалт,
		кг	%	CaF ₂	%
угаан ангилалт					
1	баяжмал	44.75	83.48	67.05	100
2	хаягдал	8.85	16.52		
3	анхдагч хүдэр	53.6	100	55.98	100
гүйцээн баяжуулалт /тунаах машин/					
4	Торон дээрх баяжмал	28.53	53.23	84.90	67.40
5	Торон доорх баяжмал	9.91	18.49	75.80	20.90
6	хаягдал	6.31	11.76	66.69	11.70
7	баяжмал/тунаах/	44.75	83.48	67.05	100.00

Туршилтын үр дүнгээс хархад 55,98%-ийн агуулгатай анхдагч хүдрийг угаах туршилтаар баяжуулан CaF₂-н агуулга 67,05% -той босон баяжмалыг тунаах машинаар гүйцээн баяжуулж 84,9%-ийн CaF₂-н агуулгатай болгон өсөж жонш авалт нь 67,4%, гарц нь 53,23% болон маш сайн үр дүн үзүүлэв. Бүхэллэг жоншны хүдрийг угаан ангилсан болон тунаах машинаар гүйцээн баяжуулсан туршилтын үр дүнг зураг3-д тоо чанарын нэгдсэн схемээр харуулав.



3-р зураг. Бүхэллэг жоншны хүдрийг угаан ангилсан болон тунаах машинаар гүйцээн баяжуулсан туршилтын тоо чанарын схем



4-р зураг. Тунаах машинаар баяжуулсан туршилтын үр дүн

6. Дүгнэлт

1. Анхдагч хүдрийг 15, 20, 25мм ангилалаар бутлахдаа инерцээр буюу алхан бутлуурыг сонгон бутлалт хийлээ. Алхан бутлуураар буталсаннаар бүхэллэг хайлуур жонш нь хоосон чулуулаг буюу шаварлаг хэсэгтэй ан цаваар бутран баяжуулалтанд сайн угаагдаж үр дүнд сайнаар нөлөөлж байна.
2. Дээрх 3 ангилалд тунаах машинаар баяжуулсан туршилтын үр дүнгээс хархад анхдагч дээжинд анхдагч хүдрийн агуулга 42,84%-н агуулгатай -20мм ширхэглэлтэй хайлуур жоншны хүдрийг баяжуулахад шигшүүрэн дээрх баяжмалын агуулга хамгийн өндөр үр дүн болох 65,04%, жонш авалт 50,61%, гарц 33,33%, харин шүгшүүрэн доорх -3мм баяжмалын агуулга 51,22%, жонш авалт, 13,75%, гарц 11,5%, хаягдал жоншны агуулга 27,67%, жонш авалт 35,64%, гарц 55,17% -н үзүүлэлттэй гарсан боловч жоншны гарц болон металл авалт бага гарсан нь анхдагч дээжийг шууд тунаах машинаар баяжуулахад сайн үр дүн гарахгүй нь тогтоогдож байна.
3. 55,98%-ийн агуулгатай анхдагч хүдрийг угаах туршилтаар баяжуулан CaF_2 -н агуулга 67,05% -той болсон баяжмалыг тунаах машинаар гүйцээн баяжуулж 84,9%-ийн CaF_2 -н агуулгатай болгон өсөж жонш авалт нь 67,4%, гарц нь 53,23% болон маш сайн үр дүн үзүүлэв.
4. Дээрх 2 туршилтаас үзэхэд хайлуур жоншны ядуу агуулгатай бүхэллэг хүдрийг угаан ангилж шаварлаг хэсгээс нь салгасны дараа -20мм хүртэл бутлан тунаах машинаар баяжуулсан туршилтын үр дүн нь илүү сайн гарсан ба дээрх технологиор чулуут цагаан дэлийн бүхэллэг хүдрийг баяжуулж стандартын баяжмал гарган авч үйлдвэрт тулгамдаад байгаа асуудлыг бүрэн шийдэх боломжтой болох нь харагдаж байна.

Ашигласан материал

- [1] Богданова.О.С “Справочник по обогащению руд” том 2. Недрa. 1982 он. 382 х
- [2] Богданова.О.С “Теория и технология флотации руд” Недрa. 1990 он. 367 х
- [3] Б.Чинзориг. “Бага агуулгатай жоншны хүдэр баяжуулах үр ашгийн судалгаа” илтгэл “Жонш үйлдвэрлэлийн өнөө, ирээдүй, далд уурхайн технологийн хөгжил” онол –практикийн бага хурал, Бор-Өндөр
- [4] Б.Нямдаваа, С.Баяраа “Монгол орны хайлуур жонш дэлхийн зах зээлд гарахдаа ямар технолиор гардаг талаарх судалгаа”, Улаанбаатар, 2012он
- [5] В.Н.Шохин, А.Г.Лопатин, “Гравитационные методы обогащения” недра,1980 он
- [6] П.Оюунсүрэн, С.Давааням, Ж.Давааням, “Ашигт малтмал баяжуулах гравитацийн арга”, Эрдэнэт хот, 2010 он.
- [7] Ч.Авдай, Д.Энхтуяа “Судалгаа шинжилгээний ажил гүйцэтгэх арга зүй” Улаанбаатар, 2013
- [8] “Чулуут цагаан дэл”-н ордын геологийн нарийвчилсан хайгуулын ажлын тайлан. УБ 2013 он.

**ГУРАВ. УУРХАЙН
ЦАХИЛГААНЖУУЛАЛТ,
МЕХАНИКЖУУЛАЛТ**

ЭКСКАВАТОРЫН ТҮРГЭН ЭЛЭГДЭХ ЭД АНГИУДЫГ СЭРГЭЭН ЗАСВАРЛАХ АРГА, ТЕХНОЛОГИ

Проф. Ц.Нанзад*, доктор (Ph.D) Х.Хашбат**

*ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

**Багануур ХК

Abstract

At first, machinery reliability and life time depend on wearing capacity of its parts and components. Because, main reasons for failure of machinery and equipment are wear and defect and fault. Wear is a typical phenomenon which occurs during whole life time of machinery. So, in the paper includes main methods related on how to restore worn surface of machinery parts and components. Some machinery parts restoration technology were processed by our research team and were explained at the end of the paper.

Keywords: restoration, wear, surface, machinery part,

Машины элэгдэл нь эд ангид элэлт [2] явагдсаны үр дүнд бий болдог бөгөөд геометр хэлбэр хэмжээ өөрчлөгдөж зөвшөөрөгдөх хэмжээнд хүрсэн тохиолдолд машины техникийн ажиллагаа зогсоно. Энэ нь дараах байдлаар илэрнэ. Үүнд:

- Харьцалтанд орох эдүүдийн ажлын гадаргуу элэгдэн зай завсар нь ихэсч цохио доргиотой ажиллахын эхлэл тавигдсан байна.
- Харьцалтанд орох эдүүдийн бүрэн байдал нь алдагдан хугарсан, хагарсан, муруйж гулзайсан зэрэг хүнд гэмтэлд орсон байдаг.
- Хүнд абразив үрэлтийн элэгдэлд орсон, зэвэнд идэгдсэн зэрэг шалтгааны улмаас тухайн эд ангийн гадаргуугаас ихээхэн хэмжээний метал үе байхгүй болсон байдаг.

Эд анги нь дээрх гэмтлүүдийн аль нэг байдалд орсон машин тоног төхөөрөмжийн хэвийн ажиллагааг сэргээхийн тулд дараах шийдвэрүүдийг гаргах болдог. Үүнд:

1. Шинэ сэлбэгээр солих.
2. Өөрсдөө шинээр хийх.
3. Хуучныг сэргээн засварлах.

Эдгээр гурван арга нь өөр, өөрийн сайн муу талтай. Нэгдүгээр аргын хувьд асуудлыг түргэн шийдэж машин тоног төхөөрөмжийн сул зогсолтыг багасгах боловч машины үйлдвэрлэл хөгжөөгүй манай орны хувьд импортоор авахаас аргагүй болж ихээхэн зардал шаардагдана. Хоёрдугаар аргын хувьд тухайн эд ангид тавигдах техникийн нөхцөл, шаардлагыг хангасан бүтээгдхүүн үйлдвэрлэж чадах эсэхээ урьдчилан сайн тооцох хэрэгтэй.

Тохирох материал, чадвартай боловсон хүчин, шаардлагатай тоног төхөөрөмж, нарийвчлал хангах багаж хэрэгсэл, өртөг зардлын хувьд хямд байж чадах эсэх гэх мэт асуудлуудыг тодорхой болгох хэрэгтэй.

Гуравдугаар аргын хувьд материалын зардал, хөдөлмөр зарцуулалтын хувьд дээрх хоёр аргатай харьцуулахад дунджаар 25-50% хямд байх бөгөөд эдэлгээ нь шинэ эд ангиас 3-5 дахин удаан байх боломжтой.

“Эрдэнэт Үйлдвэр” хамтарсан үйлдвэрийн засвар механикийн завод, Дарханы төмөрлөгийн үйлдвэр зэргийг эс тооцвол машины үйлдвэрлэл хөгжөөгүй манай улсын хувьд ихэнх үйлдвэр аж ахуйн газрууд шаардлагатай сэлбэг, эд ангийг импортоор авч, хуучныг хаягдал төмөрт нийлүүлж байна. Ингэснээр үйлдвэрлэлийн ашиг буурч бүтээгдхүүний өртөг жил бүр өсөн нэмэгдсээр иржээ.

Үйлдвэрлэлийн зардлыг тодорхой хэмжээгээр бууруулж, ашгийг нэмэгдүүлэхийн тулд элэгдсэн эд ангийг сэргээн засварлах технологийг тодорхой хэмжээгээр нэвтрүүлэх зайлшгүй шаардлагатай.

Орчин үед элэгдсэн эд ангийг сэргээн засварлах технологи нь өндөр хөгжилтэй орнуудад ихээхэн хурдацтай хөгжиж байгаа бөгөөд олон жилийн туршлага, технологийн өндөр чадавхаараа өрсөлдөж

байна. Ашиглагдаж элэгдсэн эд анги, агрегат зангилаа, машиныг шинээс нь дутахгүй чанартай сэргээн засварлаж дахин ашиглах нь сэлбэг хэмнэх үндсэн нөхцөл юм.

Гадны орны судалгаанаас үзэхэд машины эд ангийг сэргээн засварлах нь шинээр үйлдвэрлэхээс материал зарцуулалтыг 15-20 дахин, хөрөнгө оруулалтыг 5-10 дахин хэмнэж байна. Иймд Каттирфиллар, Коматцу зэрэг уул уурхайн машин механизм үйлдвэрлэгч компаниуд өөрсдийн үйлдвэрлэсэн машин техникийнхээ агрегатуудыг иж бүрнээр нь тодорхой нөхцөлтэйгээр буцаан авах сонирхолтой байдаг. Мөн экскаваторуудын ашиглалтын заавруудаас үзэхэд эд ангийн элэгдлийн хязгаарын хэмжээ 0,01-10 мм-ийн хооронд хэлбэлзэж, үүний 80 орчим хувь нь 1,0 мм хүртэл элэгдээд ашиглалтаас гардаг байна. Энэ элэгдлийн хэмжээ нь тухайн эд ангийн жинтэй харьцуулж үзэхэд түүний өчүүхэн хувийг эзэлдэг.

Элэгдсэн эд ангийг сэргээн засварлах технологийг судалж үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх нь эдийн засгийн хувьд ихээхэн ач холбогдолтой боловч өөрийн үйлдвэрийн онцлогийг харгалзан түүнд тохирсон арга технологийг сонгох нь зүйтэй юм. Элэгдсэн эд ангийг сэргээн засварлах орчин үеийн дэвшилтэт технологийг сүүлийн үед гадны улс орнууд ихээхэн үр дүнтэй ашиглаж байгаа бөгөөд манай орны уул уурхайн үйлдвэрүүдийн машин тоног төхөөрөмжийн эд ангиудыг сэргээн засварлахад одоогоор өргөн хэрэглээгүй байна.

Сэргээн засварлах технологиудаас метал эд ангийн гадаргууд элэгдэлд тэсвэртэй янз бүрийн бүрхүүл суулгах ангийн буюу дахин боловсруулалт шаарддаггүй технологийг эхний ээлжинд нэвтрүүлэх нь зохимжтой гэж үзэж байна. Ийм бүрхүүлүүд нь элэгдлийг дунджаар 3-5 дахин багасгадаг нь практикт нотлогдсон байна. Элэгдсэн эд ангийг сэргээн засварлах технологийг эзэмшихэд хялбарыг бодолцож энгийнээс нарийнд шилжих зарчмыг баримтлах нь зүйтэй.

Элэгдэлд тэсвэртэй бүрхүүлийг бий болгох туршилт судалгааны ажил сүүлийн үед эрчимтэй хийгдэж байгаа ба эдэлгээний хугацааг олон дахин уртасгаж чадсан сонирхолтой шийдлүүд ч олон бий. Энэ шийдлийн хувилбарууд нь доорх үзүүлэлтүүдээс хамаарч янз бүр байна.

Үүнд:

- Үндсэн металын төрөл, химийн найрлага.
- Элэгдлийн төрөл, шинж чанар.
- Эд ангийн хэмжээ.
- Эдэлгээний шаардагдах хугацаа зэрэг үзүүлэлтүүд багтана.

Элэгдсэн эд ангийг сэргээн засварлах шийдвэр гаргахад олон янзын нөхцөл байдлаас хамаардаг бөгөөд тодорхой дүгнэлтэнд хүрэхийн тулд дараах мэдээллүүдийг цуглуулсан байх шаардлагатай. Үүнд:

1. Элэгдэлд нөлөөлж буй үндсэн хүчин зүйлүүдийг шинжилж чухам аль нь голлохнөлөө үзүүлж буйг тогтооно.
2. Элэгдэлд нөлөөлж буй хоёрдогч хүчин зүйлсийг шинжилж тэдний нөлөөллийн зэргийг тогтооно.
3. Үндсэн металын төрөл, түүний химийн найрлага, механик характеристекүүдыг боломжийн хэрээр тодорхойлно. Мөн илчийн ямар төрлийн боловсруулалт хийснийг тодорхойлох нь чухал хүчин зүйл болно.
4. Эд ангийн үндсэн хэмжээг тодорхойлж хүлцэл, суултын хэмжээ, геометрийн хэлбэр байдлыг хадгалах шаардлагыг мэдвэл зохино.
5. Элэгдэлд тэсвэртэй бүрхүүлийг ямар зузаантай тавихыг тодорхойлох
6. Янз бүрийн аргаар бүрхүүл суулгах үед үндсэн металтай холилдох байдлыг бодолцох.
7. Шаардлагатай тоног төхөөрөмж, мэргэжлийн боловсон хүчний ур чадварыг бодолцох.
8. Эд ангид бүрхүүл суулгасны дараа механик боловсруулалт (токарь, өнгөлгөө, илчийн боловсруулалт гэх мэт.) хийх шаардлага байгаа эсэх зэрэг бодит боломжийг харгалзан үзэх зэрэг болно.

Элэгдсэн эд ангийг сэргээн засварлах технологийг ашиглахад эхний ээлжинд элэгдэл гэмтлийн шинж чанарыг тодорхойлох шаардлагатай байдаг. Ямар төрлийн элэгдэл түгээмэл тохиолдож байгааг тодорхойлох нь элэгдсэн эд ангийг сэргээн засварлах арга, түүнтэй холбоотой материалуудыг сонгох хамгийн гол асуудал юм.

Экскаваторын эд анги нь ашиглалт, хадгалалтын явцад гадны нөлөөнд байнга орж байдаг. Тэдгээр нөлөө нь механик, химийн, дулааны, цахилгаан-хими ба цахилгааны төрлийн нөлөө байж болно. Эдгээр нөлөөний үр дүнд эд ангийн хэмжээ ба хэлбэр дүрс өөрчлөгдөхийг элэгдэл гэх ба харин уг өөрчлөлтийн явцыг нь элэлт гэж нэрлэнэ.

Ихэнх тохиолдолд экскаваторуудын эд ангийн элэгдэл, эвдрэл нь дараахь хүчин зүйлийн нөлөөгөөр явагддаг. Үүнд:

- Эд ангийн гадаргуугийн харилцан зүлгэлцэл.
- Эд ангийн гадаргуугийн харилцан холголцол
- Гадаргуу дээрх цэгчилсэн элэгдэл
- Нэг бие нөгөө биеийнхээ гадаргууг самардах байдлын үрэлт үүсгэх
- Эд ангийн металын цуцалт, түүний нөлөөгөөр цоохортох
- Эд ангийн гадаргууд химийн бодисын нөлөөлөл үүсэх зэрэг болно.

Бидний гол зорилт бол элэгдсэн эд ангийг сэргээн засварлахад тухайн эд ангийн элэгдэл нь элэгдлийн аль төрөлд хамаарагдаж буйг тогтоох явдал юм.

Сэргээн засварлах технологийн ихэнх аргууд нь гагнуур ба түүнтэй төсөөтэй технологид үндэслэгдсэн бөгөөд энэ төрлийн технологийг ашиглах нь практикт тохиромжтой юм. Энэ талын судалгааг олон янзаар хийсэн байдаг боловч доорх үзүүлэлтүүд нь нилээн түгээмэл ач холбогдолтой байдаг. Үүнд:

1. Сэргээн засварлах эд ангийн гадаргууг сайтар цэвэрлэх. Тос болон зэвэрсэн, исэлдсэн хэсгийг зүлгүүрдэж үндсэн хэсгийг гартал өнгөлөх.
2. Урьдчилсан болон дагалдах халаалтын температурыг тогтоох.
3. Өгөх дулааны тоо хэмжээг тодорхойлох.
4. Гагнуурын материал болон үүсгүүрийг сонгох.
5. Ямар хамгаалах хий ашиглахыг шийдэх.
6. Гагнуурын холбоосны завсарын хэмжээ ба гагнах дарааллыг тогтоох зэрэг юм.

Багануурын нүүрсний уурхайн засварын газар зарим нэг эд ангиудыг сэргээн засварласнаар бий болсон эдийн засгийн үр ашгийг 1-р хүснэгтэд харуулав. Эндээс том эзэлхүүн бүхий эд ангийн элэгдэл нь харьцангуй бага байгаа нь материалын зарцуулалтаар харагдана. Мөн гарах зардлын хувьд 8,7 дахин хямд байна. Бид экскаваторын түргэн элэгддэг эд ангиудыг сэргээн засварлах технологийг үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх, сэргээн засварласан эд анги нь шинэ ангиас ямар давуу болон дутагдалтай талтай байгааг нь илрүүлэх замаар тухайн эд анги бүрийг сэргээн засварлах технологийг нарийвчлан сайжруулах зорилгоор хэд хэдэн төрлийн шинээр тавьсан эд ангиудын ашиглалтын байдал, элэгдэл зэргийг тодорхой интервалтайгаар хянаж байсан болно [3], [4].

Хүснэгт 1

Багануурын нүүрсний уурхайн засварын газар сэргээн засварласан зарим нэг түргэн элэгддэг эд ангиуд

№	Сэргээн засварласан эд ангийн нэр	Шинээр худалдан авах сэлбэг хэрэгслийн шаардлагатай тоо, зардал			Тухайн нэр төрлийн эд ангийг сэргээн засварлахад гарах зардал			Үр ашиг, мян.төг
		тоо ширхэг	нэгжийн үнэ	худалдан авах үнэ, мян.төг	хөдөлмөр багтаамж, хүн.цаг	ажлын хөлс, мян.төг	материалын зардал, мян.төг	
1.	ЭКГ-8И экскаваторын явах ангийн хөтлөгч дугуй	6	6000	24 000,0	72	201,6	3 456,0	20 342,4
2.	ЭКГ-8И экскаваторын явах ангийн тэнхлэг	1	12000	12 000,0	24	648,0	576,0	11 424,0
3.	ЭКГ-5А экскаваторын явах ангийн хөтлөгч дугуй	2	3500	7 000,0	20	54,0	1 152,0	5 848,0
4.	ЭКГ-5А экскаваторын явах ангийн тэнхлэг	1	8000	8 000,0	18	48,6	416,0	7 535,4
5.	ЭКГ-5А экскаваторын түрэх механизмийн араа z-122,m-8	1	2500	2 500,0	24	64,8	512,0	1923,2
6.	Бүгд.	11		53 500,0	158	1017	6 112,0	47 073,0

Өөрсдийн боловсруулсан сэргээн засварлах технологи (2-р хүснэгт), аргачлалдаа тулгуурлан сэргээн засварласан эд ангийн эдэлгээний хугацааг шинээр худалдан авсан эд ангийн эдэлгээний хугацаатай харьцуулан үзсэн судалгааны үр дүнг ЭКГ-8И экскаваторын явах ангийн хөтлөгч дугуйн хувьд жишээ болгон авч үзье. Тус эд ангийн зузаан нь 100мм бөгөөд элэгдлийн зөвшөөрөгдөх хэмжээ нь 9мм.

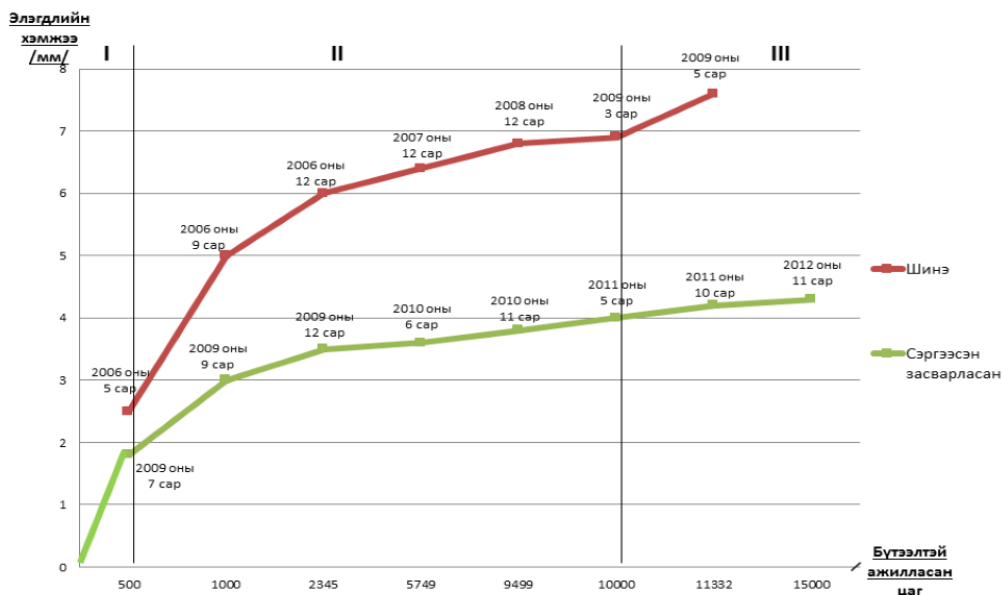
Ашиглалтын явцад аливаа нэг эд ангийн элэгдэл нь онолын дагуу зүгшрүүлэлтийн, ашиглалтын, ослын үеийг дамждаг бөгөөд зүгшрүүлэлтийн үе шатыг ашиглалтын үе шаттай харьцуулан үзэхэд харьцангуй богино байдаг зарчимтай туршилт хийх хугацааг уялдуулан төлөвлөсөн. Өөрөөр хэлбэл тухайн эд ангийг машинд шинээр тавьсны дараагаар элэгдэл хурдан явагдах зүгшрүүлэлтийн үе шатанд 2-3 сарын, элэгдэл тогтворжиж харьцангуй алгуур явагдах ашиглалтын үе шатанд 6- 8 сарын интервалтайгаар хэмжилт хийж байсан болно.

ЭКГ-8И, №1941 экскаваторт 2006 оны 5 сард шинээр тавьсан явах ангийн хөтлөгч дугуйн эдэлгээний хугацаа нь 2009 оны 5 сард дууссан ба энэ үед зузаан нь 83 мм байсан болно. Тус эд ангийн эдэлгээний хугацааны туршид дээр дурьдсан интервалтайгаар элэгдлийн хэмжээг нарийвчлан хэмжиж байсан бөгөөд элэгдлийн хурд нь 1 дүгээр зурагт үзүүлсэн графикайн дагуу явагдаж байсан. Явах ангийн шинэ хөтлөгч дугуйны хувьд зүгшрүүлэлтийн хугацаа нь 7 сарын турш, ашиглалтын үе шат нь 3,3 жил гаруй үргэлжилсэн нь хэмжилтээр тогтоогдсон.

Хүснэгт 2

ЭКГ-8И №1946 Экскаваторын явах ангийн хөтлөгч дугуйг сэргээн засварлах технологи

А.Ерөнхий мэдээлэл.												
1.	Хөтлөгч дугуйны эдийн дугаар.		3502.05.02.003									
2	Хөтлөгч дугуйны геометр хэмжээ.		Чангалагч мөрний зузаан 100мм, Элэгдлийн зөвшөөрөгдөх хэмжээ-90мм. Элэгдлийн бодит хэмжээ-83мм									
3	Жин. кг		1820									
4	Хатуулаг		НВ-400.									
5	Дугуйны гангийн марк		35ХМЛ									
6	35ХМЛ Цуггуурын гангийн химийн найрлага.											
Марк	Стандарт	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W	S	P	Cu
35ХМЛ	Гост4543-71	0.32-0,400	0.170-0.370	0.40-0.70	0.80-1.1	0,35-0,45	≤0.30	≤0.05	≤0.20	≤0.035	≤0.035	≤0.3
Б. 35ХМЛ Цуггуурийн ганд тавигдах шаардлага.												
1	Гагнагдах чанар хязгаарагдмал тул аль болох гар нуман гагнуур хийх, хэт өндөр температурын огцом халалтаас зайлсхийх шаардлагатай.											
2	Харин флюсийн дор буюу хийн хамгаалалттай орчинд бага гүйдлээр гангаж болно.											
3	Дээрх гагнуурыг хийхэд дахин халаах, дараа нь дулааны боловсруулалт хийх шаардлагагүй.											
В. Элэгдэлд тэсвэртэй үе тавих технологийн сонголт.												
1	Элэгдлийн төрөл		- Хавирах (абразив) - Метал-металын цохилтын									
2	Үүсгүүр		Миллер. Dimension-812 Хагас автомат.									
3	Материал		Нунтаг голтой утас: sabaros-0102, Ф1.32									
4	Элэгдэлд тэсвэртэй үеийн зузаан.		2 талдаа тус бүр 17мм									
Г. Ажлын дараалал.												
1	Үе тавих хэсгийн үндсэн металыг гартал цахилгаан гар точилоор элэгдсэн хэсгийг цэвэрлэх.											
2	Дугуйг 150°C хүртэл урьдчилан халаана.											
3	Гагнуурын ажлын температур 350°C-аас хэтэрч болохгүй.											
4	Нэг үе явалт хийж мөлгөр толгойтой алхаар цохиж нягтруул. Гагнуурын хортонг хийгээр зайлуул. Исэлдсэн гадаргууг дахин тогильдож цэвэрлэ.											



1-р зураг. ЭКГ-8И №1941 экскаваторын явах ангийн сэргээн засварласан болон шинэ хөтлөгч дугуйны элэгдлийн харьцуулалт

Эдэлгээний хугацаа нь дууссан тухайн эд ангийг хаягдал төмрийн агуулах руу явуулахгүйгээр өөрсдийн боловсруулсан сэргээн засварлах технологио нарийн мөрдөж засварласны дараагаар эргүүлээд 2009 оны 5 сард машинд тавьсан болно. Энд мөн зүгшрүүлэлтийн үе шатанд ойр ойрхон хэмжилт хийж байсан бөгөөд 2009 оны 12 сараас эхлэн элэгдэл тогтворжиж ашиглалтын үе шат руу шилжсэн бол өнөөг хүртэл ашиглалтын үе шатандаа ажиллаж байгаа нь хэмжилт, ажиглалтын дүнд тогтоогдсон.

Энэ бүгдээс түргэн элэгддэг эд ангиудыг нарийвчлан боловсруулсан сэргээн засварлах технологийн дагуу засварлаж эргүүлэн ашиглах нь худалдан авалтын зардлыг бууруулахаас гадна саатал хүртлэх ажиллагааг нэмэгдүүлэх боломжтой нь харагдаж байна.

Судалгааны ажлын үр дүнд засварт зогсох хугацааг багасгаж нэмэлт бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэж, зарим нэр төрлийн эд ангийг сэргээн засварлах технологийг үйлдвэрлэлд нэвтрүүлснээр нэг жилийн хугацаанд 1010,13 сая төгрөгийн эдийн засгийн үр ашиг олох боломжтой болох нь тооцоогоор харагдаж байна.

Ашигласан материалын жагсаалт

- [1] ГОСТ 27.002-83. Надежность в технике. Термины и определения. Взамен ГОСТ 13377 -75. Введ. 01.07.1984.
- [2] Дагва Ж., Хашбат Х. Сэргээн засварлах технологийн үндэс. УБ.: “Эрдэнэзул” ХХК., 2011. 636 х.
- [3] Хашбат Х., Соронзонболд Г. ЭКГ-5А экскаваторын төв цапф сэргээн засварлах төсөл. Багануур.: 2010.
- [4] Хашбат Х., Соронзонболд Г., Энхцог Ж. ЭШ-15/90 экскаваторын венец араа цапф сэргээн засварлах төсөл. Багануур.: 2010.

ЦАХИЛГААН ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ҮНЭ ТАРИФЫН НӨЛӨӨЛЛИЙН СУДАЛГАА

Дэд проф. Б.Эрдэнэцэцэг*, Ө.Соёлцэцэг**

*ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

**Сэрүүлэг их сургууль

Abstract

Summary this report Naryn Sukhait and Baganiur coal mine production costs reflect the impact of power price increases noted the mitigation approach.

Түлхүүр үг: Нарийн сухайт, Багануур, өртөг, импорт

Цахилгаан эрчим хүч бол аливаа улсын аюулгүй байдал, нийгэм, эдийн засгийн хөгжилд шууд нөлөөлдөг стратегийн чухал бүтээгдэхүүн юм.

Үйлдвэрлэлийн аль ч салбарт бараа, бүтээгдэхүүний үнэ зах зээлийн хуулиар зохицуулагдаж, үйлдвэрлэгчид өрсөлдөөний зарчмаар үнэ тогтоох боломж бүрдсэн үед чөлөөт үнэ сонгодог зарчмаараа хэрэгжих ёстой.

Монгол улсын эрчим хүчний салбар өнөөг хүртэл алдагдалтай ажиллаж байна.



1-р зураг. Дамжуулах түгээх сүлжээний алдагдал

Монгол улсын эрчим хүчний хэрэглээ жилд дунджаар 5–6 хувиар нэмэгдэж байгаа.

Монгол улс жилд дунджаар 5.3 тэрбум кВт.ц цахилгаан эрчим хүчийг дотооддоо үйлдвэрлэдэг боловч үүгээр дотоодын хэрэгцээг бүрэн хангаж чаддаггүй. Дотоодод үйлдвэрлэсэн цахилгаан эрчим хүчний 96 орчим хувийг нүүрсээр ажилладаг дулааны цахилгаан станцууд үйлдвэрлэж байна.

Нүүрс тээврийн зардлын өсөлт, инфляци, долларын ханшийн өөрчлөлт зэрэг олон хүчин зүйлээс хамаарч нэг кВт.ц-ийг нь 144 төгрөгөөр үйлдвэрлэсэн цахилгаан эрчим хүчээ 122 төгрөгөөр борлуулдагас хамаарч эрчим хүчний салбар жилд 65–70 орчим тэрбум төгрөгийн алдагдал хүлээдэг. Энэ нь эрчим хүчний үнэ тарифт өөрчлөлт оруулах томоохон үндэслэл болж байна.

Мөн эрчим хүчний салбар асар их хөрөнгө оруулалт шаарддаг технологийн салбар юм. Манай улс эрчим хүчний нүүрсээ дотоодоосоо бүрэн хангадаг боловч эрчим хүчний үйлдвэрлэлд шаардлагатай тоног төхөөрөмж, түлшээ импортоор авдгийн зэрэгцээ импортоор авч буй цахилгааны үнийг валютаар төлдөг.

Үүнээс үзвэл шингэн түлшний үнийн өсөлтөөс манай улсад үйлдвэрлэдэг бараа, бүтээгдэхүүний үнэ шууд хамааралтайгаар өсдгийн адил эрчим хүчний үнийн өсөлт ч нөлөөлнө.

Эрчим хүч хэрэглэгчид, тухайлбал ахуйн хэрэглэгчдэд эрчим хүчний үнэ тарифын өсөлтөөс хамаарсан ачааллыг багасгах, эрчим хүчний хэмнэлтийг дэмжих зорилгоор ялгавартай тарифыг мөрддөг.

Айл өрхүүд сар тутамд хэрэглэсэн цахилгааны эхний 150 кВт.ц-ийг харьцангуй хямд буюу 98.4 төгрөг/кВт.ц-аар төлдөг. Үүнээс илүү гарсан цахилгааныг 118.2 төгрөгөөр худалдан авч байна.

Айл өрхийн цахилгааны үндсэн хэрэглээг хангахад шаардлагатай 150 кВт.ц хүртэл хэрэглээний үнийг бодит өртгөөс доогуур тогтоож, ахуйн хэрэглэгчдийг аль болох үнийн дарамтанд оруулахгүй байх, эрчим хүч хэмнэх замаар зардлаа бууруулах боломжийг хэрэглэгчдэд олгох бодлогын хүрээнд энэ тарифыг мөрддөг. Айл өрхүүд жилд 3.2 тэрбум төгрөгийн хөнгөлөлт эдэлж байна.

Нүүрс, тос, төмрийн хүдэр, бусад ашигт малтмалын олборлолт, боловсруулалтын салбарын үйлдвэрүүд цахилгаан эрчим хүчний төлбөрөө дараах тарифаар төлдөг.

Хүснэгт 1

Энгийн тоолууртай	төг/кВт.ц	155.90
3 тарифт тоолууртай		155.90
- Өдрийн хэрэглээ (06.00...17.00 цаг хүртэл)	төг/кВт.ц	276.00
- Оройн хэрэглээ (17.00...22.00 цаг хүртэл)		
- Шөнийн хэрэглээ (22.00...06.00 цаг хүртэл)		77.10

Импортын эрчим хүчээр хэрэглээгээ хангаж буй Нарийн сухайтын уурхай, Монгол улсын төвийн эрчим хүчний системээс хэрэглээгээ хангадаг Багануурын уурхайд 1кВт*ц цахилгаан эрчим хүчний үнийн өсөлтөөс хамаарч үйлдвэрлэлийн зардалд хэрхэн нөлөөлсөн байдлыг үзүүлэе.

Нэг. “Чинхуа–МАК–Нарийн сухайт” хамтарсан компанийн 2.3 тэрбум төгрөгийн хөрөнгө оруулалтаар хилийн боомтыг дайруулан БНХАУ–аас 70км урттай 35кВ–ийн өндөр хүчдэлийн шугам барьж дуусган 2006 онд ашиглалтанд өгсөн ба энэхүү эрчим хүчийг уурхайн 35/6кВ–ийн дэд станцаар хуваарилан уурхайн ЭКГ–10 экскаватор, шүүрүүлэх насос зэрэг хэрэглэгчдэд түгээж байна.

