

Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль  
Геологи Уул Уурхайн Сургууль

Эрдэм шинжилгээний 43-р бага хурал

**УУЛ УУРХАЙН ТЕХНОЛОГИ,  
ЭДИЙН ЗАСАГ, ЭКОЛОГИ  
ГЕОДЕЗИ, ГАЗРЫН ХАРИЛЦАА**



**Улаанбаатар хот 2015**

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

**УУЛ УУРХАЙН ТЕХНОЛОГИ, ЭДИЙН  
ЗАСАГ, ЭКОЛОГИ, ГЕОДЕЗИ,  
ГАЗРЫН ХАРИЛЦАА-2015**

**Эрдэм шинжилгээний 43-р бага хурлын илтгэл  
өгүүллүүдийн эмхэтгэл**

**Улаанбаатар 2015**

**DDC**

**622'015**

**У-591**

**Уул уурхайн технологи, эдийн засаг, экологи, геодези, газрын харилцаа.**

**УБ.:Алдрын цамхаг. 151х**

Эрдэм шинжилгээний илтгэл, өгүүллийн эмхэтгэлд уул уурхайн салбарын судалгаа, шинжилгээний ажлын явц, үр дүн болон тулгамдаж буй асуудлуудыг хөндсөн бүтээлүүдийг тусгаж эмхэтгэн хэвлүүлэв.

Ерөнхий редактор: С.Цэдэндорж доктор (Ph.D), профессор

Редакцийн зөвлөлийн гишүүд:

К.Хавалболот

доктор (Ph.D), дэд профессор

Б.Батболд

доктор (Ph.D), дэд профессор

Г.Ганбилэг

доктор (Ph.D), дэд профессор

Б.Оюунчимэг

доктор (Ph.D), дэд профессор

Хэвлэлийн эхийг бэлтгэсэн:

Д.Ганзориг

У.Одбаатар

Б.Батбаяр

Б.Амгаланбаяр

**“Алдрын цамхаг” ХХК-д 200 хувь хэвлэв.**

**Хэвлэлийн хуудас 18.8**

**ISBN 978-99973-874-1-7**

**Улаанбаатар 2015**

**ГАРЧИГ**  
**НЭГ. ОРДЫН АШИГЛАЛТ, УУРХАЙН ТЕХНОЛОГИ, ЭДИЙН**  
**ЗАСАГ МЕНЕЖМЕНТ**

<b>Ордын ашиглалтанд бэлтгэх үе шатанд тулгамдаж буй асуудлууд</b>	8
<i>С.Цэдэндорж</i>	
<b>Challenges of integrating mine closure plans mid-way through the life of mine in Mongolia</b>	10
<i>M.Dagva</i>	
<b>Энгийн олон найрлагат тэсрэх бодис бэлтгэн хэрэглэх асуудалд</b>	18
<i>Б.Лайхансүрэн</i>	
<b>Slope stability analyses of dump site at the “Baganuur” lignite mine in Mongolia for Stabilization</b>	21
<i>Ganzorig Batchuluun, Umit Ozer</i>	
<b>Метан хий Монголд</b>	28
<i>Р.Болд-Эрдэнэ, Т.Батбаяр, Ч.Оргил</i>	
<b>Экскаваторын цагийн бүтээл тооцох аргачлал</b>	32
<i>Ө.Ган-Од, Г.Амартүвшин</i>	
<b>Уурхайн хажуугийн тогтворжилт ба структур геологи</b>	37
<i>Л.Жаргалсайхан</i>	
<b>Зайсан толгойн хажуу хананы чулуулгийн ан цавын чиглэлийг тогтоох нь</b>	41
<i>Г. Уранбайгаль, Б. Эрдэнэ-Оргил, О. Дугар, С. Амирбек, Л. Мөнхбат</i>	
<b>Нүүрс олборлолтын экологи эдийн засгийн үнэлгээний математик загвар</b>	44
<i>Ш.Халтар</i>	
<b>Төмөрлөгийн цогцолборын хөгжлийн зарим асуудалд</b>	50
<i>Б.Ачитсайхан, Б.Батболд</i>	
<b>Хэрэглээний минералоги ба тогтвортой хөгжлийн чиг хандлага</b>	52
<i>Чогдовын Маамхүү</i>	
<b>ХОЁР. АШИГТ МАЛТМАЛЫН БАЯЖУУЛАЛТ, БОЛОВСРУУЛАЛТ</b>	
<b>“Халзан Уул”-ийн ордын зэсийн хүдрийг уусган баяжуулах хагас үйлдвэрлэлийн туршилт, үр дүн</b>	59
<i>Ц.Оюунцэцэг, М.Сумъяабаяр</i>	
<b>Хаягдал шохойны идэвхижилийн хэмжээг ихэсгэж, импортын шохойг орлох бүтээгдэхүүн гаргаж авах боломжийн судалгаа</b>	62
<i>Г.Лхагважаргал, Н.Сугир-Эрдэнэ</i>	
<b>Нунтаглах ажлын энергээр зутангийн хатуугийн ширхэглэлийн</b>	65

**бүрэлдхүүнийг таамаглан тогтоох**

*Б.Батбаяр, Б.Алтантуяа*

<b>Алтны хүдрийн технологийн судалгааны асуудалд</b>	<i>Б.Нямдаваа</i>	68
<b>Таяннуурын төмрийн хүдэр баяжуулах үйлдвэрийн технологийн хаядлыг дахин баяжуулах боломжийн судалгаа</b>	<i>Ч.Эрдэнэням, Б.Алтантуяа</i>	73
<b>Уул уурхайн үйлдвэрлэлд мэдрэгчид суурилсан технологи нэвтрүүлэх боломж, ач холбогдол</b>	<i>Я.Дашдондог</i>	80
<b>Газрын ховор элементийн ордыг олборлож боловсруулах технологийн онцлогийн судалгаа</b>	<i>Э.Самбуудорж, Я.Дашдондог</i>	84
<b>Багануурын хөрсний овоолгыг ангилан ялгаж барилгын материалд ашиглах боломжийн судалгаа</b>	<i>Г.Зулзаяа, Б.Мэндбаяр, Д.Алтангэрэл, Б.Алтантуяа</i>	88
<b>Reduction of the Sulfur Content from Coking Coal of by Froth Flotation</b>	<i>Dorjkhand Dalaitsetseg</i>	94
<b>Цайрын флотацийн хаягдлаас магнетитийн баяжмал гаргах боломжийн судалгаа</b>	<i>Б.Бат-Эрдэнэ, Д.Далайцэцэг</i>	98
<b>Тамирын гол ордын төмрийн хүдрийн баяжигдах чанарын судалгааны зарим үр дүн</b>	<i>Ч.Эрдэнэням, Д.Энхбат, Ё.Мажигсүрэн</i>	102
<b>ГУРАВ. УУРХАЙН ЦАХИЛГААН, МЕХАНИК ТОНОГЛОЛ, ХӨДӨЛМӨРИЙН АЮУЛГҮЙ АЖИЛЛАГАА ЭРҮҮЛ АХУЙ</b>		
<b>Уурхайн машины ашиглалтын менежмент</b>	<i>Ц.Нанзад, К.Хавалболот</i>	111
<b>Аюул, эрсдэл хэмээх ойлголтуудын тухайд</b>	<i>Ж.Цэвэгмид</i>	114
<b>Багануурын нүүрсний уурхайн сэргээн засварласан эд ангиудын судалгаа, техникийн байдал</b>	<i>Х.Хашбат, Н.Хэрлэнболд</i>	116
<b>Влияние износов на эксплуатационную надежность насосных агрегатов</b>	<i>Викулов М.А, Овчинников Н.П, Орхон Л</i>	120
<b>Анализ работы насосных установок рудника «Мир»</b>		123

<b>Зависимость показателей надежности экскаваторов ЭКГ-8И, ЭКГ-5А разреза Багануурский от срока эксплуатации</b>	125
<i>Л.Орхон</i>	
<b>Влияние погодных-климатических факторов на надежности ЭКГ-8И угольного разреза “Багануурский”</b>	128
<i>Л.Орхон</i>	
<b>Тоног төхөөрөмжийн ажиллагааг тодорхойлох үл задлах аргууд</b>	131
<i>П.Ариунболор, Ц.Мөнхжаргал, З.Оюундэлгэр</i>	
<b>Үл задлах аргаар тодорхойлогдсон хөдөлгүүрийн гэмтлүүдийн судалгаа</b>	135
<i>П.Ариунболор, Ц.Мөнхжаргал, З.Оюундэлгэр</i>	
<b>Хөдөлгүүрийн гэмтлээс үүсэх доргио, түүний спектр шинжилгээ</b>	138
<i>П.Ариунболор, Ц.Мөнхжаргал, З.Оюундэлгэр.</i>	
<b>Уурхайн цахилгаан хангамжийн тооцоог MATLAB програмын тусламжтай боловсруулах нь</b>	141
<i>Д.Ганзориг</i>	
<b>ДӨРӨВ. ГЕОДЕЗИ, ГАЗРЫН ХАРИЛЦАА</b>	
<b>Хот суурийн газрын үнэлгээний судлагдсан байдал тулгамдсан асуудал</b>	144
<i>Д.Оюунцэцэг, С.Жаргалмаа</i>	
<b>Геодезийн нэр томъёоны асуудалд</b>	148
<i>Б. Болормаа, Н. Бямбанаран</i>	

## ӨМНӨХ ҮГ

ШУТИС-ийн Уул уурхайн салбарын эрдэмтэд, багш нарын эрдэм шинжилгээний 43-р бага хуралд зориулсан өгүүлэл, илтгэлүүдийг эмхэтгэн нийтэлж байна. Оюутолгой, Тавантолгой, Гацууртын болоод бас бус олон төсөл хэрэгжих, бэлтгэгдэх шатандаа явж байна. Уул уурхайн томоохон төслүүдийн угтвар нөхцөл болох төмөр зам, цахилгаан эрчим хүчний томоохон төслүүдийн гарааны нөхцөл хангагдаж байгааг цохон тэмдэглэхийг хүсч байна. Шинэ, шинэ уурхай, үйлдвэрүүдээс гадна Эрдэнэтийн УБҮ-ийн хүчин чадлын өргөтгөл, Багануур, Шивээ овоод баригдах томоохон цахилгаан станцууд, уурхайн өргөтгөлийн төслүүд сонирхол татаж байна. Зэс хайлуулах үйлдвэр, ган үйлдвэрлэлийн төслүүд, кокс химийн болон нүүрс хими, барилгын материалын үйлдвэрлэлийн цогцолборууд улс орны эдийн засгийн хөгжлийн том, том үсрэлтийн амь тэжээл, бодит алхам болох юм.

Энэ бүхэн нь эрдэмтэд, судлаачдын шинэ бүтээл туурвих, ихээхэн хичээл чармайлтыг нэхэж, шаардаж байгаа гэдэгт эргэлзэх зүйл үгүй билээ.

Цаг үеийнхээ хөгжлийн алхааг жигдрүүлэхэд хувь нэмрээ оруулах уул уурхайн салбарынхаа хамт олонд үйлс бүтэмжтэй, өөдрөг байхын ерөөл өргөө.

Профессор. С.Цэдэндорж

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



# Ордын ашиглалтанд бэлтгэх үе шатанд тулгамдаж буй асуудлууд

С.Цэдэндорж\*

\*ШУТИС-ГУУС, Улаанбаатар хот, Монгол Улс

*Хураангуй: Уурхай байгуулахаас өмнө хэрэгжүүлэх олон талт үйл ажиллагаанд гарч буй бэрхшээлүүдийн талаар болон тэдгээрийг даван туулахад чиглэсэн санал зөвлөмжийг тусгав.*

**Түлхүүр үг: Геотехникийн судалгаа; төсөл зохиомж, байгаль орчны үнэлгээ, уурхайн хаалт, уурхайн гүн, хүрээ.**

Аливаа ордыг ашиглалтанд бэлтгэхэд дараах шатны ажлууд эхлэж хийгдэнэ.

1. Геологи, хайгуулын ажил
2. Гидрогеологийн судалгаа
3. Гадарга зүйн судалгаа

Эдгээр нь эхэн шатны ажлууд нь орд хэмээх, объектын байгалийн өгөгдөхүүнийг орчин үеийн арга зүй, багаж төхөөрөг, программ хангамжийн оролцоотой хэмжих, тооцох замаар нүдэнд тусах дүрслэл, тоон хэмжээсүүд болгож биежүүлэх бөгөөд агуулгажуулах чиглэлийн ажлууд юм. Үүний дүнд товчоор хэлбэл ордын нөөцийн тооцоо хийгдэнэ.

Ашигт малтмалын орд нь аж ахуйн сонирхол татахуйц объект мөн эсэхийг дэнслэхэд зөвхөн объект зүйн талаас үзэх бус холбогдох субъектив тусгагдахуун чухал нөлөөтэй гэдэг нь ойлгомжтой. Энэ нь технологи, эдийн засаг, экологи зэрэг болно. Технологи ба эдийн засаг гэдэг бие биетэйгээ нягт холбоотой тусгагдахуун юуны түрүүнд орд хэмээх объектын хэлбэршил, хэмжээсүүд, үр өгөөжийн олон хувилбарт тусна.

**Тухайлбал:** Орд нь ил аргаар ашиглагдах объектын нөхцөлтэй бол уурхайн гүн, ул ёроолын хэлбэр хэмжээ, хажуу, амсрын хүрээ зэрэг наад захын үзүүлэлтүүд зайлшгүй шаардлагатай. Энэ бол техник, технологийн хүрээнд хамаарах үзүүлэлтүүд юм. Гэтэл эдгээр нь зөвхөн техник, технологийн номлолоор тодордог бус харин эдийн засгаас ихээхэн хамааралтай нь ойлгомжтой. Тэгэхлээр энэ нь технологи - эдийн засгийн хавсармал тусгал болох юм. Ингэж хэлэхэд амар хялбар боловч бид энэ бүхэнд бэлэн байдаг уу?, хялбар шийдэж чадах уу гэдэгт асуудлын нэгэн учиг байна гэдгийг хэлэх хэрэгтэй.

Ихэнхдээ үүнд дутуу дулимаг хандлага ноёрхож байгааг цохон тэмдэглэхийг хүсч байна.

1. Өртөг уурхайлан ашиглах гүн, түүгээр дамжин тогтоогдох уурхайн эзэлхүүн, ашигт малтмалын үйлдвэрлэлийн нөөц, хөрсний хэмжээг үнэн зөвд ойрхон тогтоох арга зүй, баримтлалыг агуулсан улс даяараа мөрдөх номлол, мөрдлөг алга байна. Энэ бол технологи-эдийн засгийн ихээхэн

нийлмэл бүтэц агуулгатай загварчлалд суурилж орд бүр дээр оновчлол шаардах асуудал юм.

2. Уурхайн хүрээний хэмжээсүүд ихээхэн чухал боловч ил уурхайн амсар, хажуугийн хэмжээсүүдийн үндэслэл бат нягт суурьгүй явсаар иржээ. Ил уурхай ямар хэлбэр хэмжээтэй болохыг хэлээд өгөх ордын геотехникийн өгөгдлийн бүрдэл бараг бүх ордод хангалтгүй байна.

Зөвхөн дээр дурьдсан хоёр багц мэдээлэл бүрдэхгүйгээс ордыг ашиглах уурхайн биет төсөөлөл үнэмшил багатай, уурхайн хүрээнд хамаарах нийт нөөц, үйлдвэрлэлийн нөөцийн холбогдолтой тоон мэдээлэл эргэлзээтэй, ихэнхдээ алдаатай болж байна.

**Ордыг ашиглахад бэлтгэх хоёрдахь үе шатны ажлууд нь:**

1. Төсөл зохиомж, судалгааны ажлууд
2. Байгаль орчны үнэлгээ
3. Эрх зүйн хүрээний ажлууд

Төслийг бүхэлд нь “техник эдийн засгийн үндэслэл”-ээр төсөөлөх ба төлөөлүүлэх ойлголт, хандлага газар авчээ.

Үндэслэл, нарийвчлал багатай тооцоо, зураглал, шийдэл бүхий ГЭЗҮ-ийг эцсийн баримт бичиг болгон ойлгож мөрдөх явцад өчнөөн төчнөөн тодотгол, анхны баримтлалаас татгалзах, шинэчилсэн тооцоо хийх шаардлага гардгийг амьдрал харуулж байна. Үүнээс болж анхны төсөөллөөсөө зөрүүтэй технологи - эдийн засгийн дүр зураг явцын дунд ургаад ирэх нь бий. Хөрөнгө оруулалтыг тодотгох, төслийн үр өгөөжийг эргэн авч үзэх гээд зөвхөн тухайн ордыг ашиглах этгээдийн бус бүхэлдээ улс орны нийгэм, эдийн засгийн хүрээнд хүлээгдэж буй ашиг сонирхолд савалгаа үүсэх хандлага байгааг томоохон төслүүдийн жишээ бэлхнээ харуулж байна.

Уурхайн төслийн талаарх баримтлал нь хамгийн хялбар, энгийн шороон ордуудын аналогоор яваад байгааг анзаарах хэрэгтэй. Гэтэл ихээхэн хөрөнгө хүч, цаг хугацаа шаардах олон, жил үргэлжлэх цар хэмжээ ихтэй төслүүд зохиомж, агуулга, судалгаа, нотолгоо, шийдлийн хувьд хавьгүй өндөр түвшинд хийгдэх ёстой. Нөгөө талаар төслүүдэд тусгах норм, норматив, стандарт, зааварчлага зэрэг мөрдлөг, баримтлалын тусгагдахууныг байхгүйд тооцохоор байна. Үүнээс шалтгаалан төслийн шүүлт, хяналтыг зохих түвшинд хийх боломж алдагдаж байна. Орд ашиглалтын холбогдолтой байгаль орчны үнэлгээ нь ашиглалтын явцад болон уурхайн хаалтын дараах

урт удаан хугацааны үе шатыг хамран хийгдэх нь чухал. Уурхайн төслийн чухал бүрдлийн нэг нь хаалтын чиг баримтлал ба холбогдох үйл ажиллагааны төсөөлөл, тооцоо юм. Ихэнх төсөлд түүний эзэлж буй байр суурь бага, бүдэг бадаг байгаагаас хаалтын дараах шатны байгаль орчны үнэлгээг зохих хэмжээнд хийхэд хүндрэлтэй болох нь ойлгомжтой юм. Хууль эрхийн хүрээнд үйл ажиллагаа явуулах түүний дотор ордын ашиглалтын өмнөх үеийн бэлтгэл ажлын хүрээний ажлуудыг хэрэгжүүлэхэд орд ашиглах тусгай зөвшөөрөлд түүнтэй холбогдсон орон нутгийн төрийн захиргааны байгууллагуудын шийдлүүдийн хооронд зөрчил гарах хандлага нь бэрхшээл хүндрэлтэй асуудал болоод байна. Аливаа ордыг ашиглалтанд бэлтгэх маш хариуцлагатай үе шатанд тулгамдаж буй асуудлуудыг давж туулахад чиглэсэн дараах зөвлөмжүүдийг санал болгож дэвшүүлж байна.

**Зөвлөмжүүд:**

1. Геологи, хайгуулын үе шатанд ордын тогтоц, чулуулгийн шинж чанарыг тогтооход чиглэсэн геотехникийн судалгааг

олон улсад мөрддөг арга аргачлалын дагуу хийж хүрэлцэхүйц хэмжээний геостатик мэдээллийн сан бүрдүүлэх.

2. Ордын гадаргын болон гүний усны бүрэн гүйцэд мэдээллийн сан бүрдүүлэх гидрогеологийн бүрэн судалгааг хийх.
3. Уурхайн хүрээ, хязгаарыг тогтоох арга зүй, аргачлалын мөрдлөгтэй болох
4. Уурхайн төсөл, ашиглалтын холбогдолтой норм, норматив, стандарт зааварчлагаануудыг бүрдүүлэх.
5. Уурхайн аюулгүй ажиллагаа үйлдвэрлэлийн эрүүл ахуй, ослоос урьдчилан сэргийлэх, эрсдэлийг даван туулахад чиглэсэн мөрдлөг баримтлал бий болгох.
6. Хууль эрхийг хүрээний хүндрэл бэрхшээлд шинжилгээ хийж даван туулах арга замыг хайх
7. Орд ашиглалтын байгаль орчны үнэлгээнд уурхайн хаалтын дараах үе шатны үнэлгээг тусгах.

# Challenges of integrating mine closure plans mid-way through the life of mine in Mongolia

M.Dagva\*

\* QMC LLC, Ulaanbaatar, Mongolia

*Abstract - In 1978 Erdenet Mining Corporation (EMC or Erdenet) was established in accordance with a joint venture agreement between the governments of Mongolia and the former Soviet Union (51% and 49% respectively). As one of the largest ore mining and processing operations in the world, the company produces approximately 530,000 tons of copper concentrate and 4,500 tons of molybdenum concentrates annually. Erdenet town was established in 1974 specifically for the mine and now has a population of around 110,000.*

*One of the major shortcomings of the literature and legislation on mine closure is “best practice” principles requires closure planning to commence at the inception of mine feasibility, therefore, essentially developed for new mining ventures. However, Erdenet has been in operation for 36 years, and understandably, best practice in 1978 in some instances may not meet the expected standards of today. Over the last decade for example, advancements in the construction of Tailings Storage Facilities incorporating impermeable geo-membrane HDPE liners and under drainage collection systems have dramatically reduced seepage and ground water contamination.*

*In parallel, Mongolia has evolved from a communist system of government into one of the youngest democracies and one of the fastest growing market economies in the world. Unfortunately, institutions are still developing and policies change frequently, resulting in inconsistencies with implementation and regulation.*

*This paper discusses the challenges of integrating best practice mine closure into an established mining operation and its subsequent liabilities, considering the advancements in technical knowledge and mining practices since the mine’s inception, and the potential influences of changes in mine management, political parties and policies.*

*This paper will also briefly address the potential obstacles of securing closure financial provisions for an established mining operation given the above mentioned challenges.*

## I. INTRODUCTION

### Mining in Mongolia

For Mongolia’s mineral resource sector to take advantage of its resources for economic growth, it needs to ensure long-term sustainable development. Prior to the transition to a market economy in the 1990s, Mongolia experienced over 70 years of communist mining control. This new era saw opportunism for local Mongolian, Chinese and Western mining companies to obtain mining licenses. Unfortunately, some of these companies did not consider their social and environmental responsibilities. Consequently, these liabilities have tarnished the mining industry, with debates increasing in recent years around large mining operations and the actual benefits to Mongolian society.

Mongolia’s population is one of the sparsest in the world, with an average population density of 1.5 persons per sq km (0.3 persons per sq km in the southern Gobi). Total population recently reached 3,000,000. From a mining perspective, this sparseness of population can help the development of mining.

On the other hand, Mongolians traditionally lead a pastoral, nomadic lifestyle. Because of the climate and short growing season, animal husbandry defines the nomadic lifestyle, with agriculture playing a less important role. Nomads raise five types of livestock – goats, sheep, cattle (including yaks), camels and horses that provide meat, dairy products, transportation and wool. In this regard, although the herders may not own the land directly, their livelihood has depended on these grasslands for pasture for many generations. So naturally, the herders tend to treat exploration and mining activities with great caution.

### Mine closure in Mongolia

“Mine closure” is not particularly a new term but historically it was not referred to as often as it is today. The study “To improve the legal and regulatory framework for Mine closure” (Tsedendor et al., 2010) published in 2010 regarding mine closure issues, included the following legal and regulatory framework enforced in Mongolia: Subsoil Law (1989), Minerals Law, Land Law, regulations for either permanent or temporary closure of mine and the Environmental Impact Assessment Law,

Regulatory framework covered the following:

- Any damage or deterioration to the subsoil during operations is to be restored, rehabilitated and reported to the local government authorities.
- Notify the Specialised Inspection Agency one year prior to mine closure, describe the decommissioning process in accordance with the appropriate procedures.
- Determine whether the estimated resource of the ore deposit during mineral exploration is sufficient enough to recover any potential environmental damage caused by mining.
- Hazardous areas caused by the mining process must be identified with the appropriate warning signs. These locations are to be surveyed, mapped and presented to all levels of local government authorities and the Specialised Inspection Agency.

At the time we concluded these issues as unresolved:

- securing funds for mine closure;
- post-closure monitoring plan;
- liabilities of mine closure due to change of ownership;
- unplanned closure; and
- closure rights issues with licenses as collateral

### **The legal and regulatory framework for mine closure in Mongolia**

To ensure competitiveness within Mongolia's mineral resource sector, it needs a stable long-term policy framework. Accordingly, additional provisions in line with international standards for mine reclamation and closure were added to the Government minerals policy.

The minerals policy is also included in the Minerals Law of Mongolia. Under rights and obligations, an organisation's mining, processing, rehabilitation and closure procedures shall require approval from the central government agencies responsible for environmental issues.

The amendments also include a number of provisions relating to the obligations for mining and exploration license holders. Some of the significant changes include:

- The appointment of a specific person responsible for mine closure.
- Priority rights for Mongolian registered entities to perform contract work, and to procure goods and services.
- Priority rights for the sale of mined, beneficiated and semi-processed products for Mongolian industries.

- To notify the Mineral Resources Authority of Mongolia upon discontinuation or termination of the mine, infrastructure and beneficiation processes.
- The development of deposit resource estimations and reports by approved competent experts.
- To conduct and prepare a feasibility study by competent experts within one year time of receiving the mining license.
- Product transport, infrastructure construction, mine reclamation and closure funds must be detailed within the feasibility study.

Mine closure procedures and regulations relating to the management of collateral has yet to be developed to international standards in Mongolia.

### **Erdenet Mining Corporation**

The Erdenet Mine (Mine), operated by the Erdenet Mining Corporation (EMC or Erdenet) is located in the smallest aimag (province) of Orkhon in the northern part of Mongolia, about 140 km from the Russian border and about 370 km northwest of Ulaanbaatar capital city of Mongolia by road. Orkhon is situated in the forest-steppe sub region of the Khangai Mountain region, occupying the midlands of the Buren Mountain range and the Orkhon and Selenge River Basin. The Selenge River supplies water to the Mine and Erdenet City via a 60-km long pipeline. The mine area is in a semi-arid region with a typical continental climate of a short summer, long winter, and a vast temperature fluctuation.

Erdenet mines 25 million tons of ore per year, producing 530,000 tons of copper and 4,500 tons of molybdenum. Erdenet currently employs about 6,000 workers.



**Figure 1. View into the Erdenet open pit mine with Erdenet City in background**

Erdenet’s internal organisational structure includes a number of independent departments:

- The Geology and Prospecting department established in 1981 operates to expand the ore reserve, conducts geological and hydro geological studies, and also completes wells repairs.
- The Power Energy Unit serves Erdenet City with running water and sewerage services, as well as supplying recycled water, oxygen and acetylene to the mine.
- The Department of Technological main functions are to automate and control the technical processes of the plant, to improve and develop the communication and information network based on latest technical achievements and successes.
- Machinery Repair Plant performs equipment servicing and maintenance; armouring equipment with rubber or corundum; manufacturing and fabricating nonstandard equipment and spare parts; diagnosis and repair to lifting machinery; smelting of steel,

cast iron and non-ferrous metals for casting parts.

Erdenet has three subsidiary companies:

- Erdmin Co. Ltd, established in 1997, produces cathode copper, rolled copper, copper wire and electric copper wire
- The “RSTS” Co. Ltd., established in 1979 as a construction and repair unit, is the chief construction entity for the company and the city of Erdenet.
- Erdsulj Co. Ltd, established in 1991, is a “sewing workshop” providing working clothes for company’s workers. Since 2005 the workshop had expanded its activities to supply special purpose and professional clothes.

Erdenet Mining Corporation also contracts out a number of operations at site:

- leach dump irrigation by two different companies;
- landfill waste is removed by a contractor to the local landfill facility; and
- local police management of mine access and security.

Table 1.

EMC’s role in the Mongolian economy (Mongolian Statistics Bulletin, 2013)

Items	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Percentage of mining industry for Gross Domestic Product	21.1	20.5	18.8	16.9	18.2	18.2	21	18.6
Percentage of EMC for Gross Domestic Product	9.5	10.1	11.2	12.8	11.3	10.1	8.3	7.4
Percentage of mining for Mongolian export	68.5	75	68.8	60.3	66.4	80.8	89.2	91.3
Percentage of EMC for Mongolian export	36.1	45.4	43.7	30.2	30.4	29.3	20.2	20.1
Percentage of EMC on state budget	10.5	31.7	30	25.6	11.5	11.3	17	13

Table 1 shows that EMC plays a major role within the Mongolian socio-economic framework, producing 20% of total export products alone and providing 10% of the State budget. EMC also provides 85 to 90% of Erdenet city’s budget.

### Erdenet city

Erdenet City is one of the youngest settlements in Mongolia. It was founded in 1974 in an area where large deposits of copper had been discovered in the 1950s. The initial plan was for 8,000 miners to live in a newly established town with their families. Assuming 4 to 5 members per family, the town was built to accommodate 40,000 to 50,000 people. Today it is the third largest city in Mongolia with more than 110,000 inhabitants.

There are more than 1,300 companies currently operating in the city. The Erdenet carpet factory, the largest carpet manufacturer in Mongolia, employs around 2,200 people. The city is home to a healthy private sector with a number of foreign invested companies. For example, the American and Mongolian joint venture “Erdmin” produces cathode copper and copper wire. A single-track railway line (121 km) linking Erdenet to the Trans-Mongolian Railway was inaugurated in 1977, enabling Erdenet to become an important trading centre for cashmere, wool, meat, paper manufacturing and metal processing.

Erdenet can be divided into 3 main districts: city, ger district and the industrial district. Approximately half of the population live in old “Russian” apartments (connected to water, power and sewage) while the other half live in the ger district (Mongolian traditional nomadic housing) on the outskirts of the city (no utilities). This situation is progressively worsening as there is a growing inflow of people relocating from other cities (for higher salaries) and nomads leaving their traditional nomadic herder life for employment. In the mid-1980s, more than 50% of the inhabitants were Russian working as engineers or miners. After the fall of Soviet Communism, most Russians left Erdenet. Today only about 8% of the population is Russian.

### Challenges of integrating mine closure plans into the Erdenet mining operation

The EMC executive management team has been discussing the need to introduce a mine closure management system since 2012. EMC began to cooperate with Qualified Mining Consultants (QMC) on the matter early 2013. QMC’s role is to consult and direct the EMC management team’s ideas to

international best practice standards and methodologies. The process is still ongoing, and the strategies and observations during the process can be classified as below.

**Pressing issues related to the Erdenet mine closure**

International guidelines recommend developing the closure plans in the first stage of the project and refining the plan as the project progresses. Figure 3 shows the current status of Erdenet within the stages of mining and mine closure planning.



Figure 2. View into the Erdenet city with waste rock dumps in background

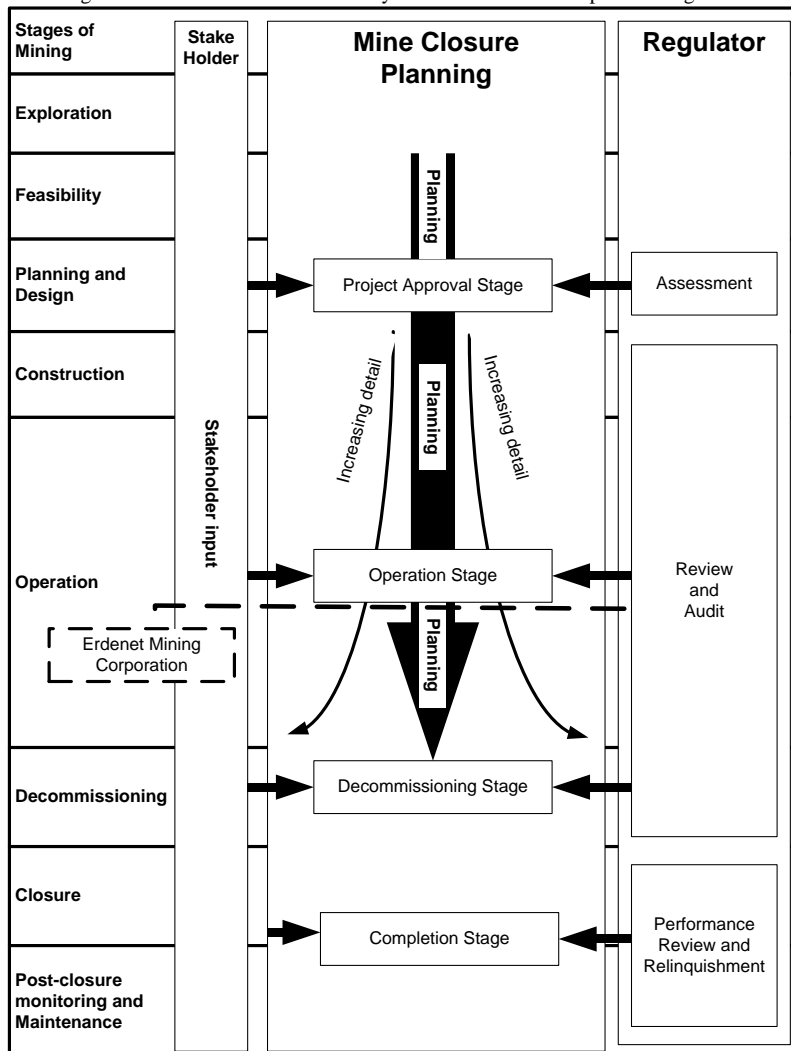


Figure 3. Stages of mining and mine closure planning (adapted from DITR, 2006; ICMM, 2008)

Nearly 40 years of operations since initial project implementation presents several challenges in integrating a mine closure plan into the project. Figure 4 shows that potential negative impacts during the study, developmental, operational and closure

stages of new projects can be determined, with preemptive measures put in place to avoid these issues. However EMC may have missed some these opportunities.

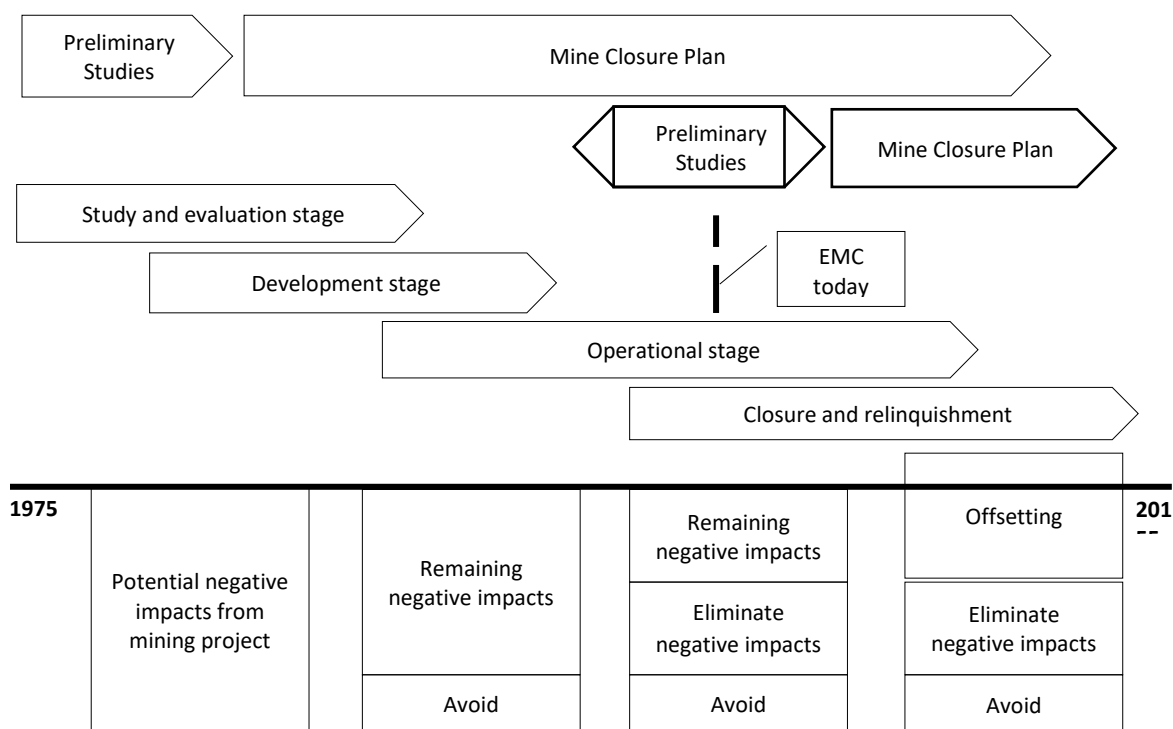


Figure 4. Mining project stages and management of negative impacts

Nevertheless, preliminary studies of closure planning during the operational stage should look into these missed opportunities and provide assessment. The baseline environmental and socio-economic evaluations were not implemented before mining operations began; therefore opportunities to refer back to original baseline data pre-disturbance are significantly reduced. However, other locations may be identified with similar biota to help establish a relevant biological baseline.

EMC implements environmental monitoring and mitigation programs as the environmental impacts occur. For example, there are ongoing issues with windblown dust from the tailings dam and ARD drainage from waste rock dumps. We have observed that, with the mine closure scenario still unclear and with the main completion criteria undetermined, the current environmental protection process has been executed without the appropriate planning.

The final ore reserve depth originally had three planned versions, and together with the economy and market conditions at the time, the mine margins also need to be determined. There is also ongoing mineral exploration to expand the reserves. Both of these uncertainties add to the challenges in formulating closure plans.

The Erdenet settlement, which was established specifically for the mine, has now become a city with over one hundred thousand residents who are still dependent on the company for revenue and taxes. While the company has directly created 6,000 jobs, there are no current studies on how many jobs have been created indirectly, but estimates suggest about 30,000 jobs. Under the company's CSR (Corporate Social Responsibility) program, EMC has invested in the expansion of the City College, and the

construction of the EMC hospital diagnostic treatment center.

Of late, there has been some confusion with the mine workers and city residents when they first heard discussions about mine closure. In the Mongolian context "Mine Closure" implies a negative connotation. EMC management is now careful of using the term outside its meaning.

The above examples show Erdenet's mining project's environmental, social and community impacts has its internal challenges and various impacts and complications. QMC's objective is to determine how best to integrate mine closure planning with a closure management system that is in line with international best practices and standards.

#### Considerations Integrating mine closure for EMC operation

In cases where there are too many cumulated technical challenges, the issues need to be addressed and solved at the management level. Given the current conditions, QMC's first priority is to secure the support, commitment and investment from all the relevant stakeholders and the EMC management for mine closure studies. Within this framework, the presentations were proven to be the most effective method to demonstrate a simplified business case scenario and cashflow models.

#### Business case scenarios for mine closure and consequences

No plan for mine closure (similar to unplanned closure)

- retain maximum profits with minimum outlay, seen as profiteering;

- legacies of pollution and contamination to the environment, and the health and safety of the community;
- liabilities and costs left for community, local and national government;
- irresponsible mining, contradicts Mongolia's definition of Responsible Mining;
- owners integrity destroyed, bad example for rest of mining industry;
- rest of the mining industry tarnished;
- compromising the environment, health and safety for financial gain;
- international and national worst practice; and
- against international standards and national laws (illegal).

#### Planning for mine closure at end of mine life

- insufficient funds remaining to complete mine closure;
- owners integrity compromised, bad example for rest of mining industry, both governments will have to pay for remediation eventually, for a long time;
- legacies of pollution and contamination to the environment, and health and safety of the community;
- liabilities and costs left for community and local government; and
- irresponsible mining practices.

Integrating mine closure as soon as possible with the required funding provisions

- Integration of closure planning into business plans resulting in reduced actual costs of closure over the long term;
- Increased community ownership for post operational outcomes;
- international/national best practice;

- bench mark for the Mongolian mining industry;
- rejuvenate foreign trust and investment;
- sustainability for the community;
- recognition and realisation of positive legacies for local communities and lower exposure to future potential negative legacies; and
- enhanced reputation.

From the above business case options, integrating mine closure into the mine operations as early as possible is not only a wise business decision, but it is also beneficial to the environment, the community and the country at large. These comparative business cases were effective in assisting the company to acquire approval from all levels of corporate management.

#### Considerations when integrating cash flow outcomes

In order to acquire acceptance we presented a comparison between the business risks and mine closure responsibilities using the simplified cashflow models. One unique situation at Erdenet which may be inherited from the former Soviet era/style of mining is that EMC has been responsible for a significant level of social responsibility since its foundation. EMC developed departments which are integral to the company but also have social benefits for example medical and health programs, college scholarships and training programs. EMC also covers water supply, electricity, waste and other utilities. Costs equal to approximately 7% of OPEX is spent each year for those social departments. A simplified cashflow model shown in Figures 5 and 6 show the cost impact during the remaining life of mine, inclusive of copper market price fluctuations and operating cost variations

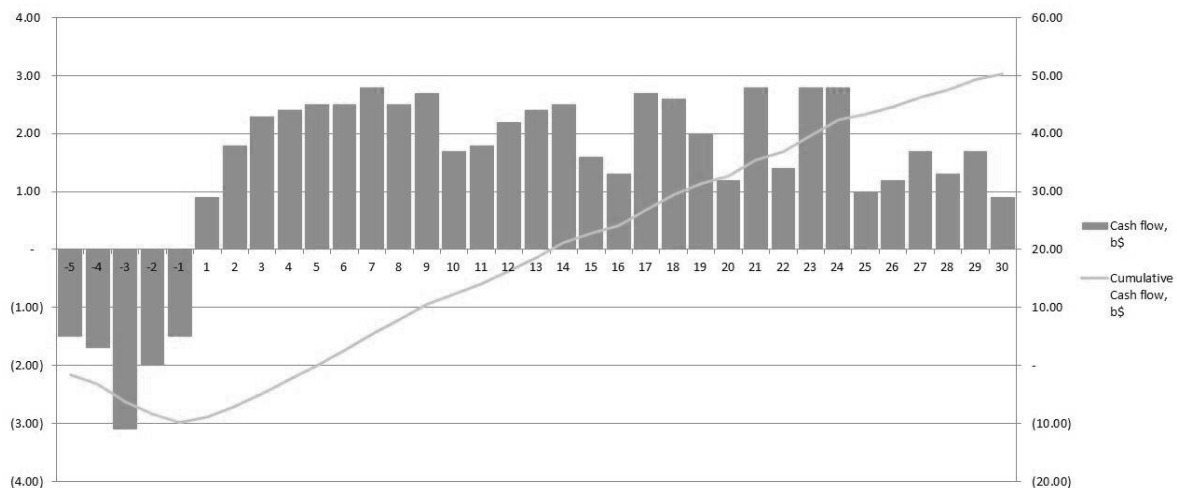


Figure 5. Simplified cash flow model – without integration of mine closure



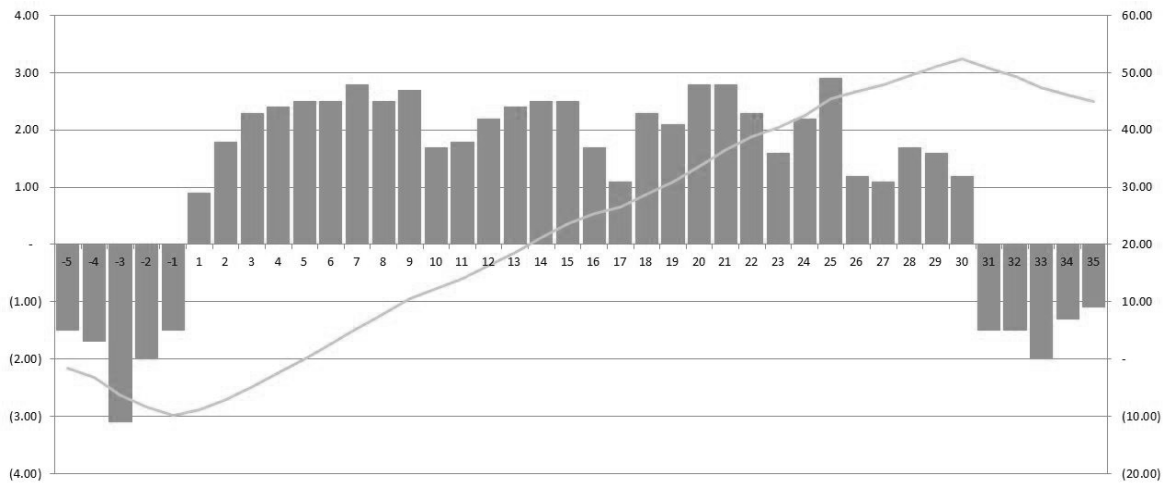


Figure 6. Simplified cash flow model – integrating mine closure into mine operations

### Management decision making

A general mine closure plan was produced for the work package to assist EMC's management decision making process, with further recommendations of best practices and detailed steps as shown in Figure 7. EMC's management decision was to proceed with the

development of the concept plans for mine closure and to integrate them into the company's ten-year business plan. Fortunately, the ten-year business plan is currently being updated and therefore a timely opportunity to include the mine closure concept plans.

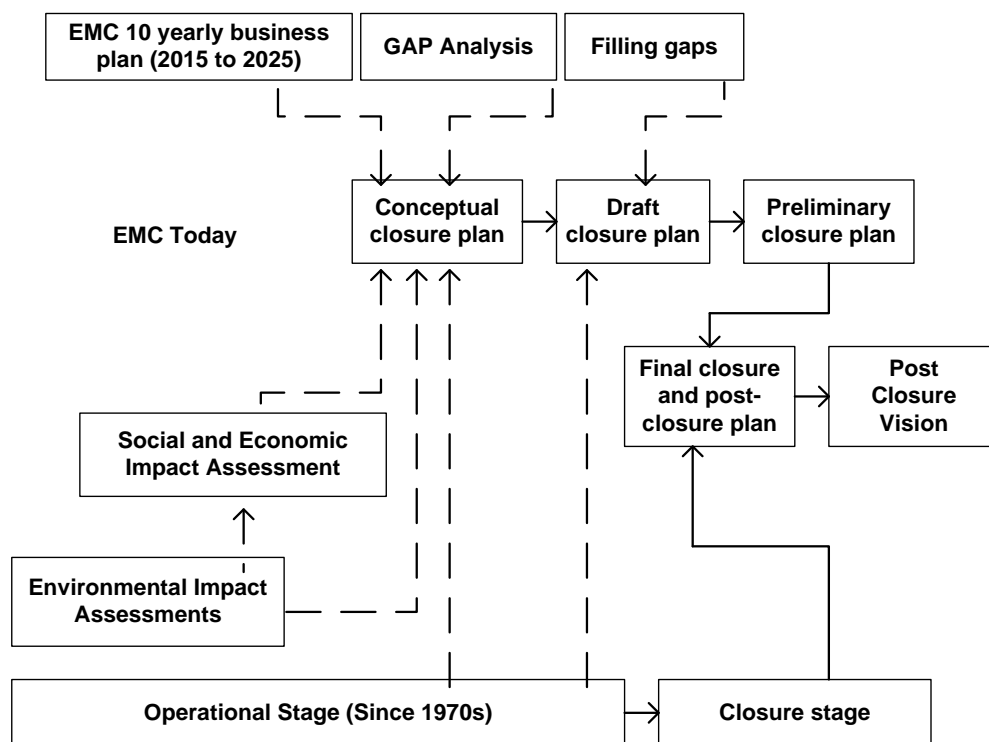


Figure 7. Integrating mine closure plans

### Solving technical problems

Currently, the concept plans for mine closure are in progress. The various closure scenarios are being reviewed and developed, and solutions to the key issues are being resolved. The preferred closure option is for partial salvage and decommissioning (retaining specific infrastructure for future business opportunities), to rehabilitate tailings dam, waste

dumps, pit, roads, and other disturbed areas, and make voids safe, stable and secure.

Decisions on whether to retain the power plant, wastewater treatment plant, etc., will be made later in consultation with the community and interested stakeholders. Erdenet's current proposition is to utilise the manufacturing workshop as a continuing business and retain offices for community administration purposes.

Closure scenarios

	Option	Outcome
1	Complete decommissioning	Removal of all infrastructure, Successful remediation of contaminated sites Successful rehabilitation of TSF, WRD and all disturbed areas
2	Retain some buildings and Infrastructure	Retain specific infrastructure for alternate business's Successful remediation of contaminated sites Successful rehabilitation of TSF, WRD and all disturbed areas
3	Temporary Closure	Care and maintenance, safe and stable
4	Unplanned	Unforeseen, Liquidation, Government responsibility

Using the domain approach (ICMM, 2008) and completing a gap analysis, the operation was divided into a number of separate entities (domains) to identify key issues to determine future study directions. Also, utilising International Council for Mines and Metals (ICMM) Sustainable Development Toolkit for one of the largest domains - Erdenet city, evaluation and directions for further works are also being carried out.

Two mine cut-off grades scenarios were considered for the entirety of mine life for the waste dump domain. It was determined that should the cut-off grades be set too high there was the potential risk of ARD with poor grade ore stockpiles, and so the LOM plan and mine closure plans are being prepared considering this key criterion.

Preliminary estimates for closure cost are made and assessments are conducted for the expected solutions from the Mongolian Mining industry and the Government regarding the securing of closure funds by the EMC' decision making procedure. A decline in copper prices on the world market since 2014, forced EMC to review their business plans and to re-evaluate its operation costs. Also completing a cash flow analysis and risk assessments based long-term market trends of copper and mining costs to secure mine closure funding.

### Results affecting the industry

Mongolian mine closure regulations and guidelines are not yet completely developed to international best practice standards. The experience and knowledge acquired during the development of EMC's mine closure plans and the integration of closure management systems will be put to effect in multi-party work groups for the development of mine closure procedures and guidelines.

### Conclusion

- A long running mine with no closure plans presents challenging issues. In the Erdenet case, the following were observed: any measures taken regarding environmental and social issues show weak correlation with each other, and rather than focusing on the mid and post closure stages where the highest potential

risks and costs are estimated, they've tended to focus on domains that show environmental issues during mine operations.

- Mining commenced almost 40 years ago with a remaining potential resource of another 40 years. Trying to develop mine closure criteria without pre-mining baseline data is challenging enough and requires a need to rely on benchmarking more than otherwise used for new projects)
- EMC has cooperated with QMC using a range of methods to assist management in the decision making process and to pioneer the integration of mine closure planning in Mongolia where mine closure regulations has yet to be fully developed. Methodologies and guidelines used in international standards are best suited for these particular conditions. The EMC mine closure plan has the potential to be used as a case study to help develop the Mongolian mine closure policy's and regulatory framework.
- The overlap in concept plans and renewed LOM planning gave us a fresh chance to review the correlation between the cost and the mine closure results to help resolve the many technical challenges.

### REFERENCES:

- [1] DITR (2006) Mine closure and completion, leading practice sustainable development program for the mining industry. Department of Industry Tourism and Resources, Canberra
- [2] ICMM (2008) Planning for integrated mine closure: Toolkit International Council on Mining and Metals.
- [3] Mongolian Statistics Bulletin (2013)
- [4] Tsedendorj, T., Dagva, M. and Byamba-Yu, J. (2010) To improve the legal and regulatory framework for Mine closure, Report for policy studies,. Ulaanbaatar, Mongolia, pp. 21–26.

# Энгийн олон найрлагат тэсрэх бодис бэлтгэн хэрэглэх асуудалд

Б.Лайхансүрэн\*

\*ШУТИС,ГУУС, Улаанбаатар хот, Монгол улс

Уул уурхайн үйлдвэрийн нөхцөлд бэлтгэн хэрэглэх зориулалт бүхий энгийн мөхлөгт тэсрэх бодис (ТБ) нь Оросын “Игданит”, Америкийн “Ан-фо”, Монголын энгийн найрлагат тэсрэх бодис-“ЭНТБ-Б”, “ЭНТБ-А1” юм.

Энэ ТБ-ын найрлага, бэлтгэх, хэрэглэх технологи нь ОХУ-ын ШУА-ийн Уул уурхайн хүрээлэнгийн анх боловруулсан стандарт, технологийн дагуу хийгдэнэ.

Манай улсад 1992 оноос эхлэн энгийн тэсрэх бодисыг анх ТИС, “Мон-Маг” ХХК-ийн боловсруулсан стандарт технологиор бэлтгэн Багануур, Шарын гол, Шивээ-Овоогийн нүүрсний ил уурхайнууд болон орон нутагт өргөн хэрэглэсээр ирлээ.

Монгол Оросын хамтарсан “Монголросцветмет” ХХК-ийн харьяа Бор-Өндөрийн Уулын баяжуулах үйлдвэрийн хайлуур жоншны ил, далд уурхайд 1994 оноос аммиакийн шүү, дизелийн түлш, инертийн ба шатах нэмэгдлийн хольц бүхий – “ЭНТБ-Н”, “ЭНТБ-А1” маркийн энгийн найрлагат ТБ-ыг хэрэглэж байна.

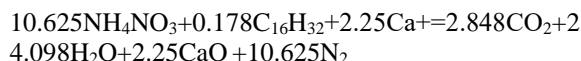
Энэхүү ТБ-ын энергийн хүч чадлыг дээрх нэмэгдлүүдийг хэрэглэхгүй нэмэгдүүлэхийн тул хөнгөн цагааны нунтгаас хямд шатах нэмэгдэл болох кальцийн нунтгийг эх орны түүхий эдээс гарган авч хэрэглэх боломжтой юм.

Энгийн мөхлөгт тэсрэх бодисын энергийн чадал, дизелийн түлшийг шингээх чадварыг нэмэгдүүлж заводын тэсрэх бодис –“Граммонит-79/21”

мөхлөгт ТБ “Гранулит-М”-ээс илүү тэсрэлтийн хүч чадалтай тэсрэх бодисыг уул уурхайн үйлдвэрлэлд хэрэглэх асуудлыг судлан кальцийн нэмэгдэл бүхий энгийн олон найрлагат мөхлөгт ТБ-ыг бий болгоход энэхүү судалгаа чиглэгдэв. .

Бор-Өндөрийн УБҮ-ийн Хайлуур жоншны ил, далд уурхайд хэрэглэж байгаа инертийн ба шатах нэмэгдэлтэй “ЭНТБ-Н”, “ЭНТБ-А1” маркийн энгийн тэсрэх бодисын энергийн хүч чадлыг нэмэгдүүлэн хэрэглэх боломжийг судлан тэдгээрийн оронд кальцийн нэмэгдлийг ашиглах боломжийг авч үзлээ.

Энгийн найрлагат ТБ-ын бүрэлдэхүүн хэсгийн оновчтой харьцааг зөв тогтоох шалгуур үзүүлэлтэд ТБ-ын тэсрэлтийн дулаан, хийн төлөвийн бүтээгдэхүүн, хүчилтөрөгчийн тэнцлийг авч практикт хэрэглэж болох оновчтой харьцаагаар АШ:ДТ:Са= 850:60:90 үүсэх тэсрэлтийн химийн урвалыг авч үзвэл:



Аммиакийн шүү, дизелийн түлш, кальцийн найрлага бүхий энгийн тэсрэх бодисыг цаашид “Тэболит-1” гэж нэрлэн түүний тэсрэлтийн дулаан, хийн эзлэхүүн, хүчилтөрөгчийн тэнцэлийг тодорхойлж 1-р хүснэгтээр үзүүлэв.

1-р хүснэгт

№	Бүрэлдэхүүн хэсэг Аш:Дт:Са	Тэсрэлтийн дулаан Q <sub>v</sub>	Тэсрэлтийн хий, V	Хүчилтөрөгчийн тэнцэл, Кг	Тайлбар
1	850:60:90	4628	860	-0.16	Тэболит-1
2	940:60	3800	980	0.0	Игданит
3	Гранулит-М	3850	980	+0.14	Жишиг-ТБ

Энэхүү тооцооноос үзэхэд шинэ найрлага бүхий кальцийн нэмэгдэлтэй энгийн ТБ нь стандартын ТБ игданит болон жишиг ТБ “Гранулит-М” –тэй харьцуулахад тэсрэлтийн дулаан нь Q=4628 кДж/кг болон 779-828 кДж/кг-аар буюу 22%-иар нэмэгдэж буй нь хүч чадлын хувьд заводын тэсрэх бодисоос илүү болох нь харагдаж байна.

Тухайлбал манай орны нөхцөлд өргөн дэлгэр хэрэглэдэг ОХУ-ын тэсрэх бодис нунтаг аммонит

<sup>1</sup>6ЖВ, мөхлөгт граммонит-79/21-тэй харьцуулахад 8%-иар их байгаа нь уул геологийн янз бүрийн нөхцөлд хатуу чулуулагтай газар ч тохиромжтойг харуулж байна.

Шинэ найрлага бүхий энгийн тэсрэх бодис Тэболит-1-ийн тэсрэлтийн гол үзүүлэлтүүдийг стандартын тэсрэх бодисуудынхтай харьцуулан 2-р хүснэгтээр үзүүлэв.

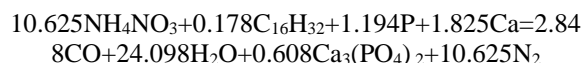
№	ТБ-ын нэр	Тэсрэлтийн дулаан. Q <sub>v</sub> кДж/кг	Тэсрэлтийн хий, V, л/кг	Хүчилтөрөгчийн тэнцэл, Кг, %	Ажлын чадвар P, см <sup>3</sup>	Детонацийн хурд Д, м/с
1	Игданит (Ан-фо)	3800	980	0.0	310-320	3600
2	Гранулит-М	3852	980	+0.14	320-330	3600
3	Граммонит-79/21	4300	980	+0.26	360	4000
4	Тэболит-1	4628	860	-0.16	350	3960

Тэсрэлтээр үүсэх хийн хэмжээ нь V=860 л/кг болон жишиг ТБ-уудаас V=120 л/кг-аар багасч буй нь экологийн хувьд хор нөлөө багатай болохыг харуулж үүний үр дүнд хүчлээрөгчийн тэнцэл нь -0.16% болж байна.

Тэсрэх бодисын тэсрэлтийн гол үзүүлэлтүүд болох ажлын чадвар, детонацийн хурдыг дээрх үр дүнг үндэслэн онолын хувьд тооцоолоход кальцийн нэмэгдэлтэй үед ажлын чадвар P=350 см<sup>3</sup> болон жишиг ТБ-оос 1.1 дахин детонацийн хурд нь Д=3960 м/с болж 360 м/с-ээр нэмэгдэж буй нь тэсрэлтийн хүч чадал сайжирсантай холбоотой юм.

Энгийн тэсрэх бодис игданит буюу Ан-фо-гийн энергийн хүч чадал, дизелийн түлшийг шингээх чадварыг нэмэгдүүлэхэд кальцийн нэмэгдэл чухал үүрэг гүйцэтгэх авч хуурай нөхцөлд хэрэглэх зориулалттай тул хэрэглэгдэх хүрээ нь хязгаарлагдмал байх болно.

Кальцийн нэмэгдэл бүхий энэхүү энгийн тэсрэх бодисын найрлагат фосфорийг нэмэн түүний хүч чадалыг илүү нэмэгдүүлэх боломжийг авч үзье: Энгийн найрлагат ТБ-ын бүрэлдэхүүн хэсгийн оновчтой харьцаа АШ:ДТ:Р:Са= 850:40:37:73 байх үед үүсэх тэсрэлтийн химийн урвал нь:



Аммиакийн шүү, дизелийн түлш, фосфор, кальцийн найрлага бүхий энгийн тэсрэх бодисыг цаашид “Тэболит-2” гэж нэрлэн түүний тэсрэлтийн дулаан, хийн эзлэхүүн, хүчилтөрөгчийн тэнцэлийг тодорхойлж 3-р хүснэгтээр үзүүлэв.

№	ТБ-ын бүрэлдэхүүн хэсгийн харьцаа	Тэсрэлтийн дулаан. Q <sub>v</sub> кДж/кг	Тэсрэлтийн хий, V, л/кг	Хүчилтөрөгчийн тэнцэл, Кг, %	Тайлбар
1	85:4:3.7:7.3	4870.0	855.0	-0.15	Тэболит-2
2	94:6.0	3800	980.0	0.0	Игданит
3	Гранулит-М	3850	980.0	+0.14	Мөхлөгт ТБ
4	Граммонит79/21	4300	980.0	+0.26	Заводын мөхлөгт ТБ

Дээрх тооцоо, судалгаанаас үзэхэд ТБ-ын найрлага дахь фосфор, кальцийн нэмэгдлийн харьцаа Р:Са=3.7:7.3 байхад тэсрэлтийн дулаан ОХУ-ын игданитаас Q<sub>v</sub>=1070 кДж/кг, Гранулит-М-ээс 1020 кДж/кг, заводын мөхлөгт ТБ граммонитоос-570 кДж/кг-аар их байгааг харьцуулан үзвэл тэсрэлтийн дулаан нь игданитаас-28%, гранулит-М-ээс 20%, граммонитоос -13% -иар тус тус ихсэх нь тэсрэлтийн хүч чадал эрс нэмэгдэж буйг харуулж байна.

Нөгөө талаас тэсрэлтээр үүсэх хийн төлөвийн бүтээгдэхүүн-55 л/кг болж 125 л/кг-аар багасаж буй нь хортой хийн ялгаралт 1.2 дахин багасч хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөө буурах боломжтойг илтгэж байна.

Шинэ найрлага бүхий энгийн тэсрэх бодис “Тэболит-2”-ийн тэсрэлтийн гол үзүүлэлтүүдийг стандартын тэсрэх бодисуудынхтай харьцуулан 4-р хүснэгтээр үзүүлэв.

№	ТБ-ын нэр	Тэсрэлтийн дулаан. Qv кДж/кг	Тэсрэлтийн хий, V, л/кг	Хүчилтөрөгчийн тэнцэл, Кт, %	Ажлын чадвар P, см <sup>3</sup>	Детонацийн хурд D, м/с
1	Игданит (Ан-фо)	3800	980	0.0	310-320	3600
2	Гранулит-М	3852	980	+0.14	320-330	3600
3	Граммонит-79/21	4300	980	+0.26	360	4000
4	Тэболит-2	4870	855	-0.15	360	4050

Эл тэсрэх бодисын ажлын чадвар (P), детонацийн хурдыг (D) дээрх үр дүнг үндэслэн тооцоолоход фосфор ба кальцийн нэмэгдэлтэй үед ажлын чадвар P=360 см<sup>3</sup> болон жишиг ТБ-оос 12.5%-иар, детонацийн хурд нь D=4050 м/с болж 450 м/с-ээр нэмэгдэж буй нь тэсрэлтийн хүч чадал эрс өссөний үр дүн юм.

Ийнхүү энгийн тэсрэх бодис игданит буюу Ан-фогийн энергийн хүч чадлыг нэмэгдүүлэхэд фосфор ба кальцийн нэмэгдэл чухал үүрэг гүйцэтгэж буй нь судалгаа тооцооны үр дүнгээс харагдаж байна.

Аммиакийн шүү, дизелийн түлш, фосфор, кальцийн нэмэгдэл бүхий энгийн олон найрлагат мөхлөгт ТБ-ын онцлог нь тэсрэлтийн энерги,

дизелийн түлшийг шингээх чадварыг нэмэгдүүлэх, хорт хийн хэмжээг багасгах зорилгоор аммиакийн шүү, дизелийн түлш, фосфор кальцийг дээрх оновчтой хэмжээгээр бэлтгэхэд оршино.

#### **АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:**

- [1] Дубнов Л.В. Бахаревич Н.С, Романов А.И. Промышленные взрывчатые вещества. М. Недра. 1988.
- [2] Поздняков З.Г. Развитие и совершенствование гранулированных ВВ в СССР и зарубежом. М. Недра. 1969

# Slope stability analyses of dump site at the “Baganuur” lignite mine in Mongolia for Stabilization

Ganzorig Batchuluun\*, Umit Ozer†

\* Mongolian University of Science and Technology, School of Geology and Mining  
Mining Department, Ulaanbaatar, Mongolia  
[chelikcesur79@must.edu.mn](mailto:chelikcesur79@must.edu.mn)

† Istanbul University, Engineering Faculty, Mining Engineering Department Istanbul, Turkey  
[uozer@istanbul.edu.tr](mailto:uozer@istanbul.edu.tr)

*Abstract - This paper mainly deals with stability condition of dump site slopes in Baganuur lignite mine in Mongolia. Stability of the dump site depends on coal production normal activity. Failures of the dump site had average height of 35 m with 38° slope angle which had slipped distance between 60 and 2600 m for longitudinal of the site. Representative loose dump material, foundation soil and coal samples were collected from the site and tested to determine the geo-mechanical properties. The dump material consisted of loose fragments and lumps of siltstone, clay stone, sandstone, foundation soil consisted of mostly siltstone. The slope stability analyses of dump site were analyzed by the finite element method using Phase<sup>2</sup> v. 8.0 software. The overall result of two-dimensional slope stability analyses were suggested according to the results obtained by factor of safety (SRF) calculated on surface and ground water, stress and deformation, seismic analyses integrating with slope stability analyses.*

**Keywords:** strength reduction factor, dump site stability, stress, dump slope angle, water table

## I. INTRODUCTION

Duncan's review of Finite Element analysis of slopes concentrated mainly on deformation rather than stability analysis of slopes; however, attention was drawn to some important early papers in which elastoplastic soil models were used to assess stability. Smith & Hobbs [1] reported results of  $\phi_u = 0$  slopes and obtained reasonable agreement with Taylor's [2] charts. Zienkiewicz et al. [3] considered a  $c'$ ,  $\phi'$  slope and obtained good agreement with slip circle solutions. Griffiths [4] extended this work to show reliable slope stability results over a wide range of soil properties and geometries as compared with charts of Bishop & Morgenstern [5]. Subsequent use of the FE method in slope stability analysis has added further confidence in the method (e.g. Griffiths, [6]; Potts et al., [7]; Matsui & San, [8]). Duncan mentions the potential for improved graphical results and reporting utilizing Finite Element, but cautions against artificial accuracy being assumed when the input parameters themselves are so variable. Wong [9] gives a useful summary of potential sources of error in the Finite Element modelling of slope stability, although recent results, including those

presented in this paper, indicate that better accuracy is now possible.

### *Advantages of the finite element method*

The advantages of a Finite Element approach to slope stability analysis over traditional limit equilibrium methods can be summarized as follows:

- (a) No assumption needs to be made in advance about the shape or location of the failure surface. Failure occurs 'naturally' through the zones within the soil mass in which the soil shear strength is unable to sustain the applied shear stresses.
- (b) Since there is no concept of slices in the Finite Element approach, there is no need for assumptions about slice side forces. The Finite Element Method preserves global equilibrium until 'failure' is reached.
- (c) If realistic soil compressibility data are available, the Finite Element solutions will give information about deformations at working stress levels.
- (d) The Finite Element Method is able to monitor progressive failure up to and including overall shear failure.

Overburden dumps can be external dumps created at a site away from the coal bearing area or it can be internal-dumps created by in-pit dumping (IPD) concurrent to the creation of voids by extraction of coal. Practice of dumping overburden in the external dumps have some serious problems foremost amongst them are requirement of additional land, involves very high transport and re-handling cost which will increase the cost of coal production substantially, stability and reclamation at the site. It is not possible to eliminate the option of the external dumps concept completely, even if we adopt IPD practice. The internal dump concept is very well utilized by various local producing countries like Australia, Canada and USA, then there is no fear to adopt this technique to avoid further requirement of land for dumping and aggravate various associated problems. However, the combination of external dumps and internal dumps shall substantially reduce the required land. As a result, it shall reduce the surface land requirement significantly which is very difficult task to arrange in any area due to growth of population forest cover and associated problem. In this decade few destabilization of internal dumps have taken place in coal mines. It is

necessary to study such cases and find out the cause of destabilization [10].

## II. SITE DESCRIPTION

"Baganuur" lignite mine is located at "Nuurentei" wide valley, 130 km from the east of the Ulaanbaatar capital city of Mongolia (Fig.1). Open-cast length from northeast to southwest is 12 km, width of 4 km. The coalfield consists of 3 coal seams which are named as 2, 2a, 3 coal seams respectively. The range of the thickness of 2 coal seam is from 3.45 to 28.16 m, 2a coal seam is from 2.41 to 52.77 m and 3 coal seam is from 3.19 to 23.74 m. Coal average thickness is 10-17 m and while thickness of 3 coal seam 25 m in the outer parts of the site. In the middle parts of the coal seam thickness reaches 98 m. While the slope angle of coal seams are 8 degrees in the outer parts of the site can reach up to 20 degrees in the central part of the site [11]. A general cross-section of the field was given in Fig. 2. Slope failures of the dump site occurred in New panel, Uul1 and Uul5 panels in Baganuur lignite mine.

A total of 13 failures occurred between the years of 2007 and 2012, 908 m<sup>3</sup> dump material slipped and

68124 m<sup>2</sup> of the opened coal was closed again. This situation causes disruption of production and economic losses [12]. Remained coal jamb and failure amounts in 2007-2012 were given in Table I.

Table I

Amounts of coal jamb and failure according to the years.

Year	Coal jamb amount (ton)	Failure amount (m <sup>3</sup> )	Above closed again coal amount (m <sup>2</sup> )
2007	39500	378	36184
2008	40000	-	2600
2009	63010	80	6340
2010	75000	110	6160
2011	61100	210	10080
2012	-	130	6760

In this study, slope stability analyses were done with taking into consideration of surface and ground water, stress and deformation, seismicity integrating the calculated strength reduction factor (SRF). Because of, Phase<sup>2</sup> v. 8.0 is one of the most powerful software alternatives in 2D slope stability analysis and design for mining engineering projects [13].

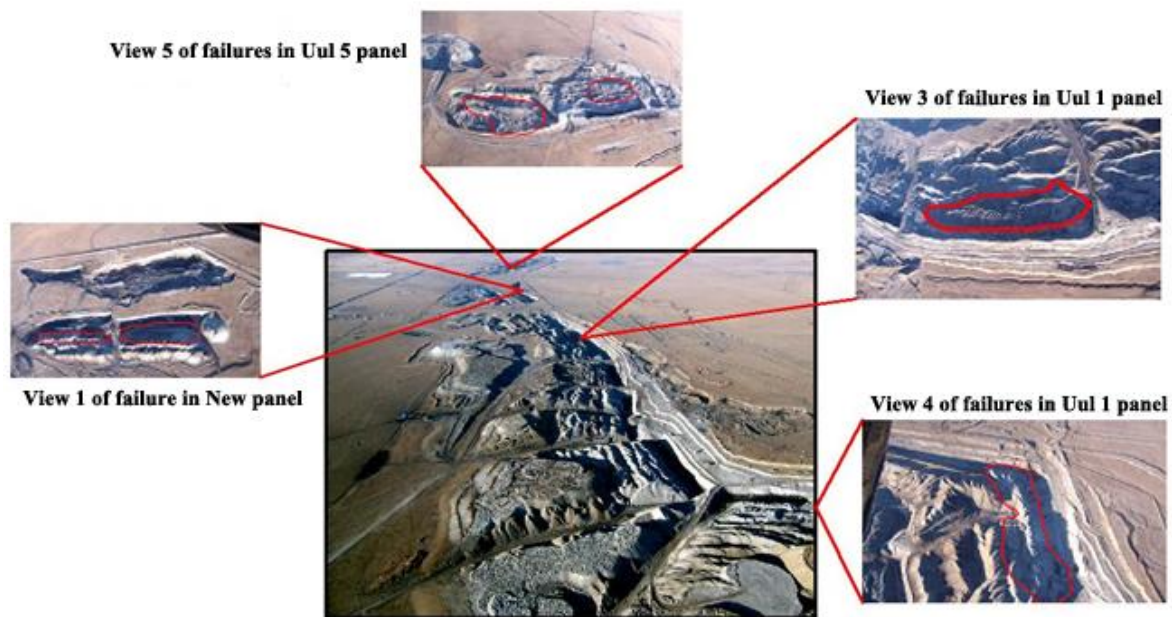


Fig.1. General plan of internal dump failures

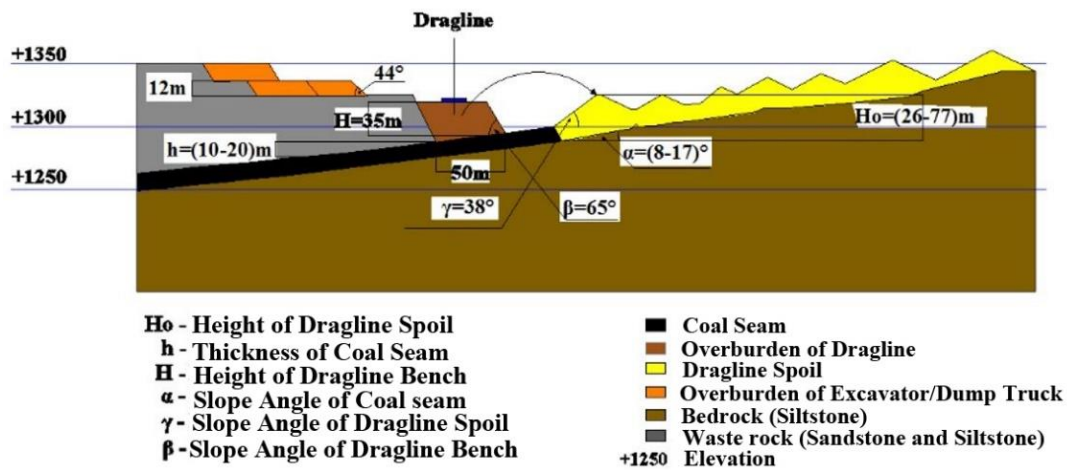


Fig. 2. General cross-section of internal dump failures

### III. SLOPE STABILITY ANALYSES OF THE DUMP SITE

Dragline excavates overburden above coal layer and throws to slope of dragline's spoil at east of coal mine. Besuase of, Slope of dragline's spoil failures during excavation. Opened coal is excavated by a shovel and transported with trucks to stock field and crushing thesis. Geometry model of work field is shown in Fig. 3. The dragline spoil, bed rock (Siltstone) and coal seam, waste rock material properties used for the simulation are presented in Table II. According to the results of slope stability analyses, done by Finite Element Method, factor of safety is presented in Fig. 4. The calculations were done by considering dump site slope stability, surface and ground water which affects the dump site, stress & deformation and seismic effects.

Material properties

Table II

Parameters	Materials			
	Dragline Spoil	Coal seam	Waste rock	Bedrock
Unit weight (kN/m <sup>3</sup> )	19.61	12.2	20	19.5
Internal friction angle (degrees)	28	31.8	31	28.3
Cohesion (MPa)	0	3.942	4.291	4.503
Young's Modulus (MPa)	24.7529	2550	2790	3130
Poisson's ratio	0.35	0.42	0.3	0.43

4 materials, dragline's loading, boundary conditions and water table are presented in geometry model of work field. These are figured that (1, 2, 3, 4, N, BC, G) respectively; bedrock (siltstone) (1), dragline's spoil (disturbed siltstone sandstone alternation) (2), lignite seam (3), waste rock (siltstone sandstone alternation) (4), dragline's loading (N), boundary conditions (BC) and ground acceleration (G). Two-dimensional slope stability analyses were analyzed by considering seepage, stress and deformation, seismicity using required parameters on Table II. At

the result of slope stability analysis of dump site in New panel of Uul 2<sup>nd</sup> part for untaken coal condition, factor of safety is calculated 0.88 was presented in Fig.4. At the result of slope stability analysis of dump site in 2<sup>nd</sup> panel of Uul 1<sup>st</sup> part for untaken coal condition, factor of safety is calculated 0.59 was given in Fig.5. At the result of slope stability analysis of dump site in New panel of Uul 2<sup>nd</sup> part for abandoned coal jamb of 5 m condition, factor of safety is calculated 0.87 was shown in Fig.6. At the result of slope stability analysis of dump site in 2<sup>nd</sup> panel of Uul 1<sup>st</sup> part for abandoned coal jamb of 5 m condition, factor of safety is calculated 0.61 was given in Fig.7. At the result of slope stability analysis of dump site in New panel of Uul 2<sup>nd</sup> part for abandoned coal jamb of 10 m condition, factor of safety is calculated 0.95 was shown in Fig.8. At the result of slope stability analysis of dump site in 2<sup>nd</sup> panel of Uul 1<sup>st</sup> part for abandoned coal jamb of 10 m condition, factor of safety is calculated 0.6 was given in Fig.9. At the result of slope stability analysis of dump site in New panel of Uul 2<sup>nd</sup> part for without coal jamb condition, factor of safety is calculated 0.71 was shown in Fig.10. At the result of slope stability analysis of dump site in 2<sup>nd</sup> panel of Uul 1<sup>st</sup> part for without coal jamb condition, factor of safety is calculated 0.22 was given in Fig.11.