Хэдийгээр Нарийн сухайтын уурхай эрчим хүчээ Хятад улсаас импортолж, хэрэглээний төлбөрөө шилжүүлдэг, манай улсын эрчим хүчний сүлжээнээс үл хамааралтай боловч сүүлийн жилүүдэд импортын эрчим хүчний үнэ өссөнтэй холбоотойгоор тус уурхайн нүүрс олборлолтын зардалд дараах өөрчлөлтүүд оржээ.

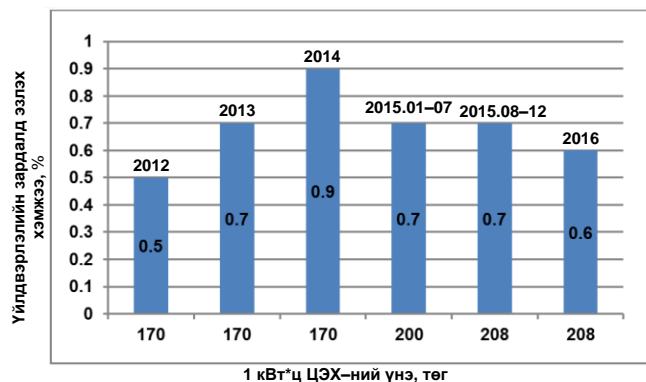
Хүснэгт 2

Монголын Алт ХХК (МАК)–н Нарийн сухайтын нүүрсний уурхайн 2011–2015 оны цахилгаан эрчим хүчний зардал

д/д	Огноо	Нэгж үнэ, кВт/төг	Тоо хэмжээ, кВт	Нийт дүн, төг	Үйлдвэрлэлийн зардалд эзлэх хэмжээ, %
1	2011			541,746,345	0.5
2	2012	170	2,651,247	676,634,120	0.5
3	2013	170	2,486,448	744,850,687	0.7
4	2014	170	1,870,236	587,008,005	0.9
5	2015.1-2015.7	200	613,368	470,230,549	0.7
6	2015.8-2015.12	208	425,988		
7	2016	208	653,940	241,257,421	0.6

Уурхайн нүүрс олборлолтын хэмжээ 2013 оноос буурсан нь цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээний тоон үзүүлэлт буурахад нөлөөлсөн нь хүснэгтээс харагдаж байна. Хятад улсаас импортолж буй цахилгаан эрчим хүчний үнэ 2012–2016 онд 170 төгрөгөөс 208 төгрөг болж 28 хувиар өссөн нь цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээний тоон хэмжээнээс үл хамаарч нэгж бүтээгдэхүүний зардалд эзлэх цахилгаан эрчим хүчний зарцуулалт 0.5–аас 0.9 хувь болж мөн 28 хувиар нэмэгджээ.

Нарийн сухайтын уурхай монгол улсын тарифаас өндөр үнээр эрчим хүч импортолж 2011 оноос 2016 оны мөн үе хүртэл нийт 3.2 тэрбум төгрөгийг импортын эрчим хүчний төлбөрт Хятад улс руу шилжүүлсэн байна.



2-р зураг. Цахилгаан эрчим хүчний үнийн өсөлтөөс хамаарсан ЦЭХ-ний үйлдвэрлэлийн зардалд эзлэх хэмжээ, %

Нарийн сухайтын уурхай монгол улсын тарифаас өндөр үнээр эрчим хүч импортолж 2011 оноос 2016 оны мөн үе хүртэл нийт 3.2 тэрбум төгрөгийг импортын эрчим хүчний төлбөрт Хятад улс руу шилжүүлсэн байна.

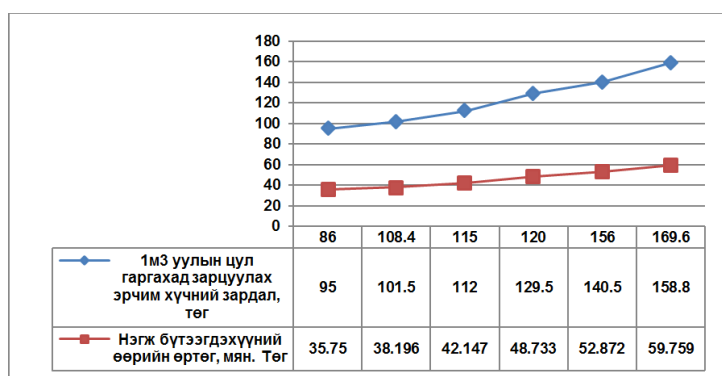
Хоёр. Багануурын уурхай нь Улаанбаатар хотын 4 дүгээр станцаас цахилгаан эрчим хүчийг 220/110/35кВ-ийн шугамаар Багануур дэд станцаар дамжуулан авдаг. Уурхайд 110/6кВ-ийн хоёр трансформатор бүхий 2 дэд станц, хаалттай хуваарилах байгууламж хүчдэл хуваарилах байгууламж 2 ашиглагдаж байна.

Хүснэгт 3

Багануурын нүүрсний уурхайн 2010–2016 оны цахилгаан эрчим хүчний зардал

д/д	Жилүүд	1кВт*ц эрчим хүчний үнэ, төг	1м ³ уулын цул гаргахад зарцуулах эрчим хүчний зардал, төг	Нэгж бүтээгдэхүүний өөрийн өртөг, мян. төг	Үйлдвэрлэлийн нийт зардалд ЦЭХ-ний эзлэх хэмжээ, %
1	2010	86	95	35.750	Дунджаар 4.7
2	2011	108.4	101.5	38.196	
3	2012	115	112	42.147	
4	2013	120	129.5	48.733	
5	2014	156	140.5	52.872	
6	2015	169.6	158.8	59.759	
7	2016. 06	169.6	-	-	

Тус уурхайд 2010 оноос хойш жил бүр цахилгаан эрчим хүчний үнэ өссөөр ирсэн ба энэ өсөлтөөс хамаарч 1м³ уулын цул гаргахад зарцуулах эрчим хүчний зардал, нэгж бүтээгдэхүүний өөрийн өртөг нэмэгдсээр иржээ.



3-р зураг. Цахилгаан эрчим хүчний үнийн өсөлтөөс хамаарсан зардлын динамик

Дүгнэлт

Цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээний зардлын үйлдвэрлэлийн нийт зардалд эзлэх хэмжээ уурхайн дотоод тээвэр, экскаваци, өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын зардалтай харьцуулахад харьцангуй бага боловч түүний цахилгаан эрчим хүчний тасалдлаас үйлдвэрлэлийн технологийн ихэнх процессийн тасралтгүй ажиллагаа хамаардаг.

Нарийн сухайтын нүүрсний уурхайн Бьюсайрус RH120 (19м³, 1ш), RH170 (24м³, 1ш) экскаваторууд, Tamgosc D50KS өрмийн машинууд дизель хөдөлгүүртэй тул уурхайн хэмжээний цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээ харьцангуй бага тул үйлдвэрлэлийн зардалд эзлэх цахилгаан эрчим хүчний зардал харьцангуй бага байна. Гэвч импортын цахилгаан эрчим хүчний үнэ өсөхийн хэрээр үйлдвэрлэлийн зардалд эзлэх цахилгаан эрчим хүчний зардал өссөн байгаа нь цахилгаан эрчим хүчний тарифын өөрчлөлт ба үйлдвэрлэлийн зардлын хэмжээ шууд хамааралтай болохыг харуулж байна.

Тус уурхайд нүүрс боловсруулах үйлдвэр баригдаж, төмөр зам тавигдах нөхцөлд цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээ өнөөгийн түвшингээс эрс нэмэгдэнэ. Энэ нөхцөлд импортын эрчим хүчний хэрэглээг бууруулж монгол улсын цахилгаан эрчим хүчний системийн хэрэглэгч болох нь зүйтэй болов уу.

Багануурын уурхайн технологийн гол ажиллагааг гүйцэтгэдэг машин тоног төхөөрөмжүүд болох экскаватор, өрмийн машин нь цахилгаан хөдөлгүүртэй тул уурхайн хэмжээний цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээ харьцангуй өндөр байдаг. Цахилгаан эрчим хүчний үнэ өсөхийн хэрээр үйлдвэрлэлийн зардалд эзлэх цахилгаан эрчим хүчний зардал өсөж байгаа нь цахилгаан эрчим хүчний тарифын өөрчлөлт ба үйлдвэрлэлийн зардлын хэмжээ шууд хамааралтай болохыг харуулж байна.

Цахилгаан эрчим хүчний тарифын өөрчлөлтөөс хамаарч үйлдвэрлэлийн зардалд эзлэх хэмжээ нэмэгдэж байгаа нь харагдаж байна. Иймд 700МВт чадалтай ТЭЦ ашиглалтанд орсноор тус уурхайн цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээний тариф буурах нөхцөл бүрдэж улмаар бүтээгдэхүүний өөрийн өртөг буурах төлөвтэй.

Ашигласан материалын жагсаалт

- [1] Нарийн сухайтын нүүрсний уурхайн уулын ажлын тайлан
- [2] Багануурын нүүрсний уурхайн уулын ажлын тайлан
- [3] Чулков.Н.Н., Чулков.А.Н. Электрификация карьеров в задачах и примерах. М., Недра, 1976. 278 с.
- [4] <http://ubedn.mn/public/show/id/10>
- [5] www.energy.mn/
- [6] <http://mongolianeconomy.mn/>

Зохиогчийн тухай

Б.Эрдэнэцэцэг. Техникийн ухааны доктор, дэд профессор. Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Геологи Уул Уурхайн Сургууль

Ө.Соёлцэцэг. Техникийн ухааны магистр. Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Геологи Уул Уурхайн Сургууль

ЭКСКАВАТОРЫН МЕТАЛ ХИЙЦИЙН ЭВДРЭЛИЙН ШУГАМАН БУС ОНОШЛОГОО

Дэд проф. К.Хавалболот* Ж.Энхцог**

*ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль
**Багануур ХК

Abstract

Nowadays there is tendency of changing from methods based on statistic research and theory of probability to complex method that includes result of destructive and non-destructive testing /NDT/ and calculation of durability that is made afterwards when defining technical condition and residual life time of machines at operation.

When assessing technical condition and defining residual life time not only detection of deformation but also technical analysis methods that is based on crack mechanics, metallurgy and NDT are used widely. We have performed nondestructive diagnostics using method of MMM of draglines boom, including that ESh-10.70, ESh-13.50, ESh-15.90 and et.al, for 3 years. In this paper includes our study result based metal magnetic memory and fractal theory of solid object It is proposed to describe the ductile fracture use the fractal model.

Keywords: nondestructive diagnostics, ractal, fatigue wear, crack, Analytics, Predictor

1. Оршил

Метал хийцийн ачаалал даах чадвар, бат бэх, найдвартай ажиллах чанаруудыг нь зохион бүтээх шатанд төсөлжж өгдөг. Металын нэгэн төрлийн бус бүтэц, ашиглалтын явцад үүсэх хэв гажилт зэрэг шалтгаануудыг зохион бүтээх шатны тооцоонд бүрэн тусгаагүйн улмаас үйлдвэрлэлийн шатанд метал хийцийн бүх хэсэг жигд бат бэхтэй болох нь ховор.

Машин тоног төхөөрөмжийн угсралтын ажлын үед түүний бүхий л техникийн параметрууд нь төслийн шийдлээс тодорхой хэмжээгээр хазайх нь метал хийц, төхөөрөмжийн ашиглалтын найдвартай ажиллагаанд сөргөөр нөлөөлөхийн үндэс болдог.

Ашиглалтын явцад байгаль цаг уур, уул техникийн нөхцөл зэрэг олон сөрөг хүчин зүйлийн нөлөөн дор ажилладаг уурхайн машинуудын техникийн байдлыг үнэлэхэд нилээд хүндрэлтэй.

Машины эдэлгээний хугацаа нэмэгдэх тусам түүний үндсэн метал хийцүүдийн элэгдэл ихэсч, цуцалт, ан цав үүсэх явц түргэсч улмаар хийцийн бат бэх, ашиглалтын найдвартай ажиллах чанар буурч ослын нөхцөлд хүрч болзошгүй байдаг. Иймд болзошгүй эвдрэлээс урьдчилан сэргийлж, цаг алдалгүй засварлан аюулгүй ашиглах хугацааг нэмэгдүүлэх зорилгоор метал хийцүүдийг задаргаагүй оношлохын хамтаар хэв гажилт, цуцалт зэрэг хүчин зүйлсийн нөлөөн доор үүсэх эгэл ан цавшлаас нүдэнд харагдахуйц хэмжээний цууралтуудыг урьдчилан таамаглах, загварчлан үзэх нь нэн чухал асуудлын нэг.

2. Үндсэн хэсэг

Металын соронзон санамжийн оношилгооны аргаар драглайн болон шууд утгуурт экскаваторын сум, шанага, эргэх тавцан, босоо багана зэрэг метал хийцүүдийн техникийн байдлыг үнэлэх, эдэлгээний үлдэгдэл хугацааг тодорхойлох зэрэг судалгааны ажлуудыг шат дараалан хийж ирсэн [3 ... 10]. Энэхүү оношилгооны арга нь метал дотор явагдах дислокацийн үзэгдэл нь соронзон үзэгдэлтэй нь холбоотой гэсэн онолд үндэслэсэн металын соронзон санамж (МСС)- ийн арга нь хийцийн металын ХТБ-д үүссэн өөрийн соронзон орны сарнилт (ӨСОС) -ыг бүртгэж шинжилдэг үл эвдэх сорилтын дэвшилтэт нэгэн арга юм. ӨСОС нь металд үйлчилсэн гадны ачааллын улмаас үүссэн хамгийн их хүчлэгийн үйлчлэх чигт буцалтгүй тогтсон соронзлогдох чанарын өөрчлөлт, эд ангийн үйлдвэрлэл ба ширээлтийн дараа дэлхийн соронзон орны орчинд үлдсэн бүтцийн ба технологийн ул мөрийг харуулна [2].

Тус ажлын ач холбогдол нь тухайн машинд учирч болзошгүй эрсдлээс бүрэн сэргийлж, төлөвлөгөөт бус сул зогсолтыг бууруулахын зэрэгцээ төлөвлөгөөт сул зогсолтыг техникийн бодит байдалд үндэслэн төлөвлөж ажиллагааг нэмэгдүүлсэнд оршино.

Судалгааны явцад нүдэнд харагдахуйц хэмжээний цууралт үүссэн, цууралт үүссэн байж болзошгүй (гадаргуун будаганд үүссэн ул мөр) бүсүүд, түүний ойр орчимд бичил ан цавшил тогтоох багажаар нарийвчилсан шинжилгээ хийж байсан.

Тус багаж нь соронзлогдох металлын хувьд 0,2мм-ийн гүнтэй, 3мм-ийн урттай, 0,01мм-ийн өргөнтэй эгэл ан цавыг мэдэрч илрүүлэх хүчин чадалтай болно.

Нарийвчилсан шинжилгээний дүнд нүдэнд илэрхий харагдах цууралт үүссэн болон зарим нэг сэжигтэй бүсүүдэд үл харагдах эгэл ан цавшлын мужид орсон байгаа нь тогтоогдсон (1-зураг). Энэ нь эмх замбараагүй цууралт, ан цавшил үүссэн тухайн элементийн аюулгүй байдлын түвшинг тодорхойлоход чухал ач холбогдолтой.

Машин, тоног төхөөрөмжийн метал хийцэд үүссэн энэхүү ан цав, цууралт нь ноцтой эвдрэл гэмтэл, ослын үндсэн шалтаан болдог. Хэрэв метал хийц, эд ангиудад үүсэх ан цавшил, цууралтыг фрактал онолд тулгуурлан загварчилж улмаар эгэл ан цавшлаас нүдэнд харагдахуйц цууралт хүртэл томрох үе шатыг онолын хувьд таамаглаж чадвал томоохон эвдрэл гэмтэл, осол гэмтлээс бүрэн урьдчилан сэргийлж чадахын зэрэгцээ хэрэгцээт засвар үйлчилгээг бодитойгоор төлөвлөх бүрэн боломж бүрдэнэ.

Аливаа орчинд шугаман бус процесс явагдсаны үр дүнд заавал фрактал бүтэцтэй ул мөр үлддэг [11]. Фрактал бүтэц гэж нэг талаас хамгийн эгэл хэсэг нь бүхэлтэйгээ, нөгөө талаас бүхэл нь эгэл хэсэгтэйгээ ижил чанартай байхыг хэлнэ. Фрактал бүтцийн хэмжээс нь бутархай тоогоор илэрхийлэгддэг.



2-р зураг. Драглайн босоо баганад үүссэн цууралт эргэн тойронд үүссэн эгэл ан цавшилтын бүс, 2-оос 10 хүртлэх тоон тэмдэглэгээнүүд нь ан цавшилтын хэмжээг илэрхийлнэ. 7

Шугаман механикийн хүрээнд ан цавын тархалтыг Гриффитсын шинжүүрт тулгуурлан загварчилдаг бол шугаман бус механикт хүчдэлийн эрчмийн коэффициент ачааллын хэмжээ, ан цавын дундаж хэмжээ ба түүний фрактал хэмжээсээс хамаардгийг тогтоожээ [12].

Иймээс материалын эвдрэлийг загварчлахдаа фрактал бүтцийн онолд тулгуурлах нь зөв юм.

Материал судлалын шинжлэх ухаанд шугаман бус механикийн аргыг XXI зуунд өргөн хэрэглэж эхэлсэн [11]. Фрактал онолоор уулын чулуулаг, машин тоног төхөөрөмжийн метал хийц зэрэг хатуу материалд цохилтын хүч үйлчлэхэд бичил хэмжээний ан цав үүсч эхэлдэг (2-р зураг). Цохилтын хүч нэмэгдэх, давтан үйлчлэхийн хирээр тухайн хатуу биетэд үүссэн эгэл ан цавшил нийлж цууралтын систем буюу кластер бүтэц үүснэ. Цууралтын эхний үеэс материалын эвдрэлийн хэсгүүд кластераа томруулж, цууралтын түвшний тоо нэмэгдэнэ. Цууралтын түвшин өндөрсөх тусам ан цавын хэмжээ жижигхэн болно. Кластер дотор ялгаатай хэмжээстэй ан цавууд байх бөгөөд фрактал бүтэцтэй байна.

Эрэмбэтэй бүтцийн фрактал хэмжээсийг Хаусдорфын томъёогоор илэрхийлнэ.

$$d_H = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln(N(\varepsilon))}{\ln(1/\varepsilon)}, \quad (1)$$

энд : ε -ан цавын дундаж хэмжээ, N -ан цавын тоо.

Эрэмбэгүй бүтцийн фрактал хэмжээсийг корреляцын интегралын аргаар дараах байдлаар тодорхойлоно:

$$C(\varepsilon) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N_{ref}} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N_{ref}} \sum_{j=1}^N \theta(\varepsilon - |r_i - r_j|), \quad (2)$$

энд: $\theta(\varepsilon - |r_i - r_j|)$ - Хэвисайдын функц.

Цууралтын уртыг фрактал хэмжээсээр илэрхийлбэл:

$$L = L_0 \left[\frac{L_0}{\delta} \right]^{d_H - 1} \quad (3)$$

энд: L_0 –ан цав хоорондын зай, мкм; δ – хэмжилтийн алхам, мкм.

d_H -фрактал хэмжээс L_0 –аас логарифм хуулиар өснө. (коэффициент детерминац нь: $R^2 = 0,9603$):

$$d_H = 0,014 \cdot \ln L_0 + 0,948 \quad (4)$$



1-р зураг. Шууд утгуурт экскаваторын шанаганы хажуу хананд үүссэн ан цавшилт, цууралтын бүс

Металл хийцийн цууралтын оношлогоог Хёрстын үзүүлэлтээр хийнэ. Ингэхдээ металлын соронзон санамжийн оношилгооны үр дүн олох өөрийн соронзон орны алдагдлын тоон цувааг фрактал олонлог болгон авч Хёрстын үзүүлэлтийг тогтооно.

Корреляцын интеграл ба Хёрстын үзүүлэлтийн хамаарал нь:

$$C = 2^{2^{H-1}} - 1 \quad (5)$$

байна.

энд: H -Хёрстын үзүүлэлт.

Өөрийн соронзон орны алдагдлын дохионы хаос түвшин өөрчлөгдөхөд түүний фрактал шинж өөрчлөгдөнө. Эндээс Хёрстын үзүүлэлтээр метал хийцийн техникийн байдлыг үнэлэх бүрэн боломжтой бөгөөд дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$H = \frac{\log(R/S) - \log a}{\log N} \tag{6}$$

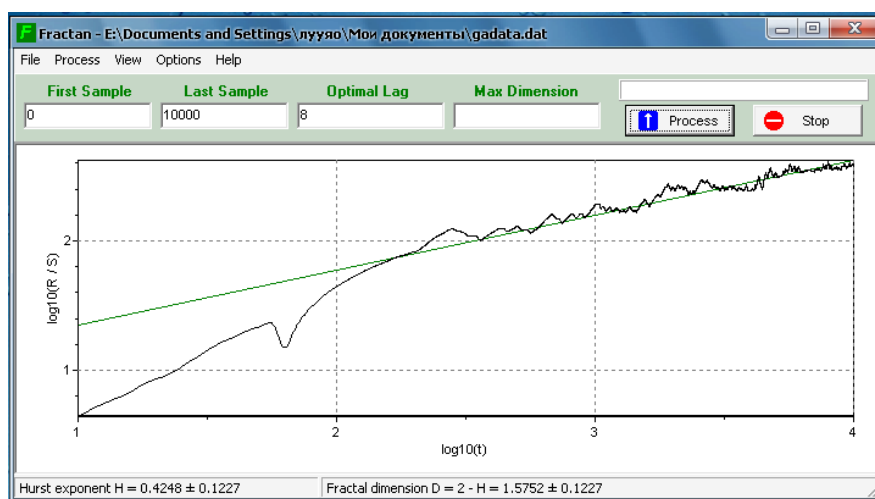
энд: H – Хёрстын үзүүлэлт, $H=0 \dots 1$ байна; $R = \max_{1 \leq u \leq N}(Z_u) - \min_{1 \leq u \leq N}(Z_u)$ – өөрийн соронзон орны алдагдлын хэлбэлзэх хүрээ нь M_k дундаж утгаас хазайх хамгийн их болон бага утга хоорондын ялгавар, $M_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$ - дундаж утга, $Z_u = \sum_{i=1}^u (x_i - x_u)$ - дунджаас хазайсан хуримтлагдсан хазайлт; $S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - x_N)^2}$ – металын өөрийн соронзон орны тооны утгын стандарт хазайлт; a – эмпирик аргаар тооцоолсон Хёрстын тогтмол, ойролцоогоор 0.5; N – түүврийн тоо буюу өөрийн соронзон орны хэмжилтийн тоо.

Хёрстын үзүүлэлтийг тодорхойлохын тулд нормчилсон утгыг ашиглаж R / S харьцааг авч үзнэ. Металийн өөрийн соронзон орны алдагдлын утгын хувьд дараах байдлаар бичиж болно.

$$R/S = (aN)^H \tag{7}$$

энд: H – Хёрстын үзүүлэлт.

Тухайн тохиолдолд экскаваторын шанаганы техникийн байдлыг МСС-ийн аргаар оношилсон хэмжилтийн дүнг ашиглан Фрактан програмын тусламжтайгаар өөрийн соронзон орны алдагдлын Хёрстын үзүүлэлтийг тооцоолсоныг жишээ болгон харуулав (3-р зураг).



3-р зураг. Шанаганы өөрийн соронзон орны алдагдлын Хёрстын үзүүлэлтийн утга

Энэ зурагт $H < 0.5$ учир цууралт өсөхгүй тохиолдлыг үзүүлжээ. Ашиглалтын үед металл хийцийн өөрийн соронзон орны алдагдлын Хёрстын үзүүлэлт нь 0,5-аас бага байх нь тухайн эд ангид эгэл ан цав үүссэн, цаашид хэвийн ажиллах боломжтой боловч үзлэг шалгалтыг тогтмол хийж байх шаардлагатайг харуулна.

Хэрэв метал хийцийн өөрийн соронзон орны алдагдлын Хёрстын үзүүлэлт $H = 0.1 \dots 0,5$ бол энэ нь эгэл цав үүсч эхэлсэн цааш нь алгуур нэмэгдэх хандлагатайг илэрхийлнэ.

Ашигласан материал

- [1] Дубов А.А., Дубов Ал.А., Колокольников С.М. Метод магнитной памяти металла и приборы контроля. Учебное пособие. М.: ЗАО "ТИССО", 2008. 365 с.
- [2] Булаг А.Ф., Дырда В.И. Фракталы в геомеханике. – К.:Наук. думка, 2005. – 358 с.
- [3] Нанзад Ц., Хавалболот К., Зэндмэнэ Ч. ба бусад. ЭШ-13/50 экскаваторын сумыг металлын соронзон санамжийн аргаар оношлох судалгаа. УБ.:2011.
- [4] Нанзад Ц., Хавалболот К., Зэндмэнэ Ч. ба бусад. ЭШ-10/70 экскаваторын сумны сэжигтэй бүсийг металлын соронзон санамжийн аргаар оношлох судалгаа. УБ.:2011.
- [5] Нанзад Ц., Хавалболот К., Зэндмэнэ Ч. ба бусад. ЭШ-15/90 экскаваторын сумыг металлын соронзон санамжийн аргаар оношлох судалгаа. УБ.:2012.
- [6] Нанзад Ц., Хавалболот К., Зэндмэнэ Ч. ба бусад. ЭШ-25/90 экскаваторын сум, эргэх тавцанг металлын соронзон санамжийн аргаар оношлох судалгаа. УБ.:2013.
- [7] Нанзад Ц., Хавалболот К., Зэндмэнэ Ч. ба бусад. ЭШ-10/70 экскаваторын сумыг металлын соронзон санамжийн аргаар оношлох судалгаа (Паркийн дугаар 50 ба 492) . УБ.:2013.
- [8] Нанзад Ц., Хавалболот К., Зэндмэнэ Ч. ба бусад. ЭШ-25/90 алхагч экскаваторын сумыг металлын соронзон санамжийн аргаар оношилсон судалгааны ажлын үр дүн. УБ.:2013.
- [9] Нанзад Ц., Хавалболот К., Зэндмэнэ Ч. ба бусад. ЭШ-25/90 алхагч экскаваторын эргэх тавцангийн элементүүдэд хийсэн соронзон санамжийн оношлогоо, элементүүдийнх нь эдлэгээний үлдэгдэл нөөц.УБ.:2013.
- [10] Нанзад Ц., Хавалболот К., Зэндмэнэ Ч. ба бусад. Багануурын нүүрсний уурхайн шууд утгуурт экскаваторын шанага ашиглалтын судалгаа. УБ.:2014.
- [11] Морозов А.Д. Введение в теорию фракталов. Москва-Ижевск.и Институт компьютерных исследований, 2002. 160стр.
- [12] Мосолов А.Б., Бородич Ф.М. Фрактальное разрушение хрупких тел при сжатии. Доклады АН СССР, 1992. № 3. стр. 546-549.

ЭШ-10/70 ЭКСКАВАТОРЫН ХӨРГӨЛТИЙН СИСТЕМИЙН ЦЭХ-НИЙ ЗАРЦУУЛАЛТЫН СУДАЛГАА

Доктор (Ph.D) Б.Эрдэнэцэцэг*, Ө.Соёлцэцэг**

*ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

**Сэрүүлэг Их Сургууль

Abstract

1. Summary this report reflect the impact of power price in production costs of Naryn Sukhait and Baganuur coal mine and noted the reduction methods.

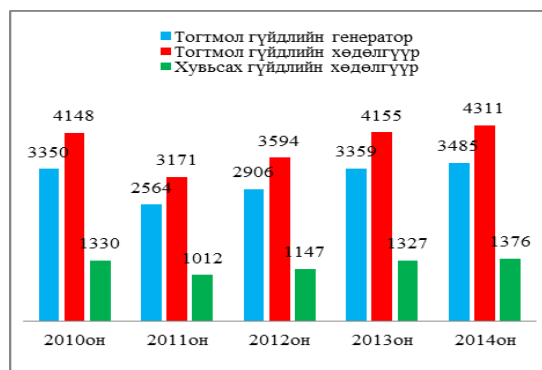
2. Summary provides failure, maintenance technology, and maintenance costs electrical machines for excavator and energy consumption calculations ventilations motor for excavator ESH-10/70.

Түлхүүр үг: Вентилятор, Машин, Хөдөлгүүр, Засвар

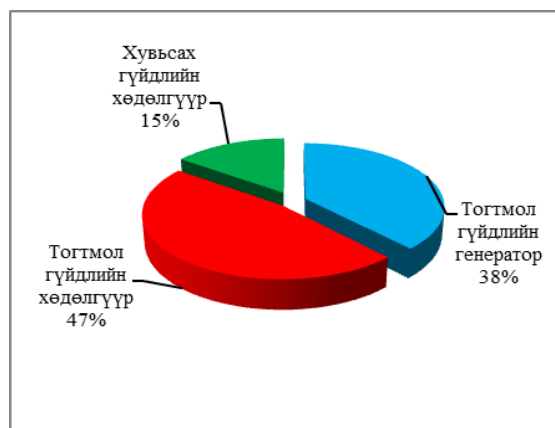
1. Оршил

Сүүлийн үеийн судалгааны ажлуудаас үзэхэд экскаваторын цахилгаан машины гэмтэл жил бүр өсөх хандлагатай байгаа бөгөөд үүний нөлөөгөөр засвар үйлчилгээний зардал мөн адил өснө. Энэ нь засвар үйлчилгээний технологи, засварын чанар, ашиглалтын хугацаа зэргээс ихээхэн хамаарч байна.

Экскаваторын цахилгаан машины саатлыг сүүлийн 5 жилээр задалж үзвэл дараах байдалтай байна.

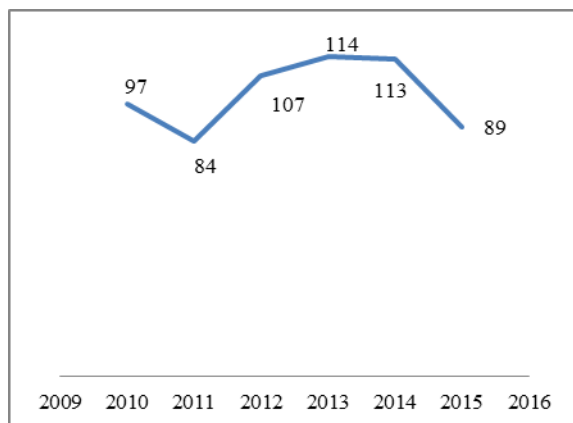


1-р зураг. Экскаваторын цахилгаан машины эвдрэлийн цаг

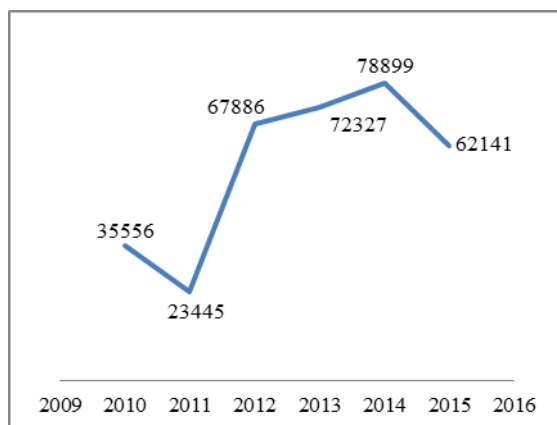


2-р зураг. Экскаваторын цахилгаан машины саатал

Дээрх судалгаанаас харахад экскаваторын цахилгаан машины нийт саатлын 15%-г хувьсах гүйдлийн (вентиляторийн) хөдөлгүүрийн гэмтэл эзлэж байна. Цаашид энэ тоо өсөх хандлагатай байгаа бөгөөд вентиляторын хөдөлгүүрийг шинэчлэх эсвэл илүү боловронгуй систем болгон өөрчлөх шаардлага тулгарч байна.

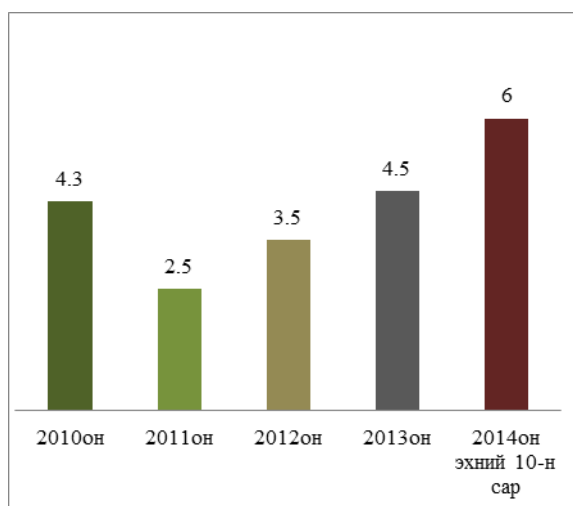


3-р зураг. Вентиляторын хөдөлгүүрүүдийн саатлын тоо /оноор/



4-р зураг. Вентиляторын хөдөлгүүрүүдийн засварын зардал/мян.төг/

Дээрх хоёр графикийг харьцуулан харахад нэг хөдөлгүүрийг засварлахад гарах зардал жил бүр өсөж байгаа бөгөөд энэ зардал цаашид өсөх хандлагатай байна.



5-р зураг. Шинээр худалдан авсан вентиляторын хөдөлгүүрийн үнэ /сая.төг/

Дээрх судалгаануудыг харахад саатсан хөдөлгүүрүүдийн тоо жил бүр нэмэгдэж байгаа ба түүний засварын зардал мөн адил өсөж байна. Энэ нь дараах үндсэн шалтгаантай.

1. Хөдөлгүүрүүдийн ашиглалтын хугацаа хэтэрч, найдвартай ажиллагааны түвшин буурч байгаа нь сэлбэг хэрэгсэл, засвар үйлчилгээний зардлыг нэмэгдүүлж байна.
2. Мөн олон дахин засварлагдсан хөдөлгүүрийн бүтэц, металл хийцүүд муудаж байгаа учир засварлагдах чанар нь түүнийгээ дагаад суларч байна. Дээрх шалтгаануудын нөлөөгөөр засварлагдсан хөдөлгүүрүүд удаан хугацаагаар ажиллах үед хурдан халж, амархан шатдаг болсон нь сул зогсолтыг нэмэгдүүлж байна.

Экскаваторын цахилгаан тоног төхөөрөмжийн нийт сул зогсолтын 70-аас дээш хувийг цахилгаан машины сул зогсолт, түүний 15%-г хувьсах гүйдлийн цахилгаан машины сул зогсолт буюу вентиляторын хөдөлгүүрийн сул зогсолт эзэлж байна. Шатсан вентиляторын хөдөлгүүрийг засварлахад жилдээ дунджаар 73 сая төгрөг зарцуулагддаг. Энэ зардал нь цаашдаа өсөх хандлагатай. Иймээс дээрх вентиляторын хөдөлгүүрийн засвар үйлчилгээний зардлыг бууруулах талаар судалгаа шинжилгээний ажил хийх, экскаваторын цахилгаан машины хөргөлтийн системийг шинэчлэх шаардлагатай байна.