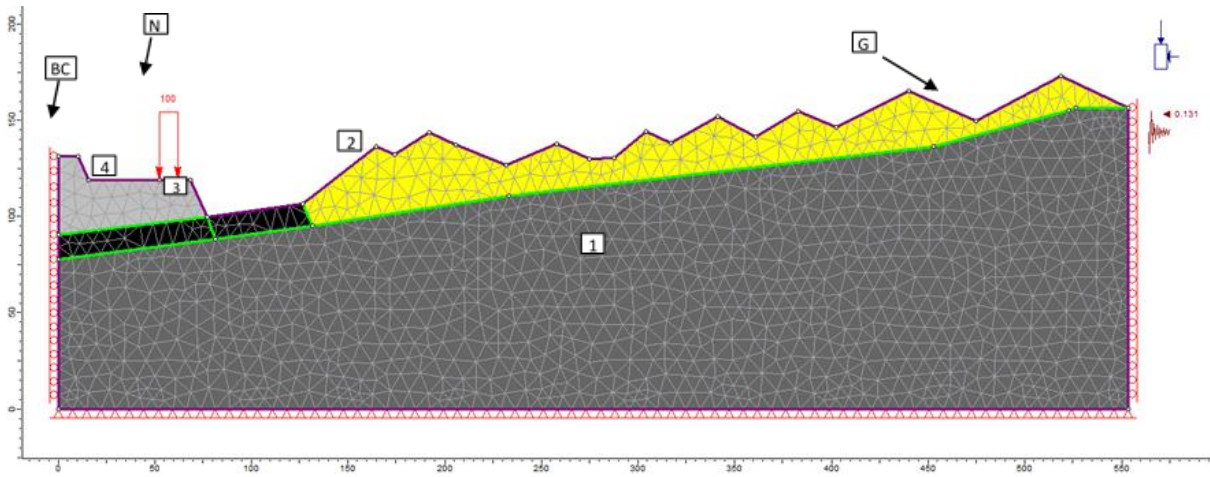


Fig. 3. Geometry model of work field

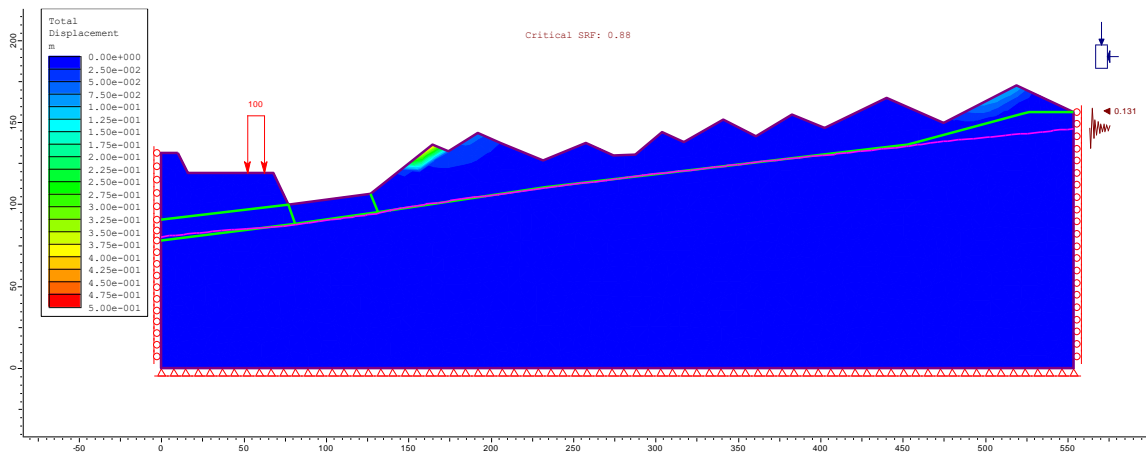


Fig. 4. Slope stability analysis of dump site in New panel of Uul 2nd part for untaken coal condition

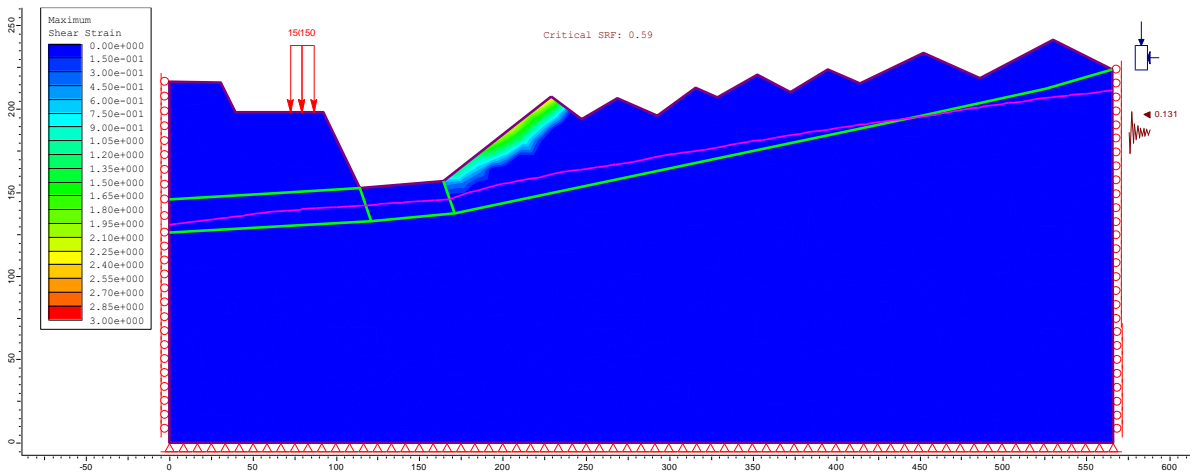


Fig. 5. Slope stability analysis of dump site in 2<sup>nd</sup> panel of Uul 1<sup>st</sup> part for untaken coal condition

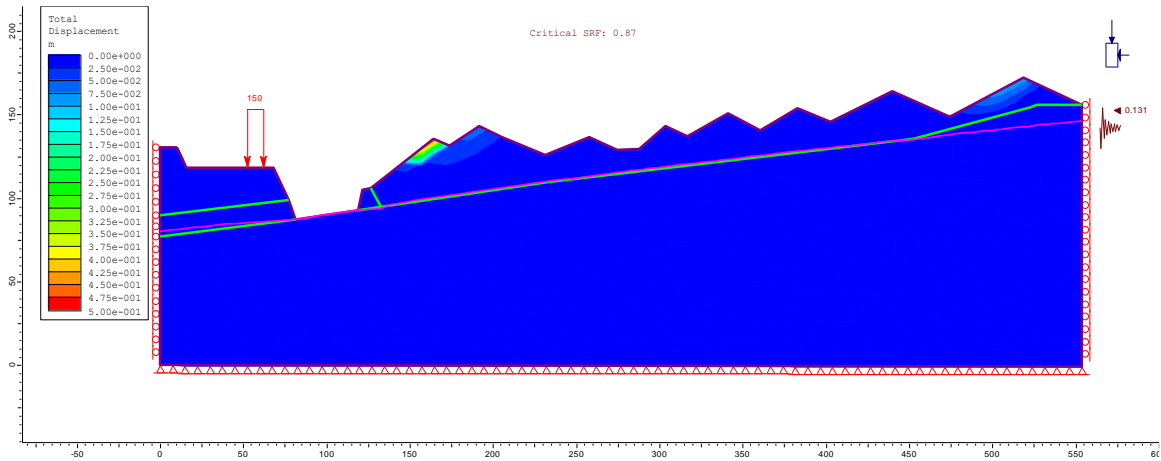


Fig. 6. Slope stability analysis of dump site in New panel of Uul 2<sup>nd</sup> part for abandoned coal jamb of 5 m condition

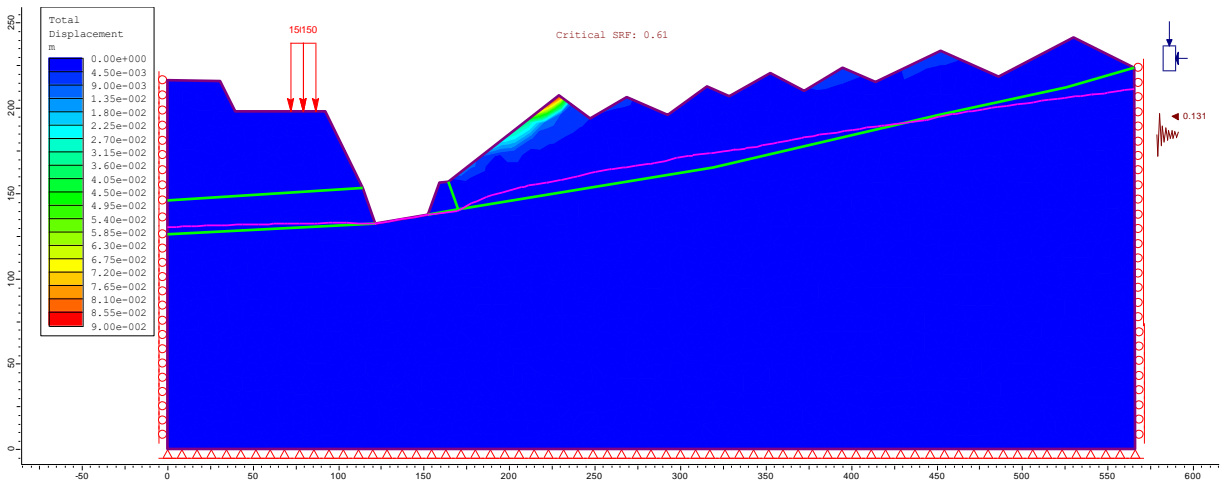


Fig. 7. Slope stability analysis of dump site in 2<sup>nd</sup> panel of Uul 1<sup>st</sup> part for abandoned coal jamb of 5 m condition

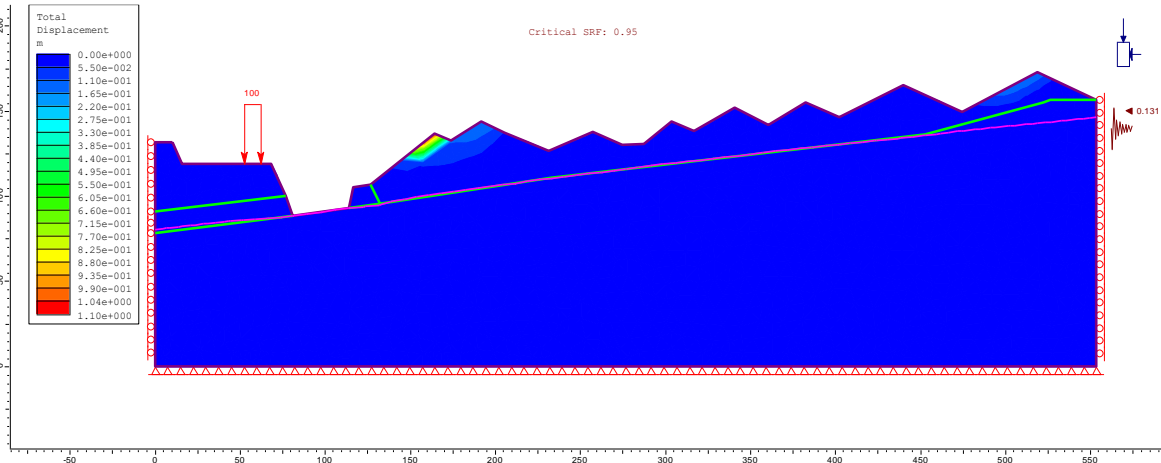


Fig. 8. Slope stability analysis of dump site in New panel of Uul 2<sup>nd</sup> part for abandoned coal jamb of 10 m condition

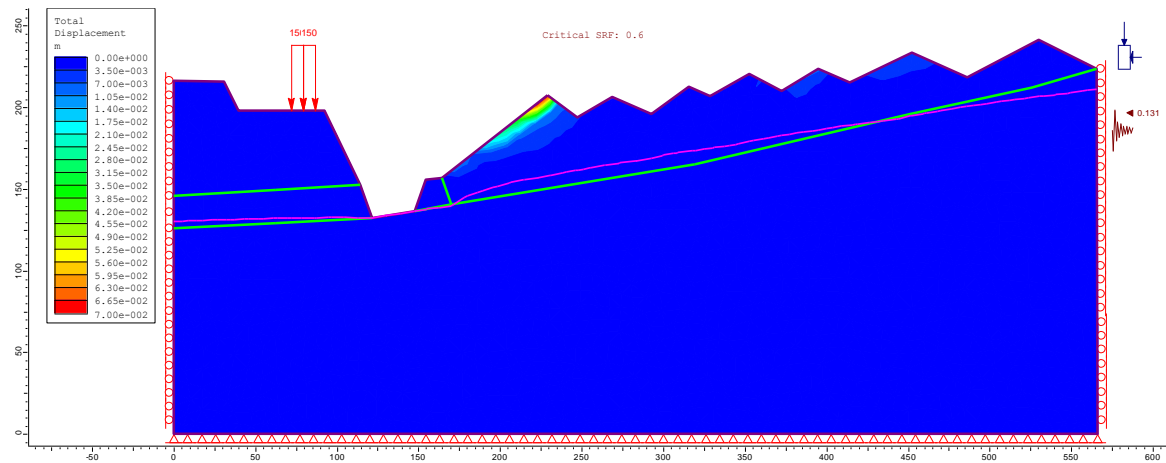


Fig. 9. Slope stability analysis of dump site in 2<sup>nd</sup> panel of Uul 1<sup>st</sup> part for abandoned coal jamb of 10 m condition

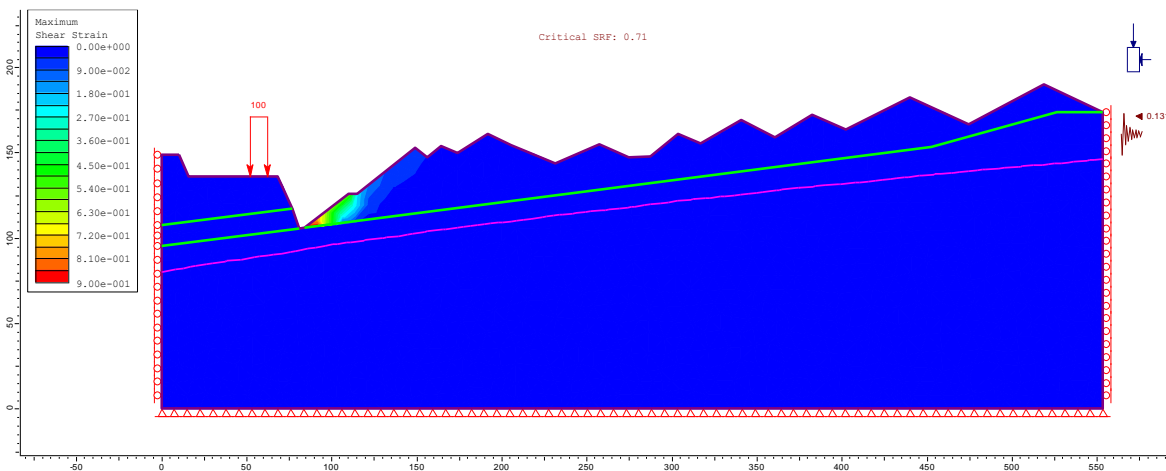


Fig. 10. Slope stability analysis of dump site in New panel of Uul 2<sup>nd</sup> part for without coal jamb condition

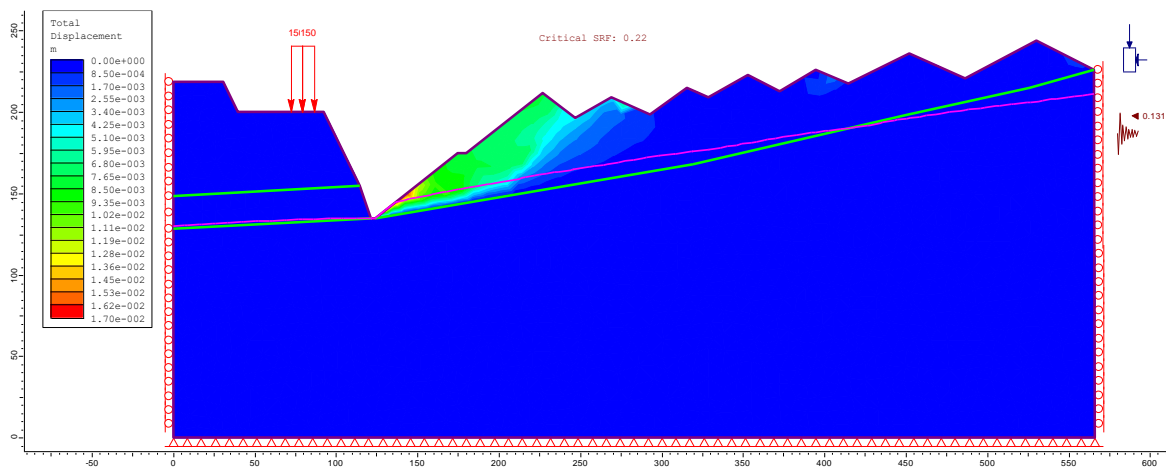


Fig. 11. Slope stability analysis of dump site in 2<sup>nd</sup> panel of Uul 1<sup>st</sup> part for without coal jamb condition

### CONCLUSION

Two-dimensional slope stability analyses were done using Finite Element Method for a stability conditions of dump sites in Baganuur lignite mine. Slope stability analyses of the dump sites were done according to seepage and ground water, seismicity, stress and deformation effects integrated. As a result, slopes of dump sites were failed by considering surface and ground water, stress and deformation, earthquakes at

the dump sites. Thus, Needed stabilization method should be considered in the slope designs.

### ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank the supporting of Baganuur, JSC, Mongolia. Also, supporting to use the Phase<sup>2</sup> v. 8.0 version software for Rocscience Inc.

## REFERENCES:

- [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] Dewatering conclusion of Mining work planning for 1997-2003 years in Baganuur lignite mine.
- [12] The technical reports of Baganuur, JSC, 2009-2012.
- [13] Rocscience Inc, Phase2 v. 8.0 Tutorials.

# Метан хий Монголд

Р.Болд-Эрдэнэ\*, Т.Батбаяр†, Ч.Оргил††

\*Эрдэнэс Монгол ХХК, хөрөнгө оруулалтын мэргэжилтэн

†Эрдэнэс Монгол ХХК, Геологи, уул уурхай хариуцсан захирал

††Эрдэнэс Монгол ХХК, Хөрөнгө оруулалтын мэргэжилтэн

*Abstract - the Mongolian methane gas resource 90 billion m<sup>3</sup> methane gas. Including MRA calculated some coal deposits and SCE calculated Nariin Sukhait coal deposit (68 billion m<sup>3</sup> and 21.1 billion m<sup>3</sup>). The new Petroleum Law in Mongolia provides the basis for reasonable regulation of the unconventional oil & gas sector. In combination with the previous Tax Law, Foreign Investment Law and Company Law, the statutory framework will allow for protection of the economic, social, and environmental resources of Mongolia while encouraging foreign investment*

**Түлхүүр үг:** нүүрс, нүүрсний давхарга, нөөц, баялаг

## I. ОРШИЛ

Монгол орны эрчим хүчний хамгийн гол эх үүсвэр нь нүүрс юм. Нүүрс нь Монгол Улсын 2014 оны эрчим хүчний нийт хэрэглээний 86,3%-ийг хангасан байна. Харин үлдсэн нь 7%-ийг дизель станц болон 6,7%-ийг сэргээгдэх эрчим хүч /ус, салхи, нар/ тус тус эзэлсэн байна.<sup>[1]</sup>

Манай орон нүүрсний асар их нөөцтэй. Нийт 15 том сав газарт 160 орд, 270 ирэл тогтоогдсон бөгөөд 2013 оны эхний хагас жилийн байдлаар 173,3 тэрбум тонн геологийн таамаг баялаг, нарийвчилсан хайгуулаар тогтоогдсон нөөц 26,8 тэрбум тонн болж нөөцөөрөө дэлхийд эхний 10-т багтсан байна.<sup>[2]</sup> Баталгаат нөөцийг тооцоолж бүртгүүлсэн ордууд нь Таван толгой 1,5 тэрбум тонн, Тэвшийн говь 588 сая тонн, Шивээ овоо 554 сая тонн, Багануур 511 сая тонн, Адуунчулуун 241 сая тонн, Өвдөг худаг 160 сая тонн, Нүүрс хотгор 142 сая тонн, Нарийн сухайт 125 сая тонн, Чандгана тал 123 сая тонн, Хөшөөт 86 сая тонн, Хөөт 82 сая тонн.<sup>[3]</sup>

## II. НҮҮРСНИЙ ДАВХАРГЫН МЕТАН ХИЙ

Нүүрсний давхаргын метан (НДМ) хий нь байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөө багатай эрчим хүчний эх үүсвэр юм. НДМ гэдэг нь нүүрсжих явцад нүүрсний ан цав болон нүх сүвшилд хуримдлагдсан хий юм. Дэлхийн олон оронд хэрэгжиж буй метан хийн хайгуул, олборлолтын жишгээс харахад метан хийн агуулга нь нүүрсний чанар болон нүүрс хуримтлагдаж буй гүн зэргээс илүү хамааралтай байгаа нь харагдах бөгөөд өндөр чанарын нүүрс газрын хэвлийн гүнд орших тусам метан агууламж ихээр агуулагдах байдал ажиглагдана. Метан хийн агууламж 95%-аас дээш байгаа нөхцөлд байгалийн хийн хэрэглэгчид шууд хүргэн хэрэглэдэг туршлага ч байдаг. Харин үүнээс бага агуулгатай үед хийг цэвэршүүлэн

бусад хольцоос салгаж ахуйд хэрэглэх буюу эрчим хүч үйлдвэрлэх нь тохиромжтой. Метан хийн давуу талууд:

- Нүүрсний нөөцийг дагаад нөөц нь элбэг бөгөөд илчлэг өндөр, 1000м<sup>3</sup> НДМ нь 1 тонн газрын тосны бүтээгдэхүүнтэй дүйцнэ.
- Хүлэмжийн хийн ялгарлыг метан хий хэрэглэсэн хэмжээгээрээ бууруулна.
- Метан хийг ашигласнаар химийн үйлдвэрийн түүхий эд гарган авах боломжтой. Үүнд: шингэн түлш, сингаз, химийн бордоо, метанол, амиак, полимер, уусгагчууд г.м.
- Нүүрсний ордыг уурхайлахад аюулгүй байдлыг нэмэгдүүлнэ.

Сул тал:

- Олборлох, тээвэрлэх, ашиглахад тусгайлсан дэд бүтэц байгуулах шаардлагатай байдаг нь хөрөнгө оруулалт харьцангуй өндөр шаардана.

## III. МАНАЙ ОРОНД МЕТАН ХИЙН СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

Канадын СтормКат Энержи компани анхны НДМ-ийн төслийг эхлүүлж байсан юм. 2004 оны 2-р сард тухайн үеийн Ашигт Малтмал Газрын Тосны Газар (АМГТГ)-тай Бүтээгдэхүүн Хуваах Гэрээ (БХГ)-г 49,101 км<sup>2</sup> талбайд байгуулсан байна. Тус талбай нь газрын тосны хайгуулын Нэмэгт-6 болон Борзон-7 талбайнуудын зарим хэсгийг хамарч байсан бөгөөд энэ нь Нарийн сухайтын нүүрсний орд юм. Өмнөд хэл дээр орших БНХАУ-ын Цжэ хилийн боомтоос 57 километр зайд нүүрсний олборлолт явуулж экспорт явуулдаг уурхайн хэсэгт судалгааны 144 км урт, 10-20 км өргөн талбайг хамарсан геологийн зураглал хийж 11 цооног өрөмдсөн байна. Өрөмийн ажлын үр дүнгээс:

- Нүүрсний нийт зузаан 50м, тодорхой хэсэгт 70м хүртэл
- Витринетийн гэрэл ойлт  $R_0=0.62\%-0.87\%$
- Нарийн сухайтын нийт 15 нүүрсний үе
- Гол үеүүд нь 20-50м зузаан
- Үнслэг бага, 8-15%
- Хийн агууламж 2,4-11,9 м<sup>3</sup>/тонн

Энэхүү судалгааны ажлын тайланд дурьдсанаар Нарийн сухайтын НДМ-ийн баялгийг 18,7-37,4 тэрбум м<sup>3</sup> буюу хамгийн тохиромжтой тооцоолол 21,1 тэрбум м<sup>3</sup> гэж тусгажээ. Тооцоололдоо нүүрсний үеийг хамгийн гүн нь 1500м гэж авсан байна.<sup>[4]</sup>

СтормКат Энержи компани дараагийн судалгааг 22,407 км<sup>2</sup> газар нутгийг хамарсан Цайдам-26 талбайд 2005 Газрын Тосны Газар(ГТГ)-тай БХГ байгуулсанаар эхлүүлсэн. Нийт 3 цооног өрөмдөж үр дүн тааруухан гэж үзээд гэрээг дуусгавар болгосон байна. Хийн агууламж 0,03-0,06 м<sup>3</sup>/тонн гэж тайланд дурьдсан байна.<sup>[5]</sup>

2010 оны 7-р сард БНСУ-ын Корейн Газ Корпорейшн (Когаз) ГТГ-тай “Геологийн хамтарсан судалгааны гэрээ” байгуулж тус бүр нь 350 метрийн гүнтэй 3 цооног өрөмдөж нийт 17 чөмөг дээж лаборатораар шинэлүүлж байжээ. Гэвч үр дүн эдийн засгийн үр өгөөжийн хувьд хангалттай биш гэж дүгнэсэн байна. Тэд тайландаа эдийн засгийн үр өгөөжтэй гэдэг нь хийн агууламж багадаа 5м<sup>3</sup>/тонн байна хэмээн дурьдсан байна.<sup>[6]</sup>

Үүнээс хойш АНУ-ын Байгаль орчныг Хамгаалах Агентлагаас Монголд нүүрсний уурхайн метаныг ашиглах боломжийг судалсан байна. Эхний судалгааг 2013 оны 3-р сараас эхлэн Нарийн сухайтын ордод явуулсан бөгөөд идэвхитэй олборлолт явуулж буй уурхайн мэдээлэлд тулгуурлан зарим тооцооллыг хийжээ. Нарийн сухайтын уурхайн олборлох боломжтой 253.1 сая тонн нүүрсэнд 204.1 сая шоо метр хий агуулагдах боломжтой бөгөөд үүнийг 12 цооног олборлон 8.55 МВт хүчин чадалтай бага оврийн цахилгаан станц ажиллуулах боломжтой гэж үзээд төслийн хөрөнгө оруулалтын зардал, эргэн төлөгдөх хугацаа зэргийг тооцоолоод төсөл хэрэгжсэн тохиолдолд 15 жилийн хугацаанд 187,900 тонн СО<sub>2</sub>-е хэмжээгээр хүлэмжийн хийг бууруулна гэж тайландаа тусгажээ.<sup>[7]</sup>

Үүний дараа Багануурын нүүрсний уурхайд мөн адил уурхайн метан хийн чиглэлээр судалгаа ажил явуулсан байна. Багануурын уурхай нь олборлолт явуулах боломжтой 2-р давхаргын дундаж зузаан 10.3м, 2а-р давхаргын дундаж зузаан 17.2м, 3-р давхаргын дундаж зузаан 23.3м бөгөөд давхаргын ус ихтэй тул метан хуримтлах нөхцөл илүү таатай. Судалгааны ажлыг гүйцэтгэсэн Рэйвн Риж Ресурсес (PPP)-ын тооцоолсоноор ГХДХ-н нийт нөөцийн урьдчилсан таамаг нь 233.8-784.4 сая м<sup>3</sup> бөгөөд тухайн давхаргад олборлолт хийхээс өнмө босоо өрөмдлөгөөр олборлоход боломжит нөөц нь 174.6 м<sup>3</sup> гэж үзжээ. Ингээд эдгээр болон бусад тооцоог үндэслэн тус уурхайд ашиглах боломжтой 5 МВт-ын цахилгаан үүсгүүр ажиллуулах хувилбар нь 10 жилийн хугацаанд хүлэмжийн хийг 104,500 тонн нүүрстөрөгчийн давхар ислийн эквивалентаар бууруулна гэж тооцоолсон байна.<sup>[8]</sup> Энэ мэтээр манай орны нүүрсний метан хий нэлээд олны анхаарал татахуйц хэмжээнд судлагдаж эхэлсэн байна. 2014 онд Ашигт Малтмалын Газрын Нүүрсний хэлтсээс өмнөх судалгааны ажлуудыг нэгтгэн метан хийн нэгдсэн мэдээлэл гаргасан ба үүнд 2009-2010 онд Шинжлэх Ухааны Академийн төслөөр Хархираагийн нүүрсний сав газарт 60-90 тэрбум м<sup>3</sup>, Онгийн голын нүүрсний сав газарт 40-60 тэрбум м<sup>3</sup> гэж тогтоосныг онцлохоор байна. Үүний дараахан Уул Уурхайн Яамнаас зохион

байгуулдаг “Ил тод уул уурхай” хэвлэлийн хурлын мэдээгээр Монгол Улсын нүүрсний давхаргын метан хийн таамаг нөөцийг 3,2 их наяд м<sup>3</sup> гэж зарлаж байсан юм.<sup>1</sup>

#### IV. ШИНЭ ЭХЛЭЛ

Харин бид энэ их тоо баримт, нөөц баялгийг бодитоор ашиглах боломжууд хууль эрхзүйн орчин бүрдсэнээр бий болно хэмээн хөрөнгө оруулагчид болон эрдэмтэн судлаачид олон жил ярьсан. Энэ нь бодит байдал болж өнгөрсөн жил буюу 2014 оны 7-р сард “Газрын тосны тухай хууль” шинэчлэн батлагдсанаар боломжууд гарч ирлээ гэж харж болохоор байна. Тус хууль батлагдсаны дараа Газрын тосны газарт газрын тосны эрэл, хайгуул хийх сонирхолоо идэрхийлсэн 53 хүсэлт ирсэн ба үүний 30 нь уламжлалт бус газрын тос буюу нүүрсний давхаргын метан хий болон занар байгаа нь шинэ хууль уламжлалт бус газрын тосны чиглэлээр үйл ажиллагаа явуухад илүү таатай болсон харагдаж байна. Мөн 2015 оны 7-р сард шинэ хуульд тулгараад байсан бэрхшээл маргааныг зохицуулан нэмэлт өөрчлөлт орсон нь судалгааны ажил улам ч таатай орчныг бүрдүүлсэн. Энэ өөрчлөлт нь тус хуулийн 15,4-д зөвхөн занарын эрлийн үед өрөмдлөг хийж болно гэсэн заалтыг “уламжлалт бус газрын тосны эрлийн үед өрөмдлөг хийж болно” гэж тусгасан.<sup>2</sup>

Шинэ хуулиас хойш хамгийн эрчимтэй үйл ажиллагаа явуулж төсөл нь БНСУ-ын Когаз компани Таван толгойн нүүрсний ордын Бортээг хайгуулын талбайд хийж буй нүүрсний давхаргын метан хийн эрэл, судалгааны ажил юм. Энэ нь анх 2014 онд 2-р сард төрийн өмчит “Эрдэнэс Тавантолгой” ХК-тай санамж бичиг байгуулж, “Эрдэнэс Тавантолгой” ХК болон Газрын тосны газар эрлийн гэрээ үзэглэснээр эхэлсэн юм. 2014 онд нийт 5 цооног төлөвлөж байснаас 2 цооног өрөмдөж лабораторын үр дүнгээр боломжийн мэдээг бидэнд дуулгаж байлаа. Эхний цооног М-01 783,5м гүн, дараагийн М-05 цооногийн гүн 933м хүртэл өрөмдсөн байна. Судалгааны талбай дээр явуулын лабораторт ажиллуулж өрөмдлөгийн дээжийг гарч ирмэгч цаг алдалгүй шинжилж хийн агуулга өндөр байж болох дээжүүдийг битүүмжлэн БНСУ руу нарийвчилсэн шинжилгээнд явуулж байсан юм. Цооногийн үр дүнг 1-р хүснэгтэд харуулав.

<sup>1</sup> Уул Уурхайн Яам, 2014 оны 09 сарын 25, “Ил тод уул уурхай” хэвлэлийн хурлын мэдээ <http://www.mm.gov.mn/news/view/257>

<sup>2</sup> <http://legalinfo.mn/law/details/10484?lawid=10484>

Бортээг талбайд өрөмдсөн М-05 цооногийн лабораторын үр дүн

Гүн [м]	N <sub>2</sub> [%]	CH <sub>4</sub> [%]	CO <sub>2</sub> [%]
363.0~363.4	9	88.8	2.2
570.0~571.0	11.6	84.8	3.5
623.0~623.3	23.2	73.3	3.5
626.5~626.7	68.7	30.4	1
630.0~631.5	3.9	92.1	4.1
635.5~635.7	49.5	48	2.5
654.5~655.6	0.8	93.3	5.8

Энэ жил талбайн хэмжээнд метан хийн агууламжийг тодорхойлж, нөөцийг тооцох зорилгоор дээрх цооногуудад туршилт хийж эхлээд байна одоогийн байдлаар нүүрсний давхаргын ус шавхалтын ажил үргэлжилсээр байна. Үүнээс гадна манай талын тавьсан хүсэлтийн дагуу Когаз компани Тавантолгойн ордоос Улаанбаатар хот хүртэл хий дамжуулах хоолой татаж цахилгаан станцад хийх нийлүүлэх төслийн урьдчилсан техник эдийн засгийн үндэслэлийг боловсруулж өгсөн. Ингэхдээ Таван толгойн ордын нүүрсний нөөцийн тооцоонд үндэслэн ордын метан хийн нөөцийг математик аргаар тооцоолсон байна. Энд нүүрсний нөөцийн тооцоо нь 1000м гүнээр хязгаарлагдаж байгаа ба 2м-ээс багагүй зузаантай үеийг сонгон авсан байна. Энэ тохиолдолд ордын нүүрсний нөөц 6,4 тэрбум тонн болох ба үүнээс метан хий агуулагдах тохиромжтой гүн буюу 300м-ийн гүнээс доош тооцвол 6,12 тэрбум болно. Хийн нөөцийн төсөөллийг 2-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Газрын хэвлий дэх хий (ГХДХ)<sup>3</sup>=нүүрсний баялаг[тонн] \* хийн агууламж[м<sup>3</sup>/тонн]

Метан хийн нийт хэмжээг 40 сая тонн гэж үзээд 20 жилийн хугацаанд жилд 1 сая тонн хий олборлоно гэсэн урьдчилсан ТЭЗҮ-г хийжээ. Тооцоонд:

- Хайгуул, олборлолт
- Цооног бүрт хий хуримлуулж цэвэршүүлэх процесс
- Хийн төв цэвэршүүлэх станц
- Хийн дамжуулах хоолой ТТ-УБ хүртэл 545 км, мөн дамжуулах хоолойн шахалтын дэд станцууд

Энэ төслийн хөрөнгө оруулалтын төсөөллийг нийтдээ 634 сая ам.доллар болно гэж тооцсон байна. Энэ төсөөллөөр бол жилийн 1 сая тонн хийгээр 400-600 МВт хүчин чадалтай цахилгаан станцын хэрэгцээг хангана гэж үзжээ. Тэгэхээр манай орны хувьд жилд 4 сая тонн хий үйлдвэрлэж чадвал өнөөгийн эрчим хүчний хэрэглээг хийгээр хангах боломжтой болох нь ээ.

## ДҮГНЭЛТ

Манай орон асар их нүүрсний нөөцтэй боловч эрчим хүчнийхээ хэрэглээний тодорхой хувийг гаднаас худалдаж авсаар байна. Мөн ард түмний ахуйн хэрэгцээнд нүүрс зонхилж байгаа болон газрын тосны бүтээгдэхүүний хэрэглээ өссөнөөс болж агаарын бохирдол гэх аюултай тулгараад олон жил боллоо. Эрчим хүчний хомсдолтой болон агаарын бохирдолтой тэмцэж байгаа орнуудыг харахад ялагчдын хамгийн хүчтэй зэвсэг нь байгалийн хий өргөнөөр ашиглах явдал юм. Манай орны хувьд байгалийн хийг ашиглах хэмжээнд илрээгүй байна. Харин байгалийн хийг орлож чадах нүүрсний давхаргад агуулагдаж буй метан хий элбэг байх төлөвтэй байгаа нь манай орны нийгэм, эдийн засгийн олон хүндэрлүүдээс гарах боломжтой хамгийн том хаалга юм. газрын тосны шинэ хууль батлагдаж, мөн хуульд нэмэлт өөрчлөлт орсон нь бидний хувьд тэрхүү том хаалгаа нээж чадсан дэвшил байлаа. Энэ дэвшилд хүрэхэд бидэнд үнэтэй хувь нэмэр оруулсан өмнөх судалгааны багуудад гүнээ талархаж байгаагаар энд илэрхийлэе. Үүнд: Нарийн сухайт болон Цайдамын ордод судалгаа хийсэн СтормКат Энержи, Налайх болон Таван толгойн ордод судалгаа хийсэн Когаз, мөн Нарийн сухайт, Багануурын уурхайд судалгаа хийсэн АНУ-ын Байгаль орчныг хамгаалах Агентлаг г.м. Энэ салбарт ажиллаж, судалгаа, шинжилгээний ажилд биечлэн оролцдог хүний хувьд нүүрсний олборлохоос өмнө метан хийг ашиглах нь нийгэм, эдийн засгийн үр өгөөжөөс илүү байгаль орчноо хамгаалах, цаг уурын өөрчлөлтийг удаашруулах хамгийн том ач холбогдолтойг дахин сануулахдаа таатай байна.

## Зохиогчийн тухай

Ренчинбямба овогтой Болд-Эрдэнэ миний бие 2002 онд МУИС-ийн Цөмийн технологийн ангид элсэн 1 жил суралцаад 2003 оноос БНХАУ-ын Газрын тосны Их сургуульд хятад хэл үзэж, 2005 оноос Газрын тосны геологи мэргэжлээр суралцаж 2009 онд төгссөн. Газрын тосны газарт геологи, хайгуул хариуцсан мэргэжилтнээр 2009-2011 оны хооронд ажиллаж байгаад 2011 Монголиан Петролиум Корпорейшн ХХК-д геологичоор 2011-2013 ажилласан бөгөөд 2013 оноос өнөөг хүртэл Эрдэнэс Монгол ХХК-д мэргэжилтэн хийж байгаа бөгөөд 2014 оноос эхлэн МУИС-д Шатах Ашигт малтмалын магистрийн ангид давхар суралцаж байна.

Хамтран зохиогчид:

Тогтохбаяр овогтой Батбаяр нь Шинжлэх Ухаан Техникийн Их сургуулийн харьяа Уул Уурхайн Их сургуулийг Ашиглалтын технологийн инженер мэргэжлээр 2010 онд төгссөн. Сургуулиа төгсөөд Уул хүрээлэн болон Япон улсын эрчим хүчний агентлагийн хамтран хэрэгжүүлсэн Нүүрс коксжуулах төсөл дээр шинжилгээний ажилтнаар ажиллаж байгаад тухайн оны 12 дугаар сард төслийг хэрэгжүүлэх хугацаа дуусч 2011 оны 4

<sup>3</sup> Guide to coalbed methane reservoir Engineering, Gas Research Institute (1995) гарын авлагаас үлгэрлэн тооцсон.

дүгээр сард “Эрдэнэс Монгол” ХХК-д инженерээр ажилд орж одоогоор тус компанийн Тэргүүн дэд захирлын багийн Геологи, уул уурхайн асуудал хариуцсан захирлаар ажиллаж байна. Мөн 2013 оноос Монгол Улсын Их сургуулийн Ашигт малтмалын тэнхимийн шатах ашигт малтмалын геологийн мэргэжлийн магистрантаар суралцаж байна.

Чинбат овогтой Оргил нь 2001-2005 онд Английн Leicester university-г аялал жуулчлалын менежер мэргэжлээр, бакалавр зэрэгтэй 2008-2011 онд Монгол улсын их сургуулийн Геологи газарзүйн факультетыг геологич мэргэжлээр бакалавр зэрэгтэй тус тус дүүргэсэн. 2013-2015 Монгол улсын их сургуулийн ашигт малтмалын тэнхимийн шатах ашигт малтмалын геологийн мэргэжлийн магистрантаар мөн суралцаж байна. Эрхэлж байсан ажлуудаас дурдвал 2009-2011 онд MGM Gold ХХК-д Геологичоор, 2012 оноос Эрдэнэс Монгол ХХК-д геологичоор ажиллаж байна.

#### **АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:**

- [1] “Эрчим хүчний шинэ эх үүсвэрүүд – Экспортын боломж ба сорилт”, Coal Mongolia 2015 investment forum, Эрчим хүчний сайд Д.Зоригт.
- [2] “Геологи, уул уурхайн салбарын мэдээллийн товхимол” 2014 эхний хагас жил, АМГ.
- [3] “Нүүрсний хими, технологийн үндэс” Улаанбаатар, 2012, Ж.Нарангэрэл
- [4] “Noyon Mongolia CBM project”, December 2005, Stormcat Energy Corporation
- [5] “Tsaidam Mongolia CBM Project”, October 23, 2005, Stormcat Energy Corporation
- [6] “Exploration Drilling & Gas Analysis of CBM in Mongolia Final Report”, April 5, 2011, KIGAM
- [7] “Pre-feasibility study for coal mine methane recovery and utilization at NariinSukhait mine, Mongolia”, March, 2013
- [8] “Pre-feasibility study for coal mine methane recovery and utilization at Baganuur mine, Mongolia”, December, 2013



# Экскаваторын цагийн бүтээл тооцох аргачлал

Ө.Ган-Од\*, Г.Амартүвшин†  
 \*ШУТИС-ГУУС, Улаанбаатар, Монгол улс  
 † ШУТИС-ГУУС, Улаанбаатар, Монгол улс

Хураангуй. Экскаваторын цагийн бүтээл тооцох аргачлалуудыг харьцуулав. Үүнд:

- Уламжлалт аргачлал (манай оронд болон ОХУ-д ашигладаг)
- Барууны аргачлал (барууны орнуудад ашигладаг)
- Экскаватор, автосамосвалын хослолоор ажиллах үед тус тус төмрийн хүдрийн жишиг дээр тооцож харьцуулав.

Түлхүүр үр: Утгуурын багтаамж, Экскавац, Утгуур дүүргэлтийн коэффициент, Утгуур дахь сийрэгжилтийн коэффициент

## 1. Аргачлал

1.1. Экскаваторын цагийн бүтээл тооцох уламжлалт аргачлал

$$Q_{эц} = \frac{3600 \cdot E \cdot K_{уд} \cdot K_m \cdot K_{эм}}{t_m \cdot K_c} \quad (1)$$

$E$  - экскаваторын утгуурын багтаамж, м<sup>3</sup>  
 $K_{уд}$  - экскаваторын утгуур дүүргэлтийн коэффициент, (1-р хүснэгт)  
 $K_c$  - экскаваторын утгуур дахь чулуулгийн сийрэгжилтийн коэффициент, (2-р хүснэгт)  
 $K_m$  - мөргөцгийн нөхцөлийг тооцох коэффициент, (3-р хүснэгт)  
 $K_{эм}$  - экскаваторын төрлийг тооцох коэффициент, (4-р хүснэгт)  
 $T_m$  - Мөчлөгийн хугацаа, сек

1-р хүснэгт

Экскаваторын утгуур дүүргэлтийн  $K_{уд}$  коэффициент

E (м <sup>3</sup> )	Чулуулгийн бутлагдлын $d_n$ (см) хэмжээнээс хамаарах $K_{уд}$ коэффициентийн үзүүлэлтүүд										
	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	
4	1.15	1.08	0.93	0.72	0.45	0.22	0.1	-	-	-	
6	1.17	1.12	1.0	0.82	0.6	0.4	0.25	0.15	-	-	
8	1.18	1.15	1.08	0.92	0.73	0.53	0.37	0.25	0.16	-	
10	1.18	1.15	1.08	0.98	0.82	0.63	0.47	0.32	0.22	0.12	
12.5	1.18	1.16	1.09	1.0	0.88	0.72	0.55	0.38	0.27	0.16	
15	1.18	1.16	1.1	1.03	0.95	0.8	0.68	0.52	0.36	0.25	
20	1.19	1.17	1.11	1.06	1.0	0.9	0.8	0.65	0.52	0.4	
25	1.19	1.17	1.12	1.09	1.04	0.97	0.87	0.76	0.65	0.53	
35	1.2	1.18	1.15	1.12	1.08	1.03	0.97	0.87	0.78	0.7	
40	1.2	1.18	1.16	1.14	1.1	1.05	1.01	0.93	0.84	0.76	
50	1.2	1.18	1.17	1.15	1.12	1.08	1.03	0.97	0.88	0.8	

2-р хүснэгт

Экскаваторын утгуур дахь чулуулгийн сийрэгжилтийн коэффициент

E	$d_n$ (см)-ээс хамаарах $K_c$ коэффициентийн үзүүлэлтүүд										
	10	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105
4	1.35	1.4	1.53	1.65	1.82	1.95	2.0	2.05	-	-	-
6	1.34	1.38	1.48	1.6	1.75	1.86	1.95	2.0	2.03	-	-
8	1.33	1.36	1.43	1.53	1.65	1.78	1.9	1.96	2.01	2.05	-
10	1.32	1.35	1.42	1.5	1.6	1.72	1.83	1.91	1.99	2.02	2.05
12.5	1.31	1.34	1.4	1.46	1.55	1.66	1.77	1.86	1.95	2.0	2.03
15	1.31	1.33	1.39	1.44	1.52	1.63	1.74	1.82	1.92	1.99	2.02
20	1.3	1.32	1.37	1.42	1.49	1.58	1.68	1.78	1.86	1.93	1.99
25	1.3	1.32	1.35	1.4	1.46	1.54	1.64	1.74	1.82	1.89	1.95
35	1.3	1.31	1.33	1.39	1.43	1.5	1.58	1.66	1.74	1.81	1.87
40	1.3	1.31	1.33	1.38	1.42	1.48	1.55	1.61	1.71	1.78	1.84
50	1.3	1.31	1.33	1.37	1.41	1.46	1.52	1.58	1.66	1.74	1.79
80	1.3	1.31	1.32	1.34	1.38	1.41	1.45	1.5	1.56	1.62	1.69

Мөргөцгийн нөхцөлийг тооцох  $K_M$  коэффициент

Экскаватор	Цооногийн эгнээний тоо	$d_n$ (см)-аас хамаарах $K_M$ коэффициентийн үзүүлэлт		
		< 35 см	35-60 см	> 60 см
ЭКГ-5	1	0.9	0.7	0.6
	2÷3	0.93	0.73	0.63
	4÷5	0.95	0.75	0.65
	6÷9	0.97	0.77	0.67
ЭКГ-8И	1	0.9	0.75	0.65
	2÷3	0.93	0.78	0.68
	4÷5	0.95	0.8	0.7
	6÷9	0.97	0.82	0.72
ЭКГ-12.5	1	0.9	0.8	0.7
	2÷3	0.93	0.83	0.73
	4÷5	0.95	0.85	0.75
	6÷9	0.97	0.87	0.77
ЭКГ-20	1	0.94	0.88	0.79
	2÷3	0.96	0.90	0.81
	4÷5	0.98	0.92	0.83
	6÷9	1.0	0.93	0.85

Экскаваторын төрлийг тооцох  $K_T$  коэффициент

Үзүүлэлт	Экскаваторын утгуурын багтаамж, м <sup>3</sup>						
	Ил уурхайн экскаватор (ЭКГ)				Уртасгасан сумтай (ЭКГ)		
	<2	3÷5	8÷12.5	16÷20	<2	3÷5	6÷8
Экскаваторын төрлийг тооцох коэффициент $K_T$	$\frac{1.15 \div 1.1}{1.1 \div 1.05}$	1	$\frac{0.85 \div 0.75}{0.95 \div 0.9}$	$\frac{0.75 \div 0.7}{0.9 \div 0.85}$	$\frac{1.15 \div 1.1}{1.1 \div 1.05}$	1	$\frac{0.9 \div 0.8}{0.97 \div 0.85}$

Тайлбар: Хүртвэрт нягт ба зөөлөн чулуулгийг шууд ухахад  
Хуваарьт тэслэгдсэн чулуулгийг ухахад

1.2. Экскаваторын цагийн бүтээл тооцох барууны аргачлал

$P_T$  - Шилжилтийг тооцох коэффициент, (7-р хүснэгт)  
 $T_6$  - Мөчлөгийн хугацаа, сек

$$P_i = \frac{3600 * C_b * SF * E * FF * P_T}{T_d} \quad (2)$$

Экскаваторын ажиллах чадварыг тооцох коэффициент

$P_i$  - Цагийн бүтээл, м<sup>3</sup>/цаг  
 $C_b$  - Экскаваторын утгуурын багтаамж, м<sup>3</sup>  
 $SF$  - Экскавацийн коэффициент,  $SF = \frac{FF}{K_c}$ ,  
(6-р хүснэгт)  
 $E$  - Ажиллах чадварыг тооцох коэффициент,  
(5-р хүснэгт)  
 $FF$  - Утгуур дүүргэлтийн коэффициент,  
(6-р хүснэгт)

Ажлын нөхцөл	Операторын ур чадвар			
	маш сайн	сайн	дунд зэрэг	муу
Маш сайн	0,83	0,80	0,77	0,70
Сайн	0,76	0,73	0,70	0,64
Дунд зэрэг	0,72	0,69	0,66	0,60
Муу	0,63	0,61	0,59	0,54

Эзлэхүүн жин, сийрэгжилтийн коэффициент, утгуур дүүргэлтийн коэффициент, экскавацийн коэффициент

Чулуулаг	Эзлэхүүн жин, т/м <sup>3</sup>	Сийрэгжилтийн коэффициент	Утгуур дүүргэлтийн коэффициент	Экскавацийн коэффициент
Асбистын хүдэр	1,9	1,4	0,85	М
Базальт	2,95	1,6	0,80	Н
Боксит	1,9	1,35	0,90	М
Шохой	1,85	1,3	0,90	М
Шавар (хуурай)	1,4	1,25	0,85	М
Шавар (хүнд)	2,1	1,35	0,80	М-Н
Шавар, хайрга (хуурай)	1,5	1,3	0,85	М
Шавар, хайрга (нойтон)	1,8	1,35	0,80	М-Н
Нүүрс (чулуун)	1,6	1,35	0,9	М
Нүүрс (хүрэн)	1,0	1,3	0,9	М
Зэсийн хүдэр (ядуу)	2,55	1,5	0,85	М-Н
Зэсийн хүдэр (баян)	3,2	1,6	0,80	Н
Хөрс (хуурай)	1,65	1,3	0,95	Е
Хөрс (нойтон)	2,0	1,3	0,9	М
Гранит	2,41	1,55	0,8	Н
Хайрга (хуурай)	1,8	1,25	1,0	Е
Хайрга (нойтон)	2,1	1,25	1,0	Е
Гипс	2,8	1,5	0,85	М-Н
Лимонит	3,2	1,4	0,85	М
Төмрийн хүдэр (40% Fe)	2,65	1,4	0,8	М-Н
Төмрийн хүдэр (+40% Fe)	2,95	1,45	0,8	М-Н
Төмрийн хүдэр (+60% Fe)	3,85	1,55	0,75	Н
Шохойн чулуу (хатуу)	2,6	1,6	0,80	М-Н
Шохойн чулуу (зөөлөн)	2,2	1,5	0,85	М-Н
Элс (хуурай)	1,7	1,15	1,00	Е
Элс (нойтон)	2,0	1,15	1,00	Е
Элс хайрга (хуурай)	1,95	1,15	1,00	Е
Элс хайрга (нойтон)	2,25	1,15	1,00	Е
Элсэн чулуу (нүх сүвэрхэг)	2,5	1,6	0,8	М
Элсэн чулуу (цемент)	2,65	1,6	0,8	М-Н

7-р хүснэгт

Шилжилтийг тооцох коэффициент

Уурхайн төрөл	Шилжилтийг тооцох коэффициент
Нүүрсний уурхай	0,75
Хүдрийн уурхай	0,85
Элс хайрганы уурхай	0,90
Барилгын материалын уурхай	0,95

1.3. Экскаватор автосамосвал хосолж ажиллах үед тооцох экскаваторын цагийн бүтээл Дээрх 2 аргууд нь экскаватор 1 цаг тасралтгүй ухах нөхцөлөөр экскаваторын бүтээлийг тооцдог. Харин экскаватор нь автосамосвалтой хосолж ажиллах үед автосамосвал мөргөцөг сэлгээ хийх үед автосамосвалыг хүлээх хугацаа үүсдэг тул ачилт хийх хугацаа болон автосамосвалын сэлгээ хийх хугацаанаас хамааран экскаваторын цагийн бүтээлийг дараах байдлаар тооцож болно.

$$Q_{ц} = \frac{\left(\frac{E \cdot K_{уд}}{K_{ус}} \cdot N \cdot 3600\right)}{(t_a + t_{сэ})} \cdot K_{оп} \quad (3)$$

$E$  - Утгуурын багтаамж, м<sup>3</sup>

$K_{ус}$  - утгуур дахь чулуулгийн сийрэгжилтийн коэффициент

$K_{уд}$  - утгуур дүүргэлтийн коэффициент

$N$  - Утгалтын тоо

$t_{сэ}$  - Автосамосвалын сэлгээ хийх хугацаа, сек

$t_a$  - Автосамосвалд ачилт хийх хугацаа, сек

$K_{оп}$  - Операторын ур чадварыг тооцох коэффициент

Автосамосвалыг ачаалах  $t_a$  (сек) хугацаа болон утгалтын тоо  $N$ :

$$1.1 \quad \frac{q_a}{\gamma_4 \cdot V_a} \cdot K_{ус} < 1 \quad \text{бол даац ашиглалтын}$$

нөхцөлөөр:

$$t_{a1} = \frac{q_a}{E \cdot \gamma} \cdot t_m \cdot \frac{K_{ус}}{K_{уд}} \quad (4)$$

(5)

$$1.2. \quad \frac{q_a}{\gamma_4 \cdot V_a} \cdot K_{ус} \geq 1 \quad (5) \quad \text{бол тэви}$$

ашиглалтын нөхцөлөөр:

$$t_{a2} = \frac{V_a}{E} \cdot t_m \cdot \frac{K_m}{K_{уд}}; \quad (6)$$

$$N = \frac{V_a * K_{yc}}{E * K_{yd}} \quad (7)$$

9-р хүснэгт

$q_a, V_a$  - Автосамосвалын даац (тн), тэвшний багтаамж ( $m^3$ )

$\gamma_q$  - Чулуулгийн эзлэхүүн жин,  $t/m^3$

$t_m$  - Эскаваторын мөчлөгийн хугацаа, сек

$K_m$  - тэвшний багтаамж ашиглалтын коэффициент,  $K_m \approx 1.0 \div 1.15$

Харьцуулсан тооцоо

Эскаваторын цагийн бүтээл тооцох аргачлалуудыг НІТАСНІ ЕХ2600 маркын /утгуурын багтаамж  $13.2 m^3$  / эскаватор дээр тооцож үзэв. Уг эскаватор нь Таяннуур, Төмөртэй гэх мэт төмрийн хүдрийн уурхайнуудын хөрс хуулалтын ажилд ашиглагдаж байна. НІТАСНІ ЕХ2600 эскаваторыг САТ 777D /91 т даацтай/ автосамосвалтой ажиллах үед тооцож харьцуулав.

8-р хүснэгт

Эскаваторын цагийн бүтээл тооцох уламжлалт аргачлалаар тооцсон цагийн бүтээл

д/д	Үзүүлэлт	Хэмжих нэгж	Хэмжээ
1	Эскаваторын утгуурын багтаамж	$m^3$	13.2
2	Утгуур дүүргэлтийн коэффициент		0.9
3	Утгуур дахь чулуулгийн сийрэгжилтийн коэффициент		1.2
4	Мөргөцгийн нөхцөлийг тооцох коэффициент		0.8
5	Эскаваторын төрлийг тооцох коэффициент		0.9
6	Мөчлөгийн хугацаа	сек	30
7	Цагийн бүтээл	$m^3/цаг$	855

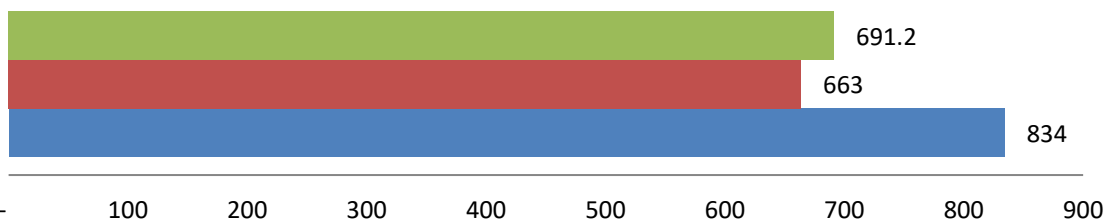
Эскаваторын цагийн бүтээл тооцох барууны аргачлал тооцсон цагийн бүтээл

д/д	Үзүүлэлт	Хэмжих нэгж	Хэмжээ
1	Эскаваторын утгуурын багтаамж	$m^3$	13.2
2	Утгуур дүүргэлтийн коэффициент		0.9
3	эскаваторын утгуур дахь чулуулгийн сийрэгжилтийн коэффициент		1.2
4	Эскавацийн коэффициент		0.8
5	Ажиллах чадварыг тооцох коэффициент		0.73
6	Шилжилтийг тооцох коэффициент		0.85
7	Мөчлөгийн хугацаа	сек	30
8	Цагийн бүтээл	$m^3/цаг$	663

10-р хүснэгт

Эскаватор автосамосвал хосолж ажиллах үед тооцсон эскаваторын цагийн бүтээл

д/д	Үзүүлэлт	Хэмжих нэгж	Хэмжээ
1	Чулуулгийн эзлэхүүн жин	$t/m^3$	2.7
2	Утгуурын багтаамж	$m^3$	13.2
3	Утгуур дүүргэлтийн коэффициент		0.9
4	Мөчлөгийн хугацаа	сек	30.0
5	Даац	т	91
6	Тэвшний багтаамж	$m^3$	60
7	Утгалтын багтаамж	т	29.2
8	Утгалтын тоо		3.0
9	Автосамосвалын ачааны хэмжээ	т	87.5
10	Ачилтын хугацаа	сек	90.0
11	Сэлгээ хийх хугацаа	сек	45
12	Операторын ур чадварын коэффициент		0.80
13	Цагийн бүтээл	$m^3/цаг$	691.2



- Эскаватор автосамосвал хосолж ажиллах үед тооцсон бүтээл,  $m^3/цаг$
- Барууны аргачлалаар тооцсон бүтээл,  $m^3/цаг$
- Уламжлалт аргачлалаар тооцсон бүтээл,  $m^3/цаг$

1-р зураг. Эскаваторын цагийн бүтээлийн тооцооны нэгтгэсэн харьцуулалт

## ДУГНЭЛТ

1. Дээрх 3 аргачлалаар ижил нөхцөлд тооцоо хийхэд хэрэглэгдэх коэффициентуудаас хамааран бүтээлийн хэмжээ өөр өөр утгатай гарж байна.
2. Экскаваторын цагийн бүтээл тооцох уламжлалт аргачлал нь ЭКГ төрлийн шууд утгуурт экскаватор болон канатан татлагатай шууд утгуурт экскаваторуудад илүү тохиромжтой арга юм. Учир нь мөргөцгийн нөхцөлийг тооцох  $K_m$  коэффициент, экскаваторын төрлийг тооцох  $K_{\text{т}}$  коэффициентуудыг тухайн экскаваторуудын маркаар хамааруулж тооцдог.
3. Экскаваторын цагийн бүтээл тооцох барууны аргачлал нь операторын ур чадвар, ажлын нөхцөлийг коэффициент болгож тооцдог. Экскаваторын операторын ур чадвар гэдэг бол тухайн техникийн бүтээлийг тодорхойлох гол хүчин зүйлүүдийг нэг юм. Энэ үзүүлэлтээс цаашид тухайн техникийн операторыг сургах, чадваржуулах гэсэн компаний менежментийн асуудал бас тооцогдож болох давуу талтай.
4. Экскаватор автосамосвал хосолж ажиллах үед тооцох аргачлал нь экскаваторын ачилт хийх хугацаа болон автосамосвалын мөргөцөгт сэлгээ хийх хугацаа, операторын ур чадвараас хамааруулан тооцдог илүү бодит байдал руу хөтлөх давуу талтай.

### АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:

- [1] Цэдэндорж С, Пүрэвсүрэн Д “Ил уурхайн процесс” практикум. Улаанбаатар, 2005
- [2] American institute of mining “SME mining engineering handbook” USA
- [3] American institute of mining “Surface mine” USA

# Уурхайн хажуугийн тогтворжилт ба структур геологи

\* Л.Жаргалсайхан

\*ШУТИС-ГУУС, Улаанбаатар хот, Монгол улс

*Хураангуй: Ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтонд нөлөөлдөг байгалийн хүчин зүйлийн дотороос ордын структур, тогтоцын нөлөөллийг судлах нь хажуугийн эвдрэлийн эх үүсвэрийг тогтоох, тогтворжуулах арга хэмжээ авахад онцгой үүрэгтэй гэж үзэж байна. Тийм учраас ордын структур геологийн судалгааг нөөц тогтоох хайгуулын ажилтай хамт эсвэл тусгайлан бүрэн гүйцэд хийх шаардлагатай байна. Ордын талбайд байгаа томоохон хэмжээний тектоник эвдрэл, хагаралууд нь уурхайн талбайн хаана, ямар хэлбэр хэмжээтэй, яаж байрлаж байгааг тогтоож, ашиглалтын явцад түүний нөлөөгөөр хаана ямар эвдрэл гарч болохыг судлав.*

*Түлхүүр үг: хагарал, структур, бүтэц, “сарнай диаграмм”, сунал*

**Зорилго:** Нарийн сухайтын нүүрсний ил уурхайн ажлын бус хажуугийн эвдрэлд тектоник, хагарал хэрхэн нөлөөлж буйг судлах

**Судалгааны объект:** Нарийн сухайтын нүүрсний ил уурхай

Нарийн Сухайтын нүүрсний уурхай геологийн төвөгтэй тогтоц бүхий нутаг дэвсгэрт оршино. Хурдас хуримтлагдан дарагдсан түүхэн явц, үүний дараа үүссэн хэв гажилтууд, нүүрсний томоохон ордууд нээгдэж байгаа сав газарт бий болсон их хэмжээний суулт, эвдрэлийг хадгалж үлдсэн бүтэц, структурууд нь ихээхэн атираажиж, хугарал эвдрэлд орсон байна. Энэ газруудад стратегийн эрдсүүд, нефть, хийн болон нүүрсний ордууд агуулагдаж байна. Нарийн сухайтын район өргөрөгийн чиглэлд дараах структуруудыг үүсгэсэн байна. Хойноос урагш нэрлэвэл: Хүрэн ханангийн синклиналь (Ноёны синклиз), Тостын горст, Ховд-Овоотын грабен синклиналь, Нарийн сухайтын тохрол, Нарийн сухайтын грабен-синклиналь, Хөхөлзөхийн говийн синклиналь.

1. Хүрэн ханангийн синклиналь (Т<sub>3</sub>-J<sub>1</sub>). Зарим ном зохиолд Ноёны синклиз гэж нэрлэсэн байдаг. Гурван тэс сумын төвөөс өргөрөгийн дагуу зүүн тийш 100 аад км үргэлжилдэг. Агаарын болон сансрын зурагт үелэлүүд нь маш тодорхой харагддагаар нь Ноёны агат гэж нэрлэх нь ч бий.
2. Тостын горст (Pz). Өргөрөгийн чиглэлд Бумбын нуруу, тостын нуруу, Тахилгын хярыг дамнасан 180 км урт, 30 км өргөн талбайг эзэлнэ.
3. Ховд-Овоотын грабен (K<sub>2</sub>). Өргөрөгийн чиглэлд 160 км үргэлжилдэг. Палеозойн хурдсаар суурилсан энэхүү грабенийг дээд

цэрдийн настай конгломерат, гравелит, элсэн чулуу, алевролитийн найрлагатай эрээн хурдас дүүргэж, хормой, делюв, нуур, пролювийн гаралтай дөрөвдөгчийн настай хурдсаар хучигдсан байдаг. Ховд-Овоотын грабений нэг онцлог нь газар доорх цэвэр усны сан болж байдаг.

4. Нарийн сухайтын тохрол. Ховд-Овоотын грабен синклиналийн урд хилийг тогтоодог. Нарийн сухайтын тохрол өргөрөгийн дагуу чиглэлд 100 км орчим үргэлжилдэг. Маршрутын ажиглалтаар хагарлын хавтан нь 175-185<sup>0</sup>-ын зовхисын чиглэлд түүний уналын өнцөг 35-50<sup>0</sup>, хагарал гүний чиглэлдээ 350-400 м.-ээс их байна. Тохролын дагуу орчин үеийн газрын гадаргад тектоникийн мөрөгцөг маш тод илэрдэг ба олон тооны булаг шанд гарсан байна.

5. Нарийн сухайтын грабен-синклиналь (Т<sub>3</sub>-J<sub>1</sub>). Нарийн сухайтын чулуун нүүрсний ордыг бүрдүүлж байгаа структур юм.

Нарийн сухайтын орд геологийн нийлмэл байдлаараа II зэрэгт багтана. Тектоник бүтцийхээ хувьд ерөнхийдөө 2 синклиналь, 1 антиклиналь атираанаас тогтоно. Эдгээр атираанууд нь бүгд урагш чиглэсэн хөнтрүү хэлбэршилд багтжээ.

6. Хөхөлзөхийн говийн синклиналь (K<sub>2</sub>-Q<sub>4</sub>). Хөхөлзөхийн говийн синклиналь нь өргөрөгийн дагуу сунасан байрлалтай, Нарийн сухайтын грабен синклиналийн урд жигүүрийг хучсан байдалтайгаар өргөрөгийн дагуу 160 км урт, Монгол-Хятадын хил дамнасан өргөн томоохон структур юм.

Уурхайн эдэлбэр газрын талбай нь эрчимтэй тохролийн системийн хойд талд байрлана. Монголын хилийн дагуу бараг зэрэгцэн байрлана (Хендрикс, 1996). Тохролын фронтыг хожуу Палеозойн үеийн, тив хоорондын мөргөлдөөнт бүсийн үүнийг Тянь шань-Ин шань шаваасын элемент буюу Тянь шань шаваас гэж нэрлэдэг, (Хоймен, 2012).

Ордын районд суналын дагуу 13.260 км урт, 6.630 км өргөнтэй 87,9 км<sup>2</sup> талбайд байгаа нийт хагарлыг тогтоов. Судалгаанд хамрагдсан газрыг 0,4 км<sup>2</sup> хэмжээтэй 209 жижиг хэсэгт хувааж (урт, өргөн нь 631.4 м) нэгж талбайд ноогдох хагарлын тоог тодорхойлдог геологийн аргачлалаар тооцож гаргав. Хамрагдсан талбайн нэг жижиг хэсэгт 1-4 ширхэг хагарал тохиолдож байгаа нь уурхайн ашиглалтын талбай нийтдээ их хэмжээний хагарал, эвдрэл дээр байрласан гэдэг нь харагдаж байна. Уурхайн талбайд байгаа ихэнхи хагаралууд нь хойноос урагшаа, уртрагийн дагуу чиглэж

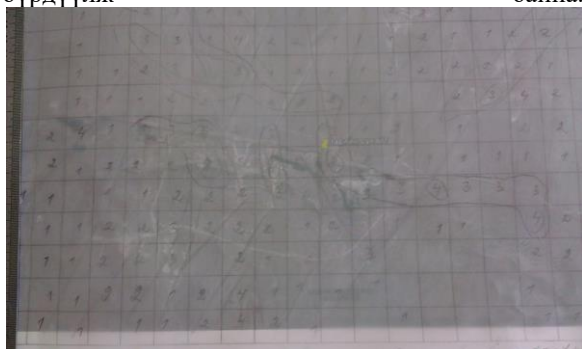
байгаа бөгөөд Нарийн сухайтын тохрол буюу өргөрөгийн дагуух хагарлыг нэвт гарсан байгаа бөгөөд хөндлөн хагарал нь уурхайн ажлын бус хажуутай паралелиар байгаа нь (1-р зураг) харагдаж байна.

Уурхайн ашиглалтын цаашдын үе шатуудад уртрагийн дагуух хагаралууд ихээхэн тохиолдох бол томоохон хэмжээний өргөрөгийн дагуух хөндлөн хагарал зурагт тэмдэглэгдээгүй байна.



1-р зураг. Нарийн сухайтын ордын талбай орчимд буй хагарал

Нэгж талбайд буй хагаралын тоо нь хагарлын нягтралыг харуулж байгаа бөгөөд уурхайн талбайд хагаралын нягтрал их байгаа нь түүнээс хамаарсан эвдрэл илүүтэй гарах нөхцөлийг бүрдүүлж байна.



2-р зураг. Нарийн сухайтын ордын нэгж талбайд буй хагаралын тоо

209 жижиг хэсгийн 90 хувьд нь 1-4 ширхэг хагарал байгаа нь уурхайн талбай бүх хэсэг их хэмжээний хагарал дээр байрласныг харуулж байна.

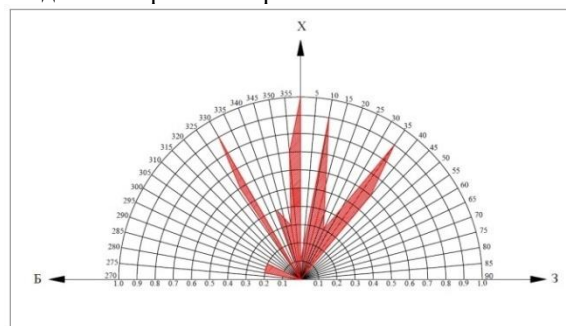
1 –р хүснэгт

Суналын чиглэл дэх хагаралын тоо

№	Суналын чиглэл, градус	Хагаралын тоо	Харьцаа
1	270-275	-	-
2	276-280	-	-
3	281-285	1	0.2
4	286-290	1	0.2
5	291-295	1	0.2
6	296-300	-	-
7	301-305	-	-
8	306-310	-	-
9	311-315	-	-
10	316-320	-	-
11	321-325	-	-
12	326-330	4	0.6

13	331-335	6	0.9
14	336-340	-	-
15	341-345	3	0.4
16	346-350	2	0.3
17	351-355	5	0.7
18	356-360	7	1
19	0-5	1	0.1
20	6-10	6	0.9
21	11-15	3	0.4
22	16-20	2	0.3
23	21-25	2	0.3
24	26-30	3	0.4
25	31-35	6	0.9
26	36-40	4	0.6
27	41-45	-	-
28	46-50	-	-
29	51-55	-	-
30	56-60	-	-
31	61-65	-	-
32	66-70	-	-
33	70-75	-	-
34	76-80	-	-
35	81-85	-	-
36	86-90	-	-
Нийт хагаралын тоо 57			

Нарийн сухайтын уурхайн талбайд буй нийт хагаралын 95 % нь, баруун хойт, хойт, зүүн хойт зүгийн хооронд буюу үндсэндээ уртрагийн дагуу (326<sup>0</sup>- 35<sup>0</sup>) байна. Уурхайн талбайд Нарийн сухайтын тохрол гэж нэрлэгдэх өргөрөгийн дагуух үргэлжилсэн 1 том хөндлөн хагаралаас өөр хөндлөн хагарал байхгүй байна.



3-р зураг. Хагаралын “сарнай диаграмм”

Уурхайн талбайд байгаа нийт хагаралын 95 хувь нь буюу 54 ширхэг хагарал 326-40 градусын чиглэлд буюу баруун хойт болон зүүн хойт зүгээс чиглэлтэй байна. Нарийн сухайтын тохрол гэж нэрлэгдэх 1 ширхэг хөндлөн хагарал мөн 2 ширхэг бага хэмжээний хөндлөн хагарал 281-295 градусын чиглэлд байна.

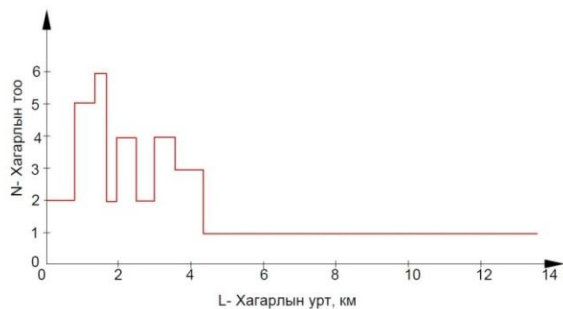
Эндээс үзэхэд уурхайн талбайг дайрч гарсан хагарал нь уртрагийн дагуу чиглэлтэй хагарал зонхилж байгаа боловч тохрол гэж нэрлэгдэх хөндлөн хагарал нь уурхайн ашиглалтын явцад ажлын бус хажуутай паралель эвдрэл гарах магадлал өндөр байна.

Хагаралын урт ба хагаралын тоогоор хагаралын гистограмм байгуулав. Хагаралын гистограмм нь уурхайн талбайд буй хагарал тус бүрийн уртыг тогтооно. Хагаралын тоо ба ижил болон өөр хэмжээтэй хагаралын уртын харьцаагаар график байгуулав. (4-р зураг) Тэгш өнцөгт координатын системд хэвтээ тэнхлэгийн дагуу хагаралын уртыг, босоо тэнхлэгт хагаралын тоог харуулав. Хагаралын

уртын интервалыг (h) хуваахадаа Стрэджесагийн тэгшитгэлийг [4] ашиглаж тогтоов.

$$h = \frac{X_{max} - X_{min}}{1 + 3.322 \log N} = \frac{13.6 - 0.6}{1 + 3.322 \log 57} = 1.756 \quad (1)$$

энд;  $X_{max}$  – хамгийн урт хагарал; км  
 $X_{min}$  – хамгийн богино хагарал; км  
 $N$  – нийт хагарлын тоо;



4-р зураг Хагарлын гистограмм

Графикаас үзэхэд нийт хагарлын 90 % нь 3 км – ээс бага, 10 хувь нь 3.1 –13.6 км урттай байна. Уурхайн ашиглалтын явцад тухайн хагарал хаанаасаа хаана хүртэл үргэлжилж байгаа тэр нь

уурхайн хажуутай яаж огтлолцох түүнээс хамааралтай ямар эвдрэл гарч болзошгүйг тогтоох боломжтой гэж үзэж байна. Графикт 1.3 км урт хагарал 6 ш, 0.9 км урт хагарал 5 ш, 1.9 км урт хагарал 4 ш, 3 км урт хагарал 3 ш байгаа бол 4-13.6 км урттай хагарал тус бүр 1 ээс илүүгүй байна. Нарийн сухайтын ордын орчимд 3.1 км ээс их үргэлжилсэн хагарал цөөн, 3.0 км ээс бага урттай хагарал олон байна.

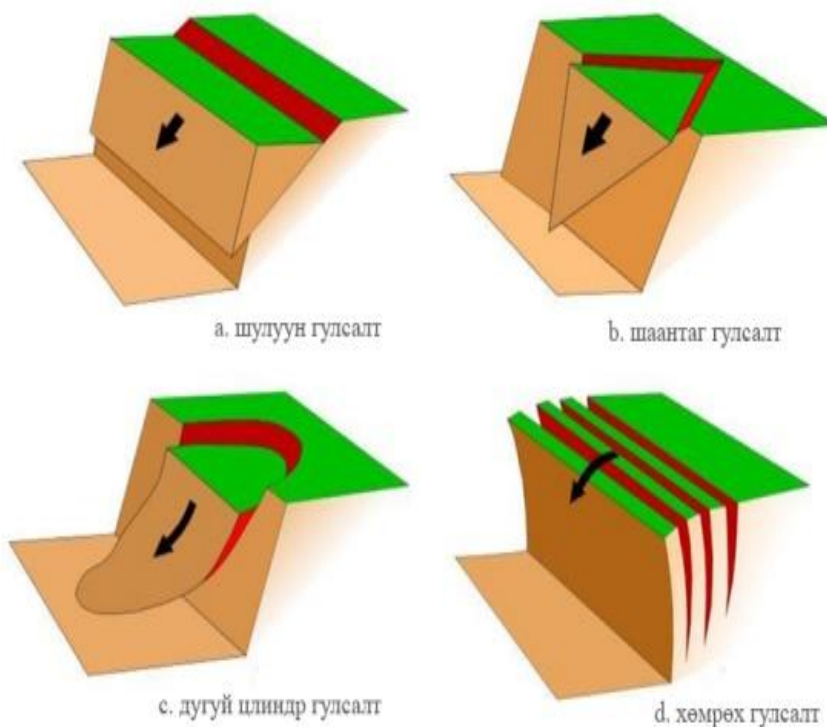
Чулуулгийн үеүд тасарч хоорондоо зөрж шилжихэд шилжилтийн тасрал эвдрэл буюу хагарал үүснэ.

Уурхайн хажууд гарах эвдрэл олон хүчин зүйлээс хамааралтай ч ордын тогтоц, структурээс ихээхэн хамааралтайн зэрэгцээ хагарал, атираашилт нь нэгэн зэрэг бие биетэйгээ салшгүй холбоотойгоор явагддаг гэдгийг судлаачид тэмдэглэдэг. [4]

ОХУ болон Европын орны судлаачид уурхайн хажууд нурал, гулсалт, суулт, хөөлт, эмтрэлт гэсэн 5 төрлийн эвдрэл гардаг. [9]

Ордын структур, бүтэц тогтоцоос хамааралтайгаар уурхайн хажууд шулуун, шаантаг, дугуй цилиндр, хөмрөх (босоо үеэр) гэсэн 4 төрлийн эвдрэл (5-р зураг) гардаг гэж АНУ, Канад, Австрали зэрэг орны судлаачид үздэг байна. [2]

Энэ баримтлалыг уул уурхайн салбарт түлхүү хэрэглэх хандлагатай байна.



5-р зураг. Ил уурхайн хажууд гарах эвдрэлийн төрөл

Эдгээр эвдрэл нь хүндийн хүчний үйлчлэлээр хоосон орон зайруу чулуулгийн масс шилжиж хөдөлгөөнд орох ерөнхий зүй тогтолтойгоор гардаг боловч шулуун эвдрэл нь уурхайн хажуутай паралелиар мөн үелэг тогтоц нь ашиглагдсан орон зайруу уналттай байрласан нөхцөлд ихэвчлэн гардаг бол шаантаг эвдрэл нь хоёр хагарал уурхайн дээд талд огтлолцсоноос харин дугуй цилиндр эвдрэл нь нэгэн төрлийн

чулуулагтай хажууд, хүндийн хүчний үйлчлэлээр, хөмрөх (босоо үеэр) эвдрэл нь уурхайн хажуугийн дээд талын чулуулаг маш их өгөршсөн, босоо үеүдээр байрласан тохиолдолд ихэвчлэн гардаг гэж үздэг байна.

Нарийн сухайтын уурхайн ашиглалтын үе шатанд уурхай гүнзгийрэх явцад хүндийн хүчний үйлчлэл болон хагарлын байрлалаас хамаарч, ажлын бус хажуугийн фронтын дагуу шаантаг болон хавтгай



(өргөрөгийн дагуу) эвдрэл үүсэх нөхцөл бүрэлдсэн байна гэж үзэж байна.

Нарийн сухайтын ордын чулуулаг нь элсэн чулуу, алеворлит, конгломерат зохилох бөгөөд эдгээр нь бат бөхийн үзүүлэлт нь дунд зэрэгт хамаарч байгаа нь ордын талбайд буй хагаралаас хамааран эвдрэл гарахад сөрөгөөр нөлөөлөх үндэстэй байна.

#### ДҮГНЭЛТ

1. Ордын районд суналын дагуу 13.260 км урт, 6.630 км өргөнтэй 87,9 км<sup>2</sup> талбайд байгаа 57 ширхэг хагарлыг тогтоов. Судалгаанд хамрагдсан газрыг 0,4 км<sup>2</sup> хэмжээтэй 209 жижиг хэсэгт хувааж, үзэхэд (урт, өргөн нь 631.4 м) нийт талбайн 90 хувьд буюу нэгж талбайд 1-4 ширхэг хагарал тохиолдож байна. Нэгж талбайд буй хагаралын тоо нь хагарлын нягтралыг харуулах учир, уурхайн ашиглалтын талбай нийтдээ их хэмжээний хагарал, эвдрэл дээр байрлаж байгаа нь харагдаж байна.
2. Тогтоогдсон нийт хагарлын 95 % нь, баруун хойт, хойт, зүүн хойт зүгийн хооронд буюу уртрагийн дагуу (326<sup>0</sup>- 40<sup>0</sup>) байгаа бөгөөд эдгээрийн огтолцолоор шаантаг хэлбэрийн эвдрэл, Нарийн сухайтын тохрол гэж нэрлэгдэх өргөрөгийн дагуух үргэлжилсэн 1 том 2 бага хэмжээний хөндлөн хагарал нь ашиглалтын явцад уурхайн ирмэгтэй паралель эвдрэл гарах нэг нөхцөл болж байна.
3. Хагарлын тоо ба уртаар байгуулсан графикаас үзэхэд нийт хагарлын 90 % нь 3 км –ээс бага, 10 хувь нь 3.1 –13.6 км урттай байна. Хагарлын чиглэл, уртыг тогтоосноор уурхайн ашиглалтын явцад тухайн хагарал

хаанаасаа хаана хүртэл үргэлжлэх, уурхайн хажуутай яаж байрших түүнээс хамааралтай ямар эвдрэл гарч болзошгүйг тогтоох боломжтой гэж үзэж байна.

4. Ордын районы структур бүтэц, тогтоцыг хайгуулын ажлаар нарийвчлан тогтоох, хагаралын чиглэл, уналын өнцөг болон уртыг тогтоох нь уурхайн хажуугийн тогтворжилтыг тооцоолоход структур геологийн талын өгөгдөл байх болно.

#### АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:

- [1] Нарийн сухайтын ордын дунд хэсгийн ашиглалтын ТЭЗҮ. УБ. : 2007 Уул уурхайн хүрээлэн
- [2] Нарийн сухайтын уурхайн уулын ажлын 2012 оны төлөвлөгөө . УБ. : 2011 он
- [3] Нарийн сухайтын ордын ашиглалтын ТЭЗҮ. УБ. : 2012 Уул уурхайн төсөл судалгааны төв
- [4] Чулуун,Д. Структурийн геологи, геологийн зураглал УБ. МУИС. 1978.
- [5] Hoek.E., Bray.J Rock Slope Engineering. Civil and mining 4<sup>th</sup> edition. Spon Press is an imprint of the Taylor & Francis Group. 2004
- [6] Родыгин.А.Н. Структурные диаграммы. Издательство Томского университета.1980.
- [7] Шерманом.С.И., Лобацкой. Р.М., Методика изучения и опыт использования количественных параметров разрывов при геологических исследованиях. Иркутск. 1981.
- [8] Структурная зональность разломов. Лобацкая.Р.М. Москва. Недра. 1987.
- [9] Фисенко.Г.Л Устойчивость бортов карьеров и отвалов. Москва. Недра. 1965.

# Зайсан толгойн хажуу хананы чулуулгийн ан цавын чиглэлийг тогтоох нь

Г. Уранбайгаль\*, Б. Эрдэнэ-Оргил\*\*, О. Дугар†, С. Амирбек††, Л. Мөнхбат†††

\*ШУТИС, Геологи уул уурхайн сургууль, Улаанбаатар хот, Монгол улс

\*\*“Алтайхүдэр” ХХКомпани, Улаанбаатар хот, Монгол улс

†“Хос маркшейдер” ХХКомпани, Улаанбаатар хот, Монгол улс

††“Бүтн” ХХКомпани, Улаанбаатар хот, Монгол улс

†††ШУТИС, Геологи уул уурхайн сургууль, Улаанбаатар хот, Монгол улс

И-мэйл хаяг: [uranbaigali@mail.ru](mailto:uranbaigali@mail.ru), [orgil\\_1991@yahoo.com](mailto:orgil_1991@yahoo.com), [mark.dugar@yahoo.com](mailto:mark.dugar@yahoo.com), [amirs\\_bts@yahoo.com](mailto:amirs_bts@yahoo.com),  
[munkhbat\\_lkhagwasambu@yaho.com](mailto:munkhbat_lkhagwasambu@yaho.com)

**Abstract:** Road beside the Zaisantolgoi there is visible rock and beside that we took 10 points beside the wall and measured total of 850 in the crack, results were developed by CrackArs program, Rose determined the diagram direction in the crack. Rose created the diagram in the map which we measured, and determined the crack direction scheme. We took 50 samples from determined crack direction rocks and determined the density by using the laboratory MNS 3217:82 standard, by developing one kind of statistic we determined

$$\bar{\gamma} = 2.6 \pm 0.038 \text{ г/см}^3.$$

**Түлхүүр үг:** Ан цавшил, хагарал, сарнай диаграм, харагдах нягт

## ОРШИЛ

Улаанбаатар хотод 2015 оны 01 сарын 01-ны өдрийн байдлаар 352812 өрх айл, 1314486 хүн ам байнга оршин сууж байгаа гэсэн судалгааг Нийслэлийн үндэсний статистикийн газраас гаргасан байна [7]. Хүн амын дотоод шилжилт хөдөлгөөн Улаанбаатар хот руу жил ирэх тусам ихэссээр байна. Улаанбаатар хотын бүтээн байгуулалт мөн адил маш хурдацтай хөгжиж байгаа бөгөөд саяхан л бид Дархан –Уул аймгийн 16 давхар барилгыг Монголын хамгийн өндөр хэмээн нэрлэж байлаа. Хэдэн жилийн дотор нийслэлд маань өндөр барилга байгууламжууд сүндэрлэн боссор байна. Хүн амын суурьшил, төвлөрөл бий болсон учраас хурдны зам болон метро барьж байгуулах цаг үе иржээ.

Бид орчин үеийн бүтээн байгуулалтын нэг метрог газрын дээр болон доор гэсэн хувилбаруудаар барьж байгуулахын тулд инженер геологи, хөрсний механик, уулын цулын даралт, уулын чулуулгийн шилжилт хөдөлгөөн, геотехник, газрын хэвлийн геометр зүй тогтол зэрэг олон суурь шинжлэх ухааныг судлах шаардлага зайлшгүй гарч ирж байна.

**Судалгааны зорилго, зорилт:** Энэхүү судалгааны ажлын зорилго нь Зайсан толгойн авто замын

дагуух ил гарсан хажуу хананы хэсгийн чулуулгийн ан цавшлын чиглэл тогтоох, судлахад оршино. Зорилгоо биелүүлэхийн тулд дараах зорилтуудыг тавьж байна.

- Натур хэмжилтээр ан цавын сунал уналын өнцгийг хэмжих;
- CrackArs програм ашиглан сарнай диаграм байгуулах, статистик боловсруулалт хийх;
- Сонгосон объектоос дээж авч, чулуулгийн харагдах нягт тодорхойлох, статистик боловсруулалт хийх;

**Судалгааны ажлын шинэлэг тал:** Зайсан толгойн автозамын дагуу ил гарсан хэсгийн хажуу хананы чулуулгийн ан цавшлын чиглэлийг тодорхойлсноор цаашид энэ аргачлалаар Улаанбаатар хот орчмын ан цавшлын судалгаа хийх боломж бүрдэнэ.

**Практик ач холбогдол:** Ан цавшлын судалгааг хийснээр уулын чулуулгийн шилжилт, хөдөлгөөн, уулын даралтыг удирдах, газрын дээрх объектуудыг хамгаалах, метро барьж байгуулахад газрын доор нэвтрэлтийн үеийн өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын параметр сонгох, оновчлох зэрэг олон асуудлуудыг шийдвэрлэх боломжийг бүрдүүлэх судалгааны ажлын нэг юм. Үүнээс гадна уулын үйлдвэрлэлийн технологийн процессын үед ан цавшлын чиглэл тодорхойлох, том масштабын фотозургийн аргаар мөргөцгийн блокын болон уулын /тэслэгдсэн/ цулын хэмжээг шуурхай тогтоох гэх мэт капитал зардалгүйгээр байгалийн зүй тогтлын уялдаа холбоо, харилцан хамаарлыг судлан шинжлэж үр ашигтай мэдээллээр хангах нь уул уурхайн квалиметрийн судалгааны нэг зорилгыг биелүүлэх практик ач холбогдолтой юм.

## Ан цавшлын чиглэлийн судалгааны ажлын тойм

Газрын хэвлийн геометр, структур геологи, геомеханик, гидрогеологи, инженер геологи болон

уулын үйлдвэрлэлийн технологи зэрэг салбар шинжлэх ухааны гадаад дотоодын олон эрдэмтэд ан цавшил түүнтэй холбоотой сэдэвт олон арван бүтээлүүдийг хэвлэн нийтлүүлсэн байна.

ОХУ-ын эрдэмтэн Такранов Р. А. Шустерман А. С. нар фотограммтрийн аргын үндсэн дээр дурын фотоаппарат ашиглан геологийн структур болон ан цавын чиглэлийг тодорхойлж, арга аргачлалыг боловсруулсан байна. Мөн И. П. Жингеля, К. А. Ардашева ... зэрэг эрдэмтэд ан цавын суналын чиглэл болон уналын өнцгийг хялбархан хэмжиж болохуйц багажийг зохион бүтээжээ. А. В. Пронина, А. Б. Вистелиуса зэрэг эрдэмтэд трайфаретын тусламжтайгаар ан цавын изошугамыг байгуулах аргыг судласан байна.

Үүнээс гадна Монголын эрдэмтдээс ан цавархаг чулуулгийн тэсэлгээний онол, аргагүйн талаар нэлээд олон судалгаа шинжилгээний ажил хийж гүйцэтгэсэн эрдэмтэн нэг бол Төрийн шагналт доктор, (Sc.D) профессор Б. Лайхансүрэн юм. Түүний 2000 оноос хойших эрдэм шинжилгээ, судалгааны ажлууд болон хэвлэн нийтлүүлсэн өгүүлүүдийг судлахад 1986 онд “Ан цавархаг чулуулгийг тэсэлгээгээр бутлах” монографи, 2001 онд “Ан цавшилтай массивыг бутлах процессын иж бүрэн судалгаа, тэсэлгээний ажлын параметрын оновчлол” Шинжлэх ухааны докторын зэрэг хамгаалсан диссертаци, 2006 онд “Чулуулгийн ан цавд долгионы хүчдэл олон дахин ойх, хугарах зүй тогтол” ЭШӨ-ээс гадна ном

сурах бичиг, зохиогчийн эрхийн патентуудыг авсан байна.

Л.Төвхөө, Ц.Дашдорж, Д.Түвшинбаяр нар “Эрдэнэтийн зэс молибдений ордын хүрээнд чулуулгийн ан цавжилтад хийсэн судалгаа” сэдэвт судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэсэн байна.

Доктор Г.Уранбайгаль “ Монголын нүүрсний уурхайнуудыг ил аргаар олборлох үед үр ашигтай мэдээллээр хангах уул-геометрийн болон квалиметрийн судалгаа” сэдвээр 2011 онд ОХУ-ын Санкт-Петербургийн Уул уурхайн техникийн их сургуульд техникийн ухааны докторын (Ph.D) зэрэг хамгаалсан байна. Доктор Г. Уранбайгаль нь энэхүү бүтээлдээ нүүрсний давхаргын ан цавшлын судалгаа хийж, Багануурын уурхайн нүүрсний давхаргын ан цавшлын чиглэлийг тогтоосон байна.

### **Зайсан толгойн чулуулгийн ан цавшлын чиглэл тогтоох судалгааны ажлын үр дүн**

Зайсан толгой руу өгсөх автозамын эргэлттэй хэсгээс автомашины зогсоол хүртэлх зайд уулын чулуулгийн ил гарсан хэсэгт тус бүр 10 цэгт нийт 850 удаагийн хэмжилт хийв. Ан цавшлын үндсэн чиглэл 1,2-р системд сунал болон уналын өнцгийг хэмжиж, CRACKARS програмын тусламжтай сарнай диаграм байгуулав. Ан цавын үндсэн 2 системийн дагуу хийсэн хэмжилтийн статистик боловсруулалт хийж, хэлбэлзлийн өөрчлөлтийг боловсруулсан үр дүнг хүснэгт 1-д үзүүлэв.

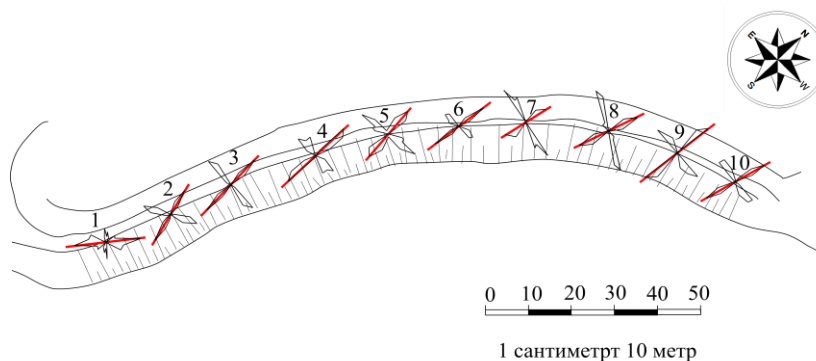
1-р хүснэгт .

Ан цавшлын хэмжилтийн статистик боловсруулалтын үр дүн

Зогсоол	1-р систем			2-р систем		
	Хэмжилтийн тоо	Суналын чиглэл	Уналын чиглэл	Хэмжилтийн тоо	Суналын чиглэл	Уналын чиглэл
1	55	334±21,1	78±13,1	63	38±18,9	78±14,3
2	65	328±18,3	79±10,0	61	27±14,6	80±9,1
3	56	332±14,9	80±10,3	55	30±11,0	79±9,1
4	58	334±24,2	79±9,8	53	35±14,2	79±9,0
5	62	326±27,2	77±13,7	52	19±14,2	79±12,7
6	54	329±20,1	79±10,4	56	31±15,4	78±9,8
7	56	348±15,8	79±10,5	69	47±17,7	78±12,9
8	57	338±18,9	78±12,3	68	51±21,1	77±13,0
9	59	338±17,5	77±8,2	62	42±15,3	75±9,9
10	61	338±15,0	76±10,2	65	36±10,5	75±13,3

Судалгааны ажилд Leica фирмийн 2 долгионы суурин GPS хэрэглэн автозамын трасс болон хажуу хананы дэвсгэр зургийг 1:1000 масштабтай үйлдсэн. Уг дэвсгэр зураг дээр ан цавшлын

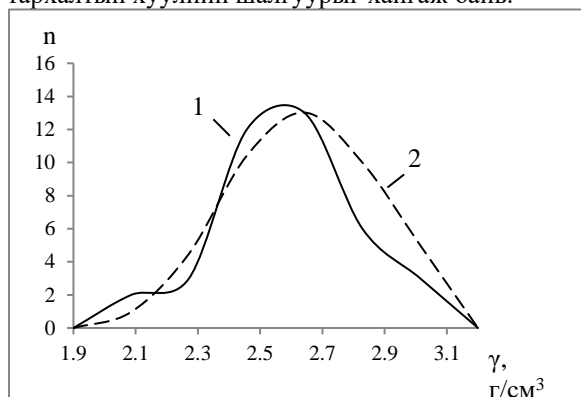
чиглэлийг тодорхойлсон сарнай диаграмм бүхий схемийг хэмжилт хийсэн 10 цэг дээр байрлуулсныг 1-р зурагт үзүүлэв.



1-р зураг. Зайсан толгойн автозамын трассын дагуух хажуу хананы чулуулгийн ан цавын чиглэлийн схем

MNS 3217:82 стандартын дагуу давтан хэмжилтийн аргаар чулуулгийн харагдах нягтыг 50-н дээжин дээр тодорхойлж, статистикийн боловсруулалтын үр дүнд  $\gamma = 2,6 \pm 0,6 \text{ г/см}^3$  байв.

Мөн чулуулгийн харагдах нягтын тархалтын давтамжаар гистограмм /зураг 2./ байгуулж, тархалтын хуулиар шалгавал Логнормаль тархалтын хуулийн шалгуурыг хангаж байв.



2-р зураг. Зайсан толгойн чулуулгийн харагдах нягтын тархалтын гистограмм  
1 – Туршилтын давтамж, 2 – Онолын давтамж

## ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэснээр Зайсан толгойн автозамын дагуух хажуу хананы суурь чулуулгийн ан цавын чиглэлийг тогтоосноор Улаанбаатар хотод газрын доор метро барьж байгуулах нүсэр бүтээн байгуулалтыг эхлүүлэх ажлын суурь судалгааны нэгээхэн хэсэг болно гэдэгт итгэлтэй байна. Мөн дараах дүгнэлтүүдэд хүрч байна.

1. Зайсан толгойн автозамын дагуух хажуу хананд 10 цэг дээр нийт 850 ан цавын хэмжилт хийж, ан цавын чиглэлийг тогтоов. Тус хэмжилт хийсэн хэсгийн чулуулгийн ан цавыг чиглэлийн дэвсгэр зураг дээр байрлуулсан.

2. MNS 3217:82 стандартын дагуу давтан хэмжилтийн аргаар чулуулгийн харагдах нягт 50-н дээжин дээр тодорхойлж, статистикийн боловсруулалт хийснээр  $\gamma_{\text{дун}} = 2,6 \pm 0,038 \text{ г/см}^3$  тогтоосон.

Энэ чиглэлийн судалгааг цааш үргэлжүүлэн уурхайн хөрсний чулуулгийн ан цавын чиглэл, мөргөцгийн блокын хэмжээ болон тэслэгдсэн /уулын/ цулын хэмжээг фотозургийн аргаар шуурхай тодорхойлох гэх мэт уул геометрийн – квалиметрийн судалгааг цогц байдлаар судлах нь зүйтэй гэж үзэж байна.

## АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:

- [1] Гүндсамбуу У. Горно-геометрическое и квалиметрическое обоснование и информационное обеспечение эффективной открытой разработки угольных месторождений Монголии.// диссертация канд. техн. наук. Россия, СПбГГУ. 165с.
- [2] Дондов Д., Уранбайгаль Г., Энхтөр Л. Нүүрсний давхаргын ан цавшилтын судалгаа.// Геодези, уул уурхайн маркшейдер, газрын харилцаа. ЭШХ 39 – р хурлын эмхэтгэл. УБ.: 2011. 43...53 х.
- [3] Дондов Д., Уранбайгаль Г. Багануурын уурхайн нүүрсний чанарын үзүүлэлтүүдийн шүтэлцээг тогтоох нь.// Уул уурхайн сэтгүүл. Хаан принтинг. УБ.: 2000. №3. 30...32 х.
- [4] Такранов Р., Павлов С. П. Горно-геометрический анализ трещиноватости угольных пластов и вмещающих пород. С.-Петербург. 1996. 88с.
- [5] <http://ubstat.mn/>

## Зохиогчийн тухай

Г. Уранбайгаль. ШУТИС-ГУУС-ийн дэд профессор, доктор /Ph.D./ Нүүрсний чанар, уул геометр – квалиметрийн чиглэлээр судалгаа хийдэг.

# Нүүрс олборлолтын экологи эдийн засгийн үнэлгээний математик загвар

Ш.Халтар\*

\*ШУТИС-ГУУС, Улаанбаатар хот, Монгол улс

*Хураангуй — Монгол улсын хөгжлийн өнөөгийн онцлог нь байгалийн нөөц баялгийн ашиглалтаас ихээхэн хамааралтай бөгөөд улс орны нийгэм эдийн засгийг тогтвортой хөгжүүлэх, ард түмний амьдралын түвшинг дээшлүүлэхэд үндэсний үйлдвэрлэлийг, тэр дундаа олборлох үйлдвэрийг хөгжүүлэх, байгалийн нөөц баялгийг зохистой ашиглах замаар эдийн засгийн эргэлтэнд оруулах нь чухал ач холбогдолтой. Ашигт малтмал олборлолтын үр дүнгийн шалгуур нь тухайн нөөцийн ашиглалтын онцлог, экологи эдийн засгийн үнэлгээнд тулгуурлах ёстой. Экологи эдийн засгийн үнэлгээ нь ашигт малтмал олборлох чанар, үр дүнг нийтэд нь агуулах ба экологийн тэнцвэртэй байдлыг хангаж, байгаль орчны байвал зохих чанарыг хадгалах болон хамгийн бага зардлаар хамгийн их эдийн засгийн үр дүнд хүрэх гэсэн үндсэн хоёр асуудлын шийдлийг олох учиртай. Эдгээр асуудлын хооронд орших олон талт төвөгтэй асуудлыг аль болох бүрэн агуулсан үнэлгээний арга зүй, загварчлал өнөө хэр нь үгүйлэгдсээр байгаа юм. Уг илтгэлд нүүрсний уурхайн үйл ажиллагааны экологи-эдийн засгийн үнэлгээний арга загварыг санал болгож байна*

*Түлхүүр үг: технологийн зардал, экологийн зардал, захиргаа удирдлагын зардал, хүчин зүйлийн ачаалал, зардлын жинлэсэн утга*

## I. НҮҮРСНИЙ АЖ ҮЙЛДВЭРИЙН САЛБАРЫН ТУЛГАМДСАН АСУУДАЛ

Уулын үйлдвэрийн хөгжлийг дагаад байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөөллийн хэмжээ далайц нэмэгдэж, үйлдвэрлэл-экологийн хамаарал идэвхжихийн хэрээр үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагааны үр дүн нь байгаль хамгаалах арга хэмжээний болон нөхөн сэргээлтийн зардал зэрэг байгалийн нөөц ашигласны бүхий л төрлийн зардлыг тооцоход тулгуурласан санхүүгийн эрүүл тогтолцоог бүрдүүлснээр тодорхойлогдох учиртай. Ингэснээр байгаль орчинд хал багатайгаар үйлдвэрлэлийн өсөлтийг хангаж, улс орны болон салбарын цаашдын хөгжилд ихээхэн түлхэц болно.

Манай улсын хувьд нүүрс нь эрчим хүчний зориулалтын үндсэн ашигт малтмал төдийгүй уул уурхайн гаралтай экспортын бүтээгдэхүүний гол баялаг юм. Нүүрсний геологийн таамаг нөөц 173,3 тэрбум тонн, цашид ч өсөх магадлалтай, 25.6 тэрбум тонн нүүрсний нөөцийг нарийвчилсан хайгуулын үр дүнгээр тогтоосон, 15 сав газрын хүрээнд 300 гаруй орд илрэл байгаа бөгөөд дэлхийд нүүрсний нөөцөөр эхний 10 орны тоонд багтдаг. Нүүрс олборлолт нь байгалийн нөөц багтаамж өндөртэй үйлдвэрлэлийн нэг бөгөөд жил тутам нүүрсний олборлолт нэмэгдэхийн хэрээр усны алдагдал, бэлчээрийн хомсдол, газрын

элэгдэл, байгаль орчны бохирдол зэрэг сөрөг үзэгдлүүд ихсэж уламжлалт нүүдлийн амьдралын хэв маяг алдагдах, соёлын дурсгал устаж үгүй болох, агаарын бохирдлын улмаас хүн ардын эрүүл мэндэд заналхийлэх туйлын аюултай нөхцөл үүсэх зэргээр уул уурхайн салбарын тэлэлтээс үүдэн нийгэмд шинэ тутам олон асуудал үүсч, эерэг болон сөрөг үзэгдлүүдийг араасаа дагуулах болов.

Манай улсад 600 мянга гаруй га талбайг хамарсан нүүрс олборлох 254 ашиглалтын тусгай зөвшөөрлийг 161 аж ахуйн нэгж эзэмшиж байна. Өнгөрсөн 2014 онд 40 гаруй аж ахуйн нэгж 25,3 сая тонн нүүрсийг олборлож, 1364832,6 сая төгрөгийн борлуулалт хийсний 96,3% буюу 24,3 сая тонныг нь 13 аж ахуйн нэгж олборложээ. Нүүрсний уурхайнууд 2014 онд 98776 мянган м<sup>3</sup> хөрс хуулсан нь 1 тонн нүүрс олборлоход 3,92 м<sup>3</sup> хөрс хуулалт ногдож байна.

Улсын хэмжээнд төрийн өмчит, хувийн болон гадаадын хөрөнгө оруулалттай 59 уурхай ажиллаж байгаагийн 31 нь төвийн эрчим хүчний системд хобогдсон, 28 нь дизель станцаар ажиллаж байна. Өнөөгийн байдлаар 20 гаруй уурхай нүүрсийг түүхийгээр болон угаан баяжуулж экспортод гаргаж байна.

Нүүрс олборлолт нь ДНБ-ний үйлдвэрлэл, экспортын орлогын өсөлт, төсвийн орлого бүрдүүлэлтэд голлох үүргийг гүйцэтгэж, эрчим хүчний уламжлалт эх үүсвэр болохын хувьд бусад салбарын хөгжилд ч чухал үүрэг гүйцэтгэдэг. Үүний зэрэгцээ байгаль орчинд ихээхэн сөрөг нөлөө үзүүлэх хүчин зүйлийн нэг болж байна. Тухайлбал, зөвхөн ДЦС-уудад нийлүүлсэн нүүрсний шаталтаас жилд 8000 мянган тонн СО<sub>2</sub> агаарт хаягдсан байх жишээтэй.

Хэдийгээр манайд нүүрс олборлолтоос байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөөллийн дүнг бүрэн үнэлж, албан ёсоор хэмжиж гаргаагүй ч дэлхийн улс орнуудын жишгээр 1 сая тонн нүүрс ил аргаар олборлоход дундажаар 1,8 сая м<sup>3</sup> хатуу хаягдал хуримтлагдаж, 9 орчим га талбай эвдрэлд өртдөг ба ил задгай усан санд 150 тонн умбуур бодис, 3,3 мянган тонн эрдэс давс хаягдаж, агаарт ойролцоогоор 2 мянган тонн хатуу бодис цацагддаг байна. Нүүрсний уурхайн бүс нутгийн хүрээлэн буй орчинд таагүй байдал үүсгэдэг шалтгаан нь: экологийн хохиролын үнэлгээ жил бүр нэмэгддэг, хүн амын суурьшсан нутагт агаарт бохирдуулагч бодисыг ихээр ялгаруулдаг, эдгээрийн 95% орчим нь хийн төлөвтэй байдгийг судалгааны дүн нотолдог. Уурхайн байгаль орчин хамгаалах ажлын үр дүн, бүрэн хамарсан байдал, цаашлаад нүүрс олборлолтоос байгаль орчинд

үзүүлэх төрөл бүрийн нөлөөллүүдийн хяналт, шинжилгээ нь экологийн бүртгэл тооцоогүйгээр хийгдэх боломжгүй. Байгалийн нөөцийг зохистой ашиглах, байгаль орчинг хамгаалах ажлын дүн нь эрдсийн түүхий эдийг олборлох, боловсруулах, байгалийн элементүүдийг нөхөн сэргээх технологийн бүх л үе шатыг нэгтгэсэн ашигт малтмалыг үр өгөөжтэй олборлох арга зүйд суурилсан эдийн засгийн удирдлагын системийг боловсруулан хэрэгжүүлэхээс хамаарна. Ашигт малтмал олборлолтын үр ашгийн тооцоонд байгалийн нөөц ашиглалттай холбоотой бодит мэдээллүүд дутагдалтай байдгаас экологи-эдийн засгийн мэдээллийн хэрэглэгчид, судлаачдад томоохон асуудлыг үүсгэж, нийгмийн, үйлдвэрлэлийн, санхүүгийн рискүүдийг өсгөх хүчин зүйл болсоор байна.

**II. НҮҮРС ОЛБОРЛОХ УУРХАЙН ЭКОЛОГИ-ЭДИЙН ЗАСГИЙН ҮНЭЛГЭЭНИЙ ЗАГВАР**  
Нүүрсний уурхайн үйл ажиллагааны экологи-эдийн засгийн үнэлгээг хийхэд экологийн болон эдийн засгийн үр дүнг илтгэсэн хэд хэдэн үзүүлэлтийг тодорхойлох шаардлагатай. Эдгээр нь технологийн процессын экологийн үнэлгээ, хүрээлэн буй орчинд уурхайгаас үзүүлэх нөлөөллийн түвшинг тусгасан үзүүлэлтүүдийн системээр илэрхийлэгдэнэ. Экологи-эдийн засгийн үнэлгээ нь уурхайн байгаль орчин хамгаалах үйл ажиллагааны санхүүгийн үр ашиг болон гадаад үр нөлөөг тооцсон нийгэм, засгийн газрын үйл ажиллагааны үр дүнгээр (хохирол) хэмжигдэнэ. Дараах хүснэгтээр Монгол улсын нүүрсний салбарын экологи эдийн засгийн үзүүлэлтүүдийг сүүлийн 5 жилийн байдлаар харуулав.

1-р хүснэгт

Сүүлийн 5 жилийн нүүрсний салбарын экологи-эдийн засгийн үзүүлэлтүүд

Үзүүлэлт	Хэмжих нэгж	2010	2011	2012	2013	2014	Дүн
Нүүрс олборлолт	мян.тн	25253.1	32994.0	31139.1	33340.5	24449.3	147176.0
Үүнээс экспортод гаргасан	мян.тн	18241.0	22526.0	20470.0	18188.0	19513.0	98938.0
Хөрс хуулалт	мян.м <sup>3</sup>	42559.0	79540.0	137970.6	140658.0	95600.0	496327.6
Хөрс хуулалтын коэффициент	м <sup>3</sup> /тн	1.7	2.4	4.4	4.2	3.9	3.4
Борлуулалтын орлого	сая төг	1132309.1	1842024.3	1647198.2	1608282.3	1364806.8	7594620.7
Улсад оруулсан орлого	сая төг	245819.2	378309.9	313617.7	291458.8	305048.9	1534254.4
АМНАТ	сая төг	63427.2	204394.8	141563.7	108669.2	147867.9	665922.8
Ус ашигласны төлбөр	сая төг	360.5	339.4	912.1	3441.4	2554.6	7608.0
Газар ашигласны төлбөр	сая төг	702.1	843.7	1371.2	1169.3	1273.3	5359.7
Тусгай зөвшөөрлийн төлбөр	сая төг	1636.2	2099.4	2525.5	1661.2	1726.3	9648.6
Агаарын бохирдлын төлбөр	сая төг		12034.8	20313.1	24136.4	32913.9	89398.2
АМӨЯХ-ийн татвар	сая төг	88.9	178.2	299.6	291.0	228.5	1086.3
Нөөц ашигласны нөхөн төлбөр	сая төг	66126.0	207677.4	146372.5	114941.0	153422.2	688539.1
Бохирдлын төлбөр	сая төг	88.9	12213.0	20612.7	24427.4	33142.4	90484.5
Нөөц ашигласны болон экологийн нөхөн төлбөрүүд	Сая төг	66214.9	219890.4	166985.3	139368.4	186564.6	779023.6
Улс орон нутгийн төсөвт оруулсан орлогын борлуулалтын орлогод эзлэх хувь	%	21.7	20.5	19.0	18.1	22.4	20.2
Байгалийн нөөц баялаг ашигласны болон бохирдуулсаны төлбөрийн борлуулалтын орлогод эзлэх хувь	%	5.8	11.9	10.1	8.7	13.7	10.3

Хүснэгтээс харахад сүүлийн 5 жилийн дундажаар нүүрс борлуулсан орлогын 20,2% нь төсөвт төвлөрсөн ба байгалийн нөөц ашигласны болон бохирдуулсаны төлбөрт 10,3% тай тэнцэж байна. Энэ үзүүлэлт экологи байгаль хамгаалах арга

хэмжээнд шаардлагатай хөрөнгийг зарцуулсан эсэхийг үнэлэх боломжгүй. Нүүрс олборлолтын экологи-эдийн засгийн үнэлгээг хийхэд зардлын ангилал, төрлүүдийг ашиглахад учир дутагдалтай байна. Нүүрсний уурхайнуудын гаргадаг байгаль

орчин хамгаалах ажлын тайлан болон бусад санхүүгийн мэдээ тайлангууд нь нүүрс олборлолтын экологи-эдийн засгийн үнэлгээ хийх мэдээллээр хангадаггүй ба эдийн засгийн шинжилгээний уламжлалт арга хэрэгслүүд хүрээлэн байгаа орчинд хэр зэрэг нөлөөлж байгааг тодорхойлоход удирдлагад тусалж чаддаггүй. Уул уурхайн компаниуд экологийн чиглэлд авах арга хэмжээний зардлыг төлөвлөх, хэрэгжүүлэх хууль эрх зүйн шаардлагыг хэрэгжүүлж эхлээд байгаа хэдий ч тухайн уурхай байгаль орчинд хэдий хэрийн сөрөг нөлөөлөл, хохирол үзүүлсэн болон хохиролыг багасгах бууруулах тал дээр ямар зардал гаргасан зэрэг нь тодорхой бус байдгаас ашигт малтмал олборлолтын үр ашгийг бодитойгоор тодорхойлж чаддаггүй байна. Байгалийн нөөцийг өгөөжтэй ашиглах арга зүйн эдийн засгийн мөн чанар нь олборлолтын болон байгаль хамгаалах зардлыг хэмжих, тооцоход үндэслэсэн үйлдвэрлэлийн ба байгаль хамгаалах үйл ажиллагааны үр дүнгийн хоорондох эдийн засгийн харилцааны системээр тодорхойлогдоно. Нүүрсний уурхайн үйл ажиллагааны үр ашгийг цогц байдлаар үнэлэх нь уул геологийн, үйлдвэрлэл техникийн, экологи-эдийн засгийн зэрэг нүүрс олборлолт, экологийн зардлын гол үзүүлэлтүүдийг тодорхойлогч хүчин зүйлүүдийн нөлөөлийн харилцан хамаарлын үндсэн дээр хийгдэнэ.

Экологи-эдийн засгийн үнэлгээний загварыг гаргахын тулд уурхайн нийт зардлыг 3 үндсэн бүлэгт хувааж үзье.

1. Нүүрс олборлох үйлдвэрлэлийн зардал буюу технологийн үндсэн зардал VC
2. Байгаль орчин хамгаалах, нөхөн сэргээх, нөхөн төлбөрүүдийг агуулсан экологийн зардал EC
3. Удирдлагын болон захиргаа, үйл ажиллагааны бусад зардал FC

Уурхайн нийт үйлдвэрлэл үйл ажиллагааны зардал

$$TC = VC + EC + FC \text{ байна.}$$

Нүүрсний уурхайн үйл ажиллагааны үр ашигт тодорхой хүчин зүйлүүдийн үзүүлэх нөлөөллийн түвшинг илтгэх үзүүлэлтүүдийг экспертийн үнэлгээний аргыг ашиглан тогтоож болох юм. Экологи-эдийн засгийн үнэлгээний загварт эдгээр 3 бүлэг зардал ямар харьцаатайгаар байх нь зохистойг уурхай бүрийн хувьд экспертийн үнэлгээний үндсэн дээр тогтоох боломжтой. Үүнийг дараах байдлаар тодорхойлно. Үүнд:

-Маш бага нөлөөтэй-1 балл

-Дунд зэргийн нөлөөтэй-2 балл

-Хүчтэй нөлөөтэй-3 балл

Нүүрсний уурхайн үр ашгийн үнэлгээнд нөлөөлөх хүчин зүйлсүүдийг дараах байдлаар бүлэглэж, бүлэг бүрийн хувьд нөлөөллийн зэргийг дараах байдлаар жишээ болгон тодорхойлъя.

2-р хүснэгт

Нүүрсний уурхайн экологи-эдийн засгийн үнэлгээнд хүчин зүйлүүдийн нөлөөллийг тогтоох үнэлгээний балл

Хүчин зүйлс	Нүүрсний уурхайн үйл ажиллагааны үр ашигт үзүүлэх хүчин зүйл бүрийн нөлөөллийн зэрэг		
	Ашиглалтын буюу технологийн зардал, VC	Экологийн зардал, EC	Захиргаа, удирдлага, үйл ажиллагааны зардал, FC
<b>А. Уул геологийн хүчин зүйл:</b>			
- Нүүрсний чанар	1	2	1
- Нүүрсний нөөц	1	1	1
- Олборлолтын гүн	3	2	1
- Давхрагын зузаан	2	1	1
- Уналын өнцөг	2	2	1
А Хүчин зүйлийн ачаалал	9	8	5
<b>Б. Үйлдвэрлэл техникийн хүчин зүйл:</b>			
- Орд ашиглах арга технологи	3	2	1
- Технологийн схем	2	2	1
- Ашиглаж байгаа тоног төхөөрөмж	2	1	1
- Хөрсний овоолгын систем	1	2	1
Б. Хүчин зүйлийн ачаалал	8	6	4
<b>В. Эдийн засгийн хүчин зүйл:</b>			
- Нүүрс олборлолтын хэмжээ	3	2	1
- ХБО-д үзүүлэх ачааллыг бууруулахтай холбоотой арга хэмжээ	2	3	1
- Олборлолтын өөрийн өртөг	3	1	1
- Тээвэрлэлтийн тариф	1	1	2
- Хөрсний овоолгын хэмжээ	2	2	1
- Газрын төлбөрийн хэмжээ	1	3	1
- Нөлөөлөлд өртсөн ХБО-ны объектуудын төрөл бүрээр нэгж зардал	1	2	1
- Нүүрс борлуулах үнэ	1	1	1
- Нүүрсний эрэлт хэрэгцээ	1	1	2
В. Хүчин зүйлийн ачаалал	15	16	11
<b>Г. Экологийн хүчин зүйл:</b>			

- Эвдэрсэн газрын хэмжээ	1	3	1
- Хөрсний овоолгын байршил	1	2	1
- Агаарт ялгаруулах хаягдлууд	1	3	1
- Усанд бохирдуулагч бодисын хэмжээ	1	3	1
- Ус ашиглалтын хэмжээ	2	3	1
- Ордын газарзүйн байршил	1	1	2
- Усны горимын өөрчлөлт	2	3	1
Г. Хүчин зүйлийн ачаалал	9	18	8
<b>Д. Тээврийн хүчин зүйл:</b>			
- Бүтээгдэхүүн тээвэрлэх хэлбэр	2	1	2
- Бүтээгдэхүүн тээвэрлэлтийн зай	2	2	1
- Тээвэрлэх бүтээгдэхүүний хэмжээ	2	1	1
- Ашиглаж байгаа тоног төхөөрөмж	2	2	1
- Хөрсний овоолгын систем	2	1	1
Д. Хүчин зүйлийн ачаалал	10	7	6
<b>Е. Менежментийн хүчин зүйл:</b>			
- Маркетингийн үйл ажиллагаа	1	1	3
- Судалгаа шинжилгээний ажил	1	1	2
- Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуйн нөхцөл	1	1	2
- Ажиллагсдын боловсрол, тогтвор суурьшилт	1	1	2
Е. Хүчин зүйлийн ачаалал	4	4	9
Нийт хүчин зүйлсийн ачаалал	55	59	43

Нүүрсний уурхайн үйл ажиллагааны үр ашгийн үнэлгээнд төрөл бүрийн хүчин зүйлсийн үзүүлэх нөлөөллийг тооцоход тэдгээр коэффициентийн ач холбогдлоор жинлэсэн утгаар нь тодорхойлно. Авч үзэж байгаа хүчин зүйлүүдийн үзүүлэлтүүдийн жинлэсэн утгыг тодорхойлохдоо үзүүлэлт бүрийг бусад үзүүлэлттэй харьцуулж,

түүний харьцангуй түвшинг тодорхойлох замаар дараалуулан харьцуулах аргыг ашиглая. Тухайн үзүүлэлтийн  $\Delta$  утгын хамгийн их түвшнээр нь авах ба бусад жингийн утгуудыг тооцохгүй орхино. Ингэхдээ хүчин зүйлийн багцлалтыг хамгийн их анхаарах хэрэгтэй.

3-р хүснэгт

Тухайн үзүүлэлтийн жинлэсэн утга

Үзүүлэлтийн жингийн утга (хувь хэмжээ)	Зардлын үзүүлэлтийн харьцангуй чухал байдлын коэффициент		
	Технологийн зардал, (VC)	Экологийн зардал, (EC)	Захиргаа, үйл ажил-лагааны зардал, (FC)
$\Delta_1$	0.38	0.38	0.24
$\Delta_2$	0.36	0.39	0.25
$\Delta_3$	0.30	0.36	0.34

$\Delta_1$ - ийг тодорхойлохдоо уул-геологийн, үйлдвэрлэл-технологийн болон эдийн засгийн хүчин зүйлсийг тус бүрийн (VC+FC+EC) ын нийлбэр баллд харьцууллаа.  $\Delta_2$  –жигнэсэн утгыг технологи, эдийн засаг, экологийн хүчин зүйлсийн нийлбэр баллыг тус бүрийн (VC+FC+EC) ын нийлбэр баллд,  $\Delta_3$  –жинлэсэн утгыг тээврийн, экологийн болон менежментийн хүчин зүйлсийн нийлбэр баллыг эдгээр хүчин зүйлсийн тус бүрийн (VC+FC+EC) ын нийлбэр баллд харьцуулах замаар тодорхойлов. Уурхайн үйл ажиллагааны үр ашгийн үнэлгээнд тухайн бүлэг хүчин зүйлийн тодорхой үзүүлэлтийн ( $C_n$ ) өөрчлөлтөд үзүүлэх нөлөөллийг жигнэсэн утгаар ( $\Delta_n$ ) тооцно.

Технологийн зардлын өөрчлөлтийн хүчин зүйлд уул-геологийн, үйлдвэрлэл техникийн болон эдийн засгийн хүчин зүйлс хамгийн их нөлөөлөх байна. Экологийн зардлын үзүүлэлтийн өөрчлөлтөд уурхайн технологийн, экологийн ба эдийн засгийн хүчин зүйлс илүү нөлөөлөхөөр байна. Харин захиргаа, удирдлагын үйл ажиллагааны үзүүлэлтийн өөрчлөлтөд экологийн,

тээврийн болон менежментийн хүчин зүйлсийн нөлөөлөл давамгайлах байна.

Технологийн зардлын өөрчлөлтийн үзүүлэлтийг уул геологийн, үйлдвэрлэл-техникийн ба экологи-эдийн засгийн хүчин зүйлийн үнэлгээгээр тэдгээрийн харьцангуй чухал байдлын коэффициентээр тодорхойлогдоно.

$$VC = \frac{A \cdot C \cdot K}{(1+e)^t} \Delta_1 \quad (1)$$

A- нүүрс олборлолт, тн

C- 1 тонн нүүрс олборлох өөрийн өртөг

e- цаг хугацааны хүчин зүйлийн итгэлцүүр

t- таамаглах, төлөвлөгөөт жилүүд

K- нүүрсний чанар тооцох коэффициент

$\Delta_1$  үзүүлэлтийн жинлэсэн утга

Экологийн зардлын өөрчлөлтийн үзүүлэлт экологи-эдийн засгийн болон технологийн хүчин зүйлийн нөлөөллийн үнэлгээний харьцангуй чухал байдлын коэффициентээр тодорхойлох нь 2 бүрэлдэхүүнтэй.

Эхнийх нь: ашигт малтмалын нөөц, газар, ус зэрэг нөөц ашигласны төлбөрийн утга:



$$EC^I = \frac{R_r \cdot TR + R_g \cdot S_g + R_w \cdot V_w}{(1+e)^t} \Delta_2 \quad (2)$$

$R_r$  –Ашигт малтмалын нөөц ашигласны төлбөр тооцох хувь хэмжээ, %

$TR$  –Тухайн жилийн борлуулалтын орлого, сая төг

$R_g$  –Газрын төлбөрийн хэмжээ, төг/га

$S_g$  –Нүүрсний уурхайн тусгай зөвшөөрлийн талбай, га

$R_w$  –ус ашигласны төлбөрийн нэгж хэмжээ, төг/м<sup>3</sup>

$V_w$  –усны нийт хэрэглээ, м<sup>3</sup>

Дараагийнх нь: ХБО-д үзүүлэх экологийн ачааллыг багасгахтай холбоотой зардлууд

$$EC^{II} = \frac{S_{re}^0 \cdot C_{re}^0 + V_w^0 \cdot C_w^0 + V_a^0 \cdot C_a^0}{(1+e)^t} \cdot \Delta_2$$

(3)

$S_{re}^0$  – нөхөн сэргээгдсэн газрын хэмжээ, га

$C_{re}^0$  – газрыг нөхөн сэргээх зардал, мян.төг/га

$V_w^0$  –хаягдаж байгаа бохир усны хэмжээ, м<sup>3</sup>

$V_a^0$  – агаарт хаягдах хорт бодисын хэмжээ, тн

$C_w^0$  – ус цэвэршүүлэх зардал, мян.төг/м<sup>3</sup>

$C_a^0$  – агаарын бохирдлыг цэвэршүүлэхтэй холбоотой зардал

Захиргаа, удирдлагын зардлын өөрчлөлтийн үзүүлэлт тээврийн, экологийн, менежментийн хүчин зүйлийн нөлөөллөөс хамаарна.

$$F_{jit} = \sum \left[ \frac{P \cdot Q}{(1+e)^t} - \left( \frac{A \cdot C \cdot K}{(1+e)^t} \cdot \Delta_1 + \frac{R_r \cdot TR + R_g \cdot S_g + R_w \cdot V_w}{(1+e)^t} \Delta_2 + \frac{S_{re}^0 \cdot C_{re}^0 + V_w^0 \cdot C_w^0 + V_a^0 \cdot C_a^0}{(1+e)^t} \cdot \Delta_2 + \frac{TTC + OC + XC + MRC + SGC}{(1+e)^t} \Delta_3 \right) \right]$$

→ max

(7)

Эдийн засаг, математикийн энэ загвар системийн дараах хязгаарлалтуудын нөхцөлд биелэнэ. Үүнд:

- Зах зээл дэх нүүрсний эрэлт хэрэгцээтэй харьцуулахад

$$\sum_i A \geq Q; \quad (8)$$

- Нүүрс олборлолтын зардал, нүүрсийг хэрэглэгч хүртэл тээвэрлэх зардлын харьцаагаар:

$$\sum_i A \cdot C \leq \sum_i T \cdot P \cdot L \cdot \delta; \quad (9)$$

Тогтоосон норматив ба ХБО-ны эвдрэлийн байдал хоорондын харьцаагаар:

Тогтоосон норматив ба ХБО-ны эвдрэлийн байдал хоорондын харьцаагаар:

$$\sum_m \frac{V_{ALD_{im}}^0}{ALD_{im}} \leq 1 \quad \sum_h \frac{V_{WLD_{ih}}^0}{WLD_{ih}} \leq 1$$

$$\frac{S_u}{S_g} \leq 1$$

(10)

Томьёоны тэмдэглэгээ:

j-Нүүрсний ордын индекс

i-Нүүрсний уурхайн индекс

t-Үйл ажиллагаа явуулах хугацаа, жил

$$FC = \frac{TTC + OC + XC + MRC + SGC}{(1+e)^t} \Delta_3$$

(4)

TTC –бүтээгдэхүүн тээврийн зардал

OC –үйл ажиллагааны зардал (цэвэрлэгээ үйлчилгээ, хоол, аж ахуйн бусад зардал)

XC - хаалтын үйл ажиллагааны зардал

MRC– маркетинг, судалгаа шинжилгээний зардал

SGC –хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуйн зардал

Нүүрсний (i) компаний (j) ордыг ашиглах үйл ажиллагааны үр ашгийн үнэлгээ хийхэд технологийн, экологийн, удирдлага, үйл ажиллагааны зардлын өрчлөлтийг тооцсон нийт зардлын нэгтгэсэн үзүүлэлт TC -г (t) хугацааны хүчин зүйлээр дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$TC_{jti} = \sum_{k=0}^n (VC + EC + FC)_{jti}$$

(5)

Нүүрсний компаний үйл ажиллагааны үр ашгийн үнэлгээг бүтээгдэхүүний өртгийн үзүүлэлтийг тодорхойлсны үндсэн дээр хийнэ.

$$TR = \frac{P \cdot Q}{(1+e)^t} \quad (6)$$

Энд, P- нүүрс борлуулах дундаж үнэ, мян.төг/тн

Q – борлуулсан нүүрсний хэмжээ, тонн

Зорилтот функц (F) дараах хэлбэртэй байна.

$$F_{ji} = \sum (TR - TC)_{jit} \rightarrow \max \text{ байх нөхцлөөр:}$$

L-Нүүрс тээвэрлэх зай, км

T-Нүүрс тээврийн зардал, төг/тн-км

P- нүүрс борлуулах дундаж үнэ

K-нүүрсний чанар тооцох коэффициент

$C_{re}^0$  – нөхөн сэргээлтийн зардал, төг/га

$S_g$  – нүүрс олборлох тусгай зөвшөөрлийн талбай, га

$S_u$ – нөлөөлд өртөх талбай

Q- борлуулсан нүүрсний хэмжээ, тн

A –олборлосон нүүрс, тн

C- нүүрс олборлолтын өөрийн өртөг

WLD – бохирдлын зөвшөөрөгдөх дээд хязгаар,

ALD -агаарын бохирдлын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ

Rg-газрын төлбөрийн хэмжээ, төг/га

Ru- усны төлбөрийн хэмжээ, төг/м<sup>3</sup>

h- ус бохирдуулагч бодисын индекс

m -(m€M) агаарт ялгаруулж байгаа

бохирдуулагч бодисын индекс

$\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$  – үзүүлэлтүүдийн жинлэсэн утга,

нэгжээрЭнэ загварыг ашиглахын тулд

нүүрсний уурхайн хүрээнд хийгдэх бүх

ажил, шаардагдах зардлыг цогцоор судлах

шаардлагатай байна.

Нүүрсний уурхайн үйл ажиллагааны экологи-эдийн засгийн үнэлгээг математик эдийн засгийн загвараар үнэлэх ба загварын зорилтот функц нь нүүрсний уурхайн үйл ажиллагааны үр ашгийн үнэлгээний экологи-эдийн засгийн интерал үзүүлэлтийн нөхцлөөр тодорхойлогдож, нүүрсний өртгийн үзүүлэлттэй харьцуулсан хамгийн бага утгыг хэрэглэнэ.

#### **ДУГНЭЛТ**

Нүүрс олборлолтын экологи-эдийн засгийн үнэлгээ нь тухайн ордыг ашиглахад үйлдвэрлэлийн, үйл ажиллагааны, нөхөн сэргээлтийн байгаль хамгаалах үйл ажиллагааны бүхий л төрлийн зардлыг тооцож байж үйлдвэрлэлийн эцсийн үр дүнг үнэлэхэд чиглэгдэнэ. Үнэлгээний зорилго нь уул-геологийн, үйлдвэрлэл техникийн, экологийн, менежментийн хүчин зүйлүүд нүүрсний уурхайн үйл ажиллагааны үр дүнд хэр зэрэг нөлөөлөх түвшинг тогтоох юм. Техник технологи, уул геологийн экологийн янз бүрийн нөхцөлд нүүрс олборлолтын өртгийн өөрчлөлтийг тооцсон уурхайн үйл ажиллагааны экологи-эдийн засгийн үнэлгээний үзүүлэлтүүдийн системийг бүрдүүлсэн байх шаардлагатай.

Нүүрсний уурхайнуудын үйл ажиллагааны үр дүнг үнэлэхэд уурхай бүрийн хувьд экологийн зардлыг тооцох шаардлага бий. Үүнд нөхөн сэргээлтийн зардал, олборлолтын шууд зардал, улс орон нутгийн төсөвт төлөх татвар төлбөрүүдийн хэмжээ, менежментийн зардал, экологийн чиглэлд гаргаж байгаа бусад зардлуудын үзүүлэлтийг бүрэн хамруулна.

#### **АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ ЖАГСААЛТ:**

- [1] Секистовва Н.А. “Эколого-экономическая оценка эффективности регулирования недропользования на предприятиях угольной компании” 2011 г. Тула.
- [2] Хечумов А.А. “экономико-математическая модель оценки эффективности деятельности угольной компании” М., Уголь 2010, №9 с 20
- [3] Байгаль орчны хохирлын үнэлгээ, нөхөн төлбөр тооцох аргачлал БОАЖЯ, Байгаль орчны засаглалыг бэхжүүлэх төсөл. 2010 он
- [4] Экологический учёт для предприятий. Конференция ООН по торговле и развитию: пер. С англ. –М.: Финансы и статистика, 1997г
- [5] [www.hi-edu.ru/e-books/x-book101](http://www.hi-edu.ru/e-books/x-book101)

# Төмөрлөгийн цогцолборын хөгжлийн зарим асуудалд

Б.Ачитсайхан\*, Б.Батболд\*\*

\*Уул уурхайн яам, Улаанбаатар хот, Монгол Улс

\*\*ШУТИС-ГУУС, Улаанбаатар хот, Монгол Улс

*Хураангуй - Төмөрлөг, ган үйлдвэрлэл нь тухайн улсын үндэсний тогтвортой эдийн засгийн суурь болж байдаг тул стратегийн ач холбогдолтой тооцогддог. Зүүн хойд Ази дэлхийн гангийн хамгийн эрэлттэй бүс нутаг боловч өөрийн түүхий эдгүй тул зах зээлийн өрсөлдөөн их байдаг. Монгол орны хувьд төмөр, төмөрлөгийн үйлдвэрийг боловсруулалтын түвшингээр нь ялган анхан шатны боловсруулах үйлдвэрийг төмрийн хүдрийн ордыг түшиглэн Дархан-Сэлэнгийн бүсэд, гүн боловсруулах үйлдвэрийг Сайншандад байгуулах санал дэвшигдэж байгаа энэ цаг үеболовсруулалтын түвшингээр нь хэд хэдэн хүчин зүйлээр ялган хоёр өөр төрлийн экологийн зүй тогтоцтой газар зүйн байршил дээр тулгуурлан харьцуулсан судалгааг урьдчилсан байдлаар гүйцэтгэлээ.*

*Монгол Улс нь эрдсийн нөөцөөр баялаг бөгөөд түүний дотор төмрийн хүдэр багтаж байна. Төмрийн хүдрийг боловсруулж бүхэллэг болон нунтаг хүдэр, хуурай, нойтон баяжмал хэлбэрээр экспортлохоос гадна нэмүү өртөг шингэсэн бүтээгдэхүүн болох аргалж, хорголж, ширэм, цувимал бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх, Монгол оронд хар металлургийн цогцолбор үйлдвэр байгуулж дотоодын хэрэгцээг хангахулаарэкспортыг орлох боломжийг илэрхийлэх шаардлага зүй ёсоор тавигдаж байна.*

## Үнэ, Экспорт

Ашигт малтмалын газрын Геологийн албанаас авсан мэдээллээр төмрийн хүдрийн нөөц өнөөдрийн байдлаар92 ордын хэмжээнд нийт1,817.9 сая тонн байна. Манай орны төмрийн хүдрийн нөөцийн талаас илүү хувь нь төвийн бүсийн нутагт оршдог.

Энэ оны эхний 9 сарын байдлаар 3.4 сая тонн төмрийн хүдэр экспортод гаргаад байна. Төмрийн хүдрийн экспорт 2004 онд 34 мянган тонн төмрийн хүдэр экспортод гаргаснаар эхлэж байсан бол жилээс жилд экспортын хэмжээ тогтмол өсч, 2013 онд 6.7 сая тонн хүртэл нэмэгдсэн. Харин2014 онд 10 гаруй сая тонн олборлосон боловч 6.3 сая тонн хүдэр экспортлосон байна.

Манай улсын төмрийн хүдрийн экспортынцорын ганц импортлогч орон болох БНХАУ-ын Засгийн газраас аж үйлдвэрийн салбарын үйлдвэрлэлийг байгал орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөөлөл, бохирдол их байгаа шалтгаанаар хязгаарлаж байгаа боловч гангийн үйлдвэрлэл өснө гэж шинжээчид үзэж байна. Хятад Улс дэлхийн хамгийн том төмрийн хүдэр импортлогч бөгөөд өмнөх жилүүдэд дэлхийн нийт төмрийн хүдрийн худалдааны 63 хувь тус улсад ноогджээ. Гадаадаас нийлүүлэх төмрийн хүдрийн хэмжээ 2013 оноос нэмэгдэж, нийлүүлэлт нь эрэлт хэрэгцээг давах болсноор төмрийн хүдрийн үнэ 40 гаруй хувиар буурч 57 хувийн агуулгатай нэг тонн төмрийн хүдэр үнэ Тяньжин боомт дээр 40 орчим ам.доллар болоод байна.

Хятадын зах зээл дээр борлогдож буй төмрийн хүдэр, төмөрлөг бүтээгдэхүүний үнийн судалгааг хүснэгтээр харуулбал:

Бүтээгдэхүүн	Нэгж	Үнэ /доллар/	Үнэ /төгрөг/
Төмрийн хүдэр	тн	42	83,454
Төмрийн баяжмал /нойтон/	тн	111	220,557
Хорголжин төмөр	тн	244	484,828
Ширэм	тн	405	804,735
Түүхий ган	тн	632	1,255,784
Ган	тн	810	1,609,470

Тайлбар: Монгол Банкны дундаж ханшаар тооцов. 1 ам.доллар = 1987 төгрөг. Мөн бүтээгдэхүүний үнийг 2014 онд БНХАУ-д борлогдсон төмөрлөг бүтээгдэхүүний үнийн дунджаар авсан ба Хятадын татвар, тарифуудыг тусгаагүй болно.

### Үйлдвэрлэл:

Эрдэс баялгийн салбарт төрөөс баримтлах бодлогын баримт бичиг болон Засгийн газрын үйл ажиллагааны хөтөлбөрт өөрийн улсдаа нэмүү өртөг шингэсэн эцсийн бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх талаар тусгасан байдаг.

Үндэсний статистикийн хорооны мэдээллээр манай улсын гангийн болоод төмөрлөг бүтээгдэхүүний жилийн хэрэгцээ 200гаруй мянган тонн байна. Бүтээн байгуулалтын томоохон төсөл хөтөлбөрүүдийг хэрэгжүүлж буй өнөө үед төмрийн хэрэгцээ эрс өсч, цаашид барилгын арматурын хэрэгцээ одоогийнхоос 70 орчим хувиар өснө гэсэн судалгаа байдаг байна.

Сүүлийн жилүүдэд аж ахуйн нэгжүүд өөрийн эзэмшилд байгаа төмрийн хүдрийн ордыг түшиглэн физик, химийн аргаар баяжуулах үйлдвэрүүдийг байгуулж эхэлсэн нь сайшаалтай боловч анхан шатны боловсруулах үйлдвэр байхгүй байна. Эдгээр баяжуулах үйлдвэрүүдийн дийлэнх нь Дархан-Сэлэнгийн бүсэд орших баэнэ

бүс нутагт төмөрлөгийн цогцолбор байгуулах нь өөр бусад бүс нутагт байгуулахаас олон давуу талтай юм.

Эрдэмтэн судлаачдын дунд үл ойлголцол үүсгээд байгаа нэгэн хүчин зүйл бол металлургын цогцолбор байгуулах газрын байршлийн асуудал юм. Сайншандын аж үйлдвэрийн цогцолборт хамааруулахыг илүүд үзэх хэсэг байхад Дархан-Сэлэнгийн бүсийг илүүд үзэх бас нэг хэсэг байна. Сайншанд аж үйлдвэрийн цогцолборт олон тооны хүнд үйлдвэр байгуулах нь химийн хорт хий ялгарах, хүнд үйлдвэр хөгжсөн орнуудад тулгардаг экологи, эрүүл ахуйн хүндрэлүүд ихээр бий болно. Сайншанд аж үйлдвэрийн цогцолбор байгуулах Засгийн газрын тогтоолд хүнд үйлдвэрийг түүхий эдийг дагасан тусдаа байршилтай байж болохоор тусгасан байдаг. Дээрх асуудлыг энгийн хэдэн хүчин зүйлээр ялган хоёр өөр төрлийн экологийн зүй тогтоцтой газар зүйн байршил дээр тулгуурлан харьцуулсан судалгаа хийлээ.

Хүчин зүйл	Сайншанд	Дулаанхаан
Түүхий эд	Төмрийн хүдрийн илэрсэн ордууд байгаа хэдийч нөөцийн хувьд бага. Коксжих нүүрсний ордод харьцангуй ойрхон.	Төмөртэй, Баянгол зэрэг их хэмжээний нөөцтэй том ордууд нээгдсэн. Хүрэн нүүрсний нөөцтэй, коксжих нүүрсний нөөцгүй.
Дэд бүтэц, хүний нөөц	Цахилгааны эх үүсвэр байхгүй. Мэргэшсэн хүний нөөцийг бүрдүүлэх шаардлагатай.	Дарханы төмөрлөгийн үйлдвэрийг түшиглэн хүнд үйлдвэрийн дэд бүтэц сайн хөгжсөн. Цахилгааны хангамжийг дотоодоос болон ОХУ-аас хангах боломжтой. Хүний нөөцийн суурь баазтай.
Усны нөөц	Усны таамаг нөөцтэй, батлагдсан нөөц байхгүй. Усны хайгуулын ажлыг эрчимжүүлж байгаа боловч нөөцийг баталгаажуулах шаардлагатай.	Гүний болон гадаргын усны эх үүсвэр сайн.
Тээвэр, ложистик	Төмөр зам болон авто замтай холбогдсон. Төмөр замын тээврийн ачаалал ихтэй. Мөн шилжүүлэн ачих тээврийн зардал нэмэгдэнэ.	Дулаанхааны өртөө төмөр замтай холбогдсон. Авто замтай холбогдсон. Төмөр замын тээврийн ачаалал харьцангуй бага.
Бусад	Экологийн эмзэг бүс. Говь, хээрийн эмзэг бүсэд хамаардаг ба хүний үйл ажиллагаанд амархан эвдэрч, экологийн тэнцвэрт байдлыг алдах сөрөг талтай. Эцсийн бүтээгдэхүүнийг тээвэрлэж хэрэглэгчдэд хүргэхэд нэмэгдэл зардал ихээр шаардагдана.	Дарханы төмөрлөгийн үйлдвэртойрын хугацаанд 500,000 хүртэлх тонн шууд ангижруулсан төмрийн үйлдвэр байгуулагдсанаар хар металлургийн үйлдвэрийн түүхий эдийн хангамж баталгаажих юм.

### **ДҮГНЭЛТ**

Төмөр, төмөрлөгийн үйлдвэрийг боловсруулалтын түвшингөөр нь ялган анхан шатны боловсруулах үйлдвэрийг төмрийн хүдрийн ордыг түшиглэн Дархан-Сэлэнгийн бүсэд байгуулж, гүн боловсруулах үйлдвэрийг Сайншандад байгуулах санал байдаг. Энэхүү саналыг сайтар судлах шаардлагатай ба манай улсын тээвэр, төмөр замын хүчин чадал, тээврийн зардлаас энэхүү төслийн үр ашиг ихээхэн хамаарах юм. Манай орны хувьд хойноос урагшаа чиглэсэн төмөр замын тээврийн ачаалал их байдгийг анхаарах шаардлагатай. Иймд энэ төрлийн томоохон бүтээн байгуулалтын эхний үе

шат болох металлургийн цогцолбор байгуулах газар зүйн байршлыг зөв сонгохын тулд хөрөнгө оруулалт хайхаас илүүтэйгээрүлс төрийн нөлөөллөөс ангид судалгаанд суурилсан, мэргэжлийн талаас нь хандсан шийдвэрийг гаргах нь бидэнд нэн чухал байна.

### **АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:**

- [1] Төрийн мэдээлэл сэтгүүл, “Төрөөс эрдэс баялгийн салбарт баримтлах бодлого” 2014.
- [2] Үндэсний статистикийн хорооны 2014 оны бюллетин
- [3] Ашигт малтмалын газрын 2015 оны 9 дүгээр сарын мэдээлэл

# Хэрэглээний минералогич ба тогтвортой ХӨГЖЛИЙН ЧИГ ХАНДЛАГА

Чогдовын Маамхүү\*

\*ШУА. Хими, химийн технологийн хүрээлэн, Эрдсийн технологийн төв.  
Улаанбаатар хот, Монгол улс.

*Абстракт-Даян дэлхий даяар өөрчлөлт, хөгжлийн шинэ сонголт нь болж буй орчин үеийн “хүн-нийгэм-байгаль”-ийн системийн хөгжил, тогтвортой хөгжлийн үндэс, үзэл баримтлал, хөтөлбөрийн талаарх ойлголт, мэдлэгийг дэлгэрүүлэх болон минералогийн шинжлэх ухааны хөгжлийн товч түүх ба хэрэглээний минералогийн чиглэлүүд ба судалгаа, шинжилгээний зорилгын талаарх мэдлэг, ойлголтууд, монголын минералогийн өнөөгийн байдлын талаарх саналмэдээллийг тусгав.*

**Түлхүүр үг:** минералогийн шинжлэх ухаан, технологийн минералогич, минералогийн судалгаа шинжилгээ, хүн-нийгэм-байгаль, хөгжлийн шинэ хандлага.

## I. ОРШИЛ

Орчин үеийн “хүн-нийгэм-байгаль”-ийн системд байгалийн түүхий эд, хүдэр, эрдэс, чулуулаг, металл, элементийн олборлолт, үйлдвэрлэл, хэрэглээгүйгээр оршин тогтнох боломжгүй байна. Түүний эргэн тойрны бүхий л хүрээлэлд, гаднах, доторх бүхий л орчинд болон эдэлж хэрэглэж байгаа бүхэн нь - байгалийн эрдэс, чулуулгийн оролцоотой бүтээгдэж байна. Н.П.Юшкины тооцоогоор: зөвхөн нэг хүний насан туршийн ахуй амьдралын хэрэгцээг хангахад 25 вагон эрдэс түүхий эдийг зарцуулдаг байх ба жишээ нь- амьдралынхаа туршид хүн хагас тонн орчим давс хэрэглэсэн гэж үзсэн байна.

Орчин үеийн минералогийн судалгааны тулгамдсан асуудлууд ба үндсэн шаардлага нь – хэрэглээний минералогич ба түүний судлах объектүүдийн байнгын, дуусашгүй их практик хэрэглээнд оршиж байна.

Монгол улс өргөн уудам нутаг дэвсгэртэй, газрын хэвлийдээ бараг судлагдаагүй байгалийн баялгийн харьцангуй их нөөцтэй тул эрдсийн түүхий эдийг бүхий талаас нь нарийвчлан цогцоор судлах, тэдгээрийг өндөр үр өгөөж, ашигтай, хаягдал багатай, эко-технологоор ашиглах, олборлох, эдийн засгийн өндөр үр ашигтай эрдэс элементийн үйлдвэрлэлийг эргэлтэнд оруулахын тулд хэрэглээний минералогийг орчин үеийн өндөр түвшинд хөгжүүлэх хэрэгтэй байна.

Үүний тулд дэлхийн өнөөгийн өндөр түвшний багаж тоног төхөрөмжөөр иж бүрэн тоноглогдсон хэрэглээний минералогийн лаборатори, төвийг бий болгох, түүний хүрээнд ажиллах минералогийн цикл мэргэжлүүд болох – минералогич, минераграфч, петрографч геохимичид болон физикч, химич, технологич ба бусад нарийн мэргэжлийн хүний нөөцийг сургах,

бэлтгэх бодлого тогтолцоог сэргээн бий болгох хэрэгтэй.

Дэлхийн улс орнуудад нийгэм, эдийн засгийн хямрал, ядуурал, байгаль орчны бохирдол даяаршиж байгаагаас хөгжлийн шинэ хандлагад өөрчлөлтөө чиглүүлж, тогтвортой хөгжлийн загварт шилжихийг зорьж байна.

Дэлхий дахинд “хүн – нийгэм - байгаль”-ийн системийн хөгжлийн тухай мэдлэг, ойлголтын онолыг дэлгэрүүлж буй тогтвортой хөгжлийг илүүтэй сонгохболжээ.

Тогтвортой хөгжлийн гол үндэс болох гипроэдийн засгийн загвар нь “стратегийн үр ашиг” буюу “экологийн үр ашиг” гэдэг эдийн засгийн оршин тогтнох хугацааг уртасгах экологи-эдийн засгийн шинэ категори бий болгож буй нь ихээхэн сонирхол татаж байна.

Шинжлэх ухаан, технологийн оновчтой бодлого нь тогтвортой хөгжлийн үндэс болж байдаг.

Шинжлэх ухаан нь технологийн хөгжлийг хангах суурь мэдлэг, ашигтай мэдээллийг бий болгоход голлон чиглэж байна.

Минералогийн шинжлэх ухааны хөгжил нь: байгалийн нөөц-эрдэс технологи- үйлдвэрлэл, хэрэглээ гэсэн хэрэглээний системд үйлчилж байна гэж үзэж байна.

## II. МИНЕРАЛОГИЙН ШИНЖЛЭХ УХААН

Минералогийн суурь шинжлэх ухааны зорилго нь байгалийн эрдэс түүхий эдүүд болон түүнийг бүрдүүлэгч хүдрүүд, эрдсүүдийг бүх талаас нь цогцоор нарийвчлан судлах, тэдгээрт агуулагдах мэдээллүүдийг нээн илрүүлэх, тодорхойлох, түлхүүр тайлал хийж улмаар тэдгээрт агуулагдах ашигтай эрдэс, компонент, элементийг ялгах мэдлэг, арга зүйг судлах, ашиглах, боловсруулах технологи ба хэрэглээ хүрээг тодорхойлоход чиглэсэн минералогийн судалгаа шинжилгээнүүдийг явуулахад оршино.

Өнөөгийн хүний нийгэм, эдийн засаг, соёл, шинжлэх ухаан, технологи, аж үйлдвэржилтийн эрэлт, хэрэгцээг хангахад нэн чухал - байгалийн нөөцийн шинэ эх үүсвэр, эрдсийн түүхий эдүүд, ашигт малтмал, хүдэр, чулуулаг, эрдсүүд, металл, элементүүдийн олборлолт, ашиглалт, үйлдвэрлэл, хэрэглээгүйгээр оршин тогтнох, хөгжих нөхцөлгүй болжээ.

*Минерал\эрдэс* -дэлхийн гүнд, царцдаст чулуундавхаргад, сансарт ч байнга явагддаг геологийн хувьсал өөрчлөлтийн процессуудын явцад физик-химийн тодорхой нөхцөлд үүсэж, өсөж, хувирч, бүрэлдэж буй болсон тодорхой

химийн найрлагатай, физик онцгой шинж чанаруудтай,

кристаллын жигд дотоод бүтэцтэй, тогтвортой оршин тогтнох байгалийн хатуу (кристаллаг) биетүүд байна.

*Минералогийн шинжлэх ухааны түүх, хөгжил:*

Ертөнцийн салшгүй үндсэн бүрэлдэхүүн хэсэг болох-дэлхий батүүний царцдаст давхаргын бүрдэл болжгазрын хэвлийд орших байгалийн түүхий эд, эрдэс, чулуулгийн тухай мэдлэг ойлголт өнө эртнээсхуримтлагдаж ирсэн ба энэ талаарх мэдлэгүүд цэгцэрч, боловсорч биеэ даасан шинжлэх ухаан болтол өсч өнөөг хүртэл хөгжиж ирсэн байна. Хүн төрөлхтний анхны зэр зэвсэг, багаж, эд эдлэлээс эхлэн өнөөгийн хүн-нийгэм-байгаль гэсэн системийн, шинжлэх ухаан-технологийн, үйлдвэрлэл, амьдрал ахуйн бүхий хэрэглээг хангах эх үүсвэр нь байгалийн түүхий эдүүд, эрдэс, хүдэр, чулуулгууд, түүнээс гаргасан бүтээгдэхүүнүүд байсаар иржээ.

Сэргэн мандалтын зуунд байгалийн шинжлэх ухаануудтай зэрэгцэн онолын минералогий эрчимтэй хөгжил эхэлжээ. ХҮ-ХҮI зуунд хотжилт ихэсч, худалдаа наймаа, үйлдвэрлэл, зэр зэвсэглэлийн өсөлтөөс хамааран эрдсийн түүхий эдийн хэрэглээ болон ашигт малтмалын эрэл хайгуул, олборлолтууд нэмэгдэж, Европт томоохон уул уурхайн төвүүд үүсч байжээ. Энэ цаг үедиталийн байгальч Б.Цезианх 1636 онд

<минералогий> хэмээх нэр-томъёог дэвшүүлж, улмаар минералогий гэх байгалийн ашигт малтмалын тухай шинжлэх ухааны үүсэл эхэлсэн байна. Минерал гэх ойлголтод бүхий л минерал, хүдэр, чулуужсан бүхнийг оруулжээ.

*Минералогий*(латины <minera> руда, минерал ба грекийн <logos> -логия, учение гэх үгнээс гаралтай, англ. *Mineralogy*; нем. *Mineralogie*; фр. *Minéralogie*; ит. *Mineralogica*, ор. *Минералогия*; зэрэг) гэсэннэр нь олон улсад нийтлэг хэвшсэн, шинжлэх ухааны нэр томъёо болгосон байна.

*Европт:* геологи-минералогийн мэдлэг бий болж байгалийн биетийг-хий, шингэн ба эрдэс бодис (оригтос) хэмээн хувааж, үүнээс эрдэс бодисыг энгийн ба нийлмэл гэж хуваахад минералын хэлбэр, өнгө, гялга, хуваагдал, хатуулаг зэрэг морфологи ба гадаад шинж чанараар ялгахад үндэслэсэн минералын ангилалыг Г.Бауэра буюу Агриколын (1494-1555он) зохиосон ба түүний гол бүтээл нь «О природе ископаемых», «О горном деле и металлургии», «О происхождении минералов». А.Г.Вернер(1750-1817он) саналаар Минералогий (оригтогнози)-ооссалбарлан геологи (геогнози), палентологи, чулуулаг судлал (петроматогнози) зэрэг биеэ даасан шинжлэх ухаанууд үүссэн. Мөн 300 минералыг ялгасан ангилал зохиожээ.

*Орос орон:* *Петр I -н үед* уул уурхай өргөжиж, минералогий эрчимтэй хөгжиж эхэлсэн бөгөөд ашигт малтмалын эрэл ба ашиглалтыг удирдах байгууллага байгуулах тушаал гарсан (Петр I, 1700 он). *ШҮА ба оросын агуу алдар суут эрдэстэн М.В.Ломоносов*(1711-1765)-ын эрдэм ухааны ба соён гэгээрүүлэх үйл ажиллагаагаар

Оросын империйн уудам нутаг дэвсгэрт байгалийн түүхий эд, баялгийн геологи-минералогийн судлал, ашигт малтмал олборлолт, ашиглалтыг эрчимтэй явуулах ажлуудыг зохион байгуулж, тэрээр эх орныхоо минералогийг судлах төсөл зохиож, түүндээ чулуулаг ба хүдрүүд цуглуулах аргачлал жагсаалтын инструкци ч зохиож оруулжээ. М.В.Ломоносов: «Российская минералогия», «Слово о рождении металлов от трясения Земли», «О слоях земных», «Первые основания металлургии или рудных дел», зэрэг олон бүтээлүүд гаргаж, хүдэржилтийн минералын шинж тэмдэгүүд, минералуудын морфологи ба физик шинж чанарын бичиглэл, минералуудын физикийн ба химийн шинж чанарт үндэслэсэн 8 ангилалд: металл, хагас металл, тослог (шатамхай) минералууд, давс, чулуулаг, шороорхог (ислүүд), хүдрүүд, үнэт чулуу, эмийн чулуу гэж хуваасан минералын ангилал боловсруулсан байна.

Оросын геологи-минералогийн хөгжил нь ХVIII зууны сүүлчээр дараагийн алхамаа хийж, Петербургийн уул уурхайн дээд сургууль (одоо Г.В.Плехановын нэрэмжит Санкт-Петербургийн уул уурхайн институт) байгуулагджээ. Мөн М.В.Ломоносовын үндэслэсэн минералогийн сургуулиудыг хөгжүүлсэн, залгамжлагчдын нэг В.М.Севергин (1765-1826)-ы үе эхэлсэн байна.

*Технологийн минералогий, эрдэм шинжилгээний чиглэл*(1798-1829он) -ийг үндэслэгч гэж үздэг Оросын агуу онолч, акад. В.М.Севергины 1798онд «технологийн ба эдийн засгийн» минералогий гэх ойлголтыг анх оруулсан нь оросын минералогийн цаашдын уламжлалт практик чиглэлийг тодорхойлсон. Түүний 1804-1826онд нийтлэн гаргасан «Технологический журнал»-ын девиз-уриа нь «...нарийн ажиглалт ба судалгаагүй шинжлэх ухаан гэж байхгүй, тийм байж ч болохгүй» гэсэн байдаг.(Пирогов.Б.И. 2007).

Тэртээх 217 жилийн тэртээх энэхүү томъёолол, девиз нь өнөөгийн минералогий ба технологийн хөгжлийн замналыг урьдчилан харсан мэт түүний хэлснээр хөгжиж, өнөө үед минералын морфологи, генезис, кристалл-химийг ба төрөл бүрийн ашигт малтмалын баяжицын үнэлгээ, технологийн минералогийн судалгаа, онол ба практикийн чиглэлийг эрчимтэй хөгжүүлэхийн чухлыг аль эрт зааж томъёолсон байжүзэж байна.

*Минералогий нь-* байгальд үүсэж, бүрэлдэн тогтсон дан ба нийлмэл минералууд, тэдгээрийн найрлага, агуулга, шинж чанарууд, морфологи, бүтцийн онцлогууд, гарал үүсэл, өөрчлөлт, хувирлын процессууд, тэдгээрийн байгальд харилцан орших зүй тогтлуудыг судлах бөгөөд мөн хиймэл минералыг (синтез, имитаци) зохиомлоор гаргаж авах аргууд ба нөхцлүүд, практик хэрэглээ зэргийг судлах байгалийн суурь шинжлэх ухаан юм. Минералогий нь дундад зуун ба сэргэн мандалт болон шинэ цаг үеийн ХVIII зууныг хүртэлх цорын ганц байгалийн шинжлэх ухаан нь байв.

ХҮII зууны эхнээс минералогий нь шинжлэх ухааны хэмжээнд хөгжиж эхэлснээс хойш ба түүнээс тусгаарлан салж биеэ даасан байгалийн

шинжлэх ухааны чиглэлүүд төрөн гарчэхэлсэн байна. Үүнд: геологи, кристаллограф (ХҮШзуун), петрограф (ХИХзууны дунд), геохими, ашигт малтмалба металлогени (ХИХ-ХХзууны эхэн), каустобиолитухаан нүүрс, нефть (ХХзууны эх), кристаллохими, органик минералогии бабиоминералогии (ХХзууны дунд) ба микро-нано-минералогии(ХХзууны дунд ХХИзууны эхэн)зэрэг геологи-минералогийн биеэ даасан байгаль судлал ба орчин үеийн хэрэглээний олон шинжлэх ухааны шинэ чиглэлүүд түүнээс салбарлан төрж, тусгаарлан эрчимтэй хөгжиж байна.

Минералогийн хөгжил, дифференциаци ба шинжлэх ухаан болон хөгжих явцын байдал, үр дүнд судалгааны шинэ чиглэлүүд, олон арга зүйн ойлголтууд, тодорхойлолтуудыг шинээр ямагт бий болгож хэрэглэнд оруулж байдаг нь орчин үед улам өргөжих хандлагатай байна.

Орчин үеийн минералогии ньбусад шинжлэх ухааны салбаруудтай нягт уялдаа холбоотой хөгжиж, тэдгээрийн онол аргагүйг ашиглах, нэвтрүүлэх хүрээнд ихээхэн үүрэгтэй байх бөгөөд мөн түүнээс биеэ даасан шинжлэх ухаан, үйлдвэрлэл, хэрэглээний шинэ чиглэл, салбарүүсч хөгжих, өргөжих боломж ихтэйгээрээ ихонцлогтой, эрчимтэй хөгжиж буй байгалийн шинжлэх ухаан юм. Ялангуяа минералогии нь хөгжлийнхөө туршид хатуу биеийн физик ба химитэй болон физик-химитэй нягт уялдаа холбоотой байж, тэдний шинжилгээний аргууд болон онол арга зүйн концепцийг минералогид нэвтрүүлсэн ба энэ нь өнгөрсөн зууны 50-60-д онд илүү эрчимжтэй явагдсан байна.

Орчин үеийн хими ба физикийн хуулиуд, мөн түүний аргуудыг минералогид өргөн ашиглах болсон бөгөөд энэ нь геологи-минералогии ба физик-химийн бүсчлэлд олон шинжлэх ухаануудтай хөгжлийн зааг дээрх харьцаанд холбогдож, улам өргөжиж хүрээгээ тэлж байна.

*Орчин үеийн минералогийг* - үндсэн 2 чиглэлд:

1. Ерөнхий онолын минералогии ба
2. Хэрэглээний минералогии гэж хувааж байна.