ЭШ-10/70 экскаватор нэг хоног буюу 24 цаг тасралтгүй ажиллах үеийн вентиляторын хөдөлгүүрүүдийн эрчим хүчний зарцуулалтыг тооцож үзье. Үүнийг тооцохдоо дараах ерөнхий томъёог ашиглана.

$$\mathcal{E} = P \cdot T \cdot Y \quad (1)$$

\mathcal{E} - Эрчим хүчний зарцуулалт

P - Хөдөлгүүрийн чадал, кВт

T - Хугацаа (хөдөлгүүр ажилласан цаг)

Y - 1 кВт-цаг эрчим хүчний үнэ (төгрөг)

ЭШ-10/70 экскаваторын генераторуудын хөргөлтөнд 11 кВт чадалтай хөдөлгүүр 3ш, өргөхийн хөдөлгүүрүүдийн хөргөлтөнд 5 кВт чадалтай хөдөлгүүр 2 ширхэг ажиллаж байна. ЭШ-10/70 экскаваторын вентиляторын хөдөлгүүрийн үзүүлэлтүүдийг дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 1

ЭШ-10/70 экскаваторын вентиляторын хөдөлгүүрийн үзүүлэлтүүд

Үзүүлэлтүүд	Өргөхийн генераторын вентиляторын хөдөлгүүр	Эргэхийн генераторын вентиляторын хөдөлгүүр	Түрэхийн генераторын вентиляторын хөдөлгүүр	Өргөхийн хөдөлгүүрийн вентиляторын хөдөлгүүр /2 ш/
$P_{\text{НОМ}}$	11 кВт	11 кВт	11 кВт	5.5 кВт
$U_{\text{НОМ}}$	380 В	380 В	380 В	380 В
$I_{\text{НОМ}}$	22.4 А	22.4 А	22.4 А	11.7 А
$n_{\text{НОМ}}$	1460 эрг/мин	1460 эрг/мин	1460 эрг/мин	1440 эрг/мин
$\cos\varphi_{\text{НОМ}}$	0.83	0.83	0.83	0.83

Дээрх хүснэгтийг ашиглан вентиляторын хөдөлгүүрийн цахилгаан эрчим хүчний зарцуулалтыг өдрийн, оройн, шөнийн гэсэн гурван тарифаар тооцож үзье. Ингэхдээ өргөхийн хөдөлгүүрийн вентиляторын 5,5 кВт чадалтай хоёр хөдөлгүүрийг 11 кВт чадалтай нэг хөдөлгүүр болгон тооцлоо.

А) Өдрийн хэрэглээнд: Өглөөний 06:00 цагаас оройн 17:00 цаг хүртэл нийт 11 цагийг хамруулан тооцно.

$$\mathcal{E}_o = n \cdot P \cdot T \cdot Y_o = 4 \cdot 11 \cdot 11 \cdot 155.9 = 75455.6 \text{ ₮}$$

n – Хөдөлгүүрийн тоо

Y_o – Өдрийн хэрэглээний 1 кВт-цаг эрчим хүчний үнэ (155.9 төгрөг)

Б)Оройн хэрэглээнд: Оройн 17:00 цагаас шөнийн 22:00 цаг хүртэл нийт 5 цагийг хамруулан тооцно.

$$\mathcal{E}_o = n \cdot P \cdot T \cdot Y_o = 4 \cdot 11 \cdot 5 \cdot 276 = 60720 \text{ ₮}$$

Y_o – Оройн хэрэглээний 1 кВт-цаг эрчим хүчний үнэ (276 төгрөг)

В)Шөнийн хэрэглээнд: Шөнийн 22:00 цагаас өглөөний 6:00 цаг хүртэл нийт 8 цагийг хамруулан тооцно.

$$\mathcal{E}_ш = n \cdot P \cdot T \cdot Y_ш = 4 \cdot 11 \cdot 8 \cdot 77.1 = 27139.2 \text{ ₮}$$

$Y_ш$ –Оройн хэрэглээний 1 кВт-цаг эрчим хүчний үнэ (77.1 төгрөг)

Вентиляторын хөдөлгүүрүүдийн нэг хоногт хэрэглэх цахилгаан эрчим хүчний зарцуулалтыг дараах томъёогоор олно.

$$\mathcal{E}_x = \mathcal{E}_o + \mathcal{E}_o + \mathcal{E}_ш \quad (2)$$

\mathcal{E}_o - Эрчим хүчний өдрийн зарцуулалт

\mathcal{E}_o - Эрчим хүчний оройн зарцуулалт

$\mathcal{E}_ш$ - Эрчим хүчний шөнийн зарцуулалт

$$\mathcal{E}_x = 75455.6 + 60720 + 27139.2 = 163314.8 \text{ ₮}$$

ЭШ-10/70 экскаваторын тогтмол гүйдлийн генераторууд болон өргөхийн хөдөлгүүрийн вентиляторын хөдөлгүүрүүд тасралтгүй ажиллахад нэг хоногт 163315 төгрөгийн эрчим хүч зарцуулж байна. Энэ нь сард 4899450₮, жилд 48994500 ₮/300 хоног ажилласан гэж тооцоход/ болж байна.

ЭШ-10/70 экскаваторын тогтмол гүйдлийн 3 генератор болон өргөх механизмын 2 хөдөлгүүрийг хөргөх вентиляторын нэгдсэн системийн хөдөлгүүрийн чадал нь дараах томъёогоор илэрхийлэгдэнэ.

$$P_B = P_x + P_r \quad (3)$$

$$P_B = 30606 + 10202 = 40808 \text{ Вт}$$

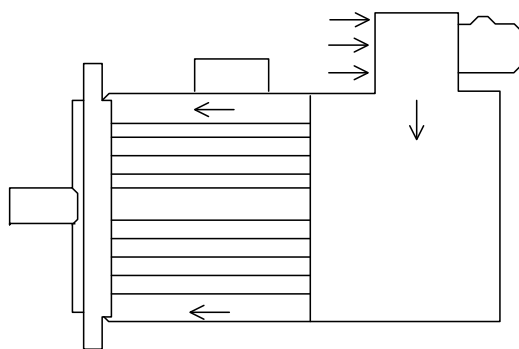
Дээрх тооцоонд үндэслэн вентиляторын хөдөлгүүрээр “АИР 200 L4” маркийн 45 кВт чадалтай асинхрон хөдөлгүүрийг сонгож авлаа.

Хүснэгт 2

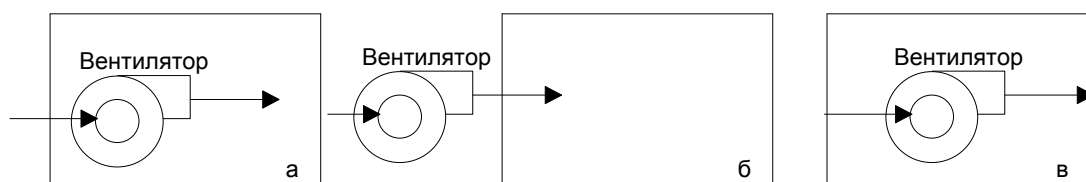
“АИР 200 L4” хөдөлгүүрийн техникийн үзүүлэлтүүд

Хөдөлгүүрийн марк	Чадал, кВт	Эргэлтийн хурд, эрг/мин	Хүчдэл, В	Гүйдэл, А	АУК, %	cosφ	Ip/ In	Масс, кг
АИР 200 L4	45	1500	380	83.1	92.5	0.89	7.5	200

ЭШ-10/70 экскаваторын цахилгаан машинууд нь IEC 34.6 болон AS 1359.21 стандартын дагуу бүрэн хаалттай сэнсэн хөргөлттэй хөдөлгүүрийн төрөлд хамаарагдана (6-р зураг).



6-р зураг. IEC 34.6 болон AS 1359.21 стандартын дагуу бүрэн хаалттай сэнсэн хөргөлттэй хөдөлгүүр



7-р зураг. Хөргөлтийн системийн агаарын урсгалын үндсэн гурван хувилбар

Хөргөлтийн системийн агаарын урсгалын үндсэн гурван хувилбар ашиглагддаг бөгөөд эдгээр нь: 1-хөргөлтийн систем дотор байрлах бөгөөд агаарын урсгалыг гаднаас авах (Зураг.7а), 2-хөргөлтийн систем гадна байрлах бөгөөд агаарын урсгалыг гаднаас авах (Зураг.7б), 3-хөргөлтийн систем дотор байрлах бөгөөд дотоод агаарыг (Зураг.7б) хөргөлтийн системд хэрэглэх зэрэг болно.

А)Өдрийн хэрэглээнд: Өглөөний 06:00 цагаас оройн 17:00 цаг хүртэл нийт 11 цагийг хамруулан тооцно.

$$\mathcal{E}_o = n \cdot P \cdot T \cdot Y_o = 1 \cdot 55 \cdot 11 \cdot 155.9 = 94320\text{₮}$$

n –Хөдөлгүүрийн тоо

Y_o –Өдрийн хэрэглээний 1 кВт-цаг эрчим хүчний үнэ (155.9 төгрөг)

Б)Оройн хэрэглээнд: Оройн 17:00 цагаас шөнийн 22:00 цаг хүртэл нийт 5 цагийг хамруулан тооцно.

$$\mathcal{E}_o = n \cdot P \cdot T \cdot Y_o = 1 \cdot 45 \cdot 5 \cdot 276 = 62100\text{₮}$$

Y_o – Оройн хэрэглээний 1 кВт-цаг эрчим хүчний үнэ (276 төгрөг)

В)Шөнийн хэрэглээнд: Шөнийн 22:00 цагаас өглөөний 6:00 цаг хүртэл нийт 8 цагийг хамруулан тооцно.

$$\mathcal{E}_{ш} = n \cdot P \cdot T \cdot Y_{ш} = 1 \cdot 45 \cdot 8 \cdot 77.1 = 27756\text{₮}$$

$Y_{ш}$ – Оройн хэрэглээний 1 кВт-цаг эрчим хүчний үнэ (77.1 төгрөг)

Вентиляторын хөдөлгүүрүүдийн нэг хоногт хэрэглэх цахилгаан эрчим хүчний зарцуулалтыг дараах томъёогоор олно.

$$\mathcal{E}_x = \mathcal{E}_o + \mathcal{E}_o + \mathcal{E}_{ш}$$

\mathcal{E}_o - Эрчим хүчний өдрийн зарцуулалт

\mathcal{E}_o - Эрчим хүчний оройн зарцуулалт

$\mathcal{E}_{ш}$ - Эрчим хүчний шөнийн зарцуулалт

$$\mathcal{E}_x = 94320 + 62100 + 27756 = 184176\text{₮}$$

Хөдөлгүүрийн тоо	5 хөдөлгүүр	1 хөдөлгүүр
Цахилгаан эрчим хүчний зарцуулалт	163314.8₮	184176₮

Ерөнхий дүгнэлт

1. Вентиляторын хөдөлгүүрүүд олон дахин засварлагдсанаас найдвартай ажиллагаа нь буурч дахин гэмтэх, ашиглалтын зардал өсөх нөхцөлийг бүрдүүлж байна. Иймд шинээр солих шаардлагатай.
2. Богино холболтын ротортой асхрон хөдөлгүүрийн статорын ороомог шатсан тохиолдолд шатсан утсыг салгахдаа дулааны боловсруулалтын аргыг ашиглаж буй нь зүрхэвчийн хоорондох тусгаарлалын шинж чанарын бууруулж байна.
3. Статорын зүрхэвчийг дахин нягтруулж шахахгүй байгаа нь завсар үүсгэж халалт үүсэх гол шалтгаан болж байна.
4. Иймд богино холболтын ротортой асхрон хөдөлгүүрийн статорын ороомогийн засвар хийхдээ зүрхэвчийг шахаж нягтруулах ба дахин лакдах, эсвэл дулааны бус аргаар шатсан ороомог салгах технологийг хэрэгжүүлэх шаардлагатай байна.
5. Давтамжийн хувиргагч ашиглан вентиляторын хөдөлгүүрийн цахилгаан эрчим хүчийг хэмнэх талаар судалгаа хийх шаардлагатай байна.
6. Бусад экскаваторын хөдөлгүүр, генераторын хөргөлтийн системийн найдвартай ажиллагааг хангахын тулд орчны болон вентиляторын хөдөлгүүрийн температурын хэмжилт хийж оновчтой горим сонгох судалгааг үргэлжлүүлэн хийлгэх шаардлагатай.

Ашигласан материалын жагсаалт

- [1] Сипайлов.Г.А, Санников.Д.И, Жадан.В.А, “Тепловые, гидравлические и аэродинамические расчеты в электрических машинах”, Москва, 1989 г, 239с.
- [2] <http://ubedn.mn/public/show/id/10>
- [3] Таубер Б.А., Калитеевский Р.Е., Громцов Е.К. Внутривзаводский транспорт.–М.: Лесн. пром-ть, 1978. –238 с.
- [4] Калинушкин М.П. Вентиляционные установки. –М.: Высш. шк., 1979. –220 с.
- [5] Сулинов В.И., Гороховский А.К., Щепочкин С.В. К вопросу расчета аспирационных систем /Материалы IX международной научно-технической конференции Лес-2008/ Брянск.
- [6] Инструкция по расчету экономической эффективности применения частотно-регулируемого электропривода, АО ВНИИЭ, МЭИ, М. -1997 г.;
- [7] Б. В. Кузнецов, М. Ф. Сацукевич. Справочное пособие заводского электрика, "Беларусь", Минск -1978 г.

Зохиогчийн тухай

Бат–Очирын Эрдэнэцэцэг.

Техникийн ухааны доктор, дэд профессор. Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Геологи Уул Уурхайн Сургууль.

Өвгөнхүүгийн Соёлцэцэг.

Төгссөн сургууль, мэргэжил, цол зэрэг: Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургуулийг Уурхайн цахилгаан тоног төхөөрөмжийн ашиглалт мэргэжлээр төгсөж, одоогоор мэргэжлийн дагуу докторантурт суралцаж байгаа ба говийн бүсийн уурхайнуудын цахилгаан хангамжийн найдвартай ажиллагааны чиглэлээр судалгааны ажил гүйцэтгэж байна.

ASSET HEALTH AND ITS FUTURE PROSPECTS IN THE MINING INDUSTRY

Neil Dixon

Rio Tinto /London, United Kingdom/

Abstract

Asset Health is a relatively new term used in the mining industry and is used to describe the process of managing a maximum value outcome in terms of asset maintenance and total cost of ownership. It is applicable to fixed assets as well as mobile assets, and is not the same as asset management, which carries a broad focus on the general management of assets. Asset health has a narrower focus which looks to ensure maximum value outcomes for an asset by relying on monitoring inputs to trigger asset management decisions. Often asset health is a subset of asset management in terms of organisational structure and relies on many of the traditional asset management resources such as condition monitoring, oil analysis and the like. Asset health can be described as the mechanism by which asset related decisions can be made on a better informed basis. Asset health is establishing itself in the mining industry and a current closer focus on total cost of ownership means its place in the future of mining is well secured.

Keywords: Asset, Mining, Evaluator, Analytics, Predictor

1. INTRODUCTION

This paper examines what asset health means for the mining industry and what drivers exist to ensure it establishes and maintains its position. Rio Tinto as a major mining house is used as a comparison indicator and gauge of acceptance for the concept of Asset Health in the mining sector as a whole. The larger mining companies have similar structures and approaches to asset management strategies and structures.

2. CONTENT

Asset Health is a term that is being used heavily at the moment on a global scale, especially in the mining maintenance sector however many people do not understand what the term means or even represents. The consequence of this lack of awareness can be the term “Asset Health” is wrongly applied in a bid to make statements appear up to date and current. Is Asset Health the same as asset management? Or is it another term for maintenance? Or even operations? – No is the unambiguous answer to those questions, and it should be recognised clearly as a standalone discipline. Often asset health is a subset structurally within asset management however this is not a pre-requisite by any means and asset health can function autonomously without any detrimental effect. Taking a view of this matter through the eyes of Rio Tinto as a major player within the global mining community, we would see a fairly clear image of what is effectively an emerging profession within mining and well-travelled on its journey towards establishment, recognition and acceptance as a norm. At Rio Tinto, Asset Health in principle targets its focus around the potential life left within an asset and how the current state of wellbeing may impact upon that life term. In basic terms at Rio Tinto an asset health system would be typically made up of

- A clearly defined and documented strategy in relation to the life cycle of an asset and the maintenance needed to ensure it meets expectations of the business.
- A team of asset health specialists who have an accepted primary purpose to monitor asset health indicators and take action from the asset health system recommendations.
- A recognition of the above and full unfaltering support from senior management
- A primary database that is fed from sub sets of secondary databases that carry asset health indicators such as oil analysis, machine fault codes, fuel burn history, oil burn history, reoccurring faults, payload data, tyre consumption data, and basically any other data which could contribute to predicting a components effective useful life.

Rio Tinto recognises the maximum value in functional work terms for a component is to operate it until failure, so in effect a run-to-failure strategy, however this often brings consequential costs in the form of additional component core charges. So the realistic maximum value in real terms is the maximum usage without incurring unplanned additional costs such as core charges or additional downtime costs. To achieve the maximum value in real terms requires a move away from the traditional calendar based maintenance and move into the era of asset health where the life of the component is unknown and variable but intended to be the maximum possible whilst avoiding any additional unplanned costs. The “maximum possible” effect is brought about by an active asset health system that monitors assets and individual higher cost components to ensure they get as close as possible to catastrophic failure without actually encountering it, this being done by active monitoring which can intervene and halt the assets operation, and then replace the component just before it was expected or even known to be about to fail. It can be summarised as accurate prediction with a maintenance plan and activity aligned to that predicative capability. Ultimately with the use of predictive analytics the asset health team would predict failure and plan change outs to avoid the actual failure, this is the real goal of any asset health system. There is a huge value in the maximum possible life effect for the mining industry, the reason is that when commodity prices are high the focus is on production and leans heavily towards the protection of a conservative calendar based maintenance plan where components are changed well before the maximum value has been extracted, why? This is because in high commodity price times then the traditional historical feeling was that it is better to ensure production capabilities. In desperate times when commodity prices collapse then often maintenance is diluted to the point of being almost non-existent, often under a vague title of deferment of costs due to necessity, this is not the lowest cost approach due to the likelihood of unplanned failures and additional costs but it is cash flow friendly. The asset maintenance maturity curve shown in figure 1 depicts the evolution of moving from a breakdown maintenance approach through to performance based maintenance. Rio Tinto and many of the other major mining players are in a transition from point 3 on the curve of condition based maintenance and moving into point 4 and accepting more risk into the maintenance strategy.

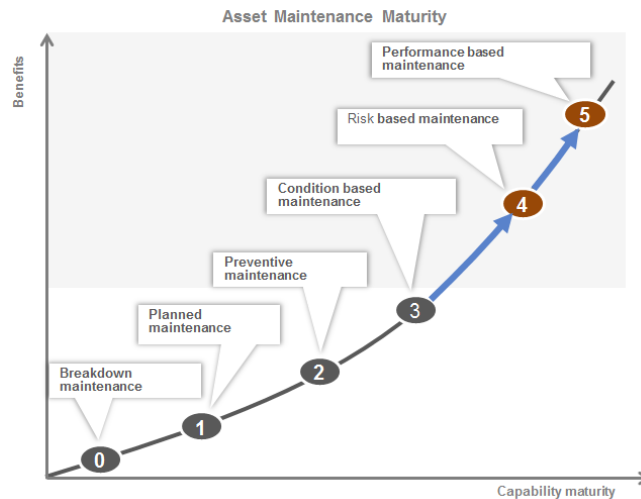


Figure 1: Asset Maintenance Maturity Curve (Farley, 2015)

When higher risk levels are accepted then there is a reward in the form of lower maintenance costs but the risk is also mitigated by the introduction of an asset health approach. The asset health system will command inputs from historically traditional areas for Rio Tinto such as reliability centred and condition based maintenance systems as shown in figures 2 and 3.

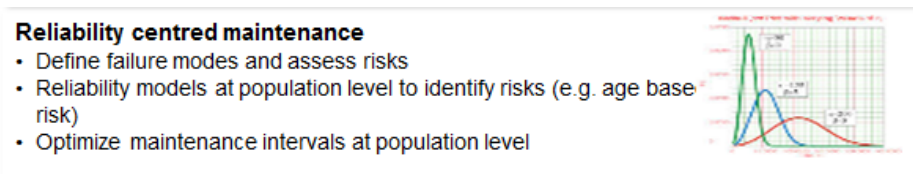


Figure 2: Reliability Centred Maintenance (Farley, 2015)

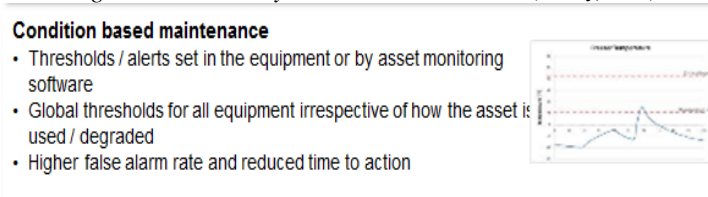


Figure 3: Condition Based Maintenance (Farley, 2015)

The future intent for Rio Tinto is to develop an asset health style of approach and use data inputs from sources such as those shown in figure 4 and 5. These data sources can be viewed as digitally based signals and decision assist processes that feed the asset health databank and enable exception reporting as the permutations of trends, their effects and thresholds become known and embedded into the decision functions of the business.



Figure 4: Prognostics and Health Management (Farley, 2015)

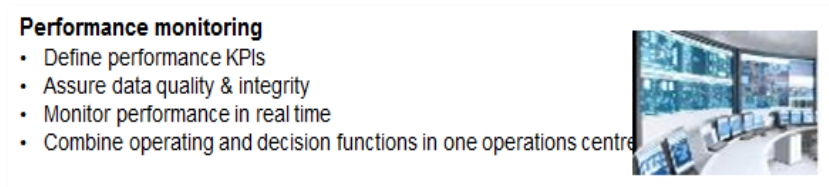


Figure 5: Performance Monitoring (Farley, 2015)

The future asset health system for Rio Tinto will draw conclusions in terms of prognostics and health management outlined in figure 4 by utilising a performance monitoring data stream as described in figure 5. The collective output will form the framework of the asset health system and in turn move Rio Tinto to the top of the asset maintenance maturity curve. The asset health approach causes turmoil for planning teams but delivers value in return, high value that far outweighs the distress of implementation within the business. Oyu Tolgoi is on a journey towards implementing a fully supported asset health strategy and support team that will use predictive analytics to dynamically schedule major works. There are existing silo examples of the asset health approach already in use at Oyu Tolgoi, a good example was the recent rebuild of the Cummins QSK78 engines in the main haul truck fleet which have an OEM recommended life of 20,000 hours and this using asset health indicators to monitor was safely extended by 25% to 25,000 hours. Also when the QSK78 engines got to the 25,000 hours the business only knew it would replace 28 engines within a specific period, it did not know for sure which engines would be first or last etc., this was determined on a dynamic scheduling basis that considered oil analysis, total fuel burn, fault codes, blow by measurements, percentage of idle time vs off idle working time and reoccurrence of faults counts. If we use a fictitious figure of half a million dollars for the cost of an engine rebuild then to increase from 20,000 hours to 25,000 hours is a huge saving when there are 28 units involved as there is at Oyu Tolgoi, and there is even a plan to consider copying another Rio Tinto business unit and extend to 36,000 hours engine life by way of introducing an additional mid-life event to replace key components to ensure the extension is realistically achievable. To successfully implement these scales of change within a business the size of Oyu Tolgoi means it requires an active asset health structure to ensure risks are controlled and mitigated. Asset Health has a strong future at Oyu Tolgoi, at Rio Tinto and in mining globally, the drop in commodity

prices in recent times has brought a renewed vigour to move further ahead on the asset health implementation journey. The education sector has a part to play by offering suitable syllabuses and encouraging students to participate and equally mining has a huge part to play by breaking down the perceptions that calendar based maintenance and its planned style is the better choice along with the recognition and creation of the asset health evaluator role. Planning still has a part to play when asset health systems are introduced so asset health does not threaten any existing disciplines but clearly creates new ones that are able to add value and make businesses more sustainable.

3. CONCLUSION

A robust asset health systemic approach is what the future represents to Rio Tinto and many of the major mining companies, this approach has a strong future, as it delivers lower operating costs whilst simultaneously extending component lives to extract maximum value for the business. Asset Health does not replace asset management, with an asset health process in place there are still maintenance decisions that need to be made however the asset health process assists those decisions by way of making them better informed and in turn to mitigate any associated decision risk.

REFERENCES:

- [1] Farley, M. (2015). Predictive Asset Health.

ЦАХИЛГААН СОРОНЗОН ХЭЛБЭЛЗЛИЙН ГАРМОНИКУУД, СПЕКТР ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БОЛОВСРУУЛАЛТ, ҮР ДҮН

Доктор (Ph.D) П.Ариунболор*, Ц.Мөнхжаргал, Ц.Энхбат**,

* ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

**Мон-Цахим ХХК

Abstract

This paper describes electric magnetic wave, harmonic analysis, and Fourier series and presents the methods of getting spectrums from the time domain analysis and validation of it by experiments and show the experimental setup and steps of experiments.

Түлхүүр үг: Спектр, шинжилгээ, гэмтэл, оношилгоо, давтамж.

1. Оршил

Эргэлдэх тоног төхөөрөмжийн гол төлөөл нь цахилгаан хөдөлгүүр байдаг. Эргэлдэх тоног төхөөрөмжийн цахилгаан соронзон механик параметрийг хэмжихэд хугацааны хувьд үргэлжилсэн нийлмэл хэлбэлзэл байдаг. Энэ хэлбэлзлээс тухайн тоног төхөөрөмжийн талаарх мэдээллийг ойлгох боломжгүй. Хугацааны хувьд үргэлжилсэн нийлмэл хэлбэлзлийг задалж түүнд агуулагдаж байгаа хэлбэлзэл тус бүрийг салган давтамжийн мужид харах үед тухайн тоног төхөөрөмжийн талаарх мэдээлэл нь тодорхой болдог.

Эргэлдэх тоног төхөөрөмжийн техникийн байдлыг тодорхойлох гол арга нь түүний цахилгаан, соронзон эсвэл механик параметрийг хэмжиж, хэмжилтэд гарч ирсэн тасралтгүй үргэлжлэх хэлбэлзлийг Фурьегийн цуваанд задлан спектр шинжилгээг гарган авах явдал байдаг. Ажиллаж байгаа эргэлдэх тоног төхөөрөмжид бий болж байгаа гэмтлүүдээр үүсэх хэлбэлзлүүд нь спектр шинжилгээгээр тодорхой болдог тул спектр шинжилгээ нь эргэлдэх тоног төхөөрөмжийн техникийн байдлыг тодорхойлдог гол арга юм.

1807 онд францын математикч Жозеф Фурье дурын үелэх функцийг хязгааргүй олон тооны хэлбэлзэх функцийг нийлбэрт задалж болохыг баталсан [1].

Дурын үелэх функц $f(t)$ –ийг Фурьегийн цуваанд задалбал

$$f(t) = \frac{1}{2}a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(n\omega t + \varphi_n) \quad (1)$$

болно. Энд: $n = 1, 2, 3 \dots$ –гармоник хэлбэлзлийн тоо, $\frac{a_0}{2}$ –тогтмол хэсэг, a_n –гармоник хэлбэлзэл тус бүрийн амплитуд, φ_n – гармоник хэлбэлзэл тус бүрийн фаз, $\omega = 2\pi f$ – өнцөг давтамж.

(1) нь n -ээс хамаарч 1-р гармоник, 2-р гармоник гэх мэт дугаарладаг. 1-р гармоникийг *үндсэн*, бусад гармоникийг *дээд гармоник*ууд гэж нэрлэдэг. Хэрэв давтамж нь $f = \frac{1}{T}$, $\varphi = 0$ бол (1)-ийг дараах байдлаар задлан бичдэг.

$$\begin{aligned} A_0 &= \frac{A}{r} & f_0 &= 0 \cdot f \\ A_1 &= \frac{2A}{\pi} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{r}\right) & f_1 &= 1 \cdot f \\ A_2 &= \frac{2A}{2\pi} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{r}\right) & f_2 &= 2 \cdot f \end{aligned} \quad (2)$$

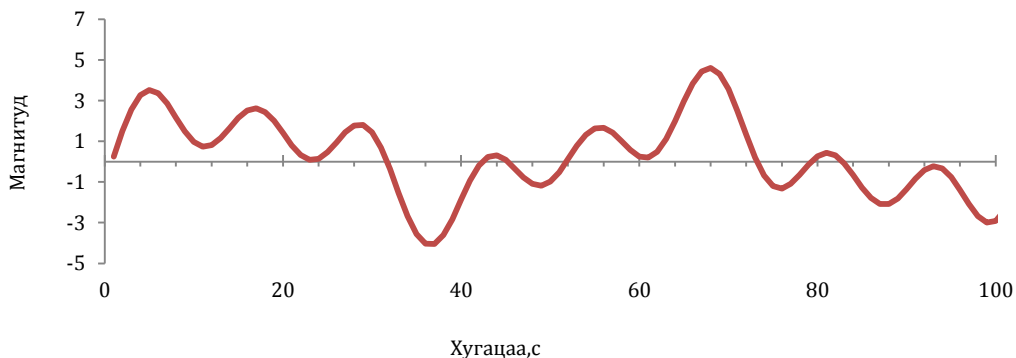
$$A_3 = \frac{2A}{3\pi} \cdot \sin\left(\frac{3\pi}{r}\right) \qquad f_3 = 3 \cdot f$$

$$\vdots \qquad \vdots$$

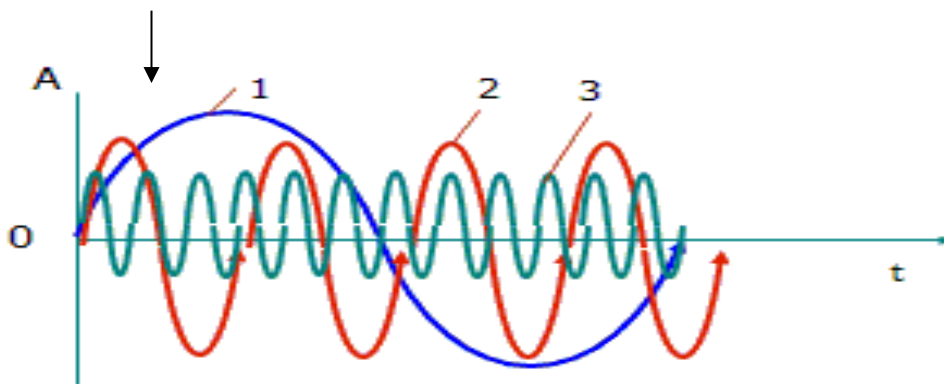
$$A_n = \frac{2A}{n\pi} \cdot \sin\left(\frac{n\pi}{r}\right) \qquad f_n = n \cdot f$$

Зураг 1а)-д харуулсан $f(t)$ үелэх функц Фурьегийн цуваагаар задлахад эхний гурван гармоник хэлбэлзлийг агуулсан байна (Зураг 1б).

а.

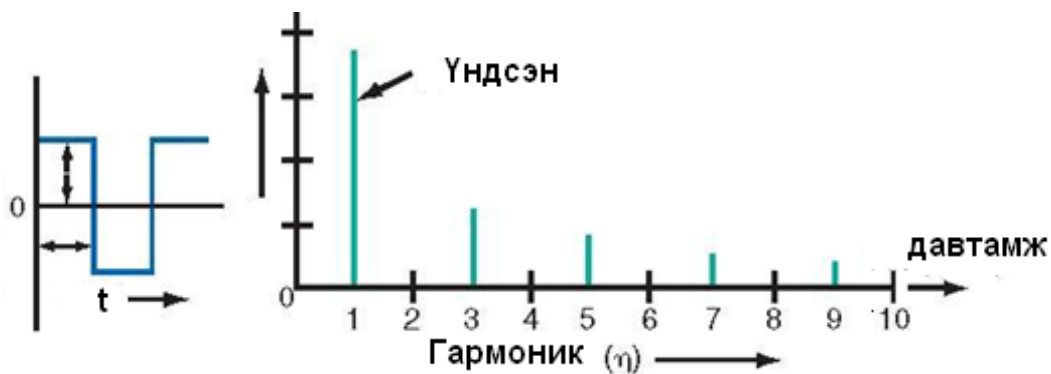


б.



Зураг 1.а) Үелэх хэлбэлзэл, б) 1-р буюу үндсэн, 2-р, 3-р гармоник

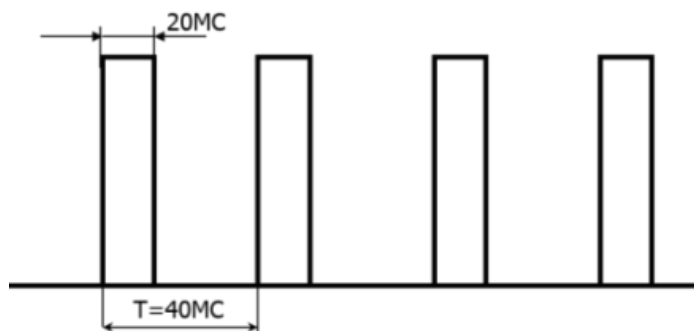
Тэгш өнцөгт импульсийг тэгш өнцөгт хэлбэлзэл гэнэ. Дурын тэгш өнцөгт хэлбэлзлийг Фурьегийн цуваагаар задлахад Зураг 2-т үзүүлсэн хэлбэлзэл бий болно.



Зураг 2. Тэгш өнцөгт хэлбэлзэл, түүний спектр

2. ГАРМОНИКИЙН ТООЦОО, БОЛОВСРУУЛАЛТ

Гармоникийн тооцоог гүйцэтгэж спектрийг байгуулахын тул нэг импульсийн үе нь 20 мс, нэг үе нь 120 мс байх өнцөгт өнцөгт хэлбэлзлийг авъя.



Зураг 3. Жишээнд өгөгдсөн тэгш өнцөгт импульс

Зураг 3-д үзүүлсэн төгсгөлгүй дараалсан үргэлжилсэн тэгш өнцөгт хэлбэлзлийг Фурьегийн цуваагаар задалъя.