*1. Ерөнхий онолын минералогид*–

- дүрслэлийн ерөнхий минералогии,
- региональ ба топоминералогии,
- генетик минералогии (минералынонтогени батипоморфизм,ормынтермобарогеохими, минерал дахь химийнэлементийннизотопи,топогенез, минералын бүслүүржилт г. м),
- физик-химийн, туршилтынминералогии,
- геммалогии
- органикминералогии бабиоминералогии,
- сансрын биетийн астраминералогии зэрэг судалгааны чиглэлүүд хамаарна.

*2. Хэрэглээний минералогии нь:*

Үндсэн 6 чиглэлтэй, үүнээс:тэргүүлэгч нь:

- *технологийн минералогии*(эрдэс түүхий эд,ордын хүдрээс ашигтай эрдсийнбаяжмал

ялгах процессын явц дахь эрдсийн сулралт, найрлага, агуулга, технологийн шинж чанаруудыг судлах, хүдэр баяжуулалт, боловсруулалтын технологийн аргагүй, сонголтын үндэслэл тогтооход нөлөөлөх-баяжуулалтын минералогии гэх мэт),

- *эрлийн минералогии*(ашигт малтмал, орд илрэлийн эрэл-үнэлгээ ба геологи хайгуулын олон үе шатны минералогии- шлих, хиймэлшлих ба эрдэс,хүдэр, чулуулгийн судалгаа шинжилгээний аргууд, үр дүнгийн боловсруулалт),

- *шинэ материалын минералогии*-шинэтөрлийн эрдэс түүхий эдийн минералогии - минералын ашигтай шинж чанаруудыг илрүүлэх судалгаа, үйлдвэрлэлд чухал эрэлт хэрэгцээтэй шинэ минерал, компонентын шинж чанар, тархалтыг судлах, дан минерал ялгах аргууд\

- биоминералогии \исэлдэлтийн аргууд\

- микроминералогии, нано-минералогии

- экологийн, архелогийн минералогии орно.

*Хэрэглээний минералогийн чиглэл, гол зорилго:*ашигт малтмалын ордынэрэл үнэлгээ, хайгуул явуулах, эрдсийн түүхий эд, хүдрийг цогцоор судлах ба тэдгээрийг үйлдвэрлэл, техник, ахуйн практиктхэрэглээнд зориулахаарашиглахбаяжуулах, боловсруулах шинжлэх ухааны үндэслэлийг тогтооход оршино. Технологийн минералогинь: хэрэглээний минералогийн тэргүүлэх чиглэл бөгөөд түүний гол бодлого нь эрдсийн түүхий эдийг иж бүрэн судлах ба бүрэн төгс, эрчимтэйашиглах, үр ашгийг сайжруулах, дээшлүүлэхэд оршино.

*Технологийн минералогийн гол бодлого нь:*

Эрдсийн түүхий эд,баялгийн үнэ цэнэтэй эрдсүүд, элементүүдийн байгалийн эх үүсвэр болох ашигт малтмалын ордын нөөцийг тогтооход, хүдэр болон түүнийг бүрдүүлэгч эрдсүүдийг бүх талаас нь цогцоор нарийвчлан судлах, түүнээс ашигтай эрдэс, элементийг аль болох иж бүрэн төгс, хаягдалгүй ялгах, оновчтой технологи, горим, шийдлийг сонгох, боловсруулах, ордыг ашиглах, олборлох эрдсийн үйлдвэрлэлийг эдийн засгийн өндөр үр ашигтай явуулах, ямагт сайжруулах, инноваци нэвтрүүлэх зэрэг бүхий л хүрээнд технологийн минералогийн судалгаа, шинжилгээнүүдийг өндөр үр дүнтэй явуулахад оршиж байдаг.

Байгалийн эрдсийн түүхий эд, баялгууд болох үнэт, өнгөт, холимог, ховор металлын ашигт малтмалын орд газрууд, тэдгээрийн хүдэр чулуулагт агуулагдах нэн ховор, өндөр үнэ цэнэтэй эрдэс, элементүүдийг нээн илрүүлэх хүрээнд геологи- минералогии- технологийн нэгдсэн цогц зорилтыг нэгдмэл бүтцээр шийдвэрлэх нь нэн чухал өндөр ач холбогдолтой байдаг. Энэ нь улс орны аж үйлдвэржилт, техник технологийн хөгжил дэвшилд нөлөөлөхүйц бөгөөд эдийн засгийн өндөр үр ашиг өгөх ашигт малтмалаас зах зээлийн эрэлт хэрэгцээ өндөртэй эрдэс, элементийг ялгах, гаргах боломж бий болгоно.

*Эрлийн минералогийн судалгаа, шинжилгээ:* Байгалийн эрдсийн түүхий эд, баялгууд болох – алт, мөнгө, зэс, молибден, төмөр, цайр, хар ба цагаан тугалга, гянтболд, хайлуур жонш, газрын ховрын элементүүд, уран, нүүрс, нефть гээд олон төрлийн ашигт малтмалын орд, илрэлүүдийг хайх, нээн илрүүлэх геологийн эрэл үнэлгээ, нарийвчилсан геологи хайгуулын судалгааны олон үе шатны ажлуудыг явуулах хүрээнд нэн чухал шаардлагатай байдаг.

*Технологийн минералогийн судалгаа шинжилгээний аргууд:* ашигт малтмалын ордын хүдрийг баяжуулах, боловсруулах, хүдрээс баяжмал ялгах, баяжмал бүтээгдэхүүн, хаягдлын гарцыг тогтоох, өсгөх баяжуулалтын арга зүй, аргын сонголт хийх үндэслэлийг тогтоох, хүдрийг баяжуулах, ашиглах, олборлоход чиглэсэн шинэ арга зүй, оновчтой технологиудыг турших, түүний ажлын явцыг хянах үнэлгээ өгөх, шинэ технологи боловсруулах, сайжруулах, инноваци хийх хүрээнд явуулах олон минералогийн аргуудыг ашиглаж, шинжлэх ухааны онол ба практикийн үндэслэл бүхий олон шатны шинжилгээ судалгааны үр дүнгүүд, үнэлгээ дүгнэлт, зөвлөмж гаргах зэрэг нь технологийн туршилтын олон үе шатны туршид онцгой чухал үүрэг, ач холбогдолтой байдаг. Энэ чиглэлийн судалгааны үндсэн аргууд нь болох-минералоги, минераграф, петрограф ба геохимийн гэсэн 4 чиглэлийн хоорондоо нягт салшгүй уялдаа, холбоотой нарийн цогц судалгаа, шинжилгээний ажлуудыг явуулна.

Эрдсийн найрлагын минералогийн иж бүрэн цогц судалгааны ажлуудыг явуулахад олон төрлийн микроскопууд, электронмикроскопууд, рентгендифрактометр, микрозонд, өндөр нарийвчлалтай, өндөр мэдрэмжтэй, өндөр бүтээмжтэй багажит аргууд, физик-химийн аргуудын тоног төхөөрөмжүүдийг ашигласнаар байгалийн эрдэс түүхий эдийн хүдрийг ба түүнийг бүрдүүлэгч минералууд, ашигтай минералуудын найрлага, агуулгыг, түүнд агуулагдах ба дагалдах ашигтай ба хортой хольцуудын найрлага ба агуулга, тэдгээрийн орших хэлбэр, байдлуудыг болон молекулын, электроны, протоны, микро-нано- хэмжээст түвшинд минералууд, элементүүдийн найрлага, агуулга, гадаад физик шинж чанарууд болон минералууд ба микроминералуудын дотоод бүтэц, тогтоц, өвөрмөц онцлогууд, дотоод уялдаа холбоо, өөрчлөлт, хувирлууд гээд маш олон төрлийн шинж байдлуудыг тодорхойлж, нарийвчлан судалж, гаргасан үр дүнгүүд, мэдээлэл материалуудыг боловсруулах, үр дүнгийн нарийвчилсан тайлал, тооцоо хийх, зөвлөмж үнэлгээ өгөх, нэгдсэн тайлан, дүгнэлт өгөхөд чиглэсэн олон иж бүрдэл цогц судалгаа, шинжилгээг явуулна.

ТМ-г биеэ даасан ЭШ –ний чиглэл болгосон нь: Н.М. Федоровский ба И.Н. Плаксин нар УААА-д чухал эрдэс түүхий эдийн төрлийг иж бүрэн цогцоор нь судлах хандлагыг болон баяжуулалтын ба химийн боловсруулалтын

процессуудыг боловсронгуй болгохын тулд хүдрийн найрлагын талаарх минералогийн судалгаагаар минералын гадаад ба дотоод шинж байдалд агуулагдах мэдээлэл бүхнийгүнзгиймэдэх, тодорхойлох, тогтоох шинжлэх ухааны онол, арга зүйн үндэслэлтэй үр дүнгүүд, мэдээллийг нээн гаргах, задлан боловсруулах, ашиглах тогтолцоог орчин үеийн минералогид илүү эрчимтэй нэвтрүүлж эхэлсэн байна.

Орчин үеийн хими ба физикийн хуулиуд, мөн аргуудыг минералогид өргөн ашиглах болсон бөгөөд энэ нь геологи ба физик-химийн бүсчлэлийн заагт олон харьцаанд шинжлэх ухааны онол, концепцийг минералогид нэвтрүүлэх боломжууд үүсгэсэнд оршино.

### III. ТОГТВОРТОЙ ХӨГЖЛИЙН ҮНДЭС

Дэлхийн өндөр хөгжилтэй орнуудад нүсэр аж үйлдвэржилт, өндөр хөгжлөөс залхаж, хүний ёсны амьдралаараа, байгаль эх, газар шороогоо хайрлаж, эко-орчиндойртож, тайван амгалан, сайхан амьдрах сонирхлыг эргэн дэлгэрүүлэх хөгжлийн сонголтыг хийх болжээ.

Дэлхийн улс орнуудад нийгэм, эдийн засгийн хямрал, ядуурал, байгаль орчны бохирдол даяаршиж байгаагаас хөгжлийн хандлагын өөрчлөлт явагдах болж тогтвортой хөгжлийн ойлголт, сонирхол дэлгэрч байна.

Үүний томъёолол нь: Өндөр хөгжилтэй орнуудад аж үйлдвэржилтийн үе дуусч шинэ хөгжлийн сонголтыг “Тогтвортой хөгжил” гэж тодорхойлж байна. “Хүн- нийгэм- байгаль” гэсэн тогтолцоотой энэхүү системийн хөгжлийн тухай шинжлэх ухааны мэдлэг, ойлголтыг олгох нь амьдралын зүй ёсны хэрэгцээ шаардлага болж байна. Түүний хөдөлгөгч нь хүч нь болох гипроэдийн засгийн загвар гэдэг нь “стратегийн үр ашиг” буюу “экологийн үр ашиг” хэмээх эдийн засгийн шинэ категорит хамааруулах хандлага, сонирхол өрнөж байна.

Тогтвортой хөгжилд шилжих гэдэг нь байгаль-нийгэм-хүний систем дэхь тэнцвэржилтийг хадгалахад чиглэсэн хөгжлийн технологийн үйл явц болж байна.

Тогтвортой хөгжлийн үзэл нь байгальтай зохицож, байгалийн хуулийг дагаж амьдрах дорно дахины үзлээс үүсэлтэй бөгөөд өнөөгийн тогтвортой хөгжлийн үндэс нь болсон байна.

XXI зууны Даян дэлхийн хөгжлийн чиг хандлага, стратегийг тодорхойлсон, бүх оронд баримталж буй 3 үндсэн баримт бичиг нь: нэгд- Риогийн Тунхаг (1992он), хоёрт- Мянганы тунхаглал (2000он), гуравт- Иоханнесбургийн тунхаглал (2002он), хэрэгжүүлэх төлөвлөгөө орж байгаа бөгөөд эдгээр нь үндсэн агуулгаараа тогтвортой хөгжлийн тулгын гурван чулуу болох эдийн засгийн, экологийн, нийгмийн хөгжлийг хангах үндэслэл нь болно.

НҮБ-ийн дээрх тунхаглал, шийдвэрүүдийг үндэслэл болгож монгол улсын тогтвортой хөгжлийн хөтөлбөрийг боловсруулсан байна. Монгол Улсын Засгийн Газар 1998 оны 5 дугаар



сарын 26-ны өдрийн 82 тоот тогтоолоор *Монгол Улсын XXI зууны Тогтвортой хөгжлийн хөтөлбөрийг (МХ-21)* баталсан байна. Тогтвортой хөгжлийн үзэл баримтлалд эдийн засгийн өсөлт, нийгмийн эрх тэгш байдал, тогтвортой хөгжил ба байгалийн зөв зохистой ашиглалт гурваас бүрдсэн нэгдмэл хөгжлийн стратегийг сонгохоо тодорхойлсон байна.

Тогтвортой хөгжлийн үзэл баримтлалын нэг тулгуур нь байгальд халгүй, нөөцөд хэмнэлттэй, хэрэглээнд цэвэр технологи бүхий үйлдвэрлэл хөгжүүлж, сав шимийн ертөнцийг хамгаалан хадгалах хүний үйл ажиллагаа юм байна.

Үрэлгэн эдийн засгаас экотехнологи давамгайлсан, хэмнэлттэй, оюуны багтаамж ихтэй, үйлдвэрлэл, үйлчилгээний загвар давамгайлсан эдийн засаг төлөвшүүлэх нь тогтвортой хөгжлийн үзэл баримтлалын суурь болж байна. Тогтвортой хөгжлийн эх сурвалж нь хүний хөгжил байх бөгөөд эдийн засгийг хөгжүүлэхэд хүний хүчин зүйлийг шийдвэрлэх ач холбогдолтой гэж үзэж байна.

Шинжлэх ухаан, технологийн зөв бодлого нь тогтвортой хөгжлийн үндэс болж байна. Шинжлэх ухааны хөгжлөөр шинэ мэдлэг бий болж, технологийн хөгжлийг хангах, ашигтай мэдээллийг бий болгох ба дотоод хүчин зүйлээр үнэлэгдэх, урт хугацааны үйл ажиллагаа юм. Харин технологи нь аль нэг эзэмшлийн элемент, түүнийгагуулсан таваартай холбоотой ба богино хугацаатай, тодорхой програмын дагуу явагдах, үйлдвэрлэлд мэдлэгийг нэвтрүүлэхдээ түүний үр ашгийг нэмэгдүүлэх ба практик үр дүнд хүргэх зорилготой бөгөөд шинэ материал, шинэ технологи, шинэ тоног төхөөрөмжийн шийдэл бий болгоход ашиглагдах үйл ажиллагаа юм.

Шинжлэх ухаан, технологи нь бүх төрлийн нөөцийн ашиглалтыг хамгийн оновчтой түвшинд хүргэх нэгдсэн зорилготой. Технологийн хөгжил дэвшлийн бодлого явуулахад хүний хүчин зүйлд тулгуурлаж өөрийн орны түүхий эд материалын нөөц, шинж чанарыг сайтар судалсны үндсэн дээр түүнд тохирох технологийг олж илрүүлэх, хуучнаа сэргээх, шинээр боловсруулах, эзэмших, үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх, инноваци хийх, тэдгээрийг ашиглах ЖДҮ, шинжлэх ухаан, сургалт үйлдвэрлэлийн бүтэцтэй цогцолбор байгуулах зэрэгхэрэгжүүлэх орчинг бас бийболгох, мөн технологийн дэвшлийг түргэтгэх хүчин зүйлүүдийг нэмж бий болгох хэрэгтэй.

Монголын тогтвортой хөгжлийн хөтөлбөрийг боловсруулаад 17 жилд өнгөрч байгаа хэдий ч түүнийгээ ягштал баримталж улс орноо хөгжүүлэх төр, засгийн бодлого зохицуулалт нь өөр замыг сонгож: хүн - нийгмийг ядууруулах, ажилгүйдүүлэх, байгаль экологийг сүйрүүлэх, байгалийн баялгийн эзэмшлийг хэнд ч хамаагүй лицензээр өгөхийг зөвшөөрөх, эдийн засгийн хохиролтой бодлого бүхий замаар явсаар өнөөг хүргэж буй нь төрийн бодлогын алдааг тодорхой илтгэж байна. Үүнийг засаж залруулах удирдамж нь дээрх 1998 онд баталсан МХ-21 хөтөлбөрт байгааг эргэж судалж, ойрын зорилтоо тодоор

тодорхойлж, ялангуяа геологи-уул уурхайн салбарын яамны чиг үүрэгт өөрчлөлт оруулж, уг хөтөлбөрийн агуулгыг тусгаж, хэрэгжүүлэх шаардлагатай байна.

Үүнд: геологи, уул уурхайн салбарын яамны бодлого, чиг үүргийн хэсэгт эрдэс түүхий эд баялгийн минералогийн шинжлэх ухаан, технологийн бодлогын талаар төрөөс баримтлах дэмжих чиглэлийг тусгах, минералогийн шинжилгээний өндөр түвшний лаборатори, төвийг байгуулах, өндөр нарийвчлалтай, бүтээмжтэй орчин үеийн багаж тоног төхөөрөмжөөр бүрэн тоноглогдсон байх, олон төрлийн арга аргачлалаар цогц судлах, шинжлэх боломжийг бүрдүүлэх төсөл, хөтөлбөр боловсруулж, стратегийн түншлэлтэй орнуудтай хамтын ажиллагааны хүрээнд төсөлд хөрөнгө оруулалтыг шийдвэрлүүлэх боломжийг судлах, хэрэгжүүлэх гарц олох хэрэгтэй байна.

*Монголын минералогийн мэдээлэл:* Монгол улсад 1931-1957 онд геологийн анги, экспедици нэгдэл байгуулагдаж геологи хайгуулын үйл ажиллагаа явуулж эхэлсэн үеэс минералогийн шинжилгээний ажлыг явуулахад бэлтгэж цөөн тооны геологич нарыг 1963 оноос зөвлөлтийн орос мэргэжилтнийг дагалдуулан сургаж, шлихийн шинжилгээ хийх аргыг эзэмшүүлж, анхны шлихийн минералогич ажиллаж эхэлжээ. 1974 онд анх ГТЛ-ийн бүтэц бүрэлдэхүүнд Минералогийн лаборатори ажиллаж байсан. 1985 оноос төрийн бодлогоор, ГУУҮ –ийн салбарын хөгжлийг хурдацтай хөгжүүлэх, өргөжүүлэхээр дэмжих шийдвэр гаргаж, орон нутгийн минералогийн лабораторийн \шлихийн\ шинжилгээний нэгжүүдийг- Дарханы, Төвийн, Дорнодын, Хөвсгөлийн, Баянхонгорын геологийн экспедицүүдийн дэргэд байгуулсан нь үндсэндээ 1990 –д он хүртэл үр бүтээлтэй сайн ажиллаж байсан. Тухайн үе 1965-1990-ээд онд геологич мэргэжлээр төгсөгчдөөс давтан сургаж нийтдээ 100 орчим шлихийн минералогичдыг бэлтгэж, минералогийн лабораториудад ажиллуулж байсан нь бараг бүгд тэтгэвэртээ гарсан бөгөөд одоо ГТЛ-д минералогийн лаборатори нь баяжуулалтын лабораторид нэгдэж, 2010 оноос 4-5 геологич мэргэжилтэй ажилтныг шлихийн минералогич мэргэжлээр давтан сургаж, ажиллуулж байна.

Монгол орны эрдсийн түүхий эд, ашигт малтмалын орд, илрэлүүд, хүдэржилт бүхий талбайг нээн илрүүлэх нарийвчилсан судалгаа шинжилгээнүүд явуулах болон монголд минералогийг хөгжүүлэх, гадаадад нарийн мэргэжлээр мэргэжилтэн бэлтгэх зорилгоор хэрэгжүүлсэн дээд боловсролын хэтийн төлөвийг сайжруулах бодлогын хүрээнд –ЗХУ-ын Москва, Ленинград, Львов, Ташкент \МГУ-10, ЛГУ-20, ТГУ-3, ЛенГУ-4 болон Герман -2, Чехословак-2, Польш -1, Румын-1\ -ын ба европын зарим улсын их сургуулиудад минералогийн цикл мэргэжлүүд болох-минералоги, минераграф, петрограф ба геохимийн гэсэн 4 чиглэлийн хоорондоо нягт салшгүй уялдаа, холбоотой, цогц судалгаа, шинжилгээний ажлуудыг явуулдаг нарийн шинжилгээний мэргэжлийн боловсон хүчнийг

сургах хүрээнд 50 орчим хүнийг бэлтгэсэн нь одоо бараг бүгд тэтгэвэрт гарч, өөр ажилд шилжиж, одоогоор 50-70 –аад насны 3-4 хүн л мэргэжлийн ажил үүргээ гүйцэтгэж байна.

Монгол улсад минералогийн лабораториуд хэдийнээ 2000-д оноос зогсонги байдалд орж, микроскоп багаж хэрэгслүүд нь техникийн, шинжилгээний шаардлага хангахгүй болж, минералогийн судалгааны чиглэлүүд ч хуучнаараа үлдэж, минералогич мэргэжилтэн ч цөөрч, улаан номонд орохоор ховор мэргэжил, ажил болж мэргэжлийн хүнгүй болсон бөгөөд ховордож буй амьтан, ургамал, эд зүйлсийг ч бүртгэж авдаг “Монголын улаан ном”-д ч бүртгэгдэж амжихгүй устаж дуусаад байна.

1990-ээд оноос хойш гадаад харилцаа холбоо өргөжиж, америк, канад, европын гээдгеологи, уул уурхай өндөр түвшинд хөгжсөн барууны өндөр хөгжилтэй орнуудтай харилцах хүрээ ихэсч байна.

Иймээс монголын эрдэс баялгийг геологийн хайгуулын үе шатны судалгаанаас эхлэн үр өгөөжийг сайжруулах улмаар нээн илрүүлсэн ашигт матмалын ордыг, хүдрийг нарийвчлан цогцоор судлах, өндөр үр ашигтай, хаягдалгүй ялгах, баяжуулах, боловсруулах, ашиглах технологи боловсруулах болон уул уурхайн үйлдвэрлэлийн явцыг хянах, үнэлэх үндэслэл тооцоог гаргах, эрдэс элементийн хэрэглээний шинж чанар, хүрээг тодорхойлох хүртэлх бүх үе шатны процесст, эдийн засгийн үр ашгийг өсгөхөд нэн чухал үүрэг оролцоотой минералогийн шинжлэх ухааны хэрэглээний чиглэлүүдийг хөгжүүлэхэд онцгой анхаарч дээрх асуудлыг шийдвэрлэх хэрэгтэй болжээ. Мөн дотоодод бэлтгэх дээд боловсролын мэргэжлийн стандартгүй, тохирох хөтөлбөргүй, багш, мэргэжилтэнгүй, стандарт ба шаардлага хангах сургалтын ба дадлагын бааз-лабораторийн нөхцлүүд бүрдүүлэх боломжгүй учраас минералогийн мэргэжлийн хүний нөөцийг гадаадын их дээд сургуульд бэлтгэх, сургах хэрэгтэй байна.

Газрын хэвлийн баялаг, эрдсийн түүхий эдийг бүх талаас нь нарийвчлан өргөн хүрээнд судлах минералогийн шинжлэх ухааныг болон нарийвчилсан судалгаа шинжилгээнүүдийг хөгжүүлэхэд орчин үеийн түвшинд лабораторийн шаардлагатай стандартын орчин нөхцлүүдийг бүрэн хангах ажлын байр байгуулах, минералогийн лабораторийг сэргээн босгох буюу шинээр хэрэглээний минералогийн төвбайгуулах талаарх тулгамдсан асуудлыг геологи уул уурхайн ба шинжлэх ухааны салбарыг хөгжүүлэх төрийн бодлого баримтлал, төсөл хөтөлбөртөө оруулж онцгой анхаарч, бодит ажил болгох хэрэгтэй.

## ДҮГНЭЛТ

Геологи-уул уурхай, үйлдвэрлэлийг үр ашигтай эрчимжүүлэх, тогтвортой хөгжүүлэх зүй ёсны шаардлагаар түүнд түлхэц өгөх, эдийн засгийн үр ашгийг нэмэгдүүлэх үндэслэлийг бий болгоход чухал нөлөөлөхүйц үүрэг, ач холбогдолтой – эрлийн минералогич ба технологийн минералогийг хөгжүүлэх шаардлага зүй ёсоор тавигдаж байна. Үүний тулд орчин үеийн өндөр мэдрэмж, бүтээмж, нарийвчлалтай тоног төхөөрөмжүүд, багаж хэрэгслээр иж бүрэн тоноглогдсон өндөр түвшингийн лабораториуд байгуулах хэрэгтэй. Мэргэжлийн хүний нөөц нь үндэсний дээд баялаг болох тулхэрэглээний минералогийг хөгжүүлэх, лабораторийн судалгаа, шинжилгээг явуулахын тулд үндэсний үнэ цэнэтэй нарийн минералогийн мэргэжлийн хүний нөөцийг, чадварлаг мэргэжилтнийг гадаадад бэлтгэх, сургах нь тогтолцоог бий болгох зэрэг дэрх тулгамдаж буй асуудлуудыг нэн тэргүүнд тавьж шийдвэрлүүлэх зайлшгүй шаардлагатай болж байна.

### Зохиогчийн тухай

Чогдовын Маамхүү.

Төгссөн сургууль, мэргэжил, цол зэрэг: ЗХУ-д Москвагийн Их Сургуулийг геохимич-минералогич мэргэжлээр төгссөн, ШУТИС-ийн ГУУИС-ийн докторант, уул уурхайн зөвлөх инженер минералогич, ХХТХ-ЭТТ-ийн ЭШАА.

Судалгааны чиглэл: технологийн минералогич. Минералогийн лабораторийн ажлын чиглэл: төрөл бүрийн эрдсийн түүхий эдийн эрэл үнэлгээ, геологийн хайгуулын дээжүүд болон төрөл бүрийн ашигт матмалын ордын технологийн дээж, хүдрийн минералогийн найрлагын судалгаа, шинжилгээнүүд гүйцэтгэх чиглэлээр ажиллана.

### АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:

- [1] Гинзбург А.И, Кузьмин В.И, Сидеренко Г.А, Минералогические исследования в практике геологоразведочных работ, М, 1983
- [2] Гинзбург А.И, Методы минералогических исследований, М, 1985
- [3] Даваасамбууд, Лхамсүрэн Ж, Дамдинжав Эрдэс-элементийн олборлолт, үйлдвэрлэл, хэрэглээ, Эрдэнэт-УБ, 2000
- [4] Котова О.В, Новые аспекты технологической минералогии, статья, 2014
- [5] Минералогия, Наука о земле
- [6] Пирогов Б.И, Теоритические основы технологической минералогии, Теория минералогии. Л, Наука, 1988
- [7] Пирогов Б.И, Этапы становления и развития технологической минералогии, ВИМС, 2007

**ХОЁР. АШИГТ МАЛТМАЛЫН  
БАЯЖУУЛАЛТ, БОЛОВСРУУЛАЛТ**

# “Халзан Уул”-ийн ордын зэсийн хүдрийг уусган баяжуулах хагас үйлдвэрлэлийн туршилт, үр дүн

Ц.Оюунцэцэг\*, М.Сумъяабаяр\*\*

\*ШУТИС-ийн ГУУС, Монгол Улс, Улаанбаатар хот

\*\*Оюутолгой компани, гидрометаллургич инженер, Монгол Улс, Улаанбаатар хот

И-майл: [tsoyun\\_22@yahoo.com](mailto:tsoyun_22@yahoo.com)

*Хураангуй: Орхон аймгийн Баян-Өндөр сумын нутагт орших “Халзан-Уул” ордын зэсийн хүдрийг уусган баяжуулах хагас үйлдвэрлэлийн туршилт судалгааны ажлын үр дүнг толилуульа.*

*Түлхүүр үг: баганан уусгалт, хүхрийн хүчил, оновчтой горим.*

## 1. СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

Халзан-Уул ордын хүдэртмалахит зэс агуулагч гол эрдэс болж байна. Зэсийн хоёрдогч сульфидийн эрдэс халькозин, ковеллин төмрийн сульфид пирит зэрэг эрдсүүдгүй хааяа жижиг ширхэгтэй куприт, аранжин зэс, халькопиритын (0.01мм-ээс жижиг) мөхлөгүүд тааралдаж байна.

1-р хүснэгт

Колонконд ачаалсан хүдрийн жин, кг

Ширхэглэл, мм			1 ба 2-р колонк	3 ба 4-р колонк
мм	инч	меш	Туршилтын дээж-(P80=25mm)	Туршилтын дээж-(P80=12,5 mm)
-50 +25	1.050	1	11.78	
-25 +12.5	0.525	1/2	38.86	11.31
-12.5 +6.3	0.263	1/4	8.58	33.53
-6.3 +1.7	0.065	10	12.90	23.15
-1.7		10	7.88	12.01
Нийтжин ( кг):			80.00	80.00

## 2. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Тус туршилт, судалгааны ажлыг зэсийн хүдрийн уусгалтын үйлдвэрүүдийн жишиг нөхцөл, стандарт, гидрометаллургийн бусад лабораториудын тухайлбал АНУ-ын “Меткон”, Австралийн Уул уурхайн компаниудад мөрдөгдөх судалгаа

шинжилгээний арга аргачлалын дагуу туршилт судалгааны ажлыг гүйцэтгэв.

## 3. ТУРШИЛТ, ҮР ДҮН

Колонк тус бүрд ачаалсан дээжийн төрөл болон ширхэглэлийн жинг хүснэгт 1-д харууллаа.

Колонк ачаалах, уусгах нөхцөл

Туршилтын 4 ширхэг дээж тус бүрийг (80 кг) 1 тонн хүдэрт 1.8 кг хүхрийн хүчил байхаар тооцож, 141 гр хүхрийн хүчил агуулсан 3 литр

уусмалаар чийглэж, 2.0 м-ийн өндөртэй, 200 мм-ийн дотоод диаметртэй колонктачаалж, дараах уусгалтын нөхцлийн дагуу явуулав (хүснэгт 2).

Хүдэр дэх сульфидын төрлийн эрдэсийг исэлдүүлэхэд колонкыг ачаалснаас 5 хоногийг дараа уусгалтыг хүхрийн хүчлийн 5-7 гр/л агуулгатай шингэрүүлсэн уусмалаар бороожуулан уусгалтыг гүйцэтгэсэн.

Уусгалтын эхний хагаст өдөр бүр хүдэр дундуур нэвчин зэсээр баяжсан буюу шимт уусмалын эзлэхүүнийг хэмжиж, түүний зэсийн агуулгыг тодорхойлж байсан ба уусгалтын сүүлийн хугацаанд 2-3 хоногт 1 удаа шинжилгээ хийж байв.

Тэжээл уусмал

Баганан уусгах туршилтанд H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ийн усан уусмалыг хэрэглэнэ. Эхлээд хүхрийн хүчлийн цэвэр 98%-ын ажлын уусмал бэлтгэнэ.

## Уусгалтын нөхцөл

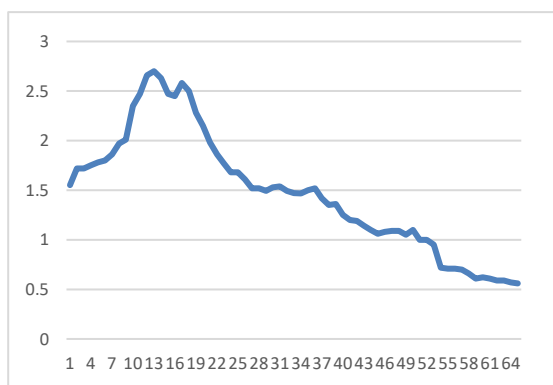
Уусгалтын параметрууд	Нэгж	Утга	Тайлбар
Колонкын өндөр	метр	2.0	
Уусгалтын цикл		Битүү	Колонкын уусгалтын уусмал дахь зэсийнагуулгаас нь хамаарч уусгалтад эргүүлэн оруулна.
Уусмалын урсгалын хурд	литр/цаг/м <sup>2</sup>	6	Бүхколонкид ижил хурдтай өгнө.
Хүдрийн хамгийн том ширхэглэл	мм	35	Колонконд ачаалсан хүдрийн хамгийн том ширхэглэлийн хэмжээ
P80%	мм	-12.5+0.00 -25+12.5	2 өөр ширхэглэлтэй дээж бэлтгэсэн.

Хутгалттай уусгалтын туршилт

Зохиомол буюу хутгалттай уусгалтын туршилтанд дээжийг -25+12,5 мм, -12,5 мм-ээр ангилж, тус бүр 40 кг дээж бэлтгэж хуванцар торхонд 50 л 0,5%-ийн хүхрийн хүчлийн суларсан уусмалаар 12 цаг туршилт хийж гүйцэтгэсэн. Дээжийг 2 цаг тутамд авсан.

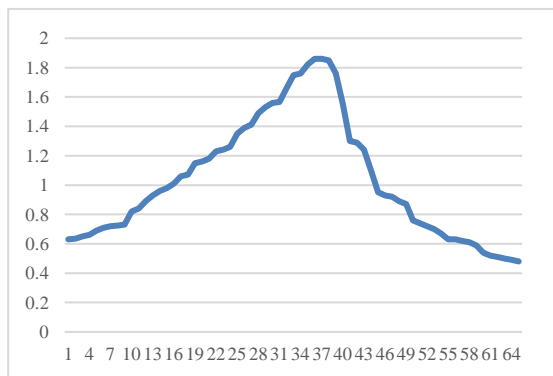
Туршилтын үед явагдах урвал:  
 $Cu+2H_2SO_4=CuSO_4+SO_2+2H_2O$ ;

Туршилтын үр дүнг зураг 1 ба 2-т үзүүлэв.



1-р зураг. P80% -12.5+0 мм ширхэглэлтэй хүдрийн туршилтын үр дүн

-12.5 мм ширхэглэлтэй хүдэрт 12 цагийн турш 0.5%-ийн хүхрийн хүчлийн сулруулсан уусмалаар уусган 80-85.45%-ийн металл авалттай болох нь туршилтаар харагдаж байна.



2-р зураг. P80% -25+12.5 мм ширхэглэлтэй хүдрийн туршилтын үр дүн

Туршилтын үр дүнд зэсийн уусалт 1-р колонконд 74.56 %, 3-р колонконд 80,89% хүхрийн хүчлийн

зарцуулалт 8.78 кг/(тонн хүдэр) ба хүчлийн зарцуулалтыг ууссан зэсийн хэмжээнд харьцуулбал 20.13кг/(кг зэс) байлаа.

**ДҮГНЭЛТ**

1. Халзан-Уул ордын исэлдсэн хүдэрт баганан уусгалтын туршилтыг -25+12,5 мм ба -12,5 мм ширхэглэлтэй хүдэрт 60 хоногийн турш хийж гүйцэтгэв.
2. Хүчиллэг уусмалаар чийглэсэн дээжийг 200 см-ийн өндөртэй, 20 см-ийн дотоод диаметртэй пластмассан колонконд ачаалж, хүдэр дэх сульфидын төрлийн эрдэсийг исэлдүүлэх үүднээс колонкыг ачаалснаас 5 хоногийг дараа уусгалтыг хүхрийн хүчлийн 5-7 гр/литр агуулгатай шингэрүүлсэн уусмалаар бороожуулан уусгалтыг гүйцэтгэсэн.
3. Бүх колонкын тэжээл уусмалын бороожуулалтын хурд 6 л/цаг/м<sup>2</sup>, уусмалын рН нь 2.0-оос бага байх нөхцлийг баримталсан.
4. Зохиомол буюу хутгалттай уусгалтыг -25+12.5 мм

**Зохиогчийн тухай**

Ц. Оюунцэцэг нь ЗХУ(одоогоор Украин Улс)Донецкийн Политехникийн Дээд Сургуулийг Ашигт малтмалын баяжуулалтын технолоич-уул уурхайн инженер мэргэжлээр төгсгөсөн. Эрдэм шинжилгээ судалгааны байгууллага ба боловсролын салбарт 36 жил ажиллаж байна. Үнэт, газрын ховор металл, төмөр, нүүрсний баяжуулах технологи, зохион бүтээх чиглэлээр ажилладаг. Ашигт малтмалын баяжуулалтын технологич инженер, техникийн ухааны доктор, Монгол Улсын зөвлөх инженер.

**АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:**

- [1] Минеев Г.Г., Сыртланова Т.С. “Научно-технические основы выщелачивания золота микробиологическими и химическими растворителями” // Цветные металлы, 1984, №12, стр. 74-76.
- [2] Шестопалова Л.Ф., Черняк А.С., Минеев Г.Г. “Изучение процессов коллоидо-и комплексобразования в системе Au(I,III)-

щелочные растворы аминокислот” // 9-ое Всесоюзн. совещ. по химии, анализу и технологии благородных металлов, Красноярск –1973, стр. 213.

- [3] Bayarbat I., Burmaa G., Gan-Erdene T., Batjargal Ch., Bayarjargal M., “Leaching of gold by alkaline solutions with casein hydrolysate” // Abstract: The 2<sup>nd</sup> International Conference on

Chemical Investigation and Utilization of Natural Resources 12-15 of August, 2003, Mongolia, p.141.

- [4] Dorjpalam B., Bayarjargal M., Gan-Erdene T., Batjargal Ch., Batmunkh O. “A new enteral formula based on pancreatic hydrolysate of casein” // Reports of the Chemistry Institute UB-1995, p.54-56.

# Хаягдал шохойны идэвхижилийн хэмжээг ихэсгэж, импортын шохойг орлох бүтээгдэхүүн гаргаж авах боломжийн судалгаа

Г.Лхагважаргал\*, Н.Сугир-Эрдэнэ\*\*

\*ШУА-ийн харъяа ХХТХ-ийн Эрдсийн Технологийн Төв  
[lhaagii.0305@gmail.com](mailto:lhaagii.0305@gmail.com), [sugiraa85@gmail.com](mailto:sugiraa85@gmail.com)

*Abstract: There are plenty of limestone reserves in our country is ready to produce the lime cement, in addition to mining, building materials, copper, zinc and gold processing plants used. However, this lime is used in our mining companies imported large quantities from outside. Our country is able to produce enough to the needs of our domestic resources from limestone chalk imports from outside Lime quality equivalent to the domestic production of lime is important to adopt the technology. Our country over the past 2 years, has imported 47500 tons of lime.(Customs General Administration Statistics). This is the calculation of the cash from a few billion outflow tugrugs counted.*

*Our survey of waste produced by our work chalk done research on low- activity would increase to lime. Samples Khutul lime plant has been included in the test. Experiments processing grinding and screening methods, such as activation showed that increasing the amount of use.*

**Түлхүүр үг: Тээрэм, шигшүүр, нунтаглалт**

## ОРШИЛ

Шохой гаргаж авах түүхий эд нь төрөл бүрийн шохойн чулуу, цэрд, дунчулуу, доломитожсон шохойн чулуу, доломит, гантиг зэрэг кальцын карбонатыг ( $\text{CaCO}_3$ ) их хэмжээгээр агуулсан чулуулгууд байна. Цэвэр кальцын карбонатад 56%  $\text{CaO}$ , 44%  $\text{CO}_2$  орсон байна. Энэ нь байгальд шохойн жонш, арагонит жонш хэмээх хоёр янзын эрдсийн хэлбэрээр оршино[2]. Манай орон шохойн чулуу элбэгтэй юм. Шохойн үйлдвэрийн орд газруудаас Дарханы хөтлийн шохойн чулууны ордны зузаан 6 -100м орчим бөгөөд бараг 22 сая тонн нөөцтэй гэж эхний ээлжид тодорхойлсон байна. Цагаан булгийн шохойн чулууны ордын дундаж зузаан 34 м бөгөөд нөөцийг нь нэг сая орчим шоо метрээр тогтоожээ. Гурав дахь орд газар болох Мааньтийн ордын нөөцийг 4 сая орчим тонноор тогтоосон байна. Түүнчлэн Дорнод аймгийн Аралтын худаг, Булганы Думдатын гол, Говь-Алтайн Цагаан-Олом, Өвөрхангайн Баруунбулаг, Баян-Өлгийн Өлгий, Дарханы шохойн чулууны хоёрдугаар орд зэрэг бараг бүх аймагт нөөцийг нь эхний ээлжээр буюу бүрэн тогтоосон шохойн чулууны орд илэрц газар олон байна. Хөвсгөл аймаг шохойн чулууны их нөөцтэй. Мөрөнгөөс Хатгал хүртэл 100 км урт , 60 км өргөн шохойн чулууны илэрц зурвас бий

[3]. Шохойн чулуу буюу калци, магнийн карбонатыг  $850^0\text{-}1200^0\text{C}$ -д шатааж,  $\text{CaO}$  буюу шатаасан шохой гаргаж авдаг. Шатаахдаа эргэлтэд зуух, баюу зэрэг үйлдвэрлэлийн аргуудыг хэрэглэдэг. Шохой шатааж боловсруулах процесс дараах урвалын дагуу явагдана.



Дээрх урвалаас харахад шохойн чулуу гүйцэд болон дутуу шатсан эсэхээс хамааран урвалд орох идэвхитэй  $\text{CaO}$ -ийн хэмжээ буюу шохойны идэвхижил өөр өөр гарна. Бүтээгдэхүүний идэвхижилийн хэмжээ нь шатаалтаас гадна мөн шатаалтад орж байгаа шохойн чулууны эрдсийн найрлагаас шууд хамаарч байдаг. Өөрөөр хэлбэл байгаль дээр шохойн чулуу нь дан  $\text{CaCO}_3$ -аас тогтохгүй бөгөөд түүнтэй хамт орших эрдсүүд нь шохойг цэврээр нь үйлдвэрлэхэд саад болдог (2). Зарим үйлдвэрт шохойны  $\text{CaO}$ -ийн устай урвалд орж  $\text{Ca(OH)}_2$  үүсгэдэг буюу шүлтлэг орчин үүсгэдэг чанарыг ашигладаг. Жишээ нь: Алтыг цианидаар уусган баяжуулах үйлдвэрт натрийн цианидыг аюулгүй орчинд барих буюу шүлтлэг орчин үүсгэгчээр ашигладаг. Натрийн цианид шүлтлэг ( $\text{pH} > 10$  үед) орчинд синилийн хүчил үүсгэхгүй аюулгүй байдалд байдаг. Өөрөөр хэлбэл шохойны идэвхижил гэдэг нь тухайн шохойнд агуулагдаж буй уусаад урвалд орох боломжтой  $\text{CaO}$  болон  $\text{MgO}$ -ийн эзлэх хувь хэмжээ гэж ойлгож болно. Манай оронд үйлдвэрлэж буй шохойны идэвхижил нь дунджаар 70%-аас дээш идэвхижилтэй байгаа бөгөөд бид энэ удаагийн судалгааны ажлаараа дотоодод үйл ажиллагаа явуулж байгаа алтыг цианидаар уусган баяжуулах үйлдвэрт импортлон оруулж ирж ашиглаж буй шохойны идэвхижилтэй (96%<) дүйцэхүйц шохойг гарган авах технологи судлах лабораторийн туршилт хийж үзлээ.



А



Б

1-р зураг А – Туршилтанд ашигласан хаягдал шохой  
Б – Импортын өндөр агуулгатай шохой

### Судалгааны аргазүй

Судалгааны дээж нь хаягдал шохой бөгөөд энэ шохойны дээжийг Хөтөлийн цемент шохойн үйлдвэрээс авчирч, химийн шинж чанарыг тодорхойлохын тулд багажит анализын шинжилгээ (рентгенфлуоресценцийн спектрометр, хэт улаан туяаны спектрометр) болон титрийн аргуудаар шохойны найрлага болон идэвхижилийн хэмжээг тодорхойлсон. Үүний дараа уг шохойны нунтаглалтын хэмжээг ихэсгэх буюу гадаргуугын талбайг нэмэгдүүлэхийн тулд чичиргээт дээж нунтаглагч тээрэм болон агаарын эргэлттэй тээрмийг орлуулан кофе нунтаглагчаар нунтаглаж гадаргуугын талбайг нэмэгдүүлсэн. Нунтаграагүй үлдсэн дагалдах хольцуудын хэмжээг багасгахын тулд 0.074 мм-ийн хэмжээт шигшүүрээр шигшиж, дээж тус бүр дээр шохойны идэвхижилийн хэмжээг MNS 1186:1991 стандартын дагуу тодорхойлсон болно.

### Дээжийн анхны төлөв байдлын найрлагын шинжилгээ.

Ислийн найрлагын шинжилгээ: Дээжийг Япон улсын Shimadzu фирмийн EDX-720 маркын Rh(роди) катодтай рентгенфлуоресценцийн спектрометр багаж дээр шинжилсэн. Уг багаж үелэх системийн Na-U хүртэлх нийт 82 элементэд чанарын болон тооны шинжилгээ хийдэг багаж юм.

1-р хүснэгт

Рентгенфлуоресценцийн спектрометр (XRF) багажны шинжилгээний хариу.

№	Ислүүд	Дээжүүд	
		Анхны дээж (%)	Импортын шохой (%)
1	CaO	95.85	97.06
2	SiO <sub>2</sub>	1.81	1.41
3	SO <sub>3</sub>	0.93	0.80
4	K <sub>2</sub> O	0.43	0.42
5	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.58	0.26
6	SrO	0.24	0.05
7	CuO	0.02	0.01

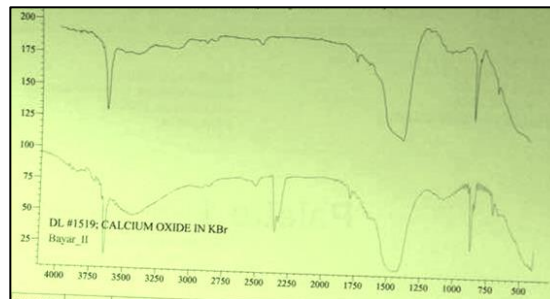
2-р хүснэгт

Анхны хаягдал дээж болон импортын дээжийн идэвхижилийн

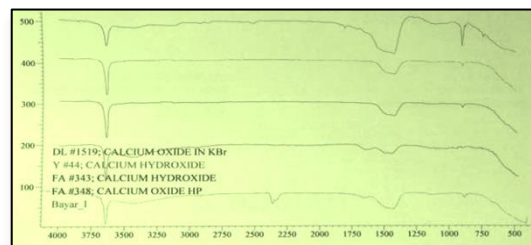
№	Дээжийн төрөл	Идэвхижилийн хэмжээ, (%)
1	Анхны хаягдал дээж	26.03
2	Импортын дээж	96.51

ХЭМЖЭЭ.

Эрдсийн найрлагын шинжилгээ: Дээжийг АНУ улсын BioRad фирмийн хэт улаан туяаны спектрометр багажаар шинжилсэн. Уг багажаар дээжийг 10 тоннын гидравлик пресслэгчээр шахаж, калийн бромидтой хольж цонх үүсгэн шинжилсэн.



2-р зураг. Анхны дээжийн хэт улаан туяаны багажны пик



3-зураг. Импортын дээжийн хэт улаан туяаны багажны пик.

Хүснэгт 2 дээрх шинжилгээний дүнгээс харахад шохой тус бүрийн идэвхижилийн хэмжээ эрс тэс ялгаатай буюу 70.48%-оор ялгаатай байна. Мөн хэт улаан туяаны спектрометр багажны шинжилгээний хариуг (зураг 2 ба 3) харахад



импортын шохойны пиктэй харьцуулахад хаягдал шохойны дээж нь илүү их шингээлт өгсөн (пикний эрчим их) бөгөөд энэ нь илүү их хольцтой шохой болохыг харуулж байгаа боловч 1430-1450 дээр хоёуланд нь ижил шингээлт өгч  $\text{CaCO}_3$ -ийн агуулга аль алинд нь байгааг харуулж байна. Мөн тус багажны спекүүдийг харьцуулж гаргадаг программын шинжилгээний үр дүн нь  $\text{CaO}$  (calcium oxide)-ийн пик болохыг харуулж байна.

### Судалгааны үр дүн

Дээжийн идэвхижилийн хэмжээг ихэсгэхийн тулд эхний удаад дээжийг дээж нунтаглагч тээрэмд оруулж 3 минутын турш нунтаглаж гадаргуугын талбайг ихэсгэсэн. Нунтаглалтын хэмжээг нэмэгдсэн эсэхийг 0.074 мм-ийн диаметртай шигшүүрээр шигшиж, шигшүүрийн шинжилгээ хийсэн. Дээжийг нунтаглах хугацааг ихэсгэх үед шохойны өөрийн шинж чанараас шалтгаалан дээж нунтаглагч аяганы хананд давтагдан нунтаглалт муу явагдаж байсан. Тохиромжтой хугацааг 3 минутаар сонгож авсан. Дараа нь агаарын эргэлтэй тээрмийг орлуулан шохойны дээжийг кофе нунтаглагчаар нунтагласан.

Нунтагласан дээж тус бүрийн идэвхит  $\text{CaO}$ -ийн агуулгыг MNS 1186:1991 стандартын дагуу фенолфталеин индикаторын тусламжтай 1 нормаль концентрацитай давсны хүчлээр титрлэж, дараах томъёогоор тогтоосон (3-р Хүснэгт).

$$X = \frac{V \cdot K \cdot 0.0028 \cdot 100}{m} \quad [1]$$

Энд:

X – Шохойны идэвхижилийн хэмжээ, %

V – Титрлэхэд зарцуулсан 1 нормаль давсны хүчлийн хэмжээ, мл

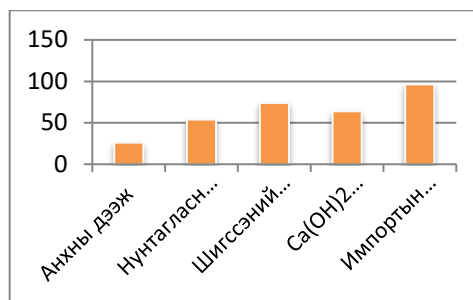
K – Титрийн коэффициент

m – Дээжийн жин, гр

3-р хүснэгт.

Дээжүүдийн нунтаглалтын хэмжээг харьцуулсан байдал.

№	Шохойн анхны идэвхижил, %	Нунтагласны дараа, %	Нунтаглаад шигшээний дараа, %	$\text{Ca}(\text{OH})_2$ болгосоны дараа, %	Импортын шохой, %
1	26.03	54.03	73.81	64.03	96.51



5-р зураг. Судалгааны дээжүүдийн идэвхижилийн хэмжээг харьцуулсан байдал.

### ДҮГНЭЛТ

Хаягдал шохойны дээжийн анхны идэвхижил 26.03 %, импортын шохой 96.51% байгаа нь идэвхижилийн хувьд импортын шохойноос 70.78%-аар бага байгааг харуулж байсан.

Хаягдал шохойны дээжийг нунтаглагч тээрмээр нунтагласны дараа дээжийн 0.074 мм-ийн агуулга 53.21%-аас 85.81% болж өсч, шохойны идэвхижил нь 54.03 % болж 28.00%-оор өссөн.

Дээжийг нунтагласны дараа 0.074 мм-ийн шигшүүрээр шигшиж бүхэл хэсгээс нь салгасны дараа буюу дээжийн 0.074 мм-ийн агуулгыг 100% болгосны дараа шохойны идэвхижил нь 73.81% болж өссөн. Энэ нь анхны хаягдал шохойны спектрийн шинжилгээ дээр хийсэн хэт улаан туяаны багажны пик дээр ажиглагдсан шингээлтийн эрчим их буюу уг шохойнд гадны дагалдах хольц их байсныг шигшүүрээр багасгаж, идэвхит  $\text{CaO}$ -ийн агуулгыг ихэсгэж болохыг харуулж байна.

Тус хаягдал шохойноос гаргаж авсан шохой дээр ус нэмээд хатааж ханасан шохой буюу хуурай  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  үүсгэхэд шохойны идэвхижилийн хэмжээ 64.03% болсон. Эндээс заавал хаягдал шохой бус дотоодын үйлдвэрийн шинэ өндөр агуулгатай шинэ болсон шохойг түүхий эд болгон гадаадаас импортоор оруулж ирж байгаа өндөр агуулгатай кальцийн гидроксидыг дотооддоо үйлдвэрлэж болох боломжтой болох нь харагдаж байна.

### АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:

- [1] MNS 1186:1991 “Шохойн шинжилгээний арга”
- [2] Д.Батгэрэл. “Эрдэм шинжилгээний ажлын тайлан” МУИС, ХФ, ШМХТТөв, УБ 2008 он
- [3] У.Мавлет, Б.Энэбиш “Монгол улсын эрдэсийн баялаг” УБ 2010 он
- [4] <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1594.html>
- [5] [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_chemistry/1647/Известь](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_chemistry/1647/Известь)

# Нунтаглах ажлын энергээр зутангийн хатуугийн ширхэглэлийн бүрэлдхүүнийг таамаглан тогтоох

Б.Батбаяр\*, Б.Алтантуяа\*\*

\*докторант, \*\*ГУУС УУС

\*[bat\\_bayar976@yahoo.com](mailto:bat_bayar976@yahoo.com), \*\*[altantuya@must.edu.mn](mailto:altantuya@must.edu.mn)

*Abstract: Particle size distributions of pulverization of a hydrocyclone and a grinding mill can be predicted practically by using the Rosin-Rammler exponential equation.*

*Түлхүүр үг: тархалт, бутлалтын энерги, гарц, хамаарал*

## ОРШИЛ

Баяжуулалтын зутангийн гетероген урсгалын хувьд хатуу хэсгийн ширхэглэлийн бүтэц урсгалын фазын ялгаралд нөлөөлж улмаар реологийн үзүүлэлтийг өөрчилдөг. Иймээс төслийн тооцооны үе шатанд зарим нэг технологийн дамжлага дахь зутангийн хатуугийн ширхэглэлийн тархалтыг таамаглан тогтоох шаардлага тулгарч байдаг. Баяжуулах үйлдвэрт анхдагч хүдрийг технологийн дамжлагуудад бэлтгэн өгөх зорилгоор хүдрийг дараалуулан бутлаж нунтагладаг. Бутлуурын хэсэгт голчлон конвейер, элеваторын тээврийг хэрэглэдэг бол нунтаглах хэсэгт зутангийн тээврийг өргөн хэрэглэдэг. Эдгээр бутлагдсан бүтээгдэхүүний ширхэглэлийн тархалтын ерөнхий зүй тогтлыг логнормаль, гамма тархалттай гэж ойлгож болох боловч бутлалт нунтаглалтын шатны онцлогоос хамаарч хүдрийн ширхэглэлийн тархалтыг илүү бодитой таамаглахад Годен-Андреев, Розин-Раммлерын тэгшитгэлүүдийг тохируулан сонгож хэрэглэх тохиолдол бий.

## Хүдрийн ширхэглэлийн тархалтыг таамаглан тогтоох

Баяжуулах үйлдвэрийн нунтаглалтын үе шатанд хагас өөрөө нунтаглах болон бөмбөлөгт тээрмийг түгээмэл хэрэглэдэг ба тэдгээрээс гарсан бүтээгдэхүүнүүдийг гидроциклоноор ангилж илүү нарийн ширхэглэлтэй хэсгийг дараагийн технологийн дамжлагад өгдөг.

Нунтаглах тээрэм болон гидроциклоны бүтээгдэхүүнийг Розин-Раммлерийн дан ба давхар зэрэгт хэлбэрийн тэгшитгэлийг тохируулан ашиглаж хүдрийн ширхэглэлийн тархалтыг нилээд ойролцоогоор таамаглан тогтоож болдог [1,2,4]. Розин-Раммлерийн тэгшитгэл ерөнхий тохиолдолд дараах хэлбэртэй байдаг.

$$\sum_0^{-d} \gamma = 1 - e^{-kd^n} \quad \text{буюу} \\ F(x) = \exp \left[ - \left( \frac{x}{x_p} \right)^n \right] \quad (1)$$

энд:  $\sum_0^{-d} \gamma$  - d-с бага ширхэглэлтэй мөхлөгийн ангийн нийлбэр гарц; d- мөхлөгийн ширхэгийн анги; n, k - хүдрийн шинж чанараас хамаарах коэффициент болон тархалтын логарифм шинжийн муруйн налууугийн модуль.

Хэрэв  $\frac{d(\sum_0^{-d} \gamma = 1 - e^{-kd^n})}{dd} = F^l$  гэж тэмдэглэвэл  $(-d_i + d_j)$  ангиудын хооронд байгаа завсрын гарцыг дараах байдлаар тодорхойлж болно:

$$\gamma_{(-d+d)} = \int_{-d_i}^{+d_j} F^l dd \quad (2)$$

(2)-г томъёог мөрдлөг болгон хагас өөрөө нунтаглах болон бөмбөлөгт тээрэм, ангилуурын бүтээгдэхүүн дэх ширхэглэлийн завсрын гарцыг таамаглан тооцох боломжтой юм.

Розин-Раммлерийн тархалтын тэгшитгэлд байгаа тодорхойлох параметрууд k, n-г бутлуурын ажилд зарах эрчим хүчний хэрэгцээт нөхцөлүүдэд үндэслэж хүдрийн ширхэглэлийн хязгаарын утгуудыг таамаглан тооцох замаар олж болох юм. Орчин үед уул уурхайн үйлдвэрлэлийн практикт бутлуур тээрмийн нунтаглах ажлын энергийг үнэлэхэд Бондын  $W_i$  индексийг түгээмэл ашигладаг [3].

Бондын  $\left( W = \frac{10W_i}{\sqrt{P_{80}}} - \frac{10W_i}{\sqrt{F_{80}}} \right)$  томъёог удирдлага болгон ширхэглэлийн хязгаарын утга болох  $P_{-80}$  болон номиналь ширхэглэлийн хэмжээг өгч дээрх параметруудийг олж болно. Энэхүү томъёог Олон-Овоотын алтны үндсэн ордын хүдэр баяжуулах үйлдвэрийн хүдрийн зутангийн тээврийн жишээн дээр авч үзье.

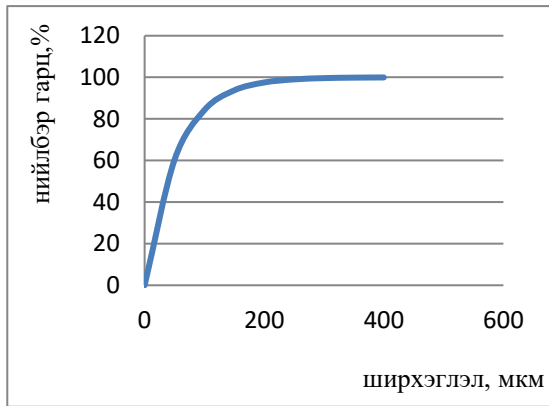
Олон-Овоотын алтны үндсэн ордын хүдрийн зутан өтгөрүүлэгч 5-ийн өтгөрц насос 6-аар шахагдан уусгалтын чан 7-гийн тэжээх хайрцаг руу очдог. Гидроциклоны халианы хатуугийн ширхэглэлийн бүтцийн тархалт ба мөхлөгийн хамгийн том хэмжээг Розин-Раммлерийн тэгшитгэлээр 74 микрон ширхэглэлийн хэмжээтэй ангийн гарцаас хамааруулан тогтоох боломжтой юм. Энэ тохиолдолд гидроциклоны халиан дахь 74 микрон ширхэглэлтэй ангийн гарцын шаардлага 70- 75% байхаар өгөгдсөн байна.

Энэ тохиолдолд ширхэглэлийн бүтцийн доороос нэмэгдсэн нийлбэр тархалтыг онолын хувьд дараах томъёогоор бодох боломжтой:

$$\sum_0^{-d} \gamma = 100(1 - e^{-(0.0184839d)}) \quad (4)$$

Уг (4) томъёогоор тооцсон ширхэглэлийн хэмжээ ба түүнээс доошхи хэмжээтэй ангийн нийлбэр гарцын хамаарлыг доорхи графикт үзүүлэв. Тооцолсон ширхэглэлийн хэмжээ ба доороос нэмэгдсэн нийлбэр гарцын хамаарлыг үзүүлсэн графикайг (2-р зураг)-т харууллаа.

Тооцоогоор



2-р зураг. Хүдрийн ширхэглэлийн хэмжээ ба доороос нэмэгдсэн нийлбэр гарцын хамаарал

$$\frac{d(\sum_0^{-d} \gamma = 1 - e^{-(0.01627d)})}{dd} = F_l = 1873.37 * e^{-(18.7337d)} \quad (5)$$

болох тул томъёо (5)-г мөрдлөг болгож завсрын ангийн тархалтыг дараах байдлаар илэрхийлж болно:

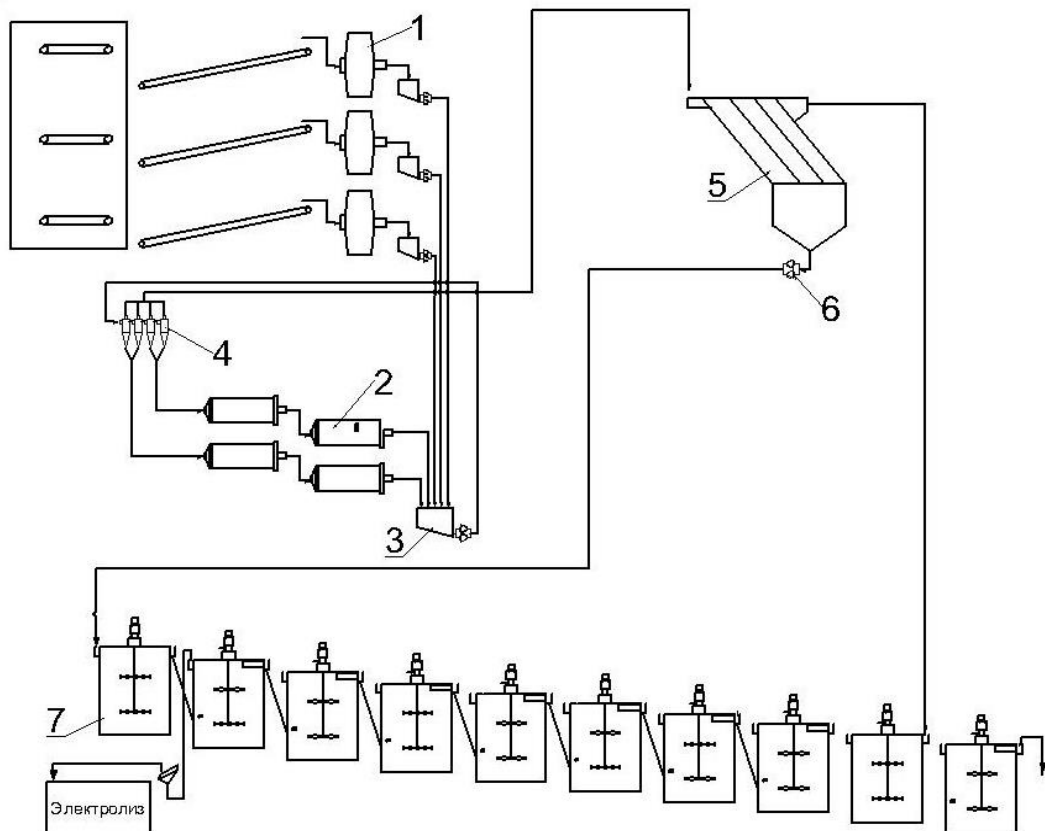
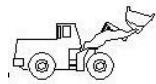
$$\gamma_{(-d+d)} = \int_{-d_1}^{+d_1} F_l dd = \gamma_{(-d+d)} = \int_{-d_1}^{+d_1} 1873.37 * e^{-(18.7337d)} dd \quad (6)$$

Томъёо (6) -аар ширхэглэлийн дундаж хэмжээ ба гарцын хамаарлыг байгуулж 3-р зурагт үзүүлэв. Графикт үзүүлсэн ширхэглэлийн дундаж хэмжээг завсрын ангийн дундаж хэмжээ  $d = \frac{-d+d}{2}$  гэж үзнэ.

Розин-Раммлерийн (6)-р тэгшитгэлээр гарган авсан тооцооны үр дүнг туршилтын гарцын үзүүлэлттэй харьцуулахад итгэмжит магадлалын утга 95% байхад харьцангуй алдаа 1%-иас хэтрэхгүй байна.

Зутангийн хатуугийн ширхэглэлийн график үзүүлэлт болон Розин-Раммлерийн тэгшитгэлийн коэффициентүүдэд дүн шинжилгээ хийхэд тухайн материал ширхэглэлээрээ хичнээн нэг төрлийн байна төдий чинээ  $n$  коэффициент өндөр байна.

## ҮР ДҮН

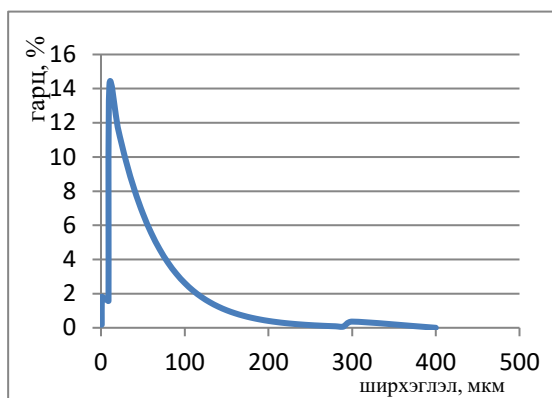


1-хагас өөрөө нунтаглах тээрэм; 2-бөөрөнцөгт тээрэм; 3-насос; 4-гидроциклон; 5-өтгөрүүлэгч; 6-насос; 7-уусгалтын чан.

Ийм учраас энэ коэффициентын утгаар ижил төстэй нунтаг материалыг ширхэглэлийн нэгэн төрөлжилтөөр нь мөн тоног төхөөрөмжийн ажиллагааг харьцуулж болно.

Зутангийн мөхлөгийн дундаж хэмжээ ба мөхлөгийн ангийн гарцын онолын тархалт.

3-р зураг.



Томъёо (6) болон 3-р зурагт байгуулсан ширхэглэлийн дундаж хэмжээ ба гарцын хамаарлаас үзэхэд тухайн зутангийн хатуугийн ширхэглэлийн хамгийн том хэмжээ 400мкм болохыг тоогтоож болно. Ийм ширхэглэлийн хэмжээ бүхий хатуугийн агуулгатай зутанг 0.15м-н диаметртэй хоолойгоор урсгах урсгалын хязгаарын суултын хурд 1.8м/сек болохыг тогтоов.

#### ДҮГНЭЛТ

1. Баяжуулах үйлдвэрийн зутангийн хатуугийн ширхэглэлийн нийлбэр шинж чанар болон Розин Раммлерийн экспоненциал зэрэгт тэгшитгэлээр түүний гарцыг ширхэглэлийн дурын бүх хязгаарт тодорхойлж болно.
2. Энэхүү аргачлалаар тогтоосон зутангийн хатуугийн ширхэглэлийн бүрэлдэхүүн нь баяжуулах үйлдвэрийн тээрийн дамжлага дах гомоген болон гетероген урсгалт зутангуудын тээрийн энергийн тооцоог гүйцэтгэх урьдчилсан өгөгдөл болж чадна.

#### Зохиогчийн тухай

Б.Батбаяр: Ашигт малтмалын баяжуулалтын технологич инженер. МУ-ын Зөвлөх инженер. ШУТИС-ийн докторант. Хүдрийн ба хүдрийн бус эрдсийн боловсруулалтын чиглэлээр 30 гаруй жил ажилласан. "Баяжуулалтын зутан тээвэрлэлтийг түүний реологийн шинжээр оновчлох" чиглэлээр судалгааны ажил гүйцэтгэж байна.

Б.Алтантуяа доктор, дэд профессор: Хүдрийн ба хүдрийн бус эрдсийн боловсруулалт, Хуурай аргаар нунтаг материалыг ангилан ялгах техник технологи, Ньютоны бус шингэний тээвэрлэлт, Зутангийн реологийн судалгаа, хүдрийн бүхэллэгийг багасгах процессын энерги зарцуулалтын судалгаа зэрэг чиглэлүүдээр судалгааны ажил хийдэг.

#### АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:

- [1] С.Е.Андреев., В.В.Зверевич., В.А.Перов. Дробление, измельчение, грохочение полезных ископаемых. Москва 1981 г
- [2] Л.А.Барский., В.З.Козин. Системный анализ в обогащении полезных ископаемых. Москва. Недра. 1978 г.
- [3] Б.Алтантуяа Хүдэр бэлтгэх технологийн схемийн сонголт, тооцоо Улаанбаатар 2014он, 99х
- [4] В.А.Wills', Т. J Napier-Munn Mineral Processing Technology 2006 Australia

# АЛТНЫ ХҮДРИЙН ТЕХНОЛОГИЙН СУДАЛГААНЫ АСУУДАЛД

Б.Нямдаваа\*

\*ШУА-ийн ХХТХ, Эрдсийн технологийн төв, Улаанбаатар хот, Монгол улс

*Хураангуй - Геологи-хайгуулын ажлын янз бүрийн үе шатанд технологийн сорьцыг авах аргууд, сорьцын хэмжээ, тоо, сорьцод явуулах лабораторийн болон хагас үйлдвэрлэлийн шинжилгээ, туршилтын талаарх судалгааны ажлаас толилуулж байна.*

*Түлхүүр үг: хайгуул, хүдэр, сорьц*

## ОРШИЛ

Алтны хүдрийн орд газруудаас технологийн сорьц авах нэгдсэн арга, аргачлал байдаггүй, орд газраас авах сорьцыг технологийн шаардлагын дагуу авдаггүй, сорьц авалтыг буруу явуулах, сорьцод явуулах технологийн туршилт шинжилгээний ажлын зорилгыг буруу тодорхойлох, үүнээс үүдэн туршилтын шинжилгээний ажил шаардлагын түвшинд хүрдэггүй зэрэг дутагдалтай асуудлууд байна.

Энэхүү өгүүлэлд сорьц –дээжийг авах аргууд, лабораторийн нөхцөлд явуулах судалгаа шинжилгээ[7], туршилтын ажил, хагас үйлдвэрлэлийн туршилтын үед технологийн сорьцод явуулах судалгааны ажлын талаар эмхэтгэж оруулав.

Геологи хайгуулын ажлын янз бүрийн үе шатанд алтны хүдрийн эрдсийн болон технологийн төрөл ангиллыг тогтоох, ордын хүдрийн технологийн сорьцод баяжицын судалгааг явуулах, технологийн үнэлгээ өгөх зорилгоор геологичид нь баяжуулагч - судлаачдын зөвлөсний дагуу технологийн сорьц авалтыг явуулдаг. Энэ хариуцлагатай ажиллагаа нь алтны орд бүрийн онцлог шинж чанарт тохирсон сорьц авалтын арга аргачлалыг шаарддаг. Алтны хүдрийн технологийн сорьцыг хайгуулын ямар үе шатанд авах, алтны хүдрээс сорьц авах арга, технологийн туршилт судалгаанд шаардлагатай сорьц авалтын тоо, хэмжээг тодорхойлох, технологийн сорьцын судалгааны үндсэн зорилтуудыг тодорхойлох судалгааг явуулах зорилго тавьж үр дүнг гарган авав.

## ЭРЭЛ ХАЙГУУЛЫН ҮЕ ШАТНЫ ТЕХНОЛОГИЙН СОРЬЦЫН СУДАЛГАА

*Эрэл хайгуулын үе шатны технологийн сорьцыг хүдрийн илэрц явагдсан ордын хүдэр алтны нөөцтэй байхаас гадна түүнд хүнд баяжицын (1-р хүснэгт) шинж чанар байгаа эсэхийг урьдчилан*

тогтооно. Хүдрийн хүнд явцтай баяжигдах шинж чанар нь дараах байдлаар илэрхийлэгдэнэ. Үүнд:

- Эрдсийн шинжилгээгээр дисперслэг алт арсенипитидэд илрэхгүй байх тохиолдолд;
- Хүдэрт нүүрслэг бодис, ислүүд, зэсийн карбонатууд, шавар агуулагдах;

Сорьцыг ховилон аргаар эсвэл кернийн үлдэгдлээс авна. Сорьцын жин 20-30 кг. Жин ихсэх тутам эрдсийн бүрэлдэхүүн өсөж, судлагдах нэгдлийн тоо нэмэгдэх хүндрэл үүсдэг. Иймээс эхлээд ашигт эрдсүүдийг тодорхойлж, сорьцын хамгийн бага жингийн хэмжээг тогтооно. Хүдрийн сорьцын эрдсийн найрлагыг хураангуй явуулна. Хураангуй шинжилгээнд хагас тоон спектрийн шинжилгээ, алт, мөнгөний агуулга тодорхойлох, химийн анализ хийж үндсэн ашигт эрдсүүдийг тодорхойлох, шиф, брикет, шликэд эрдсийн хураангуй шинжилгээ явуулах ажлууд орно.

Фазын анализыг алтны орших хэлбэрийг тогтооход явуулна. Фазын анализын үр дүнг флотацийн үзүүлэлтүүд болон бусад шинжилгээний үзүүлэлтүүдтэй харьцуулан хүдэрт технологийн үнэлгээг өгч аль нэг технологийн төрөлд түүнийг хамруулна. Ордын хүдрийн шинж чанарт судалгаа явуулахдаа аль нэг ашиглагдаж байгаа алтны хүдрийн төстэй орд газруудыг жишиг болгон авч, бодисын найрлага болон технологийг, технологийн үзүүлэлтүүдийг харьцуулан судална.

## УРЬДЧИЛСАН ХАЙГУУЛЫН ҮЕ ШАТНЫ ТЕХНОЛОГИЙН СОРЬЦЫН СУДАЛГАА

*Урьдчилсан хайгуулын үе шатны технологийн сорьцыг* (минералог-технологийн төрлийн сорьц) хүдрээс авах ажлыг геологичид гүйцэтгэнэ. Сорьцыг ордын эрдсийн найрлагын шинж чанар, текстур-структур, физик шинж чанар зэрэг үзүүлэлтүүд дээр үндэслэж авна.[1;2]. Хүдрийн эрдсийн найрлагыг судлах, үндсэн эрдэс алтнаас гадна үйлдвэрийн ашигтай үнэт эрдсүүдийг анхаарч тодорхойлох, хүдрийн исэлдэлтийн зэрэг, баяжуулалтын технологийг хүндрүүлэх нэгдлүүд байгаа эсэхийг тогтооно. Эдгээр шинж чанарууд урьдчилсан хайгуулын үед эрдсийн болон бусад анализаар тодорхойлогдох учир тэдгээрийг хүдрийн төрлийг тогтооход ашиглана.

## Алтны хүдрийн орд газрын судалгааны үе шатан дахь технологийн сорьцууд

Хайгуулын судалгааны үе шат	Сорьцын зориулалт	Судалгаанд шаардагдах сорьцын хэмжээ, кг	Сорьцын тоо,	Технологийн судалгааны үндсэн зорилго
Орд газрын эрэл хайгуулын болон орд илэрцийн эрэл-үнэлгээний ажил <sup>1</sup>	Лабораторийн туршилт судалгааг хэсэглэлийн сорьцод явуулах;	20-30кг	Хүдрийн төрөл бүрээр	Бодисын найрлагын урьдчилсан тодорхойлолт, хүдрийн баяжицын үнэлгээ, сорьцын технологийн ангилал тогтоох;
Урьдчилсан хайгуул	Минералогитехнологийн төрөл ангилал тогтоох лабораторийн туршилт судалгаа;	300-600кг	Хүдрийн төрөл бүрээр	Бодисын найрлагын дэлгэрэнгүй судалгаа, баяжуулалтын зарчмын схемүүд, технологийн үндсэн үзүүлэлтүүд, сорьцын технологийн ангиллыг тодорхойлох;
	Сортын минералогитехнологийн судалгаа; лабораторийн туршилт судалгаа <sup>2</sup> ;	10-20кг	Сортын хүдрийн тоо бүрээр	Бодисын найрлагыг тодорхойлох; минералогитехнологийн сорьцын ангиллын дагуу баяжуулалтын технологийн үнэлгээ өгөх; ордын технологийн зураглал зохиох;
Нарийвчилсан хайгуул	Технологийн төрөл ангиллыг тогтоох лабораторийн болон хагас үйлдвэрлэлийн туршилт судалгаа;	Алтны агуулга болон үйлдвэрийн туршилт явуулах ажлын хэмжээнээс хамааруулан авна.	Алтны хүдрийн технологийн ангилал бүрээр	Бодисын найрлагыг баталгаажуулах; Хүдрийн ордын нөөцийг тогтооход болон үйлдвэр байгуулах төсөлд шаардлагатай баяжуулалтын бүрэн схемийг боловсруулах, Технологийн үзүүлэлтүүдийг тогтоох;

<sup>1</sup> ордны эрлийн судалгааны үе шатанд хүдэр нь зөвхөн нөөцийн хувьд ашигтай, хүнд төрлийн баяжицтай шинж чанарыг үзүүлсэн нөхцөлд технологийн сорьцыг авна.

<sup>2</sup> нэг төрлийн ордны алтны хүдрийн бодисын найрлага өөр хоорондоо хэт их өөрчлөгдөх үед сортын хүдрээс сорьц авна.

Түүнээс гадна хамгийн эхэнд ашиглагдах орд болон дараа дараагийн шатанд ашиглагдах ордуудын хүдрээс, үндсэн хүдрийн биетээс гадна орших орд газрын хэсэглэл бүрээс сорьц авч туршилт явуулах хэрэгтэй.

Минералогитехнологийн төрлийн сорьцыг хүдрийн биетийн малталтын үед үүсэх хана, жигүүрийн хэсэг, өнгөн хөрснөөс ховилон аргаар болон задирк хийж авна.[6] Хүдрийн биетийн хүчдэл их, эрэл хайгуулын өрөмдлөгийн үеийн их хэмжээний дээжлэлийн үед кернийн дөрөвний нэг хэсгийг технологийн сорьцод авч болно. Гэхдээ кернээс авсан хэсэгт хүдрийн эрдсийн агуулгыг тодорхойлох хэмжээний сорьц авах боломж муу байдгийг анхаарах хэрэгтэй. Төлөөлөх чадвар сайтай сорьцыг авахын тулд хүдрийн талбайг бүхэлд нь хамруулж, нэг биш, ижил хэмжээний зай авч хэд хэдэн газраас сорьцыг авах нь оновчтой. Хүдрийн төлөөлөх чадвар нь технологийн судалгааны ажлын эхлэлийн гол суурь нөхцөл болдог. Төлөөлөх чадвар муу бол технологийн судалгааны ажил үр дүнгүй болж орд газрыг ашиглах нөхцөл бүрдэхгүй. Алтны хүдрийн ордод сорьцлолт явуулах үед гарах гол алдаа нь хүдрийн сорьц дахь алтны агуулгыг өсгөж авахтай холбоотой байдаг.

Орд ашиглалтын үед хүдрийн бус давхрагыг тусад нь ялгаж авах боломжгүй эсвэл онцын шаардлагагүй бол тухайн ордын малталтын үед хүдрээс сорьц авахдаа, хүдэр агуулагч чулуулгийг ялган орхиж, харин хүдрийг түүний дотор орших хүдрийн бус давхрагатай нь хамт авна. Бага хүчдэлтэй хүдрийн биетээс сорьцлолт хийх үед

хүдрийг агуулагч чулуулгаар бохирдуулахгүй боловсруулах боломжгүй бол агуулагч чулууг хүдэртэй нь цуг авна. Сорьцын жин нь 0.6-0.8 тн байх шаардлагатай. Бодисын найрлага нь хүнд хэлбэрийн, алтны ширхэглэлийн хэмжээ том, тархалт нь жигд биш байх тутам хүдрийн сорьцын жингийн хэмжээ ихсэнэ. Сорьц дахь материалын том хэсгийн ширхэгийн хэмжээ 30-40 мм-ээс хэтрэхгүй байх шаардлагатай. Хэрэв материал заасан хэмжээнээс том бол шигшилтэнд оруулж том хэсгийг бутална. Сорьцын материалыг 20-25мм-ийн ширхэглэлээс бүрдүүлэх нь материал амархан исэлдэлд ордог, ангилалт болон хүнд шингэн хэрэглэн туршилт явуулах боломжийг хязгаарладаг учир тохиромж муутай. Хүдэр агуулагч чулуулаг нь 40-50кг жинтэй байх ба ширхэгийн хэмжээ нь хүдрээс жижиггүй байна. Алт болон дагалдах нэгдлүүдэд нь хяналтын сорьцлолт хийгдсэн хүдрийн хэсгийг 2 хэсэг болгон хувааж нэг хэсгийг нь судалгааны лабораторид явуулж нөгөө хэсгийг нь нөөц болгон орд газарт үлдээнэ. Нөөцөд үлдээсэн сорьц нь судалгааны ажлыг цаашид өргөжүүлэн явуулах, дээж үрэгдэх эсвэл шаардлага хангахгүй болох нөхцөлд хэрэглэгдэнэ.

Технологийн сорьц бүрт паспорт хөтөлж, журнал гаргана. Баримт бичгүүдийг баталгаажуулж, шаардлагын дагуу зохих газарт явуулна.

Минералогитехнологийн төрлийн сорьцыг лабораторийн нөхцөлд судална. Лабораторийн нөхцөлд: бодисын найрлагын судалгааг нарийвчлан явуулж, үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой бүх нэгдлүүдийг ялган авах

технологийг боловсруулна. Лабораторийн туршилт судалгааны үр дүн нь хүдрийн технологийн төрлийг тогтоох үндэслэл болно. Технологийн нэг төрөлд бодисын найрлагын шинж чанараар ерөнхийдөө ижил төстэй хүдрүүд хамаарагдана. Боловсруулах технологи нь мөн ижил байна.

Хэрэв заагдсан нөхцөлд янз бүрийн төрлийн хүдэр байвал тэдгээрийг технологийн нэг төрөлд хамруулна.

Технологийн төрлийг тогтоох явцад хүдрийг төрөл тус бүрээр нь салгаж олборлох нөхцөлийг судлах, нөөцийн хэмжээг нь тооцоолох хэрэгтэй. Нөөц боловсруулах үйлдвэр нь урт хугацааны турш жигд ажиллагаатай байхаас гадна эдийн засгийн хувьд үр ашигтай байх шаардлагатай.

Технологийн судалгааны ажлын үр дүнд тухайн ордын хүдэр технологийн ямар төрөлд хамрагдаж байгааг тоон болон хүдрийн шинж чанаруудын үзүүлэлтүүдээр баталж гаргана. Жишээ нь: Хүдэр нь төмрийн эрдсийг 90%-аас дээш агуулбал исэлдсэн хүдрийн төрөл тооцогдоно. Хүдэрт 0.3%-аас дээш исэлдсэн зэс, 1%-аас дээш нүүрсний бодис агуулагдаж байвал нүүрсжсэн хүдрийн төрөлд хамаарагдана. Зарим нэг төрлийн хүдрийн нэмэлт ангилан ялгах шинж чанар, боловсруулах технологийн үзүүлэлтүүд нь нэг ажиллагаар байж болно. Жишээ нь: Цианжуулалтаар янз бүрийн технологийн төрлийн хүдрийг тус тусад нь цианжуулан боловсруулах нь хамтад нь боловсруулсан хүдрээс технологийн өндөр үзүүлэлт харуулах боловч уулын ажлын болон баяжуулах ажиллагааг хүндрүүлж, түүхий эдийг олборлох болон бүтээгдэхүүний зардалд үнэтэй тусдаг. Иймд технологийн судалгааг явуулах үед ордын хүдрийг баяжуулах, боловсруулах схемийг оновчтой сонгож техникийн шаардлагын түвшинд технологийн үзүүлэлтүүдийг боловсруулах, бүх эрдсүүдийг иж бүрэн ялган авах нөхцлийг хүдрийн төрөл бүрээр хайх хэрэгтэй. Практикт олон орд газруудыг ашиглах технологийг аль давамгайлах төрлөөр нь боловсруулдаг. Ихэвчлэн хүдрийн төрлийг исэлдэлтийн зэргээр нь ангилдаг. Нэг төрлийн орд газруудын хүдрийн бодисын найрлага нь өөр өөр байж болно. Энэ нь алтны агуулга, бусад ашигт эрдсүүдийн агуулга, сульфидын хэмжээ болон бусад технологийг хүндрүүлэх эрдсүүдтэй холбоотой байдаг. Ийм нөхцөлд нэг удаа сорьц авах нь хангалтгүй, шаардлага хангахгүй бөгөөд судалгааны явцад хүдрийн найрлагаас хамаарахгүйгээр дундаж нэг үзүүлэлт гарган өгдөг. Иймээс хүдрийн технологийн нарийвчилсан үнэлгээг өгөх урьдчилсан хайгуулын үе шатанд сорьцолтыг явуулахдаа минералогич-технологийн төрлийн сорьцод судалгаа явуулах дараах ажлуудыг гүйцэтгэнэ. Үүнд:

1. Пробир, химийн анализ, хайгуулын энгийн болон бүлэгмэл сорьцод эрдсийн судалгаа хийгдсэн, мөн нүдэн баримжаат шинжилгээ явагдсан янз бүрийн сортын хүдрийн хэсгийг ялган авах;

2. Хайгуулын талбайн хэсэглэл бүрийн хүдрээс (сортын минералогич-технологийн) сорьц авах; Ингэхдээ хайгуулын үед авсан энгийн ба бүлэгмэл сорьцуудын үлдэгдэл хэсгийг нийлүүлэх замаар авна. Мөн минералогич-технологийн сорьц авах үед сортын сорьцыг зэрэгцүүлэн авч болно.

3. Хүдрийн төрлийг тогтоосон схемээр сортын хүдрийг баяжуулах технологийг тогтоож болно. Хэрэв энэ схем нь дэндүү ажиллагаа ихтэй бол зөвхөн анхдагч үндсэн операцуд оруулсан хялбаршуулсан схемээр туршилтыг явуулж болно. Хэрэв сортын сорьцын туршилтын үр дүн хүдрийн төрлийг тогтоосон үр дүнгээс доогуур байвал боловсруулалтын нөхцөлд бага зэргийн нэмэлт өөрчлөлт хийж болно. Жишээ нь: урвалжийн зарцуулалт нэмэх, цианжуулалтын үед бол цианидын зарцуулалтыг нэмэх гэх мэт. Хэрэв үр дүн гарахгүй бол энэ сортын хүдрийг технологийн өөр төрөл ангилалд хамруулан авч туршилтыг үргэлжлүүлнэ.

4. Ордын технологийн план зураглалыг боловсруулах; Технологийн план зураг дээр алтны хүдрийн ордын захын контур, хүдрийн технологийн төрөл, сортыг зүсэлтээр үзүүлнэ.

Технологийн зураглал, сортын хүдрийн сорьц нь дараах нөхцөл боломжийг бий болгодог. Үүнд:

- Ордын хүдрийн технологийн төрөл ба сортыг илүү тодорхой болгож, түүний орших байрлал, тоон харьцааг тогтооно.
- Хагас үйлдвэрлэлийн туршилт явуулах технологийн хүдрийн төрлийн сорьцын төлөөлөх чадварыг нэмэгдүүлнэ.
- Хүдрийн төрөл, сорт бүрээр алт болон бусад ашигт эрдсүүдийн нөөцийг бодитой тооцоолно.
- Хүдрийн онцлог шинж чанаруудыг бүрэн хамруулсанаар, чанарын өөрчлөлтүүдийг урьдчилан харах, хүдэр боловсруулах урьдчилсан нөхцлийг цаг тухайд нь илрүүлэх, төслийн үйлдвэрийн цаашдын ажиллагаа, чанарт эерэг нөлөө үзүүлнэ. [4]

## **НАРИЙВЧИЛСАН ХАЙГУУЛЫН ҮЕ ШАТНЫ ТЕХНОЛОГИЙН СОРЬЦЫН СУДАЛГАА**

*Нарийвчилсан хайгуулын үе шатны технологийн сорьц* нь лабораторийн болон хагас үйлдвэрлэлийн зориулалттай байна. Сорьцын жингийн хэмжээг баяжуулагч инженер тогтооно. Сорьцын жин хэмжээ нь ажиллаж байгаа туршлагатай үйлдвэрийн болон туршилт явуулах төслийн үйлдвэрийн хүчин чадал, туршилтын ажлын агуулга зэргээс хамааран өөр хоорондоо ялгаатай байна. Судалгааны ажилд хүдрийн сортлолт, өөрөөр нь нунтаглалт, хүнд шингэнд баяжуулах ажиллагаа орвол сорьцын жинг нэмэгдүүлнэ. Практикт судалгааны ажилд 8-10 тн

хүдрийн сорьц авах ба зарим тохиолдолд ажлын хэмжээнээс хамааран хэдэн зуун тоннд хүрч болно.

Хүдрээс сорьцыг авахдаа хүдрийн тархалтын дагуу малталт явуулна. Сорьцод хүдрийн массыг бүгдийг нь хамруулна. Өөрөөр хэлбэл хүдрийг агуулагч чулуулагтай нь үйлдвэрлэлийн процесст орох тэр хэмжээгээр авна. Хэрэв судалгаагаар минералоги-технологийн сорьц хүдрийн массын тодорхой зорилго агуулсан бол хагас үйлдвэрлэлийн туршилтыг явуулахын өмнө хүдрийн технологийн төрөл тогтоох сорьцод энэ ажиллагааг лабораторийн ба томруулсан туршилтын үед явуулж тогтооно. Энэ тохиолдолд сорьц авах ажил илүү судлагдана. Туршилт явуулах хүдрийн технологийн төрлийн сорьц бүрийн ширхэглэлийн дээд хэмжээг судлаачтай зөвшилцөж тогтооно. Хэрэв урьдчилсан туршилтанд нунтаглалт, угаалт төлөвлөгдсөн бол бутлалтыг явуулах шаардлагагүй. Технологийн төрлийн сорьц цуглуулах явцад түүнээс төлөөлөх чадвартай 200 кг-аас багагүй жинтэй сорьцыг бэлтгэнэ. Энэхүү тасдан авсан сорьцыг хагас үйлдвэрлэлийн туршилтыг лабораторийн нөхцөлд хянан явуулахад ашиглана. Сорьц авалтыг хагас үйлдвэрлэлийн туршилтын үед авсанаас орд газар дээр авах нь хялбар байдаг. Авсан сорьцыг туршилтын газар богино хугацаанд хүргэх давуу талтай.

Нарийвчилсан хайгуулын үе шатанд үйлдвэрт хэрэглэгдэх усны шинжилгээг туршилт шинжилгээний явцад тодорхойлох шаардлага гарвал усны сорьцыг авч туршилт явуулж буй лабораторид үр дүнг тогтооно. Лабораторид тухайн ордын усны найрлагыг тодорхойлж туршилтанд хэрэглэнэ. Технологийн сорьцод туршилт явуулах ажиллагаа нямбай хариуцлагатай хийгдэнэ. Сорьцыг газар доор удаан хадгалсан эсвэл газар дээр ил задгай байлгасан бол туршилтын шаардлага хангахгүй. Удаан хадгалагдсан сорьцод сульфидууд исэлдэх, зарим нэгдлүүдэд уусалт явагдах, шаварлаг хэсгийн физикийн шинж чанарт өөрчлөлт орсон байдаг. Шаварлаг хэсэг нь дахин өөрчлөгдөхгүйгээр хувирах учраас хэт хатаасан хэлбэрт оруулж болохгүй. Сорьцыг хадгалах, тээвэрлэхдээ битүү, нар салхи орохгүй саванд хийнэ. Сорьц авах болон боловсруулах үед алт агуулсан болон технологид онцгой нөлөө үзүүлэх нэгдлүүд оруулах, мөн маш бага хэмжээний сорьц дээжийг ч асгах, хаях үйлдэл хийж болохгүй. Авсан сорьцыг (ялангуяа шаварлаг хэсгийг) гадны биеттэй (модны нүүрс г.м) холилдуулж, бохирдуулж үл болно. Сорьцонд модны нүүрс (хүчтэй шингээгч) оруулснаас цианжуулалтын үр дүн эрс буурч, технологийн үзүүлэлтүүд буруу гарч, сорьцыг хаяхад хүргэнэ.

#### **АШИГЛАЛТЫН ҮЕИЙН ОРДЫН АЛТНЫ ХҮДРИЙН СОРЬЦЫН ТЕХНОЛОГИЙН СУДАЛГАА**

*Ашиглагдаж буй орд газраас сорьц авах арга нь хайгуулын үе шатанд сорьцыг авах аргатай*

(малталт, цооног гаргах) ижил байна. Мөн кернээс сорьцыг авч болно. Уурхайгаас ачигдан, баяжуулах үйлдвэр рүү орж байгаа хүдрийн материалд технологийн сорьц авалтыг явуулна. Хэрэв үйлдвэрт хүдэр нь сортлогддог бол судлаачид сорьц авалтыг сорьцлолтод урьдчилан бэлтгэсэн материалаас авна. Ховилон болон ухах арга дээр үндэслэгдсэн хонхойлон авалт нь сортлолт явуулахад хүндрэлтэй жижиг ширхэгтэй материалаас сорьц авахад хэрэглэгддэг.

Сорьцыг орд газрын олборлолт явуулж буй хэсгээс авах нь илүү тохиромжтой, авахад хялбар байна. Сорьцыг олборлолт хийгдсэн мухар хэсэг, вагоноос хүдэр буулгах үед эсвэл бункерийн люкээс авна. Их хэмжээний технологийн сорьцыг ашиглаж байгаа орд газар дээр нь зориуд малталт явуулж авах эсвэл олборлон гаргасан хүдрээс авна. Хэрэв үйлдвэрт сорьц авалтыг анхдагч хүдэрт явуулах бол бутлалтын хамгийн сүүлчийн үе шатнаас авна. Сорьцыг туузан дамжуулгаас зориулалтын хавтгай мод хэрэглэн таслан авах эсвэл туузан дамжуулгын төгсгөлд хүдэр унах хэсэгт зориулалтын сав, хайрцаг тавьж таслаж авна. Сорьцыг хавтгай мод хэрэглэн хамж авахад жижиг ширхэгтэй хэсэг туузан дээр үлддэг. Энэ нь энэхүү аргын дутагдалтай тал юм. Хоёр дахь арга нь сорьцыг бүрэн авдаг. 6-10 ээлжийн турш 20-30 минутын завсарлагатай сорьц авалтыг явуулна. Хүдрийн найрлага тогтворжоогүй байх тутам сорьц авалтын хугацаа уртасна. Зарим тохиолдолд алтны агуулга ихээхэн хэлбэлзэлтэй бол 10-15 хоног сорьц авалт үргэлжилж болно. Хамгийн төлөөлөх чадвар сайтай сорьц авалт механикжсан, автоматжуулагдсан багаж төхөөрөмжөөр сорьцлолтыг явуулахад бүрэлдэнэ. Энэ тохиолдолд сорьцыг тодорхой ширхэглэлийн хэмжээтэйгээр сорьц авах төхөөрөмжөөр гүйцэтгэнэ. Баяжуулах үйлдвэрт технологийн судалгаанд зориулсан сорьцыг классификаторын (ангилуур) халианаас, өтгөрүүлэгчийн элснээс флотацийн бүтээгдэхүүнээс, цианжуулалтын хаягдлаас авна. Сорьц авалтын арга, хэрэглэгдэх багаж төхөөрөмжүүд нь дараах бүтээлүүдэд хэвлэгдсэн. [7, 3]

Алтны хүдэр баяжуулах үйлдвэрт сорьцлолт явуулах үед дор дурьдсан онцлогууд тохиолдоно. Үүнд:

- Ангилуурын халианаас сорьц авах үед түүнд агуулагдах алтны агуулга тоон болон чанарын хувьд анхдагч хүдрийнхтэй ижил байдаггүй, маш цөөн тохиолдолд давхцдаг байна. Ихэнх том ширхэгтэй алтны мөхлөгүүд нь тээрэмд, ангилуурын ёроолд үлдэх бөгөөд хэсэгхэн нь ангилуурын халианд хэт давтагдаж, хэлбэр дүрсийн хувьд өөрчлөгдсөн, нунтаглагдсан байдалтай гарч ирдэг. Нэг хэсэг нь маш нарийн ширхэгт төмрийн эрдэстэй барьцалдан гадаргуу нь бүрхэвчтэй болж халианд ордог. Дээрх шинж чанарууд нь бүх төрлийн алтны хүдэрт хамааралтай байна.
- Алт агуулсан булингаас сорьц авах үед хэрэглэгддэг модон хутгуур (щепь), ган



хамуур, өтгөрүүлэгчийн хөөс, зарим нэг бүтээгдэхүүнд цугласан байдаг учраас сорьц авах үед энэ бүгдийг тооцож оруулах нь чухал. Сорьцолтын үед дээрх бүтээгдэхүүнүүдийг заавал хамруулж оруулна. Орхигдуулж болохгүй.

- Циан агуулсан булингаас сорьц авах арга нь өөрийн онцлогтой. Циант булингаас (пульп) авсан сорьцыг цайрдсан төмөр, хөнгөнцагаан саванд авч болохгүй. Авсан сорьцыг хурдан хугацаанд дараагийн сорьцыг хүлээлгүйгээр, хоргүйжүүлэх, угаах арга хэмжээг авах шаардлагатай. Учир нь металлууд нь алтны гадаргууд ургалт үүсгэдэг байна.

#### **ДҮГНЭЛТ**

1. Алтны хүдрийн хайгуулын 4 үе шатанд сорьц авалтыг явуулдаг байна. Үүнд: эрэл хайгуулын, урьдчилсан ба нарийвчилсан хайгуулын, ашиглалтын үе шатны орд газрын хүдэрт.
2. Алтны хүдрийн судалгаа, туршилт шинжилгээг явуулахад хайгуулын үе шат бүрт сорьц авалт, түүний зориулалт, сорьцын хэмжээ, тоо, технологийн судалгааны зорилго бүр нь ялгаатай өөрийн онцлог шинжтэй байна.
3. Хайгуулын үе шатны сорьц бүр өөрийн онцлог чанартай байгаа нь сорьц авалтыг аргачлалын дагуу явуулах, туршилт судалгааны ажлыг ШУ-ны үндэслэлтэй

явуулан үр дүнг гарган авах шаардлагатайг харуулж байна.

#### **АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:**

- [1] Алибов М.И.Опробование месторождении полезных ископаемых,Учебное пособие для геологических специальностей вузов.М., “Недра”, 1965. 239 с.
- [2] Каллистов П.Л. Технологическое опробование золоторудных месторождении. М.,“Недра”, 1985.
- [3] Козин В.З, Тихонов.О.Н. Опробование, контроль и автоматизация обогатительных процессов. Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности “обогащение полезных ископаемых”, М.,Недра.1990
- [4] Коц Г.А.,Чернопятов С.Ф. О методике технологической оценки запасов руд при разведке.-“Обогащение руд”.1975.№6,с.41-45
- [5] Леонов С.Б. Белькова О.Н. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. Москва.интерметинжинеринг. 2001.
- [6] Методические указания по разведке и геолого-промышленной оценке месторождении золота. ЦНИГРИ,1974
- [7] Нямдаваа Б. Алтны хүдэрт технологийн үнэлгээ өгөх туршилт явуулах аргачлал. 2014.
- [8] Зеленов В.И. Методика исследования золотосодержащих руд. М.,Недра. 1983

# Таяннуурын төмрийн хүдэр баяжуулах үйлдвэрийн технологийн хаядлыг дахин баяжуулах боломжийн судалгаа

Ч.Эрдэнэням\*, Б.Алтантуяа\*\*  
\*\*ШУТИС. ГУУС. УУС

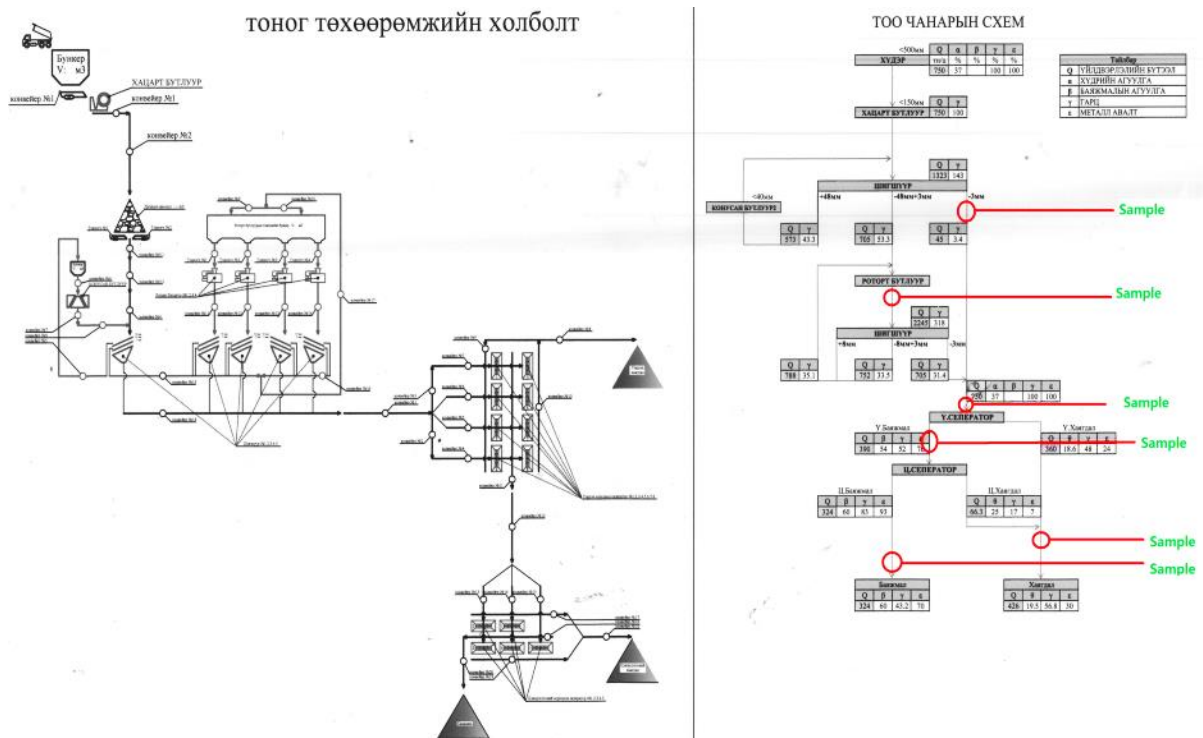
Хураангуй-Таяннуур ордын төмрийн хүдрийг (-3мм)-ийн ангилалд гурван шатны бутлалттай үндсэн болон цэвэрлэгээний хоёр шатны хуурай соронзон баяжуулалтаар үйлдвэрийн процессыг явуулж байгаа бөгөөд хаягдал дахь төмрийн агуулгын хэмжээ их байна. Иймд үйлдвэрийн технологийн дамжлагаас эрдсийн болон ширхэгжлэлийн шинжилгээ хийж ангилал бүр дэх ашигт бүрдлийн тархалтыг тодорхойлж, баяжуулах технологийн схемийн зохимжтой хувилбарыг тодорхойлов. Улмаар хуурай соронзон баяжуулалтын хаягдлыг дахин баяжуулж стандартад нийцэх өндөр чанарын баяжмал гарган авах боломжийг дэвшүүлэв.

Түлхүүр үг: Сулрал, тархалт, хуурай ангилалт, соронзон ялгалт

## ОРШИЛ

Таяннуур ордын магнетит эрдсийн ширхэгжлэл нарийн шигтгээлэг хэлбэрээр (0.06-1мм) оршиж байгаа бөгөөд дунджаар 0.4-0.5мм хүртэл буталж нунтаглаад нойтон соронзон сепаратораар баяжуулж төмрийн өндөр агуулгатайгаар сайн чанарын баяжмал авах бүрэн боломжтой ч тухайн бүс нутаг усны нөөц багатайгаас хуурай соронзон баяжуулалтын аргыг ашиглаж байна.

Баяжуулалтын үр дүнгээс үзэхэд үндсэн хаягдалд төмөр дунджаар 18-22%, цэвэрлэгээний хаягдалд 22-30%-н агуулгатай хаягдаж байна. [3]



1-р зураг. Одоо ажиллаж буй үйлдвэрийн технологийн схем

## Таяннуурын төмрийн хүдрийн шинж чанар

Төмрийн хүдрийн голлох эрдэс нь магнетит бөгөөд скранд 6-28%, хүдэрт 35-85% -ын тархалттай ба хүдрийн биетийн хэмжээнд 30-75%-ын агуулга зонхилж байна. Эрдсийн шинжилгээний үр дүнгээс үзэхэд:

1. Атом шингээлтийн спектрометрийн аргаар тодорхойлоход: Fe, Au, S, Mn, Mo, Pb, Zn, As, Co

2. Рентген флуоресцентийн аргаар: (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, Fe, K<sub>2</sub>O, MgO, Mn, P, S, SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>)

Хүдрийн үйлдвэрийн ач холбогдолтой гол эрдэс нь магнетит ба хүдэрт хорт хольц болох фосфор харьцангуй бага 0,01%, хүхэр 0,25-

0,4%, мышьяк 0,05г/т, зэс 0,01%, цайр 0,005%, хар тугалга 0,003-0,0005% байна. [1]

**Судалгааны ажлын зорилго:**

Таяннуур ордын хуурай соронзон баяжуулах үйлдвэрийн хаягдлыг дахин баяжуулах боломжийг тогтоох

**Судалгааны ажлын зорилт:**

- Хаягдлын эрдсийн элементийн агуулгын тодорхойлох

- Хаягдлын ширхэглэлийн ангилал дахь ашигт эрдсийн тархалтыг тодорхойлох
- Хаягдлыг дахин баяжуулах технологийн туршилт явуулах

**Хаягдалд хийсэн эрдсийн элементийн болон шигшүүрийн шинжилгээ**

Таяннуур ордын баяжуулах үйлдвэрийн үндсэн болон цэвэрлэгээний хаягдал бүтээгдэхүүнүүдээс сорьц дээж авч эрдсийн элементийн (XRF) болон ширхэглэлийн шинжилгээ, баяжигдах чанарыг тодорхойлох технологийн туршилтыг гүйцэтгэв.

1-р хүснэгт

Эрдсийн элементийн шинжилгээний үр дүн

Бүтээгдэхүүн	Элементийн агуулга, %											
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	As	Ba	CaO	Cl	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cu	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	Mn
Үндсэн хаягдал	8.93	<0.001	0.012	18.35	0.436	0.009	0.007	0.033	25.32	1.93	2.97	0.511
Цэвэрлэгээний хаягдал	8.42	<0.001	0.01	15.6	0.363	0.012	0.007	0.048	31.62	1.77	2.98	0.541
Бүтээгдэхүүн	Na <sub>2</sub> O	Ni	P	Pb	S	SiO <sub>2</sub>	Sn	Sr	TiO <sub>2</sub>	V	Zn	Zr
	Үндсэн хаягдал	0.459	0.006	0.108	0.011	0.717	35.5	0.002	0.009	0.57	0.01	0.033
Цэвэрлэгээний хаягдал	0.424	0.009	0.139	0.011	1.22	33.8	<0.001	0.008	0.57	0.008	0.042	0.016



2-р зураг. Эрдсийн элементийн шинжилгээний үр дүн

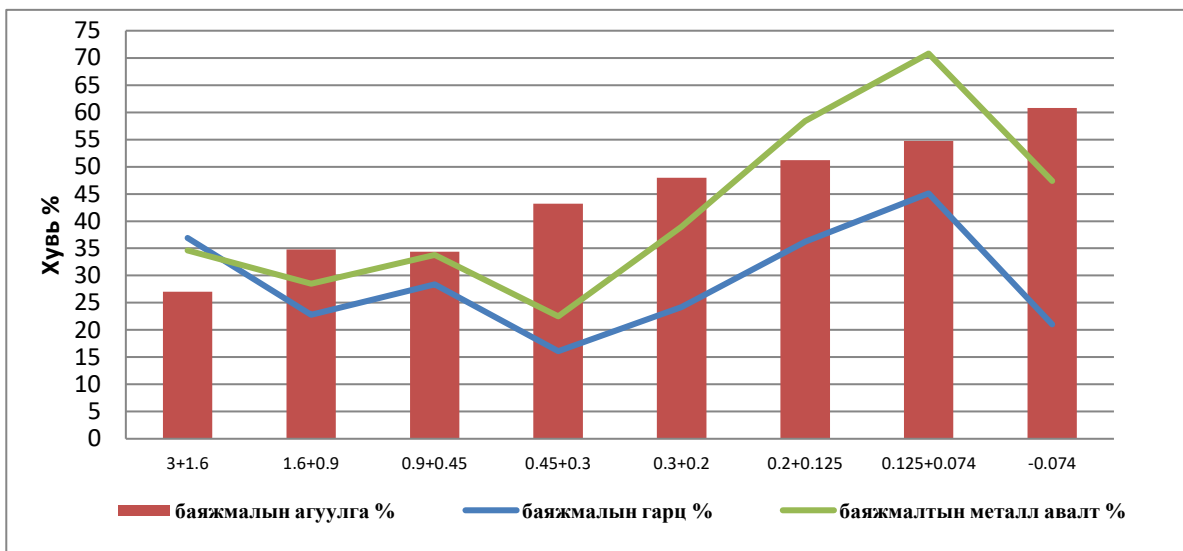
Шинжилгээний үр дүнгээс харахад үндсэн болон цэвэрлэгээний хаягдалд хорт хольц болох цахиурын исэл (SiO<sub>2</sub>), хөнгөн цагааны исэл (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), хүхрийн агуулга өндөр байна.

Хаягдлын ширхэглэлийн тархалт, суларлыг тодорхойлох зорилгоор шигшүүрийн шинжилгээг гүйцэтгэж үр дүнг 3-р зурагт үзүүлэв.



3-р зураг. Ширхэглэлийн тархалт





6-р зураг. Хуурай баяжуулалтын үр дүн 1.5А

Туршилтын үр дүнгээс харахад том (-1.6+0.9мм, -3+1.6мм, -0,9+0,3мм) ширхэглэлийн ангилал дахь магнетитын эрдсүүд бүрэн суллагдаагүй нь төмрийн баяжмалын чанарыг бууруулж байна. Жижиг (-0.2 +0.125мм, -0.125 +0,074мм, -0.074) ширхэглэлийн ангилал дахь магнетитын эрдсүүд бүрэн суллагдсан бөгөөд -0.074мм ангид төмрийн баяжмалын агуулга хангалттай хэмжээнд хүрч байна. Бүрэн суллагдаагүй ангийг -0,2мм хүртэл нунтаглах шаардлагатай нь туршилтаас харагдаж байна. Ашигт эрдэс бүрэн суларсан үед хуурай соронзон сепаратороор баяжуулахад нунтаг тоосонцор соронзон бус эрдсүүд нь магнетитийн

гадаргууд татагдаж түүний баяжигдах чанарыг бууруулна.

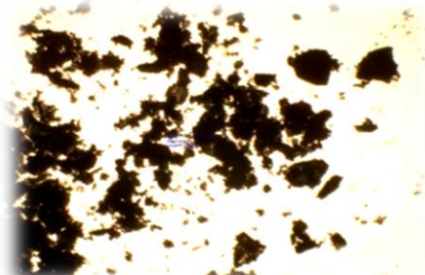
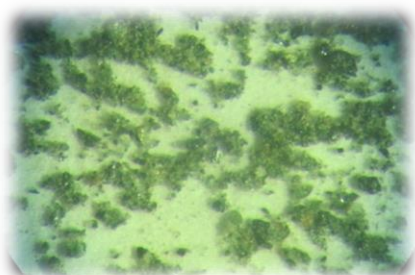
Иймээс агаарын урсгалаар тоосонцор соронзон бус эрдсийг ялган авч хуурай соронзон баяжуулалт хийвэл илүү үр дүнтэй байхаар байна.

**Агаарын урсгалаар ялгах туршилт** Туршилтанд -0,2мм ширхэглэлтэй 10%-ын нунтаг тоосонцор агуулсан хаягдал (500гр) дээжийг авч агаарын урсгалаар ялгалт явуулахад нийт тоосонцорын 70%-ыг ялган авсан. Туршилтаар тухайн ялгалтын бүтээгдэхүүний гарц, ялгалтын үр ашиг зэргийг тодорхойлж 2-р хүснэгтэнд харуулав.

2-р хүснэгт

Ялгалтын үр дүн

Нэр	Анхдагч дээжний тоосонцорын агуулга	Ангилалдсан бүтээгдэхүүн	Хаягдал тоосонцор	Ялгалтын үр ашиг
				%
Хаягдал -0,2мм	9,4	93,4	6,6	70,2
	8,8	92,8	7,2	81,8
	9	92,4	7,6	84,4

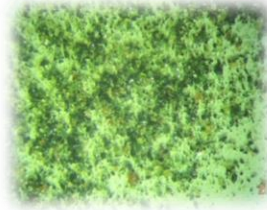


7-р зураг. Хаягдал бүтээгдэхүүний мөхөлгийн гадаргуу

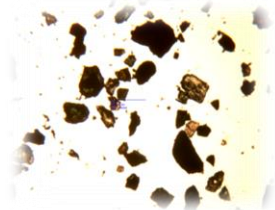
Туршилтын дараах ялгагдсан байдал



А. Соронзон бус нунтаг тоосонцор



Б. Ангилалдсан дээж

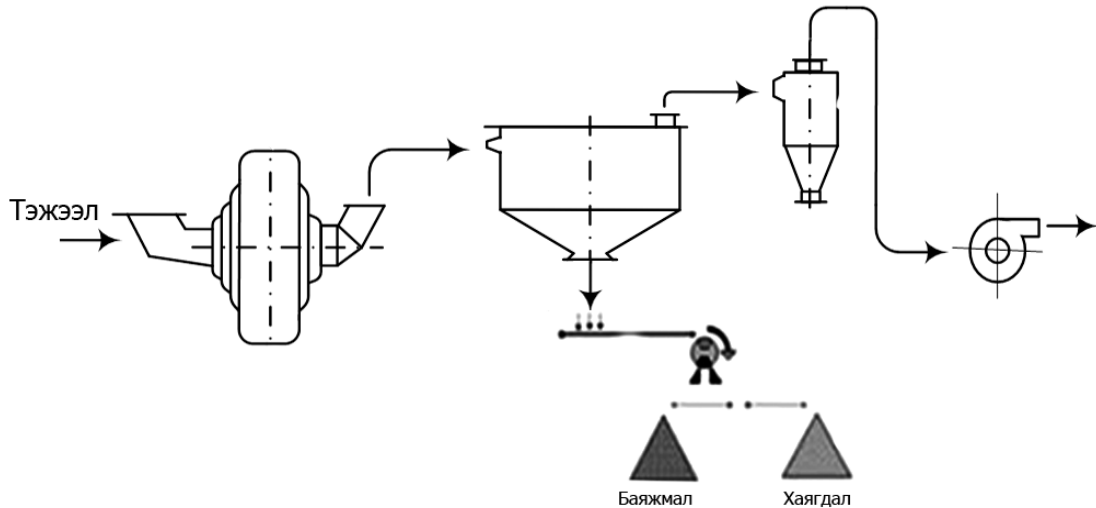


8-р зураг. Мөхөлгийн ангилалтын ялгаа

Туршилтын үр дүнгээс харахад хуурай ялгалтын үр ашиг өндөр гарч байгаа бөгөөд ашигт эрдсийн гадаргууг цэвэрлэснээр баяжигдах чанарыг дээшлүүлэхээр байна.

Улмаар хаягдлыг дахин нунтаглаж агаарын урсгалаар соронзон бус нунтаг хэсгийг ялган авч хуурай соронзон сепараторт баяжуулах боломжтой байна.

Иймд дараах схемийн дагуу туршилтыг гүйцэтгэв. Хуурай орчинд дээжийг нунтаглан агаарын урсгалаар ангилсан болон ангилалт хийлгүйгээр хуурай соронзон сепаратороор баяжуулсан туршилтын үр дүнг 3-р хүснэгтэнд үзүүлэв.

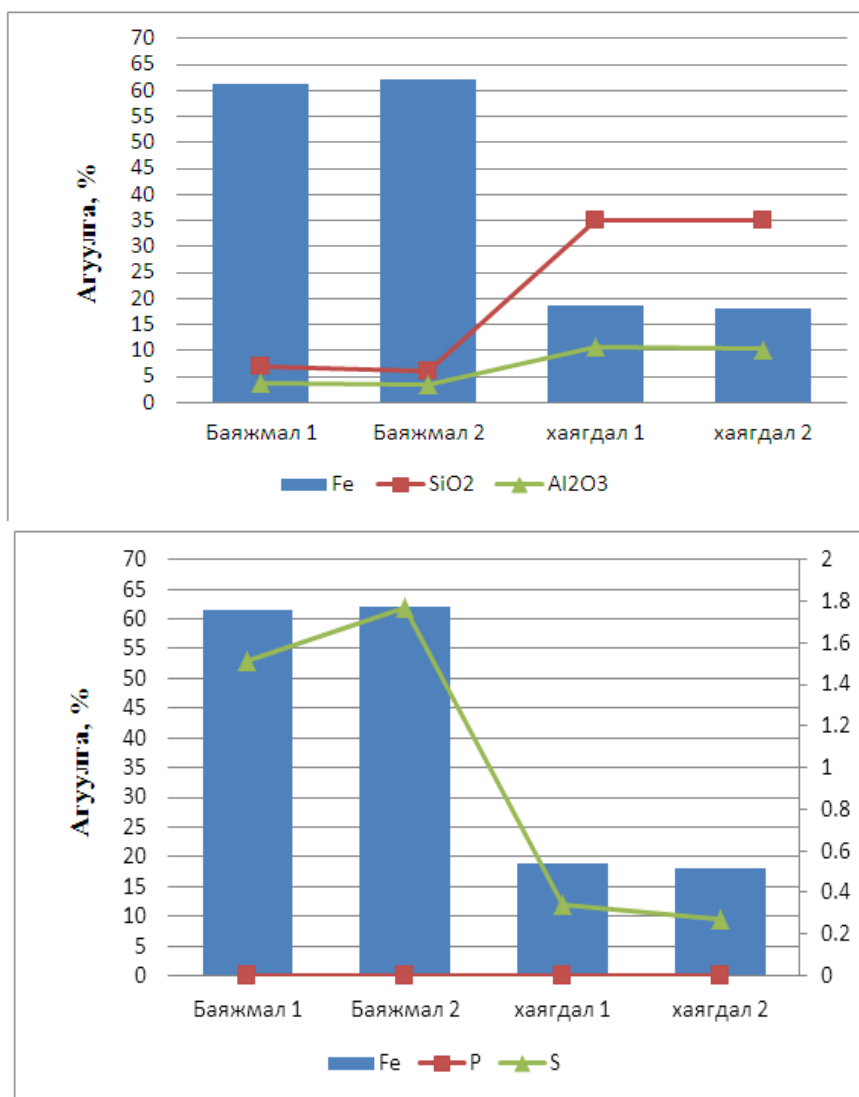


9-р зураг. Хуурай аргаар баяжуулах технологийн схем

3-р хүснэгт

Хуурай соронзон сепараторт баяжуулсан үр дүн

Бүтээгдэхүүн	Гарц, %	Агуулга %					Металл авалт, %
		Fe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P	S	
Нунтагласан дээж							
Баяжмал 1	9	61.37	6.9	3.68	<0.05	1.51	24.44
Хаягдал 1	91	18.77	35.03	10.72	0.11	0.34	75.56
Ахндагч	100	22.60					100
Нунтаглаад агаарын урсгалаар ангилсан дээж							
Баяжмал 2	11	62.1	5.98	3.3	<0.05	1.77	29.84
Хаягдал 2	89	18.05	35.03	10.23	0.1	0.27	70.16
Ахндагч	100	22.90					100



10-р зураг. Баяжмал болон хаягдал бүтээгдэхүүний агуулга болон хорт хольц

Туршилтын үр дүнгээс харахад хаягдал дээжийг нунтаглаад баяжуулахад баяжмалын гарц 9%, Fe-н агуулга 61,37%, хорт хольц болох SiO<sub>2</sub>-н агуулга 6,9%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-н агуулга 3,68% байна. Харин хаягдал дээжийг нунтаглаад агаарын урсгалаар тоосонцор хэсгээс нь салгасаны дараа баяжуулахад баяжмалын гарц 11%, Fe-н агуулга 62,1% болж өссөн ба харин SiO<sub>2</sub>-н агуулга 5,98%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-н агуулга 3,3% болж тус тус буурч байна. Эндээс үзэхэд агаарын урсгалаар соронзон бус эрдсээс нь ялгасан дээжний хувьд хуурай соронзон ялгалтын үр ашиг тодорхой хэмжээгээр дээшилж байна.

#### ДУГНЭЛТ

1. Хаягдалд төмрийн ашигт эрдэс +0.2мм ангид шигтгээлэг байдлаар оршиж, -0,2мм ангид ашигт эрдэс суларч эхэлж байна.
2. Соронзон бус эрдсүүд нь магнетитийн гадаргууд татагдаж түүний баяжигдах чанарыг бууруулж байна.
3. Хаягдлын соронзон бус эрдсийг агаарын урсгалаар ялган, хуурай соронзон ялгалттай хослуулан баяжуулснаар баяжмалын агуулгыг 60-62%, баяжмалын гарц дундажаар 10-15% хүртэл баяжуулах боломжтой байна.

#### Зохиогчийн тухай

1. Ч.Эрдэнэням 2011 онд УУИС-н Ашигт малтмалын баяжуулалтын технологи мэргэжлээр магистрийн зэрэг хамгаалсан, ШУТИС-ийн докторант. Төмрийн хүдрийн баяжигдах шинж чанарын судалгаа, хүнд баяжигдах нүүрсний үнслэг бууруулах технологийн судалгаа болон хүдэр бэлтгэх технологи зэрэг чиглэлүүдээр судалгааны ажил хийж байна.
2. Б.Алтантуяа доктор, дэд профессор. Хүдрийн ба хүдрийн бус эрдсийн боловсруулалт, хуурай аргаар нунтаг материалыг ангилан ялгах техник технологи, Ньютоны бус шингэний тээвэрлэлт, Зутангийн реологийн судалгаа, хүдрийн бүхэллэгийг багасгах процессын энерги зарцуулалт зэрэг чиглэлүүдээр судалгааны ажил хийдэг.

#### **АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:**

- [1] Геологийн төв лабораторын “Таяннуурын төмрийн хүдрийн баяжуулах технологийн тайлан” УБ, 2009 он
- [2] Таяннуурын төмрийн хүдрийг баяжуулах туршилт судалгааны ажлын тайлан ЭБТХүрээлэн, УБ., 2007 он
- [3] Уулын Баяжуулах Таяннуур Үйлдвэр “ 2009-2014 оны үйлдвэрлэлийн нэгдсэн тайлан” Говь-Алтай 2014 он
- [4] Г.Бадамхатан, Д.Бадам, С.Баяраа “Хар төмөрлөгийн эрдэс түүхий эдийн ордын минералоги – технологийн ангилал, төмрийн исэлдсэн хүдрийн минераллурги” ЭБТХ 2008 он
- [5] “Железная руда в мировой экономике” Состояние и ближайшая перспектива. Горны журнал 2005. №3
- [6] Деркач В.Г, Никольский Д.А “Особенности зарубежных фабрик для обогащения магнетитовых руд Механобор. вып. 101/1976
- [7] Б.Алтантуяа “Баяжуулах процессын загварчлал ба туршилтын төлөвлөлт” УБ, 2010 он
- [8] Деркач.В.Г, Никольский.Д.А “Особенности зарубежных фабрик для обогащения магнетитовых руд Механобор. вып. 101 1976
- [9] “Төмрийн хүдрийн олон улсын худалдаа, Монголын төмрийн хүдрийн салбар” Монголын металлургчидын холбоо УБ, 2010 он



# Уул уурхайн үйлдвэрлэлд мэдрэгчид суурилсан технологи нэвтрүүлэх боломж, ач холбогдол

Я.Дашдондог\*

\* ШУТИС, ГУУС

*Abstract: The importance of the utilization of sensor based sorting technology in mineral processing is reducing costs by reducing feeds amount to main processing by pre-sorting ore and reducing utilization of water, energy and reagents through increasing concentrates of ore in grinding and flotation processes. Also it reduces transportation costs and increases opportunity to utilize mineral ore deposits fully by reutilizing low grade or imbalance ore and waste tailings, and use pre-sorted waste materials for filling out mined areas pre-sorting ores during excavation or inside the mine site.*

**Түлхүүр үг:** минерал, өнгө, долгион, эрчим хүч, ус

## ОРШИЛ

Уул уурхайн үйлдвэрлэл эрчимтэй хөгжихийн зэрэгцээ эрдсийн түүхий эдийн олборлолт, боловсруулалтын бүх шатанд сүүлийн үеийн шинжлэх ухаан-технологийн хөгжил, ололт амжилтыг ашигласан үр ашигтай шинэлэг технологи нэвтрүүлэх нь эрдэс баялгийн нөөцийг иж бүрэн, хаягдал багатай олборлон боловсруулах, байгаль экологид үзүүлэх сөрөг нөлөөллийг бууруулахад зохих үр нөлөөтэй. Сүүлийн жилүүдэд уул уурхайн бүтээгдэхүүний үнийн өөрчлөлтүүд, өндөр агуулгатай орд газруудын нөөцийн бууралт зэрэг нь ашигт малтмалын баяжуулах уламжлалт технологид орчин үеийн технологийн дэвшлийг өргөн хүрээнд ашиглан, шинэлэг үр ашиг өндөртэй технологи нэвтрүүлэхийг шаардаж байна. Ашигт малтмалыг баяжуулах гравитаци, соронзон баяжуулалт болон флотаци зэрэг уламжлалт процессууд нь ус болон эрчим хүчний зарцуулалт ихтэйгээс гадна химийн төрөл бүрийн урвалжын хэрэглээ нь их хэмжээний шингэн хаягдлын хамт байгальд буцаан хаягддаг тул байгаль экологид үзүүлэх сөрөг нөлөөлөл ихтэй байдаг. Уурхайгаас олборлож байгаа хүдрийг урьдчилан ангилах нь дараагийн шатны эрчим хүч, ус, химийн урвалжын зарцуулалт ихтэй технологийн үр ашгийг нэмэгдүүлэхэд онцгой чухал үүрэгтэй байдаг. Мөн түүнчлэн бүтээгдэхүүний чанарыг зах зээлийн шаардлагад нийцүүлэн нэмэгдүүлэх, бага агуулгатай орд газар, хаягдлын овоолгийг дахин ашиглах, уул уурхайн үйлдвэрлэлийн эдийн засгийн үр ашгийг нэмэгдүүлэхэд мэдрэгчид суурилсан урьдчилан ангилах технологи чухал ач холбогдолтой болохыг олон судалгааны туршилтууд болон үйлдвэрлэлийн практик харуулж байна.

## Мэдрэгчид суурилсан технологийн хөгжил

Мэдрэгчид суурилсан технологи нь 1970-аад оноос эрдэс баялгийн салбарт хэрэглэгдэж эхэлсэн боловч эхний үед лабораторийн багаж төхөөрөмжийн түвшинд хэрэглэгдэж байсны зэрэгцээ технологийн оновчлол, мэдрэгчийн таних чадвар, тоног төхөөрөмжийн хүчин чадал зэргээр хэрэглээний хүрээ нь хязгаарлагдмал байсан бол сүүлийн 10-аад жилд электрон болон оптикийн технологийн хөгжлийн хурдцыг даган технологийн шинэ шинэ шийдлүүд өргөн нэвтэрч, тэр хэмжээгээр үйлдвэрлэлд нэвтрэх боломж нэмэгдэж байна. Хэрэглээний эхний үед алмааз зэрэг бага хүчин чадлаар олборлолт явуулдаг үнэт чулууг таньж ялган авахад хэрэглэгдэж байсан бол өнөөгийн байдлаар өнгөт металл болон аж үйлдвэрийн минерал, нүүрс зэрэг өндөр хүчин чадлаар үйлдвэрлэгддэг ашигт малтмалуудыг урьдчилан ангилахад хэдийн нэвтэрч эхлээд байна. Эрдсийн түүхий эдийн байгалийн цацраг идэвхит шинж чанарт үндэслэгдсэн сортлох төхөөрөмжийг ОХУ-ын “РАДОС” компани хөгжүүлэн дэлхий даяар 50 орчим уурхайд 200-гаад төхөөрөмжийг суурилуулсан ба хар болон суурь металлууд, аж үйлдвэрийн минерал болон газрийн ховор элементийн хүдрийг урьдчилан ангилахад хэрэглэгдэж байна. Радос технологийн сул тал нь байгалийн гамма цацрагийн долгионд үндэслэгдсэн тул цацрагийн нөлөөнөөс урьдчилан сэргийлэх аюулгүй ажиллагааны арга хэмжээг сайтар хэрэгжүүлэх шаардлагатай. Мөн ялгах систем нь механик ажиллагаатай тул ялгах ширхэглэлийн хэмжээ харьцангуй том байхыг шаарддаг.

Сүүлийн жилүүдэд Норвегийн “Tomra” компани мэдрэгчид суурилсан технологийг уул уурхайн салбарт нэвтрүүлэх чиглэлээр туршилт, судалгааны ажлыг эрчимжүүлэхийн зэрэгцээ олон төрлийн мэдрэгчийг хослуулан хэрэглэх боломж, технологи-инновацийн шийдлүүдийг нэвтрүүлэхэд ихээхэн анхаарч, энэ төрлийн шинэлэг тоног төхөөрөмжүүдийг үйлдвэрлэн практикт өргөн нэвтрүүлж байна. Орчин үеийн электроникийн болон компьютерийн технологийн хөгжлийг даган өндөр нягтралтай камерын систем, зургийн боловсруулалт хийх программ хангамжуудын хөгжил нь энэ технологийг хэрэглээний шаардлагад нийцсэн, бүтээгдэхүүний чанар, стандарт шаардлага хангасан өндөр түвшинд хүрч хөгжихэд зохих нөлөөлөл үзүүлж байна. Даралтат хийн тусламжтайгаар ялгах

систем нь материалын цэг бүрт үйлчилдэг тул ялгалтын үр дүн болон хурд илүү сайжирсан.

### Мэдрэгчийн төрөл, ангилал

Мэдрэгчид суурилсан технологи нь эрдсийн түүхий эдийн өнгөний ялгаа, ширхэглэлийн хэмжээ, хэлбэр эзлэхүүн, хувийн атом жин, гэрэл ойлгох, хугалах, шингээх чадвар болон долгион дамжуулах чанар зэрэг шинж чанаруудад үндэслэгдэх бөгөөд эдгээр шинж чанарыг дангаар нь таних болон хосолсон аргаар тэдгээрийг таньж ангилах технологийн инноваци шингэсэн олон төрлийн мэдрэгч төхөөрөмжүүд үйлдвэрлэгдэн туршигдахын зэрэгцээ үйлдвэрлэлийн хэрэглээнд нэвтэрч байна. Тэдгээрээс заримыг дурьдвал:

#### Өнгөний ялгааг таних (CCD)

Өнгөт камерийн болон фотометрийн аргын тусламжтайгаар үзэгдэх гэрлийн орчинд болон инфра улаан, хэт ягаан долгионы хүрээнд эрдсийг таньж ангилах бөгөөд өнгөөр ялгагдах үнэт чулуу, өнгөт металл агуулсан минералуудыг ялгахад хэрэглэгдэнэ.

#### Богино инфра улаан долгионоор таних (NIR)

Богино инфра улаан долгионы спектроскоп нь лабораторийн түвшинд минерал нэг бүрийг таних болон геологийн судалгааны ажилд өргөн хэрэглэгддэг. Эрдсийг минералогийн бүтцээр нь

буюу хувийн спектр шинжээр нь таних энэхүү аргыг өнгөт металлын хүдэр болон аж үйлдвэрийн минерал зэрэг олон төрлийн минералыг ялгахад ашиглах нь хэрэглээний шинэ хүрээг бий болгож байна

#### Рентген туяагаар таних (XRT)

XRT технологи нь материалыг хувийн атом жингээр таньж ялгахад орших бөгөөд энэ нь гадаргын чийгшил болон тоосонцор давхаргаас үл хамааран өндөр цэвэршилттэйгээр ялгах боломжыг бүрдүүлдэг.

#### Цахилгаан соронзон мэдрэгч (EM)

Өндөр мэдрэмжтэй цахилгаан-соронзон мэдрэгчид нь материалын цахилгаан-соронзон шинж чанараас гадна тэдгээрийг дамжуулах болон нэвтрэх шинж чанарт үндэслэгдэх тул ялангуяа сульфидын хүдэр болон металлын хаягдал, хольцыг цэвэрлэхэд тохиромжтой.

#### Фотометр (ФМ)

Фотометрийн мэдрэгч систем нь материалын өнгө, бүтэц, хэлбэр хэмжээний ялгаан дээр үндэслэгдэх бөгөөд бусад мэдрэгч системүүдтэй хосолсон байдлаар минералийн ширхэглэлийг нэг бүрчлэн таньж ялгахад тохиромжтой. Эрдсийн түүхий эдийг таньж ялгахад хэрэглэгддэг мэдрэгчдийн төрөл, тэдгээрийн хэрэглээний хүрээг 1-р хүснэгтэд харуулав.

1-р хүснэгт

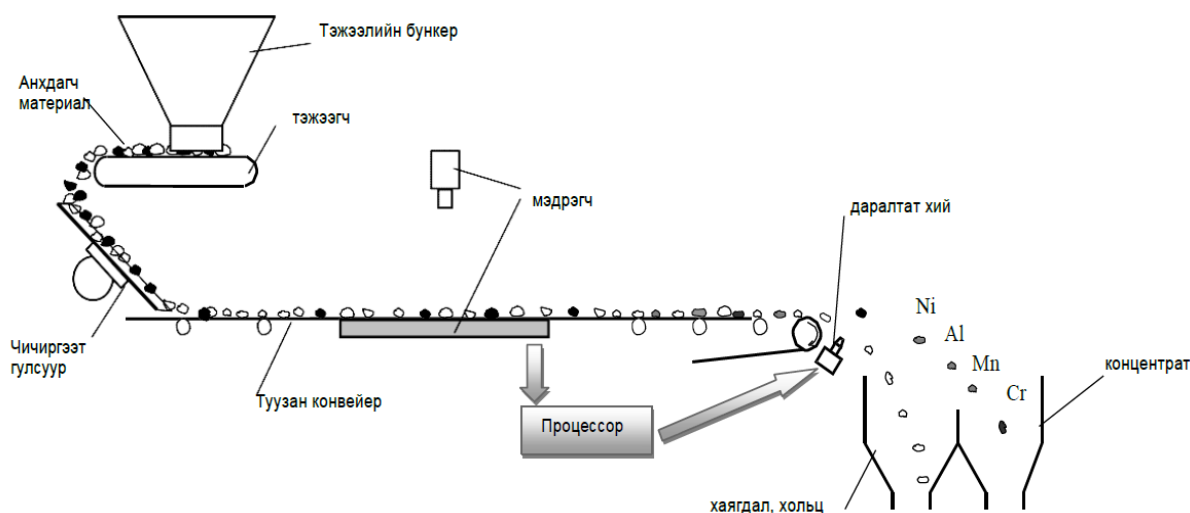
Мэдрэгчийн төрөл, долгионы урт, хэрэглээ

Долгионы төрөл, урт (м)		Мэдрэгч	Материалын шинж чанар, төрөл	
Гамма-цацраг	$10^{-12}$	радиометр	гамма цацраг	Уран, өнгөт металл
	$10^{-11}$			
	$10^{-10}$			
Рентген туяа	$10^{-9}$	Рентген цацраг, флюоресценци	Атом жин	Суурь, өнгөт металл, нүүрс, алмааз
	$10^{-8}$			
Хэт ягаан	$10^{-7}$	Өнгөт камер, фотометр	Гэрлийн ойлт, шин- гээлт	Өнгөт металл, алмааз
Үзэгдэх гэрэл	$10^{-6}$			
Богино инфра улаан	$10^{-5}$			
Инфра улаан	$10^{-4}$	NIR-спектро-метр	Дулаан дамжуу-лалт	Суурь металл, аж үйлдвэрийн минерал
	$10^{-3}$	Инфра улаан камер		
Микро долгион	$10^{-2}$		Инфра улаан болон дулаан хосолсон	Цахил-гаан дам-жуулалт
	$10^{-1}$			
Радио долгион	$10^1$	цахилгаан-соронзон		
Хувьсах гүйдэл	$10^2$			
	$10^4$			

## I. Мэдрэгчид суурилсан технологийн ажиллах зарчим

Энэхүү технологийн техникийн шийдэл харьцангуй хялбар, тоног төхөөрөмжийн хийцийн шийдэл нь энгийн, овор хэмжээ багатай тул анхны хөрөнгө оруулалтаа богино хугацаанд нөхөх боломжтой. Мөн модуль болон мобиль хэлбэрээр хэрэглэх боломжтой тул олборлолтын ойролцоо, уурхайн гүнд суурилуулан урьдчилсан ангилалт

хийснээр тээврийн зардлыг бууруулахад тодорхой хувь нэмэр оруулна. Анхдагч материалыг жигд хурдтайгаар, нэг давхаргаар ажлын бүсэд оруулснаар мэдрэгч-камерын системээр зураг авалт хийж, процессорт өгч боловсруулалт хийн таньж, мэдээллийг ялгах системд дамжуулснаар даралтат хийн тусламжтайгаар ашигт эрдэс, хольц материалыг ялгана. Уг технологийн ажиллах ерөнхий зарчмыг 1-р зурагт харуулав:



1-р зураг. Мэдрэгчид суурилсан сортлогчийн ажиллах ерөнхий зарчим

## II. Хэрэглээний хүрээ, хязгаарлалтууд

Мэдрэгч систем ашиглан ашигт эрдэс болон хольц минералыг ялгах процесс нь материалын ширхэг нэг бүрийг таньж ялгах тул анхдагч материал ажлын бүсэд жигд хурдтайгаар, давхардалгүй нэг давхаргаар өгөгдөх шаардлагатай. Иймээс ялангуяа нэгэнт суурилуулсан технологийн системтэй уялдуулахын тулд технологийн оновчлолыг хийхэд судалгааны олон чиглэлийн ажлыг урьдчилан хийх нь чухал. Мөн ширхэглэлийн хэмжээг жигдрүүлэхийн тулд урьдчилан буталж, шигшсэн байх ба ажлын бүсийн өргөн нь камерын тусах өнцөгийн хэмжээгээр хязгаарлагдана. Техникийн хүчин чадал буюу нэгж хугацаанд ангилах материалын хэмжээ нь анхдагч материалын ширхэглэлийн хэмжээтэй шууд хамааралтай буюу аль болох том ширхэглэлтэй материалыг ангилах цагийн хүчин чадал өндөр байна. Практик туршлагаар нэгж төхөөрөмжийн хувьд материалын ширхэглэлийн хэмжээ (мм), цагийн хүчин чадалтай тоон утгаар шууд хамааралтай буюу жишээ нь дунджаар 30 мм-ийн ширхэглэлтэй материалыг ангилах хүчин чадал нэг төхөөрөмж дээр ойролцоогоор 30тн/цаг –аас дээш байна. Анхдагч материалыг нэг бүрчлэн таних болон түүнийг ялгах механизмийн техникийн шийдлээс хамааран 5мм-ээс доош ширхэглэлтэй материалыг ялгах нь үйлдвэрлэлийн хувьд эдийн засгийн үр ашиггүй. Нөгөө талаас анхдагч материалын бүтцийн шинж чанар, үйлдвэрлэх бүтээгдэхүүний зах зээлийн шаардлага, чанар зэргийг харгалзан уг

технологийн оновчлолыг сайжруулахын тулд урьдчилсан туршилт, судалгааны ажлыг энэ чиглэлд эрчимтэй хийх шаардлагатай.

## V. Ач холбогдол

Мэдрэгчид суурилсан технологийг уул уурхайн үйлдвэрлэлд нэвтрүүлснээр дараах ач холбогдолтой:

- Анхдагч материалыг урьдчилан ангилснаар баяжуулалтын үндсэн процесст орох материалын хэмжээг багасгахын зэрэгцээ түүний агуулгыг нэмэгдүүлснээр эрчим хүч, ус, урвалжын зарцуулалтыг бууруулна
- Үндсэн процессын тоног төхөөрөмжийн ачааллыг бууруулснаар тоног төхөөрөмжийн элэгдлийг багасгах, орох материалын хэмжээнд тохируулан бага оврын тоног төхөөрөмж сонгосноор хөрөнгө оруулалтын зардлыг бууруулах
- Баяжуулалтын үндсэн процесст орох материалын хэмжээ багассанаар түүнээс гарах шингэн хаягдлын хэмжээ багасч, хаягдлын далангийн ашиглалт сайжрах, байгаль экологид үзүүлэх сөрөг нөлөөлөл тэр хэмжээгээр багасгах
- Урьдчилан ангилалтаар гарсан хатуу хаягдлыг уурхайн чигжээс, нөхөн сэргээлт, зам, барилгын материалаар ашиглах боломж бүрдэнэ.
- Бага агуулгатай орд газрууд, балансын бус хүдрийн овоолгыг ашиглах боломж бүрдэнэ.
- Мэдрэгчид суурилсан технологи ашигласнаар хүч хүч их шаарддаг гар аргаар ангилах

- процессыг түүгээр орлуулах боломжтойн зэрэгцээ бүтээгдэхүүний чанар сайжирна.
- Үндсэн процесст орох хүдрийн агуулга нэмэгдсэнээр баяжмалын металл авалт нэмэгдэн эрдсийн түүхий эдийг иж бүрэн ашиглахад зохих хувь нэмэр оруулна.

#### **ДҮГНЭЛТ**

Мэдрэгчид суурилсан технологи нь тоног төхөөрөмжийн бүтээц болон ус зарцуулдаггүйгээрээ хуурай, хүйтэн уур амьсгалтай манай орны хувьд хамгийн тохиромжтой хуурай аргаар сортлох технологи юм. Мөн зах зээлийн шаардлага хангасан концентрат гаргах боломжтойгоороо гар аргаар ангилах аргыг орлуулах боломжтой. Мөн нэгж бүтээгдэхүүнд ногдох зардал харьцангуй бага бөгөөд хөрөнгө оруулалтаа 1-2 жилийн дотор нөхөх боломжтой болохыг олон төрлийн судалгааны ажлуудын үр дүнгээр харуулсан болно. Энэхүү технологийн манай орны хувьд хайлуур жоншны сортын баяжмал үйлдвэрлэх, зэсийн исэлдсэн хүдрийн овоолгыг агуулгаар нь ангилах, нүүрсийг хуурай аргаар ангилах, гянт болдын хүдрийг урьдчилан ангилах зэрэг хэрэглээний олон салбарт нэвтрүүлэх боломжыг

судлах, туршилт судалгааны ажлыг үйлдвэрлэгчид, судалгаа шинжилгээний байгууллагуудтай хамтран хийж, үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх нь эдийн засгийн үр ашиг өгөх боломжтой юм.

#### **АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:**

- [1] Wotruba,H., Robben,M.R., Balthasar.D., Near-infrared sensor-based sorting in the minerals industry. Conference in Minerals Engineering. Lulea, Sweden, 2009
- [2] Gryshan.D, Kulish.A, Sensor-Based technology for ore and slag sorting, 14.international Ferroalloys Congress. Ukraine. Kiev, 2015
- [3] Murphy.B, van Zyl.J, Domingo.G, Underground preconcentration by ore sorting and coarse gravity separation, Narrowvein Mining Conference. Perth/West Australia, 2012

#### **Зохиогчийн тухай**

Я.Дашдондог “Ашигт малтмалын баяжуулагч”, “Инженер-эдийн засагч” мэргэжилтэй, жоншны баяжуулах процесст мэдрэгчид суурилсан технологи нэвтрүүлэх боломжын талаар судалгаа хийж байна.

# Газрын ховор элементийн ордыг олборлож боловсруулах технологийн онцлогийн судалгаа

Э.Самбуудорж<sup>1</sup>/Магистр/, Я.Дашдондог<sup>2</sup>/Магистр/  
Уурхайн төвөвлөлт, үнэлгээ, сургалтын төв<sup>1</sup>, ШУТИС-ГУУС<sup>2</sup>

*Хураангуй - Газрын ховор элементүүдийн хүдрийн баяжуулалт болон гүн боловсруулах технологийн мэдээлэл тодорхой хугацаанд хязгаарлагдмал байж ирэв. Учир нь технологийн нууцлал буюу “ноу хау” асуудал болдог байсан. Гэсэн хэдийч түүнийг дэлхий дахинд сайтар таниулах зорилгоор мэдээлэл харьцангуй нээлттэй болоод байна. Тухайлбал бастнезит, монацит болон бусад эрдсүүдийг боловсруулах технологийн талаар олон төрлийн патент, судалгаа хийгдэж байгаа юм. Ховор метал болон газрын ховор элементүүдийн хүдрийг баяжуулах үйл явц нь хүдрийн онцлог, түүний химийн болон эрдсийн найрлага, бэлэн баяжмал гарган авах үйлдвэрлэлийн технологи зэрэг өөрийн гэсэн өвөрмөц онцлогоос шууд хамааралтай байдаг.*

**Түлхүүр үг:** нөөц, баяжуулалт, цэвэршүүлэлт, дахин боловсруулалт

## 1. УДИРТГАЛ

Стратегийн эрдсийн түүхий эд болох Газрын ховор элементүүд (ГХЭ) буюу газрын ховор шорооны элементүүд (ГХШЭ), заримдаа ховор шороон элементүүд (ХШЭ) гэж нэрлэгддэг химийн элементүүдэд Д.Менделеевийн үелэх системийн 57-оос 71 дугаарт байрлах лантаны бүлгийн лантан, цери, неодим, празеодим, промети, самари, европи, гадолини, терби, диспрози, холмий, эрбий, туллий, иттербий, лутеций (La, Ce, Nd, Pr, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) элементүүд болон эдгээртэй химийн шинжээрээ ойролцоо 21, 39-д байрлах иттрий (Y) ба скандий (Sc)-г газрын ховор элементүүд (ГХЭ) хэмээн нэрлэдэг.

Газрын ховор элементийг дотор нь церийн бүлгийн хөнгөн болон иттрийн бүлгийн хүнд (ГХЭ) гэж ерөнхий 2 бүлэгт хувааж ангилахаас гадна зарим судлаачид иттрийн бүлгийн хүнд ГХЭ-ийн бүлгийг тербийн ба иттрийн гэж дахин хувааж ангилдаг байна.

Стратегийн металлуудын жагсаалтыг улс орнууд өөрсдийн аж үйлдвэрийн салбарын эрэлт хэрэгцээ, нийлүүлэлтийн эрсдэл, нөөц дээр тулгуурлан ялгавартай гаргадаг байна. Тухайлбал Европийн Холбоо “стратегийн ач холбогдол бүхий металлууд” хэмээн газрын ховор элементүүдээс гадна 19 металлыг нэрлэсэн байна.

Хөнгөн газрын ховор элемент

21	39	57	58	59	60	61	62	63
Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu

Хүнд газрын ховор элемент

64	65	66	67	68	69	70	71
Gb	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

1-р зураг. Газрын ховор элементүүд

1-р хүснэгт

Зарим металлын олон улсын ангилал

Үелэх системийн групп	Элементүүд	Ховор металлын групп
I	Li, Rb, Cs	Хөнгөн
II	Be	
IV	Ti, Zr, Hf	Өндөр температурт хайлдаг
V	V, Nb, Ta	
VI	Mo, W	
III	Ga, In, Tl	Сарнимал
IV	Ge*	
VI	Se*, Te*	
VII	Re	ГХЭ
III	Sc, Y, La	
I	Fr	
II	Ra	Цацраг идэвхит
VI	Ac, Th, Pa, U, Pu	
VII	Po, Tc	

## 2. МОНГОЛ УЛСАД ГХЭ-ИЙН СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

Монгол Улсын ГХЭ-ийн ордууд нь бүрэн хайгуул хийж судлагдаагүй учир өнөөдрийн байдлаар тухайн ордуудын бүх нөөцийг бус зөвхөн хэсэгчлэн хайгуул хийсэн зарим хүдрийн бүс, биетүүдийн нөөцийг Ашигт малтмалын нэгдсэн санд бүртгэсэн бүртгэсэн байдаг. Түүнчлэн цаашид энэхүү ордуудын нэмэлт болон гүйцээх хайгуулын ажлын шатанд нөөцийн хэмжээ улам өсөн нэмэгдэх хэтийн төлөвтэй гэж дүгнэдэг. Эдгээр ордуудыг байршлаар авч үзвэл нийт 4 ордын 3 нь Өмнөговь аймагт байрлаж байгаа нь тус бүс нутагт эдгээр ордуудыг түшиглэн нэмүү өртөг шингэсэн нэгдсэн боловсруулах үйлдвэр барих боломж харагдаж байна.



2-р зураг. Монгол Улсын ГХЭ-ийн ордууд

2-р хүснэгт

Эрдэс баялагын санд бүртгэгдсэн ГХЭ-ийн ордуудын нөөц

№	Ордын нэр	Дундаж агуулга, %	Хүдрийн хэмжээ /В+С/	Исэлийн нөөц /В+С/
1	Лугийн гол	2,67% RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	506,2 мян.тн	RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 13,5 мян.тн
2	Мушгиа худаг	1,37-3,37% RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,4 сая, тн	RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -314,2 мян.тн
3	Хотгор	1,26% RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	39 751,09 мян.тн	RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 486,72 мян.тн
4	Цагаан-Чулуут	27,2% Ce	491,25 тн	Ce 135,09 тн

### 3. ГАЗРЫН ХОВОР ЭЛЕМЕНТИЙГ БАЯЖУУЛАХ ТЕХНОЛОГИЙН ТОЙМ СУДАЛГАА

Газрын ховор элементэд 17 элементийг хамруулдаг боловч Nd, Pr, Sm, Gd, Lu, Tb, Tm болон Eu нь эдийн засгийн хувьд илүү ач холбогдолтой элементүүд юм.

Физик, химийн төсөөтэй шинж чанарууд болон хэрэглээний хүрээнээс нь хамааруулан La-наас Sm-хүртэлх элементүүдийг хөнгөн газрын ховор элементүүд гэж нэрлэдэг. Харин Gd-аас Lu-хүртэлх элементүүдийг хүнд газрын ховор элемент гэж үздэг.

Газрын ховор элемент нь байгаль дээр монацит, бастнезит, ксенотим зэрэг хүдрийн минерал хэлбэрээр тохиолддог. Монацит болон бастнезит нь голдуу хөнгөн газрын ховор элементийг агуулдаг бол Ксенотим нь ихэвчлэн хүнд газрын ховор элементийг агуулсан байдаг.

Газрын ховор элементийн олборлолтын эдийн засгийн үр ашиг тухайн ордын хүнд минералын агуулгаас хамаарах бөгөөд ерөнхийдөө 5-10%-ийн агуулгатай тохиолдолд ашигтай гэж үздэг байна.

3-р хүснэгт

ГХЭ-ийн хүдрийн минералын төрөл

Хүдрийн минерал	Химийн томъёо	Агуулагдах хэмжээ	Нягт
Монацит	(Ce,La,Y,Th)P O <sub>4</sub>	65% хүртэл исэл	D= 5
Бастнезит	(Ce,La,Eu)(CO <sub>3</sub> /F)	75% хүртэл	D= 5
Ксенотим	YPO <sub>4</sub>	61% орчим	D= 4,5

Бастнезит нь хөнгөн газрын ховор элементийн ордын үндсэн хүдрийн минерал бөгөөд ойролцоогоор багадаа 2-6%-ийн агуулгатай тохиолдолд эдийн засгийн хувьд ашигтай гэж үздэг. БНХАУ-ын Баян-Овоогийн орд нь төмөр-газрын ховор элемент-ниобын төрлийн орд бөгөөд

эндээс дэлхийн газрын ховор элементийн 40 орчим хувийг олборлож байна.

**Хүдэр ба шороон ордын ангилал, баяжигдах шинж чанар:** Газрын ховор элементийн хүдрийн баяжуулах процесс нь түүхий эдийн онцлог, түүний бүтэц найрлага, бэлэн баяжмалд тавигдах шаардлага зэргээр тодорхойлогддог.

Газрын ховор элементийн агуулга хүдэрт маш бага боловч эцсийн бүтээгдэхүүн бэлэн баяжмалын чанарыг өндөр авахын тулд баяжуулалтын зэрэг өндөр байлгах шаардлага тавигддаг байна.

**Чанарын шаардлага:** Газрын ховор элементийн хүдэр ба баяжмалын чанарыг тэдгээр дэх газрын ховор элементийн ислийн агуулгаар хэмждэг.

- Бастнезит: газрын ховор элементүүдийн агуулга 60%,
- Монацит: 55%, 60%, ба 66%-ын газрын ховор элемент бүхий баяжмал
- Ксенотим: 25-60% Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> бүхий баяжмал

Газрын ховор элементийн хүдрүүд нь газрын ховор элементүүдийг 2 ба түүнээс их заримдаа 10-20 төрлийн сарнимал элементүүдийг агуулсан байдаг. Энэ нь нэг төрлийн металлын баяжмал ба хам баяжмал авахын тулд нийлмэл, хосолсон технологийн схем ба процесс, гидро, пиро металлургийн болон физик-химийн аргуудыг ашиглах хэрэгтэй болдог. Ядуу агуулгатай хүдрээс өндөр чанартай баяжмал авахын тулд баяжуулалтын процесст 2 ба 3 шатлалт технологи хэрэглэнэ.

- Эхний шатанд баяжмалд ашигт хольцыг хамгийн дээд хэмжээнд авах зорилготой.
- Гүйцээн баяжуулах хэсэгт баяжмалаас өндөр сортын монометаллын эрдсүүд ялгах зорилготой.
- Заримдаа ядуу, кондицийн бус баяжмал завсрын бүтээгдэхүүнд ялгана. Түүнийг хими-металлургийн аргаар дахин боловсруулах замаар өндөр чанартай баяжмал гарган авдаг.
- Мөн гравитаци, флотаци, цахилгаан соронзон сепарацийн ба хими металлургийн аргуудыг өргөн ашигладаг.



3-р зураг. ГХЭ-ийн баяжуулалтын ерөнхий систем

Улс орнууд ховор металлын хэрэгцээгээ шийдвэрлэхээр шинэ эх үүсвэр илрүүлж, уурхайнуудыг ашиглалтад оруулахаас гадна

хаягдал бүтээгдэхүүнийг дахин боловсруулж үнэт ховор металлуудыг гарган авч байна

Мөн зарим газрын ховор элементүүдийг электроникийн хаягдал бүтээгдхүүнүүдээс гаргаж авах технологи өргөн нэвтрээд байгаа бөгөөд ламп, батарей, машины эд анги, цахилгаан хэрэгсэл зэргээс гаргаж авч байна.

Түүний өртөг одоогоор өндөр байгаа боловч үүнийг хөгжүүлсэн цагт өртөг буурч улам боловсронгуй хялбар болон гэж судлаачид үздэг байна. Дахин боловсруулалтаас ГХЭ-ийг гарган авах технологи нь зөврөн Япон, АНУ, ХБНГУ д хэрэглэгдэж байна.

### 3.1 ГХЭ-ИЙГ БАЯЖУУЛАХ ЕРӨНХИЙ ТЕХНОЛОГИ

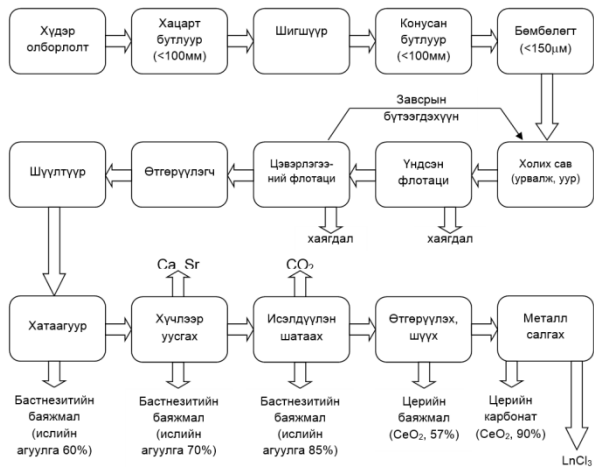
Баяжуулах аргыг сонгохдоо хүдрийн бүтэц найрлага, шигтгээлэг хэмжээ, үнэт болон дагалдах эрдсүүдийн нягт, тэдний технологийн шинж чанар зэргийг мэдэж тодорхойлсоны үндсэн дээр сонгодог.

Газрын ховор элементийг боловсруулахад баяжуулах технологийн дараах аргуудыг өргөн хэрэглэдэг байна.

Үүнд:

- Хөвүүлэн баяжуулах
- Гравитациар баяжуулах
- Уусган баяжуулах
- Хосолмол технологи гэх мэт.

Газрын ховор элементийг баяжуулах нийтлэг сайтар судлагдсан технологийн схемийг 4-р зургаар үзүүлээ.



4-р зураг. ГХЭ-ийг баяжуулах технологийн бүдүүвч

ГХЭ-ийн нилээд өргөн хүрээтэй судлагдсан бастнезитын өндөр агуулгатай ордод АНУ-ын Калифорнийн Сан-Бернардино, БНХАУ-ын ӨМӨЗО-ны Баян-Овоогийн ордыг нэрлэсэн байна.

Эдгээр ордуудад баяжуулалтын дараах үе шатуудаар бастнезитын 90%-ын чанартай баяжмал гарган авдаг байна. Үүнд:

- Хүдэр бэлтгэх хэсэгт хацарт болон конусан бутлуураар хүдрийг буталж, улмаар савхат эсвэл бөмбөлөгт тээрмээр нунтаглана.

- Нунтаглагдсан хүдрийг нафтений хүчлийн цуглуулагч, лигно сульфатаммоны дарагч урвалжуудыг ашиглан хөвүүлэн баяжуулна.
- Үүний дараагаар таван шатны цэвэрлэгээ явуулж 60%-ийн газрын ховор элементийн агуулга бүхий баяжмал гарган авна.

Үүнэс үзэхэл баяжуулах процесст орж буй хүдрийн ширхэглэл, шинж чанар, агуулагч эрдсүүдийн найрлагаас хамаарч хөвүүлэн баяжуулах технологид хэрэглэх урвалжуудын төрөл харилцан адилгүй байдаг байна.