Энэ тэгш өнцөгт хэлбэлзлийн дүүргэлтийг тодорхойлбол

$$r = \frac{T}{\tau} = \frac{120 \text{ ms}}{20 \text{ ms}} = 6$$

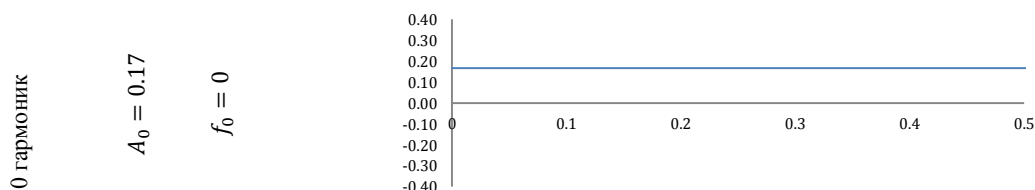
болох ба үндсэн давтамжийг олбол

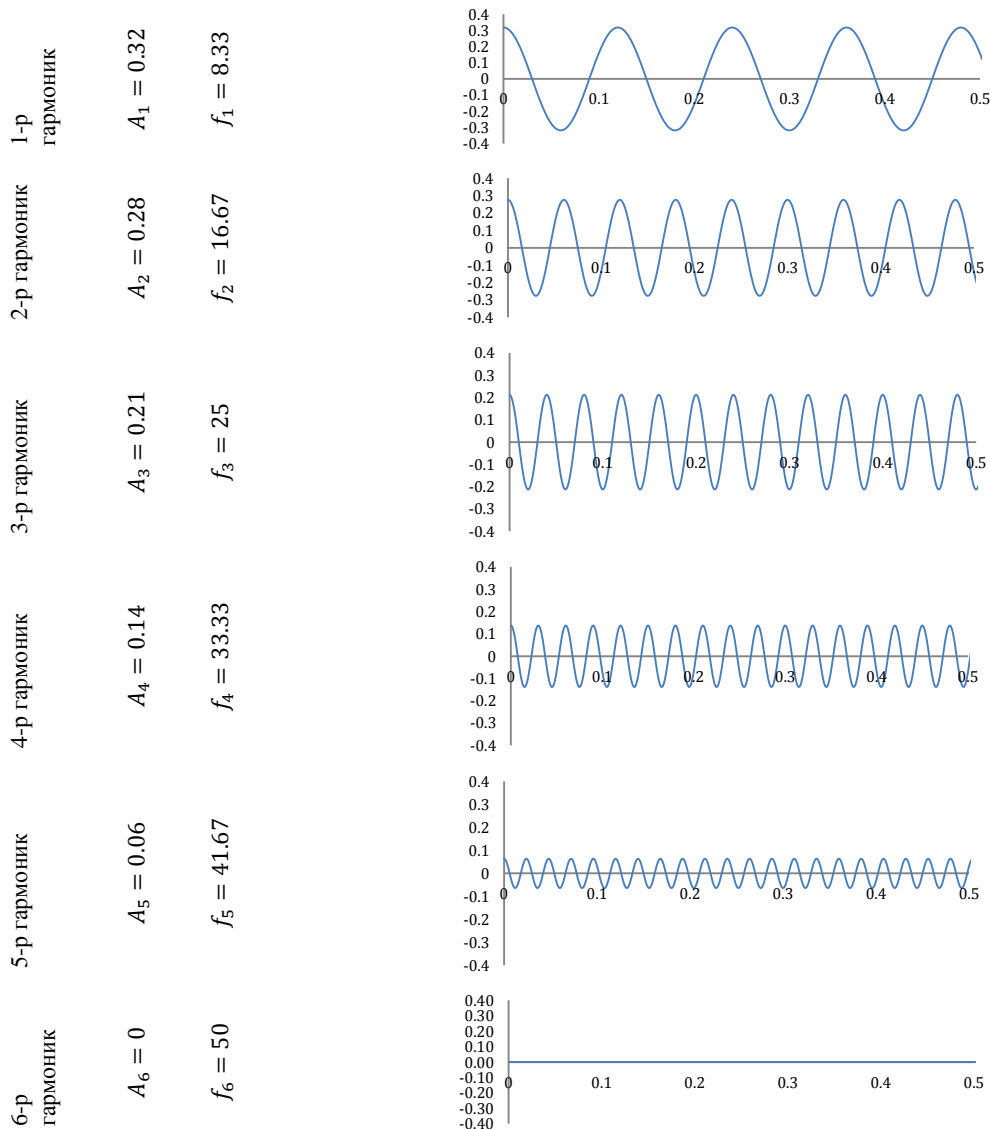
$$\frac{1}{T} = \frac{1000}{120} = 8.33 \text{ Гц}$$

болно. Бусад (2)-аар давтамж ба амплитудыг тодорхойлъё.

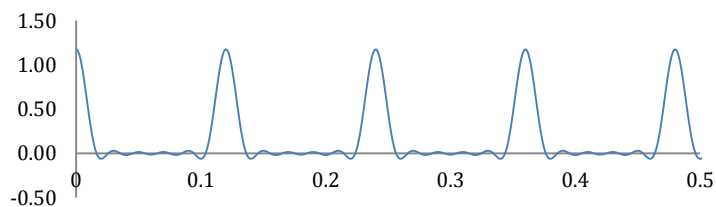
$A_0 = \frac{1}{6} = 0.17$	$f_0 = 0 \cdot 8.33 = 0$
$A_1 = \frac{2 \cdot 1}{3.14} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{6}\right) = 0.32$	$f_1 = 1 \cdot 8.33 = 8.33$
$A_2 = \frac{2 \cdot 1}{2 \cdot 3.14} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{6}\right) = 0.28$	$f_2 = 2 \cdot 8.33 = 16.67$
$A_3 = \frac{2 \cdot 1}{3 \cdot 3.14} \cdot \sin\left(\frac{3\pi}{6}\right) = 0.21$	$f_3 = 3 \cdot 8.33 = 25$
$A_4 = \frac{2 \cdot 1}{4 \cdot 3.14} \cdot \sin\left(\frac{4\pi}{6}\right) = 0.14$	$f_4 = 4 \cdot 8.33 = 33.33$
$A_5 = \frac{2 \cdot 1}{5 \cdot 3.14} \cdot \sin\left(\frac{5\pi}{6}\right) = 0.06$	$f_5 = 5 \cdot 8.33 = 41.67$
$A_6 = \frac{2 \cdot 1}{6 \cdot 3.14} \cdot \sin\left(\frac{6\pi}{6}\right) = 0$	$f_6 = 6 \cdot 8.33 = 50$

Үүнээс хараахад дүүргэлт нь 6 байгаа тул зургаан шихрэг хэлбэлзэл гарч ирж байна. Дээр тооцсон амплитуд ба давтамж тус бүрийн хэлбэлзлийг байгуулъя.





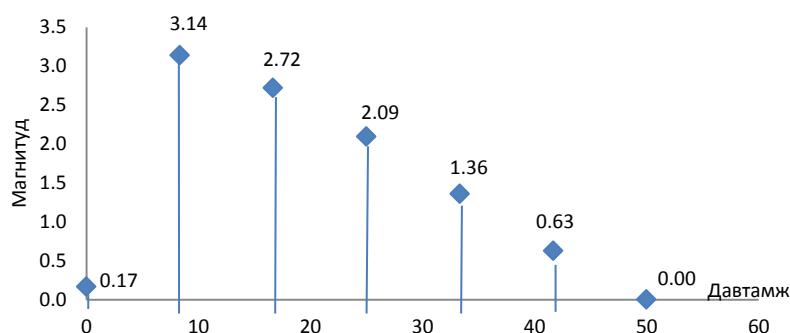
Эдгээр хэлбэлзлийн нийлбэрийг олж графикийг байгуулъя (Зураг 4).



Зураг 4. Нийлбэр хэлбэлзэл

Зураг 3-аас харахад энэ нийлбэр хэлбэлзэл нь цуваа тэгш өнцөгт импульстэй төстэй харагдаж байна. Иймд тэгш өнцөгт хэлбэлзлийг Фурьегийн цуваагаар задлахад гарч ирэх хэлбэлзлийн тоо нь дүүргэлтийн тоотойгоо тэнцүү байна [1].

Фурьегийн цуваагаар задалсан эдгээр хэлбэлзлүүдийг давтамжийн тэнхлэгт амплитудаар нь байгуулбал спектрийг гарна. (Зураг 5).



Зураг 5. Тэгш өнцөгт импульсийн спектр

Эдгээр тооцоог туршилтаар баталъя.

3. ТУРШИЛТ, ҮР ДҮН

Судалгааны ажлыг гүйдлийн спектрээр гүйцэтгэсэн. Туршилтад TDS1012B осциллограф, 30А-ын шунт, зөөврийн компьютер зэргийг ашигласан [2].

TDS1012B-Tektronix хэмжилтийн багажаар тодорхойлох хэмжилтийг дараах үе шаттайгаар гүйцэтгэсэн.

1-р үе шат: TDS1012B-Tektronix-ийн интерфэйсийн програмыг компьютерт суулгах.

2-р үе шат: Програм хангамж сууж дууссаны дараа компьютерт осциллографыг холбоно. Программ бүрэн суухаас өмнө багажийг компьютерт холбовол алдаатай суух магадлалтай.

3-р үе шат: Осциллографыг тэжээлийн үүсгүүрт холбоно.

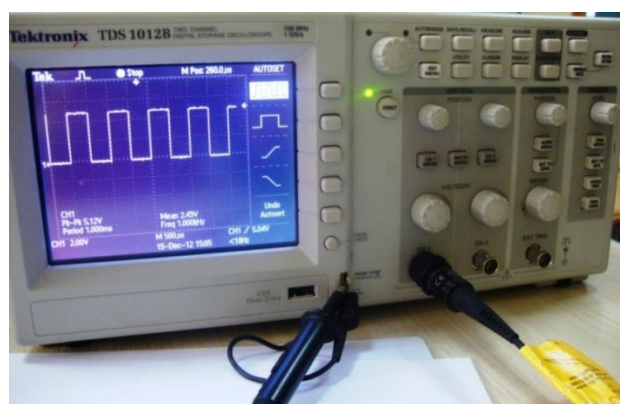
4-р үе шат: Осциллограф асаахад компьютер дээр түүний Openchoice desktop програмыг нээнэ.

5-р үе шат: Багажийг тохируулна. 5 В, 1000 Гц нь стандарт хэмжигдэхүүнээр багажийг тохируулна. Компьютер осциллографтай асуудалгүй холбогдсон эсэхийг энэ дэлгэцээс харна. “Refresh”-ийг дарсны дараа “OK” дарснаар компьютер осциллографтай бүрэн холбогдож өгөгдлийг дэлгэцэд харуулах боломжтой юм.

6-р үе шат: Компьютер багажтай бүрэн холбогдсоны дараа хэмжилтийг хийх ба хэмжилтийн өгөгдлийг хадгалж авахын тулд “Waveform data capture” цонхийг нээж “Save As” товчийг дарснаар хадгалах цонх нээгдэж мэдээллийг хадгалж болно (3.4-р зураг).

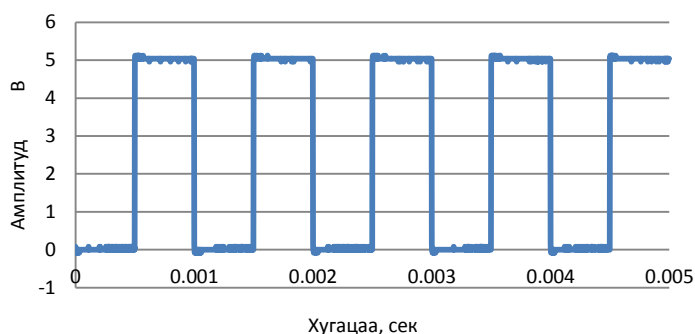
7-р үе шат: Багажийг тохируулсны дараа шаардлагатай хэмжилтийг гүйцэтгэхэд бэлэн болно.

Хэмжилтийг Зураг 6-д харуулав.



Зураг 6. Хэмжилтийн гүйцэтгэл

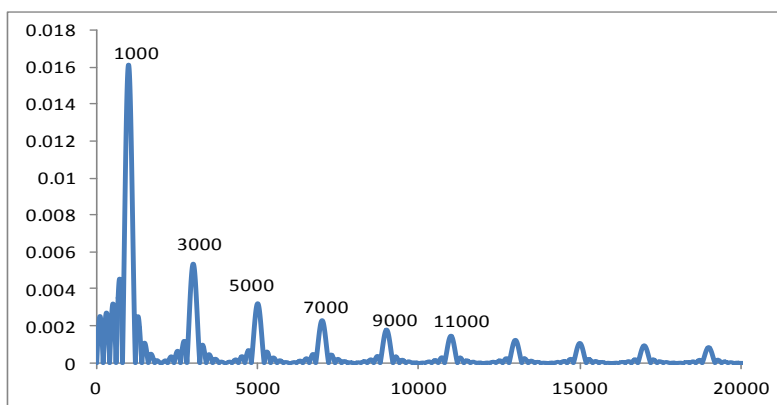
Багажийн стандарт хэмжигдэхүүн болох 5 В, 1000 Гц –ийн тэгш өнцөгт импульсийг 3.6-р зурагт харуулав.



Зураг 7. Тэгш өнцөгт хэлбэлзэл

Зураг 7-аас харахад импульсийн хүчдэл нь 5 В, давтамж нь 1000 Гц (1/0.001 сек) гарч байгаа нь тохируулга зөв гүйцэтгэгдсэнийг харуулж байна.

5 В, 1000 Гц –ийн тэгш өнцөгт импульсийг Фурьегийн хувиргалт, чадлын нягтын спектрээр задлан спектрийг Зураг 8-т үзүүлээ.



Зураг 8. Тэгш өнцөгт хэлбэлзлийн спектр

Тэгш өнцөгт хэлбэлзлийн спектр нь үндсэн давтамж болон 3, 5, 7 гэх мэт сондгой гармоник (Зураг 7) дээр гарч байгаа нь онолтой (Зураг 4) тохирч байна.

ДҮГНЭЛТ

Фурьегийн цувааны үндсэн дээр спектр шинжилгээ хийгддэг.

Энгийн I TDS1012B-Tektronix хэмжилтийн багажаар тодорхойлох аргачлалыг боловсруулав.

Тэгш өнцөгт хэлбэлзлийн спектр нь үндсэн давтамж болон 3, 5, 7 гэх мэт сондгой гармоник дээр гарч байгаа нь онолтой тохирч байна.

ТАЛАРХАЛ

Азийн хөгжлийн банкны санхүүжилтээр Боловсрол, соёл, шинжлэх ухаан, спортын яамны “Их дээд сургуулийн боловсролын шинэчлэл L2766 MON” төслөөр хийгдсэн судалгааны ажлын үр дүнгээр энэ эрдэм шинжилгээний өгүүллийг боловсруулан гаргав.

АШИГЛАСАН БҮТЭЭЛ

- [1] П.Ариунболор, Тоон дохио боловсруулалт, сурах бичиг, Анхны хэвл. Улаанбаатар: Кристал Крест, 2016.
- [2] П. А. Болдбаатар, “ХӨДӨЛГҮҮРИЙН ГЭМТЛИЙГ ГҮЙДЛИЙН СПЕКТРЭЭР ОНОШЛОХ СУДАЛГАА,” ШУТИС, 2012.

БАГАНУУРЫН НҮҮРСНИЙ ИЛ УУРХАЙН ЗАЛГАХ ПУНКТЫН ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ

Доктор (Ph.D) Г.Сандагдорж*
*ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

sandagdorj@must.edu.mn

Abstract

This paper focuses on the present operating situations of the 6kV switch voltage that are operating at Baganuur Coal Stripping Mining.

Түлхүүр үг: ашиглалт, сүлжээ, төрөл, таслуур, хүчдэл, засвар

1. Оршил

Манай орны Шарын гол, Багануур, Шивээ-Овоо зэрэг томоохон нүүрсний ил уурхайнуудад тусгаарлагдсан саармагтай 6кВ-ын цахилгаан шугам сүлжээ ашиглагддаг бөгөөд түүний нэг үндсэн цахилгаан тоног төхөөрөмж нь 6кВ-ын залгах пункт юм. Тухайлбал Багануурын нүүрсний ил уурхайн дотоод цахилгаан хангамжийн 6кВ-ын цахилгаан шугам сүлжээнд агаарын оролттой - кабель гаралттай, электрон хөтлүүр бүхий ВВ/TEL маркийн өндөр хүчдэлийн вакууман таслууртай ЯКНО-6-У1В-В1 төрлийн залгах пунктүүд хэрэглэгдэж байна.

2015-2016 онд авсан статистик материалаар Багануурын нүүрсний ил уурхайн 6кВ-ын цахилгаан шугам сүлжээнд ашиглагдаж байгаа залгах пунктын төрөл, дугаар болон ашиглалтанд орсон оныг хэрэглэгч тус бүрээр 1-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 1

Багануурын нүүрсний ил уурхайн 6кВ-ын залгах пунктын төрөл, дугаар болон ашиглалтанд орсон он

№	Экскаваторын төрөл	Залгах пунктын төрөл	Залгах пунктын дугаар	Ашиглалтанд орсон он	Тоо ширхэг
1	ЭКГ-5А, №1581	ЯКНО-6-У1В-В1	ЗП №1	1998	1
2	ЭКГ-5А, №1426	ЯКНО-6-У1В-В1	ЗП №2	1998	1
3	ЭШ 10/70, №50	ЯКНО-6	ЗП №3	2014	1
4	ЭШ 13/50, №35	ЯКНО-6	ЗП №4	2014	1
5	ЭКГ-10И, №33	ЯКНО-6-У1В-В1	ЗП №5	1998	1
6	ЭШ 15/90, №137	ЯВП-6	ЗП №6	2009	1
7	ЭКГ-8И, №2250	ЯКНО-6-У1В-В1	ЗП №7	1998	1
8	ЭКГ-4У, №323	ЯКНО-6-У1В-В1	ЗП №8	1998	1
9	ЭКГ-5А, №1178	ЯКНО-6-У1В-В1	ЗП №9	1998	1
10	ЭКГ-5А, №1592	ЯКНО-6-У1В-В1	ЗП №10	1998	1
11	ЭКГ-8И, №1946	ЯКНО-6-У1В-В1	ЗП №11	1998	1
12	ЭКГ-8И, №1941	ЯКНО-6-У1В-В1	ЗП №12	1998	1
13	ЭКГ-8И, №2074	ЯКНО-6-У1В-В1	ЗП №13	1998	1
14	ЭКГ-10И, №476	ЯВП-6	ЗП №14	2010	1
15	ЭШ 13/50, №61	ЯКНО-6-У1В-В1	ЗП №15	1998	1
16	ЭШ 13/50, №492	ЯКНО-6-У1В-В1	ЗП №16	1998	1
17	ЭШ 20/90, №5	ЯВП-6	ЗП №17	2010	1
18	Д50 КС, №409	ЯКНО-6-У1В-В1	ЗП №18	2007	1

1-р хүснэгтээс үзэхэд 1998 онд ашиглалтанд орсон залгах пунктын тоо 12 ш, 2007 онд 1 ш, 2009 онд 1ш, 2010 онд 2 ш, 2014 онд 2 ш байна. Ийнхүү нийт залгах пунктын 66.6% 1998 онд ашиглалтанд оржээ.

Эдгээр залгах пунктын эдэлгээний норм, ажилласан хугацаа, анхны үнэ, үлдэгдэл үнэ зэргийг 2-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 2

Залгах пунктын эдэлгээний норм ба ажилласан хугацаа

№	Залгах пунктын дугаар	Эдэлгээний норм		Ажилласан		Анхны үнэ, ₮	Үлдэгдэл үнэ, ₮
		цаг	жил	цаг	жил		
1	ЗП №1	174720	20	148512	17	2404000.00	1477616.79
2	ЗП №2	174720	20	148512	17	80100.00	-
3	ЗП №3	174720	20	8736	1	50000000.00	50000000.00
4	ЗП №4	174720	20	8736	1	50000000.00	50000000.00
5	ЗП №5	174720	20	148512	17	17806675.00	-
6	ЗП №6	174720	20	52416	6	40000000.0	28000000.00
7	ЗП №7	174720	20	148512	17	17806675.00	-
8	ЗП №8	174720	20	148512	17	17806675.00	-
9	ЗП №9	174720	20	148512	17	12000000.00	1800000.00
10	ЗП №10	174720	20	148512	17	8903337.00	1800000.00
11	ЗП №11	174720	20	148512	17	17806675.00	1800000.00
12	ЗП №12	174720	20	148512	17	12820800.00	6413330.00
13	ЗП №13	174720	20	148512	17	12000000.00	1800000.00
14	ЗП №14	174720	20	43680	5	59000000.00	31526962.00
15	ЗП №15	174720	20	148512	17	12000000.00	1800000.00
16	ЗП №16	174720	20	148512	17	12000000.00	1800000.00
17	ЗП №17	174720	20	43680	5	42799260.00	31009543.00
18	ЗП №18	174720	20	69888	8	12820800.00	7880272.00

2-р хүснэгтээс үзэхэд өнөөгийн байдлаар 12 залгах пункт нь 17 жил, 1 залгах пункт нь 8 жил, 1 залгах пункт нь 6 жил, 2 залгах пункт нь 5 жил, 2 залгах пункт нь 1 жил ашиглагдаж байна.

Багануурын нүүрсний ил уурхайд ашиглагдаж байгаа залгах пунктүүдийн ашиглалтын материалыг үндэслэн тэдгээрийн техникийн байдлыг тодорхойлж байгаа үзүүлэлтүүдийг 3-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 3

Залгах пунктүүдийн техникийн байдлыг тодорхойлж байгаа үзүүлэлтүүд

№	Залгах пунктын дугаар	Техникийн байдлыг тодорхойлж байгаа үзүүлэлтүүд				
		Үндсэн хийц	Цахилгааны монтаж	Контактуудын байдал	Механик элэгдэл	Засварын тоо
1	ЗП №1	хэвийн	хэвийн	хэвийн	60	20
2	ЗП №2	хэвийн	хэвийн	хэвийн	60	22
3	ЗП №3	хэвийн	хэвийн	хэвийн	60	1
4	ЗП №4	хэвийн	хэвийн	хэвийн	60	2
5	ЗП №5	хэвийн	хэвийн	хэвийн	60	25
6	ЗП №6	хэвийн	хэвийн	хэвийн	85	5
7	ЗП №7	хэвийн	хэвийн	хэвийн	60	20
8	ЗП №8	хэвийн	хэвийн	хэвийн	60	18
9	ЗП №9	хэвийн	хэвийн	хэвийн	60	25
10	ЗП №10	хэвийн	хэвийн	хэвийн	60	23
11	ЗП №11	хэвийн	хэвийн	хэвийн	60	23
12	ЗП №12	хэвийн	хэвийн	хэвийн	60	24
13	ЗП №13	хэвийн	хэвийн	хэвийн	60	30

№	Залгах пунктын дугаар	Техникийн байдлыг тодорхойлж байгаа үзүүлэлтүүд				
		Үндсэн хийц	Цахилгааны монтаж	Контактуудын байдал	Механик элэгдэл	Засварын тоо
14	ЗП №14	хэвийн	хэвийн	хэвийн	80	5
15	ЗП №15	хэвийн	хэвийн	хэвийн	60	28
16	ЗП №16	хэвийн	хэвийн	хэвийн	60	26
17	ЗП №17	хэвийн	хэвийн	хэвийн	85	5
18	ЗП №18	хэвийн	хэвийн	хэвийн	60	24

3-р хүснэгтээс үзэхэд ашиглалтын хугацааны туршид 1 ш залгах пункт нь 30 удаа, 1 ш залгах пункт нь 28 удаа, 1 ш залгах пункт нь 26 удаа, 2 ш залгах пункт нь 25 удаа, 2 ш залгах пункт нь 24 удаа, 2 ш залгах пункт нь 23 удаа, 1 ш залгах пункт нь 22 удаа, 2 ш залгах пункт нь 20 удаа, 1 ш залгах пункт нь 18 удаа, 5 ш залгах пункт нь 3 удаа, 1 ш залгах пункт нь 1 удаа тус тус засварт орсон байна.

Залгах пунктын техникийн аюулгүй байдлын үзүүлэлтүүдийг 4-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 4

Залгах пунктүүдийн техникийн аюулгүй байдлын үзүүлэлтүүд

№	Залгах пунктын дугаар	Техникийн аюулгүй байдлын үзүүлэлтүүд			
		Тусгаарлалын эсэргүүцэл, /МОм/	Битүүмжлэл	Хаалт хашилт	Газардуулга
1	ЗП №1	10	хэвийн	хэвийн	хэвийн
2	ЗП №2	10	хэвийн	хэвийн	хэвийн
3	ЗП №3	10	хэвийн	хэвийн	хэвийн
4	ЗП №4	10	хэвийн	хэвийн	хэвийн
5	ЗП №5	10	хэвийн	хэвийн	хэвийн
6	ЗП №6	10	хэвийн	хэвийн	хэвийн
7	ЗП №7	10	хэвийн	хэвийн	хэвийн
8	ЗП №8	10	хэвийн	хэвийн	хэвийн
9	ЗП №9	10	хэвийн	хэвийн	хэвийн
10	ЗП №10	10	хэвийн	хэвийн	хэвийн
11	ЗП №11	10	хэвийн	хэвийн	хэвийн
12	ЗП №12	10	хэвийн	хэвийн	хэвийн
13	ЗП №13	10	хэвийн	хэвийн	хэвийн
14	ЗП №14	10	хэвийн	хэвийн	хэвийн
15	ЗП №15	10	хэвийн	хэвийн	хэвийн
16	ЗП №16	10	хэвийн	хэвийн	хэвийн
17	ЗП №17	10	хэвийн	хэвийн	хэвийн
18	ЗП №18	10	хэвийн	хэвийн	хэвийн

4-р хүснэгтээс үзэхэд Багануурын нүүрсний ил уурхайд ашиглагдаж байгаа залгах пунктүүд нь цахилгаан техникийн аюулгүй байдлыг хангаж байна.

Багануурын нүүрсний ил уурхайд ашиглагдаж байгаа залгах пунктүүдийн цаашид ажиллах боломж, ашиглалтын өнөөгийн байдлыг 5-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 5

Залгах пунктүүдийн цаашид ажиллах боломж ба ашиглалтын өнөөгийн байдал

№	Залгах пунктын дугаар	Цаашид ажиллах боломж		Залгах пунктүүдийн ашиглалтын өнөөгийн байдалд үйлдвэрээс өгсөн дүгнэлт
		Цаг	Жил	
1	ЗП №1	26208	3	Таслуурууд хуучирсан, привод их бие хуучирч муудсан, ашиглалтын норм дуусч байгаа
2	ЗП №2	26208	3	Таслуурууд хуучирсан, привод их бие хуучирч муудсан, ашиглалтын норм дуусч байгаа

№	Залгах пунктын дугаар	Цаашид ажиллах боломж		Залгах пунктүүдийн ашиглалтын өнөөгийн байдалд үйлдвэрээс өгсөн дүгнэлт
		Цаг	Жил	
3	ЗП №3	165984	19	-
4	ЗП №4	165984	19	-
5	ЗП №5	26208	3	Таслуурууд хуучирсан, привод их бие хуучирч муудсан, ашиглалтын норм дуусч байгаа
6	ЗП №6	122304	14	Хэвийн, хуурай салгуур элэгдэлтэй
7	ЗП №7	26208	3	Таслуурууд хуучирсан, привод их бие хуучирч муудсан, ашиглалтын норм дуусч байгаа
8	ЗП №8	26208	3	Таслуурууд хуучирсан, привод их бие хуучирч муудсан, ашиглалтын норм дуусч байгаа
9	ЗП №9	26208	3	Таслуурууд хуучирсан, привод их бие хуучирч муудсан, ашиглалтын норм дууссан
10	ЗП №10	26208	3	Таслуурууд хуучирсан, привод их бие хуучирч муудсан, ашиглалтын норм дуусч байгаа
11	ЗП №11	26208	3	Таслуурууд хуучирсан, привод их бие хуучирч муудсан, ашиглалтын норм дуусч байгаа
12	ЗП №12	26208	3	Таслуурууд хуучирсан, привод их бие хуучирч муудсан, ашиглалтын норм дуусч байгаа
13	ЗП №13	26208	3	Таслуурууд хуучирсан, привод их бие хуучирч муудсан, ашиглалтын норм дуусч байгаа
14	ЗП №14	131040	15	Хэвийн, хуурай салгуур элэгдэлтэй
15	ЗП №15	26208	3	Таслуурууд хуучирсан, привод их бие хуучирч муудсан, ашиглалтын норм дуусч байгаа
16	ЗП №16	26208	3	Таслуурууд хуучирсан, привод их бие хуучирч муудсан, ашиглалтын норм дуусч байгаа
17	ЗП №17	131040	15	Хэвийн
18	ЗП №18	104832	12	Таслуурууд хуучирсан, привод их бие хуучирч муудсан, ашиглалтын норм дуусч байгаа

5-р хүснэгтээс үзэхэд цаашид 2 ш залгах пункт нь 19 жил, 2 ш залгах пункт нь 15 жил, 2 ш залгах пункт нь 19 жил, 1 ш залгах пункт нь 14 жил, 1 ш залгах пункт нь 12 жил, 12 ш залгах пункт нь 3 жил тус тус ашиглах боломжтой байна.

Дүгнэлт

1. Багануурын нүүрсний ил уурхайн 6кВ-ын цахилгаан шугам сүлжээнд ашиглагдаж байгаа залгах пунктүүдийн ашиглалтын өнөөгийн байдалд судалгаа хийж, үнэлэлт дүгнэлт өгөв.
2. Одоо ашиглагдаж байгаа залгах пунктүүдийн дийлэнх хувь нь шинэчлэх шаардлагатай болсон байна.
3. Энэхүү өгүүлэлд орсон залгах пунктүүдийн талаарх ашиглалтын материал нь бодит материал тул цаашид судалгааны ажилд ашиглах боломжтой.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:

1. Багануурын нүүрсний ил уурхайн цахилгаан сүлжээнд одоогийн ашиглаж байгаа залгах пунктүүдийн талаарх 2015-2016 оны ашиглалтын материал
2. Г.Дорж, Г.Сандагдорж. Орчин үед үйлдвэрлэгдэж буй залгах пункт хийцүүд. Уул уурхайн технологи, эдийн засаг, экологи, геодези, газрын харилцаа. Эрдэм шинжилгээний 36-р бага хурал-2008. УБ., х127-132.

ХҮЧДЭЛИЙН РЕГУЛЯТОР АШИГЛАН НАСОСНЫ ХӨДӨЛГҮҮРИЙН ЭРЧИМ ХҮЧИЙГ ХЭМНЭХ СУДАЛГАА

Доктор (Ph.D) Я.Доржсүрэн*, Б.Ернар

**ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль*

**dorjoo_must@yahoo.com.*

Abstract

In this paper, we have studied new method of improving energy efficiency of pump motors, using voltage regulator. Our study objects are pump motors of Erdenet Mining Corporation's concentration plant.

Key words: Voltage converter, pump, motor load, asynchronous motor.

1. Оршил

“Эрдэнэт үйлдвэр” ХХК-ийн Баяжуулах фабрикт ашиглагдаж буй нийт цахилгаан хөдөлгүүрүүдийн 95 орчим хувь нь асинхрон хөдөлгүүр байдаг ба үүнээс 80 орчим хувь нь төв корпус байдаг. Баяжуулах фабрикын зөвхөн төв корпус жилдээ 350-360 насос хэрэглэдэг. Энэ нь баяжуулах фабрикийн нийт асинхрон хөдөлгүүрийн 30-40% бөгөөд төв корпус ашиглагдаж буй асинхрон хөдөлгүүрийн 58 орчим хувийг эзэлж байна [3].

Эдгээр насоснуудын ихэнх нь бүрэн ачаалалтай ажиллаж чадахгүй байгаагийн улмаас эрчим хүчний үр ашиггүй зарцуулалт гарч байна. Иймд хувиргагч төхөөрөмж ашиглан эдгээр насоснуудын эрчим хүчийг хэмнэх нь шаардлагатай асуудлуудын нэг юм. Эрчим хүчийг хэмнэхийн тулд насосны хөдөлгүүрийг алдагдал багатай ажиллах нөхцөлийг бүрдүүлэх, удирдлагын шинэ систем нэвтрүүлэх шаардлагатай. Өөрөөр хэлбэл хөдөлгүүрийг ачаалалдаа тохирсон чадалтайгаар ажиллах тохируулга хийх хэрэгтэй. Ингэснээр үйлдвэрийн урсгал зардал тодорхой хэмжээгээр буурах боломжтой. Өнөө үед хувиргагч төхөөрөмжүүд ихээр үйлдвэрлэгдэх болсон хэдий ч үнэтэй байгаа нь тэдгээрийг үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэхэд хүндрэл учруулж байна. Эндээс хямд, энгийн хийцтэй хувиргагч төхөөрөмжийг судлах, үйлдвэрт нэвтрүүлэх шаардлага урган гарч байна.

Энэхүү өгүүлэлд хүчдэлийн регулятор ашиглан насосны хөдөлгүүрүүдийн эрчим хүчний алдагдлыг бууруулах талаар өгүүлэх болно.

2. Насосны хөдөлгүүрийн ачаалал

Хөдөлгүүр 80-100% ачаалалтай ажиллаж байхад хөдөлгүүрийн ашигт үйлийн коэффициент болон $\cos\phi$ хангалттай өндөр утгатай байх боловч гол дээрх ачаалал буурахад тэдгээр коэффициентууд нэгэн зэрэг буурна. Учир нь ачаалал багасах үед ротор болон статор хоёрын хоорондын цахилгаан алдагдал багасах хэдий ч тогтмол алдагдал болох зүрхэвчний соронзон алдагдал ба механик (үрэлтийн) алдагдал өөрчлөгдөхгүй. Ачаалал буурахад хөдөлгүүрийн тогтмол алдагдлууд хэвээрээ байх тул хөдөлгүүрийн АҮК буурдаг.

Хөдөлгүүрийн ачаалал 50%-с бага болоход хөдөлгүүрийн эрчим хүчний хэмнэлт огцом буурдаг байна. Тухайн хөдөлгүүр нь бүрэн чадлынхаа 25%-с бага ачаалалтайгаар ажиллаж байгаа тохиолдолд, ачаалалд нь тохируулан бага чадалтай жижиг хөдөлгүүрээр солих шаардлага тавигддаг [2]. Дараах хүснэгтэд “Эрдэнэт үйлдвэр” ХХК-ийн Баяжуулах фабрикт ашиглагдаж буй зарим насоснуудын ажиллаж байх үеийн параметруудийг үзүүлэв.

Насосны хөдөлгүүрийн ажиллаж байх үеийн цахилгаан параметрууд

д/д	Нэр	Насос- 8	Насос-7	Насос-2	Насос-6
1	Ажлын горим	Хэвийн	Хэвийн	Хэвийн	Хэвийн
2	Рном* (кВт)	90	90	400	90
3	Uном (В)	380	380	6000	380
4	Iном (А)	165	165	57	165
5	пном (эрг/м)	985	985	500	985
6	cosφ (аж)	0.8	0.8	0.4	0.8
7	А.Ү.К (%) _{аж}	98	94	90	93
8	Р _{аж} (кВт) **	44,8	37,5	128	40,3
9	U _{аж} (В)	358	363	6143	364
10	I _{аж} (А)	88	79	34	86
11	Р% (%)	50	42	32	45
12	п _{аж} (эрг/м)	1079	1055	500	1026

* Номиналь параметр

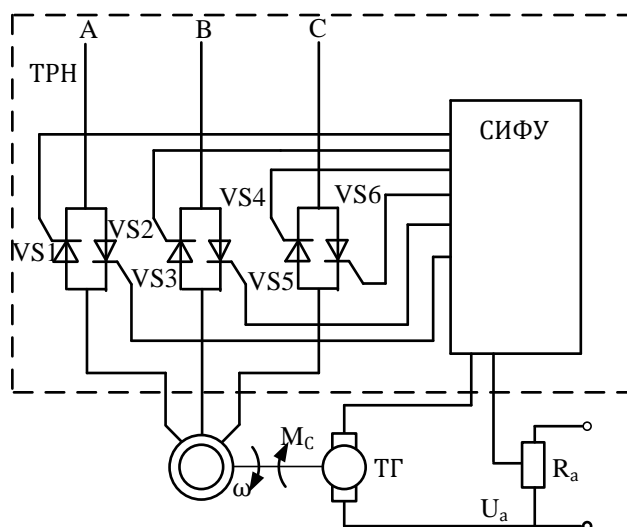
** Ажиллаж байх үеийн параметр

Дээрх хүснэгтээс харахад **насос-8** нь 50 хувийн ачаалалаар ажиллаж байгаа бол **насос-7** нь 42% ачаалалтай ажиллаж байна. Дээрх хөдөлгүүрүүдийг ачаалалд нь тохирсон чадлаар ажиллуулж, эрчим хүчний алдагдлыг бууруулснаар эрчим хүчний зардлыг тодорхой хувиар бууруулах боломжтой.