### 4. ГАЗРЫН ХОВОР ЭЛЕМЕНТИЙГ БОЛОВСРУУЛАХ ТЕХНОЛОГИЙН ӨНӨӨГИЙН ТҮВШИН

Монгол орны газрын ховор элементийн ордуудын нөөц анхан шатны байдлаар үнэлэгдсэн боловч ашиглалтын зөвшөөрөл авах техник эдийн засгийн үндэслэл хийгдсэн ганц Хотгорын орд байна. Ордуудын хувьд зөвхөн баяжуулалтын технологийн туршилт судалгаа хийгдсэн боловч ховор металын исэл болон цэвэр металл ялгах, баяжмалыг гүйцэн боловсруулах туршилт судалгаа хараахан хийгдээгүй байна.

Үүнээс гадна АНУ-ын Моликорп Инк компанийн гаргасан судалгаагаар ГХЭ-ийн баяжуулалтаар БНХАУ 97%, боловсруулалтаар 100%, хайлш үйлдвэрлэлээр 80% -ийг эзэлж байна (зураг 5).



5-р зураг. ГХЭ-ийн үйлдвэрлэлийн өнөөгийн түвшин

Энэ нь тус түүхий эдийг боловсруулах технологи манай өмнөд хөршид байна гэсэн үг юм. Үүнээс үүдээд тус технологийн талаарх судалгаа мэдээлэл харьцангуй хомс байдаг.

Газрын ховор элементийн цэвэршүүлэх, гүн боловсруулах технологийг бараг 100% БНХАУ-д эзэмшиж байна.

### ДҮГНЭЛТ

1. Аж үйлдвэр өндөр хөгжсөн болон өндөр технологи хөгжиж байгаа орнууд газрын ховор металлын өсөн нэмэгдэж буй хэрэгцээг хангахын тулд шинэ эх үүсвэрийг эрж хайх, эрэл хайгуулын ажилд хөрөнгө оруулалт хийх, хуучин ашиглагдаж байгаад хаагдсан орд газруудыг дахин ашиглах, хоёрдогч түүхий эдийг дахин боловсруулж, газрын ховор металлыг ялган авах шинэ технологи нэвтрүүлэх зэрэг үйл ажиллагаа авч хэрэгжүүлж байна.

2. Монгол орны хувьд газрын ховор металлын багагүй нөөцтэй болох нь өнөө хүртэл хийгдсэн геологи хайгуулын ажлын үр дүнгээр батлагдаж байна. Тухайлбал Лугийн гол, Цагаан чулуут, Мушгиа худаг, Хотгор зэрэг орд газруудад хийсэн геологи, хайгуулын ажлын үр дүнд дээрх

ордуудад 60,0 гаруй сая тн. ховор металлын хүдрийн бодитой нөөц тогтоогдсон байна.

3. Дэлхийн ховор элемент баяжуулагч улс орнууд ч ялгаагүй БНХАУ-д метал цэвэршүүлэлтийг хийлгэж байгаа нь энэ судалгаанаас харагдаж байна. Үүнээс шалтгаалан зах зээлийн 90 ээс дээш хийвийг дангаараа хангаж монополь байр сууртай байгаа нь бусад өндөр хөгжилтэй улс оронд шинэ эх үүсвэр хайх шалтгаан болж улмаар Япон болон ХБНГУ нь манай улстай хамтарч ажиллах сонирхолоо илэрхийлээд байгаа.

4. Иймээс манай улс өөрийн орны ГХЭ-ийн ордуудад олоборлолт, баяжуулалт, боловсруулалтын нарийвчилсан судалгаа хийх материаллаг баазыг нэн тэргүүнд бий болгох, улмаар тухайн элементийн онцлогийг харгалзан аль болох гүн боловсруулах технологийн туршилт, судалгаануудыг хийх шаардлагатай байна.

#### **Зохиогчдын тухай**

Э.Самбуудорж-ШУТИС-ийн ГУУС-д Уул уурхайн менежмент мэргэжлээр магистр хамгаалсан. Уурхайн төлөвлөлт, үнэлгээ, сургалтын төвд эрдэм шинжилгээний ажилтан. Газрын ховор элементийн чиглэлээр судалгаа хийдэг.

Я.Дашдондог-/Докторант/ Эдийн засагч инженер, ХБНГУ-д магистрын зэрэг хамгаалсан, одоо ГУУС-д ахлах багшаар ажиллаж байна.

#### **АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:**

- [1] Монголын геологи ба ашигт малтмал. VI боть., Металл ашигт малтмал., УБ., 2009 он
- [2] А.Хаумдас, “Газрын ховор элементүүд”, УБ., 2013он
- [3] Г.Дэжидмаа “Газрын ховор шороон элемент” УБ., 2012 он.
- [4] Schuler, D., Buchert, M., Liu, R., Dittrich, S., & Merz, C. (2011). Study on Rare Earths and Their Recycling (Issue brief).
- [5] Seltene Erden-Aktuelle Entwicklung, September 2011. OSRAM
- [6] Seltene Metalle und Seltene Erden, Rohstoffe fuer das 21.Jahrhundert. MIDAS RESEARCH Industry Report, 01.April 2011
- [7] Supraleiter beenden Abhaengigkeit der Windbranche von Seltenen Erden. ZENERGY POWER GmbH, Presseinformation. 2010
- [8] Seltene Metalle, Rohstoffe fuer Zukunftstechnologien, SATW- Swiss Academy of Engineering Sciences, November 2010Harald Elsner, Kritische Versorgungslage mit schweren Seltenen Erden-Entwicklung “Gruener Technologien” gefaehrdet. COMMODITY TOP NEWS-Nr.36, Hannover. September 2011
- [9] Hintergrundpapier Seltene Erden, Institute for Applied Ecology, Berlin. January 2011



# Багануурын хөрсний овоолгыг ангила ялгаж барилгын материалд ашиглах боломжийн судалгаа

Г.Зулзаяа\*, Б.Мэндбаяр\*, Д.Алтангэрэл\*, Б.Алтантуяа\*

\*ШУТИС, Геологи Уул уурхайн сургууль, Уул уурхайн салбар, Улаанбаатар, Монгол улс

*Хураангуй - Багануурын уурхайн хөрсний овоолго жилд 15-16 сая куб метрээр нэмэгдэж асар том талбай эзэлж хүрээлэн байгаа орчинд сөрөг нөлөөллийг үзүүлж байна. Манай оронд барилга байгууламж баригдаж байгаатай уялдан уг хөрсний шороог ангилан ялгаж барилгын материалын түүхий эд гарган авах замаар эдийн засгийн эргэлтэд оруулах зайлшгүй шаардлага тулгарч байна.*

*Түлхүүр үг: коагулянт, хөрсний овоолго, лабораторийн туршилт, тунаалт*

## ОРШИЛ

Багануурын уурхайн хөрсний овоолго жил тутам 15-16 сая куб метрээр нэмэгдэж, асар том талбай эзэлж хүрээлэн байгаа орчинд сөрөг нөлөөллийг үзүүлж байна. Иймээс уг шороог ашиглах чиглэл, боломжийг гүнзгий судлах улмаар түүхий эд гарган авах замаар эдийн засгийн эргэлтэд оруулах зайлшгүй шаардлага тулгар байна. Багануурын хөрсний овоолгын шороог коагулянт ашиглан баяжуулах, барилгын материал гарган авах боломжийг тодорхойлох туршилт судалгааг хийж гүйцэтгэсэн.

Багануурын уурхайн хөрсний овоолгын шороог баяжуулах лабораторийн болон хагас үйлдвэрлэлийн туршилтаар элс ба шаврыг ялгах технологийн схемийг сонгох, урвалж ба усны зарцуулалт, тунах хугацаа, тунасан бүтээгдэхүүний гарцыг тодорхойлно. Шинээр барилгын материал гаргах судалгааг гүйцэтгэсэн.

## ХӨРСНИЙ ЧУЛУУЛГИЙН ШИНЖ, ЧАНАР

Ордын дээд талын түвшингүүдэд ихэнхдээ цагаан саарал өнгөтэй, янз бүрийн мөхлөг бүхий элсэн чулуу зонхилон тархсанаас гадна аргиллит, алевролитын их биш зузаантай үеүд элбэг тохиолдоно.

**Элсэн чулуу.** Цагаан саарал өнгөтэй сул цементлэгдсэн, кварц хээрийн жоншны мөхлөгүүдээс ихэвчлэн бүрдсэн, үешилгүй, дээд хэсэгтээ төмрийн усан ислээр баяжигдсанаас шар саарал өнгөтэй болсон байдаг. Уг чулуулгийг бүрдүүлэгч хэмхдэс материал нь 60-70% -ийг эзлэх бөгөөд хэмхдэсүүд нь 0.06-5.0-ийн хэмжээтэй, мөлгөржөөгүй, сортчилогдоогүй, ихэнхдээ дугуйвтар хэлбэртэй байна. Том ширхэгтэй хэмхдэс материал нь 0.8 -1.8 мм, дунд зэргийнх нь 0.25 -0.4 мм. Жижиг ширхэгтэй хэсгийнх нь 0.1-0.2мм байхаас гадна 0.06-0.1 мм-ийн хэмжээтэй алевритын, 4.0-5.5 мм -ийн хайрганы материал их биш хэмжээгээр оролцсон

байдаг. Хэмхдэс материал нь ихэнхдээ болор, хээрийн жоншны мөхлөгүүдээс бүрдэх бөгөөд бүх массын 50-55% -ийг эзлэхээс гадна хлоржсон биотит, мусковит, гранат зэрэг эрдсүүд багаар оролцсон. Кварц хээрийн жоншны мөхлөгүүд нь мөлгөржөөгүй буюу хагас мөлгөржсөн, ихэнхдээ өндөр температурт үүссэн усан болрын төрөлд хамаарч байна. Хээрийн жоншны мөхлөгүүд нь хоёрдогч хувиралд хүчтэй орж каолинжсон. Элсэн чулууны хэмхдэс материалуудыг холбогч цемент нь каолин, монтиморилонит бүхий шаварлаг маш жижиг ширхэгтэй хэсгүүдээс бүрдэнэ. Дундаас том ширхэгтэй эдгээр элсэн чулуу нь бүх хурдсын 60-70 % -ийг эзлэх бөгөөд эзлэхүүн жин нь 1.72-2.16 т/м<sup>3</sup>, чийглэг нь 9.2-23.5 %, сүвшил нь 27.26 - 42.11 % тус тус байна.

**Алевролит.** Тээвэртэй хөрс хуулж байгаа дээд түвшингүүдийн мөргөцгүүдэд их биш зузаантай үе, мэшил хэлбэрээр оролцсон байна. Давхаргуудын ул болон тааз, нүүрсний багц хооронд нүүрслэг хэсгээр баяжигдсанаас хар саарал өнгөтэй болсон байхаас гадна хоёр валенттай төмрийн усан исэл бүхий серицитчилэгдэх процесст хүчтэй орсноор хатуулаг нягтаршилт нь өсөх хандлагатай байна. Ташуу долгиолог болон ташуу, хэвтээ шулуун хэлбэрийн үешилтэй. 30-35 хувийн оролцоотой хэмхдэс материал нь 0.02-0.14 мм-ийн хэмжээтэй кварц, хээрийн жоншны мөхлөгүүдээс бүрдэх бөгөөд тэдгээрийг холбогч цементлэгийн найрлагад монтиморилонит, каолин мэтийн маш жижиг ширхэгтэй шаварлаг эрдсүүд оролцсон байдаг. Алевролитын эзлэхүүн жин нь 1.61 -2.14 г/м<sup>3</sup>, хувийн жин нь 2.38 - 2.70 г/м<sup>3</sup>, сүвшил нь 23.01 - 50.21% хооронд тус тус хэлбэлзэнэ.

**Аргиллит.** Үе, мэшил хэлбэрээр маш бага хэмжээтэй тохиолдоно. Алевролит мэтийн шаварлаг чулуулгуудаас ялгагдах шинж чанар нь маш жижиг ширхэгтэй, дун маягийн хагарал үешилтэй байдгаараа онцлог юм. Ашиглалтын 1, 2 -р хэсгийн талбайд тархсан дээрх хурдас чулуулгууд нь харилцан адилгүй ан цавшилтай байна. Тээвэртэй хөрс хуулж байгаа дээд түвшингүүд дахь элсэн чулуу алевролитын хослол үе бүхий хэсэг илүү ан цавшилтай бөгөөд суналынхаа дагуу нэг тууш метрт 4-8 ан цав тоологдсон. Хөндлөн ташуу хэлбэрийн ан цавшилт зонхилох бөгөөд ихэнхдээ баруун, баруун хойшоо суналтай, хойшоо буюу баруун хойшоо чиглэсэн уналтай, уналын өнцөг нь 20-30 градусын хооронд хэлбэлзэнэ. 2а давхаргын тааз

хэсэгт байршдаг 20-30 м-ийн зузаантай нягт цул текстуртай элсэн чулуулгийн давхрага бараг ан цавшилгүй. Чулуулгийн шинж чанарыг 1-р хүснэгтэд үзүүлэв.

1-р хүснэгт

Багануурын ордын хөрсний үндсэн чулуулгийн физик-механик шинж чанарын үзүүлэлт

Чулуулаг	Эзлэхүүн жин, т/м <sup>3</sup>	Дотоод үрэлтийн өнцөг, град.	Барьцалдалт, т/м <sup>2</sup>	Сувшил, %	Шахалт даах бэхийн хязгаар (эсэргүүцэл), т/м <sup>3</sup>
Сул элсэн чулуу	2.0** (1.72- 2.16*)	35 (11-48)	1.15 (0.0-1.9)	31.6 (27.4- 31.9)	0.0026 (0.0004-0.0064)
Бөх элсэн чулуу	2.54 (2.20- 2.62)	40.5 (15- 77)	90.4 (47.6-150)	6.55 (1.87-16.98)	0.434 (0.038-0.944)
Алевролит	1.96 (1.61-2.14)	37 (3-51)	0.95 (0.0-1.7)	37.8 (23.01-50.21)	2.2 (0.2-6.0)
Нимгэн үеэсэн элсэн чулуу ба алевролит	2.0 (1.58- 2.20)	35 (31- 39)	0.6 (0.0-0.8)	38.44 (16.98-40.31)	-
Аргиллит	2.2 (2.2- 2.2)	-	-	-	-

Тайлбар:

\* - үзүүлэлтийн хэлбэлзлийн хязгаарууд (хуваарьт)

\*\* - дундач үзүүлэлт (хүртвэрт)

## ХӨРСНИЙ ШОРООНЫ ОВООЛГЫН БАЙДЛЫН ТАНДАЛТ

Нийт овоолгын тухайд хөрсний тогтоцын үеүд болох хайрга, элс, элсэн чулуулгууд, шавранцар, нүүрсний бага үенцэрүүд бүгд холилдон шидэгдсэн байна. Холилдоогүй ашиглаж болохуйц хэсэг шороо алаг цоог байна.



1-р зураг. Багануурын уурхайн Уулын-2 хэсгийн овоолгын баруун хойт зах /шууд баяжуулах боломжтой/



2-р зураг. Уулын 1-р хэсгийн автын төв овоолго /Бүтэц нь холимог учир шууд баяжуулахад хүндрэлтэй/



3-р зураг. Уулын 1-р хэсгийн 7-р амны хөрсний мөргөцөг /Энэхүү хөрсийг ангилан хуулж, тусад нь овоолго үүсгэн хадгалж, цаашид угаан баяжуулахад бүрэн боломжтой хэсэг байна/



4-р зураг. Уулын 1-р хэсгийн амны холимог хөрсний мөргөцөг

## ТУРШИЛТ ЯВУУЛАХ АРГАЧЛАЛ

### Зорилго:

- ✓ Коагулянт сонгох
- ✓ Тунах хугацааг тогтоох
- ✓ Урвалжийн зарцуулалтыг тогтоох

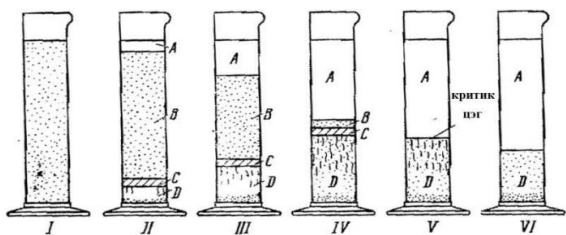
**Материал:** хөрсний овоолгын шороо, тус бүр нь 100 гр жинтэй 350 дээж, Ca(OH)<sub>2</sub>, CaO, CaCO<sub>3</sub>

**Багаж хэрэгсэл:** колбо (100, 250, 500, 1000 мл), электрон жин, хувин, секундометр, хатаах зуух, фильтрийн цаас

### Туршилт явуулах дараалал:

- ✓ Урьдчилан бэлтгэсэн дээжийг жигнэж 100, 100 граммыг авч зориулалтын уутанд савлана.
- ✓ 100 граммаар савласан дээжийг 5-6 удаагийн угаалтын живсэн, хөвсөн фракцаар ялгаж колбонуудад хийнэ.
- ✓ Живсэн фракцыг хатаах зууханд хатааж дээжийг электрон жин дээр жигнэнэ.
- ✓ Хөвсөн фракцыг хутгаж коагулянт урвалжийг 1, 2, 2.5, 4, 8 граммаар хийгээд тунах хугацааг секундометрээр хэмжинэ.

- ✓ Тунгалаг ус, шилжилтийн хэсэг, хатуу хэсгийн тунадасжилт, тунадасны нягтарч байгаа хэсгийн хугацааг хэмжиж авна.
- ✓ Тунгалаг ус, тунасан бүтээгдэхүүний нягтрал үүсэхээр шүүлтүүрийн цаас ашиглан шаврыг тунгааж хатаах зууханд хийнэ.
- ✓ Туршилт бүрийн тунасан хугацаа, хөвсөн, живсэн фракцуудын гарцыг хүснэгтэд бичнэ.
- ✓ Тунахад ашигласан усыг эргүүлэн дараагийн процессод хэрэглэнэ.
- ✓ Эргэлтийн усыг тунадасжихгүй болтол ашиглана.



5-р зураг. Булингын тунах процесс

A-тунгалаг шингэн, B-хатуу хэсгүүдийн тунадасжилт, C-шилжилтийн хэсэг, D-тунадасны нягтарч байгаа хэсэг

## ЛАБОРАТОРИЙН ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮНГИЙН БОЛОВСРУУЛАЛТ

Лабораторийн туршилтыг ШУТИС-ийн ГУУС-ийн Ашигт малтмалын баяжуулалтын технологийн лабораторит хийж гүйцэтгэсэн. Туршилтанд коагулянт урвалж, колбонууд (100, 250, 500, 1000 мл), төрөл бүрийн хэмжээтэй хувин савнууд, жин, хатаах зуух, фильтрийн цаас ашиглав.

Нарийн ширхэглэлтэй булингын тунадасжих хурдыг нэмэгдүүлэхийн тулд коагулянт урвалжийг ашигладаг. Өөрөө хэлбэл диспержүүлэгчийг нэмж өгснөөр суспенз дах жижиг хэсгүүд молекулын хүчний нөлөөгөөр нэмэгдэж бэхжсэнээр нимгэн хавтгай үе үүсгэн хурдан тунадасждаг. Шаварлаг суспензийн хувьд тохиромжтой, үнэ хямд, тунаалт сайн явагддаг,

элбэг олддог учраас шохойг сонгон хэрэглэсэн. Лабораторийн туршилтыг дараах 2 төрлийн схемээр гүйцэтгэн тус бүрийн гарцыг электрон жин дээр жигнэж гарцуудыг тодорхойлсон.



6-р зураг. Технологийн туршилт явуулсан схем (1)



7-р зураг. Технологийн туршилт явуулсан схем (2)

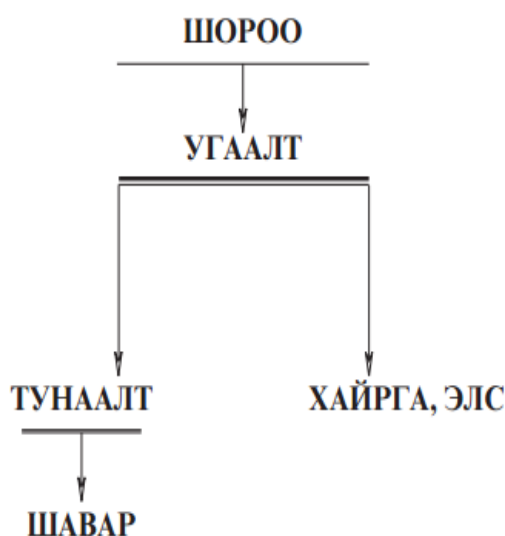


8-р зураг. Булингыг урвалж хэрэглэхгүйгээр явуулсан туршилт

A. Туналт эхлээд 30 минутын дараах байдал, B. Туналт эхлээд 1 цагийн дараах байдал, B. Туналт эхлээд 8 цагийн дараах байдал

Химийн урвалж болох коагулянт ашиглахгүйгээр 200 гр бүтээгдэхүүнийг өөрөөр

нь тунах явц болон хугацааг хэмжихэд дараах байдалтай байсан.



9-р зураг. Технологийн туршилт явуулсан схем (1)

1-р схемийн дагуу шороог баяжуулахдаа урьдчилсан бэлдсэн дээжээс 100, 100 граммаар авч угаалт-тунаалт гэсэн дараалалаар нийт 15 удаа угаалтанд шавар тунаж үлдэж байсан. Иймээс хатуу шингэний харьцааг 1:6-аар авсан.

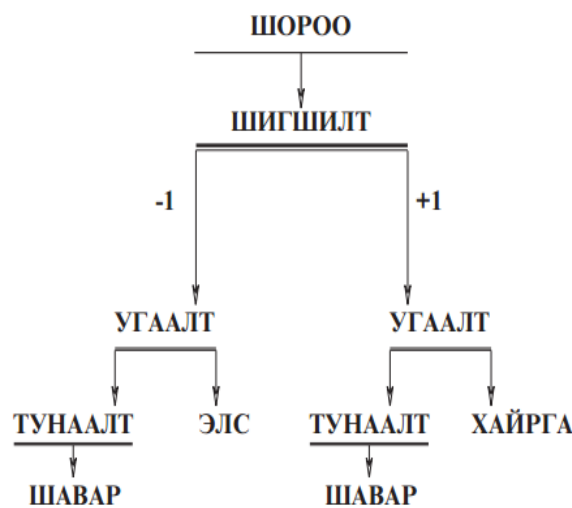
туршилтыг хийж үр дүнг 1-р хүснэгтэд үзүүлэв. Усны зарцуулалтыг багасгахын тулд 100 гр бүтээгдэхүүнийг 500 мл усаар угаахад дараагийн хамгийн боломжит хувилбар нь урвалжийн зарцуулалт 2 грамм байхад тунах хугацаа 4.15 минут, бүтээгдэхүүний гарц 12.45% байна.

2-р хүснэгт

1-р схемийн туршилтын үр дүн

д/д	Дээжийн жин, гр	Урвалжийн зарцуулалт, гр	Хатуу шингэний харьцаа (Х:Ш)	Хугацаа, мин	Хөвсөн, %	Живсэн, %
1	100	1	1:6	8,25	12,26	87,74
2	100	2	1:6	5,12	11,59	88,41
3	100	2,5	1:6	4,35	11,46	88,54
4	100	4	1:6	4,40	12,31	87,69
5	100	8	1:6	4,15	12,45	87,55
6	100	2	1:6	4,56	11,59	88,41
7	100	2	1:6	4,53	12,17	87,83
8	100	2	1:5	4,32	12,17	87,83
9	100	2	1:5	4,31	12,19	87,81
10	100	2	1:5	4,35	11,97	88,03
11	100	2	1:5	4,32	12,14	87,46
12	100	2	1:6	4,54	12,30	87,7
13	100	2	1:6	4,48	12,72	87,28
14	100	2	1:6	4,51	12,34	87,66
15	100	2	1:6	4,50	11,98	88,02

Урвалжийн зарцуулалт 8 грамм байхад тунах хугацаа хамгийн бага буюу 4.15 минут байгаа боловч хөвсөн бүтээгдэхүүний гарц 12.45 % байна. Гэвч урвалжийн зарцуулалт их байх тусам тухайн бүтээгдэхүүний зардал ихсэх учраас



10-р зураг. Технологийн туршилт явуулсан схем (1)

2-р схемийн дагуу бэлдсэн дээжийг 1 мм-ийн нүхтэй тороор шигшин +1мм, -1 мм-ийн 2 ангид хувааж ширхэглэлийн анги тус бүрийг угаалт-тунаалт гэсэн дараалалаар 10 удаа туршилтыг гүйцэтгэж үр дүнг 2-р хүснэгтэд үзүүлэв. Энэ схемээр элс, хайргыг давхар ялган гаргаж байгаагаараа давуу талтай.



11-р зураг. Бүтээгдэхүүн бүрэн тунасан байдал



12-р зураг. Эргэлтийн усыг ашиглан тунаасан байдал

2-р схемийн туршилтын үр дүн

3-р хүснэгт

д/д	Хагуу шингэний харьцаа (Х:Ш)	Хугацаа, мин	Шингүүрийн дээд бүтээгдэхүүний гарц, гр	1-р ховсон	2-р Живсэн	Шингүүрийн доод бүтээгдэхүүний гарц, гр	2-р Ховсон	2-р Живсэн
1	1:6	4,47	21.35	2.65	18.7	78.65	9.80	68.85
2	1:6	5,12	20.37	2.37	18	79.63	10.16	69.47
3	1:6	4,35	20.41	1.81	18.6	79.59	10.07	69.52
4	1:6	4,40	19.56	1.18	18.38	80.44	10.23	70.21
5	1:6	4,15	20.16	1.15	19.01	79.84	9.13	70.71
6	1:6	4,56	20.70	2.29	18.41	79.3	9.67	69.63
7	1:6	4,53	18.66	2.10	16.56	81.34	8.91	72.43
8	1:5	4,32	19.53	2.26	17.27	80.47	10.21	70.26
9	1:5	4,31	21.18	1.41	19.77	78.82	9.83	68.99
10	1:5	4,35	20.08	1.23	18.85	79.92	9.72	70.2

Лабораторийн туршилтаар тунаалтанд ашигласан усыг эргүүлэн ашиглахад тунах хугацаа 2-3 минутаар нэмэгдэж байв. Мөн эргүүлэн ашигласан усыг 2 дах удаагаа тунаахад тунаах процесс 20-30 минут болж нэмэгдсэн. Үүнээс эргэлтийн усыг ашиглаж тунаалтыг явуулах боломжтой байна.

**ЛАБОРАТОРИЙН ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН**

- Лабораторийн туршилтаар шохойн зарцуулалт нь 100 грамм бүтээгдэхүүнд 2 гр, тунах хугацаа нь 4.15 минут, бүтээгдэхүүний гарц 12.45 % оновчтойг тодорхойлов.
- Эхний тунаалтанд ашигласан усыг дараагийн тунаах процессод коагулянт урвалж хийхгүйгээр явуулахад 2-3 минутаар нэмэгдэж байсан. 3 дах удаагаа ашиглахад тунаах процесс төдийлөн явагдахгүй, коагулянтын үйлчлэх хүч суларсан байв.
- Туршилтаар  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  урвалжаар тунаахад хамгийн хурдан хугацаанд, гарц сайтай байна.
- Коагуляци ашиглахад шаврын барьцалдах чадварт эергээр нөлөө үзүүлж байна.

**Зохиогчийн тухай:**

Г.Зулзаяа - ШУТИС-ийн ГУУС-ийн Уул уурхайн салбарын багш, магистр. Хүдрийн бус ашигт малтмалын баяжуулалтын дэвшилтэт технологи болон газрын ховор элементийн баяжуулах технологийн судалгааны чиглэлээр ажиллаж байгаа.

Б.Мэндбаяр - ШУТИС-ГУУС-ийн Ашигт малтмалын баяжуулалтын технологи мэргэжлийн магистр. Нарантолгойн алтны хүдэр баяжуулах үйлдвэрт оператор хийдэг.

Б.Алтантуяа доктор, дэд профессор. Хүдрийн ба хүдрийн бус эрдсийн боловсруулалт, хуурай аргаар нунтаг материалыг ангилан ялгах техник технологи, Ньютоны бус шингэний тээвэрлэлт, Зутангийн реологийн судалгаа, хүдрийн бүхэллэгийг багасгах процессын энерги зарцуулалт зэрэг чиглэлүүдээр судалгааны ажил хийдэг.

Д.Алтангэрэл – Багануурын уурхайн ашиглалтын инженер, докторант. Тус уурхайд 40 шахам жил ажилласан. Нүүрсний уурхайг иж бүрэн ашиглах чиглэлээр судалгааны ажил хийдэг.

## АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:

- [1] Б.Пүрэвсүрэн., Я.Даваажав., Р.Эрдэнэчимэг., "Монгол орны зарим томоохон ордуудын нүүрсний судалгаа", Улаанбаатар, 2010 он.
- [2] Пусалмаагийн Очирбат "Нүүрсний аж үйлдвэрийнхөгжлийн стратеги ба экологи" Улаанбаатар, 2002 он, х-204-207,
- [3] "Эрдэс баялгийн олборлолт шинэ зуунд" эрдэм шинжилгээний бичиг №10 ШУТИС-ийн харъяа уул уурхайн хүрээлэн, Улаанбаатар, 2009 он
- [4] Б.Алтантуяа., "Судалгаа шинжилгээний арга зүй", Улаанбаатар, 2012 он.
- [5] Ч.Авдай., Д.Энхтуяа., "Судалгаа шинжилгээний ажил гүйцэтгэх арга зүй", Улаанбаатар, 2013 он.
- [6] Ж.Нарангэрэл., "Нүүрсний хими технологийн үндэс" Улаанбаатар, 2011 он.
- [7] "Монгол улсын байгаль орчныг хамгаалах бодлогыг дэмжихэд чиглэсэн, илчлэг багатай нүүрсний үр дүнтэй ашиглалтын технологи боловсруулах судалгаа хамтын ажиллагааны төсөл, 2010 он.
- [8] <http://www.unep.org/mongolia>

# Reduction of the Sulfur Content from Coking Coal of by Froth Flotation

Dorjkhand Dalaitsetseg\*

\*Department of Mining Engineering, School of Geology and Mining,  
Mongolian University of Science and Technology  
Ulaanbaatar, Mongolia

*Abstract-Ukhaa Khudag /UHG/ mine in Mongolia has coal sources which are suitable for use in metallurgy industries as coking coal. UHG is well-known and is situated on the northwest corner of Tavan Tolgoi deposit of Mongolia, one of the world's biggest untapped coal mine with as much as 6.5 billion tons of reserves. In-place sulfur content is generally quite good for the most of seams. Low sulfur coal makes installation of desulfurization equipment to meet emission regulations unnecessary. But sulfur content remains little bit high (>2%) for the OB and OC seams. In general, prices for coking coal prices are driven by on the coking characteristics of the coal, especially sulfur content. High sulfur content of this coal imposes severe limitations on its utilization as the sulfur oxide gases evolved from the combustion of high sulfur coals result in acid rains and corrosion of equipment. In this work, attempts have been made to reduce sulfur from high sulfur coal of UHG by froth flotation. Laboratory tests were carried out in order to investigate the influence of various collectors, frothers, pyrite depressants and their consumption dosages on ash and sulfur reduction of UHG coal. The use of kerosene as a collector and pine oil as a frother has decreased ash and sulfur content of coal more than other collectors and frothers. Although use of sodium polyacrylic acid as a pyrite depressant improved the total recovery of coal concentrate but did not enhance the reduction of sulfur.*

**Keywords:** Desulfurization, ash removal, frother, collector

## INTRODUCTION

Existence of sulfur compounds in coal limits its industrial application due to environmental as well as technical problems. Sulfur is present in coal in three forms: pyrite, organic, and sulfate. The organic sulfur directly bound to the coal matrix is in the form of thiols, sulfides, disulfides, thiophenes, and cyclic sulfides. Pyritic sulfur ( $\text{FeS}_2$ ) occurs in mineral phases as agglomerates of pyrite and marcasite crystals. The sulfate exists mostly as sulfates of iron and calcium. Silica in different forms such as quartz, cristobalite, etc., clay minerals such as kaolinite, illite, etc., carbonates such as calcite, dolomite, siderite, etc., sulfate and sulfides, etc., are the major ash forming minerals in coal. However, high sulfur coals can be upgraded by desulphurization through physical, chemical and biotechnological processes. One of the most suitable physicochemical methods is froth flotation for removal of pyritic sulfur from coal. Froth flotation is a fine particle separation process based on the difference in surface hydrophobicity of

different components. Generally, froth flotation is the technique used for the beneficiation of coal particles below 0.5 mm in size.

In this technique, separation of fine coals relies upon the wetting ability differences between the coal-rich and mineral-rich particles in an aqueous solution. The basis of this process is the stable connection of air bubbles to the coal surface. The stability of this connection depends on a number of physical and chemical factors.

Flotation is often very effective for coal cleaning since coal is naturally hydrophobic and minerals are hydrophilic. The advantages of froth flotation in coal processing are its relatively low capital and space requirements, as well as the relatively high recovery achievable under a wide range of operating conditions.

The conventional froth flotation method is applied to the coal for three aims: first: to obtain a product with low sulfur and ash content by recovery of the coal in slime, second: to diminish pollution of the environment by cleaning the process water, which is called black water and is removed from the coal preparations plant and third: to produce coking coal by separating macerals from the coal.

UHG coal is suitable for coke making, but it has high sulfur content for use in coke making industry. Total sulfur of UHG coal is in the range of 0.8-4.2% in the form of inorganic and organic compounds. Pyrite is the major inorganic sulfur compound in this coal. The objective of this work was to study the possibility of cleaning this coal by the froth flotation method. For this purpose, laboratory tests were carried out in order to investigate the effect of various surfactant additions at different concentrations. The quality of the flotation products was evaluated in terms of ash and sulfur content percentage, in an attempt to understand the above effects.

## MATERIALS AND METHODS

In the conventional flotation process, the pulp in a flotation cell is agitated to obtain particle suspension, and the mechanism of agitation permits entrainment of air into the cell. This air is dispersed as fine bubbles. During the flotation, the bubbles rise to the surface of the pulp, and a froth zone is taking place. In froth flotation, both water and solids are recovered into the concentrate from the level of the equilibrium froth height.

Hydrophobic mineral particles are transferred up and out of cell, suspended in the water between bubbles. Experiments have been done by Russian flotation device of Central Geology Laboratory (Fig. 1).



Fig. 1 Scheme of flotation device.

It has three cells (1.2, 5 and 10 lit.), a rotor with variable round and is equipped by air valve. A coal with less than 0.5 mm particle size from UHG region in central east of Iran was used in experimental work. Flotation experiments were made in a 1.2 liter cell using 5% solids by weight. The reagents used were kerosene and methanol as collectors and pine oil and MIBC as frothers.

60g of coal sample was subjected to single stage direct flotation. The pulp was conditioned for 5 min. prior to any reagent addition. After adding reagents, it was conditioned for another 5 min. Then, the pulp was aerated at 1250 rpm and the froth was collected for 5 min.

All experiments were conducted at natural pH around 8.0. Both, floated (concentrate) and non-floated (tail) fractions were dried in an oven at 60°C and then weighed to calculate flotation yield. Finally, ash and sulfur analysis carried out upon both concentrate and tail fractions.

## RESULTS AND DISCUSSION

### *Effect of collectors on ash and sulfur recovery*

Hydrocarbon oils and similar compounds have an affinity for hydrophobic surfaces such as coal surfaces. They selectively adsorb on the coal and increase its hydrophobicity. This improves the recovery of the coal and increases the selectivity between coal particles and mineral matter. In the coal flotation, non-polar oils such as kerosene, fuel oil and creosote have been used as collectors.

These collectors are used to promote the rigid adhesion of air bubbles to the coal surface. The flotation behavior of the coals using various collectors may change by many factors such as type and size of collector molecules, the type of bonding of collector, the structure of reagents, mixing ratio of reagents, collector electrical effect, and collector dispersion.

In this study, the improvement of the sulfur recovery of UHG coal was investigated by using kerosene and methanol as collector. The concentrations of collectors varied in the range of 125-500g per ton of coal at low (5%) pulp density. Reduction of ash and

sulfur and percentage of coal recovery for various kerosene and methanol concentrations are presented in Figs. 2 to 4.

Fig. 2 indicates that reductions of sulfur percentage decrease with increasing of kerosene concentration, whereas, with increasing of methanol concentration, the sulfur reductions increased, passed through a maximum of about 32% at 250g/t coal and then decreased. The surface of unoxidized coal is naturally hydrophobic because coal is mainly composed of nonpolar hydrocarbons. Since water is a polar liquid, it has little tendency to wet nonpolar materials such as oil. Oils, on the other hand, have a strong affinity for nonpolar surfaces and wet them easily.

The various ash minerals, such as silicates and clays, are composed of strongly polar compounds, therefore water wets them but oils do not. This basic difference in structure is then responsible for the ease of cleaning coal by froth flotation. So, it is clear that both collector and water are participated in froth flotation. In general for both collectors, a reduction in sulfur is observed by increasing the collector concentration.

At higher concentration of collectors, it seems that the collector is more attached to the pyrite surface than to the coal affected on the hydrophobia of pyrite. Therefore pyrite with coal particles floated up to the froth. Fig. 3 shows that ash reduction is increased with concentration of both kerosene and methanol. The presence of kerosene as well as methanol collector increased flotation yield resulted in high recoveries of coal and ash of the concentrates significantly by floating ash-forming materials. More than 50% of the ash content of UHG coal can be reduced using methanol collector at concentration of 500g/t of coal. This indicates that methanol is an effective collector in reducing mineral compounds of the coal.

Fig. 4 shows that more recovery percentage using kerosene as collector is obtained compared with using methanol at the whole range of the concentrations used. This figure indicates that kerosene has more desirable hydrophilic effect to the coal surface than Methanol.

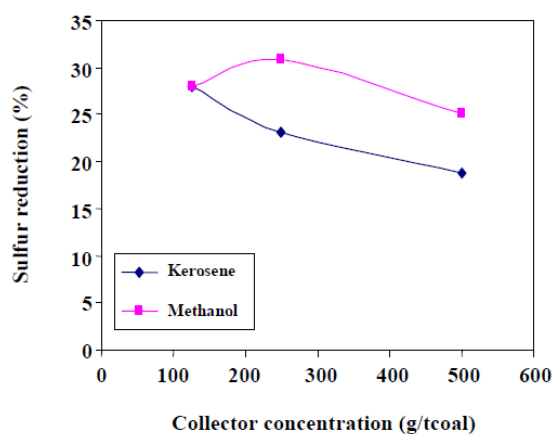


Fig. 2 Effect of collector concentration on sulfur reduction.



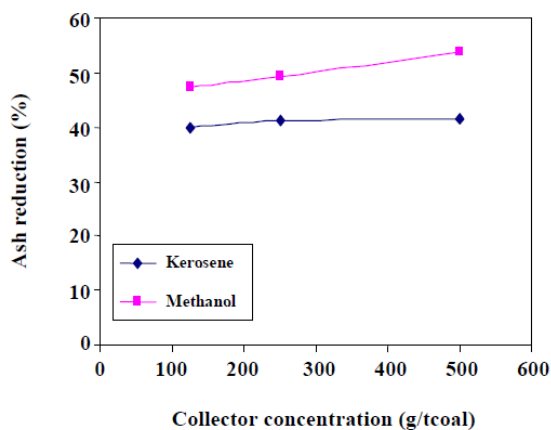


Fig. 3 Effect of collector concentration on ash reduction.

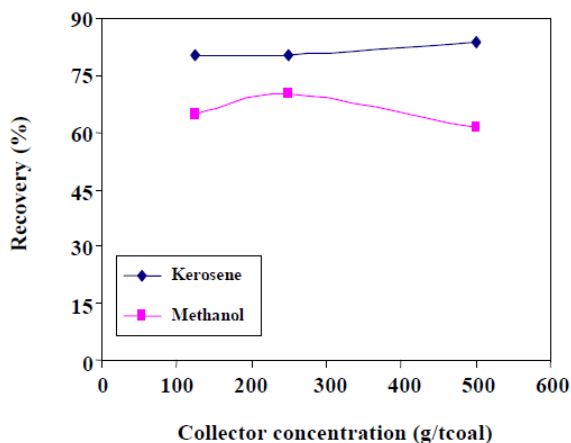


Fig. 4: Effect of collector concentration on coal recovery

**Effect of frothers on ash and sulfur recovery**

Frothers act to stabilize the air bubbles so that they will remain well-dispersed in the slurry, and will form a stable froth larger than can be removed before the bubbles burst. The most commonly used frothers are alcohols, particularly MIBC (methyl isobutyl carbinol) or any of a number of polyglycols. In order to increase the flotation yield, 50-200 g/t of either pine oil or MIBC was used in this work as frother with kerosene collector that was kept constant at 125 g/t.

The behavior of pine oil and MIBC as frother at various concentrations on reduction of sulfur content and ash are shown in Figs. 5 and 6 respectively. The performance of these frothers is compared in terms of coal recovery percentage in Fig.7. Both frothers increased flotation yield and recovery percentage, but pine oil is more effective than MIBC. At very low frother dosage, the strength of the air bubbles was so weak due to the insufficient frother that coal particles could not be carried to the froth phase and resulted in lower yield and recovery.

Figs. 5 and 6 shows that the reduction of sulfur and ash decrease with increasing the concentration of frother for both pine oil and MIBC. Since pine oil as frother also has collectoric property, it may have negative effect on pyrite surface at higher concentrations, preventing a good separation between

hydrophilic pyrite and hydrophobic coal. Therefore the lowest recommended dosage of frother (50 g/t coal) is used in the next experiments of this work.

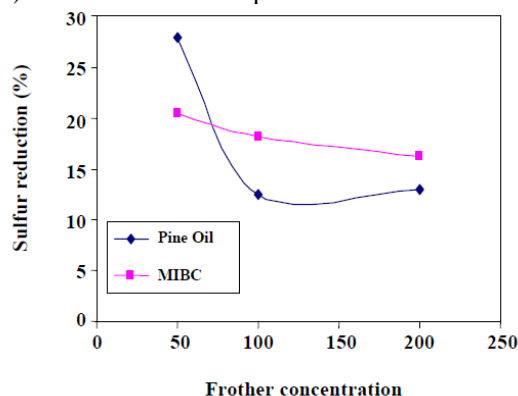


Fig. 5 Effect of frother concentration on sulfur reduction.

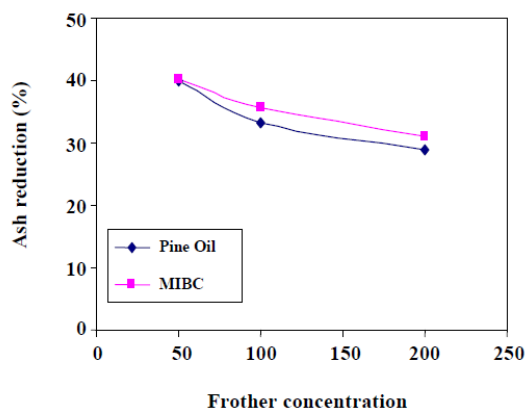


Fig. 6 Effect of frother concentration on ash reduction.

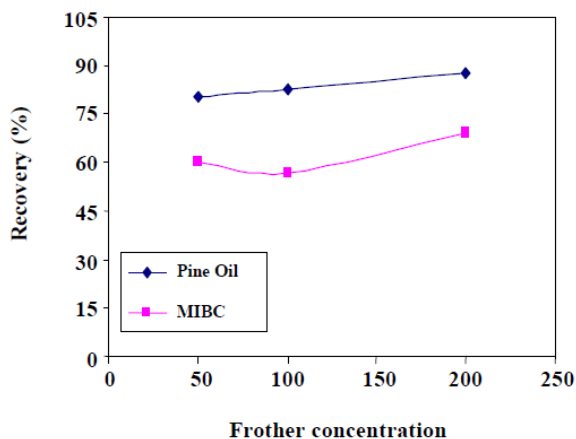


Fig. 7 Effect of frother concentration on coal recovery.

**Effect of pyrite depressants on ash and sulfur recovery**

Pyrite has been found to interact with the compounds that are commonly used as coal collectors, which could conceivably result in the pyrite being recovered along with the coal. Based on this assumption, many investigators have developed depressants that are supposed to prevent pyrite flotation. None of these depressants have ever been successfully used on an industrial scale. The separation of coal from pyrite is enhanced by the use of an effective amount of a

polymeric acid or salt therefore as a pyrite depressant in conventional flotation process. Polyacrylamide and sodium polyacrylic acid were used as pyrite depressants, with an average molecular weight of about 9000.

The kerosene is added in an amount equivalent to 125 g of collector per ton of raw coal feed, pine oil is added next in an amount equivalent to 50 g/t and slurry is conditioned for 5 minutes at 1250 rpm. In Figs. 8 to 10, the ash and sulfur reduction and recovery percentage as a function of depressant concentration are presented. Almost no improvement effect is observed in sulfur and ash reduction of *UHG* coal by adding the above depressants. The reason for this effect is that most of the time, the pyrite in coal will not be hydrophobic in the first place and adding pyrite depressants will have no effect.

While depressants can conceivably help when the conditions are right for pyrite flotation, adding them is normally only a precautionary measure. Since adding depressants can more than double the total reagent consumption of coal flotation, the occasional possible benefits are not enough to justify the continuous cost. Polyacrylamid depresses coal instead pyrite and decrease recovery percentage, severely. So this depressant is not useful. Sodium Polyacryl acid depresses pyrite slightly and separates it from coal but its sulfur reduction is not higher than without it. Altogether use of pyrite depressants does not have suitable effect on separation of pyrite from coal.

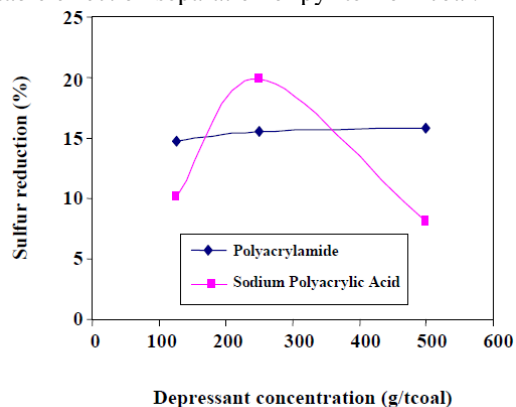


Fig. 8 Effect of depressant concentration on sulfur reduction.

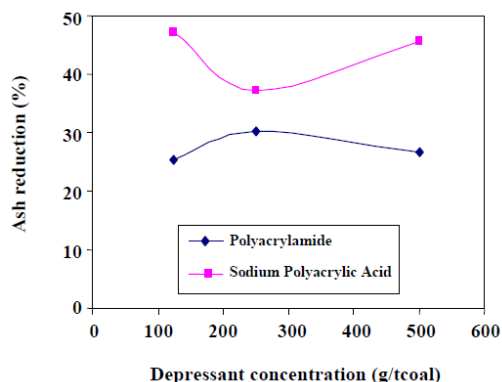


Fig. 9 Effect of depressant concentration on ash reduction.

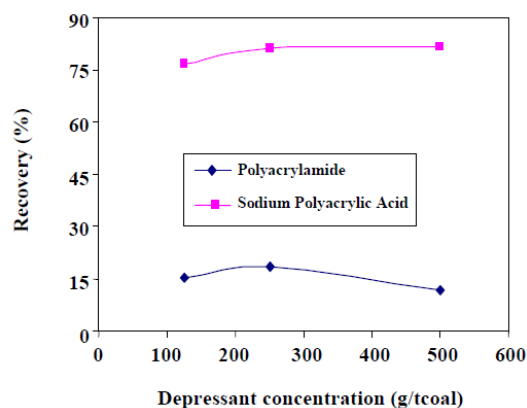


Fig. 10 Effect of depressant concentration on coal recovery.

## CONCLUSIONS

Studies on the effect of reagent dosage on the floatability of pyrite during *UHG* coal flotation indicated that, as the amount of frother and/or collector is increased, recovery of both coal and pyrite in the concentrates increased while no effect is observed when the pyrite depressants are used.

The use of kerosene and methanol as collectors decrease ash and sulfur content of coal about 40-50 % and 30 % respectively, but kerosene in 125 g/t dosage consumption has more recovery percentage (about 80 %) than methanol.

Both pine oil and MIBC frothers increase recovery yield but pine oil has better effect in 50 g/t coal in decreasing ash and sulfur content in coal concentrate. The use of sodium polyacrylic acid as pyrite depressants improved the total recovery of coal concentrate but did not enhance the reduction of sulfur.

## REFERENCE:

- Demirdas, A., Demineralization and Desulfurization of Coals via Column Froth Flotation and Different Methods, *Energy Conversion and Management*, **43**, 885 (2002).
- Tao, D., Li, B., Johnson, S. and Parekh, B. K., A Flotation Study of Refuse Pond Coal Slurry, *Fuel Processing Technology*, **76**, 201 (2002).
- Erol, M., Colduroglu, C. and Aktas, Z., The Effect of Reagents and Reagent Mixtures on Froth Flotation of Coal Fines, *Int. J. Miner Process*, **71**, 131 (2003).
- American Society for Testing and Materials, Annual Book of ASTM Standards, Part 26, (Methods D3174-73 and D3177), Philadelphia, PA, USA, (1983).
- Kawatra, S. K. and Elisele, T. C., "Coal Desulfurization" 1<sup>st</sup> Ed., Taylor & Francis Inc., New York, USA, (2001).
- Klimpel, R.R., The Influence of Frother Structure on Industrial Coal Flotation, High-Efficiency Coal Preparation (Kawatra, Ed.), Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Littleton, Co, 141-151.
- Kawatra, S. K., Eisele, T. C. and Johnson, H., "Recovery of Librated Pyrite in Coal Flotation:

# Цайрын флотацийн хаягдлаас магнетитийн баяжмал гаргах боломжийн судалгаа

Б.Бат-Эрдэнэ\*, Д.Далайцэцэг\*, Б.Алтантуяа\*  
\*ШУТИС, Геологи Уул уурхайн сургууль, Улаанбаатар, Монгол улс

*Abstract - Zinc dressing plant at Tumurtiin-Ovoo deposit annually produces 320 thousand tons of tailing materials, which has 26-28% content of iron (Fe). This level of content is significant in terms of production. In period of 10 years from 2005-2014 this plant has produced 2637.4 thousand tons of tailing materials. According to samplings from waste piles average content of Fe is 28%. Thus, this iron should be extracted and processed in further commercial purposes. In 1982 at Mechanobr Research Institute conducted several experiments on concentrating tailings of zinc dressing process. They have increased initial iron content of 29.51% to 61.26% and reached metal recovery of 49.9%. As waste material used in this experiment has similar metal content to Tumurtiin-Ovoo's tailing, we conducted studies on possibilities of recovering iron, and provided theoretical results with proper experimental data.*

**Тулхуур үг:** төмөр авалт, цайрын хүдэр, франклинит, төмрийн баяжмал, цайрын хаягдал

## ОРШИЛ

Төмөртийн-Овооны Цайрын УБУ нь жилд 320 мян.тн цайрын хаягдлыг хаягдлын санд хаядаг бөгөөд энэ хаягдалд төмрийн агуулга 26-28% байгаа нь үйлдвэрлэлийн ач холбогдол өгөхүйц агуулга юм. 2005-аас 2014 оны хооронд тус үйлдвэрийн хаягдлын санд 2637.4 мян.тн цайрын баяжуулалтын хаягдал хаясан байна. Хаягдлын санд хийсэн сорьцлолтоор хаягдалд агуулагдах төмрийн дундаж агуулга 28%, зарим цэгт түүнээс дээш агуулгатай байсан. Иймд энэхүү цайрын хаягдалд байгаа төмрийн гарган авах боломийг эрэлхийлж, эдийн засийн эргэлтэд оруулах шаардлагатай байна.

Иймээс Төмөртийн Овооны уулын баяжуулах үйлдвэрийн баяжуулалтын хаягдлыг эрдсийн бүрдлийг судлан, төмрийн баяжмал гарган авах боломжийг судлах зорилго тавьж ажлын хүрээнд энэ чиглэлээр өмнө хийгдсэн туршилт судалгааны ажлыг нэгтгэн дүгнэх, баяжуулалтын процессын үед дээж авах, цайрын хүдэр дэх голлох эрдсийн шинжилгээ хийж, агуулга, эрдсийг тодорхойлох, шинжилгээний үр дүнд тулгуурлан, магнетитийн баяжмал гарган авах туршилтыг явуулж, технологийн сонголт хийх зэрэг ажлуудыг хийж гүйцэтгэлээ.

Өмнө хийгдсэн судалгаагаар цайрын баяжуулалтын хаягдлаас нь төмрийн баяжмал гарган авах туршилт хийж, 29.51%-ийн төмрийн агуулгатай цайрын баяжуулалтын хаягдаас 49.9%-ийн металл авалттай, 61.26 % агуулгатай төмрийн

баяжмал гарган авчээ. Эндээс үзвэл хаягдал дахь төмрийн агуулга нь өнөөгийн агуулгатай ойролцоо байгаа тул хаягдлаас төмөр ялгах судалгаа, туршилтыг үйлдвэрлэлийн шатны дээжлэлтээр хийж, тухайн үеийн үзүүлсэн чанар, металл авалтыг дээшлүүлээ.

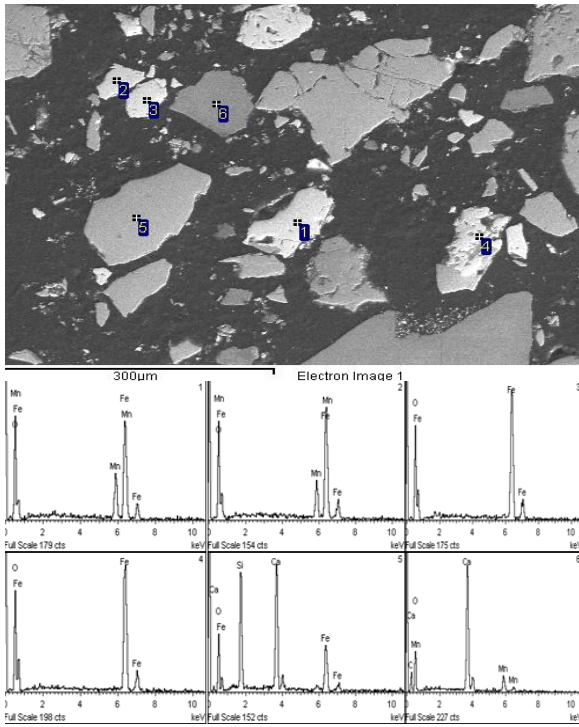
Туршилтын дээжийг үйлдвэрлэлийн процессээс авч, дээжний боловсруулалт, туршилтыг үйлдвэрийн дэргэдэх лабораторид, шинжилгээг БНХАУ-ын BGRIMM (Бээжингийн уул уурхай, металлургийн судалгааны хүрээлэн)-д хийлж, металл авалтыг 3.47%-аар, баяжмалын чанарыг 1.79-аар өсгөсөн.

## ЦАЙРЫН ХАЯГДЛЫН ШИНЖ ЧАНАР

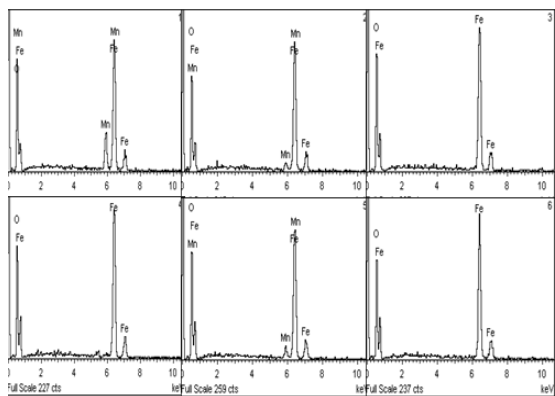
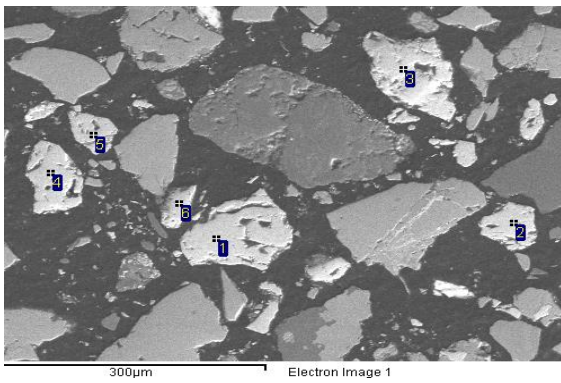
1-р хүснэгтээс харахад магнетат дахь төмрийг 100% төмрийн баяжмалд шилжүүлнэ гэвэл металл авалт 57.92% болохыг урьдчилан тооцож болох юм. Магнетитийн тархалтыг 3-6-р зургаар харууллаа.

Цайрын флотацийн баяжуулалтын хаягдлын 17.35%-ийг магнетит, 4.34%-ийг франклинит эзэлж байна. Бусад төмрийн эрдсүүдээс магнетит, франклинит нь эзлэх хувиар баяжуулалтын гол эрдсүүд тул 2 эрдсийг судлах нь цайрын баяжуулалтын хаягдлыг боловсруулан төмрийн баяжмал гарган авах урьтал нөхцөл болох юм. Франклинит нь магнетитийг бодвол хүнд баяжигдах шинж чанартай.

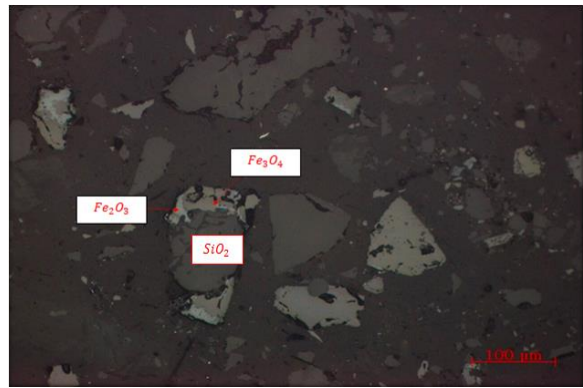
Франклинит бүтцээс харахад төмрийн агуулга бага, манганы агуулга өндөр, соронзон ангилалтын дараа баяжмалд шилжиж байгаа нь төмрийн баяжмалын агуулгийг нэмэгдүүлэхэд саад болох хүчин зүйл юм. Байгальд цэвэр франклинитад 63.04%-ийг  $Fe_3O_4$ , 10.46%-ийг  $MnO$  тус тус бүрдүүлж байдаг. 1,2-р зурагт цахим скайнераар авсан франклинит, магнетитийн шинжилгээний үр дүнг харууллаа. Үүнээс үзэхэд франклинит голдуу дан хэлбэрээр илэрсэн, цөөн тооны холимог байдалтай илэрчээ.



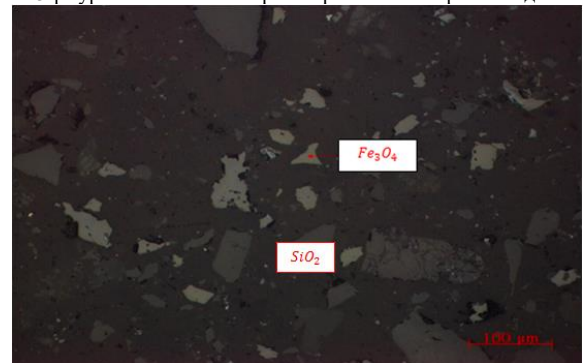
1-р зураг 1, 2-франклинит, 4-магнетит, 5-Са, 6-галенит



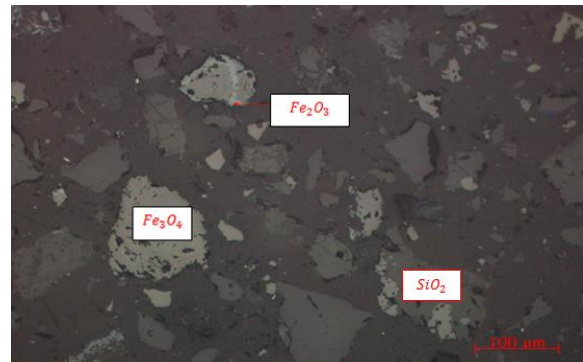
2-р зураг 1-франклинит, 2-6- соронзоны хүдэр



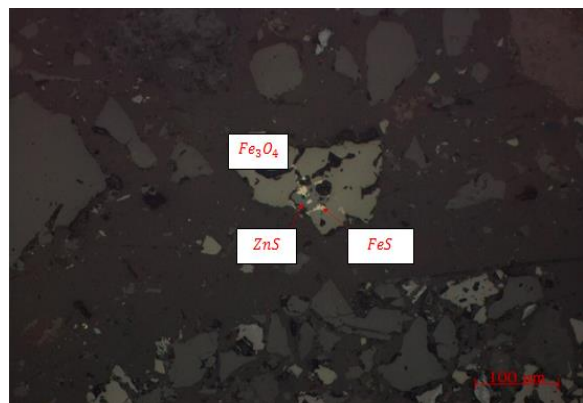
3-р зураг Магнетитийн ирмэгээр гематит илэрсэн байдал



4-р зураг Нарийн ширхэглэлтэй дан магнетит



5-р зураг Дан магнетит, гематит магнетитийн хам ургал



6-р зураг Магнетит сульфидуудын хам ургал

1-р хүснэгт  
Цайрын баяжуулалтын хаягдлын химийн шинжилгээний үр дүн

Металл	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Pb</b>	<b>P</b>
Агуулга, %	25.38	4.37	0.098	0.030
Металл	<b>Zn</b>	<b>S</b>	<b>C</b>	<b>SiO<sub>2</sub></b>
Агуулга, %	1.73	0.45	1.76	26.54
Металл	<b>MgO</b>	<b>CaO</b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>
Агуулга, %	0.51	16.99	1.98	0.19
Металл	<b>Na<sub>2</sub>O</b>			
Агуулга, %	0.12			

2-р хүснэгт  
Цайрын баяжуулалтын хаягдал дахь төмрийн тархалт

Эрдэс	Магнетит	Гематит	Смитсонит	Сульфид	Силикат	Нийт
Агуулга, %	14,70	1,442	2,80	0,37	6,09	25,38
Эзлэх хувь%	57,92	5,59	11,03	1,46	24,00	100,00

## ТУРШИЛТ

Судалгааны үр дүнгээс харахад цайрын баяжуулалтын хаягдал дахь нийт төмрийн 57.92% нь магнетитэд агуулагдаж байна. Энэ магнетитийн ¼ нь франклинитээс бүрдэж байгаа нь баяжмалын чанарыг өсгөхөд гол хүндрэл учруулах юм. Иймд хаягдлын ширхэглэлийн шинжилгээг хийж, сулралын зэргийг тодорхойлж, шат дараалсан соронзон ангилалтыг хийлээ.

Соронзон ангилалтын туршилтын үр дүнд үндэслэн цайрын флотацийн баяжуулалтын хаягдлыг нунтаглахгүйгээр шууд соронзон ангилалтаар ангилах бөгөөд соронзон орны хүч 80kA/m байна. Үндсэн ялгалтын дараа бүтээгдэхүүнийг гүйцээн нунтаглах бөгөөд нунтаглалтын зэрэг -0.045мм ангийн гарц 93%-тай байна.

Нунтаглагдсан бүтээгдэхүүнийг 2 удаагийн цэвэрлэгээний ялгалт хийнэ. Үндсэн ялгалт болон цэвэрлэгээний шатын завсрын бүтээгдэхүүнийг шууд хаягдалд шилжүүлнэ. Үндсэн соронзон ангилалтын дараа баяжмалын чанар 57.21% орчимтой байх ба гүйцээн нунтаглалтыг -0.045 мм ангийн гарц 93%-тай болтол нунтагласны дараа 2 шатны цэвэрлэгээний ангилалтын хийж, 63.05%-ийн чанартай бүтээгдэхүүн гаргана авна.

3-р хүснэгт  
Хаягдлын ширхэглэлийн шинжилгээ

Эрдсийн нэр	+75мкм	-75мкм	Нийт
Гарц, %	34.45	65.55	100
Сфалерит	3.20	4.1	3.79
Магнетит	55.8	58.5	57.57
Пирит	2.5	1.8	2.04
Хүдрийн бус эрдэс	38.5	35.6	36.60
Нийт	100	100	100
Сфалеритийн цайр	2.14	2.75	2.54
Магнетитийн цайр	40.4	42.35	41.68
Пиритийн төмөр	1.16	0.84	0.95
Нийт төмөр	41.56	43.19	42.63
Судралын зэрэг			
Сфалерит	65	82	80.74
Магнетит	89	96	95.48

## ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН:

4-р хүснэгт

Төмрийн баяжмалын элементийн шинжилгээ

Элемент	Fe	Sn	Mn	P	Cu	Pb
Агуулга%	63.	0.0078	4.02	0.005	0.007	0.05
Элемент	S	Zn	As	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
Агуулга%	0.1	0.27	0.0042	1.77	0.067	0.28

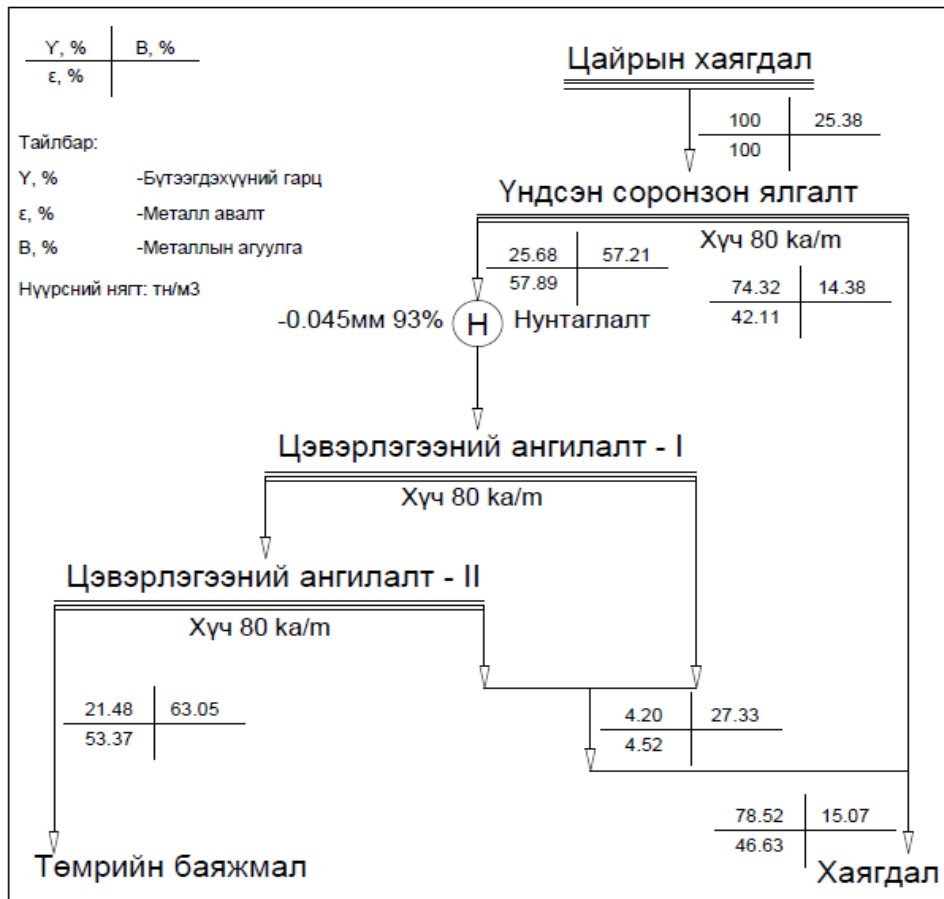
5-р хүснэгт

Төмрийн баяжмал дахь төмрийн тархалт

Ширхэглэл, мм	Гарц, %	Fe агуулга, %	Fe тархалт, %
+0.045	7.57	61.56	7.39
-0.045+0.038	44.79	63.12	44.83
-0.038+0.020	29.65	63.31	29.77
-0.020	18.00	63.09	18.01
Нийт	100.00	63.05	100.00

## ДҮГНЭЛТ

1. Төмөртийн Овооны УБҮ-ийн хаягдал дахь гол элементийн бөөгнөрөл нь төмөр бөгөөд нийт төмрийн 57.92% нь магнетитад агуулагдаж байна. Нийт магнетитийн 1/4 нь франклинитээс бүрдэнэ. Бусал агуулагдагч эрсдийн хувьд үйлдвэрлэлийн ач холбогдол бүхий эрдэс байхгүй.
2. Төмөр агуулагч гол эрдэс магнетит болон франклинитийн шинж чанарын төстэй байдал нь төмрийн баяжмалын чанарт шууд нөлөө үзүүлнэ. Франклинитийн 18.04%-ийг манган, 53.39% -ийг төмөр эзэлж байна. Голлох эрдсүүд нь агуулагч чулуулаг болон бусад чулуулагтай үүсгэсэн хам ургал харилцан адилгүй. Гематиттай үүсгэсэн хам ургал нь төмрийн баяжмалын чанарыг өргөнө.
3. Цайрын баяжуулалтын хаягдлаас төмрийн баяжмал гарган авах цуврал туршилтаар цайрын хаягдлыг нунтаглахгүйгээр шууд соронзон ангилалтаар ангилна. Соронзон ангилалтыг 80kA/m соронзон хүчтэй орчинд явуулна.
4. Үндсэн соронзон ангилалтын дараа баяжмалын чанар 57.21% орчимтой байх ба гүйцээн нунтаглалтыг -0.045 мм ангийн гарц 93%-тай болтол нунтагласны дараа 2 шатны цэвэрлэгээний ангилалтын хийж, 63.05%-ийн чанартай бүтээгдэхүүн гаргана авна.
5. Санал болгож буй технологийн схемээр 63.05%-ийн чанартай, 53.37%-ийн авалттай 21.48%-ийн гарцтай төмрийн баяжмалыг Төмөртийн Овооны уулын баяжуулах үйлдвэрийн цайрын хаягдлаас гарган авах боломжтой байна. Энэ нь өмнө хийгдэж байсан туршилтуудтай харьцуулбал баяжмалын чанарыг 1.79%-аар, авалтыг 3.47%-аар нэмэгдүүлээ.



7-р зураг. Санал болгож буй технологийн схем

**АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:**

[1] Б.Алтантуяа, Судалгаа шинжилгээний арга зүй, УБ, 2011

[2] С.Цэдэндорж ба бусад, Инженерийн лавлах VII боть, Ашигт малтмалын баяжуулалтын технологи УБ, 2010

[3] Отчет об исследовании обогатимости магнетит-сфалерит-гранатовоскарновой руды месторождения Салхит, МНР-полупромышленные испытания, Фрейберг, 1977

[4] Report on Feasibility study of 300,000 tpa Mining and Mineral Dressing project at Tumurtiin-Ovoo Zinc Mine of TsairtMineral Company Ltd,

Changsha, PRC, 1999

[5] Исследования обогатимости магнетито-сфалерито-гранато-скраново руда месторождения салхит, МНР, 1976

[6] Исследование обогатимости и измельчаемости руды месторождений салхит (МНР), Ленинград, 1982

[7] Металл тэнцвэржүүлэлтийн тайлан, Цайртминерал ХХК, 2014

[8] Я.Гомбосүрэн, Геотехнологийн үндэс, УБ, 2007

[9] П.Оюунсүрэн ба бусад, Ашигт малтмал баяжуулалтын үндэс, Эрдэнэт хот, 2008

[10] МХЕГ болон бусад, Технологийн Аудит, Эрдэнэт хот, 2011

# Тамирын гол ордын төмрийн хүдрийн баяжигдах чанарын судалгааны зарим үр дүн

Ч.Эрдэнэням\*, Д.Энхбат\*, Ё.Мажигсүрэн\*,  
\*ШУТИС.ГУУС.УУС

*Хураангуй- Энэхүү өгүүлэлд Архангай аймгийн Төвширүүлэх суманд орших Тамирын гол ордын өмнөд хэсгийн (магнетит, гематит, гемтит магнетитийн) магнетитийн төмрийн хүдрийг сонгон эрдсийн бүрэлдэхүүн, агуулагч чулуулгын шинж чанарт үндэслэн хийсэн баяжигдах чанарын зарим үр дүнг харуулав.*

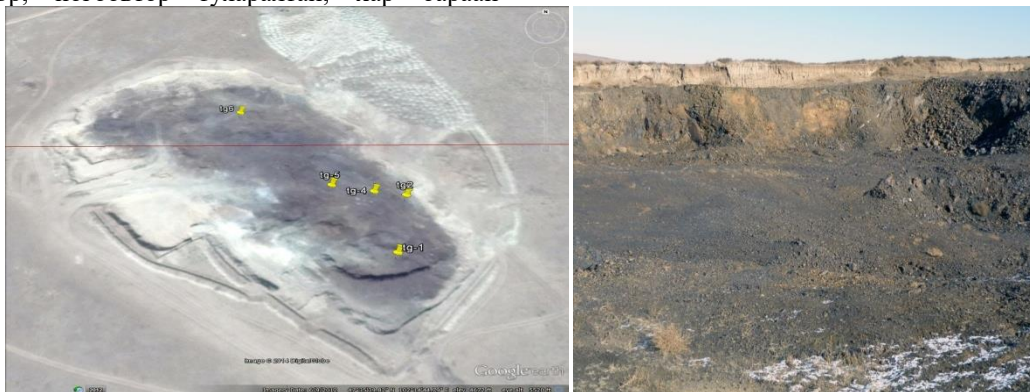
*Түлхүүр үг- Магнетит, тархалт, сулрал, соронзон ялгалт, хорт хольц*

## ОРШИЛ

Тамирын гол ордын хүдэржилт бүхий чулуулаг нь төмөр агуулсан эрдэсүүд гематит магнетит, кварц, янз бүрийн силикатууд /хлорит, биотит, серицит/-ээс бүрдэнэ. Төмөр агуулсан чулуулаг нь занар, кварцит гэсэн 2 төрөл байна. Төмрийн хүдэр нь магнетит, гематит, холимог (магнетит-гематит, гематит-магнетит) гэсэн төрлүүдээс бүрдэнэ. Магнетитын хүдрийн эрдэслэг төрлүүд нь хөхөвтөр, ногоовтор туяаралтай, хар бараан

өнгөтэй, цул нягт бөгөөд хүчтэй соронзон чанартай. Хүдэрт хлоритот занар, кварцитын 0.5-2.0 см-ийн нимгэн нарийн үенүүд агуулагдана. Энэ хүдэр туйлын нарийн шигтгээ, маш нарийн үеллэг текстүртэй, гранобласт, бичил мөхлөгт текстүртэй. Магнетитын хүдрийн бүх төрөлд үндсэн эрдсийн агуулга нилээд хэлбэлзэж магнетит-20-70%, доломит 10-25%, хлорит 10-50%, биотит 5-20%, мусковит 5-10% хүрч байна. Энэ хүдэрт төмрийн нийт агуулга 46.67-49.15%, мангааны исэл 2.95-3.56%, хүхэр 0.22-0.31%, цахиурын исэл 9.10-9.94%, фосфорын тавч исэл 1.94-1.95%, хөнгөн цагааны исэл 3.93-4.0%, кальцын исэл 3.64-3.78%, магнийн исэл 2.42-4.65%, шүлтүүдийн нийлбэр 0.35-0.61% агуулагдаж байна.[1]

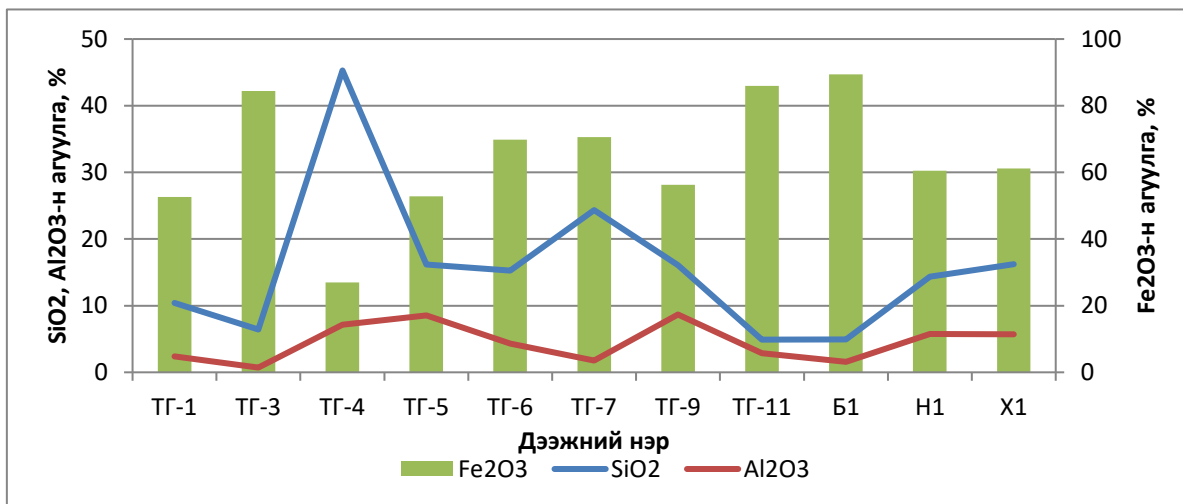
“Бэрэн майнинг” ХК 2007 оноос Тамирын гол ордын өмнөд хэсгийн төмрийн хүдрийг нойтон соронзон сепаратораар баяжуулж 62%-с дээш агуулгатай төмрийн баяжмал гарган авч байна.



1-р зураг. Дээж авсан цэгүүдийн байрлал

Баяжигдах шинж чанарын судалгаанд Тамирын гол ордоос агуулалч чулуулаг болон ашиглалт явуулж буй карьер мөн баяжуулах үйлдвэрийн хуурай болон нойтон хаягдлаас баяжуулах туршилт судалгаанд зориулан 400 кг гаруй дээж сорьцлон сонгон авсан бөгөөд ашигт эрдсийн соронзон шинж чанарын ялгаа болон зураасны өнгө хатуулаг зэргээс хамаарч дээрх цэгээс дээж авсан.

**Судалгааны ажлын зорилго:** Тамирын гол ордын төмрийн хүдрийн баяжигдах чанарыг судлах, өндөр чанарын баяжмал гарган авах. Эрдсийн химийн шинжилгээнд сорьцлон авсан цэг бүрийн анхдагч дээж, баяжуулах үйлдвэрийн хуурай нойтон хаягдал, баяжмалын үндсэн болон дагалдах элементийн агуулга, хорт хольцыг тодорхойлсон (геологийн төв лабораторид). Шинжилгээний үр дүнг 2-р зурагт үзүүлэв.



2-р зураг. Тамирын гол ордын хүдрийн химийн шинжилгээний үр дүн

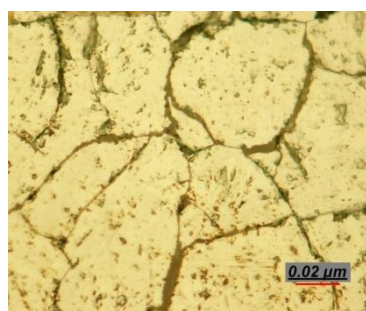
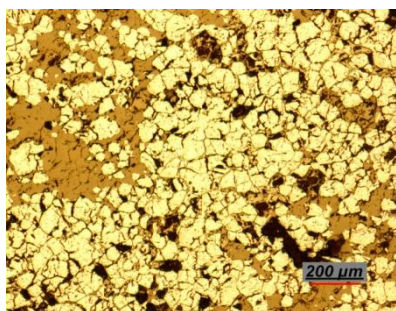
Шинжилгээний үр дүнгээс харахад анхдагч дээжний хувьд төмрийн агуулга харилцан адилгүй тархалттай мөн хорт хольц болох цахиурын исэл ( $\text{SiO}_2$ )-н агуулга зарим дээжинд харьцангуй өндөр байна. Баяжуулах үйлдвэрийн баяжмалын төмрийн агуулга 62,59%, хорт хольц болон цахиурын исэл ( $\text{SiO}_2$ )-н агуулга 4,92% харин хөнгөн цагааны исэлийн агуулга бага байна. Хуурай болон нойтон хаягдалын төмрийн агуулга маш өндөр буюу 42,34-42,83%-н агуулгатай хаяж байна.

Үүнээс үзэхэд уг ордын төмрийн хүдрийг баяжуулах технологийн судалгаа хангалтгүй хийгдсэн, баяжуулах үйлдвэрийн технологийн сонголт оновчтой биш учраас хаягдалдаа өндөр төмрийн агуулгатай бүтээгдэхүүн хаяж байна.

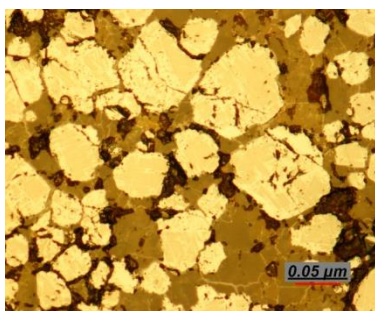
Иймд баяжигдах чанарын туршилт судалгаанд одоо ашиглаж буй карьераас хүчтэй соронзон чанартай магнетит, сул соронзон чанартай гематит, хольмог дээжийг сонгож лабораторийн туршилтийг гүйцэтгэсэн бөгөөд 1-р цэгээс авсан ТГ-1 хүчтэй соронзонтой магнетитын хүдрийн баяжигдах чанарын зарим үр дүнг үзүүлж байна. Авсан дээжүүдэд Геологи Уул уурхайн сургуулийн Геологийн судалгааны төвийн лабораторид (Nikon E6000) иéèðîñîîр магнетитын хүдрийн эрдсийн бүрэлдэхүүн, хүдрийг тогтоох, хүдрийн бүтцийн онцлог шинжийг илрүүлэх (структур, текстур)) шинжилгээг гүйцэтгэв.

Шинжилгээний үр дүнг 3 болон 4-р зурагт үзүүлэв.

### ТГ-1 Хүчтэй соронзонтой магнетитын хүдэр



3-р зураг. Магнетитын мөхлөгүүд

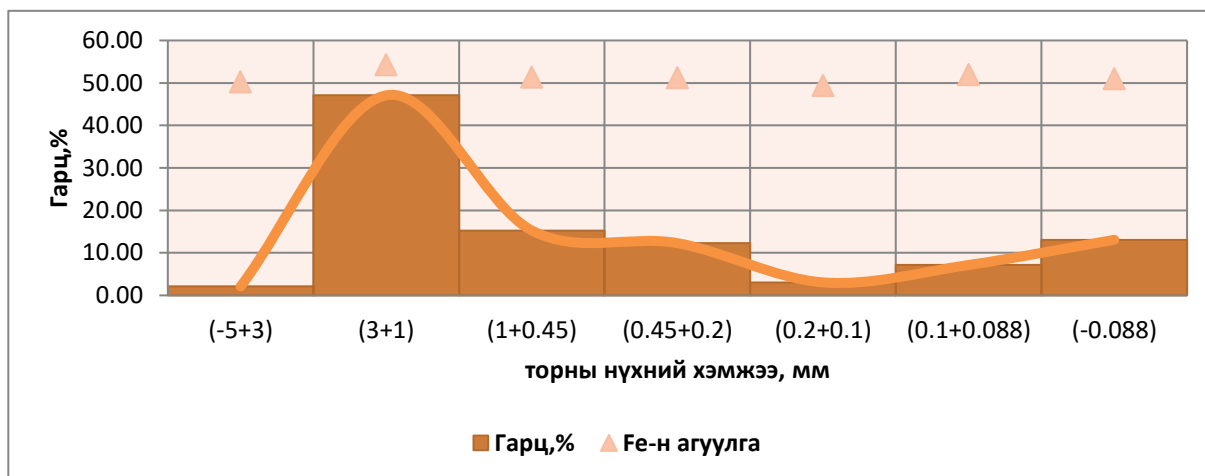


4-р зураг. Магнетит нь гематитэд бага зэрэг хувирчээ.



Чулуулгийн 85% -ийг магнетит эзэлнэ. Бага зэрэг исэлдэж гематит, гётит зэрэг төмрийн ислүүд үүсчээ. Магнетит дөрвөлжин изометрлэг хэлбэртэй, чулуулагт жигд биш тархалттай байна.

Магнетитын дээжний ширхэглэлийн болон ашигт эрдсийн тархалтыг тодорхойлох шигшүүрийн шинжилгээний үр дүнг 5-р зурагт үзүүлэв.



5-р зураг. Ширхэглэлийн тархалтын муруй

Магнетитийн хүдрийн шигшүүрийн шинжилгээний үр дүнгээс үзэхэд ширхэглэлийн тархалт жигд биш -3+1мм ангийн агуулга өндөр ширхэглэлийн хэмжээ багасах тусам гарц буурч, ангилал тус бүр дэх төмрийн агуулга жигд тархалттай байна. Металлын балансын тооцоогоор анхдагч дээжний төмрийн дундаж агуулга 52.67%, ширхэглэлийн дундаж хэмжээ 1,19мм байна.

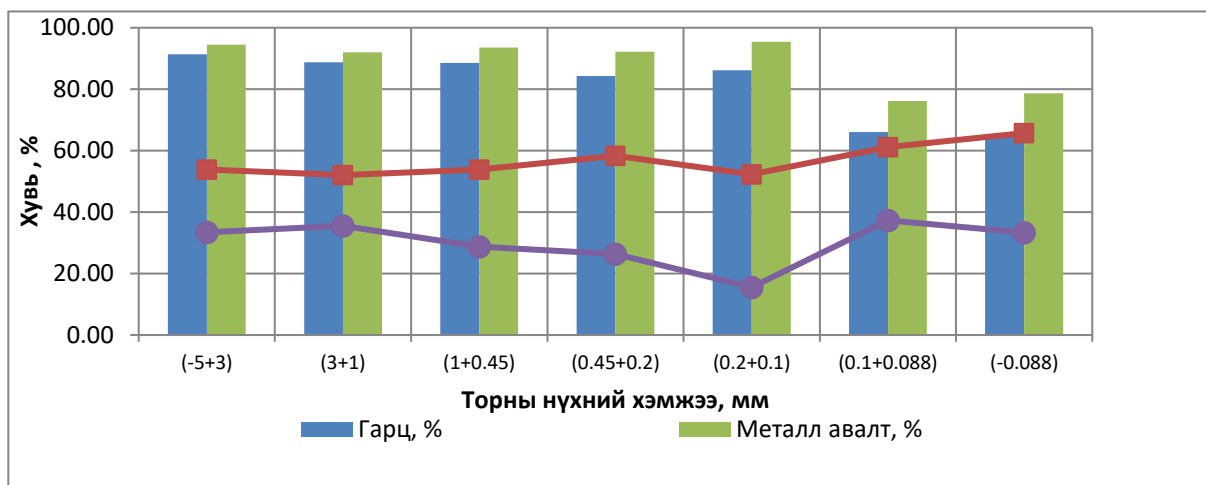
Шигшүүрийн шинжилгээнээс гарсан ангилал тус бүрээс стандартын дагуу дээж сорьцлон авч цахилгаан соронзон анализаторын соронзон орны хүчдэлийг 4А дээр тохируулан баяжуулж, гарсан бүтээгдэхүүн нэг бүрийн гарц, төмрийн агуулга болон металл авалтыг тодорхойлов.



6-р зураг. Цахилгаан соронзон анализатораар (Davis Tube) баяжуулсан туршилтын технологийн схем

Магнетитийн хүдрийн дээжийг баяжуулж гарсан бүтээгдэхүүн бүрийн төмрийн агуулгыг SGS

лабораторид химийн шинжилгээ хийлгэж үр дүнг тооцсон болно.

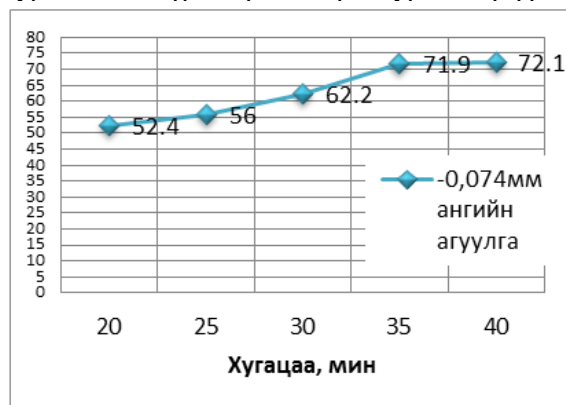


7-р зураг. Цахилгаан соронзон анализатораар баяжуулсан туршилтын үр дүн

Туршилтын үр дүнгээс харахад магнетитийн хүдрийн ширхэглэлийн хэмжээ багасхад баяжмалын гарц тодорхой хэмжээгээр буурч төмрийн агуулга өсөж байна. Том (-5+3мм, 3+1мм, 1+0.45мм, 0.45+0.2мм, 0.2+0.1мм) ширхэглэлийн ангилал дахь ашигт эрдсүүд агуулагч чулуулгаас бүрэн сулраагүй нь баяжмалын чанарыг бууруулж гарцыг нэмэгдүүлсэн бөгөөд баяжмалын төмрийн агуулга 52-58% хүртэл баяжигдсан. Харин -0.1+0.088мм, -0.088мм ангийн төмрийн баяжмалын агуулга хангалттай хэмжээнд хүрсэн бөгөөд гарц 65-66%, төмрийн агуулга 61.16-65.75%, 76,11- 78,69%-н металл авалттай баяжигдсан. Үүнээс үзэхэд ширхэглэлийн хэмжээ том байхад магнетит бүрэн сулраагүй бөгөөд хүчтэй соронзон оронд баяжуулахад соронзон бус хоосон чулуулаг нарийн ургал үүсгэсэн магнетиттай хамт татагдаж баяжмалын чанарыг бууруулж байна. Төмрийн хүдрийн ширхэглэлийн хэмжээ багасахад ашигт эрдсүүд агуулагч хоосон чулуулгаас суларч баяжмалын чанар дээшилж байгаа нь туршилтын үр дүнгээс харагдаж байна. Ангилал тус бүрийг цахилгаан соронзон анализатораар баяжуулахад нийт соронзон фракц буюу баяжмал дахь төмрийн агуулга 57.07%, гарц 79.51%, металл авалт 87.18% баяжигдсан бөгөөд ангилал тус бүрийн хаягдал дахь төмрийн агуулга өндөр буюу дунджаар 32.56% байна. Хаягдалын агуулга өндөр байгаа нь сул соронзон чанартай төмрийн ислүүд магнетитийн хүдэрт байгаатай холбоотой. Цахилгаан соронзон анализаторт баяжуулсан туршилтаас харахад магнетитийн хүдрийг нунтаглаад ашигт эрдсийг хоосон чулуулгаас нь бүрэн салгаж соронзон аргаар баяжуулах боломжтойг харуулж байна. Хүдрийн нунтаглалтын горимыг тогтоох туршилтад бөмбөлөгт тээрмийг (40 МЛ) ашиглан

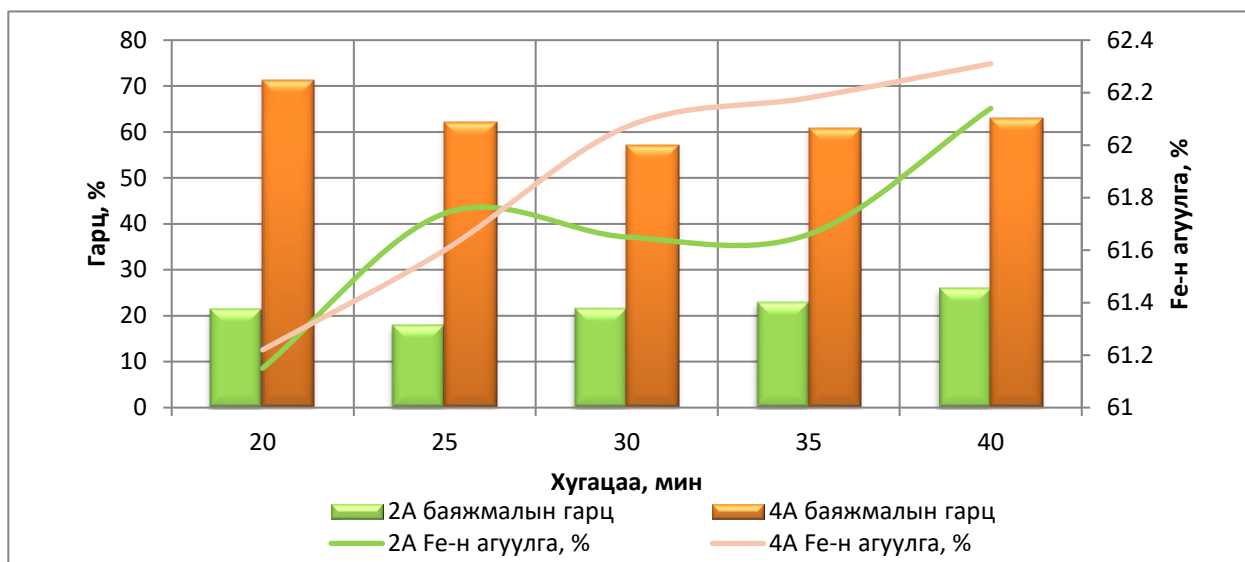
ашигт эрдсийн сулрал болон -0,074мм ангийн агуулгыг тодорхойлов.

Анхдагч дээжний нунтаглалтын горимыг тогтоох туршилтад -5 мм хүртэл буталсан дээжнээс тус бүр 1 кг-аар жигнэн авч бөмбөлөгт тээрэм ашиглан нунтаглалтын туршилтыг гүйцэтгэсэн бөгөөд нунтаглах хугацааг 20-40 минут хүртэл 5 минутын ахицтайгаар туршилтыг явуулав. Туршилтын нөхцөл хатуу, шингэн, бөмбөлөгийн (Х:Ш:Б) харьцааг тээрэмд 1x1x3 тохируулж дээж тус бүрд тогтмол нөхцөлтэйгөөр гүйцэтгэсэн. Туршилтын үр дүнг 9-р зурагт үзүүлэв.



8-р зураг. 1-р дээж Магнетитийн дээжний нунтаглалтын хугацаанаас хамаарах үзүүлэлт (-0,074мм ангийн агуулга)

Нунтагласан минут бүрийн бүтээгдэхүүнийг нойтон соронзон сепараторт соронзон орны хүчдэлийг 2А, 4А буюу сул болон хүчтэй соронзон орон дээр тохируулан, ангилал тус бүрийг баяжуулж төмрийн агуулга, гарц болон металл авалтыг тодорхойлсон. Туршилтын үр дүнг 10-р зурагт харуулав.

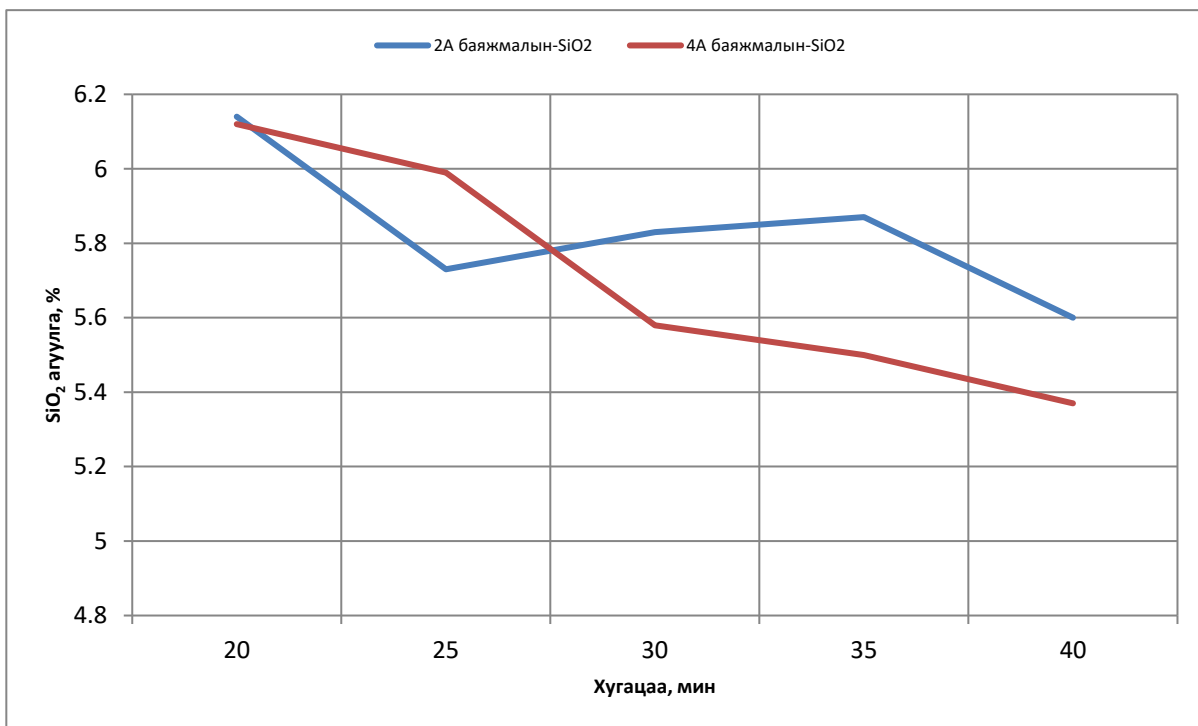
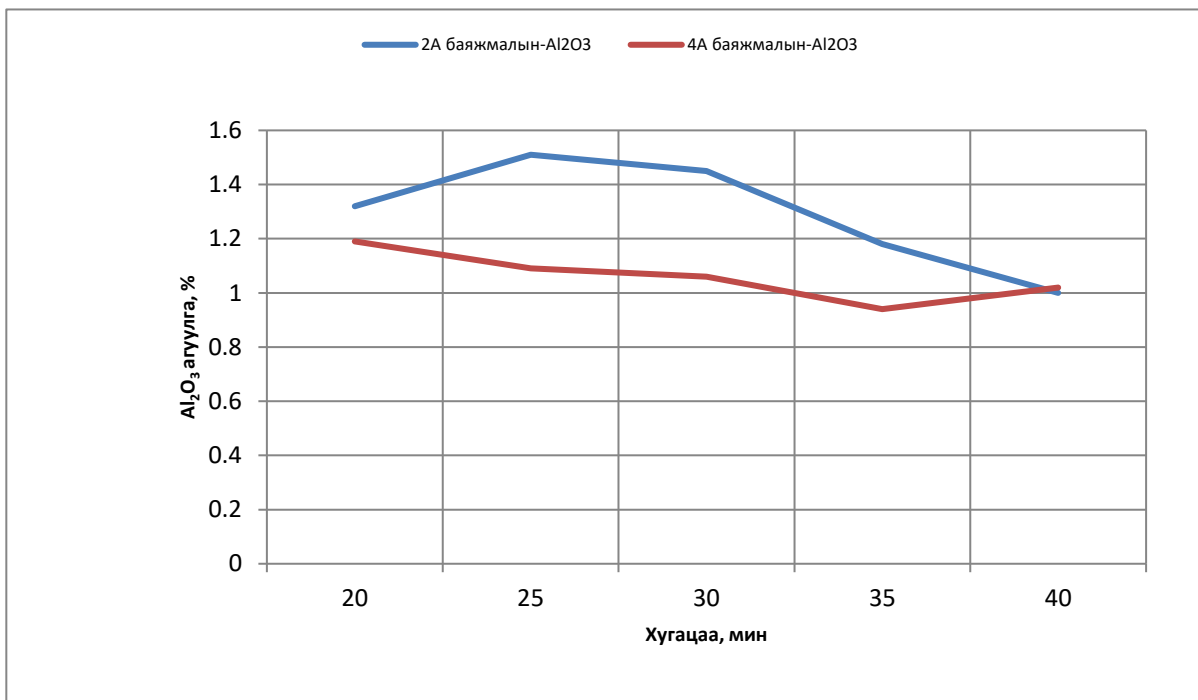


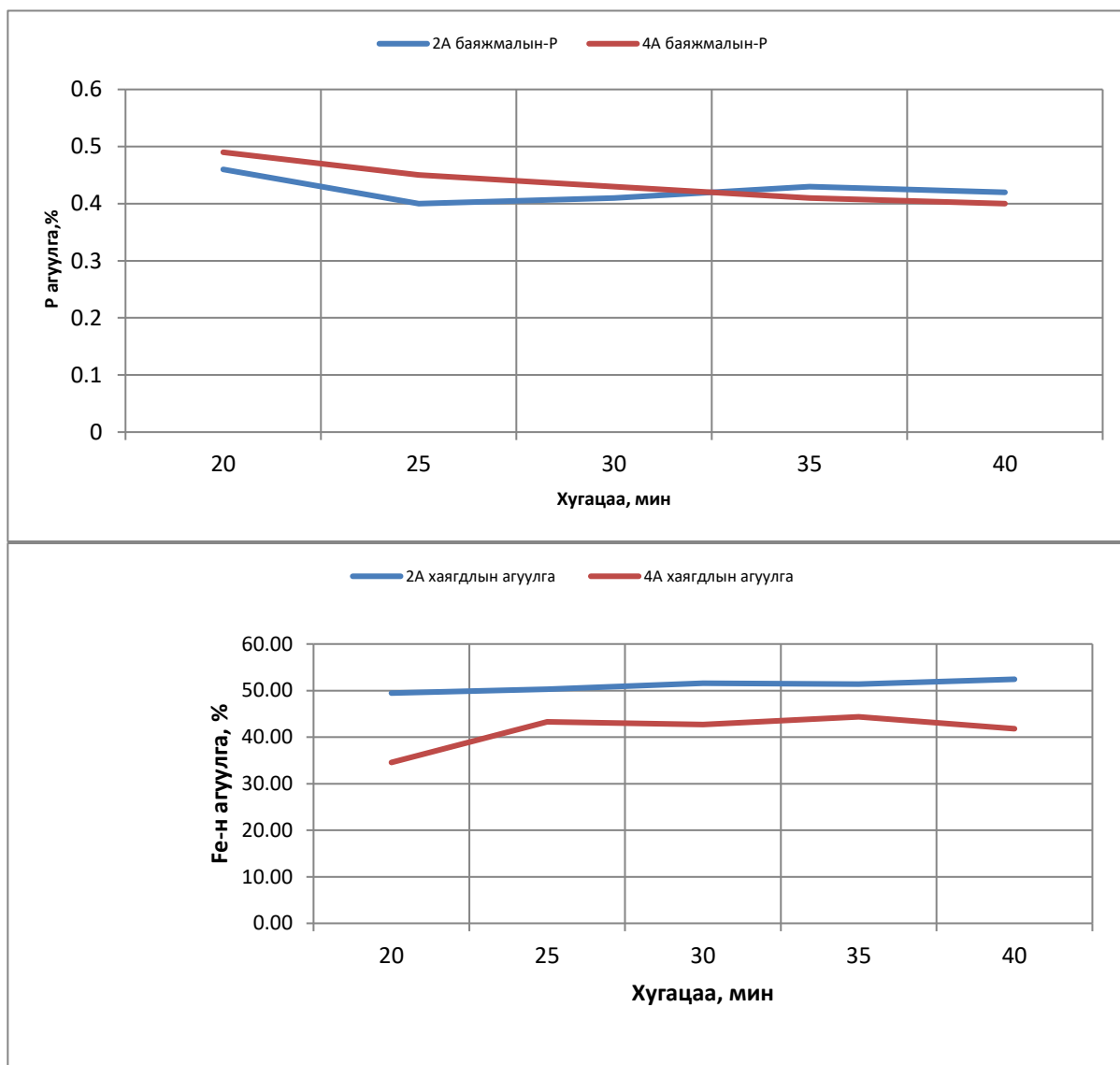
9-р зураг. Нойтон соронзон баяжуулалтын харьцуулалт /магнетитийн дээж/

Сул соронзон оронд баяжуулсан туршилтын дүнгээс үзэхэд магнетитийн дээж баяжигдах чанар муу, баяжмалын металл авалт болон гарц маш бага хаягдлын агуулга их байна. Туршилтаас харахад  $-0,074\text{мм}$  ангийн агуулга ихсэх тусам баяжмалын агуулга, металл авалт нэмэгдэж 40 минут нунтаглах үед  $-0,074\text{мм}$  ангийн агуулга 72% байхад баяжмалын агуулга 62,14%, металл авалт 29,35%, 26%-н гарцтай баяжигдсанч хаягдал дахь төмрийн агуулга 52,43%-н өндөр агуулгатай хаяж байна. Дээрх туршилтаас харахад  $-0,074\text{мм}$  ангийн агуулга ихсэх тусам хаягдлын агуулга 49.36-52.32% хүртэл нэмэгдэж байна. Үүнээс үзэхэд магнетитийн дээж исэлдэж соронзон чанараа алдсан бөгөөд сул соронзон чанартай төмрийн ислүүд агуулагч чулуулгаас сулрах тусам соронзон оронд татагдахгүй хаягдалд шилжиж байна. Хүчтэй соронзон оронд баяжуулсан туршилтаас харахад 20 минут нунтагласан дээжний

баяжмалын агуулга 61.22%, металл авалт 81.4%, гарц 71.18%, хаягдал дахь төмрийн агуулга 34.56% бөгөөд нунтаглалтын хугацаа ихсэх тусам баяжмалын гарц буурч хаягдал дахь төмрийн агуулга нэмэгдэж байна. Нунтаглалтын хугацаанаас хамаарч  $-0.074\text{мм}$  ангийн агуулга ихсэх тусам ашигт эрдсүүд хоосон чулуулгаас суларч баяжмал дахь төмрийн агуулга нэмэгдэж 30 минут буюу  $-0.074\text{мм}$  ангийн агуулга 62.2%-с ихлэн баяжмал дахь төмрийн агуулга 62%-с дээш баяжигдсан.

Нунтаглалтын горимоос хамааран нойтон соронзон сепараторийн соронзон хүчийг өөрчилж баяжуулсан туршилтын баяжмалын ашигт эрдэс болон хорт хольцийн агуулгыг тодорхойлох зорилгоор олон улсад хүлээн зөвшөөрөгдсөн SGS лабораторид эрдсийн химийн шинжилгээг гүйцэтгэсэн. Шинжилгээний үр дүнг доорх графикт харуулав.





10-р зураг. Хүчтэй болон сул соронзон оронд баяжуулсан баяжмалын хорт хольц болон хаягдлын харьцуулалт

Шинжилгээний үр дүнгээс харахад нунтаглалтийн хугацаа ихсэх тусам баяжмал дахь хорт хольцийн агуулга багасаж ашигт эрдсийн агуулга нэмэгдэж байна. Нийт баяжмалд хүхэр, хөнгөн цагааний исэл  $Al_2O_3$  –н агуулга бага цахиурын исэл  $SiO_2$ , болон Р-н агуулга тодорхой хэмжээгээр байна. Хөнгөн цагааны исэл ( $Al_2O_3$ ) 4А-т баяжуулсан баяжмалд бага байгаа бөгөөд -0.074мм ангийн агуулга ихсэх тусам буурч 1.19-0.94%, 2А-н баяжмалд 1.32-1% байна. Цахиурын исэл  $SiO_2$ -н агуулга нийт баяжмалд өндөр байгаа бөгөөд нунтаглалтын хугацаа ихсэх тусам тодорхой хэмжээгээр багасаж 4А-н баяжмалд 6.12-5.37%, 2А-н баяжмалд 6.14-5.6% хүртэл буурсан байна. Фосфорын агуулга нунтаглалтын хугацаанаас хамаарч 4А-н баяжмалд 0.49-0.4%, 2А-н баяжмалд 0.46-0.42% хүртэл жигд буурсан байна. Дээрх үр дүнгээс үзэхэд -0.074мм ангийн агуулга нэмэгдэх тусам ашигт эрдэс хоосон чулуулаг хорт хольцоос суларч 40 минут нунтагласан үед баяжмалын агуулга өндөр хорт хольц хамгийн бага байна.

## ДҮГНЭЛТ

1. Магнетитийн дээжийг нойтон соронзон сепараторийн соронзон хүчийг өөрчилж баяжуулсан бөгөөд сул соронзон оронд баяжигдах чанар муу, харин хүчтэй соронзон оронд баяжмалын агуулга, металл авалт өндөр гарсан нь тухайн дээжийг сул соронзон оронд баяжуулахад үр ашиг бага байх нь харагдаж байна.
2. Төмрийн хүдрийн ашигт эрдэс нунтаглалтийн хугацаа ихсэх тусам суларч баяжмалын чанар нэмэгдэж хорт хольцын хэмжээ багасаж байгаач цахиурын исэл, фосфорын агуулга өндөр байна. Үүнээс үзэхэд цахиурын исэл болон фосфор нь ашигт эрдсээс бүрэн суларч чадаагүй маш шигтгээлэг байгаа бөгөөд хорт хольцын хэмжээг бууруулхын тулд ашигт эрдсийг хангалттай хэмжээнд хүртэл суллах шаардлагатай.
3. Нунтаглалтын хугацаанаас хамаарч 40 минут буюу -0,074мм ангийн агуулга 72% байхад хүчтэй соронзон оронд баяжуулсан

- баяжмалын агуулга 62.31%, металл авалт 71.81%, баяжмалын гарц 63%, хаягдал дахь төмрийн агуулга 41.81%, байна. Баяжмалд хорт хольц болох  $Al_2O_3$ -н агуулга 1,02%,  $SiO_2$ -н агуулга 5,37%, P-н агуулга 0.4%, S-н агуулга маш бага байна.
4. Нойтон соронзон баяжуулалтын хаягдлын агуулга өндөр байгаа нь ашигт эрдэс бүрэн сулраагүй мөн сул соронзон чанартай төмрийн ислүүд байгаатай холбоотой бөгөөд нунтаглалтын хугацаа ихсэх тусам хаягдлын агуулга нэмэгдэж байна. Цаашид баяжмалын хорт хольц, хаягдлын агуулгыг бууруулах туршилт судалгааны ажил хийх шаардлагатай.

#### **АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:**

- [1] Чеботарева Н.А., Тугулдур Т., 1979. Вещественный состав железных руд Центрального участка Тамиргольского месторождения. Политех.ин-т, ГУУФ. Минералогийн музейн ЭШ бүтээл, №6. УД ТД ТМБХ-ны хэвлэл. Улаанбаатар.44-54 х.
- [2] С.И Митрофанов и др “ Исследование полезных ископаемых на обогатимость” Москва “Недра” 1984 г
- [3] С.И.Полькин “Обогащение руд и россыпей редких и благородных металлов” Москва “Недра” 1987 г.
- [4] Журнал “Черная металлургия”, Москва., 2000-2002
- [5] Б.И. Прокопьевна и др. Обогащаемость железных руд,
- [6] В.В. Кармазин, В.И. Кармазин “Магнетитые м электрические методы обогащения”
- [7] Г.Бадамхатан, Д.Бадам, С.Баяраа “Хар төмөрлөгийн эрдэс түүхий эдийн ордын минералогийн – технологийн ангилал, төмрийн исэлдсэн хүдрийн минераллурги” ЭБТХ 2008 он
- [8] “Железная руда в мировой экономике” Составление и ближайшая перспектива. Горны журнал 2005. №3
- [9] Деркач В.Г, Никольский Д.А “Особенности зарубежных фабрик для обогащения магнетитовых руд Механобор. вып. 101/1976
- [10] “Төмрийн хүдрийн олон улсын худалдаа, Монголын төмрийн хүдрийн салбар” Монголын металлургчидын холбоо УБ, 2010 он
- [11] [www.beren.mn](http://www.beren.mn)

**ДӨРӨВ. УУРХАЙН ЦАХИЛГААН,  
МЕХАНИК ТОНОГЛОЛ,  
ХӨДӨЛМӨРИЙН АЮУЛГҮЙ  
АЖИЛЛАГАА ЭРҮҮЛ АХУЙ**

# Уурхайн машины ашиглалтын МЕНЕЖМЕНТ

Ц.Нанзад\*, К.Хавалболот\*\*

\*ШУТИС. ГУУС, Улаанбаатар, Монгол

\*\*ШУТИС. ГУУС, Улаанбаатар, Монгол

**Abstract:** In this paper includes new principal of mining machines exploitation related on how to improve their efficiency, safety, maintenance and reliability.

**Keywords :** safety, quality, maintenance and reliability.

## I. ОРШИЛ

Уул уурхайн үйлдвэрийн нийт хөрөнгийн 60 гаруй хувийг уурхайн машин тоног төхөөрөмж эзэлдэг бөгөөд жилд зарцуулдаг үйлдвэрлэлийн зардлын 45 гаруй хувь нь машин тоног төхөөрөмжийн засвар, техникийн үйлчилгээ, сэлбэг хэрэгсэл, материалын зардал байдаг гэдгийг олон арван эрдэмтэд судлан тогтоосон. Тухайлбал, дэлхийн олон улс орнуудын нүүрсний далд уурхайд гарч буй ослын 25 орчим хувь нь засвар үйлчилгээний ажлын гүйцэтгэлийн үед тохиолддог байжээ. Харин уурхайн үйл ажиллагааны нийт зардлын 20%- 35% хүртлэх зардлыг тоног төхөөрөмжийн засвар үйлчилгээ эзэлж байна. Тэгвэл техник технологи, уул уурхайн үйлдвэрлэл өндөр хөгжсөн Австралийн нүүрсний далд уурхайн салбарт засвар үйлчилгээний жилийн нийт зардал ойролцоогоор 450\$/т байдаг бөгөөд далд уурхайн төлөвлөгөөт бус засварын үргэлжлэх хийх хугацаа нь календарын хугацааны 10%-ийн эзэлдэг. Зэс, алт зэрэг өнгөт метал олборлолтоор дэлхийд дээгүүр байр суурь эзэлдэг Чили болон Индонезийн ил уурхайн засвар үйлчилгээний зардал нь үйл ажиллагааны нийт зардлын 60-аас дээш хувийг эзэлдэг бол Финлиандын уул уурхайн засвар үйлчилгээний зардал нь үйлдвэрлэлийн зардлын 33% аж [2].

Янз бүрийн судалгаанаас үзэхэд засвар үйлчилгээний гол зорилго нь урьдчилан сэргийлэх засвар болон сэргээн босгох хугацааг 40-70% -иар бууруулахад оршдог [1].

Манай орны хувьд засвар үйлчилгээний зардал үйл ажиллагааны нийт зардлын 45-58% хувийг, төлөвлөгөөт бус засварын үргэлжлэх хугацаа нь дунджаар календарын хугацааны 20...42 хувийг эзэлдэг [3], [4].

Орчин үед уул уурхайн үйлдвэрийн үр ашгийг дээшлүүлэх, ашигт ажиллагааны түвшинг тогтмол өндөр түвшинд байлгахын тулд хөрөнгийн менежмент гэдэг ойлголт гарч ирсэн бөгөөд энэ чиглэлд уул уурхайн үйлдвэрлэл өндөр хөгжсөн улс орнуудад “asset management”-ийн тухай өргөн хүрээнд ярьж бичиж улмаар техникийн бодлого

зөвхөн энэ хүрээнд яригдаж байна. Уул уурхайн үйлдвэрийн үндсэн үйл ажиллагаа нь машин тоног төхөөрөмжөөр гүйцэтгэгддэг тул уурхайн хөрөнгийн менежмент гэдэг нь уурхайн машин тоног төхөөрөмжийн менежмент гэсэн агуулгаар ойлгогдох нь зөв зүйтэй юм [2].

Ерөнхийдөө уул уурхайн үйлдвэрт хөрөнгийн менежмент гэж “Уурхайн ашиглалтын үе шат бүрд түүний ашигт ажиллагааг дээшлүүлэх зорилгоор уул уурхайн үйлдвэрийн машин, тоног төхөөрөмжийн болон түүний бүрдэл хэсгүүдийн аюулгүй ажиллагааны түвшинг дээшлүүлэх, байгаль орчинд нөлөөлөх хор хөнөөлийг бууруулах, бүтээгдэхүүний чанар, найдвартай ажиллагааны түвшинг нэмэгдүүлж ашиглалтын зардлыг бууруулах цогц ажиллагааг тодорхойлж болно. Иймд уул уурхайн үйлдвэрийн машины ашиглалтын менежмент нь дараах үе шатуудаас бүрдэнэ (1-р зураг).



1-р зураг. Уурхайн машины ашиглалтын үе шатууд

Уурхайн машин тоног төхөөрөмжийн менежмент нь манай орны гадаадын хөрөнгө оруулалттай шинээр байгуулагдаж үйл ажиллагаагаа эхлээд явж байгаа Оюу толгойн уул уурхайн үйлдвэрт хэрэгжиж байна. Иймд уурхайн машины менежмент нь дараах үндсэн бүлэг ойлголтыг өөртөө агуулах ёстой.

## II. УУРХАЙН МАШИН ТОНОГ ТӨХӨӨРӨМЖИЙН НАЙДВАРТ АЖИЛЛАГАА

Машин тоног төхөөрөмжийн найдварт ажиллагаа нь машины ашиглалтын түвшинг байнга хянах, улмаар ашиглалтын түвшинг тогтмол дээшлүүлэх арга замыг зөв тодорхойлох, ашиглалтанд нөлөөлөх хүчин зүйлсийн талаар судалгаа хийж сөрөг нөлөөллийг бууруулах, эерэг нөлөөллийг дээшлүүлэх арга ажиллагааг нэвтрүүлэх, ашиглалттай холбоотой бүртгэл, мэдээллийг хөтлөх дэвшилтэт арга технологийг нэвтрүүлэх, статистик материал өгөгдөлд боловсруулалт хийж үр дүнг нэгтгэн тодорхой арга, зөвлөмж гаргах, машины найдварт ажиллагааны түвшинг тодорхой



үе шаттайгаар үнэлэж байгаль цаг уур, машины насжилт, уул техникийн нөхцөл, операторчидын болон засварчдын мэргэжил мэдлэгийн түвшинтэй уялдуулан авч үзэх зэрэг өргөн хүрээний асуудлуудыг багтаасан машины менежментийн салшгүй нэг хэсэг мөн.

### III. УУРХАЙН МАШИНЫ ЗАСВАРЫН ТӨЛӨВЛӨЛТ

Аливаа машин тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын түвшин нь түүний засвар үйлчилгээг хир зэрэг оновчтой зохион байгуулж байгаагаас ихээхэн хамаарна. Засвар үйлчилгээг оновчтой зохион байгуулна гэдэг нь юуны түрүүнд засварын төлөвлөлтөөс шалтгаална. Орчин үед засварыг төлөвлөхдөө тухайн машинд зохицсон засварын мөчлөгийн бүтэцийг гаргаж машины техникийн бодит байдалд нь тулгуурлаж, үе шаттайгаар техникийн байдлыг нь сайжруулах замаар засвар үйлчилгээ хийдэг аргыг үндэс болгож байна. Төлөвлөгөөт жилд хийгдэх засвар, үйлчилгээний төрөл тоог тодорхойлохдоо тухайн машинд өмнө нь хийгдсэн засварын мэдээлэл, засварын дараа ажилласан болон гүйцэтгэсэн ажлын хэмжээ зэргийг машин тус бүрээр тооцон гаргаж суурь өгөгдөл болгох хэрэгтэй. Ингэж шинжлэх ухааны сүүлийн үеийн ололтонд тулгуурлан засварыг зөв төлөвлөх нь уурхайн машины менежментийн нэг үндсэн хэсэг юм.

### IV. УУРХАЙН МАШИНЫ СЭЛБЭГ, МАТЕРИАЛЫН ФОНД БҮРДҮҮЛЭЛТ, ЭРГЭЛТИЙН ХӨРӨНГИЙН УДИРДЛАГА

Орчин үед машин үйлдвэрлэл өндөр хөгжсөн улс орнууд эцсийн бүтээгдэхүүн болох машин үйлдвэрлэхийг үндсэн зорилгоо болгох хандлагатай болсон бөгөөд сэлбэг хэрэгсэл үйлдвэрлэхийг тэр бүр урьтал болгохоос татгалзах болсон. Гэвч уул уурхайн машин тоног төхөөрөмжүүдэд уулын ажлын технологитой холбогдон зайлшгүй элэгдэл, эвдрэлд ордог эд ангиуд цөөнгүй байдаг. Иймд энэ чиглэлд судалгаа хийдэг эрдэмтэдийн бүтээлээс харахад тогтмол элэгдэлд ордог эд ангийн нэр төрөл, саатал хоорондын болон элэгдэл эвдрэлийн улмаас солих солилт хоорондын буюу эргэлтийн хугацааг шинжлэх ухааны үндэслэлтэй тодорхойлж улмаар төлөвлөгөөт жилд эргэлтийн фондод байх оновчтой хэмжээг эд анги тус бүрээр нь тодорхойлсон байдаг. Энэ нь сэлбэг хэрэгсэл, материалыг хэрэгцээнээс илүү хэмжээгээр захиалан хуримтлуулж борлодоггүй илүүдэл нөөц бий болгохоос зайлсхийж, сэлбэг материалын зардлыг оновчтой зарцуулах нөхцөлийг бүрдүүлдэг. Өөрөөр хэлбэл сэлбэг материалын зардал нь зайлшгүй шаардлагатай эд анги, материал худалдан авахад зарцуулагдаж жилийн эцэст агуулахад хэрэглэгдэхгүй үлдэх буюу эргэлтэнд ороогүй сэлбэг материал байхгүй болж зөвхөн зайлшгүй байх нөөц л үлдсэн байхаар эргэлтийн хөрөнгийн удирдлагыг зохион

байгуулах нь машин үйлдвэрлэл хөгжөөгүй, сэлбэг хэрэгслийг өндөр үнээр худалдаж авдаг манай орны хувьд маш чухал. Түүнээс гадна уурхайн машины сэлбэг, материалын фонд бүрдүүлэлт, эргэлтийн хөрөнгийн удирдлага зөв байх нь чанарын шаардлага хангахгүй сэлбэг материал авах, нэг төрлийн сэлбэг материалыг хэт олноор худалдаж авах, зах зээлийн судалгааг буруу хийх, үргүй зардал бий болгох зэргээс хамгаалах боломж бий болгоно.

### V. УУРХАЙН МАШИН ТОНОГ ТӨХӨӨРӨМЖИЙН ЧАНАР

Чанар гэдэг нь нэлээд өргөн хүрээтэй цогц ойлголт бөгөөд чанар нь шинжүүдийн нэгдэлээр илэрхийлэгддэг. Өөрөөр хэлбэл аливаа машины чанарын түвшинг үнэлэхдээ тодорхой тооны үзүүлэлтүүдийг сонгон авч тэдгээр үзүүлэлтүүдийн тоон утгыг тодорхойлж цогц байдлаар тухайн машины бүтээл буюу үнэ цэнийг илэрхийлэх гол шалгуур үзүүлэлтэнд тулгуурлан үнэлдэг. Уул уурхайн машины чанарыг ашиглалтын технологч байдал, эргономик үзүүлэлтүүд, тээвэрлэлтэнд зохицомтгой байдал, аюулгүй байдлын түвшин, засварлагдах чанарын түвшин, экологи болон хүрээлэн байгаа орчинд нөлөөлөх нөлөөллийн түвшин гэх зэрэг олон шинжээр нь үнэлж болохыг эрдэмтэд бүтээлдээ дурьдсан байдаг. Манай орны хувьд уул уурхайн машин тоног төхөөрөмжийг импортоор худалдан авдаг тул одоогийн байдлаар үйл ажиллагаа явуулж байгаа уул уурхайн үйлдвэрүүдэд маш олон төрлийн янз бүрийн хүчин чадал, параметр бүхий өөр өөр улс орнуудын үйлдвэр заводуудад өөр өөр хугацаанд үйлдвэрлэгдсэн, техникийн түвшин харилцан адилгүй нэг үүрэг зориулалт бүхий уурхайн машинууд ажиллаж байна. Иймд эдгээр машин тоног төхөөрөмжүүдийг чанарын хувьд харьцуулан үнэлэх нь маш чухал бөгөөд үнэлгээнд тулгуурлан цаашид манай орны байгаль цаг уур, уул-техник, ашиглалтын нөхцөлд тохирсон машинаар салбарын хэмжээнд парк бүрдүүлэлт хийх бодлого баримтлах нь энэ тэргүүнд хийх ажлын нэг бөгөөд энэ нь уурхайн машины менежментийг сайжруулах нэг чухал асуудал юм.

Уурхайн хөрөнгийн менежмент буюу уурхайн машины менежментийн дээрх үндсэн дөрвөн чиглэлийг зөв зохион байгуулж хэрэгжүүлсэнээр хөрөнгийн ашиглалт сайжирч, үргүй зардал үлэмж буурч асуудал шинжлэх ухаанд тулгуурлан шийдвэрлэгдэж зөв менежмент хэрэгжих нөхцөл бүрдэнэ. Гэхдээ энэхүү ажлыг зөв зохион байгуулж хэрэгжүүлэхийн тулд бид өнөөдөр хүртэл мөрдөж ирсэн механик инженерүүд буюу уурхайн машин тоног төхөөрөмж мэргэжилтэй мэргэжилтэнүүдийг давган сургаж нарийн мэргэшил эзэмшүүлэх шаардлага зүй ёсоор гарч байна. Энэ нь манай оронд уул уурхайн үйл ажиллагаа явуулж байгаа гадаадын хөрөнгө оруулалттай болон хамтарсан үйлдвэрүүдийн сүүлийн жилүүдийн техникийн боловсролтой

мэргэжилтний эрэлт хэрэгцээнээс тодорхой байгааг бид мэдэх болсон. Өөрөөр хэлбэл уурхайн машины менежментийг зохих ёсоор нь хэрэгжүүлэхийн тулд уурхайн машин тоног төхөөрөмж мэргэжилээр төгсөгчидийг уурхайн машины найдварт ажиллагааны, засварын төлөвлөлтийн, сэлбэг материалын нормчлол төлөвлөлтийн, чанарын гэсэн нарийн чиглэлээр мэргэшүүлэх шаардлага зүй ёсоор урган нарч байна.

#### **АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:**

- [1] Dhillon B.S. Mining equipment reliability, maintainmility, and safety. Springer. 2008.
- [2] Tomlingson P.D. Equipment management. SME. 2010 он.
- [3] Нанзад. Ц. Уул уурхайн машины чанар, найдварт ажиллагаа, ашиглалт засвар. Манай эрдэмтэд. Боть-17. УБ.2005.
- [4] Нанзад. Ц. Уул уурхайн үйлдвэрлэлийн хэрэгслийн судалгаа. Монгол улсын шинжлэх ухаан 102 –р боть. 187-190 х.

# Аюул, эрсдэл хэмээх ойлголтуудын тухайд

Жамьянхорлоогийн ЦЭВЭГМИД\*  
\*ШУТИС, ГУУС, Уул уурхайн салбар, профессор, доктор  
tsevegmid\_04@yahoo.com

*Abstract-The meanings and the formulation of “Hazard”, “risk” and other related concepts used in Occupational Safety and Health have been comparatively studied based on the national laws and legislations and some international standards.*

*Түлхүүр үг: удирдамж, конвенци, зөвлөмж, стандарт, нэр томъёо, тодорхойлолт*

## I. ОРШИЛ

Олон улсын хөдөлмөрийн байгууллага (ОУХБ)-ын 2001 онд гаргасан “Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуйн менежментийн системийн тухай удирдамж” (ILO-OSH 2001) [1], мөн Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуйг дэмжих суурь тогтолцооны тухай [2] 2006 оны 187 дугаар Конвенци, уг Конвенцийн нэмэлт Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуйг дэмжих суурь тогтолцооны тухай [3] 197 дугаар Зөвлөмжид эрсдлийг үнэлэх, эрсдлийн менежментийг хөгжүүлэх талаар улс бүхэн өөрийн үндэсний хөтөлбөтрөө тусган хэрэгжүүлэх нь чухал болохыг тэмдэглэсэн байна.

Монгол Улсын хувьд “MNS ILO OSH 1:2003 Хөдөлмөрийн аюулгүй ажиллагаа, эрүүл ахуйн удирдлагын тогтолцооны талаарх удирдамж”, “MNS ISO 31000:2011 Эрсдлийн менежмент–Зарчим ба заавар”, “MNS ISO 31010:2011 Эрсдлийн менежмент–Эрсдлийн үнэлгээний арга”, “MNS OHSAS 18001:2012 Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуйн удирдлагын тогтолцоо. Шаардлага” зэрэг үндэсний стандартуудыг батлан хэрэглэж байна.

Дээр дурдсан удирдамж, конвенци, зөвлөмж, стандартуудад нарийн тодорхойлж заагаагүй боловч манай улсын ХАБЭА-н хууль тогтоомж болон гадаадын зарим улсын үндэсний стандартад “аюул”, “эрсдэл”, тэдгээртэй холбоотой зарим ойлголт, нэр томъёог хэрхэн тодорхойлсныг энд харьцуулан авч үзье.

## II. АЮУЛ, ЭРСДЛИЙН ТУХАЙ ОЙЛГОЛТ

Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуйн тухай хуулийн 3 дугаар зүйлд [4] “ажлын байран дахь эрсдэл” гэж иргэнийг үйлдвэрлэлийн осол, хурц хордлого, мэргэжлээс шалтгаалах өвчинд хүргэж болзошгүй ажлын байрны нөхцөлийг; “эрсдэлийн үнэлгээ” гэж ажлын байрны эрсдэлд үнэлэлт өгөх үйл явцыг ойлгоно гэж заасан байна. ХАБЭА-н нэр томъёо, тодорхойлолтын [5] стандартад ажлын байр, үйлдвэрлэлийн хортой хүчин зүйл, үйлдвэрлэлийн аюултай хүчин зүйл гэх мэт 25 нэр

томъёо, тодорхойлолт байх боловч аюул, эрсдлийн холбогдолтой нэр томъёо, тодорхойлолт ороогүй байна.

МХЕГ-ын цахим хуудаст байгаа “Олон улсын санхүүгийн корпорац. Хяналтын үйл ажиллагаан дахь эрсдлийг жолоодох нь: Аргачлал ба хэрэглэж буй практикийн тойм” сэдэт судалгааны ажлын тухай мэдээлэлд “эрсдлийг жолоодох сэдэвт зориулагдсан шинжлэх ухааны ном зохиол болон эрдэм шинжилгээний ажлуудын олонхид “Эрсдэл гэдэг бол зарим үйл явдал, тэдгээрийн эхлэлээс үүдэх уршиг дагаварын магадлал мөн” гэсэн санаа илрэн гарч байна” [6] гэжээ.

“Эрдэнэт үйлдвэр” ХХК-ийн “Зөв ажиллацга” уриан доор ХАБЭА-н сургалт явуулдаг сургагч багшийн хичээлд “Хүний эрүүл мэнд, байгаль орчин, эд хөрөнгөд хохирол учруулах хүчин зүйлсийг аюул гэнэ”, “Эрсдэл гэдэг нь аюулаас үүдэх гэмтэл болон хохирлын магадлал, учирч болзошгүй аюул, ослыг арилгаж, алдаа эндэгдэлгүй ажиллах магадлалын түвшин” [7] гэжээ.

ОХУ-ын үндэсний болон олон улсын [8, 9, 10] стандартуудад аюул, эрсдэл, тэдгээртэй холбоотой нэр томъёог дараах байдлаар тодорхойлсон байна. Үүнд:

**Аюул** гэдэг нь хохирол учруулах боломжтой үүсгүүр [9] юм. “Аюул”-ын тодорхой нэр нь өөрөө аюулын мөн чанар, эсвэл хохирлын төрлийг илэрхийлж байдаг. Жишээ нь: цахилгаан дайрлага (шок)-ын аюул, эвдрэх аюул, гэмтээх аюул, хордуулах аюул, галын аюул, живэх аюул гэх мэт. Мөн олон улсын [10] стандартад “аюул” хэмээх нэр томъёог “хүний бие, эрүүл мэндэд хохирол учруулах үүсгүүр, нөхцөл байдал, үйлдэл буюу тэдгээрийн хослол” гэж тодорхойлжээ.

**Аюултай нөхцөл байдал** гэдэг нь хүмүүс, эд хөрөнгө, хүрээлэн байгаа орчинд аюул нүүрлэсэн байдал [9] юм.

**Үүсгүүр** гэдэг нь “үр дагавар учруулахуйц үйл ажиллагаа эсвэл объект” бөгөөд аюулгүй байдалд хэрэглэх талаас нь авч үзвэл “аюул” [8] юм.

**Үүсгүүрийг тодорхойлох** гэдэг нь (identification, идентификация) үүсгүүрүүдийг танин мэдэх, жагсаалт гаргах үйл явц (процесс) бөгөөд аюулгүй байдалд хэрэглэх талаас нь авч үзвэл аюулыг тодорхойлох [8] явдал юм.

**Эрсдэл** гэдэг нь үйл явдлын магадлал, түүний үр дагаварын хослол бөгөөд аюулгүй байдал талаасаа хохирол учрах магадлал ба үг хохирлын хүндрэлийн хослол [8] юм.

ОУХБ-ын ILO-OSH 2001 удирдамжид “эрсдэл (risk) гэдэг нь аюултай үйл явдал гарах магадлал

ба уг үйл явдлын улмаас хүний бие, эрүүл мэндэд учрах гэмтэл, хохирлын хүндрэлийн хослол” [1] гэж илүү дэлгэрэнгүй тодорхойлжээ. Олон улсын OHSAS 18001:2007 стандартад [10] мөн дээрхтэй адил тодорхойлсон байна.

**Эрсдлийн шинжилгээ** гэж үүсгүүрийг тодорхойлох болон эрсдлийн тоон дүн гаргахын тулд мэдээллийг системтэйгээр ашиглахыг хэлнэ [8, 9].

**Эрсдлийг үнэлэх-тооцох** (risk evaluation) гэдэг нь эрсдлийн нөлөөллийг тодорхойлохын тулд тоогоор үнэлсэн эрсдлийг өгөгдсөн шалгууртай харьцуулах үйл явц (процесс) [8] юм. Аюулгүй байдалд хэрэглэх үүднээс авч үзвэл эрсдлийг үнэлэх гэдэг нь эрсдлийн шинжилгээ хийсний үндсэн дээр зөвшөөрөх эрсдлээс хэтэрсэн эсэхийг шалгах явц [9] юм.

**Эрсдлийн шалгуур** гэдэг нь эрсдлийн нөлөөллийг үнэлж байгаа журам юм. Эрсдлийн шалгуур нь өөртөө зардал, ашиг, хууль тогтоомжийн болон зохицуулалтын шаардлага, нийгэм-эдийн засгийн, байгаль орчны, оролцогч талуудын, тэргүүлэх чиглэлийн асуудлууд болон бусад зардлыг агуулдаг [8].

**Эрсдлийн үнэлгээ** (Risk Assessment) гэдэг нь эрсдлийг шинжлэх, үнэлэх ерөнхий үйл явц [8, 9] юм.

**Зөвшөөрөх эрсдэл** гэдэг нь нийгмийн тухайн нөхцөл байдлын хүрээнд хүлээн зөвшөөрөгдөж байгаа эрсдэл [9] юм. Ер нь огт эрсдэлгүй байх буюу туйлын аюулгүй байх боломж бараг байхгүй гэдгийг хүлээн зөвшөөрөх ёстой. Зөвшөөрөх эрсдлийн цаана үл зөвшөөрөх эрсдэл байх нь ойлгожтой юм.

**Аюулгүй байдал** гэдэг нь үл зөвшөөрөх эрсдэл байхгүй байх явдал [9] юм.

Дээр дурдсан нэр томъёонуудыг ХАБЭА-н хууль тогтоомж, албаны баримт бичигт өргөн хэрэглэж байгаа хэдий ч уншигчид, хэрэглэгчид янз бүрээр ойлгож байна. Инээдэмтэй ч юм шиг тэгэхдээ эмгэнэлтэй нэг жишээг хэлэхэд “ХАБЭА-н удирдлагын тогтолцоо”-г байгууллагын тогтолцоо, бүр байгууллагын бүтэц, зохион байгуулалт мэтээр буруу ойлгоод ярьдаг даргатай тохиолдсон. Тийм учраас олон улсын баримт бичгийг орчуулж хэрэглэхдээ найрлага зүй, үг хэллэгийг онцгой анхаарах шаардлагатай. Ялангуяа ХАБЭА-н хууль тогтоомж, дүрэм, журам боловсруулж байгаа мэргэжилтэн, сургалтын үйл ажиллагаа эрхэлдэг байгууллагын багш нар, аж ахуйн нэгж, байгууллагын ХАБЭА-н асуудал хариуцсан ажилтан нарт дээр дурдсан нэр томъёог стандартаар тогтоосон тэр утгаар нь зөв ойлгож, тайлбарлаж, хэрэглэж хэвших шаардлагатай байна.

### III. ДҮГНЭЛТ, ЗӨВЛӨМЖ

1. ХАБЭА-н нэр томъёо, тодорхойлолтын Үндэсний стандартыг шинэчлэн боловсруулах, энэ ажилд тухайн асуудлаар мэргэшсэн ажилтан, судлаач нарыг оролцуулж, тэдний саналыг тусгах нь зүйтэй.
2. ХАБЭА-н хүрээнд хэрэглэж байгаа гадаад хэлнээс гаралтай “менежмент”, “систем” “менежментийн систем” гэх мэт олон улсын шинж чанартай үг, хэллэгийг орчуулахгүй хэрэглэвэл зүйтэй болов уу гэж үзэж байна.

#### Зохиогчийн тухай

Жамъянхорлоогийн Цэвэгмид 1972 онд ОХУ-ын Санкт-Петербург хотын Уул уурхайн Их сургуулийг “Уурхайн цахилгаанжуулалт, автоматжуулалт” мэргэжлээр төгссөн. 2000 онд “Ил уурхайн цахилгааны аюулгүй ажиллагааны түвшинг судлаж, дээшлүүлэх арга боловсруулах” сэдвээр ШУТИС-д докторын зэрэг хамгаалсан. Уурхайн цахилгаан тоног, төхөөрөмж, аюулгүй ажиллагаа, Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуйн чиглэлээр судалгааны ажил хийдэг. Докторын зэрэг горилсон 3 хүний ажлыг удирдаж амжилттай хамгаалуулсан.

#### АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:

- [1] Guidelines on occupational safety and health management systems, ILO-OSH 2001, ISBN 92-2-111634-4, International Labour Office, 2001, Geneva
- [2] <http://www.ilo.org> C187- Promotional Framework for Occupational Safety and Health Convention, 2006 (No. 187)
- [3] <http://www.ilo.org> R197-Promotional Framework for Occupational Safety and Health Recommendation, 2006 (No. 197)
- [4] <http://www.legalinfo.mn> Монгол Улсын хууль: Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуйн тухай
- [5] Монгол улсын стандарт: MNS 4967:2000 Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуй.Нэр томъёо, тодорхойлолт
- [6] <http://inspection.gov.mn> Мэргэжлийн хяналтын ерөнхий газар
- [7] <http://www.slideshare.net/GanerdeneJargalsakhan/> 1-2011-с ХАБЭА-н сургалт явуулдаг багшийн хичээл
- [8] ОХУ-ын стандарт: ГОСТ Р 51897-2002. Менежмент риска. Термины и определения. (<http://www.gosthelp.ru/>)
- [9] ОХУ-ын стандарт: ГОСТ Р 51898-2002. Аспекты безопасности. Правила включения в стандарты. (<http://www.gosthelp.ru/>)
- [10] Олон улсын стандарт: OHSAS 18001:2007 Occupational Health and Safety Management Systems-Requirements (<http://www.best-isocertification.com/>)

# Багануурын нүүрсний уурхайн сэргээн засварласан эд ангиудын судалгаа, техникийн байдал

Х.Хашбат\*, Н.Хэрлэнболд†

\*Багануур ХК /Багануур дүүрэг, Улаанбаатар хот, Монгол улс/

†Багануур ХК /Багануур дүүрэг, Улаанбаатар хот, Монгол улс/

*Хураангуй: Багануурийн нүүрсний уурхайн засварын газар зарим нэг эд ангиудыг сэргээн засварлаж, шинэ эд ангиас ямар давуу болон дутагдалтай тал байгааг нь илрүүлэх замаар тухайн сэргээн засварлах технологийг нарийвчлан сайжруулж, худалдан авалтын зардлыг бууруулахаас гадна саатал хуртлэх ажиллагааг нэмэгдүүлэх боломжийг судалсан.*

**Түлхүүр үг: Элэгдэл, гагнуур, зардал, эдэлгээний хугацаа**

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 завсрын хэмжээ ба гагнах дарааллыг тогтоох зэрэг юм. [1],[4]

Багануурийн нүүрсний уурхайн засварын газар зарим нэг эд ангиудыг сэргээн засварласнаар бий болсон эдийн засгийн үр ашгийг 1 дүгээр хүснэгтэд харуулав.

1-р хүснэгт

2013-2014 онд нунтаг голтой утсаар сэргээн засварласан эд ангиуд

№	Сэргээн засварласан эд ангийн нэр.	Шаардлагатай тоо, шинээр худалдан авах зардал			Тухайн нэр төрлийн эд ангийг сэргээн засварлахад гарах зардал			Үр ашиг, мян.төг
		тоо ширхэг	нэгжийн үнэ мян.төг	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	4	9,000	36,000	64	320	5,200	30,480
2	ЭКГ-8И экскаваторын явах ангийн тэнхлэг	1	28,000	28,000	48	240	2,340	25,420
3	ЭКГ-8И экскаваторын явах ангийн тулах дугуй	6	8,000	48,000	96	480	6,240	41,280
4	ЭКГ-8И экскаваторын венец араа	1	45,000	45,000	80	400	4,680	39,920
5	ЭКГ-8И экскаваторын эргэх механизмын араат гол	2	16,000	32,000	24	120	2,600	29,280
6	ЭКГ-5А экскаваторын явах ангийн хөтлөгч дугуй	6	7,000	42,000	96	480	6,240	35,280
7	ЭКГ-5А экскаваторын явах ангийн тэнхлэг	2	21,000	42,000	80	400	9,360	32,240

## 2013-2014 онд нунтаг голтой утсаар сэргээн засварласан эд ангиуд

№	Сэргээн засварласан эд ангийн нэр.	Шаардлагатай тоо, шинээр худалдан авах зардал			Тухайн нэр төрлийн эд ангийг сэргээн засварлахад гарах зардал			Үр ашиг, мян.төг
		тоо ширхэг	нэгжийн үнэ мян.төг	худалдан авах үнэ, мян.төг	хөдөлмөр багтаамж, хүн.цаг	ажлын хөлс, мян.төг	материалын зардал, мян.төг	
8	ЭКГ-5А экскаваторын явах ангийн тулах дугуй.	6	6,000	36,000	96	480	6,240	29,280
9	ЭКГ-5А экскаваторын явах ангийн чиглүүлэгч дугуй.	2	6,500	13,000	32	160	4,680	8,160
10	ЭКГ-5А экскаваторын венц араа.	1	35,000	35,000	80	400	3,900	30,700
11	ЭКГ-5А экскаваторын явах механизмийн араа z-12, m-24.	2	3,000	6,000	16	80	1,300	4,620
12	ЭКГ-5А экскаваторын түрэх механизмийн урт гол.	1	8,950	8,950	24	120	1,300	7,530
13	ЭКГ-5А экскаваторын түрэх механизмийн араа z-122, m-8.	1	9,500	9,500	24	120	2,340	7,040
14	ЭКГ-5А экскаваторын явах механизмийн сэлгэн залгах муфт.	1	5,000	5,000	16	80	1,950	2,970
15	ЭКГ-5А экскаваторын түрэх механизмийн кремлерийн араа.	2	3,500	7,000	24	120	2,080	4,800
16	ЭШ-10/70 экскаваторын татах механизмын барабан	2	12,000	24,000	40	200	4,680	19,120
17	ЭШ-10/70 экскаваторын татах механизмын блок	1	30,000	30,000	32	160	2,340	27,500
18	ЭШ-20/90 экскаваторын татах механизмын завсрын араа	2	38,000	76,000	48	240	4,680	71,080
19	ЭШ-20/90 экскаваторын татах механизмын чиглүүлэгч блок	2	16,000	32,000	32	160	4,680	27,160
20	<b>Бүгд</b>	<b>45</b>		<b>555,450</b>	<b>952</b>	<b>4,760</b>	<b>76,830</b>	<b>473,860</b>

Дээрх хүснэгтээс харахад том эзэлхүүн бүхий эд ангийн элэгдэл нь харьцангуй бага байгаа нь материалын зарцуулалтаар харагдана. Мөн гарах зардлын хувьд 7,3 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. Ашиглалтын явцаас харахад абразив элэгдэлд болон цохилтонд Сабарос О102, метал-металын үрэлт буюу фреттинг элэгдэлд Сабарос О101

нунтаг голтой утаснууд тохиромжтой болох нь харагдсан. Мөн CO<sub>2</sub> хамгаалалтын хийн орчинд металл утсаар гагнуур болон шавалт хийх нь бидний уламжлалд гагнуураас илүү үр дүнтэй байсан. Эдгээр гагнуурын материалууд нь хагас автомат гагнуурийн аппаратуудад ашиглагдана.

**ЭКГ-5А экскаваторын явах ангийн хөтлөгч дугуйг сэргээн засварлах арга, технологи**  
ЭКГ-5А №1178 экскаваторын явах ангийн хоёр талын хөтлөгч дугуйг 2014 оны 1-р сард нунтаг голтой Сабарос О102 утсаар сэргээн засварлсан.

2-р хүснэгт

ЭКГ-5А №1178 экскаваторын явах ангийн хөтлөгч дугуйг сэргээн засварлах технологи.

А.Ерөнхий мэдээлэл.												
1.	Хөтлөгч дугуйны эдийн дугаар.		1080.33.58									
2	Хөтлөгч дугуйны геометр хэмжээ.		Чангалагч мөрний зузаан 100мм, Элэгдлийн зөвшөөрөгдөх хэмжээ-80мм. Элэгдлийн бодит хэмжээ-60мм									
3	Жин. кг		520									
4	Хатуулаг		НВ-400.									
5	Дугуйны гангийн марк		35ХМЛ									
6	35ХМЛ Цутгуурийн гангийн химийн найрлага. [6].											
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 Цутгуурын 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 гагнуурийг 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	Гагнуурийн ажлын температур 350°C-аас хэтэрч болохгүй.											
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Нэг үе явалт хийж мөлгөр толгойтой алхаар цохиж нягтруул.</li> <li>- Гагнуурын хортонг хийгээр зайлуул.</li> <li>- Исэлдсэн гадаргууг дахин точицдож цэвэрлэ.</li> </ul>											

ЭКГ-5А экскаваторын хөтлөгч дугуйн мөрний зузаан нь 100мм бөгөөд элэгдлийн зөвшөөрөгдөх хэмжээ нь 80 мм бөгөөд элэгдлийн бодит хэмжээ нь 60мм байсан. Энэ хөтлөгч дугуйг 35ХМЛ маркийн гангаар хийсэн цутгамал эд анги юм.

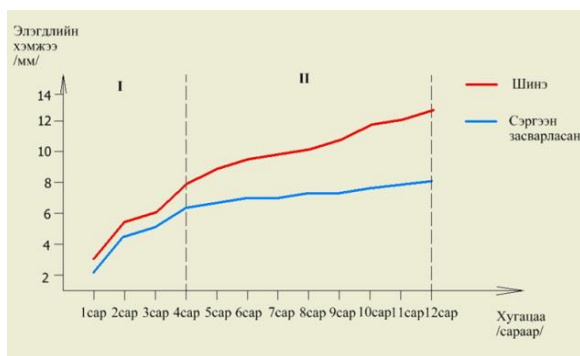
Элэгдсэн хэсгийг хагас автомат, нунтаг голтой утсаар шавах замаар дүүргэж 2 дугаар хүснэгтэнд заасан технологийн дагуу гүйцэтгэнэ.

Гагнуурын материал болох нунтаг голтой утас нь гагнуурын өндөр гүйдэл шаардаггүй, ингэснээрээ

тухайн эд ангийг хэт өндөр температурын огцом халалт үүсгэдэггүй сайн талтай. Уг утасны нунтаг нь гагнуурын оёдлыг гадна орчинтой исэлдэхээс хамгаалж өгдөг.

Ашиглалтын явцад аливаа нэг эд ангийн элэгдэл нь онолын дагуу зүгшрүүлэлтийн, ашиглалтын, ослын үе шатанд харгалздаг бөгөөд зүгшрүүлэлтийн үе шатыг ашиглалтын үе шаттай харьцуулан үзэхэд харьцангуй богино байдаг зарчимтай ажиглалт, туршилт хийх хугацааг уялдуулан төлөвлөсөн болно. Өөрөөр хэлбэл тухайн эд ангийг машинд шинээр тавьсны дараагаар элэгдэл хурдан явагдах зүгшрүүлэлтийн үе шатанд 1-4 сарын интервалтайгаар, элэгдэл тогтворжиж харьцангуй алгуур явагдах ашиглалтын үе шатанд 1 сарын интервалтайгаар ажиглалт хэмжилт хийж байсан болно.

ЭКГ-5А, №1178 экскаваторын явах ангийн хөтлөгч дугуйн эдэлгээний хугацаа нь 2 жилийн дараа дууссан ба энэ үед зузаан нь 80 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 явагдсан.



1-зураг. ЭКГ-5А №1178 экскаваторын явах ангийн сүргээн засварласан болон шинэ хөтлөгч дугуйны элэгдлийн харьцуулалт

Эдэлгээний хугацаа нь дууссан тухайн эд ангийг хаягдал төмрийн агуулах руу явуулахгүйгээр өөрсдийн боловсруулсан сүргээн засварлах технологи нарийн мөрдөж засварласны дараагаар эргүүлээд машинд тавьсан болно. Энд мөн зүгшрүүлэлтийн үе шатанд ойр ойрхон хэмжилт хийж байсан бөгөөд 2014 оны 04 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 сүргээн засварлах технологийн дагуу засварлаж эргүүлэн ашиглах нь худалдан авалтын зардлыг бууруулахаас гадна саатал хүртлэх ажиллагааг нэмэгдүүлэх боломжтой нь харагдаж байна.

### АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:

- [1] Дагва Ж., Хашбат Х. Сүргээн засварлах технологийн үндэс. УБ.: “Эрдэнэзул” ХХК., 2011.
- [2] Нанзад Ц. Экскаваторын ашиглалтын судалгаа. УБ. ТИС. Хэв.газар. 2002. 276х.
- [3] Нанзад Ц., Хавалболот К., Хашбат Х. ба бусад. Багануурын уурхайн экскаваторын ашиглалтын үр ашгийг дээшлүүлэх судалгаа. Эрдэм шинжилгээний ажлын тайлан. УБ.:2012 он.
- [4] Справочник восстановление деталей машин. Под ред. Иванова.В.П. М.: Машиностроение, 2003.-672с
- [5] Багануурын уурхайн техник ашиглалтын бүртгэл, зардалын бүртгэл болон бусад холбогдох материалууд /2004-2014 он/.
- [6] Шишков М.М. Марочник сталеи и сплавов. Справочник. Изд.3-е дополиенное. -Донецк: Юго-Восток. 2002. -456 с.



# Влияние износов на эксплуатационную надежность насосных агрегатов

Викулов М.А.\*, Овчинников Н.П.\*\*, Орхон Л.\*\*\*

\*Федеральное Государственное Автономное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Северо-Восточный федеральный университет им.

[gormashygu@mail.ru](mailto:gormashygu@mail.ru)

\*\* Старший преподаватель кафедры горных машин, ГИ, СВФУ им. М.К.

[ovchinlar1986@mail.ru](mailto:ovchinlar1986@mail.ru)

\*\*\* МУИС, УУИС, Монгол улс

*Аннотация-Данная статья посвящена исследованию влияния гидроабразивного, кавитационного и коррозионного изнашивания на эксплуатационную надежность насосных агрегатов.*

*Ключевые слова: насос, износ, надежность, долговечность, рабочий режим, ротор, модель.*

В данной статье проанализированы результаты исследования влияния износов различной природы рабочего колеса на надежность центробежного насоса на основе результатов параметрических испытаний, численного моделирования динамических и гидродинамических процессов, характерных насосам при эксплуатации, применительно к определенному типу центробежного насоса двустороннего всасывания марки Д200-36.

Последствиями контакта проточной части насосной установки с агрессивной перекачиваемой рабочей средой являются различного рода износы ее деталей. В процессе эксплуатации насосные установки подвергается гидроабразивным, кавитационным, коррозионным и другим видам изнашивания.

Интенсивность изнашивания рабочих деталей насоса зависит от многих факторов: плотности и химического состава перекачиваемой среды, концентрации и гранулометрического состава твердых частиц в потоке, режима эксплуатации, срока службы насоса и площади изнашиваемой поверхности [1].

Основным рабочим звеном любой насосной установки является ротор.

Ротор представляет собой жесткий или упругий вал на опорах с рабочими органами, закрепленными вдоль его оси X (рисунок 1).



Рисунок 1. Ротор насоса типа «Д»

В качестве рабочего органа насоса выступает рабочее колесо, состоящее из лопаток, закрепленных между дисками (рисунок 2).



а  
б  
Рисунок 2. Рабочие колеса насосов:  
а – закрытого типа; б – полужакрытого типа

Научные работы П.С. Заверкина [1] и С.С. Меньшикова [2] свидетельствуют, что при снижении текущего рабочего напора ( $H_T$ ) на 25 % от расчетного напора ( $H_{рас}$ ), насос нуждается в преждевременном капитальном ремонте и выводится из эксплуатации, вследствие нарастающего уровня вибрации, шума, роста электропотребления, учащения аварийных отказов, сокращения межремонтных периодов.

Также в работе [1] установлено, что снижение текущего напора до  $0,75(H_{рас})$ , главным образом связано с уменьшением массы рабочего колеса, в среднем – на  $10 \div 15$  % от начальной массы, в связи с его истиранием наносами, входящими в состав перекачиваемой жидкости и обладающими высокоабразивными свойствами.

Очевидно, что рабочий напор, равный  $0,75(H_{рас})$  является нижним порогом при эксплуатации центробежных насосов.

Таким образом, при исследовании суммарного влияния износов различной природы на эксплуатационную надежность насоса основной интерес представляет эксплуатация насоса в низконапорном режиме, так как работа в данном нештатном режиме наиболее свойственна насосам с изношенными рабочими колесами. Кроме низконапорного режима, в качестве второго расчетного режима – выбран оптимальный режим. В ходе проведенных исследований авторами были определены прочностные характеристики и

долговечность рабочих деталей насоса Д200-36 в зависимости от режима его работы.

В качестве рабочей площадки использовались конечно-элементные модели деталей ротора насоса (рисунок 3), построенные в программном модуле «APM Beam», САПР «APM Win Machine», которым присуще объемно-массовые и физико-механические характеристики натуральных объектов (рисунок 4).

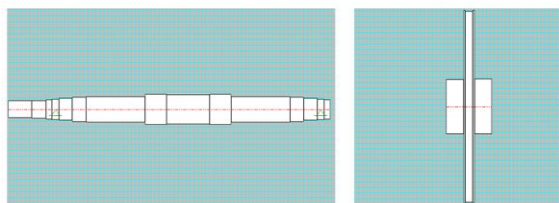


Рисунок 3. Конечно-элементные модели вала и рабочего колеса насоса Д200-36, «APM Beam» (САПР «APM Win Machine 9.4»)



Рисунок 4. Вал и рабочее колесо насоса Д200-36 в натурном виде

В разработанных моделях учтены практически все геометрические особенности деталей. Необходимая геометрия деталей была создана во встроенном редакторе сечений модуля «APM Beam» (рисунок 5).

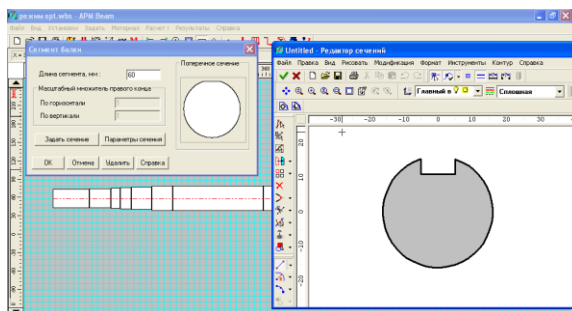


Рисунок 5. Создание сечения сегмента модели вала ротора

Полученные в ходе расчетов объемно-массовые характеристики деталей ротора насоса Д200-36 выписаны в таблицу 1.

Таблица 1

Объемно-массовые характеристики деталей исследуемого насоса

Деталь	Материал	Объем, м <sup>3</sup>	Масса, кг
Вал	Сталь 30ХГСА	0,001024	7,98
Рабочее колесо	Чугун СЧ25	0,001038	7,47
Ротор без учета вспомогательных деталей	Сталь 30ХГСА и Чугун СЧ25	0,002062	15,45

(защитные и направляющие втулки, грундебуксы и др.)			
---	--	--	--

Примечание: Общая масса вспомогательных деталей ротора составляет 1,7 кг. Масса полумуфты, закрепленной на валу насоса – 2,5 кг.

Для определения окончательных прочностных характеристик ротора, последний был рассмотрен как многоступенчатая балка, закрепленная в упругоподатливых опорах с двумя приложенными сосредоточенными массами, работающая как на сжатие – растяжение, так и на кручение от воздействия статических, а также динамических сил механической и гидравлической природы (рисунок 6).

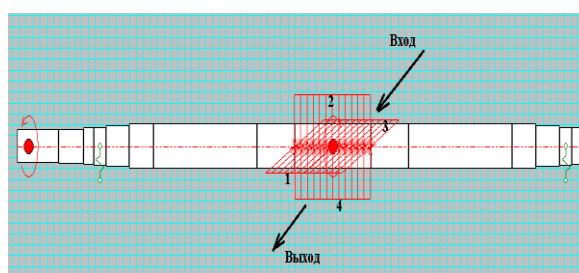


Рисунок 6. Окончательная расчетная схема нагружения вала роторного агрегата насоса Д200-36, (САПР «APM Win Machine 9.4»)

Стоит отметить, что основным видом динамического воздействия в центробежном насосе являются силы давления перекачиваемой жидкости.

Установленные значения сил статического давления жидкости по четырем интересующим позициям (см. рис. рисунок 6) находятся в диапазоне 2,574 ÷ 5,165 МПа.

Значения сил давления жидкости были определены в программной среде «Flow Vision».

Конечные результаты расчета прочностных характеристик деталей ротора насоса Д200-36 в зависимости от рабочего режима приведены в таблице 2.

Таблица 2

Конечные результаты исследований

Режим работы	Макс. механические напряжения в наиболее опасном сечении вала ротора, МПа	Терм. напряжения в наиболее опасном сечении вала ротора, МПа	Реакции опор А и В, кН	Сумм. напряжения в лопатке рабочего колеса, МПа
Низконапорный	272,71	0,69	2,1; 2,11	159,39
Оптимальный	191,9	—	0,46; 0,46	65,17

Основываясь на работу [3], была рассчитана долговечность вала насоса при условии появления трещины (таблица 3).