3. Хүчдэлийн регулятор

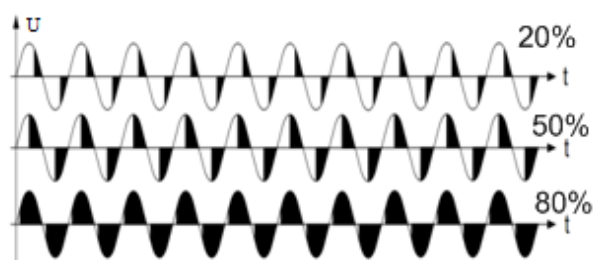
Хүчдэлийн регулятор нь хүчдэлийг өөрчлөх замаар асинхрон хөдөлгүүрийн чадлыг удирддаг хувиргагч төхөөрөмж юм. Энэ нь үнэ хямдтай бөгөөд харьцангуй энгийн хийцтэйгээрээ бусад хувиргагчаас давуу талтай.

Баяжуулах фабрикт ашиглагдаж буй хурдыг нь удирдах шаардлагагүй насосуудад дээрх хүчдэлийн регулятор ашигласан нь эдийн засгийн хувьд ашигтай [1].



1-р зураг. Хүчдэлийн регулятор (Voltage regulator)-ын зарчмын схем

Дээрх схемээс хүчдэлийн регулятор нь бүтцийн хувьд харцангуй энгийн болохыг харж болно. Дараах зурагт түүний гаралтын хүчдэлийн графикийг үзүүлэв.



2-р зураг. Хүчдэлийн регуляторын гаралтын хүчдэлийн график



3-р зураг. Хүчдэлийн регулятор (VMARK, Model: CTH-1)

Хүчдэлийн регулятор нь дараах давуу талуудтай. Үүнд:

1. Эрчим хүч хэмнэх
2. Тоног төхөөрөмжүүдийг огцом механик үйлчлэлээс хамгаалах
3. Технологийн тоног төхөөрөмжийг ашиглалтын хүрээг дээшлүүлэх
4. Удирдлагын сигналыг богино хугацаанд хүлээн авах
5. Маш олон параметрийг өөрчлөх боломжоор өргөн олон салбарт хэрэглэж боломжтой
6. Дамжуулах утасны холболт энгийн
7. Релений гаралттай
8. Аналог гаралт, оролттой
9. Операторын удирдлагын панелиас гадна компьютерээр удирдах боломжтой.

Хүчдэлийн регуляторын гүйцэтгэх функцүүд:

1. Гүйдэл, хүчдэлийг хянах
2. Гүйдэл, хүчдэлийг удирдах
3. Зөөлөн асаалт хийх
4. Хөдөлгүүрийн статорын гүйдлийг автоматаар хянан, тохируулах
5. Гүйдэл, хүчдэлийг автоматаар тохируулах

4. Хүчдэлийн регулятор ашиглан насосны хөдөлгүүрийн эрчим хүчний алдагдлыг бууруулах нь

Баяжуулах фабрикын Төв корпус ашиглагдаж буй 22 кВт чадалтай асинхрон хөдөлгүүр бүхий насосны эрчим хүчний зардлын тооцоог доор үзүүлэв.

Хүчдэлийн регулятор ашиглах үед гарах эрчим хүчний хэмнэлт

Үзүүлэлтүүд	Урьд ашиглаж байсан хөдөлгүүр	Хүчдэлийн регулятортой хөдөлгүүр
Цахилгаан хөдөлгүүрийн чадал	22 кВт	22 кВт
Жилд хэрэглэх ЦЭХ	192720кВт.цаг	96360 кВт.цаг
Жилийн ЦЭХ-ний зардал төг	30.835 сая.төг	15.418 сая.төг
Жилд хэмнэх ЦЭХ	-	96360 кВт.цаг
Жилд хэмнэх ЦЭХ-ний зардал	-	15.418 сая.төг
Шинэ хувиргагчийн үнэ		1.1 сая.төг
Угсралтын зардал		0.5 сая.төг
Жилд хэмнэх зардал	13.817 сая.төг	
Анхны зардлаа эргэн төлөх хугацаа	1 сар	

Жич:

- Насосны цаг ашиглалтын коэффициентийг 1-ээр тооцов.
- 1 кВт.цаг цахилгаан эрчим хүчний үнийг 160 төгрөг гэж тооцож үзэв.

5. Дүгнэлт

Энэхүү ажлаар “Эрдэнэт үйлдвэр” ХХК-ийн Баяжуулах фабрикийн насосны хөдөлгүүрүүдийн чадлын алдагдлыг судалсны үндсэн дээр дараах дүгнэлтүүдийг хийж байна.

- Энэхүү ажлыг “Эрдэнэт үйлдвэр” ХХК-ийн Баяжуулах фабрикт нэвтрүүлснээр 1 насосны хөдөлгүүрийн хувьд жилд дундажаар **13,817** сая төгрөгийн хэмнэлт гарна.
- Тус регуляторыг Баяжуулах фабрикийн насоснуудад нэвтрүүлснээр жилд нийтдээ **2** тэрбум гаруй төгрөг хэмнэх боломжтой.
- Хөдөлгүүрийн ашиглалтын нөхцөл сайжирч, хамгаалалтын түвшин нэмэгдэнэ. Ингэснээр хөдөлгүүрийн эдэлгээний хугацаа нэмэгдэх боломж бүрдэнэ.

Ашигласан материал

- [1] Доржсүрэн. Я, “Уурхайн цахилгаан экскаваторын тогтмол гүйдлийн хөдөлгүүрийг хувьсах гүйдлийн хөдөлгүүрээр солих боломжийн судалгаа. УБ. 2011. 65 хуу.
- [2] Гүррагчаа Ж. Цахилгаан хөдөлгүүрийн эрчим хүчний алдагдалыг бууруулах судалгаа. УБ. 2008. 68 хуу.
- [3] “Эрдэнэт үйлдвэр ХХК” цахилгаан хөтлүүр автоматикийн хэсгийн тайлан.

ИЛ УУРХАЙН АЧИХ-ТЭЭВЭРЛЭХ БҮТЦИЙГ ГРАФЫН ОНОЛД ТУЛГУУРЛАН ЭНГИЙН ОНОВЧТОЙГООР ЗАГВАРЧЛАХ АСУУДАЛ

Докторант Л.Батболд, Б.Амарзаяа,

ШУТИС-ийн ХШУС

Abstract

In this articles we introduce new interpretations of classical graph algorithms. It gives researchers and students new and easy to recognized patterns of understandable graph algorithms. Also, it gives modelling algorithms in mining exploration and proposes general mining models to the open pit.

Түлхүүр үг: суурь мод (мөрөгцөг), нийгэмлэг (экскаватор - машинч), гишүүн (автосамосвал - жолооч), зуучлагч (зам харилцаа), гишүүнчлэлийн төлбөр (овоолго).

1. Оршил

Графын онолд алгоритмын судалгаа чухал байр суурь эзэлдэг. Тухайлбал хамгийн богино зам олох, өгөгдсөн шинж чанар бүхий суурь мод байгуулах, орой, ирмэгийн будалт зэрэг алгоритмаар хийгдэх бодлогуудыг дурдаж болно.

Алгоритмаар шийдэгдэх ийм төрлийн бодлогууд болон тэдгээрийн бодолтын алгоритм нь хийсвэр, формаль томъёологдсон хэт онолын шинжтэй өгөгдсөн байдгаас тэдгээрийг ойлгож, мэдрэх улмаар хэрэглэхэд хүндрэл учирдаг талтай. Жишээлбэл: Графын онолын ямар нэг бодлогын алгоритм шууд программчлахад зориулагдан кодлогдсон (шифрлэгдсэн) байна гэж саная.

Тэгвэл уг алгоритмыг хэрэглэгч нь бодлогын цаад мөн чанар, алгоритмын учир утгыг ойлгоход төвөгтэй байх нь ойлгомжтой. Иймд алгоритмыг хялбархан ойлгож, цаашид хөгжүүлэх боломжийг олгоход зориулагдсан тусгай арга, тайлбар, загвар зайлшгүй шаардлагатай болно. Энэхүү өгүүлэлд бид дээр дурьдсан үндэслэлээ тайлбарлаж таниулах үүднээс зарим алгоритмыг энгийнээр загварчлах талаар авч үзсэн.

2. Графын онолын зарим нэр томъёо, тодорхойлолт

Тодорхойлолт 1: ($G=(V,E)$ граф) Орой гэж нэрлэгдэх цэгүүдийн олонлог V ба ирмэг гэж нэрлэгдэх эдгээр цэгүүдийн заримыг холбосон хэрчмүүдийг олонлог E -ээс тогтох (V,E) хосыг граф (ердийн граф) гэнэ.

Тодорхойлолт 2: (Холбоост граф) Хэрэв графын нэг оройгоос нөгөө оройд ирмэгүүдээр дамжин очиж болдог бол тэр хоёр оройг холбогддог гэнэ.

Хэрэв графын аль ч хоёр орой нь холбогддог бол графыг холбоост граф гэнэ. Хоёр оройг холбож байгаа ирмэгүүдийн дарааллыг зам гэнэ. Оройгоос гараад тэр оройдоо буцаж ирдэг зам буюу эхлэл төгсгөл нь давхцдаг замыг цикл гэнэ .

Холбоост бус граф нь хэд хэдэн тусдаа орших хэсгүүдээс тогтох ба эдгээр хэсгүүд нь холбоост граф байна. Эдгээр хэсгүүдийг графын холбоосын компонентууд гэнэ. Тодорхойлолтоос холбоосын компонентууд нь холбоост граф байна. Мэдээж холбоост графын холбоосын компонентийн тоо 1 байна.

Тодорхойлолт 3: (Дэд граф) H графын оройн олонлог нь G графын оройнууд бөгөөд H -ийн ирмэгийн олонлог нь эдгээр оройнуудыг холбосон G графын ирмэгүүд байдаг бол H -ийг G графын дэд граф гэнэ.

Тодорхойлолт 4: (мод граф, суурь мод) Ямар ч цикл агуулаагүй холбоост графыг мод гэнэ. Давхцсан ирмэггүй замыг энгийн зам гэдэг. Харин эхлэл төгсгөл нь давхцдаг энгийн замыг энгийн цикл гэнэ. Мод графын тодорхойлолтыг өөрөөр дурын хоёр орой нь яг нэг энгийн замаар холбогддог граф гэж томъёолж болно.

Түүнчлэн G графын бүх оройнуудыг агуулсан модыг G графын суурь мод гэх ба аль нэг ирмэгийг нь зайлуулахад граф холбоост бус болдог бол тэр ирмэгийг гүүр гэнэ. Мод графын аль ч ирмэг гүүр болж чадна.

3. Үндсэн хэсэг

Бид цаашид $G=(V,E)$ гэсэн V -оройн олонлогтой, E -ирмэгүүдийн олонлог бүхий холбоост графыг (Хэрэв холбоост бус бол компонент тус бүр дээр нь асуудлыг авч үзэхэд хангалттай) авч үзэх ба G графын T суурь модыг хэрхэн олох (байгуулах) алгоритмийг энгийнээр загварчлах асуудлыг ярих юм.

Суурь модны байгуулалт аль нэг орой сонгохоос эхлэх бөгөөд уг оройг суурь модны үндэс гэнэ. Бид дараах алгоритмуудыг авч үзнэ. Үүнд:

1. Хайлтын өргөнөөр төрөгдсөн мод. (Breadth-first serch буюу дерево поиска в ширину)-ыг байгуулах алгоритм. Цаашид BFS алгоритм гэж товчилоё.

```
Pseudocode (BFS algorithm)
Input: G граф ба G-ийн нэг орой U
Procedure BFS (G,u):
  create a queue Q
  enqueue u onto Q
  mark u
  While Q is not empty:
    t ← Q.dequeue ()
    if t is what are looking for:
      return t
  for all edges e in G.adjcentEdges (t) do
    u ← G.adjacent Vertex (t,e)
    if u is not marked:
      mark u
      enqueue u onto Q
```

16 return none

A queue is a list of elements which supports the following operations * enqueue: Adds an element to the end of the list. *dequeue Removes on element from the front of the list

2. Хайлтын гүнээр төрөгдсөн мод Depth first serch буюу Дерево поиска в глубину)-ыг байгуулах алгоритм.

Цаашид DFS алгоритм гэж товчилоё.

```
Pseudocode ( DFS )
Input : G граф ба G –ийн нэг орой U
1 procedure DFS –iterative(G,U) :
2   Label u as discovered
3   let S be a stack
4   S.push(u)
5   While S is not empty
6     t←S.top
7     if t is what we're looking for:
8       return t
9     for all edges e in G.adjacentEdges(t) do
10    if edge e is already labelled
11    continue with the next edge
12    w←G.adjacentVertex(t,e)
13 if vertex w is not discovered and explored
14   label e was tree-edge
15   label w as discovered
16   S.push(w)
17   continue at 5
18 else if vertex w is discovered
19   label e as back-edge
20   else
```

```

21 // vertex w is explored
22 label e as forward-or cross-edge
23 label t as explored
24 S.pop()

```

Note: that a vertex is discovered when it is first visited and it is explored when all its neighbors have been discovered

Эдгээр алгоритмууд болон зарим нэмэлт нөхцөлтэй алгоритмуудыг энгийнээр загварчилахдаа “Гишүүн элсүүлэх тодорхой дүрэмтэй нийгэмлэг” гэсэн загварыг авч үзнэ.

Загварын үндсэн санаа нь: $G=(V,E)$ граф өгөгдсөн байхад V -оройн олонлогийг хүмүүсийн олонлог гэж үзье. E - ирмэгийн олонлогийг хүмүүсийн танилын харьцаа өөрөөр хэлбэл хоёр хүн танил бол хоорондоо ирмэгээр холбогдсон байна гэж үзэхээс эхэлнэ. Эдгээр хүмүүс бүгд гишүүн нь болохыг хүссэн ямар нэг “нийгэмлэг” байна гэж саная. Ямартай ч бүх хүмүүс нэг нэгээрээ нийгэмлэгт гишүүнээр элсэн орно.

u хүн нийгэмлэгт элсэн орохын тулд түүний танил бөгөөд нийгэмлэгт гишүүн v хүн байх шаардлагатай ба v –г зуучлагч гэе. Нийгэмлэгийн гишүүн нь нийгэмлэгээс гадуурх ядаж нэг хүнтэй танил бол тэрээр зуучлагч болох бүрэн боломжтой. Ийм гишүүнийг нээлттэй гэе. Нийгэмлэг томрохын хэрээр гишүүд нээлттэй байхаа больж болох ба харин эсрэгээр боломжгүй юм. Дараахь дүрэм нь хугацааны эгшин бүрд дараагийн удаад хэн гишүүн болж хэн түүний зуучлагч болохыг тодорхойлно.

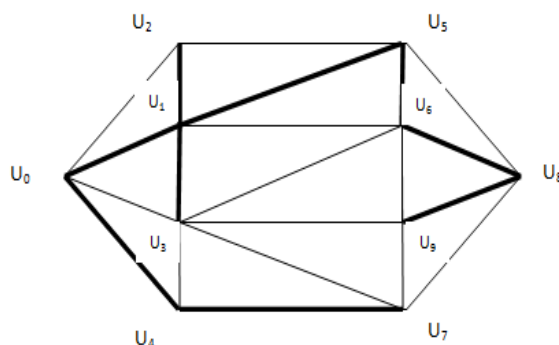
Үндсэн дүрэм: Нийгэмлэгт цор ганц үндэслэгч байна. Бусад хүмүүс бүгд нэг нэгээрээ нийгэмлэгт ээлжлэн орох ба энэ процесс бүх хүн гишүүн болох хүртэл үргэлжлэнэ. Шинээр орж буй гишүүн бүрт зуучлагч байна.

Тайлбар: Бидний үндсэн дүрэм G -графын маш олон үндсэн суурь моднуудын ангийг төрүүлнэ. Хэрэв бид үндсэн дүрэмдээ зарим нэгэн тодорхой заалтыг нэмбэл дээрх ангиас хайлтын өргөнөөр төрөгдсөн мод (BFS), хайлтын гүнээр төрөгдсөн мод (DFS), хамгийн богино холбогч сүлжээ (Minimal total, MT), хамгийн богино замын мод (Shortest Path, SP) гэх мэт тодорхой шинж чанартай суурь моднуудыг олж (байгуулж) болдог.

Эдгээр суурь моднуудын ач холбогдол үлэмж их. Тухайлбал графын хайлтын өргөнөөр төрөгдсөн мод (BFS)-ыг байгуулснаар графын аль ч оройгоос үндэс хүрэх богино зам (хамгийн цөөн тооны ирмэг агуулсан зам)гэсэн тодорхойлолтыг өгч болно.

Хайлтын гүнээр төрөгдсөн мод (DFS)-ыг олсоноор граф дахь гүүрнүүдийг илрүүлж болох ба гүүр байхгүй тохиолдолд үр дүн нь “хүчтэй холбоост ориентаци” нь байгуулагдана. графийн ирмэг бүрт тодорхой нэг чиглэл оноосныг ориентаци гэнэ.Ориентацлагдсан графын хувьд аль ч оройгоос бусад бүх орой руу зөвхөн зөвшөөрөгдсөн чиглэлийн дагуу ирмэгүүдээр дамжин хүрч болдог бол хүчтэй холбоост гэнэ)

Үндсэн дүрмийг янз бүрийн байдлаар хэрэгжүүлсэнээр дэд графуудын дараалал үүснэ. Дэд графаа үндсэн оройгоос u_0 -нийгэмлэгийг үндэслэгч гишүүн) эхлүүлэх ба алхам бүрт шинэ орой шинэ гишүүн, шинэ ирмэг (зуучлагчтай холбогдох танилын харьцаа) нэмэгдэнэ. (1-р зургийг хар)



1-р зураг. Үндсэн дүрмийг хэрэгжүүлсэнээр суурь мод (тодоор тэмдэглэсэн) үүсгэгдэж байна.

Оройн дугаарлал нь ямар дэс дараагаар гишүүнчлэгдсэнийг заана. Хойшид бидний авч үзэх хэдэн алгоритмууд шинэ гишүүн болон түүний зуучлагчыг хэрхэн сонгох аргуудаараа ялгарна. Хэрэв хоёр

буюу түүнээс олон тооны адил тэгш эрхтэй “шинэ гишүүн-түүний зуучлагч” гэсэн хосууд байвал аль нэг хосыг дураараа сонгоно. Эдгээр тохиролцоог цаашид авч үзэх бүх алгоритмийн хувьд тооцно.

Үндсэн дүрэм болон түүнд тусгасан нэмэлт заалтуудаар үүсэх дэд граф бүр суурь мод болохыг хялбархан батлаж болно. Үнэхээр хугацааны аль ч агшинд нийгэмлэгийн гишүүд ба гишүүн-зуучлагч гэсэн ирмэгүүд нь G графын холбоост дэд граф үүсгэхийг тэмдэглэе.

Нийгэмлэгт u шинэ гишүүн элссэнээр цикл үүссэн гэж үзье. u нь тухайн агшиндаа хамгийн сүүлд нийгэмлэгт элсэн орсон тул ямар ч гишүүний зуучлагч болоогүй байгаа нь илэрхий. Иймд энэхүү оройтой холбогдсон хоёр ирмэгийн захуудад хоёр зуучлагч байх болно. Энэ нь үндсэн дүрэмтэй зөрчилдөнө!

Иймд хугацааны аль ч агшинд нийгэмлэг-граф нь циклгүй байна. Эцэст нь хэрэв аль нэг агшинд нийгэмлэгт ороогүй хүн байвал G холбоост граф учраас нийгэмлэгийн аль нэг гишүүн заавал нээлттэй байна. Иймд гишүүнчлэх процесс бүх хүмүүс нийгэмлэгийн гишүүн болтол үргэлжлэнэ. Эцэст нь бүх оройг агуулсан, циклгүй холбоост дэд граф буюу суурь мод үүснэ.

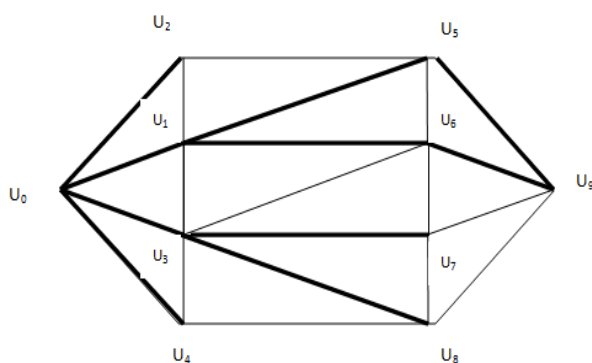
Нийгэмлэг болон түүний гишүүнчлэлийн дарааллыг хамтад нь тэмдэглэгдсэн модоор дүрсэлнэ. Үндэслэгчээсээ эхлээд нийгэмлэгт элссэн дарааллаараа явсаар хамгийн сүүлд орсон гишүүн хүртэл оройнуудаа (гишүүдээ) 0 -ээс $n-1$ хүртэл дугаарлана.

Үндсэн дүрэмд тусгах дараагийн хоёр дүрэм нь гишүүдийн нийгэмлэгт элссэн дарааллыг илтгэх ахмад гишүүний харьцаагаар тодорхойлогдоно.

Хэрэв u нь v -ээс түрүүлж нийгэмлэгт элссэн бол u нь v -ээс ахмад (v нь u -ээс дүү) гэнэ.

Ахмадын дүрэм: Тухайн агшинд нээлттэй гишүүдийн хамгийн ахмадыг зуучлагчаар сонгоно.

(Үндсэн дүрэм+Ахмадын дүрэм)-ээр үүсэх суурь модыг хайлтын өргөнөөр төрөгдсөн мод (BFS) гэнэ. (2-р зургийг хар)

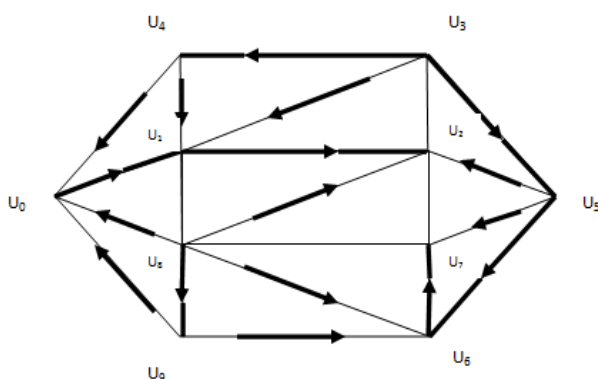


2-р зураг. Ахмадын дүрмийг хэрэгжүүлсэнээр хайлтын өргөнөөр төрөгдсөн мод – BFS (модоор тэмдэглэсэн) үүссэн байна.

Дүүгийн дүрэм: Тухайн агшинд нээлттэй гишүүдийн хамгийн дүүгээр зуучлагчыг сонгоно.

(Үндсэн дүрэм + Дүүгийн дүрэм)-ээр үүсгэгдэх суурь модыг хайлтын гүнээр төрөгдсөн мод (DFS) гэнэ. 3-р зурагт DFS модыг G графын хүчтэй холбоост ориентацитай хамт дүрсэлсэн байна. Энэхүү суурь модны ирмэгүүдийн чиглэлүүд ахмадаасаа дүүрүү чиглэсэн.

Харин G графын бусад ирмэгүүд дүүгээсээ ахмадруу чиглэсэн байна. Гүүргүй дурын графыг хүчтэй холбоостой байхаар ориентцлаж болно гэдгийг, дээрхи байдлаар хайлтын гүнээр төрөгдсөн мод (DFS) болон ирмэг бүрт чиглэлийг зааснаар үзүүлж болно



3-р зураг. Дүүгийн дүрмийг хэрэгжүүлснээр хайлтын гүнээр төрөгдсөн мод- DFS (тодоор тэмдэглэсэн)

Сүлжээ-графын хамгийн бага жинтэй суурь модыг олох алгоритмыг “нийгэмлэг”-ээрээ тайлбарлая. е ирмэг бүрт нь $f(e)$ сөрөг бус тоо харгалзах ($f(e)$ -г жин гэх ба жинд ирмэгийн урт гэх мэт тоон хэмжигдэхүүнийг авч үзэж болно).

Графыг сүлжээ-граф буюу товчоор сүлжээ гэнэ. u оройгоос v орой хүрэх бүхий л замуудаас ирмэгүүд дээрх жингүүдийн нийлбэр нь хамгийн бага байх замыг u ба v-ойг холбох богино зам гэж тодорхойлоё! Нийгэмлэгийн үндсэн дүрэмдээ нэгэн шинэ заалт (дүрэм) тусгахын тулд сүлжээний ирмэг дэхь жинг шинэ гишүүн зуучлагчдаа өгөх гишүүнчлэлийн төлбөр гэж ойлгоцгооё! Гишүүнчлэлийн хөлс зуучлалын сонголтоос хамаарах нь ойлгомжтой.

A. Хэмнэлтийн дүрэм-I

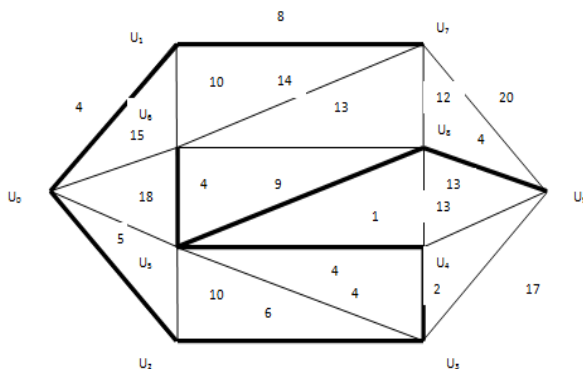
Тухайн агшинд нийгэмлэгт орох боломжтой хүмүүсээс хамгийн бага хөлс төлж орох боломжтойг шинэ гишүүнээр сонгоно. (Зуучлагч нь мэдээж энэ хөлсийг авч байгаа нийгэмлэгийн гишүүн нь байна.)

(Үндсэн дүрэм + Хэмнэлтийн дүрэм-I) -ээр үүсгэгдэх T суурь мод нь сүлжээ-графын хамгийн бага жинтэй суурь мод буюу хамгийн богино холбогч сүлжээ (MT) байна. (4-р зургийг хар) Энэ сүлжээний жин нь

$$\sum_{e \in T} f(e) \tag{1}$$

байна.

Хэмнэлтийн дүрэм-I нь хамгийн бага жин бүхий суурь модыг байгуулах Примийн алгоритм (Prim's algorithm) -ийн хамгийн энгийн тайлбар болно.



4-р зураг. Хэмнэлтийн дүрэм I-ийг хэрэгжүүлснээр хамгийн бага жин бүхий суурь мод үүсгэгдэж байна.

Үндэс оройноос дурын орой хүртэлх богино замуудыг дүрслэх суурь мод (SP)-ыг байгуулах алгоритмыг нийгэмлэгийнхээ хэлээр загварчлан тайлбарлая. (Мэдээж сүлжээ-графын хувьд) Өмнө дурдсан гишүүнчлэлийн төлбөрөө бага зэрэг өөрчлөө.

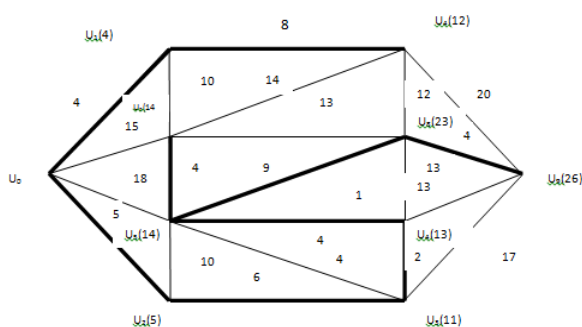
Шинэ гишүүн гишүүнчлэлийн хөлс төлөхөөс гадна өмнөх бүх дээр байгаа зуучлагчдын гишүүнчлэлийн төлсөн төлбөрийг нөхөн төлдөг гэе.

Иймд шинэ гишүүнчлэлийн төлбөрүүдийн нийлбэр нь үндэслэгчээс шинэ гишүүн хүртлэх (цор ганц) замын ирмэгүүд дээрхи жингүүдийн нийлбэр болно. Өмнөхтэй адилаар гишүүнчлэлийн хөлс зуучлагчийн сонголтоос мөн хамаарна.

Б. Хэмнэлтийн дүрэм-II

Тухайн агшинд нийгэмлэгт орох боломжтой хүмүүсээс хамгийн бага нийлбэр хөлс төлж орох боломжтойг нь шинэ гишүүнээр сонгоно. (Зуучлагч нь мэдээж энэ хөлсийг авч байгаа нийгэмлэгийн гишүүн нь байна)

(Үндсэн дүрэм + Хэмнэлтийн дүрэм II)-оор хамгийн богино замын суурь мод (SP) үүсгэгдэх ба хэмнэлтийн дүрэм-II нь Дийкстрийн алгоритм (Dijkstra's algorithm)-ийн энгийн товч тайлбар болно. (5-р зургийг хар)



5-р зураг. Хэмнэлтийн дүрэм-II-ийг хэрэгжүүлснээр үндэс оройгоос дурын орой хүртэл богино замуудыг дүрслэх суурь мод үүсгэгдэж байна. (Хаалтанд гишүүнчлэлийн нийт төлбөрийг тэмдэглэсэн)

4. Дүгнэлт

Энэ өгүүлэлд ердийн, холбоост графын зарим алгоритмийг энгийн, ойлгомжтой болгож загварчилсан. Дурдагдсан алгоритмууд бүгд чиглэлт графын хувьд ч хэрэгжих боломжтой.

Үүний тулд чиглэлт (u, v) ирмэгийг u -шинэ гишүүн, v -түүний зуучлагч гэж ойлгоход л хангалттай. Бусад олон алгоритмийг ч нийгэмлэг гишүүнчлэлийн хэлээр хялбар тайлбарлаж болно гэж итгэж байна. Тухайлбал максимал урсгал (минимал огтлолын) тухай Форд-Фалкерсоны (Ford-Fulkerson method) алгоритмийг максимал жинтэй хослолуудыг байгуулах алгоритм мэтээр авч үзэж болох ба суурь модыг байгуулах дээрхи алгоритмд нийцсэн дүрмийг санаачлахад хангалттай.

Тодорхой шинж чанар бүхий суурь модыг байгуулах алгоритмийн энэхүү энгийн тайлбарлал, загвар нь эдгээр болон бусад нарийн төвөгтэй олон янзын алгоритмуудыг ойлгож тогтооход дөхөмтөй байдаг. Нэгэнт алгоритмаа мэдэрсэн программист чанартай код бичнэ.

Цаашид энэ мэт графын алгоритмын онолыг судлаж, практикт хэрэглэх шаардлага тулгарч байгааг тэмдэглэе. Түүнчлэн графын алгоритмуудын хүндрэл (complexity)-ийг тооцоолох өөрөөр хэлбэл алгоритмийн анализ нь судалбал зохих сонирхол татсан чиглэл болж байна.

Ашигласан материалын жагсаалт

- [1] K.P.Bogart. Introductory Combinatorics.
- [2] G.Chartond, L.Lesniak. Graphs and Digraphs
- [3] A.Gibbons. Algorithmic graph theory.
- [4] Thomas H.Gormen, Charles E.Leiserson, Ronald L.Rivest Clifford Stein Introduction to Algorithms
- [5] А.А.Зыков. Основы теории графов.
- [6] Harold Reiter and Isaac Sonin. Interpretation of Some Graph Algorithms.
- [7] К.Хавалболат. Уул уурхайн ложистик

ӨРМИЙН НУНТАГ БАРИХ ЦИКЛОНТ СОРУУР БҮХИЙ ТӨХӨӨРӨМЖИЙН ЗОХИОН БҮТЭЭЛТ

Проф. Ц.Нанзад, дэд проф. К.Хавалболот, докторант Б.Лодоншарав, Г.Энхжаргал

ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

Abstract

Blast hole sampling must carry out in order to determine ore grade of benching where exploration going on at Erdenet mine. The project is drafted an equipment which can take a sample based on the research of methods that factory currently use for taking sample from particles, and laboratory results of average filament size of particles during the drilling. Therefore, cyclone blast hole sampling was developed after considering several options of opportunities to automate the sampling process within the scope of this research.

Түлхүүр үг-хүдрийн дундажлал; тэсэлгээний цооног; ширхэглэлийн хэмжээ;

1. Оршил

Олборлох, боловсруулах үйлдвэрийн хувьд хүчин чадал өсөхийн хэрээр эцсийн бүтээгдэхүүнийг чанарын өндөр түвшинд байлгах, үйл ажиллагааг нь жигд явуулах зорилгоор хуучирсан тоног төхөөрөмжийг солих, үйлдвэрлэлийн зарим шат дамжлагыг шинэчлэхийн зэрэгцээ баяжуулах үйлдвэрийн хэвийн ажиллагааг бүрэн хангаж өгөх нь нэн чухал. Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн захын агуулгын бууралт нь хүдрийн дундажлалаас шалтгаалсан уул-тээврийн машины сул зогсолтыг нэмэгдүүлэхийн зэрэгцээ баяжуулах үйл ажиллагааны хүндрэлийг үүсгэдэг. Иймд тухайн нэг олборлолтын мөргөцгөөс баяжуулах үйлдвэр рүү ачих хүдрийн агуулгыг бодитойгоор тогтоох нь баяжуулах горимыг оновчтойгоор тогтоох ажлын суурь үндэс болдог.

Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн мөргөцөг дэх хүдрийн агуулга тогтоох ажлыг өрөмдлөгийн явцад тодорхой баталсан журмын дагуу өрмийн нунтгаас гар аргаар дээж авах замаар өнөөг хүртэл хийж ирсэн болно. Гар аргаар дээж авч мөргөцөг дэх хүдрийн дундаж агуулгыг тогтоох ажиллагаа нь тодорхой шалтгаануудын улмаас зарим тохиолдолд алдаатай хийгддэг.

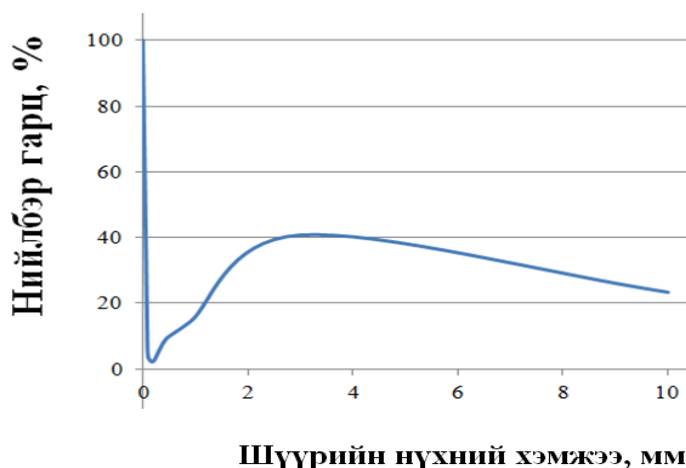
Тухайлбал:

- Тухайн ээлжинд дээж авах ажиллагаа процедурын дагуу зөв хийгдэхгүй тохиолдол гарч болзошгүй;
- Өрөмдөж буй цооногийн тав, таван метрийн гүнээс тосч авсан дээж солигдох магадлал өндөр;
- Цооногийн ёроолоос ус шүүрэх тохиолдолд өрмийн нунтаг нь зууралдсан шавар байдалтай гарах учраас дээж тосч авах саванд өрмийн нунтаг хуримтлагдах боломжгүй

Иймээс өрөмдлөгийн үед өрмийн нунтгаас дээж авах ажиллагааг механикжуулж хүний оролцоог багасгаж өгөх нь хүдрийн агуулгыг бодитойгоор тогтоох боломжийг бүрдүүлнэ.

2. Хүдрийн ил уурхайн тэсэлгээний цооногийн өрмийн нунтгийн ширхэглэл

Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн тэсэлгээний цооногуудаас авсан дээжүүдийн ширхэглэлийн хэмжээг тогтоосон болно.



1-р зураг. Шигшүүрийн шинжилгээний үр дүн

Шигшүүрийн шинжилгээний үр дүнг ашиглаж ширхэгийн агуулгыг графикаар буюу ширхэглэлийн шинж чанарын муруйгаар тодорхойлсон.

Нийлбэр гарцын муруй нь тухайн хүдрийн ширхгийн найрлагаас хамаарч гүдгэр, шулуун, хотгор байдлаар дүрслэгддэг. Бидний хийсэн хэмжилтээс харахад хотгор хэлбэрийн муруй үүссэн байгаа тул дундаж хэмжээний ширхэглэл нь давамгайлсан гэж үзэж болохоор байна.

Шигшүүрийн шинжилгээг лабораторийн багц шигшүүрт явуулсан. Шигшүүрийн шинжилгээгээр гарсан үр дүнг дараах хүснэгтэнд харуулав.

Хүснэгт 1

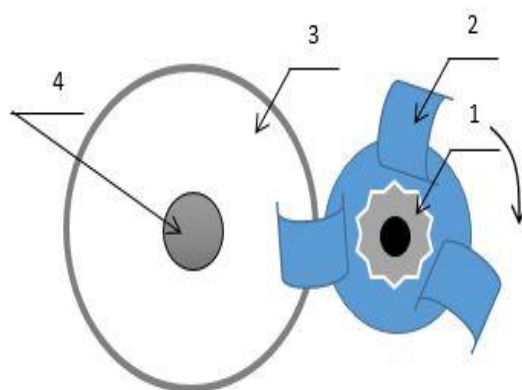
Шүүрийн нүхний хэмжээ		Гарц		Нийлбэр гарц,%	
мм	Дундаж, мм	гр	%	+	-
10...3	6,5	1776,2	23,3	23,3	100
3...0,9	1,95	1481,2	40,7	64	76,7
0,9...0,45	0,67	1169,9	14,3	78,3	36
0,45...0,2	0,32	1508,7	9,2	87,5	21,7
0,2...0,1	0,15	1526,5	2,3	89,8	12,5
0,1...0,088	0,094	1542,7	3,6	93,4	10,2
-0,088	0,044	1576,8	6,6	100,0	6,6
Анхдагч бүтээгдхүүн		-	11182	100	-

Нийт 11182 грамм өрмийн нунтагт шигшүүрийн шинжилгээ хийсэн бөгөөд дундаж хэмжээ нь 2.4 мм болох нь харагдаж байна.

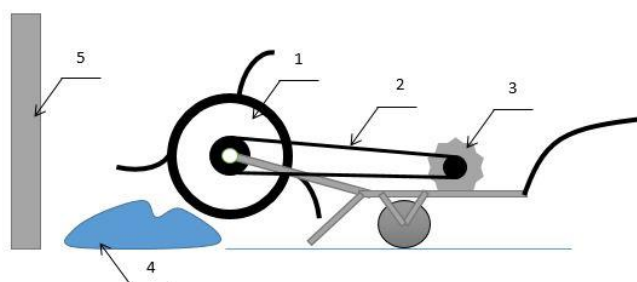
3. Дээж авагчийн бүтэц, ажиллах зарчим

3.1 Дээж авах төхөөрөмжийн хийцийн шийдлийн оновчтой сонголт

Дээж авах ажиллагааг цооногийн гүнээс тодорхой зайд байрлуулсан саванд хуримтлагдах өрмийн нунтгийг савлаж авах замаар гүйцэтгэдэг. Иймд дээж авах төхөөрөмжийн хийцийн шийдлийг эхний ээлжинд уламжлалт аргад үндэслэн эргэлдэх хүрдэнд хоорондоо 120^0 –ийн өнцөгтэйгөөр байрлах тосгуур-дээж авах далбан бүхий хийцийг төсөлсөн болно. Дээж авагч төхөөрөмжийн хийцийн шийдлийг бүдүүвчлэн 2, 3-р зурагт үзүүлэв.



2-р зураг. Дээж авагчийн 1-р шийдэл. 1-Хөдөлгүүр, 2-ротор, 3- өрмийн нунтаг, 4-өрмийн штанг.



3-р зураг. Дээж авагчийн 2-р шийдэл. 1-ротор, 2-туузан дамжуулга, 3- хөдөлгүүр, 4-өрмийн нунтаг, 5-өрмийн штанг.

Эхний шийдлийн хувьд (2-р зураг) хөдөлгүүр нь роторын дээр босоо байрлалтай байна. Хөдөлгүүр эргэснээр ротор эргэх бөгөөд түүн дээр байрлах гурван утгуурын тусламжтайгаар өрмийн нунтгийг хамж авна.

Хоёр дахь шийдлийн хувьд хөдөлгүүр (3) ажиллахад туузан дамжуулгаар (2) дамжин ротор (1) эргэх бөгөөд түүн дээр байрласан гурван ширхэг утгуурын тусламжтайгаар өрмийн нунтгийг камерт оруулна (4). Хөдөлгүүрийн эргэлтийн чигийг өөрчлөхөд өрмийн нунтаг нь холигдсон байдалтайгаар гадагш асарна.

Энэхүү хийцийн шийдлийг төсөлснийхөө дараагаар өрмийн машины цооног өрөмдөх ажиллагаатай хэрхэн уялдан ажиллах талаар газар дээр нь судлан үзэхэд дараах дутагдалтай талууд байгааг илрүүлсэн. Үүнд :

- дээж авч буй уламжлалт аргын адил цооногоос тодорхой зайд байрлуулах учир дээж авагч төхөөрөмжийн тосгуур-далбанд хуримтлагдаж буй өрмийн нунтаг нь тухайн гүн дэх хүдрийг бүрэн төлөөлж чадахгүй;
- Дээж авагчийг өрмийн машинаас хүчдлээр хангах боловч машинд суурин байрлаагүй учир зөөвөр нүүдэл хийх үедээ машинд ачих эсвэл явах ангитай хийх шаардлагатай.
- Уламжлалт аргын адил цооногийн ёроолоос ус шүүрэх тохиолдолд өрмийн нунтаг нь зууралдсан шавар байдалтай гарах учраас дээж авагч төхөөрөмжийн тосгуур-далбанд нунтаг хуримтлагдах боломжгүй.

Иймд дээж авах төхөөрөмжийн хийцийн дээрх шийдлээс татгалзсан болно.

3.2 Циклонг соруур бүхий дээж барих төхөөрөмжийн ажиллах зарчим, хийцийн бүдүүвч

Өрмийн машин үйлдвэрлэгч компаниудын (Сандвик, Атлас Копко, Доосан гэх мэт) машинуудын хийц, нэмэлт тоноглолтой танилцахад төхөөрөмжийг нэмэлтээр захиалгаар нийлүүлдэг болохыг олж мэдсэн. Иймд энэ талаар холбогдох материал, патентуудыг судлан үзэж цахилгаан хөтлүүрт өрмийн машинд тохирсон хийцийг төсөллөв.

Циклоны хийн урсгалаар харьцангуй том ширхэгтэй тоосыг барьдаг ба энэ төхөөрөмжийг сүүлийн үед хүнд, хөнгөн үйлдвэрүүдэд өргөнөөр хэрэглэж байна. Циклон нь энгийн бүтэцтэй хийхэд хялбар найдвартай ажиллагаатай байдаг.

Циклоны ажиллагаа нь барих тоосны ширхэглэл нягтаас мөн циклонд орж байгаа агаарын хурдаас хамаарах ба агаарын зуурамтгай чанар циклоны радиусуудаас ихээхэн хамаарна. Нягт ихтэй, том ширхэгтэй мөхлөг циклонд сайн баригдана. Циклонд орох агаарын хурдыг нэмэгдүүлэхэд түүний ашигт үйлийн коэффициент өснө. Циклонд өгөх тоосны хурдны хамгийн их утга нь циклоны диаметр тоосны ширхэглэлийн бүтэц, агуулгаас хамаарна. Циклоны диаметрийг нэмэгдүүлэхэд түүний ашигт үйлийн коэффициент буурна. Циклоны диаметр 1000 мм – с ихгүй байвал ашигтай.

Өрөмдлөгийн явцад цооногийн дурын гүнээс дээж авах боломжтой циклонг соруур бүхий дээж авах төхөөрөмжийг төсөллөх ерөнхий схемийг (зураг 4) үзүүлэв.

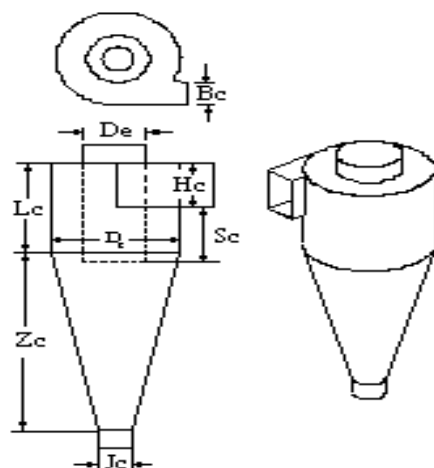
Төхөөрөмжийн сэнсээр үүсэх соролт нь камерын оролт уруу орох тоосны ширхэглэл бүхий агаарын урсгалыг бий болгоно. Ингэснээр сорох хоолойгоор өрмийн нунтаг тоос барих камерт орж ирнэ. Агаарын урсгалын хурд буурах мөн чиглэл өөрчлөгдөх үед тоосны хүндэвтэр хэсгүүд доош унана. Дараа нь цэвэр агаар сэнсээр дамжин камераас гарна. Өрмийн нунтаг нь тоос цуглуулах хэсэг рүү орно. Тоос цуглуулах төхөөрөмж нь өөрийн хөдөлгүүртэй байх бөгөөд тоос цуглуулах амсар доор байрлана.



4-р зураг. Циклонг соруур бүхий дээж барих төхөөрөмжийн бүдүүвч

3.3 Дээж барих төхөөрөмжийн циклоны сонголт тооцоо

Дээж барих төхөөрөмжийн циклоны тооцоог дараалсан дөхөлтийн аргаар тодорхойлсон. Тооцоогоор циклоны диаметрийг $D_{ц} = 0,3\text{м}$, цахилгаан хөдөлгүүрийн чадлыг $N = 5,5\text{КВт}$ байхаар тодорхойлсон. Дээж авах төхөөрөмжийн циклоны үндсэн үзүүлэлтүүд болон циклоны хэмжээсүүдийг тодорхойлон зураг 5, хүснэгт 2-г үзүүлэв.



5-р зураг. Циклоны үндсэн хэмжээсүүд

Циклоны үндсэн хэмжээсүүд

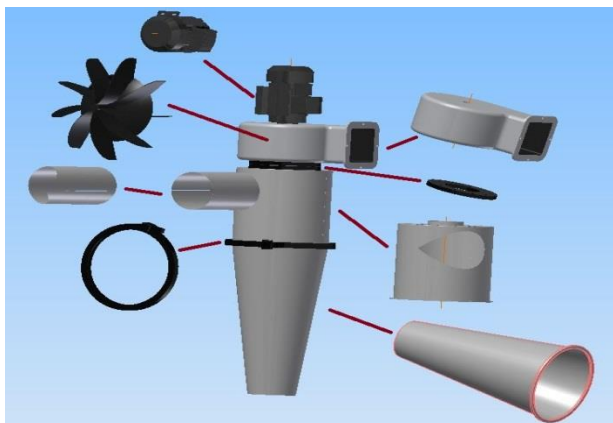
D_c	0.6	$D_c=0.3м$
L_c	0.6	$L_c=0.3м$
Z_c	1.2	$Z_c=0.6м$
J_c	0.3	$J_c=0.15м$
De	0.374	$De=0.187м$
H_c	0.3	$H_c=0.15м$
Sc	0.374	$Sc=0.187м$
B_c	0.15	$B_c=0.075м$

4. Дээж барих төхөөрөмжийн загвар, материалын сонголт

4.1 Дээж барих төхөөрөмжийн гурван хэмжээст загвар

Дээж авагчийн циклоны цилиндрийн дээд ба хажуу сорох хоолой холбогдох хэсгийн фланецийг Ст3пс маркын гангаар ГОСТ 19903-74 стандартын дагуу хийгдсэн 6мм-ийн зузаантай Б-ПН-0-06 маркын листээр хийнэ. Энэхүү стандарт нь 0,4-160 мм зузаантай, 500мм ба түүнээс дээш өргөнтэй бэлдцийг илчийн боловсруулалтанд оруулж тухайн листийг гаргаж авна. Энэ төрлийн листийн бэлдцийн хувьд 6 мм-ийн зузаантай үед $1м^2$ талбайн жин нь 47,100 кг байна. Харин их биеийг (корпус) 2 мм зузаантай листээр хийхээр сонгож авлаа. Энэ төрлийн листийн үед $1м^2$ талбайн жин нь 15,700 кг байна. (зураг 6.)

Дээж баригч циклоны доод хэсгийн конусны фланцуудыг 6 мм-ийн зузаантай листээр хийх ба их биений конус хэсгийг 2 мм-ийн зузаантай листээр хийхээр сонгож авлаа.



6-р зураг. Өрмийн нунтгаас дээж авах циклонт соруур бүхий төхөөрөмжийн задаргаа

5. Дээж авагчийн суурилуулалт

Өрмийн машины бакны урд хэсэгт 1м өргөнтэй, 0,4м урттай нэмэлт хийц гагнаж өгсөн ба түүн дээр дээж авах төхөөрөмжийг байрлуулсан. (7-р зураг)



7-р зураг. Дээж авах төхөөрөмжийг өрмийн машинд суурилуулсан байдал

6. Үр дүн

Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн өрмийн машин дээр устай болон хуурай цооногуудад өрөмдлөг хийхэд тус бүрт нь дээж авах туршилт хийсэн.

Уг туршилтанд минутанд 2900 эргэлттэй, 5,5кВт хүчин чадалтай, 2198-3215 зарцуулгатай, 380V ажиллах 4A маркийн вентилятор сонгон ашигласан. 50мм диаметртэй 2м урттай сорох хоолойг циклонд байрлуулж дээж авах ажиллагааг хийсэн.

Өрмийн машины штанг эргэх үед дээж авах төхөөрөмж зэрэг ажиллаж эхлэх ба тэсэлгээний цооног өрөмдөгдөх явцад геологийн албаныхны авдаг дээжний хэмжээг хангалттай цуглуулж чадаж байсан нь хэд хэдэн цооног өрөмдөх явцад тодорхой харагдсан. (8-р зураг)



8-р зураг. Өрмийн нунтаг барих төхөөрөмжийн авсан дээж

7. Дүгнэлт

Хүдрийн ил уурхайн тэсэлгээний цооногийн өрмийн нунтгаас дээж авагчийг зохион бүтээснээр дараах дүгнэлтийг хийж байна.

1. Хүдрийн ил уурхайн тэсэлгээний цооногоос өрмийн нунтгийн дээж авах ажиллагааг механикжуулах, автоматжуулах боломжтой болсон.
2. Цооног өрөмдөх хугацаа багасна.
3. Хүдрийн дундажлаас шалтгаалсан сул зогсолтыг бууруулна.
4. Өрмийн нунтгийг дурын хугацаанд, оновчтойгоор авах боломж бүрдсэнээр мөргөцгөөс баяжуулах үйлдвэр рүү ачих хүдрийн агуулгыг оновчтойгоор тогтоож баяжуулалтын хэвийн, үр ашигтай ажиллагааг тасралтгүй хангах боломж бүрдэж байна.
5. Хүйтний улиралд өрмийн нунтаг маш хурдан хөлддөг болохоор түүнийг барих нь ажиллагаа нь хүндрэлтэй болно. Иймд тухайн нөхцөлд дээж барих ажиллагааг бүрэн хангахын тулд циклонт соруур бүхий төхөөрөмжийг цаашид тогтмол засаж сайжруулах хэрэгтэй.

Ашигласан ном, хэвлэл

- [1] Инженерийн лавлах 7. Ашигт малтмалын баяжуулалтын технологи УБ.: 2011.- 579х
- [2] Theoretical study of cyclone design Doctoral dissertation by L Wang
- [3] R.Williams, Harrison R.United States Patent. APPARATUS FOR SAMPLING DRILL HOLE CUTTINGS.
- [4] S.Grant SAMPLING IN THE EVALUATION OF ORE DEPOSITS.
- [5] Surendra Roy. Govind Raj Ahikari. Development of Emission Factors for Quantification of Blasting Dust at Surface Coal Mines.
- [6] Johan Arif, Eddy Priowasono, Dini Rachmawati. Blasthole Sampling for Grade Control in Open Pit Mine at Batu Hijau Porphyry Copper-Gold Deposit, Sumbawa-Indonesia.
- [7] MATURITY MODEL Grade Control Evaluation Guide
- [8] Marat Abzalov. Sampling Errors and Control of Assay Data Quality in Exploration and Mining Geology.

ДӨРӨВ. ГЕОДЕЗИ, МАРКШЕЙДЕР

БАГАНУУРЫН НҮҮРСНИЙ ИЛ УУРХАЙН ХӨРСНИЙ ЧУЛУУЛГИЙН УУЛ ГЕОМЕТРИЙН ЗҮЙ ТОГТЛЫН СУДАЛГАА

Доктор (Ph.D) Г.Уранбайгаль, Т.Номин

ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

Abstract

The fracture patterns survey Baganiuur quarry mountain soil rocks, Part 1. 450 soil survey will be set 5 bench measurements fracture applied geostatistics.

Түлхүүр үг: Сарнай диаграм, ан цавын чиглэл, хөрсний чулуулаг, зүй тогтол

1. Оршил

Чулуулгийн байгалийн тогтоц, зүй тогтол нь уурхайн гүний ус шүүрүүлэлт, өрөмдлөг, тэсэлгээний ажил, хажуугийн тогтворжилт, ухаж, ачих, тээвэрлэх болон овоолгын аж ахуй зэрэг бүхий л процессуудад чухал ач холбогдолтой байдаг. Иймээс байгалийн тогтоц, зүй тогтлын нэг болох чулуулгийн ан цавыг судлах нь чухал асуудлын нэг юм.

2. Үндсэн хэсэг

Чулуулгийн ан цавын тухай

Тунамал, хувирмал, вулконо-ген, интрузив чулуулгууд анх үүсэх явцад болон үүсэн бүрэлдсэний дараа ан цав үүсэж, тасралт өгч, эвдэрч бие биенээсээ зөрж шилждэг. Үүнийг ан цав буюу хагарал гэж нэрлэнэ. Ан цав нь дотроо шилжилттэй ба шилжилтгүй гэсэн 2 төрөлтэй байна[1]. Хэрэв хангалттай том ан цав байгаад чулуулгууд нь цуурч хагарч тус тусдаа болсон бол ан цавыг хагарал гэж нэрлэдэг. Хэрвээ хагарлын дагууд нь идэвхтэй эрчимтэй хөдөлгөөн байгаа бол түүнийг цууралтын бүс гэж нэрлэдэг[2]. Чулуулагт гадны хүчин зүйлийн нөлөөгөөр үүссэн олон төрлийн ан цавууд байдаг. Тэр нь тухайн чулуулагт үүссэн хэсэгшлээр тодорхойлогдоно. Тухайлбал тунамал чулуулагт хавтгай тэгш өнцөгт хэлбэрийн, вулконоген чулуулагт бөмбөлөг хэлбэрийн хэсэгшил үүссэн байна[1].

Олон улсад болон манай оронд хийгдсэн ан цавын судалгаа

Олон улсад ан цавыг маш олон эрдэмтэд судалсан байдаг. Ан цавын зүй тогтлыг 1934, 1936 онуудад ОХУ-ын эрдэмтэн А.В.Думанск, 1952 онд А.В.Думанск, А.Ю.Ишлинский нар модны үндэс дэх ан цавыг судлах явцдаа илрүүлжээ. Мөн адил судалгааны ажлыг Германы эрдэмтэн А.М.Новиков, В.Г.Оффман нар 1953 онд, 1961 онд ОХУ-ын эрдэмтэн Б.Ливанов ба түүний нөхөд А.В.Думанскийн шинжилгээний үр дүнг мэдэхгүйгээр давхар баталсан байдаг. Үүгээрээ ан цав хоорондын зай нь давхрагын нягтрал, гүн, бүтэцтэй шууд холбоотой ба ямар нэгэн хэлбэр дүрс оноох боломжгүйг баталжээ. 1962 онд Норвегийн эрдэмтэн А.Х.Лакенбрук ан цавын үндсэн төрлүүдийг гаргасан [3].

БНХАУ-ын эрдэмтэд Фанг.Ж, Шионг.С.Ю, Зианг.Ж, Ли.М, Ванг.Ж.Х нар нэгэн төрлийн бус зарим материалд ан цав ба хагарлыг дижитал зургийн аргаар судалсан байдаг [5]. АНУ-ын эрдэмтэн Брайн.Ж.В нүүрсний уурхайн чулуулгийн ан цаваас үүдэлтэй шилжилтийг [6], АНУ-ын эрдэмтэн Р.А. Шсмит, Австрийн эрдэмтэн Х.П.Россманиг нар хамтран чулуулгийн ан цавын механикийн үндсийг судалсан байдаг [7]. Мөн АНУ-ын эрдэмтэн В.С.Браун, С.Р.Свансон, В.Е.Масон нар Өрнөдийн боржин, Наггитын элсэн чулуу, Теннесеегийн гантгиг гэсэн гурван төрлийн чулуулагт туршилт хийн ан цавыг судалсан байна [8].

Үүнээс гадна Монголын эрдэмтнээс ан цавархаг чулуулгийн тэсэлгээний онол, аргазүйн талаар нэлээд олон судалгаа шинжилгээний ажил хийж гүйцэтгэсэн эрдэмтний нэг бол Төрийн шагналт доктор, (Sc.D) профессор Б.Лайхансүрэн юм. Мөн Л.Төвхөө, Ц.Дашдорж, Д.Түвшинбаяр нар судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэсэн байна. Доктор Г.Уранбайгаль нүүрсний давхаргын ан цавын судалгаа хийж, Багануурын

уурхайн нүүрсний давхаргын ан цавын чиглэлийн зүй тогтлыг тогтоосон байна[4]. Л.Жаргалсайхан “Уурхайн хажуугийн тогтворжилт ба структур геологи” сэдэвт эрдэм шинжилгээний өгүүлэлдээ Нарийн сухайтын нүүрсний ил уурхайн ажлын бус хажуугийн эвдрэлд тектоник эвдрэл, хагарал хэрхэн нөлөөлж буйг судалсан байдаг. Докторант Т.Энхтөр Нарийнсухайтын ордын нүүрсний давхаргуудын ан цавын чиглэлийг тус тус тогтоосон зэрэг судалгаа шинжилгээний ажлууд хийснийг дурьдаж болох юм.

Багануурын нүүрсний уурхайн уул-геологийн нөхцөл

Багануурын хүрэн нүүрсний орд нь Улаанбаатар хотоос зүүн хойш 130 км, Төв аймгийн Баяндэлгэр сумын төвөөс зүүн тийш 15 км зайтай, Тавансувайн талд, Хэрлэн голын савд оршдог. Физик-газар зүйн мужлалаар Багануурын район нь Хангай-Хэнтийн уулт их мужийн Хэнтийн хэсэгт, далайн түвшнээс дээш 1200-2000м-ийн өндөрт орших дунд зэргийн уулархаг нутагт хамаарна. Багануурын район нь усан сүлжээ хангалттай, гол горхи нуур сайтай бүс нутагт хамаарна.

Багануурын нүүрсний орд нь Монгол орны олон жилийн цэвдэг чулуулгийн өмнөд хилээс буюу газар зүйн 47⁰40' өргөргөөс хойшоо “цэвдэгтэй” бүс нутагт оршдог онцлогтой. Багануурын нүүрсний ордын 25% нь цэвдэгтэй бөгөөд олон жилийн цэвдэг чулуулгийн 2 биет байдаг.

Багануурын хүрэн нүүрсний орд нь доод цэрдийн эх газрын цэнгэг нуурын хурдаснаас тогтох ба дөрөвдөгчийн хурдсаар хучигддаг. Багануурын хүрэн нүүрсний орд нь доод цэрдийн галавын цаг үед үүсч, дээд цэрдийн галавын хурдсаар хучигддаг.

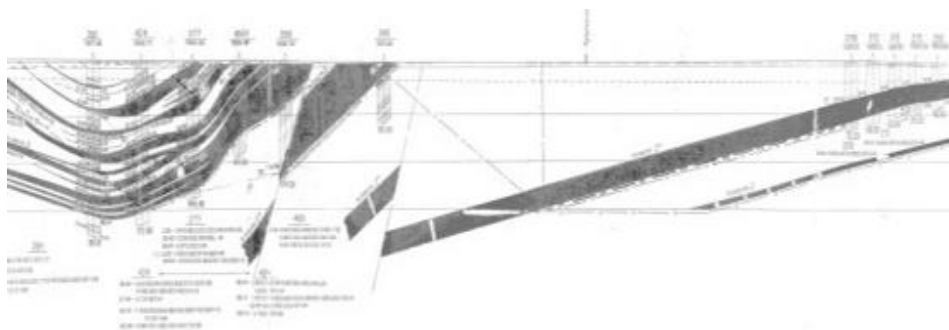
Багануурын орд нь Тавансувайн хотгорын баруун хойд хэсэгт “доод нүүрсний” зузаалгийн хэмжээнд 14 км урт, 5 км өргөн талбайг эзлэн брахисинклиналь атираа үүсгэн оршино. Баруун хойд жигүүр нь нийлмэл, зүүн урд жигүүр нь энгийн бүтэцтэй юм.

1977 болон 1988 оны хайгуулаар Багануурын ордын хэмжээнд баруун урдаас зүүн хойш чиглэлтэй 40-140м амплитуд бүхий гурван томоохон хагарал байна гэж үзсэн байдаг. Харин 2014 онд хийгдсэн Багануурын уурхайн нэмэлт хайгуулын ажлын үр дүнд тасралтат тектоник хагаралгүй (1,2-р зураг) болох нь тогтоогдсон.

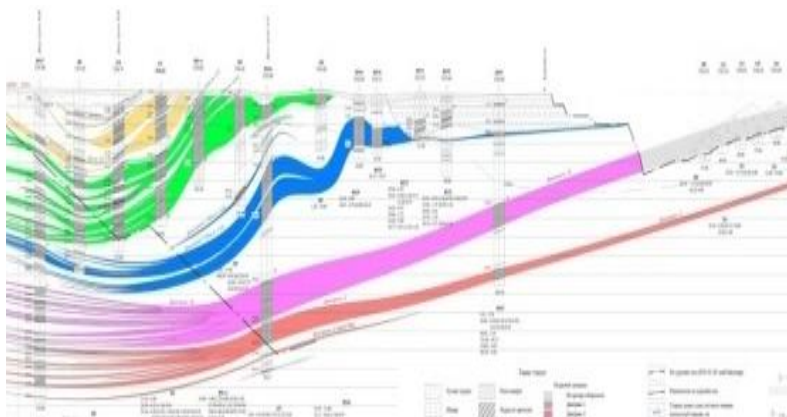
Мөн суларсан хэсгээ дагаад угаагдал үүсэх үзэгдлүүд явагдаж эдгээрийн үр дүнд давхраасын бүтцэд эрс өөрчлөлт орж байгаад үндэслэн энэ зурвас хэсгийг “**нугарлын зурвас**” гэж нэрлэсэн. Давхраасуудын хувьд нугарлын зурвасаас эхлэн баруун тийш “огцом салааллын бүс”, зүүн тийш “төвийн бүс” эхлэж байна (3-р зураг).

Төвийн бүсэд байсан үндсэн 7 давхраас огцом салааллын бүсэд 99 салаалж байна.

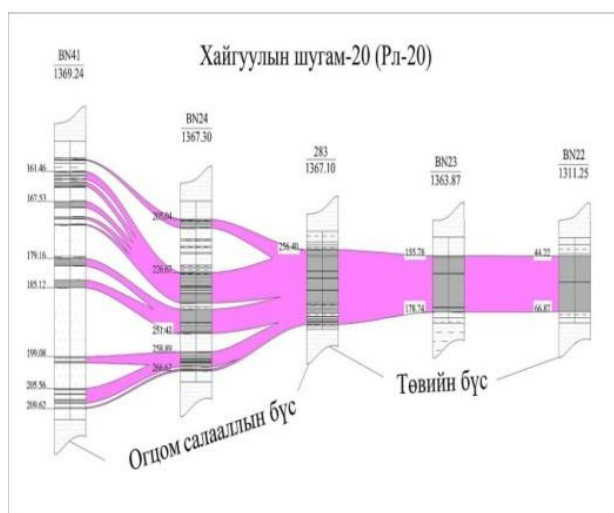
Багануурын орд нь Шивээ-Овоо, Адуунчулуун, Талбулаг, Эрдэнэцогт, Ерөөлтийн нүүрсний ордуудтай геологийн тогтоц болон геологи-тектоникийн нэгэн цаг хугацаанд тухайлбал доод цэрдийн цаг үед нэгэн зэрэг үүсч байсан учраас эх газрын терриген хурдас, чулуулгийн шинж чанар, төлөв байдал ойролцоо байна.



1-р зураг. 1977, 1988 онд хийгдсэн хайгуулын ажил (Хайгуулын 15-р шугамын дагуух босоо зүсэлт)



2-р зураг. 2014 онд хийгдсэн нэмэлт хайгуулын ажил (Хайгуулын 15-р шугамын дагуух босоо зүсэлт)



3-р зураг. 2а давхраасын бүтэц (хайгуулын 20 шугамын баруун хэсгийн дагуух босоо зүсэлт,)

Багануурын нүүрсний ордын хэмжээнд хурдас чулуулгийг литологийн найрлага, гарал, үүслээр нь ангилан хуваасан байдаг. Үүнд:

1. Аллювийн хурдас – Q₂
2. Доод цэрдийн Өвдөгхудаг формац-(K₁uh) [9].

Гол төлөв саарал, хар саарал өнгөтэй, янз бүрийн ширхэгтэй элсжин, нарийн ширхэгтэй алевролит, нүүрсний үе, давхраасууд, гравелит, конгло-мератаас бүрэлдэн тогтоно. Хар саарал, саарал өнгөтэй нүүрслэг аргиллит, аргиллитын нарийн үе, мэшилүүд нилээд тохиолдоно. Мөн нүүрсний үе, давхраасын салаалсан хэсэг ордын төв, баруун зах хэсгээр орших ба элсжин, аргиллит, алевролитын үеүүд ээлжлэн тогтоно. Аргиллит, алевролит нь бусад чулуулгаас арай илүү шаварлаг шинж чанартай тул амархан уусдаг, уян харимхай чанар илүү байна.

Багануурын нүүрсний уурхайн ан цавын чиглэл

Уурхайн ашиглалтын 1-р хэсэгт хөрсний чулуулгийн доголд буюу 5 цэгт хэмжилт хийж, цэгийн байрлалыг 1-р хүснэгтээр үзүүлэв.

Хэмжилт хийсэн цэгүүдийн байрлал

Цэгийн дугаар	Тэгш өнцгийн солбицол		Цэгийн өндөр, Н, м
	Х, м	У, м	
1	298141.81	294569.00	1351
2	298075.59	294459.36	1338
3	298006.34	293891.79	1334
4	297820.58	292719.03	1348
5	297671.00	291771.65	1320

Хөрсний мөргөцгийн хажуу хананаас нийт 450 гаруй хэмжилт хийн үр дүнг Statistica программ дээр боловсруулав. Үр дүнгээс харахад ан цавын үндсэн системийн суналын азимут дунджаар $\alpha=41^\circ$, уналын өнцөг $\delta=64^\circ$ байхад хөндлөн системд $\alpha=292^\circ$, $\delta=65^\circ$, диагональ системд $\alpha=117^\circ$, уналын өнцөг $\delta=62^\circ$ байна. Хэмжилтийн үр дүнгүүдийг 2-р хүснэгтэд дэлгэрэнгүй харуулав.

Ан цавын мөргөцгийн ханан дахь хэмжилтийн статистик боловсруулалтын үр дүн

Цэгийн дугаар	Хэмжилтийн тоо	I систем		II систем		III систем	
		α	δ	α	δ	α	δ
1	60	± 25 246	7 ± 4 76	± 35 2307	6 ± 5 76		
2	106	± 25 244	5 ± 5 76	± 23 2321	6 ± 5 76		
3	105	± 12 264	3 ± 5 76	± 11 2322	3 ± 5 76		
4	90	± 12 218	1 ± 5 86	± 22 2227	2 ± 5 86	7 ± 9 211	62 ± 6 8
5	90	± 16 230	6 ± 5 66	± 30 2284	6 ± 4 66		

Мөн ан цавын чиглэлийг Crack-Ars программ дээр боловсруулалт хийж, 1:10000-ны масштабтай уулын ажлын план зурагт дүрслэн үзүүлсэн.



4-р зураг

3. Дүгнэлт

Багануурын нүүрсний ил уурхайн ашиглалтын Уулын 1-р хэсгийн хөрсний чулуулгийн 5 мөргөцөгт 450 гаруй хэмжилт хийн ан цавын чиглэлийн зүй тогтлыг тогтоолоо. Энэ судалгаанаас

- Ан цавын үндсэн системд суналын азимут дунджаар $\alpha=41^\circ$, уналын өнцөг $\delta=64^\circ$ байхад хөндлөн системд $\alpha=292^\circ$, $\delta=65^\circ$, диагональ системд $\alpha=117^\circ$, уналын өнцөг $\delta=62^\circ$ байхаар гарсан.
- Ан цавын үндсэн системд зүүн хойноос баруун урагш чиглэлтэй байна.

Энэхүү ажлыг гүйцэтгэснээр уулын ажлыг оновчтой явуулахад чухал нөлөө үзүүлэх уул-геометрийн зүй тогтлыг түргэн шуурхай, зардал багатайгаар бодитой тодорхойлох боломжтой юм.

Ашигласан материал

- [1] https://mn.wikipedia.org/wiki/Структур_геологи
- [2] www.ord.mn/index.php?newsid=2487
- [3] Рац М.В., Чернышев С.Н., Трещиноватость и свойства трещиноватых горны пород. Москва, 1970. 159с
- [4] ШУТИС-ГУУС, Уул уурхайн технологи, эдийн засаг, экологи, геодези, газрын харилцаа. ЭШХ 43-р бага хурал, Улаанбаатар, 2015. 146х
- [5] Fang.J, Xiong.C.Y, Zhang.J, Li.M, Wang.J.X, “Application of Digital Image Correlation Technique to the Damage and Fracture Study of Heterogeneous Materials” Berlin, 2000. 98pp
- [6] Brian G. W, Shear mechanism for mining-induced fractures applied to rock mechanics of coal mines, USA, 8pp
- [7] Schmidt.R.A, Rossmannith.H.P, Basics of rock mechanics, Vienna, 1983. 29pp
- [8] Brown.W.S, Swanson.S.R, Mason.W.E, Fracture mechanics applications to rock, Utah, 1972. 95pp
- [9] Мөнхтоого.Л, Чимэддорж.А, Цэвэгсүрэн.О нар, Багануурын хүрэн нүүрсний ордод 2014 онд гүйцэтгэсэн нэмэлт хайгуулын ажлын үр дүнгийн тайлан, УБ, 2015. 349х

Зохиогчийн тухай:

Гүндсамбуугийн Уранбайгаль. ШУТИС-ийн ГУУС-ийн геодезийн салбарын дэд профессор, доктор. Судалгааны ажлын чиглэл нь газрын хэвлийн кваллиметр болон геометр зүй тогтол, ашигт малтмалын чанар, ил уурхайн тогтворжилт.

Түмэнбаярын Номин. 2009 онд ШУТИС-УУИС-ийг уул уурхайн маркшейдер мэргэжлээр төгссөн. 2010 оноос “Багануур” ХХК-д маркшейдер- инженерээр ажилладаг.

ШУТИС, ГУУС-ийн магистрант. Судалгааны ажлын чиглэл нь Багануурын нүүрсний ил уурхайн хөрсний чулуулгийн ан цавын геометр зүй тогтлын судалгаа хийж байна.

ХИЙМЭЛ ДАГУУЛЫН ЗУРГИЙН БОЛОВСРУУЛАЛТТАЙ ТОМ МАСШТАБЫН БАЙР ЗҮЙН ЗУРАГ ЗОХИОХ АРГА ЗҮЙ

Докторант Б.Жавзандулам

ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

bataa_javzandulam@yahoo.com

Abstract

large scale topographic maps widely have been being used in the following sectors, such as urban and regional planning, infrastructure, national and regional security, air transportation, oil, gas, energy, mining, mapping, government, insurance, agriculture, national resource, environmental monitoring. In 2001, the U.S. successfully invented and launched the first high resolution satellite (QuickBird). As a result of this achievement, high developed, with large territory, leading technology countries have created large scale topographic maps based on geographic information system and high resolution stereo satellite images.

In this reason, we have chosen this paper and compared topographic technologies used in Russia, Canada, China and U.S. We are doing this research experiment in order to adapt in our country.

This paper consists of three parts, theory, experiment and result and summary.

Keywords: Geographic Information System, Digital Surface Model, High Resolution Vector Data, Accuracy

1. Оршил

Орчин үед физик газар зүйн салбар шинжлэх ухаан болох геоматикийн шинжлэх ухаан хурдацтай хөгжиж байна. Геоматикийн шинжлэх ухаанд геодези, гео-мэдээлэл зүй болон зайнаас тандан судлал зэрэг ордог¹.

Дэлхийд энэ салбар шинжлэх ухааныг эрчимтэй хөгжихөд техник, технологийн дэвшлүүд нөлөөлж байна. Эдгээр шинэ техник технологиудыг АНУ-ын улсын “Digital Globe”, ESRI болон Швейцар улсын “Leica” зэрэг корпорацууд үйлдвэрлэлд нэвтрүүлж байна.

АНУ-ын улсын ESRI, “Digital Globe” корпорацын цогц бүтээгдэхүүнүүдийг хот болон бүс нутаг төлөвлөлт, дэд бүтэц, аюулгүй байдал, үндэсний болон бүс нутгийн хамгаалалт, агаарын болон далайн тээвэрлэлт, газрын тос, хий, эрчим хүч, уул уурхай, зурагжуулалт болон үндсэн байрлалын хөдөлгөөнд, улс гүрний болоод орон нутгийн засгийн газарт, даатгал болон аюулгүйн менежмент, хөдөө аж ахуйд, байгалийн нөөц ба хүрээлэн буй орчны мониторинг гэх мэт салбаруудад өргөн хүрээтэй ашиглаж байна.

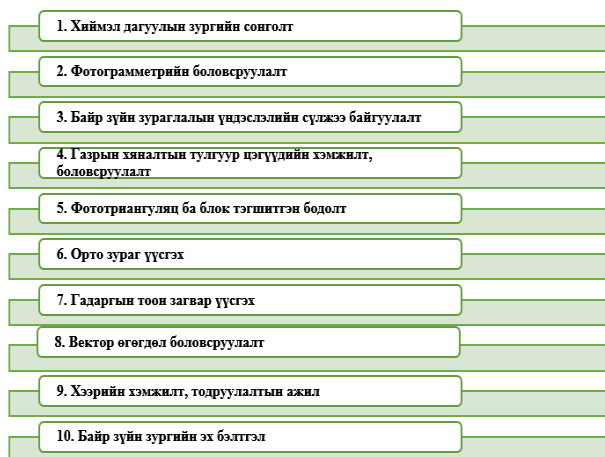
Монгол улс нь 1,566,600 км² газар нутагтай бөгөөд дэлхийд 19-р байранд ордог. Газар нутгийнхаа хэмжээгээр тэргүүлэгч Орос, Канад, Хятад, Америк зэрэг ази, европ, умард америк тивийн техник технологи, үйлдвэрлэлээрээ тэргүүлэгч улс орнуудын хот төлөвлөлтдөө ашигладаг том масштабын байр зүйн зургийг хэрхэн хийдэг технологийг судалж, эх орондоо нутагшуулах зорилтыг тавин, туршилт судалгааны ажлыг хийж байна. Учир нь газар нутгийн хэмжээ, тэргүүн техник технологи судалгаанд шууд нөлөөлөх хүчин зүйлс болдог.

Том масштабын байр зүйн зургийг зохиохдоо хиймэл дагуулаас авсан зургийг ашиглан, газарзүйн мэдээллийн системд байгаль орчинд ээлтэй, боловсруулалтын богино цаг хугацааг зарцуулах, эдийн засгийн хувьд үр өгөөжтэйгөөр шийдэгдэх, нарийвчлалыг хангасан орчин үеийн арга зүй юм.

¹ [HTTPS://EN.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/PHYSICAL_GEOGRAPHY](https://en.wikipedia.org/wiki/Physical_Geography)

2. Судалгаа, үр дүн

Өндөр нарийвчлалтай хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан том масштабын байр зүйн зургийг тэргүүн технологийг ашигладаг улс орнууд хэрхэн боловсруулдаг тухай судалж, дараах технологийн ерөнхий схемийг гаргаж авсан. 2 дугаар зурагт үзүүлсэн технологийн ерөнхий схемийн дагуу практик туршилт судалгааны ажлаа хийсэн.



1-р зураг. Өндөр нарийвчлалтай хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан том масштабын байр зүйн зураг боловсруулах технологийн ерөнхий схем

1. Хиймэл дагуулын зургийн сонголт: Хот болон дэд бүтцийн төлөвлөлтийн зураглалд том масштабын байр зүйн зургийг ашигладаг. Том масштабын байр зүйн зургийн нарийвчлалыг хангах хиймэл дагуулын стерео зургийг сонгох шаардлагатай. 2016 оны 3-р сарын байдлаар АНУ-ын “Дижитал Глоб” корпорацийн GeoEye-1, WorldView-2, WorldView-3 зэрэг хиймэл дагуулын арилжааны өндөр нарийвчлалтай зургууд нь том масштабын байр зүйн зургийн нарийвчлалыг хангаж байгаа тул дэлхийн улс орнуудын хувьд шаардлагад нийцсэн сонголтыг хийж, ашиглах боломж нээлттэй байна.

Тус туршилтын ажилдаа WorldView-2 хиймэл дагуулын стерео зургийг ашигласан. Дээр дурдсан өндөр нарийвчлалын хиймэл дагуулуудын техникийн үзүүлэлтүүдийг Хүснэгт 1-д үзүүлэв.

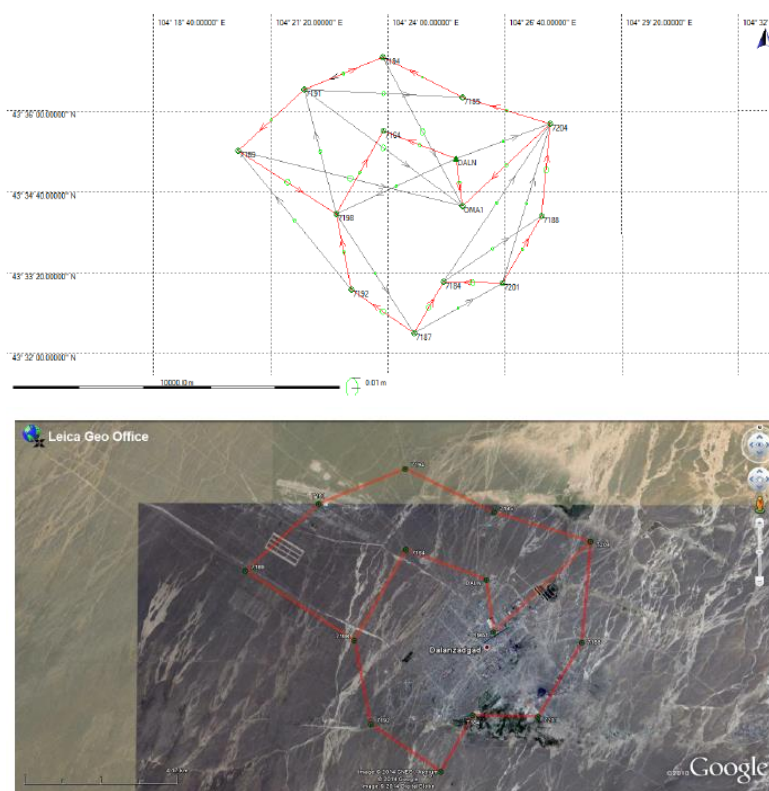
Хүснэгт 1

Өндөр нарийвчлалтай хиймэл дагуулуудын техникийн үзүүлэлт

Үзүүлэлт	Хиймэл дагуулууд		
	GeoEye-1	WorldView-2	WorldView-3
Орон зайн шийд /Панхроматик ² /	50 см	50 см	30 см
Орон зайн шийд /Мультиспектр ³ /	2 м	2 м	1,2 м
Дүрслэлийн нарийвчлал	23 м CE90	5 м CE90	5 м CE90
Спектрийн шийд	450-510 Нм (цэнхэр) 510-580 Нм (ногоон) 655-690 Нм (улаан) 780-920 Нм (near IR) 450-800 Нм (панхроматик)	396-458 Нм (цайвар цэнхэр) 442 - 515 Нм (цэнхэр) 506 - 586 Нм (ногоон) 584 - 632 Нм (шар) 624 - 694 Нм (улаан) 699 - 749 (Red Edge/Захын улаан) 765 - 901 Нм (Ойрын хэт ягаан туяа/near IR ₁) 836 - 1043 Нм (Ойрын хэт ягаан туяа/near IR ₂) 447 - 808 Нм (панхроматик)	400 - 450 Нм (цайвар цэнхэр) 450 - 510 Нм (цэнхэр) 510 - 580Нм (ногоон) 630 - 625Нм (шар) 630 - 690 Нм (улаан) 699 - 749 (Red Edge/Захын улаан) 770- 895 Нм (Ойрын хэт ягаан туяа/near IR ₁) 860 - 1040 Нм (Ойрын хэт ягаан туяа/near IR ₂) 450 - 800 Нм (панхроматик)
Радиомертрийн шийд	Нэг үүрт 8 эсвэл 16 бит	Нэг үүрт 8 эсвэл 16 бит	Нэг үүрт 8 эсвэл 16 бит
Цаг хугацааны шийд	Хамгийн багадаа 3 өдөр ба түүнээс дээш	1,1 өдөр	
Дүрслэлийн формат	GeoTIFF 1.0, NITF 2.1, NITF 2.0		

2. Фотограмметрийн боловсруулалт: ERDAS IMAGINE 2015 програм хангамжийн Фотограмметрийн боловсруулалт хийхэд зориулагдсан Stereo Analyst, IMAGINE Photogrammetry хэрэглүүрийн тусламжтайгаар ажлын блокийг үүсгэсэн. Боловсруулалт хийх гэж байгаа зургийг геометрийн зөв загварт оруулж, загварын тохиргоог хийж өгсөн. Блокийнхоо солбицлын системийг тодорхойлж, хэвтээ тэнхлэгийн хувьд тусгал, датум, харин босоо тэнхлэгийн дагуу сферойд болон датумыг тодорхойлсон. Энэ нь блокийнхоо үндсэн суурь параметруудийг тохируулж байгаа хэрэг юм. Ажлын блоктоо зургийг ачаалуулж өгсөн. Хос зургийг ачаалуулахад зургуудад гадаад болон дотоод чиглүүлгийн элемент байгаа эсэх, зурагт өндрийн тоон загвар болон орто зураг үүсгэгдээгүй зэргийг харж болно. Дараа нь хос зургийн хувьд харилцан чиглүүлгийн элементүүдийг тодорхойлно.

3. Байр зүйн зураглалын үндэслэлийн сүлжээ байгуулалт: Том масштабын байр зүйн зураглалын геодезийн үндэслэл нь: улсын геодезийн сүлжээний цэг, улсын өндрийн сүлжээний цэг, тусгай зориулалтын геодезийн сүлжээний цэг, зураглалын геодезийн үндэслэлийн цэгүүд байна.² Гэхдээ тус дүрэм нь байр зургийг GPS-ийн болон агаарын зургаар хийх аргад зориулагдан хийсэн байна.



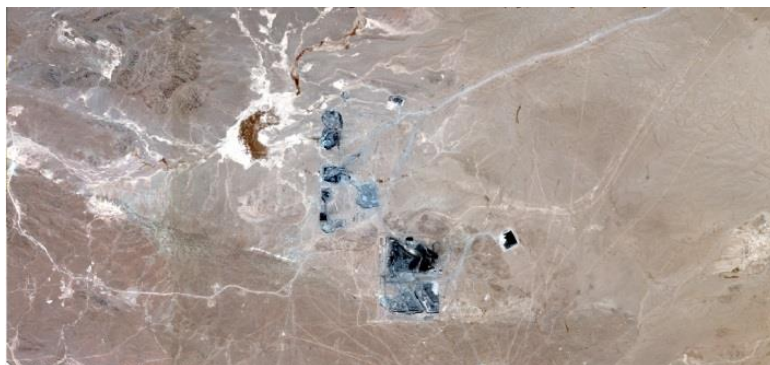
2-р зураг. Зураглалын C ангиллын 3-р зэргийн сүлжээний тэгшитгэн бодолт

4. Газрын хяналтын тулгуур цэгүүдийн хэмжилт, боловсруулалт: Хос зурган дээр дүрслэгдсэн, тод харагдаж байгаа биет юмсыг газар дээр нь очиж танин, газар дээрх тулгуур цэгүүдийг улсын геодезийн сүлжээний цэгүүдэд холбож байрлал болон өндрийг тодорхойлно. Дараа нь газар дээрх тулгуур цэгүүдийг боловсруулалтад оруулж өгсөн. Програм хангамж газар дээрх тулгуур цэгүүдийн тусламжтайгаар байрлал болон өндрийн утгатай холбоос цэгүүдийг үүсгэсэн.

5. Фототриангуляци ба блок тэгшитгэн бодолт: Фототриангуляци ба блок тэгшитгэн бодолтын ажилд дараах үйл ажиллагааг явуулсан. Боловсруулалтад оруулсан газрын хяналтын тулгуур цэгүүд болон үүссэн холбоос цэгүүдээр гурвалжны аргаар програм бодолт хийж, алдааг тарааж өгсөн. Цэгүүд тус бүрийн байрлалын болон өндрийн алдааг нягтлан шалгасан. Нийт дундаж квадрат алдаа нь 0.1 пиксель учир гадаргын тоон загвар болон орто зураг үүсгэх шаардлагыг хангаж байна.

6. Үүсгэсэн орто зураг

² МОНГОЛ УЛСЫН БАРИЛГЫН ДҮРЭМ БД 11-106-08



3-р зураг. Өмнөговь аймгийн Цогтцэций сумын уурхайн хэсгийн WorldView-2 хиймэл дагуулын стерео зургаас үүсгэсэн орто зураг

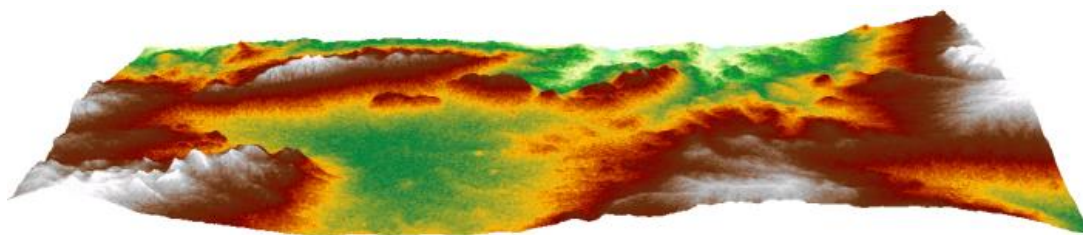


4-р зураг. Архангай аймгийн Эрдэнэбулган сумын төв хэсгийн WorldView-2 хиймэл дагуулын стерео зургаас үүсгэсэн орто зураг



5-р зураг. Даланзадгад хотын төв хэсгийн WorldView-2 хиймэл дагуулын стерео зургаас үүсгэсэн орто зураг

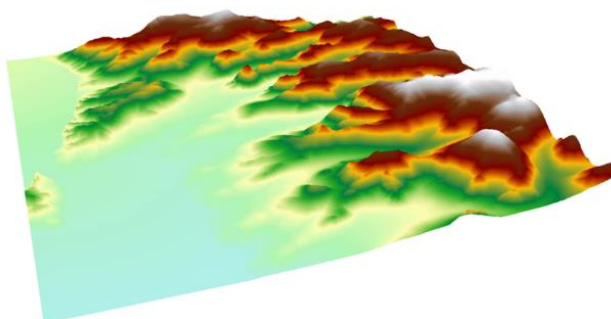
7. Гадаргын тоон загвар үүсгэх: Фототриангуляцийн сүлжээ байгуулж, блокийг тэгшитгэн бодсоноор алдаа нь зөвшөөрөгдөх хэмжээнд байсан тул гадаргын тоон загварыг үүсгэсэн. 2 дугаар зурагт үзүүлэв.



6-р зураг. Өмнөговь аймгийн Цогтцэций сумын уурхайн хэсгийн WorldView-2 хиймэл дагуулын стерео зургаас үүсгэсэн гадаргын тоон загвар



7-р зураг. Даланзадгад хотын төв хэсгийн WorldView-2 хиймэл дагуулын стерео зургаас үүсгэсэн гадаргын тоон загвар



8-р зураг. Архангай аймгийн Эрдэнэбулган сумын төв хэсгийн WorldView-2 хиймэл дагуулын стерео зургаас үүсгэсэн гадаргын тоон загвар

8. Газарзүйн мэдээллийн системд вектор өгөгдөл боловсруулалт: Өндөр нарийвчлалын вектор өгөгдлүүдийг агуулгаар нь ерөнхийлөн 6 ангилан, Microsoft SQL Сервер 2012 RDBMS, ArcGIS Сервер 10.3.1, ArcGIS Desktop 10.3.1, Production mapping extension/Байр зүйн зураг хийх өргөтгөл зэргийг ашиглан өндөр нарийвчлалын вектор өгөгдлүүдийг бэлтгэсэн.



9-р зураг. Өндөр нарийвчлалын вектор өгөгдлүүдийн агуулгын ангилал

А. ГАЗРЫН ГАДАРГЫН

Газрын гадаргын өгөгдлүүдийг 3 ангилна. Үүнд:

1. Ус зүй
2. Ургамал зүй
3. Хүний гараар бүтсэн гэж ангилна. Бүдүүвч зураг 4.2-д үзүүлэв.



10-р зураг. Газрын гадаргын өгөгдлүүдийн ангилал

F. БУСАД

Бусад ангилалд багтах өгөгдлүүдийг:

- ✚ Агаарын тээвэр
- ✚ Барилга байгууламж
- ✚ Олборлолтын болон хаягдлын талбай
- ✚ Аж үйлдвэрийн газар
- ✚ Хуурай газар
- ✚ Чөлөөт бүс
- ✚ Тээврийн хэрэгслийн талбай
- ✚ Усны аж ахуй
- ✚ Төрөл бүрийн зориулалтын талбай

Үүсгэсэн давхарга тус бүр нь дэд ангиллуудтай байна. Энэ нь зураглах ажил болон атрибут хүснэгтэд мэдээлэл оруулах ажлуудыг хөнгөвчлөх юм. Жишээлбэл, Авто зам гэсэн давхаргад дараах ангиллуудыг үүсгэх юм. Үүнд:

- ✓ 2 урсгалтай, тусгаарлагчгүй, хатуу хучилттай зам
- ✓ 2 урсгалтай, тусгаарлагчгүй, хатуу хучилтгүй зам
- ✓ 2 урсгалтай, тусгаарлагчтай, хатуу хучилттай зам
- ✓ 2 урсгалтай, тусгаарлагчгүй, хатуу хучилттай зам (баригдаж байгаа)
- ✓ 2 урсгалтай, тусгаарлагчгүй, хатуу хучилтгүй зам (баригдаж байгаа)
- ✓ 2 урсгалтай, тусгаарлагчтай, хатуу хучилттай зам (баригдаж байгаа)
- ✓ 1 урсгалтай, хатуу хучилттай зам
- ✓ 1 урсгалтай, хатуу хучилтгүй зам
- ✓ 1 урсгалтай, хатуу хучилттай зам (баригдаж байгаа)

- ✓ 1 урсгалтай, хатуу хучилтгүй зам (баригдаж байгаа) гэх мэт

2 урсгалтай, тусгаарлагчгүй, хатуу хучилттай замыг зурсан тохиолдолд атрибут хүснэгтэд тухайн замын

- ✓ урсгал, эгнээний тоо
- ✓ тусгаарлагчтай эсэх
- ✓ замын гадаргуугийн байдал
- ✓ улирлын чанартай эсэх
- ✓ урт, гэх мэт шаардлагатай мэдээлэл зэрэг нь автоматаар хялбархан орох юм.

Мөн шаардлагатай нэмэлт мэдээллийг хялбараар оруулж болно.

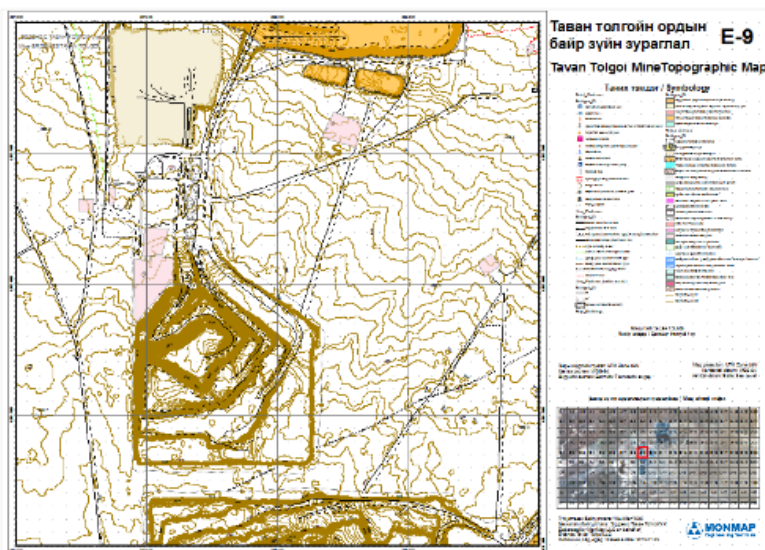
9. Хээрийн хэмжилт тодруулалтын ажил: Хээрийн тодруулалтаар суурин тодруулалтын явцад илэрсэн агаарын зураг дээр тодорхой бус гарсан (бага хэмжээтэй, өнгийн ялгарал багатай, сүүдэрт орсон г.м) объектуудыг бодит байдал дээр шалгах, зарим үзүүлэлтийг тодотгох, дүрслэгдээгүй объектыг хэмжиж, оруулсан. Тодруулалтаар газар зүйн нэрийг шалгаж, нэмэлтээр оруулсан.

10. Байр зүйн зургийн эх бэлтгэл: Байр зүйн зургийн эх бэлтгэлийг хийхдээ дараах бүрдэл хэсгүүдийг агуулдаг. Үүнд: торлол, нэрлэбэр, дугаарлалт, таних тэмдэг, формат, гарчиг, шаардлагатай текстэн бичиглэл болон тэдгээрийн байрлал зэрэг ордог.

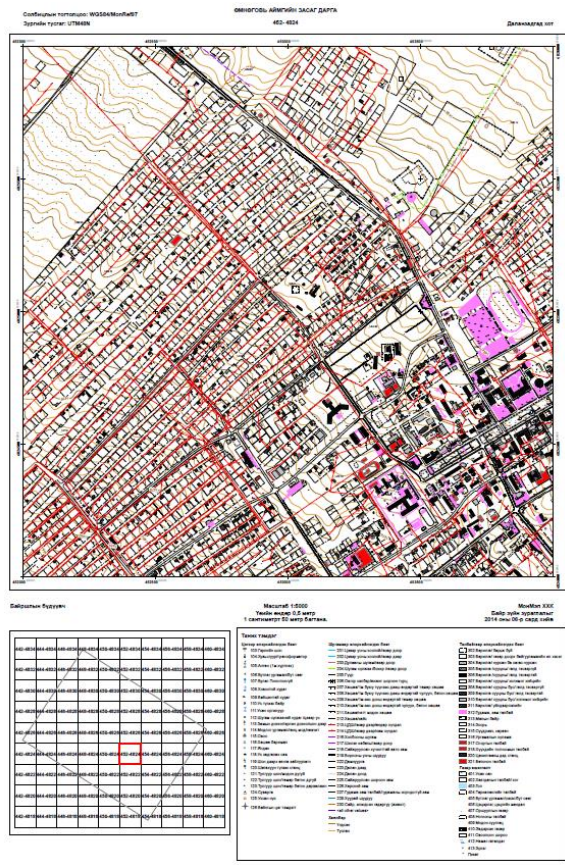
- а. Торлол, нэрлэбэр, дугаарлалт:

МОНГОЛ УЛСЫН БАРИЛГЫН ДҮРЭМ БД 11-106-08-д мөрдөж байгаа зургийн нэрлэбэрийн суурь нь 1:100000-ны масштабтай байр зүйн зураг байдаг. Энэ нэрлэбэр нь ашиглахад төвөгтэй байнга бүдүүвч зураг харж тухайн байр зүйн зургийн нэрлэбэрийг олдог байв.

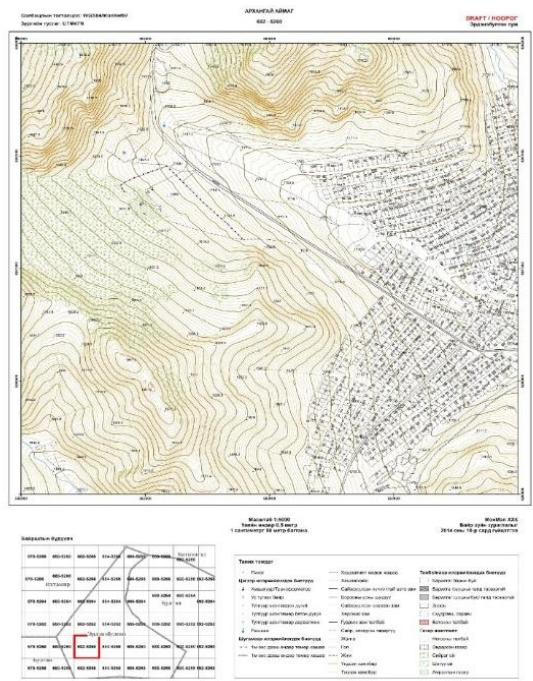
Тус туршилтын ажилд ашигласан байр зүйн зургийн нэрлэбэр нь олон улсад өргөн хэрэглэдэг тэгш өнцөгтийн солбицлын системийн нэрлэбэр юм. Энэ нэрлэбэрийг ашиглахад маш хялбар бөгөөд тухайн планшетийн зүүн доод булангийн тэгш өнцөгтийн солбицлоор тухайн зургийн нэрлэбэр харгалзан тодорхойлогдоно.



11-р зураг. Үр дүн: Өмнөговь аймгийн Цогтцэций сумын 1:5000-ны масштабтай, 1 метрийн үеийн өндөртэй, газарзүйн мэдээллийн системд өндөр нарийвчлалтай хиймэл дагуулын зургийн боловсруулалттай байр зүйн зураг



12-р зураг. Үр дүн: Өмнөговь аймгийн Даланзадгад сумын 1:5000-ны масштабтай, 0.5 метрийн үеийн өндөртэй, газарзүйн мэдээллийн системд өндөр нарийвчлалтай хиймэл дагуулын зургийн боловсруулалттай байр зүйн зураг



13-р зураг. Үр дүн: Архангай аймгийн Эрдэнэбулган сумын 1:5000-ны масштабтай, 1 метрийн үеийн өндөртэй, газарзүйн мэдээллийн системд өндөр нарийвчлалтай хиймэл дагуулын зургийн боловсруулалттай байр зүйн зураг

3. Дүгнэлт

Монгол улс нь өнөөдрийн байдлаар 2008 онд боловсруулсан МОНГОЛ УЛСЫН БАРИЛГЫН ДҮРЭМ БД 11-106-08 “1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000”-ны масштабтай байр зүйн дэвсгэр зураглалын ажил гэсэн норматив дүрмийг ашигладаг. Түүнчлэн том масштабын байр зүйн зургийг боловсруулахдаа GPS-ийн болон агаарын зураглалын аргаар гүйцэтгэх тухай дурдсан байдаг бөгөөд МУ-д Геодези, зураг зүйн чиглэлээр үйл ажиллагаа явуулж буй ихэнх байгууллагууд үйлдвэрлэлдээ ашигладаг. Тус дүрмийг боловсруулахдаа 1989 оноос 2007 он хүртэлх норматив, дүрэм журам, ном, гарын авлага зэргийг ашиглаж ишлэлээ болгосон байна.

Техник технологи хурдацтай хөгжиж байгаа сүүлийн 10-аад жилд өндөр нарийвчлалын хиймэл дагуулыг АНУ хөөргөснөөс хойш, дэлхийн улс орнууд өндөр нарийвчлалтай хиймэл дагуулын мэдээг хүлээн авах болсон. Мөн өндөр нарийвчлалын мэдээг боловсруулах програм хангамж сайжирч, ажлын машины хүчин чадал нэмэгдсээр байна.

Энэхүү дэвшил нь том газар нутаг бүхий улс орон бүх төрлийн масштабтай байр зүйн зургийг GPS-ын болон агаарын зураглалын аргаар гүйцэтгэхтэй харьцуулахад дараах чухал давуу талуудыг олгож байна. Үүнд:

- ✓ Нэг агшинд бүх талбайн зураг авагдана
- ✓ Нэг агшинд газар зүйн холболт хийгдэнэ
- ✓ Боловсруулалтад бага хугацаа зарцуулна
- ✓ Нэг агшны суурь зураг дээр төлөвлөлт хийгдэнэ
- ✓ Байгаль орчинд ээлтэй
- ✓ Эдийн засгийн хувьд үр өгөөжтэй зэрэг болно.

Монгол улс ч гэсэн бусад тэргүүн технологийг үйлдвэрлэгч, хэрэглэгч орнуудтай хөл зэрэгцэн орчин үеийн, ОУ-ын стандартад нийцсэн тэргүүн технологийг үйлдвэрлэлдээ ашиглаж нутагшуулахын төлөө хөдөлмөрлөж байна.

Судалгаа, туршилтын ажилдаа ОУ-ын стандартад нийцсэн тэргүүн технологийг боловсруулалтын үйл ажиллагаандаа ашиглан, Өмнөговь аймгийн Цогтцэций сум, Даланзадгад хот, Архангай аймгийн Эрдэнэбулган сумын 1:5000-ны масштабтай, 0.5 болон 1 метрийн үеийн өндөртэй, байр зүйн зургийг боловсруулсан.

Гол үр дүн болох нарийвчлал нь МУ-ын стандартыг хангаж байна. БД 11-106-08-д байр зүйн дэвсгэр зургийн нарийвчлал нь байрлалын хувьд олон давхар барилга байгууламжтай хот, суурин газарт тэдгээрийн хоорондох харилцан байрлалын дундаж алдаа нь байр зүйн зураг дээр 0.4 мм-ээс ихгүй байна. Харин өндрийн хувьд 0.5 м-ийн үеийн өндрийн 1/3-аас тус тус ихгүй байна.

Өмнөговь аймгийн Цогтцэций сумын хувьд 1:5000-ны масштабтай байр зүйн зургийн байрлалын дундаж алдаа нь 0.3 мм, өндрийн хувьд 11 см, Даланзадгад хотын хувьд байрлалын дундаж алдаа нь 0.3 мм, өндрийн хувьд 10 см, Архангай аймгийн Эрдэнэбулган сумын хувьд байрлалын дундаж алдаа нь 0.2 мм, өндрийн хувьд 10 см бөгөөд энэ нь зөвшөөрөгдөх хэмжээнд байгаа учир том масштабтай байр зүйн зургийн нарийвчлалыг бүрэн хангаж байна.

Тиймээс цаашид хот төлөвлөлт болон бусад салбаруудад газарзүйн мэдээллийн системд өндөр нарийвчлалын хиймэл дагуулын зургийн боловсруулалттай 1:1000, 1:2000-ны масштабтай байр зүйн зураг боловсруулах арга зүйг нутагшуулан боловсруулж МУ-ын дүрэм, стандартад, цаг үе, технологийн дэвшлийн дагуу оруулан сайжруулах шаардлага зүй ёсоор гарч байна.

Ашигласан материалын жагсаалт

- [1] David F.Maune, Phd, CP., Digital Elevation Model Technologies and Applications., 2001.
- [2] Tasha Wade., Shelly Sommer., A to Z GIS., ESRI Press., 2006.
- [3] Jan Van Sickle., Basic GIS Coordinates., 2nd Edition., 2010.
- [4] ERDAS IMAGE 11 Guide book., ERDAS, Inc, 2011.
- [5] Rolf A.de By., Yola Georgiadou., Richard A. Knippers., Menno-Jan Kraak., Yuxian Sun., Micheal J.C.Weir., Cees J.van Westen., Principles of Geographic Information System., 3rd edition.
- [6] Jonathan Iliffe and Roger Lott., Datums and Map Projections For Remote Sensing, GIS and Surveying 2nd Edition., 2012.

- [7] Амарсайхан.Д., Адыасүрэн.Ц., Саандарь.М., Зайнаас Тандах Судлал, Газар зүйн Мэдээллийн Системийг Байгалийн Нөөцийн Менежментэд Ашиглах нь., 2014.
- [8] Seferic.U, Jacobsen.K, OrucM., Marangoz.A., Comparison of SPOT, SRTM and Asters DEMs., GIS and Surveying 2nd Edition., 2015.
- [9] Goncalves.J, Fernandes.J.C., Assessment of SRTM-3 DEM in Portugal with topographic data., 2015.
- [10] Jian Guo Liu, Philippa J. Mason., Image Processing and GIS for Remote Sensing., Second Edition.
- [11] Fawwaz Ulaby, David Long., Microwave Radar and Radiometric Remote Sensing.
- [12] Shuanggen Jin (ed.), Satellite Positioning: Methods, Models and Applications., 2015.
- [13] Bhuiyan Monwar Alam., Application of Geographic information Systems., 2012.
- [14] Fieguth, Paul., Statistical Image Processing and Multidimensional Modeling.
- [15] Tomas Soler (Editor), CORS and OPUS for Engineers: Tools for Surveying and Mapping.
- [16] Pinde Fu., Getting to Know Web GIS., second edition., 2016.,
- [17] Cary L., Prost, Remote Sensing for Geoscientists Image Analysis and Integration., Third Edition., 2001.
- [18] Paul M.Mather., Magaly Koch, Computer Processing of Remotely-Sense Images., Fourth Edition., 2016., A John Wiley and Sons Ltd.,
- [19] Katy Borner., Atlas of Knowledge Anyone Can Map., The MIT Press Cambridge., Massachusetts London England., 2015.
- [20] Cynthia A.Brewer., Designing Better Maps A Guide for GIS Users., Second Edition., EsriPress/Redlands/California., 2013.2016.
- [21] Menno-Jan Kraak., Ferjan Ormeling., Cartography Visualization of Spatial Data., Third Edition., 2010.
- [22] Kathryn Keranen., Robert Kolvoord., Making Spatial Decisions Using GIS and Remote Sensing a Workbook., Esri Press Academic, Redlands/California., 2014
- [23] Qihao Weng., An Introduction to Contemporary Remote Sensing., The McGraw-Hill Compania Inc., 2012.
- [24] C.Dana Tomlin., GIS and Cartographic Modeling., EsriPress/Redlands/California., 2013.
- [25] Gretchen N.Peterson., GIS Cartography, A Guide to Effective Map Design., Second Edition., CRC Press., 2015.
- [26] Gretchen N.Peterson., Cartographer's Toolkit, Colors, Typography, Patterns., Peterson GIS., 2012.
- [27] Editors: Daniel P.Huffman., Samuel V.Matthews., Atlas of Design., Published by The North American Cartographic Information Society.
- [28] Beau Riffenburgh., Mapping The World, The Story of Cartography., Printed Wildebeest Publishing Ltd, Carlton Books Limited., 2014.
- [29] Antonis Antoniou, Robert Klauten., Mind the Map, Illustrated Maps and Cartography., Published by Gestalten., Sven Ehmann., Berlin., 2015.
- [30] Clint Brown., Christian Harder., The ArcGIS Imagery book, New View, New Vision., EsriPress/Redlands/California., 2016.
- [31] Jacques Bertin., Semiology of Graphics, Diagrams Networks Maps., EsriPress/Redlands/California., 2011.
- [32] Margaret M.Maher., Lining Up Data in ArcGIS a Guide To Map Projections., Second Edition., EsriPress/Redlands/California., 2013.
- [33] Arthur H.Robison., The Look of Maps., Published by The University of Wisconsin Press., 2010.
- [34] By J.H.Lambert translated., Introduced by Waldo R.Tobler., Notes and Comments on The Composition of Terrestrial and Celestial Maps., EsriPress/Redlands/California., 2011.
- [35] www.digitalglobe.com
- [36] www.esri.com
- [37] www.wikipedia.com
- [38] www.monmap.mn

Зохиогчийн тухай

Аранзтан овогтой Батаагийн Жавзандулам. ШУТИС-ийн харьяа Геологи Уул Уурхайн Сургуулийн Докторант. Геодези, Зурагзүйн салбарт туршилт судалгааг 2011 оноос хойш тасралтгүй хийж байна. “Хиймэл дагуулаас авсан мэдээг ашиглан Улаанбаатар хотын өндрийн тоон загвар үүсгэх нь”, “Нисгэгчгүй онгоцоор авсан зургаас гадаргуун тоон загвар үүсгэн овоолгын эзэлхүүн тооцох нь”, “Хиймэл дагуулаас авсан стерео зургаас байр зүйн зураг зохиох арга зүй”, “Геодези, зураг зүйн салбар дахь хүний нөөцийн бүрдүүлэлтийн арга зүйн зарим асуудал”, “Хот төлөвлөлтөнд хиймэл дагуулын зургийн боловсруулалттай байр зүйн зураг ашиглах арга зүй”, “Хиймэл дагуулын зургийн боловсруулалттай том масштабын байр зүйн зураг зохиох арга зүй”, “Хиймэл дагуулын зурагт суурилсан, газарзүйн мэдээллийн системд том масштабын байр зүйн зураг зохиох арга зүй” зэрэг эрдэм шинжилгээний өгүүлэл, бүтээлийг амжилттай бичсэн.

УЛААНБААТАР ХОТОД ГАЗРЫН ДООР МЕТРО БАЙГУУЛАХ ҮЕД ГАЗРЫН ГАДАРГАД ҮҮСЭХ НӨЛӨӨЛЛИЙН СУДАЛГАА

Проф. В.Н.Гусев*, доктор (Ph.D) Г.Уранбайгаль**, докторант Л.Энхтөр*

*Санкт-Петербургийн эрдэс баялгийн үндэсний их сургууль “Уул уурхай”, ОХУ

**Геологи, уул уурхайн сургууль, ШУТИС., Монгол улс

Abstract

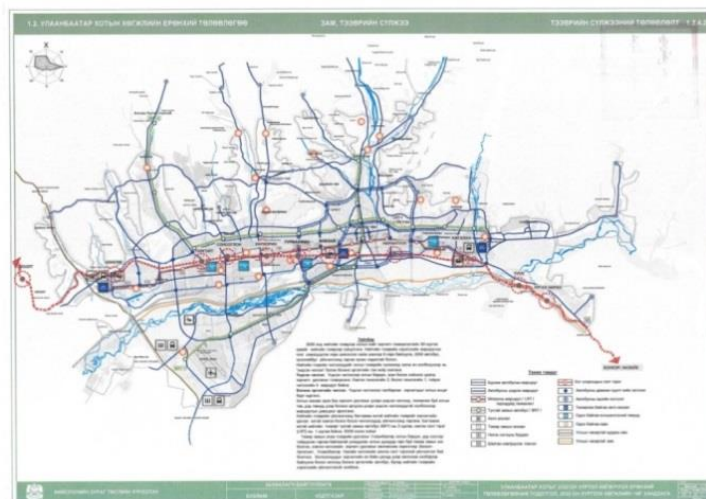
An inseparable part of urban planning is issue, its infrastructure problems. In order to resolve difficulties of traffic congestion, many countries have an experience that resolved problems by constructing subway. For construction subway by underground tunneling is important to determine zone of influence when will be going process of digging under the city. In this article has considered calculation for determination size of influence zone from tunneling process when will be constructing underground subway under Ulaanbaatar city.

Түлхүүр үг: Улаанбаатар метро, тоннель нэвтрэлт, метроны байгууламж, уулын чулуулгийн шилжилт хөдөлгөөн, геомеханик, шилжилт хөдөлгөөн тооцоололт.

2016 оны 11 сарын 1-ний өдрийн байдлаар хүн амын тоо 3113511 болж, жилээс жил ирэх тусам өсөн нэмэгдэж байна [1]. Мөн үүнээс гадна 2016 оны 1 сарын 15-нд гарсан хамгийн сүүлийн статистикийн мэдээллээр өнгөрсөн онд нийслэлчүүдийн тоо 1 сая 400 мянгад хүрч улсын нийт хүн амын 46 хувийг бүрдүүлэх болжээ[2]. Улаанбаатар хотын хөгжил өдрөөс өдөрт хурдасч, өнгө төрхөө шинэчлэн, хот маань орчин үеийн том хотын өндөр түвшний хөгжилд хүрэхээр тэмүүлсээр байна. Хотын хөгжлийг дагаад Улаанбаатар хотын нийтийн тээврийн салбарын шинэчлэл, зам гүүр угсралт тавилттай холбоотой тулгамдсан асуудал урган гарч ирж байна. Энэ асуудлыг шийдэхийн тулд 2030 онд Улаанбаатар хотод метро барьж байгуулан ашиглалтанд оруулж, нийтийн тээврийн ачааллыг хөнгөвчлөх санааг “Улаанбаатар хотын 2030 оны хөгжлийн ерөнхий төлөвлөгөө” –д тусгаж өгсөн байна.

Япон улсын олон улсын хамтын ажиллагааны байгууллагын (ЖСА) оролцоотойгоор “Улаанбаатар хотод нийтийн тээврийн төсөл хэрэгжүүлэх судалгаа”-г 2013 онд хийж гүйцэтгэсэн ба энэхүү судалгаанд Улаанбаатар хотод метро барьж байгуулах асуудлыг дэлгэрэнгүй авч үзэн урьдчилсан байдлаар метро барьж байгуулах боломжит хувилбарыг санал болгосон байдаг.

Метро байгуулах шугамын маршрут (зураг 1) нь Амгалан өртөөнөөс Толгойт өртөө хүртэл төв замын тэнхлэг дагуу юм. Энэ хувилбарт метроны төв тэнхлэгийн шугамыг гүүрэн ба газар доор гэсэн хосолсон байдлаар барьж байгуулахаар тооцсон байна. Тодруулбал метроны тэнхлэг шугамыг газар дээр ил тавьж болох боломжтой орон зайн хязгаарлалт багатай хэсэгт гүүрэн харин орон зайн хувьд шугамыг барьж байгуулахад хязгаарлагдмал бүсэд газар доор барихаар төлөвлөсөн байна. Шугамын тэнхлэг гүүрэн хэсэгт газрын гадаргаас дээш дундажаар 15 метр өндөр байрлах бол газар доогуурх хэсэгт гадаргаас доош дундажаар 17 метрийн гүнд байрлана.



1 дүгээр зураг. Улаанбаатар хотыг 2030 он хүртэл хөгжүүлэх ерөнхий төлөвлөгөөн дэх метроны шугамын чиглэл

Уг төслөөр хотын төв хэсэгт метроны тэнхлэг шугамыг газрын доор далд аргаар тоннель нэвтрэгч төхөөрөмжөөр (ТВМ) нэвтрэнэ гэж тусгасан байна. Тоннелийн диаметр $D= 6.8 -7.2$ м зэрэгцээ хос тоннель нэвтрэх ба тоннель хооронд 7 м өргөн тулгуур ханатай байхаар төлөвлөгдсөн байна.

Эндээс Улаанбаатар хотын төвд газрын доор тоннель нэвтрэлт явагдахад газрын гадаргад үзүүлэх нөлөө болон газрын дээрх объектуудыг хэрхэн хамгаалах бэ? гэсэн асуулт гарч ирж байгаа юм.

Иймд дээрх техникийн нөхцөлд тулгуурлан Улаанбаатар хотын төвөөр газрын доор нэвтрэлт хийх үед нэвтрэлтээс үүсэх нөлөөллийн хэмжээ, газрын гадаргад болон газар дээрх объектуудад ямар нөлөө үзүүлэхийг тодорхойлох тулд уулын чулуулгийн шилжилт хөдөлгөөний тооцоо хийж, үнэлгээ өгөх нь нэн тэргүүний асуудал болж байна.

Хөрсний болон уулын чулуулгийн шилжилт хөдөлгөөнд үнэлгээ өгөхийн тулд тухайн районы хөрс чулуулагт инженер-геологийн судалгаа сайн хийгдсэн байх хэрэгтэй. Улаанбаатар хотын хөрсний чулуулгийн инженер-геологийн судалгааг хотыг барьж байгуулах, төлөвлөх ажлын шаардлагаар 1940 оноос хийж эхэлсэн байна. Улаанбаатар хотын газар зүйн онцлог нь Туул голын хөндийд Сэлбэ, Бэлх, Толгойт голуудын Туул гол дахь цутгал дээр Богдхан, Улиастай, Сонгино хайрхан, Чингэлтэй уулнуудаар хүрээлэгдэн байдагт оршино. Энэ онцлогоос хамаарч Улаанбаатар хотын хөрс нилээд зузаан дөрөвдөгчийн сийрэг хурдасаар хучигдсан тунамал, үндсэн чулуулгаас бүрдсэн суурь хавтангуудтай болох нь инженер-геологийн олон удаагийн судалгааны үр дүнгээр тогтоогджээ.

Энэхүү судалгаанд хийгдсэн өрөмдлөгүүдийн ажлын үр дүнгээс төлөвлөгдөж буй метроны тэнхлэг шугамын маршрутын дагуу байрлах өрөмдлөгийн дугаар № 2478, 5162, 2508, 5165, 120, 128 цооногуудыг сонгон авч, цооногуудын мэдээлэлд тулгуурлан дүн шинжилгээ хийв.

Эдгээр цооногуудад илэрсэн хөрсний үе, чулуулгийн физик-механикийн шинж чанаруудаар Plaxis 3D программ дээр тоннель нэвтрэлтийн 3 хэмжээс загварчлалыг гарган авав. Тус программ нь геотехникийн байгууламжуудын тогтворжилт, хэв гажилтын тооцоог хийхэд тусгайлан боловсруулсан төгсгөлийн элементийн арга дээр суурилсан программ юм.

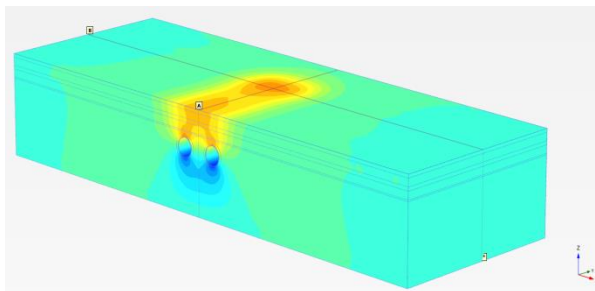
Хөрсний механик байдлыг төрөл бүрийн нарийвчлалын түвшнээр загварчилж болох юм. Загварчлалын хэд хэдэн төрөл байх ба программд Linear Elastic, Mohr-Coulomb, Hardening Soil, Soft Soil, Joined Rock, Modified Cam-Clay model болон бусад загварын төрлүүдийг тохируулан загварчлалын ажлыг гүйцэтгэнэ. Тоннель нэвтрэлтийг загварчлахад Hardening Soil моделийг сонгон хөрс чулуулгийг загварчилсан ба энэ 3 хэмжээст загвараар хэт сийрэг үеэс үндсэн чулуулгийг хүртэл загварчилж болдог оронцлог юм. Энэ модельд ашиглагдах үндсэн физик-механикийн шинж чанарыг дурдвал:

- Хатуулаг m
- Анхдагч девиаторын ачаалал дахь хэв гажилт E_{50}^{ref}
- Анхдагч шахалт дахь хэв гажилт E_{oed}^{ref}
- Харимхай / давтан ачаалал E_{ur}^{ref}, n_{ur}

- Эвдрэл Кулона-Морагийн зарчмаар

C, φ, ψ .

Дараах зурган дээр № 2478 дугаартай цооногийн өгөгдлөөр 3 хэмжээст загвар үүсгэж, тоннель нэвтрэлтийг загварчилан, хөрсний хэв гажилтын байдлыг харуулсан байна.



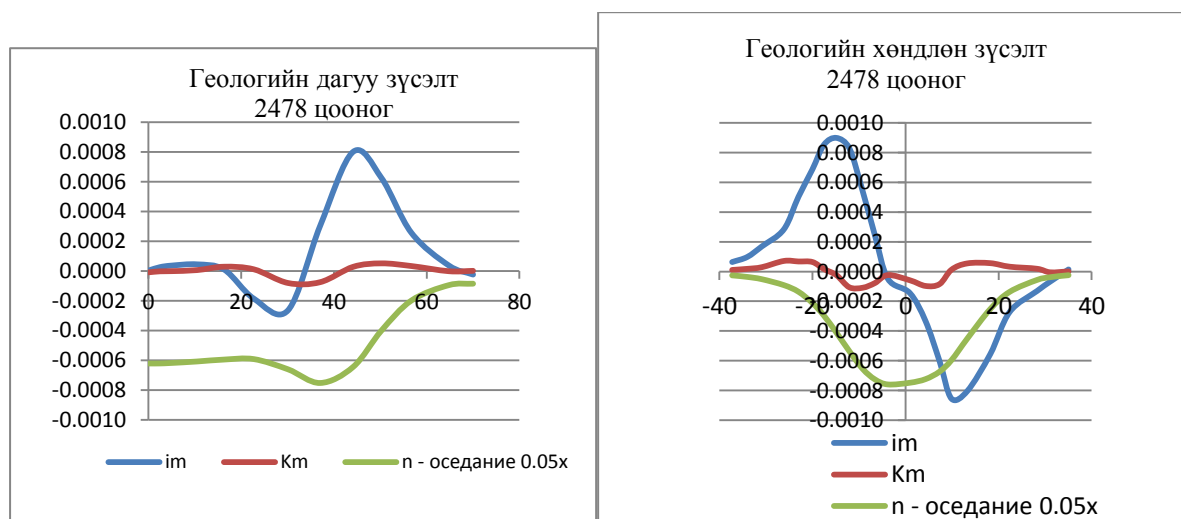
2 дугаар зураг. Тоннель нэвтрэлтийн үед газрын гадаргад үүсэх мульд шилжилт хөдөлгөөний загвар

Программ дээр тоннель нэвтрэлтийг хөрсний физик-механикийн шинж чанар, бэхэлгээ болон тоннель нэвтрэгч төхөөрөмжийн нэвтрэлтийн параметруудээр загварчилж, бодолт хийсний дараа загварчлалын үр дүнд 3 хэмжээст загварт мульд хэлбэрийн шилжилт хөдөлгөөн үүсч бий болно. Эндээс мульдын шилжилт хөдөлгөөний гол зүсэлтүүдийг хийсний дараа түүний мульдын параметрууд болох

η – суулт, i – налуу ба муруйлтыг тооцоолон газрын гадаргад үзүүлэх нөлөөллийн хэмжээг тодорхойлов.

№ 2478, 5162, 2508, 5165, 120, 128 цооногуудын өгөгдлийг ашиглан 3 хэмжээс загваруудыг гарган авсан ба тооцооллын үр дүнг нэгтгэн 3 дугаар зурагт үзүүлэв. Тоннелийн тэнхлэг дагуу үүсэх газрын гадарга дээрх суулт дундажаар 20 мм байна. Мульд шилжилт хөдөлгөөний захын цэгээр хөдөлгөөнд ороогүй газрын гадаргын талаас хэвтээ шилжилт ε , налуу i –н утгууд $0,5 \cdot 10^{-3}$ хэмжээнээс хэтрээгүй, суулт нь $\eta = 15 \div 20$ мм байх цэгийг хэлнэ.

Гэвч өндөр байгууламжтай буюу барилгажилсан районы нягтрал ихтэй хот суурин газар бидний тогтоосон энэхүү хэмжээнээс илүү бага шаардлага гарч ирж болох юм. Шилжилт хөдөлгөөний аюултай хэмжээг “Барилга байгууламж болон байгалийн объектуудыг нүүрсний ордуудын уулын далд малталтуудын хортой нөлөөллөөс хамгаалах дүрэм журам” –д заасны дагуу газрын гадарга дээрх налуу $i = 4 \cdot 10^{-3}$; муруй $K = 0,2 \cdot 10^{-3}$ 1/м; хэвтээ шилжилт $\varepsilon = 2 \cdot 10^{-3}$ –аас хэтэрсэн тохиолдолд шилжилт хөдөлгөөний аюултай бүс гэж ангилсан байна.



3 дугаар зураг. Мульд хэлбэрийн шилжилт хөдөлгөөний үндсэн огтлолын үр дүн

Тоннель нэвтрэлтийг № 2478, 5162, 2508, 5165, 120, 128 цооногуудын инженер-геологийн нөхцлөөр загварчлах явцад дээрх ангилалд хамаарагдах утга үр дүнгийн боловсруулалтаас гарч ирээгүй (үүнд динамик нөхцөл тооцоогүй) болно. Өөрөөр хэлбэл Улаанбаатар хотын хөрсөнд бага гүнд тоннель нэвтрэгч төхөөрөмжөөр нэвтрэлтийн ажил гүйцэтгэх боломжтой нь тооцооллоор харагдаж байна.

Газрын гадаргад нөлөөлөх тоннель нэвтрэлтийн үеийн нөлөөллийн хүрээ нь тоннелийн тэнхлэг шугамын голчоос 2 тал руу дундажаар 40 м орчим зайн дотор байна гэж тооцоологдож байна.

Ашигласан ном, хэвлэл

- [1] <http://www.zaluu.com/read/342872bg>
- [2] <http://www.nso.mn/content/1386#.WBgFdfTi3IU>
- [3] Гусев В.Н., Волохов Е.М. Сдвигение и деформации горных пород–СПб, 2003, –83с.
- [4] Дашко Р.Э. Механика горных пород. –М. Недра, 1987, –264с.
- [5] Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975, –543с.
- [6] Механика грунтов. Учебное пособие / Колмогоров С.Г., Колмогорова С. С., Клемяционок П. Л. –Санкт-Петербург, 2011, –49с.
- [7] Отчет инженерно-геологической изыскании в территории города Улан-Батор. –Улан-Батор, 1986, –141с.
- [8] Отчет проектирования метрополитена в городе Улан-Батор. –Улан-Батор, 2013, –309с.
- [9] Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. –СПб.: ВНИМИ, 1998, –291с.
- [10] Строительство метрополитенов. Учебник / С.Н. Власов, В.В. Торгалов, Б.Н. Виноградов. –М, 1987, –254с.
- [11] Ушаков И.Н. Маркшейдерское дело: Учеб. для вузов. Часть II. –М, 1989, –437с.
- [12] P1axis версия 8. Справочное руководство [Текст]. –М.: Мир, – 182с.
- [13] Улаанбаатар хотыг 2020 он хүртэл хөгжүүлэх ерөнхий төлөвлөгөө. <http://resource3.sodonvision.com/bayangol/file/2013/4/esx0dbghxw0tvc7kmfoi06nj8/3>

Зохиогчийн тухай

Гусев В. Н. ОХУ-ын Санкт-Петербургийн эрдэс баялгийн үндэсний их сургуулийн маркшейдерийн тэнхимийн эрхлэгч, доктор, профессор. Судалгааны ажлын чиглэл нь ил, далд уурхайн болон метро тоннель нэвтрэлтийн үеийн геомеханик, геотехник, ил уурхайн тогтворжилт.

Г. Уранбайгаль. ШУТИС-ийн ГУУС-ийн геодезийн салбарын дэд профессор, доктор. Судалгааны ажлын чиглэл нь газрын хэвлийн кваллиметр болон геометр зүй тогтол, ашигт малтмалын чанар, ил уурхайн тогтворжилт.

Л. Энхтөр. ОХУ-ын Санкт-Петербургийн эрдэс баялгийн үндэсний их сургуулийн аспирант. Судалгааны ажлын чиглэл нь метро тоннель нэвтрэлтийн үеийн геомеханик, геотехник.

ТАВ. СУРГАЛТЫН ТЕХНОЛОГИ

ИНЖЕНЕРИЙН МЭРГЭЖЛИЙН МАГАДЛАН ИТГЭМЖЛЭЛ

Дэд профессор Д.Гэрэлт-Од

ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

Abstract

This article briefly mentions about how professional degrees are being issued in Mongolia. It also includes research of International engineering accreditation organizations, their activities and gauge demonstrators. We have decided that its necessary to find Engineering professions accreditation organizations in Mongolia.

Keywords: accreditation, consulting engineer, professional engineer.

Өнөөгийн байдлаар Монгол улсад инженерийн мэргэшлийн сургалтын үйл ажиллагаа нь геологи, уул уурхай, барилга, мэдээлэл холбоо, эрчим хүчний чиглэлээр ШУТИС-ийг түшиглэн салбарын яамдын болон мэргэжлийн холбоодтой хамтран хийгдэж байна. Салбарын яамд нь тухайн салбарын инженерүүдэд мэргэшлийн зэрэг олгох үйл ажиллагааг дараах эрх зүйн баримтуудаар зохицуулж байна. Үүнд :

1. Салбарын мэргэжилтний мэргэжил дээшлүүлэх сургалт, шалгалтын журам
2. Салбарын мэргэжилтэнд мэргэжил дээшлүүлэх, мэргэжилийн зэрэг олгох дүрэм
3. Салбарын мэргэжилтэнд мэргэжлийн зэрэг олгох хүрээ
4. Салбарын мэргэжилтэнд мэргэжлийн зэрэг олгоход тавигдах шаардлага.

Салбарын яамдын болон мэргэжлийн холбоодын дэргэдэх инженерийн мэргэшлийн зэрэг олгох зөвлөлүүд нь тодорхой шаардлага, шалгууруудыг үндэслэн салбарын инженерүүдэд “Мэргэшсэн инженер”, “Зөвлөх инженер”-ийн зэрэг олгож байна.

Дэлхийн өндөр хөгжилтэй орнуудад инженерийн үйл ажиллагааг олон улсын хэмжээнд бие даан гүйцэтгэх чадамж бүхий өндөр мэргэшсэн инженер бэлтгэх үйл ажиллагаа нь 2 үе шаттайгаар явагдаж байна. Үүнд :

1. Инженерийн боловсрол олгох их, дээд сургуулиудын сургалтын хөтөлбөрийг магадлан итгэмжлэх
2. Магадлан итгэмжлэгдсэн сургалтын хөтөлбөр бүхий их , дээд сургуулийг төгссөн инженерийн мэргэшлийг магадлан итгэмжлэх.

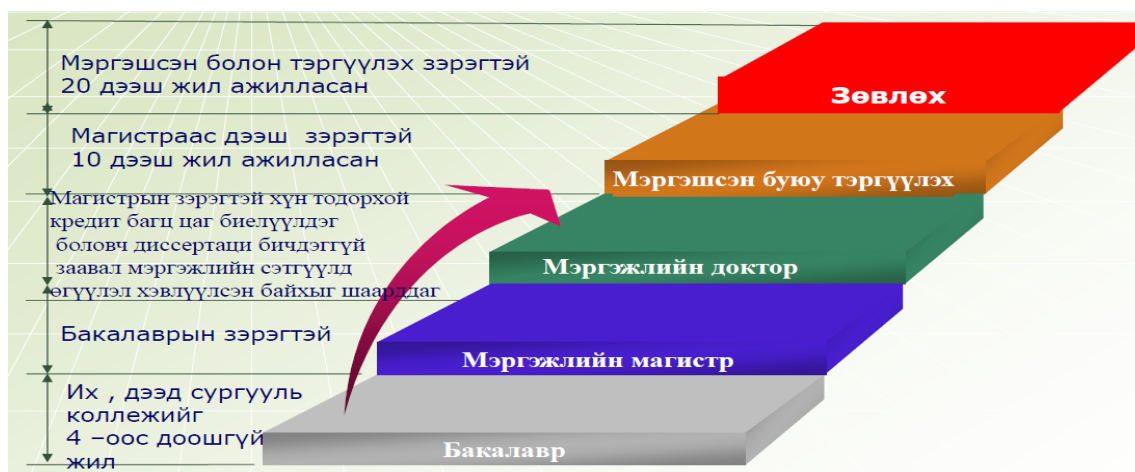
Инженерийн боловсрол олгох сургалтын хөтөлбөрийг магадлан итгэмжлэх үйл ажиллагааг АНУ-д ABET, Европод ENAEE, Их Британид ECUK, Канадад CEAB, Японд JABEE зэрэг боловсролын магадлан итгэмжлэлийн үндэсний байгууллагууд гүйцэтгэж байна.

Мөн инженерийн боловсрол олгох сургалтын хөтөлбөрийг олон улсын хэмжээнд магадлан итгэмжлэх үйл ажиллагааг Инженерийн боловсролын магадлан итгэмжлэлийн олон улсын холбоо (Washington Accord), Европын холбооны улсуудын инженерийн боловсролын магадлан итгэмжлэх сүлжээ (ENAEE) зэрэг боловсролын магадлан итгэмжлэлийн олон улсын байгууллагууд гүйцэтгэж байна.

Харин инженерийн мэргэшлийг магадлан итгэмжлэх үйл ажиллагааг АНУ-д NCEES, Их Британид ESUK, Канадад Engineers Canada, Японд IPEJ зэрэг инженерийн мэргэшлийн магадлан итгэмжлэлийн үндэсний байгууллагууд гүйцэтгэж байна.

Мөн инженерийн мэргэшлийг олон улсын хэмжээнд магадлан итгэмжлэх үйл ажиллагааг Ази, Номхон далайн бүсийн орнуудад APES Engineer Register, Европын холбооны улсуудад FEANI, АНУ, Канад , Австрали, Их Британи, Япон зэрэг орнуудад Engineers Mobility Forum (EMF) зэрэг инженерийн мэргэшлийн олон улсын магадлан итгэмжлэлийн байгууллагууд гүйцэтгэж байна. Европын холбооны улсуудын FEANI байгууллагаар магадлан итгэмжлэгдсэн инженер нь мэргэшсэн “Евроинженер”-ийн зэрэг, Ази, Номхон далайн бүсийн орнуудын APES Engineer Register байгууллагаар магадлан итгэмжлэгдсэн инженер нь мэргэшсэн “APES инженер”-ийн зэрэг хүртэх бөгөөд эдгээр инженерүүд нь

тухайн олон улсын магадлан итгэмжлэлийн байгууллагын гишүүн орнуудад инженерийн албан тушаалд ажиллах эрх авдаг байна.



1-р зураг. Мэргэшлийн болон мэргэжлийн зэрэг авах шатлал

Инженерийн мэргэшлийн олон улсын магадлан итгэмжлэлийн APEC Engineer Register, Engineers Mobility Forum(EMF) байгууллагууд нь мэргэшсэн инженерийн зэргийг дараах шалгуураар олгодог байна. Үүнд:

1. Тухайн мэргэжлийн магадлан итгэмжлэгдсэн хөтөлбөр бүхий их, дээд сургууль төгссөн байх
2. Мэргэжлийн үйл ажиллагаа эрхлэх лиценз авсан байх
3. Өөрийн оронд 7-оос доошгүй жил инженерийн үйл ажиллагаа эрхэлсэн байх бөгөөд үүний 2-оос доошгүй жилд нь удирдах албан тушаалд ажилласан байх
4. Мэргэжлийн шалгалт өгөх
5. Бие дааж мэдлэг, ур чадвараа дээшлүүлсэн байхаас гадна мэргэжил дээшлүүлэх тусгай сургалтанд хамрагдсан байх
6. Мэргэжлийн ёс зүйн хэм хэмжээг сахиж мөрддөг байх, мэргэжлийн ёс зүйн хэм хэмжээний зөрчил гаргаагүй байх

Европын холбооны улсуудын инженерийн мэргэшлийн магадлан итгэмжлэлийн European Federation of National Engineering Associations (FEANI) байгууллага нь мэргэшсэн “Евроинженер”-ийн зэргийг дээрх шалгууруудаас гадна дараах нөхцлийг хангасан хагасан инженерүүдэд олгодог байна. Үүнд :

1. $C = B + 3U + 2U + 2E$
2. $C = B + 3U + 4E$

Энд: С-мэргэшсэн инженерийн зэрэг авахад шаардагдах жил; В-ерөнхий боловсролын сургуульд суралцсан жил; U-их, дээд сургуульд суралцсан нэг жил; E-өөрийн оронд инженерийн үйл ажиллагаа эрхэлсэн нэг жил

Эдгээр шалгууруудаас үзэхэд тухайн мэргэжлийн магадлан итгэмжлэгдсэн хөтөлбөргүй их, дээд сургууль төгссөн төгсөгч нь мэргэшсэн инженерийн зэрэг авах эрхгүй бөгөөд улмаар өөрийн оронд болон олон улсын хэмжээнд инженерийн албан тушаалд ажиллах эрхгүй болно. Үүнээс үзэхэд их, дээд сургуулийн сургалтын хөтөлбөрийг магадлан итгэмжлэх үйл ажиллагаа нь төгсөгчийн ажил эрхлэлт, албан тушаал ахилтанд онцгой чухал нөлөө үзүүлдэг байна. Иймээс их, дээд сургуульд инженерийн боловсрол олгох сургалтын хөтөлбөрийг магадлан итгэмжлэх нь онцгой чухал ач холбогдолтой байна.

Дүгнэлт

Монгол улсад инженерийн мэргэжлийн магадлан итгэмжлэх үндэсний хэмжээний байгууллагыг байгуулах нь зүйтэй.

Мэргэшсэн инженерүүдэд тавигддаг олон улсын нийтлэг шалгууртай нийцүүлэх үүднээс салбарын инженерүүдэд мэргэшлийн зэрэг олгохдоо тухайн инженер нь магадлан итгэмжлэгдсэн хөтөлбөр бүхий их, дээд сургууль төгссөн байх хэрэгтэй.

Цаашид инженерийн мэргэшлийг магадлан итгэмжлэх үйл ажиллагааг олон улсын жишигт нийцүүлэн хийх шаардлагатай байна

Ашигласан материал:

- [1] www.acctmon.mn
- [2] EUR-ACE Рамочные стандарты аккредитации инженерных программ
- [3] Критерии и процедура профессионально-общественной аккредитации образовательных программ по техническим направлениям и специальностям: информационное издание / С.И.Герасимов, А.К.Томилин, Г.А.Цой, П.С.Шамрицкая, Е.Ю.Яткина, под ред. А.И.Чучалина. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. - 56 с.
- [4] Ц.Нанзад, Д.Гэрэлт-Од, Б.Лодоншарав. Уул уурхайн салбарын зөвлөх инженерүүдийн анхдугаар зөвлөлгөөн. 2011. /Гарын авлага.
- [5] Ш.Сүхээ. Инженерийн боловсролын магадлан итгэмжлэл. 2014 /Гарын авлага/
- [6] Уурхайн зөвлөх, мэргэшсэн инженер бэлтгэх сургалтын төвийн тайлан. 2014, 2015.
- [7] Д.Гэрэлт-Од, Б.Баттөр ба бусад 2012 он. Мэргэжлийн магистр, мэргэшлийн зэргийн сургалт болон төгсөлтийн дараах сургалтын хамтарсан хөтөлбөр, докторын дараах судалгааг хөгжүүлэх нь. Илтгэлүүдийн эмхэтгэл.