Таблица 3

Долговечность вала с трещиной в расчетных режимах работы

Режим работы	( $\sigma$ ), МПа	(L), цикл
Оптимальный	191,9	18775,51
Низконапорный	273,4	6571,9

Используя данные таблицы 2, авторами была установлена долговечность наиболее нагруженного подшипника насоса Д200-36 (таблица 4). Долговечность подшипника была определена с помощью программного модуля «APM Bear» (САПР «APM Win Machine»).

Таблица 4

Прогнозируемая долговечность подшипника № 307 (ч)

Режим работы	«APM Bear»	Данные о долговечности по техническому справочнику
Оптимальный	235099,191	40000 ÷ 60000
Низконапорный	1712,816	—

Примечание: В столбце «APM Bear» таблицы 4 представлены значения прогнозируемой долговечности подшипника при вероятности безотказной работы 90 %.

Полученные результаты исследований свидетельствуют, что при снижении массы

рабочего на 10 ÷ 15 % от начального значения, вследствие гидроабразивного, кавитационного и коррозионного изнашивания, максимальные напряжения в наиболее опасном сечении ротора увеличились с 191,9 до 273,4 МПа. Долговечность вала при условии появления трещины, напротив, снижается с 18775,51 до 6571,9 циклов. Долговечность опор при вероятности безотказной работе 90 % уменьшается с 235099,191 часов до 1712,816 часов.

Проведенные исследования указывают на значимость разработки научно-обоснованных рекомендаций, направленных на борьбу с различными рода износами и их последствиями.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

- [1] Заверткин П.С. Повышение ресурса грунтовых насосов снижением интенсивности гидроабразивного изнашивания их элементах в системах гидротранспорта хвостов обогащения. Автореферат дисс. канд. техн. наук. - Санкт-Петербург, 2009. - 20 с.
- [2] Меньшиков С.С. Повышение эффективности эксплуатации грунтовых насосов в условиях гидроабразивного износа. Автореферат дисс. канд. техн. наук. - Екатеринбург, - Санкт-Петербург, 2014. - 21 с.
- [3] Доан Ван Тинь. Разработка и обоснование методики прогнозирования долговечности судовых валов с трещинами при ремонте./ Дис .... канд. техн. наук: 05.08.04 - Астрахань: АГТУ, 2009 г. - 141 с.

# Анализ работы насосных установок рудника «Мир»

Овчинников Н.П. \*Орхон Л.\*\*

\*Федеральное Государственное Автономное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, РФ [ovchinlar1986@mail.ru](mailto:ovchinlar1986@mail.ru)

\*\* МУИС, УУИС, Монгол улс [l.orkhon@mnu.edu.mn](mailto:l.orkhon@mnu.edu.mn)

*Аннотация-Данная статья посвящена анализу эффективности эксплуатации центробежных насосных агрегатов рудника «Мир».*

Таблица 1

**Ключевые слова:** насос, рудник, износ, надежность, рассолы, рабочее колесо, подшипники.

Средние значения показателей эксплуатационной надежности насосных агрегатов рудника «Мир»

Место эксплуатации	Коэффициент( $K_m$ )	Коэффициент( $K_r$ )
КГВ	0.92	0.95

Данная статья посвящена анализу работы насосных агрегатов (рисунок 1), используемых на руднике «Мир» акционерной компании «АЛРОСА», а также установлению причин, влекущих за собой снижение эксплуатационной надежности насосного оборудования.

Исходя из данных таблицы 1 видно, что 5 % от всего календарного времени насосные установки рудника «Мир» находятся в неплановых простоях. Основные причины вывода насосного оборудования из эксплуатации подробно представлены в таблице 2.



Таблица 2

Данные по неплановым простоям насосов ЦНС(К) 180-700

Причина вывода насосных агрегатов из эксплуатации	Доля участия в общем числе простоев, %
Увеличен зазор на полумуфте насоса	4
Увеличен ход ротора на гидропятае насоса	4
Выход из строя электродвигателя	14
Выход из строя подшипника	36
Течь на трубе разгрузки	5
Не срабатывает приемный клапан на всасывающем трубопроводе	4
Износ гидропятае насоса	11
Схождение полумуфт насоса и электродвигателя	5
Выход из строя обратного клапана	4
Нехватка давления на нагнетающем трубопроводе	6
Вибрация рамы насоса	7
<b>ИТОГО</b>	<b>100</b>

Рисунок 1. Центробежные секционные насосы ЦНС(К) 180-700 (АК «АЛРОСА», Мирнинский ГОК)

За основу исследования был взят статистический материал, собранный в период с июля 2012 по июль 2014 гг. Данные по эксплуатации были получены по журналам учета простоев насосного оборудования ремонтных служб, дневникам инженерно-технического персонала ремонтных служб, а также путем анализа различных литературных источников, опроса рабочего персонала и личных наблюдений.

Объектами исследования выступили насосы марки ЦНС(К) 180-700 (5 ед.) местом эксплуатации которых является камера главного водоотлива (далее КГВ) рудника «Мир».

Суммарное количество плановых и неплановых простоев исследованного насосного оборудования в отведенный период времени составило 68.

Для общей оценки результатов эксплуатации насосного оборудования были использованы комплексные показатели надежности, конкретнее коэффициент технического использования ( $K_{ти}$ ) и коэффициент готовности ( $K_g$ ) [1].

Полученные согласно расчетам значения показателей эксплуатационной надежности насосного оборудования выписаны в таблицу 1.

Одной из главных причин возникновения вышеперечисленных вариантов простоев оборудования является агрессивность подземных вод рудника «Мир».

Перекачиваемые в руднике подземные воды обладают повышенной кислотностью и абразивностью, что способствует к учащению коррозионных и трибологических износов проточной части насоса и его трубопроводов, а также закупориванию и истиранию гидропятае. С повышением степени износов возрастает уровень вибрации, шум и электропотребление насосного оборудования, т.е. оборудование перестает работать в номинальном режиме.

Химический состав подземных вод рудника «Мир» представлен рассолами сульфатно-кальцевого и хлоридо-натриевого состава с минерализацией от 35 до 320 г/л. Плотность рассолов составляет порядка 1020...1027 кг/м<sup>3</sup>[2]. Кроме отложений солей, образующихся из высококонцентрированных сульфатных и хлоридных рассолов, источником взвешенных наносов, обладающих высокоабразивными свойствами, также может послужить просыпанная горная масса из ковшей погрузо-доставочных машин и др.

В соответствии с работой [3] установлено, что уровень функционирования насосного агрегата напрямую зависит от фактического состояния его рабочего колеса и подшипниковых узлов.

Данные о сроках службы рабочих колес и подшипников исследуемых насосов представлены в таблице 3.

Таблица 3

Срок службы деталей центробежных секционных насосов

Наименование детали	Сроки службы, ч
Рабочее колесо	3500 ÷ 3900
Подшипники	100 ÷ 1500

Данные таблицы 3 свидетельствуют, что фактическая наработка до капитального ремонта исследованных насосов рудника «Мир» колеблется от 3500 до 3900 часов, в то время как в «Руководстве по эксплуатации насосов ЦНСК»

составляет 6500 часов [4]. Полученные сроки службы подшипников также не соответствуют регламенту.

Проведенный анализ показал, что для повышения уровня функционирования насосных установок рудника «Мир» в первую очередь необходимо обратить внимание на проблему гидроабразивного и коррозионного изнашивания рабочих деталей используемого оборудования.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

- [1] ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Термины и определения. М.: Изд-во стандартов, 1990. - 37 с.
- [2] Сороченко М.К., Лобанов В.В., Письменный А.В. Письменный опыт обнаружения и ликвидации под Метегеро-Ичерским водоносным комплексом геологоразведочных скважин на руднике «Мир»/ М.К. Сороченко, В.В. Лобанов, А.В. Письменный //Горн. информ. – аналит. бюл.– 2011. – № 6. – С. 34 – 40.
- [3] Заверткин П.С. Повышение ресурса грунтовых насосов снижением интенсивности гидроабразивного изнашивания их элементов в системах гидротранспорта хвостов обогащения. Автореферат дисс. канд. техн. наук. -Санкт-Петербург, 2009. - 20 с.
- [4] Долганов А.В. Повышение эффективности эксплуатации водоотливных установок медноколчеданных рудников. Автореферат дисс. канд. техн. наук. - Екатеринбург, 2012. - 17 с.

# Зависимость показателей надежности экскаваторов ЭКГ-8И, ЭКГ-5А разреза Багануурский от срока эксплуатации

Л.Орхон\*

\*МУИС, УУИС, Монгол улс

*The results of research of operational reliability open-mine excavator and draglines in a coal mine "Baganursky" (Mongolia). The analysis of changes in the specific total duration of repairs open-mine excavator, established approximation curves of the dependence of the lifetime. Established regression of this index for dragline excavators. The conclusion about the need to rise of level the reliability and efficiency of service with application vibration monitoring. 5 sources. 3 figures.*

**Key words:** reliability, lifetime, the total duration of the specific repairs.

Горнодобывающая отрасль занимает ведущее место в экономике Монголии и не только обеспечивает углем ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, ТЭЦ-4, ТЭЦ Дархана, Эрдэнэта, но и экспортирует золото, флюорит, коксующийся уголь, что влияет на рост валовой продукции страны. Поэтому экономическое развитие страны во многом зависит от эффективности развития горнодобывающей промышленности.

В настоящее время в Монголии разработка месторождений полезных ископаемых производится в основном открытым способом, и при этом на горных предприятиях используются экскаваторы типа ЭКГ-5А, ЭКГ-4У, ЭКГ-8И, ЭКГ-10, ЭШ-10.70, ЭШ-20.90, ЭШ-13.50, ЭШ-15.90. Эти машины в основном работают на Баганурском угольном разрезе. Возраст экскаваторов на разрезе "Баганурский" составляет от 21 до 30 лет. Следует отметить, что до настоящего времени исследований эксплуатации экскаваторов угольного разреза "Баганурский" проводилось недостаточно.

Показатели использования экскаваторов в условиях угольных разрезов "Баганурский". Простой машин в плановых и неплановых ремонтах достигают до 30 % от общего календарного фонда времени, а коэффициент технического использования, коэффициент готовности находятся в пределах 0,65–0,89.

Карьерные экскаваторы в Монголии работают в условиях сурового резко континентального климата с большими пределами колебания температур от –50 до

+40 °С и скоростью ветра до 10–20 м/с. Все это является причиной появления дополнительных динамических нагрузок в основных узлах машин, что способствует интенсивному изнашиванию оборудования.

Одним из путей повышения уровня эффективности использования мощных высокопроизводительных машин может являться своевременная и оперативная оценка технического состояния экскаваторов с минимальными затратами времени на ремонтное обслуживание. В связи с этим диагностика и оценка технического состояния техники является одной из важных первоочередных проблем.

С целью повышения эффективности использования горного оборудования на разрезе "Баганурский" проведены наблюдения за работой экскаваторов ЭКГ-5А, ЭКГ-8И и экскаваторов драглайнов в период 2003–2011 гг. и исследована их эксплуатационная надежность в соответствии с ГОСТ-27.002-83 [1].

По данным наблюдения за работой карьерных экскаваторов ЭКГ-8И и ЭКГ-5А в период 2003–2011 гг. в условиях угольного разреза «Баганурский» произведена оценка их уровня надежности в зависимости от срока их эксплуатации. Экскаваторы ЭКГ-8И работают на отвале вскрышных пород, ЭКГ-5А – в угольном забое. Для оценки надежности приняты коэффициент готовности, коэффициент технического использования, удельная суммарная продолжительность ремонтов. При этом удельная суммарная продолжительность ремонтов для каждой возрастной группы экскаваторов определена по статистическим данным по следующей формуле:

$$T_{\text{р.уд.}} = \frac{\sum_j^m t_{\text{пр.}j} + \sum_i^n t_{\text{пр.}i}}{\sum_i^n t_i},$$

где  $\sum_i^n t_i$  – суммарная годовая наработка экскаваторов одной возрастной группы,  $i=1\dots m$ , ч;

$\sum_j^m t_{пр.j}$  – суммарная годовая продолжительность плановых ремонтов экскаваторов одной возрастной группы,  $j=1\dots m$ , ч;

$\sum_i^n t_{нр.i}$  – суммарная годовая продолжительность неплановых ремонтов экскаваторов одной возрастной группы,  $i=1\dots n$ , ч;

$m$  и  $n$  – количество плановых и неплановых ремонтов.

Показатели надежности определены для каждой возрастной группы машин в зависимости от их срока эксплуатации.

Чтобы установить зависимости удельной суммарной продолжительности ремонтов экскаваторов, коэффициентов готовности и технического использования от срока эксплуатации машин, были созданы соответствующие выборки исходных данных и обработаны с помощью специальной программы StatSoft, в результате чего получены аналитические зависимости и соответствующие коэффициенты корреляционной связи [2, 3].

На рис. 1 представлено изменение удельной суммарной продолжительности ремонтов  $K_{уд}$  экскаваторов ЭКГ-5А в период 2003–2011 гг. Уравнение аппроксимации, полученное для  $K_{уд}$  с коэффициентом корреляции  $R=0,47$  показывает в течение срока эксплуатации тенденцию неуклонного увеличения средних значений этого показателя надежности с 0,12 до 0,29, то есть в 2,4 раза.

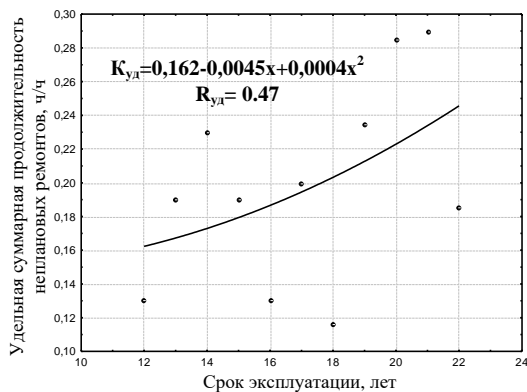


Рис. 1. Зависимость удельной суммарной продолжительности ремонтов экскаваторов ЭКГ-5А от срока эксплуатации

На рис. 2 представлено изменение удельной суммарной продолжительности ремонтов  $K_{уд}$  экскаваторов ЭКГ-8И в период 2003–2011 гг. Характер изменения, по сравнению с экскаваторами ЭКГ-5А, показывает по кривой аппроксимации более выраженную тенденцию неуклонного его увеличения с 0,13 до 0,40 (коэффициент корреляции  $R=0,48$ ), то есть в 3 раза.

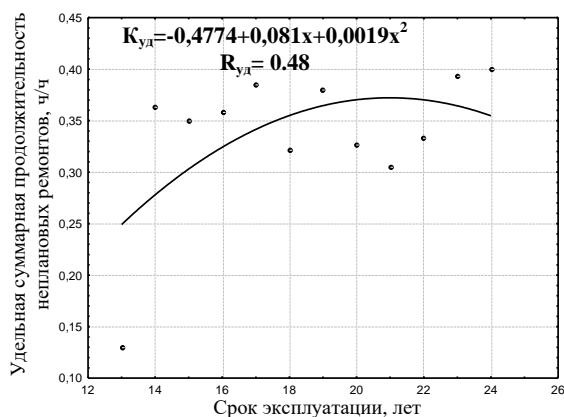


Рис. 2. Зависимость удельной суммарной продолжительности ремонтов экскаваторов ЭКГ-8И от срока эксплуатации

Удельная суммарная продолжительность ремонтов экскаваторов-драглайнов (рис. 3) в период 2003–2011 гг. также имеет тенденцию увеличения. Кривые аппроксимации показывают, что средние значения этого показателя надежности увеличились за 12 лет эксплуатации машин с 0,12 до 0,34, то есть, почти в 3 раза (коэффициент корреляции  $R=0,71$ ).

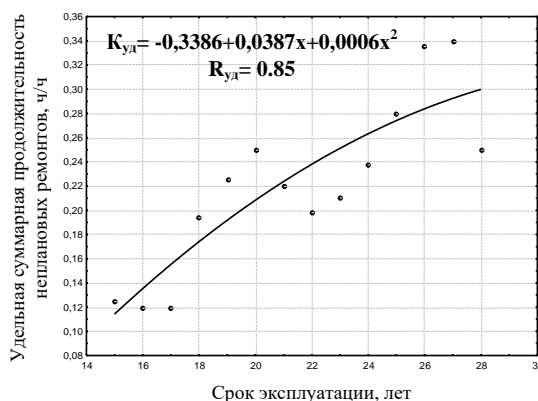


Рис. 3. Зависимость удельной суммарной продолжительности ремонтов экскаваторов драглайнов от срока эксплуатации

Значения коэффициентов детерминации и корреляции подтверждают существенность связи уровня надежности карьерных экскаваторов и драглайнов от срока их эксплуатации.

Показатели эксплуатационной надежности экскаваторов в значительной степени зависят от их срока эксплуатации. Этот факт объясняется низкой эффективностью применяемых методов диагностирования состояния машин и ее отдельных элементов, что затрудняет планирование ремонтов и вызывает появление большого количества отказов и unplanned простоев в ремонте. Все это в совокупности снижает уровень организации и эффективность ремонтного производства горного предприятия.

Полученные зависимости показывают, что при увеличении срока эксплуатации машин и оборудования неуклонно снижается их техническое состояние. Это связано с ростом как плановых, так и unplanned простоев в ремонте машин, вследствие чего снижается уровень его надежности, увеличиваются простои, возрастают расходы на ремонт, уменьшается выработка машин.

Возрастание плановых простоев в ремонте при увеличении срока эксплуатации машин связано с нарастающим объемом работ из-за уменьшения послеремонтного ресурса узлов и агрегатов и увеличения номенклатуры объектов ремонта за счет узлов, имеющих высокий ресурс, а также базовых элементов оборудования, все более вовлекаемых в сферу ремонтных работ.

Возрастание unplanned простоев в ремонте при увеличении срока эксплуатации машин вызвано недостаточным применением методов неразрушающего контроля, что не позволило уменьшить unplanned простои за счет их перевода в разряд плановых простоев. По мере увеличения срока эксплуатации экскаваторов снижается уровень эксплуатационной надежности и возрастают затраты времени и материально-технических

ресурсов на техническое обслуживание и ремонт. Результаты исследования показывают необходимость экономического обоснования следующих мероприятий [1, 4, 5]:

Установление экономически обоснованных сроков службы до списания, обеспечивающих максимальную выработку и минимальные эксплуатационные расходы;

- планирование технического обслуживания и ремонта экскаваторов с учетом мониторинга технического состояния с применением методов технической диагностики, заданного объема работ по экскавации и требуемого уровня эксплуатационной надежности;
- планирование работы экскаваторов с учетом их срока эксплуатации и уровня надежности.

#### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:**

- [1] Нанзад Ц. Экскаваторын найдвартай ажиллагааг судлах онол арга зүй. УБ.:2004.-176с.
- [2] Нанзад Ц. Экскаваторын ашиглалтын чанарын удирдлага. УБ: 2007 – 276с.
- [3] Шадрин А.И. Надежность горных машин и оборудования. учеб. пособие.–Иркутск: ИрГТУ, 2012. – 160 с.
- [4] Шадрин А.И. Техническая эксплуатация горных машин и оборудования. учеб. пособие.– Иркутск: ИрГТУ, 2012. – 320 с.
- [5] Махно Д.Е. Эксплуатация и ремонт механических лопат в условиях Севера: справочное пособие /Д.Е. Махно, А.И Шадрин. – М.: Недра, 1992. – 127 с.



# Влияние погодно-климатических факторов на надежности ЭКГ-8И угольного разреза “Багануурский”

Л.Орхон\*

\*МУИС, УУИС, Монгол улс

*The results of investigation of operational reliability of mining shovels and draglines in a coal mine "Baganursky" for 25-30 years of operation (Mongolia). The analysis of changes in the specific total duration of repairs and the curves approximation of its dependence on the life of the excavator. It was found that in 25-30 years of operation, this figure increased reliability excavators 2-3. The conclusion about the need to define a rational life and maintain a high level of reliability and operational efficiency through the use of vibration diagnostics5 sources. 3 figures.*

**Key words:** *reliability, lifetime, the total duration of the specific repairs.*

В условиях угольного разреза “Багануурский” были проведены специальные исследования по оценке влияния суровости климата на эксплуатационную надежность экскаваторов ЭКГ-8И с применением регрессионного анализа. Исследовалось влияние климата на параметр потока отказов и коэффициент неисправности экскаваторов при работе их в грунтах III и VI категорий (по трудности разработки одноковшовыми экскаваторами и драглайнов). В качестве климатических (погодно-климатических) факторов, которые были учтены при разработке регрессионной модели, были приняты:

- (характеристики) температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ )

- скорость ветра  $x_8$  (м/с).

Климатические характеристики приведены в соответствие с рекомендациями гидрометеослужбы. Среднесуточная амплитуда колебаний температуры воздуха определялась как разница между его среднемаксимальной и среднеминимальной температурой. Указанные характеристики климата для любого климатического района могут быть определены по отчетным данным гидрометеослужбы.

В результате регрессионного анализа данных получена математическая модель процесса, которая была проверена на адекватность исходным данным с оценкой степени влияния каждого из перечисленных выше факторов на уровень эксплуатационной надежности экскаваторов. Уравнения регрессии получены для параметра потока отказов экскаваторов

ЭКГ-8И с дифференциацией по категориям грунта. Статистическая обработка уравнений регрессии выявила их адекватность экспериментальным данным на основании F-критерия с уровнем значимости  $\alpha=0,1$ . Виды распределений экспериментальных и расчетных значений параметра потока отказов экскаватора ЭКГ-8И в условиях угольного разреза “Багануурский” при разработке грунтов.

Чтобы установить зависимости удельной суммарной продолжительности ремонтов экскаваторов, коэффициентов готовности и технического использования от срока эксплуатации машин, были созданы соответствующие выборки исходных данных и обработаны с помощью специальной программы StatSoft, в результате чего получены аналитические зависимости и соответствующие коэффициенты корреляционной связи [1,2,3].

Параметр потока отказов экскаваторов ЭКГ-8И (рис. 5) в период 2003–2011 гг. также имеет тенденцию уменьшается. Кривые аппроксимации показывают, что средние значения этого показателя надежности увеличились за 10 лет эксплуатации машин с 0,12 до 0,34, то есть, почти в 3 раза (коэффициент корреляции  $R=0,79$ ).

Параметр потока отказов экскаваторов ЭКГ-8И (рис. 5) в период 2003–2011 гг. также имеет тенденцию уменьшается. Кривые аппроксимации показывают, что средние значения этого показателя надежности увеличились за 10 лет эксплуатации машин с 0,12 до 0,34, то есть, почти в 3 раза (коэффициент корреляции  $R=0,79$ ).

На рис. 6 представлено изменение параметр потока отказов  $K_{\text{пар}}$  экскаваторов ЭКГ-5А зависимость от скорость ветры в период 2003–2011 гг. Характер изменения, по сравнению с экскаваторами ЭКГ-8И, показывает по кривой аппроксимации более выраженную тенденцию неуклонного его уменьшается (коэффициент корреляции  $R=-0,53$ ).

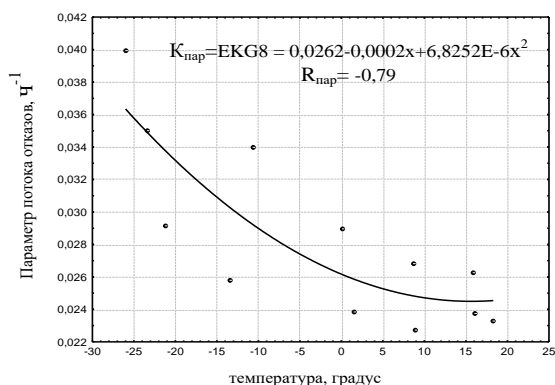


Рис. 1. Коэффициент параметр потока отказов зависимость от температура экскаваторов ЭКГ-8И в условиях угольного разреза «Баганурский»

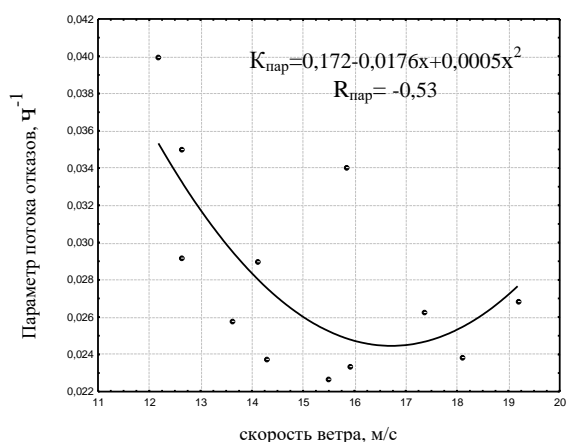


Рис. 2. Коэффициент параметр потока отказов зависимость от скорость ветры экскаваторов ЭКГ-8И в условиях угольного разреза «Баганурский»

Уравнения регрессии связи показателей надежности и климатических факторов для экскаваторов ЭКГ-8И, ЭКГ-5А и ЭШ угольного разреза “Баганурский”

$$\text{ЭКГ-8И} \\ \omega = 0,026 - 0,000271t - 0,000066V$$

Проверка значимости каждого из факторов и регрессии в целом производилась с помощью *F*-критерия. При этом незначимые факторы выводились из уравнения, после чего снова производился пересчет коэффициентов регрессии.

Для оценки степени влияния отдельных климатических факторов и их сочетаний на уровень надежности карьерных экскаваторов применялся коэффициент эластичности, получаемый из выражения [1,2,3]

Значения коэффициентов детерминации и корреляции подтверждают существенность связи уровня надежности карьерных

экскаваторов и драглайнов от температура и скорость ветры.

Показатели эксплуатационной надежности экскаваторов в значительной степени зависят от их температура и скорость ветры. Этот факт объясняется низкой эффективностью применяемых методов диагностирования состояния машин и ее отдельных элементов, что затрудняет планирование ремонтов и вызывает появление большого количества отказов и неплановых простоев в ремонте. Все это в совокупности снижает уровень организации и эффективность ремонтного производства горного предприятия.

Полученные зависимости показывают, что при увеличении срока эксплуатации машин и оборудования неуклонно снижается их техническое состояние. Это связано с ростом как плановых, так и неплановых простоев в ремонте машин, вследствие чего снижается уровень его надежности, увеличиваются простои, возрастают расходы на ремонт, уменьшается выработка машин.

Возрастание плановых простоев в ремонте при увеличении срока эксплуатации машин связано с нарастающим объемом работ из-за уменьшения послеремонтного ресурса узлов и агрегатов и увеличения номенклатуры объектов ремонта за счет узлов, имеющих высокий ресурс, а также базовых элементов оборудования, все более вовлекаемых в сферу ремонтных работ.

Возрастание неплановых простоев в ремонте при увеличении срока эксплуатации машин вызвано недостаточным применением методов неразрушающего контроля, что не позволило уменьшить неплановые простои за счет их перевода в разряд плановых простоев. По мере увеличения срока эксплуатации экскаваторов снижается уровень эксплуатационной надежности и возрастают затраты времени и материально-технических ресурсов на техническое обслуживание и ремонт. Результаты исследования показывают необходимость экономического обоснования следующих мероприятий [1, 2, 3]:

Установление экономически обоснованных сроков службы до списания, обеспечивающих максимальную выработку и минимальные эксплуатационные расходы;

- планирование технического обслуживания и ремонта экскаваторов с учетом мониторинга технического состояния с применением методов технической диагностики, заданного объема работ по экскавации и

требуемого уровня эксплуатационной надежности;

- планирование работы экскаваторов с учетом их срока эксплуатации и уровня надежности.
- На основании выше изложенного можно сделать следующие выводы:
- Результаты исследования могут быть использованы при прогнозировании уровня надежности, разработке регламентов ТО и ремонта, а также при планировании выработки экскаваторов разреза “Баганурский”.
- Значительное снижение уровня надежности в условиях разреза “Баганурский” объясняется низким уровнем эксплуатационной технологичности оборудования, а также несовершенством действующей системы технического обслуживания и ремонта экскаваторов. Все это усугубляется длительными сроками эксплуатации оборудования и большим износом машин в экстремальных условиях эксплуатации.
- В связи с низким уровнем надежности экскаваторов стоит проблема ограничения срока службы из-за больших затрат на содержание машин. Для повышения эксплуатационной технологичности экскаваторов необходимо решить задачу внедрения методов вибрационного контроля состояния редукторов тяги и подъема.

Проверка значимости каждого из факторов и регрессии в целом производилась с помощью *F*-критерия. При этом незначимые факторы выводились из уравнения, после чего снова производился пересчет коэффициентов регрессии.

Полученные уравнения регрессии для параметра потока отказов экскаватора ЭКГ-

8И учитывают как сами факторов, так и их сочетания (совпадения).

Следовательно, при увеличении относительной влажности воздуха на 1% параметр потока отказов возрастает на 1,05% и при увеличении произведения значений среднесуточной и средней минимальной температуры – снижается на 0,032%. Подобный анализ выполнен для всех уравнений регрессии, полученных для разных горно-геологических условий эксплуатации экскаваторов ЭКГ-8И в условиях угольного разреза “Баганурский”. Физическая природа этой связи трудно объяснима, однако параметр потока отказов подсистемы механической части тесно связан с относительной влажностью воздуха в сочетании его с абсолютноминимальной температурой.

Резюмируя сказанное, можно утверждать, что уровень надежности подсистемы механической части карьерных экскаваторов находится в тесной связи со среднесуточной амплитудой колебаний температуры воздуха и сочетаниями ее с абсолютноминимальной температурой и относительной влажностью воздуха.

#### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:**

- [1] Шадрин А.И. Надежность горных машин и оборудования. учебное пособие.-Иркутск.: ИрГТУ, 2012. -160 с.
- [2] Шадрин А.И. Техническая эксплуатаций горных машин и оборудования. учебное пособие.- Иркутск.: ИрГТУ, 2012. -320 с.
- [3] Махно Д.Е. Эксплуатация и ремонт механических лопат в условиях Севера: справочное пособие /Д.Е. Махно, А.И Шадрин /.-М.: Недра, 1992.-127с.

# Тоног төхөөрөмжийн ажиллагааг тодорхойлох үл задлах аргууд

Пүрвээгийн Ариунболор\*, Цэдэндоржийн Мөнхжаргал\*, Загдаагийн Оюундэлгэр\*  
\*Шинжлэх ухаан технологийн их сургуулийн Геологи уул уурхайн сургууль

*Хураангуй: Энэ өгүүлэлд тоног төхөөрөмжийн техникийн байдлыг тодорхойлох, үнэлэх, оношлох үл задлах аргууд болох доргионы, статорын гүйдлийн, соронзон урсгалын, температур хэмжилтийн аргуудыг авч үзсэн.*

*Түлхүүр үг: Гэмтэл, агааран завсар, холхивч, статор, ротор.*

## 1. ОРШИЛ

Үйлдвэрүүдийн зардлын 30 гаруй хувийг тоног төхөөрөмжийн засвар үйлчилгээ эзэлдэг ба үйлдвэрлэлийн үр ашиг нь тоног төхөөрөмжид заагдсан ажиллах хугацаанаас шууд хамаардаг тул тоног төхөөрөмжийн ашиглалтыг сайжруулан, үзлэг үйлчилгээ, засварын үр өгөөжийг дээшлүүлснээр бүтээгдэхүүний гарцыг нэмэгдүүлдэг. Тоног төхөөрөмжийн ажиллагааны талаар урьдчилсан мэдээлэл авах боломжгүй тул түүний гэмтлийг цаг тухай бүрт илрүүлж чаддаггүй. Ашиглалтын явцад гадаад болон дотоод хүчин зүйлүүдийн нөлөөллөөр цахилгаан механик тоног төхөөрөмжийн хэвийн ажиллагаа алдагдаж, гэмтэл, эвдрэл үүсгэснээр төлөвлөгөөт бус сул зогсолт гарч засварын зардлыг ихэсгэдэг. Мөн тоног төхөөрөмжийн үзлэг үйлчилгээний хоорондох хугацаа нь гэмтэж, эвдрэх хугацаанаас бага байх шаардлагатай юм. Гэвч олон үзлэг, үйлчилгээ нь машин, тоног төхөөрөмжийн ажиллах цагийг багасгаж, шаардлагатай бус сэлбэг хэрэгслийг нөөцлөх, бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэлийг бууруулж байдгаас гадна буруу задлах, угсрах гэх мэт хүний алдааг ихэсгэдэг тул төлөвлөгөөт үзлэг, үйлчилгээ нь төдийлөн ашигтай биш байдаг. Сүүлийн үед үл задлах аргаар тоног төхөөрөмжийн техникийн байдал, түүний цахилгаан тусгаарлалыг оношлон түүний эвдрэл гэмтлийн шалтгааныг тодорхойлон урьдчилан арга хэмжээ авч төлөвлөгөөт бус сул зогсолтыг багасгаж, найдварт ажиллагааг ихэсгэснээр үйлдвэрлэлийн ихээхэн үр ашиг гарч байна. Жишээлбэл: Английн нэг нүүрсний үйлдвэр нь тоног төхөөрөмжийн ашиглалтыг нэг хувиар өсгөснөөр жилд 80 сая фундын ашиг олсон. Иймд уурхайн засвар үйлчилгээний зардлыг бууруулах, үзлэг үйлчилгээ, засварын үр ашгийг дээшлүүлэхэд үл задлах аргын оношилгоо нь бий болгох шаардлагатай.

Тоног төхөөрөмжийг ажиллаж байх үед түүний техникийн байдлыг тодорхойлохыг үл задлах аргын оношилгоо гэнэ. Үүнийг мөн үл задлах аргаар тоног төхөөрөмжийн техникийн байдлыг тодорхойлох гэж хэлж болно. Доргионы, статорын

гүйдлийн, соронзон урсгалын, температурын хэмжилтийн зэрэг задлах аргууд байдаг. Эдгээр аргуудыг авч үзье.

## 2. ҮЛ ЗАДЛАХ АРГУУД

*Доргионы арга:* Энэ арга нь тоног төхөөрөмжийн ажиллагааг оношлох, тэнцвэр алдагдах, холхивч гэмтэх зэрэг механик гэмтлүүдийг илрүүлэхэд хэрэглэгдсээр ирсэн уламжлалт арга юм. Асинхрон хөдөлгүүрийн хийц нь нарийн тэгш хэмтэй, агаарын завсар бага байдгаас гэмтлийн ямар ч хэлбэр нь үүнд нөлөөлж, статорын гүйдэл, хүчдэл, агаарын завсрын соронзон урсгал өөрчлөгдсөнөөс доргио үүсдэг. Хэвийн ажиллагаатай хөдөлгүүрт доргиог үүсгэж байгаа давтамж нь роторын савхан дамжуулагчийн давтамж ( $f_{rs}$ ) бөгөөд үүнийг 1 дүгээр томъёогоор тооцно [1].

$$f_{rs} = f_r \cdot nrb. \quad (1)$$

Тайлбар:  $f_{rs}$  – роторын савхан дамжуулагчийн давтамж,  
 $f_r$  – роторын эргэлтийн давтамж,  $nrb$  – роторын савхан дамжуулагчийн тоо.

Хэвийн ажиллагаатай хөдөлгүүрийн резонансыг судлах явцад давхар-цагаригийн загварыг боловсруулан, статорын өөрийн давтамжийг тодорхойлох аргачлалыг С.С.Чанг[2], цахилгаан соронзон моментын спектр шинжилгээгээр судлах аргыг П.Салминен тус тус боловсруулсан.

С.М.Рилей нь хос туйлт синхрон хөдөлгүүрийн агаарын завсар өөрчлөгдсөн үед статорын гүйдлийн давтамжийн эхний амплитуд нь хөдөлгүүрт үүсэх доргиотой шууд хамааралтай болохыг лабораторийн туршилтаар тодорхойлсон байна[3]. Д.Г.Доррелл нь статорын гүйдэл болон доргионы давтамжийн гармоникудаар агаарын завсрын статик болон динамик өөрчлөлтийг үнэлэх математик загварыг боловсруулсан[4]. Холхивчид үрлүүд нь маш бага хэмжээний доргио үүсгэх боловч гэмтэл үүсэж эхлэхэд эрс ихэсдэг. Холхивчийн хийцээс (үрлийн тоо, диаметр, холхивчийн дундаж диаметр) болон хөдөлгүүрийн эргэлтийн (ажлын) хурднаас хамааран холхивчид үүсэх гэмтлүүд нь хөдөлгүүрийн доргионы спектр шинжилгээнд тусгай давтамжийг гаргадаг. СпектраКүест Төв нь холхивчийн гэмтлийг тодорхойлох судалгааны ажлыг эрчимтэй хийж байна. Холхивчийн дотоод, гадаад цагаригийн гэмтлийг илэрхийлэх давтамжийн амплитудын өөрчлөлтийг хөдөлгүүрийн эргэлтийн хурд, ачааллаас хамааруулан судалж, эдгээр нь түүний

амплитудын өөрчлөлтөд нөлөөлөхгүй байгааг баталсан боловч уг шалтгааныг нь олоогүй байна.

Мөн А. Надер нь гадаад ба дотоод цагариг гэсэн хоёр оролттой ротор-холхивчийн механик загвар боловсруулж, доргионы спектр шинжилгээ хийсэн. Е.Х.Бенбоузид холхивчийн гэмтлийг түүний хийцээс нь хамааруулан судалж доорх томъёог гаргасан[5].

$$\begin{aligned} f_0 &= 0.4 \cdot n \cdot r \cdot f_r \\ f_i &= 0.6 \cdot n \cdot f_r \end{aligned} \quad (2)$$

Тайлбар:  $f_0$  – дотоод цагаригийн гэмтлийг илэрхийлэх давтамж,  $f_i$  – гадаад цагаригийн гэмтлийг илэрхийлэх давтамж,  $n$  – холхивчийн үрлийн тоо.

СпектраКүест Төв холхивчийн гадаад ба дотоод цагаригийн гэмтлийг доорх томъёогоор тодорхойлж, гэмтлийн амплитудын өөрчлөлтийн хүчин зүйлийг туршилтаар судалсан боловч тодорхойлж чадаагүй байна.

$$F_{BPI/BPO} = \frac{N_b}{2} \cdot \left(1 \pm \frac{D_b \cos \theta}{D_c}\right) \cdot f_r \quad (3)$$

Тайлбар:  $N_b$  – холхивчийн үрлийн тоо,  $D_b$  – үрлийн диаметр,  $D_c$  – нэг үрлийн төвөөс эсрэг талын үрлийн төв хүртэл хэмжигдсэн холхивчийн эх биеийн диаметр,  $\theta$  – холхивчийн шүргэлцэх өнцөг.

Бо-Сүк Янг, Петр Спатенка, Жасон Р.Стаск нар холхивчийн гэмтлийн доргионы давтамжийг лабораторийн туршилтаар судалсан ба эдгээрээс Бо Ли, Е.Израел гэмтлийн доргионы давтамжийг илрүүлэх хиймэл оюуны Нейрон сүлжээний загвар боловсруулсан. Б.Лианг ба Алиреза Садоугхи роторын савхан дамжуулагчийн гэмтлийг лабораторийн туршилтаар судалж, доргионы спектр шинжилгээнд энэ гэмтлийг илэрхийлэх давтамж хөдөлгүүрийн эргэлтийн давтамжийн эхний гармоник ( $f_r$ )-ийн хоёр талд 4 дүгээр томъёонд байх давтамж бий болдгийг баталсан байна[1].

$$f_{brb} = f_r \pm 2sf \quad (4)$$

Тайлбар:  $f_{brb}$  – роторын савхан дамжуулагчийн гэмтлийг илэрхийлэх давтамж,  $f_{brb}$  – эргэлтийн давтамж,  $s$  – гулсалт,  $f$  – сүлжээний давтамж,

Б.Лианг мөн лабораторийн нөхцөлд статорын ороомгийн гэмтлийг судлахад доргионы спектр шинжилгээнд гэмтлийг илэрхийлэх давтамж нь сүлжээний давтамжийн хоёрдугаар гармоникт  $2f$  илэрч байна [6]гэдгийг баталсан байна. Ж.Петро хөдөлгүүрийн статорын ороомгийн гэмтлийг тодорхойлох механик загвар боловсруулж, статорын ороомгийн гэмтлийг лабораторийн нөхцөлд туршилтаар судалсан [1].

Ф.С. Трифф хөдөлгүүрийн статорын ороодсын гэмтлээс болж гарах доргио ба статорын хийц хоорондын хамаарлыг судалж, лабораторийн туршилт явуулсан [1]. С.С.Рудраража роторын механик гэмтлийг (тэнцвэргүй болох, тэнхлэг зөрөх) лабораторийн нөхцөлд судлан хөдөлгүүрийн эргэлтийн давтамжийн эхний гармоникийн амплитуд эрс ихэсдэгийг баталсан[1].

Хөдөлгүүрийн статорын гүйдлийн арга: Энэ арга сүүлийн үед гарч ирсэн хөдөлгүүрийн гэмтлийг ажиллагааны явцад тодорхойлох аргуудын нэг юм. С.Али, Блодт, Бо-Сук Янг, Левент Ерен, Жасон Р. Стаск, Ким Кюсунг, Туомо Линдх, Ранду Р. Ссхоен, Вон-Руо Хонг нар холхивчийн гэмтлийг статорын гүйдлийн аргаар судалсан байна [1]. М.Е.Х.Бенбоузид холхивчийн гэмтлээс үүсэх доргио, хөдөлгүүрийн статорын гүйдэл хоорондын хамаарлыг гаргасан. Холхивчийн гэмтэл нь агаарын завсрыг өөрчилж, хэвийн бус соронзон урсгалыг бий болгосноор хөдөлгүүрийн статорын гүйдэлд нөлөөлдгийг судалсан [5]. Хөдөлгүүрийн статорын гүйдлийн спектр шинжилгээнээс хөдөлгүүрийн холхивчийн дотоод, гадаад цагаригийн гэмтлийг тодорхойлох давтамжуудыг тооцох 5 дугаар томъёогоор тооцсон.

$$F_{i/o} = |F_s \pm m \cdot F_{BPI/BPO}| \quad (5)$$

Тайлбар:  $F_{i/o}$  – дотоод болон гадаад цагаригийн гэмтлийг илэрхийлэх давтамж,  $F_s$  – сүлжээний давтамж,  $F_{BPI/BPO}$  – дотоод болон гадаад цагаригийн давтамж;  $m$  – натурал тоо.

Адитя Корде, Х.Хамиди, Г. М. Жоксимовик, Ким Кюсунг, С.Нанди, Р.В.Ж.Родригуез, Т.Срибаворнмонгкол, W.T.Томсон, Х.А.Толият, Х.Хуанг нар хөдөлгүүрийн агаарын завсрын статик өөрчлөлтийг статорын гүйдлийн аргаар судалсан байна [1]. Х.В.Пенроз хөдөлгүүрийн статорын гүйдлийн спектрийн шинжилгээнд агаарын завсрын статик өөрчлөлтийг илэрхийлэх давтамжийг 6 дугаар томъёогоор тодорхойлсон.

$$f_{st} = f_r \pm n \cdot f_s \quad (6)$$

Тайлбар:  $f_{st}$  – агаарын завсрын статик өөрчлөлтийг илэрхийлэх давтамж,  $f_s$  – сүлжээний давтамж,  $n = 1, 2, 3 \dots$  натурал тоо.

М.Е.Х.Бенбоузид, С.Нанди, В.Т.Томсон нар хөдөлгүүрийн статорын гүйдлийн спектр шинжилгээнд хөдөлгүүрийн агаарын завсрын өөрчлөлтийг илэрхийлэх давтамжийг 7 дугаар томъёогоор тооцсон байна.

$$f_{ecc} = \left[ (k \cdot nr_b \pm n_d) \frac{(1-s)}{p} \pm n \right] \cdot f_s \quad (7)$$

Тайлбар:  $f_{ecc}$  – агаарын завсрын өөрчлөлтийг илэрхийлэх давтамж,  $nr_b$  – роторын савхан дамжуулагчийн тоо,  $s = (f_{syn} - f_r)/f_{syn}$  – гулсалт,  $f_{syn}$  – синхрон эргэлтийн давтамж,  $p$  – туйлын тоо,  $f_s$  – сүлжээний давтамж,  $k, n_d, n$  – натурал тоо.

Х.Рази, Билент Аухан, М.Адерано нар роторын савхан дамжуулагчийн гэмтлийг лабораторийн туршилтаар судлахад хөдөлгүүрийн статорын гүйдлийн спектр шинжилгээнд сүлжээний давтамж (50 Гц)-ийн хоёр талд 8 дугаар томъёонд өгөгдсөн гулсалтын хажуугийн давтамж илэрч байгааг баталсан байна[1].

$$f_b = (1 \pm 2s)f_0$$

Тайлбар:  $f_b$  – роторын савхан дамжуулагчийн гэмтлийг илэрхийлэх давтамж,  $s$  – гулсалт,  $f_0$  – сүлжээний давтамж.

М.Адерано, Адитя Корде, Арфат Сиддикуе, М.Аркан, А.Ж.Маркүес Сардоко, Жармо Лехтонен, Г.М.Жоксимовик, В.Т.Томсон, Фернандо Виллада нар статорын гэмтлийг статорын гүйдлийн аргаар судалсан байна [1]. Ховард В Пенросе хөдөлгүүрийн статорын зүрхэвчийн гэмтлийг лабораторийн туршилтаар судлахад статорын гүйдлийн спектр шинжилгээнд статорын ховилтой холбоотой давтамж бий болдгийг илрүүлсэн. Статорын зүрхэвчийн гэмтлийг илэрхийлэх давтамжийг 9 дүгээр томъёогоор илэрхийлнэ.

$$f_s = f_r \cdot N_{ss} \quad (9)$$

Тайлбар:  $f_s$  – статорын ховилын гэмтлийг илэрхийлэх давтамж,  $N_{ss}$  – статорын ховилын тоо.

Марк Фенгер хөдөлгүүрийн гэмтлийг тодорхойлох судалгааны ажлын тоймыг нэгтгэн судалсан ба статорын ороомгийн гэмтлийг илэрхийлэх давтамжийг 10 дугаар томъёогоор тооцно [7]

$$f_{st} = \left[ \frac{n}{p} (1 - s) \pm k \right] \cdot f_1 \quad (10)$$

Тайлбар:  $f_{st}$  – статорын ороомгийн гэмтлийг илэрхийлэх давтамж,  $p$  – туйлын тоо,  $s$  – гулсалт,  $f_1$  – сүлжээний давтамж,  $n = 1, 2, 3 \dots$ ,  $k = 1, 2, 3 \dots$  натурал тоо.

Хөдөлгүүрийн гэмтлийг ажиллагааны явцад тодорхойлоход статорын гүйдлийн аргаас гадна хүчдэлийн аргыг ашигладаг. Энэ арга нь тусгаарлуурын дифференциал хүчдэлийн өндөр давтамж, эсрэг дарааллын хуурмаг эсэргүүцэл, агшин зуурын момент, чадлыг хэмжихэд хэрэглэгдсэн ирсэн.

*Соронзон урсгалын арга:* Энэ арга нь хөдөлгүүрийн гэмтлийг ажиллагааны явцад тодорхойлох сүүлийн үеийн арга бөгөөд энэ чиглэлээр хийгдсэн судалгааны ажил нилээд байдаг. Фернандо Виллада соронзон урсгалын аргаар статорын гэмтлийг тодорхойлох онолын ба лабораторийн туршилт, судалгааны ажил явуулсан. Соронзон урсгалын спектр шинжилгээнд статорын ороомгийн гэмтлийг илэрхийлэх давтамжийг 11 дүгээр томъёогоор илэрхийлнэ.

$$f_s = k f_1 + n f_r \quad (11)$$

Тайлбар:  $f_s$  – статорын ороомгийн гэмтлийг илэрхийлэх давтамж,  $f_1$  – сүлжээний давтамж,  $k, n$  – натурал тоо.

Ж.Файз, О.Чадебек, М.Д.Негреа нар агаарын завсрын өөрчлөлт, савхан дамжуулагчийн гэмтлийг соронзон урсгалын аргаар лабораторийн нөхцөлд судалсан байна. Дон-Ха Хванг нь төгсгөлөг элементийн аргаар агаарын завсрын өөрчлөлтийг тодорхойлох динамик загварыг боловсруулж, лабораторийн туршилттай харьцуулан баталсан[1]. Д.Иде синхрон генераторын агаарын завсрын өөрчлөлтийг соронзон урсгалын спектр шинжилгээнд гэмтлийг илэрхийлэх давтамжийн дэд гармоникаар судлах тооцооны аргачлалыг боловсруулсан. М.Нагва

соронзон урсгалын аргаар роторын савхан дамжуулагчийн гэмтлийг илрүүлэх туршилт судалгааны ажил хийсэн[8]. Соронзон урсгалын спектр шинжилгээнд роторын савхан дамжуулагчийн давтамжийг 12 дугаар томъёогоор тооцсон байна.

$$f_b = \left( \frac{2f}{p} \right) (1 - s) \pm s f_r \quad (12)$$

Тайлбар:  $f_b$  – роторын савхан дамжуулагчийн гэмтлийг илэрхийлэх давтамж,  $f$  – сүлжээний давтамж,  $p$  – туйлын тоо,  $s$  – гулсалт.

В.Кокко соронзон компрессорын хэвийн ажиллагаатай синхрон хөдөлгүүрийг урсгалын аргаар лабораторийн нөхцөлд судалж, эталон спектр шинжилгээг гарган авсан. Агаарын завсрын өөрчлөлт, роторын савхан дамжуулагчийн ба статорын ороомгийн гэмтлийн спектр шинжилгээг энэ эталон шинжилгээтэй харьцуулан судалж туршилтын ажлын үр дүнг тодорхойлсон нь соронзон урсгалын аргаар хийгдсэн анхны томоохон туршилт судалгааны ажил болжээ.

*Температурын хэмжилтийн арга:* Ашиглалтын үед хөдөлгүүрийн эд ангийн температур ихэссэн тохиолдолд холхивчийн шингэний өөрчлөлт, роторын ба статорын ороомгийн ороодсуудын гэмтэл, сүлжээний давтамжийн өөрчлөлт, хөргөлтийн системийн зэрэг гэмтлүүд гарах магадлалтай тул эд ангийг зайлшгүй шалгах шаардлагатай.

### 3. ДҮГНЭЛТ

Доргионы, статорын гүйдлийн, соронзон урсгалын, температурын хэмжилтийн аргуудыг авч үзэж дараах дүгнэлтийг хийж байна.

Доргионы арга нь роторын тэнхлэгийн байрлал хазайх, холхивчийн зэрэг бүх төрлийн механик гэмтлүүдээс гадна хөдөлгүүрийн статор, роторын гэмтэл болон агаарын завсрын өөрчлөлтийг эрт илрүүлж, хянаж чаддаг найдвартай арга тул хөдөлгүүрийн цахилгаан, механик гэмтлийг үл задлах аргаар тодорхойлох шинэ арга биш боловч шинжлэх ухааны салбар болтлоо хөгжиж байна. Судалгааны ажлуудаас харахад доргионы спектр шинжилгээнд хөдөлгүүрийн агаарын завсар өөрчлөгдөхөд сүлжээний давтамжийн хоёрдугаар гармониктай холбоотой доргио бий болдгоос гадна соронзон урсгал өөрчлөгдсөнөөр гулсалтын давтамжийн доргио үүсдэг болохыг илрүүлсэн боловч шалтгааныг нь нарийвчлан судлаагүй байна. Холхивчийн гэмтэл нь агаарын завсрыг өөрчилснөөр хөдөлгүүрийн цахилгаан, соронзон төлөв байдлыг өөрчлөгдөж, цахилгаан болон механик гэмтлүүд үүсэх нөхцөл болдог тул холхивчийн гэмтлийг доргионы аргаар судлах нь үр дүнтэй.

Статорын гүйдлийн арга нь хэдийгээр хөдөлгүүрийн гэмтлийг эрт илрүүлдэг ч ихээхэн хэмжээний статистик судалгааны материал шаарддаг бөгөөд хэрэглэгдэх мэдрэгч, багаж, төхөөрөмжүүд нь үнэтэй байдаг. Энэ аргаар механик гэмтлийг тодорхойлсон судалгааны ажил одоогоор хийгдээгүй байна. Соронзон урсгалын

арга нь хөдөлгүүрийн гэмтлийг найдвартай, эрт илрүүлдэг боловч математик бодолт ихтэй байхаас гадна соронзон урсгалыг хэмжихийн тулд хайгч цагаригийг хөдөлгүүрт суулгадаг учир зөвхөн лабораторийн нөхцөлд тохиромжтой. Мөн соронзон урсгалын өөрчлөлтийг нарийн хэмжих мэдрэгчтэй багаж шаардлагатай бөгөөд үнэ ихтэй, ховор байдаг. Энэ аргаар одоогоор механик гэмтлийг тодорхойлсон судалгааны ажил хийгдээгүй байна.

Температурын хэмжилтийн арга нь ерөнхийдөө хөдөлгүүрийн халалтыг тодорхойлдог боловч эд ангийн гэмтлийг нарийвчлан тогтооход дутагдалтай арга юм.

### **Зохиогчийн тухай**

Доктор Пүрвээгийн Ариунболор нь боловсролын болон уул уурхайн чиглэлээр ШУТИС-д 1993 оноос хойш багшаар ажиллах хугацаандаа БНЭУ-ын Уул уурхайн судалгааны төв институтэд судалгааны ажилтнаар хоёр жил, БНСУ-ын Сөүлийн их сургуульд судалгааны профессороор нэг жил, АНУ-ын Аласка Фейрбанксын их сургуульд гэрээт профессороор гурван жил тус тус ажиллаж туршлага хуримтлуулсан ба автоматжуулалт, найдварт ажиллагаа, үл задлах аргын оношилгоо, хиймэл оюуны сүлжээ, тоон дохио боловсруулалт, инженерчлэлийн чанар, цахилгаан эрчим хүчний чанар, динамик загвар, оновчлол, инженерийн статистик, хэмжилтийн багажийн тохиргоо зүгшрүүлэлт чиглэлээр судалгааны ажил гүйцэтгэдэг.

Ц.Мөнхжаргал нь Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургуулийг Уурхайн цахилгаан тоног төхөөрөмжийн ашиглалт мэргэжлээр төгсөж, одоогоор мэргэжлийн дагуу магистрантурт суралцаж байгаа ба үл задлах аргын оношилгоо,

найдварт ажиллагаа чиглэлээр судалгааны ажил гүйцэтгэдэг.

З.Оюундэлгэр нь Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургуулийг Уурхайн цахилгаан механик тоног төхөөрөмжийн ашиглалт мэргэжлээр төгсөж, одоогоор мэргэжлийн дагуу докторантурт суралцаж байгаа ба үл задлах аргын оношилгоо чиглэлээр судалгааны ажил гүйцэтгэдэг. Удирдах Ухааны магистр, Уурхайн инженерийн магистр ба сургалтын албанд мэргэжилтнээр 2005 оноос хойш ажиллаж байна.

### **АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ**

- [1] П.Ариунболор, “Богино холбогдсон роторт асинхрон хөдөлгүүрийн динамик динамик загварчлал,” *Докторын диссертаци*, p. 146, 2009.
- [2] J. W. M. Cheng and P. Eng, “Power Switch Health Monitoring Using Motor Current Signatures,” *Communications*, no. C, pp. 1–22.
- [3] C. M. Riley, B. K. Lin, T. G. Habetler, G. B. Kliman, and P. O. Box, “Stator current-based sensorless vibration monitoring,” pp. 142–147.
- [4] D. G. Dorrell, W. T. Thomson, and S. Roach, “Analysis of airgap flux, current, and vibration signals as a function of the combination of static and dynamic airgap eccentricity in 3-phase induction motors,” *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 33, no. 1, pp. 24–34, 1997.
- [5] M. E. H. Benbouzid, “A review of induction motors signature analysis as a medium for faults detection,” *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 47, no. 5, pp. 984–993, 2000.
- [6] B. LIANG, S. D. IWNICKI, and A. D. BALL, “Asymmetrical Stator and Rotor Faulty Detection Using Vibration, Phase Current and Transient Speed Analysis,” *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 17, no. 4, pp. 857–869, 2003.
- [7] D. Horn and M. Granger, “OPTIMIZING THE ASSET MANAGEMENT OF PUMPS THROUGH INTEGRATED ONLINE MONITORING by,” 1997.
- [8] N. M. Elkasabgy, A. R. Eastham, and G. E. Dawson, “Detection of broken bars in the cage rotor on an induction machine,” *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 28, no. 1, pp. 165–171, 1992.

# Ул задлах аргаар тодорхойлогдсон хөдөлгүүрийн гэмтлүүдийн судалгаа

Пүрвээгийн Ариунболор\*, Цэдэндоржийн Мөнхжаргал\*, Загдаагийн Оюундэлгэр\*

\*Шинжлэх ухаан технологийн их сургуулийн Геологи уул уурхайн сургууль

*Хураангуй: Энэ өгүүлэлд үл задлах аргаар богино холбогдсон роторт асинхрон хөдөлгүүрийн гэмтлүүдийн судлагдсан байдалд хийгдсэн дүгнэлтийг авч үзэв.*

*Түлхүүр үг: ротор, статор, холхивч, цагариг, давтамжийн шинжилгээ, спектр.*

## 1. ОРШИЛ

Уул уурхай эрчимтэй хөгжиж байгаа өнөө үед бүтээгдэхүүний гарцыг нэмэгдүүлэхэд цахилгаан тоног төхөөрөмжийн хөдөлгүүрийн ашиглалтыг сайжруулах, үзлэг үйлчилгээ, засварын үр өгөөжийг дээшлүүлэх явдал чухал болсоор байна. Тоног төхөөрөмжийн ашиглалтыг дээшлүүлэх, хөдөлгүүрийн сул зогсолтыг багасгах, засвар үйлчилгээний зардлыг бууруулах, үр өгөөжийг дээшлүүлэхийн тулд хөдөлгүүрийн гэмтэл согогийг үл задлах аргаар тодорхойлж, тухай бүрт илрүүлэн техникийн үзлэг, үйлчилгээг нэвтрүүлэх явдал чухал юм. Сүүлийн 25 жилийн турш хөдөлгүүрийн гэмтлийг тодорхойлох үл задлах аргад үндэслэгдсэн техникийн үзлэг, засварын ажлыг боловсронгуй болгох чиглэлээр Финланд улсын Техникийн Судалгааны Төв, Хелсинкийн Технологийн Их сургууль, Лаппеенрантын Технологийн Их Сургууль, АНУ-ын Маркуетийн Их Сургууль, СпектраКүест төв зэрэг судалгааны төвүүд байгууллага олон улсын хэмжээнд судалгаа шинжилгээний ажлыг эрчимтэй явуулж байна. Хөдөлгүүрийн гэмтлийн төрлийг эд ангиар нь дараах байдлаар ангилдаг [1]. Үүнд:

- Роторын гэмтэл;
- Статорын гэмтэл;
- Агаарын завсрын өөрчлөлт;
- Холхивчийн гэмтэл.

Олон Улсын Цахилгаан Эрчим Хүчний Судалгааны төвийн 6312 хөдөлгүүрт явуулсан судалгаагаар нийт гэмтлийн 36%-ийг статорын ороомог, 41%-ийг холхивч, 9%-ийг ротор, 14%-ийг агаарын завсрын өөрчлөлтөд; Олон Улсын Цахилгаан, Электрон Инженерүүдийн Судалгааны төвийн 1141 хөдөлгүүрт явуулсан судалгаагаар нийт гэмтлийн 26%-ийг статорын ороомог, 44%-ийг холхивч, 8%-ийг ротор, 22%-ийг агаарын завсрын өөрчлөлтөд гарсан гэмтлүүд тус тус эзэлж байна [49]. Эрчим Хүчний Инженерийн Сургуулийн Эрдэнэтийн Уулын Баяжуулах Үйлдвэрт хийсэн хөдөлгүүрийн эд ангийн гэмтлийн судалгаагаар нийт гэмтлийн 52%-ийг статорын ороомгийн, 48%-ийг бусад гэмтлүүд эзэлж байна. Эдгээр гэмтлүүдийг авч үзье.

## 2. ХӨДӨЛГҮҮРИЙН ГЭМТЛҮҮД

*Роторын гэмтэл:* Богино холбогдсон роторт асинхрон хөдөлгүүрийн роторын гэмтэл нь савхан дамжуулагчийн ба төгсгөлийн цагаригийн гэсэн хоёр төрөл байна. Хөдөлгүүрийн асаалтын гүйдэл хэвийн бүрэн ачааллын гүйдлээс 5-8 дахин их болдгоос асаалтыг олон удаа болон давталттай хийх, удаашруулах нь савхан дамжуулагч болон төгсгөлийн цагаригийн холбоосонд нүх сүв, завсар үүсгэж, ротор гэмтэх үндсэн шалтгаан болж, хөдөлгүүрт заагдсан ажиллах цагийн ашиглалтын хугацааг багасгадаг. Роторын савхан дамжуулагчийн гэмтсэн хэсгээр үүсэж буй нум нь түүний эргэн тойронд байх роторын ган хуудаснуудын тусгаарлуурьг сэвтээж гэмтээдэг. Цаашдаа зэрэгцээ савхан дамжуулагчийн гүйдэл ихэссэнээр дулааны болон механик үйлчлэл нэмэгдэж, савхан дамжуулагчууд эвдэрдэг. Гэмтсэн савхан дамжуулагч нь хөдөлгүүрийн тэгш хэмийг алдагдуулж, төвөөс зугтаах хүчийг гадагш чиглүүлэн, соронзон урсгалын хэлбэр өөрчлөгдөж, хэт халалт бий болсноор статорын ороомгийн гэмтэл үүснэ. С.К.Месхефске судалгааныхаа ажлаар роторын савхан дамжуулагчийн гэмтэлтэй хөдөлгүүрийн доргионы спектр шинжилгээ хийж, түүний эргэлтийн давтамжийн эхний болон хоёрдогч гармоникийн амплитуд ихэсдэгийг баталсан байна. Х.А.Толият, В.Кокко нар шугаман бус хүчдэл, цахилгаан соронзон моментын дифференциал тэгшитгэлийг ашиглан хөдөлгүүрийн роторын савхан дамжуулагч, төгсгөлийн цагаригийн гэмтлийг судалж тодорхойлох аргачлал боловсруулсан[2]. С.Поихонен богино холбогдсон роторт асинхрон хөдөлгүүрийн роторын гэмтлийг тулгуурт векторын машины аргаар тодорхойлсон байна. В.Р.Финлей, Т.Бисхоп, Н.М.Дханесх, А.Алиреза нар савхан дамжуулагчийн гэмтэлтэй хөдөлгүүрийн доргионы спектр шинжилгээнд хос туйлын тоогоор үүсэх гулсалтын давтамж (цаашид туйлыг-өнгөрөх-давтамж гэж нэрлэнэ) бий болж түүний эргэлтийн давтамжийн 3, 4 ба 5-р гармоникүүдэд туйлыг-өнгөрөх-давтамж үүсдэгийг тогтоосон байна[1]. Савхан дамжуулагч сулрахад роторын савхан дамжуулагчийн давтамжийн гармоникүүдийн хоёр талд гулсалтын давтамж үүсдэг.

*Статорын гэмтэл:* Хөдөлгүүрийн статорын гэмтэл нь статорын зүрхэвч болон ороомгийн гэсэн хоёр төрөл байна. Хөдөлгүүрийн статорын зүрхэвчийн гэмтэл нь харьцангуй бага тохиолддог. Харин роторын гэмтсэн савхан дамжуулагч, агаарын завсрын өөрчлөлт нь хөдөлгүүрийн тэгш



хэмийг алдагдуулж, төвөөс зугтаах хүчийг гадагш чиглүүлэн, соронзон урсгалын хэлбэрийг өөрчилж хэт халалтыг үүсгэснээр статорын ороомог гэмтдэг. Энэ чиглэлээр судлаач А.Сиддикуе, М.Адерано нарын туурвисан бүх төрлийн хөдөлгүүрийн статорын гэмтлийн шалтгааныг илрүүлэх арга, аргачлал нь чухал байр суурийг эзэлнэ [3][4]. М.Аркан нь хөдөлгүүрийн ажиллагааны явцад статорын гэмтлийг сөрөг дарааллын гүйдлийн, М.Сардосо Паркын векторын[5], К.Ким дохио боловсруулалтын онолын “Вайвелет” [6], Е.Исреал, Л.Жармо хиймэл оюуны нейрон сүлжээний аргуудаар тус тус судалгааны ажлуудыг гүйцэтгэжээ[1]. Г.М.Жоксимовик олон фазын богино холбогдсон роторт асинхрон хөдөлгүүрийн статорын ороомгийн гэмтлийг ороомгийн функцийн аргыг ашиглан загварчилж, түүний үр дүнг судалгааны ажилдаа харуулсан байна[7].

*Агааран завсрын өөрчлөлт:* Хөдөлгүүрийн статор ба роторын хооронд орших агааран завсрын (цаашид агааран завсар гэх) зай жигд биш байхыг агааран завсрын өөрчлөлт гэнэ. Хэдийгээр хөдөлгүүрийн нийт гэмтлийн 10%-ийг агааран завсрын өөрчлөлттэй холбоотой гэмтлүүд эзэлдэг боловч бусад гэмтлийг үүсгэх үндсэн шалтгаан болдог. Зарим үйлдвэрлэгчид онцгой хэрэглэгчдэд агааран завсрын өөрчлөлтийг 5%, бусад хэрэглэгчдэд 10% хүртэл байхыг зөвшөөрдөг боловч тэнцвэргүй соронзон татах хүчийг багасгах, доргиог бууруулахын тулд агааран завсрын зайг жигд байлгахыг үйлдвэрлэгчид хичээдэг. Асинхрон хөдөлгүүрийн агааран завсрын жигд зай нь бусад төрлийн хөдөлгүүрээс харьцангуй бага байдаг учраас түүний ялимгүй өөрчлөлт нь хөдөлгүүрийн техникийн байдалд мэдэгдэхүйц нөлөө үзүүлдэг.

Хэдийгээр хөдөлгүүрт агааран завсрын статик ба динамик өөрчлөлт гэсэн хоёр төрөл байх боловч өнцгийн болон радиал тэнхлэгийн зөрөлт, тахийлт, роторын хазайлтын улмаас өөр байдлаар өөрчлөгдөж болно. Хөдөлгүүрийн ротор нь статорын төвөөс бага зэрэг зөрж байрласнаас хөдөлгүүрийн агааран завсрын статик өөрчлөлт үүсдэг. Холхивчийн элэгдэл, тэнхлэг хазайлт, критик хурдны механик резонанс, хөдөлгүүрийн эд ангийн буруу үйлдвэрлэлт зэргээс болж хөдөлгүүрийн агааран завсрын динамик өөрчлөлт үүсдэг [1]. Бодит байдалд хөдөлгүүрт агааран завсрын статик ба динамик өөрчлөлт зэрэг оршиж болно. Үйлдвэрлэлт, угсралтын үед хөдөлгүүрийн агааран завсрын статик өөрчлөлт үүсэхээс гадна холхивчийн элэгдэл нь агааран завсарт тэнцвэргүй соронзон татах хүчийг бий болгож статор, роторын гэмтлийг үүсгэнэ. Хөдөлгүүрийн агааран завсрын динамик өөрчлөлтийг эрт илрүүлээгүй тохиолдолд холхивч элэгдэж улмаар ротор, статорт үрэлт үүсэж хөдөлгүүр эвдэрснээс төлөвлөгдөөгүй сул зогсолт гарна. Х.А.Толият, Г.М.Жоксимовик нар хөдөлгүүрийн агааран завсрын статик болон динамик өөрчлөлтийг судлахдаа Х.Луогийн боловсруулсан ороомгийн функцийн аргыг авч хэрэглэсэн боловч агааран

завсрын өөрчлөлтийг тооцоогүй, хөдөлгүүрийн тэгш хэм өөрчлөгдсөн үед роторын савхан дамжуулагч ба статорын фазын хооронд үүсэх харилцан индукцлэлийг тооцох, физик утгыг тогтоож чадаагүй[2][7]. Н.А.Ал-Нуайм синхрон машины хөдөлгүүрийн агааран завсрын динамик өөрчлөлтийг судлах явцдаа сайжруулагдсан ороомгийн функцийн аргыг боловсруулжээ [8]. С.Нанди хөдөлгүүрийн агааран завсрын статик, динамик, хосолсон өөрчлөлтийг судлахдаа энэ аргыг ашигласан байна [2]. Дээрх судалгааны ажлууд нь зөвхөн шулуун савхан дамжуулагч бүхий роторт хөдөлгүүрийн гэмтлийг тодорхойлсон байна. Хөдөлгүүрийн ротор шулуун савхан дамжуулагчтай бол агааран завсарт индукцлэл нь роторын дагуу жигд, ташуу савхтай бол жигд биш тархдаг. Г.М.Жоксимовик судалгааны ажилдаа ташуу савхан дамжуулагчтай роторт хөдөлгүүрийн ажиллагааг судалж, индукцлэлийг тооцох аргыг боловсруулсан [9].

Г.Боссио хөдөлгүүрийн агааран завсрын статик өөрчлөлтийг судлахдаа төгсгөлөг элементийн аргыг ашиглан ташуу савхан дамжуулагчтай роторын ховилын нөлөөг тооцон дамжуулгын функцийг боловсруулж түүний гаргалгааг шийдвэрлэсэн [10].

*Холхивчийн гэмтэл:* Олон Улсын Цахилгаан, Электрон Инженерүүдийн Судалгааны төвийн хөдөлгүүрийн найдварт ажиллагааны судалгаагаар холхивчийн гэмтэл нь хөдөлгүүрийн нийт гэмтлийн 41%-ийг эзэлдэг бол Цахилгаан Эрчим Хүчний Судалгааны төвийн мэдээлснээр 42-50%-ийг эзэлдэг байна. Хөдөлгүүрийн үнийн 3-10%-ийн холхивчийн үнэ эзэлдэг боловч түүний гэмтлээс шалтгаалж гарах сул зогсолт, бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэлийн алдагдал зэргийг оруулан тооцвол илүү зардал гарах болно [1]. О.Хасан холхивчийн гэмтлийг судлах явцдаа асинхрон хөдөлгүүрийн эргэлтийн хурд, холхивчийн гэмтлийг илэрхийлэх давтамжуудыг бодитоор тогтоох шаардлагатай байгааг дэвшүүлэн тавьсан байна [11]. Д.М.Янг доргионы спектр шинжилгээнээс хөдөлгүүрийн гэмтлийг тодорхойлох нейрон сүлжээний системийг боловсруулах асуудлыг шийдвэрлэсэн [12].

М.Блодт холхивчийн гэмтэл нь агааран завсрын өөрчлөлтийг бий болгогчийг лабораторийн туршилтаар баталгаажуулсан байна. Хөдөлгүүрийн эд ангийг буруу угсрах, дутуу болон хэт чангалснаас ашиглалтын явцад эд анги жигд бус элэгдэх, холхивч гэмтсэнээс роторын нэг талд илүүдэл масс бий болж тэнцвэрт байдал алдагдсанаас хөдөлгүүр гэмтэж эвдэрдэг. Тэнцвэрт байдал алдагдсан үед доргионы спектрийн шинжилгээнд хөдөлгүүрийн эргэлтийн давтамжийн эхний гармоникийн амплитуд ихэсдэгийг эрдэмтдийн судалгаа, шинжилгээ, туршилтын үр дүн харуулж байна [1].

### 3. ДҮГНЭЛТ

Дээрх судалгааны ажлуудаас дүгнэхэд хөдөлгүүрийн эд ангиудын гэмтлийн үндсэн шалтгаануудын нэг нь агааран завсрын өөрчлөлт

юм. Холхивчийн гэмтэл нь хөдөлгүүрийн агааран завсрыг өөрчилж, тэнцвэргүй соронзон татах хүч бий болгосноор статорын ороомгийн тусгаарлагчийн халалт, роторын гэмтлийг үүсгэдэг байна.

#### **Зохиогчийн тухай**

Доктор Пүрвээгийн Ариунболор нь боловсролын болон уул уурхайн чиглэлээр ШУТИС-д 1993 оноос хойш багшаар ажиллах хугацаандаа БНЭУ-ын Уул уурхайн судалгааны төв институтэд судалгааны ажилтнаар хоёр жил, БНСУ-ын Сөүлийн их сургуульд судалгааны профессороор нэг жил, АНУ-ын Аласка Фейрбанксын их сургуульд гэрээт профессороор гурван жил тус тус ажиллаж туршлага хуримтлуулсан ба автоматжуулалт, найдварт ажиллагаа, үл задлах аргын оношилгоо, хиймэл оюуны сүлжээ, тоон дохио боловсруулалт, инженерчлэлийн чанар, цахилгаан эрчим хүчний чанар, динамик загвар, оновчлол, инженерийн статистик, хэмжилтийн багажийн тохиргоо зүгшрүүлэлт чиглэлээр судалгааны ажил гүйцэтгэдэг.

Ц.Мөнхжаргал нь Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургуулийг Уурхайн цахилгаан тоног төхөөрөмжийн ашиглалт мэргэжлээр төгсөж, одоогоор мэргэжлийн дагуу магистрантурт суралцаж байгаа ба үл задлах аргын оношилгоо, найдварт ажиллагаа чиглэлээр судалгааны ажил гүйцэтгэдэг.

З.Оюундэлгэр нь Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургуулийг Уурхайн цахилгаан механик тоног төхөөрөмжийн ашиглалт мэргэжлээр төгсөж, одоогоор мэргэжлийн дагуу докторантурт суралцаж байгаа ба үл задлах аргын оношилгоо чиглэлээр судалгааны ажил гүйцэтгэдэг. Удирдах Ухааны магистр, Уурхайн инженерийн магистр ба сургалтын албанд мэргэжилтнээр 2005 оноос хойш ажиллаж байна.

#### **АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:**

- [1] П.Ариунболор, “Богино холбогдсон роторт асинхрон хөдөлгүүрийн динамик динамик загварчлал,” Докторын диссертаци, р. 146, 2009.
- [2] S. Nandi, H. a. Toliyat, and X. Li, “Condition monitoring and fault diagnosis of electrical motors - A review,” *IEEE Trans. Energy Convers.*, vol. 20, no. 4, pp. 719–729, 2005.

- [3] A. Siddique, G. S. Yadava, and B. Singh, “A review of stator fault monitoring techniques of induction motors,” *IEEE Trans. Energy Convers.*, vol. 20, no. 1, pp. 106–114, 2005.
- [4] A. M. Silva, “INDUCTION MOTOR by Aderiano M. da Silva, B. S. A Thesis submitted to the Faculty Of the Graduate School, In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Electrical and Computer Engineering Milwaukee, Wisconsin,” no. December, 2006.
- [5] D. Im, J. Chang, and S. Park, “Analysis of radial force as a source of vibration in an induction motor with skewed slots,” *Magn. IEEE*, vol. 33, no. 2, pp. 1650 – 1653, 1997.
- [6] K. Kim, “Analysis of Low Acoustic Noise Switched Reluctance Motor,” *IEEE Trans. Magn.*, vol. 3, no. 2, pp. 2026–2029, 1997.
- [7] J. M. Gojko, D. D. Momir, and O. B. Aleksandar, “Skew and linear rise of MMF across slot modeling - winding function approach,” *IEEE Trans. Energy Convers.*, vol. 14, no. 3, pp. 315–320, 1999.
- [8] N. A. Al-nuaim and H. A. Toliyat, “amic Air-Gap Ekcetricity in Synchronous,” vol. 13, no. 2, pp. 156–162, 1998.
- [9] M. D. Đurovic, J. Penman, N. Arthur, and G. M. Joksimovic, “Dynamic Simulation of Dynamic Eccentricity in Induction Machines — Winding Function Approach,” *Energy Conversion, IEEE Trans.*, vol. 15, no. 2, pp. 143–148, 2000.
- [10] G. R. Bossio, C. H. De Angelo, J. A. Solsona, and G. O. García, “Modeling of Induction Machines with Axial Non Uniformity,” vol. 1, no. 5800, pp. 630–634, 2001.
- [11] H. Ocak and K. a. Loparo, “Estimation of the running speed and bearing defect frequencies of an induction motor from vibration data,” *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 18, no. 3, pp. 515–533, 2004.
- [12] D.-M. YANG, A. F. STRONACH, P. MACCONNELL, and J. PENMAN, “Third-Order Spectral Techniques for the Diagnosis of Motor Bearing Condition Using Artificial Neural Networks,” *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 16, no. 2–3, pp. 391–411, 2002.

# Хөдөлгүүрийн гэмтлээс үүсэх доргио, түүний спектр шинжилгээ

Пүрвээгийн Ариунболор\*, Цэдэндоржийн Мөнхжаргал\*, Загдаагийн Оюундэлгэр\*  
\*Шинжлэх ухаан технологийн их сургуулийн Геологи уул уурхайн сургууль

*Хураангуй: Энэ өгүүлэлд үл задлах аргаар богино холбогдсон ротор асинхрон хөдөлгүүрийн гэмтлүүдийн судлагдсан байдалд хийгдсэн дүгнэлтийг авч үзэв.*

*Түлхүүр үг: ротор, статор, холхивч, цагариг, давтамжийн шинжилгээ, спектр.*

## 1. ОРШИЛ

Хөдөлгүүрийн гэмтлүүд нь олон тооны давтамжуудыг агуулсан доргиог үүсгэдэг бөгөөд гэмтлийг илэрхийлэх давтамжууд нь тухайн хөдөлгүүрийн параметрээс хамааран харилцан адилгүй байна. Олон тооны цахилгаан механик хүчнүүд хөдөлгүүрт доргио үүсгэдэг тул нэн түрүүнд хүчний үүсэх байдал, чиглэл, амплитудын тодорхойлолж дахь резонанс, хөдөлгүүрийн бүтцийн баг бөх, дотоод ба гадаад хүчний харилцан үйлчлэл зэрэг шалтгааныг судлах шаардлагатай. Үл хөдлөх ямар нэгэн цэгтэй харьцангуйгаар тухайн объектын давтагдаж буй эквивалент хөдөлгөөнийг доргио гэх ба бүх бие энгийн нүдээр ажиглагдахгүй доргиж байдаг. Хөдөлгүүрт гэмтлээс үүсэх доргио нь доргионы онолоор тайлбарлагдана.

## 2. ДОРГИОНЫ ОНОЛ

Доргионы онолд хөдөлгүүрийг систем гэж авч үздэг. Машин, тоног төхөөрөмж, хөдөлгүүр, байгууламжийн бүтцийн нийтлэг элементүүд нь саваа, хавтан, цилиндр юм. Хөдөлгүүрт ямар нэгэн хүч гаднаас үйлчлэхэд эдгээр элементүүд нь хэлбэр, хийц, материал, тэсвэрлэх чадвараасаа хамаарч чөлөөт зэргийн давтамжаар доргидог. Доргионы онолд дискрет ба үргэлжилсэн математик загварыг ашиглах бөгөөд дискрет загвар нь нэг болон олон тооны чөлөөт зэргийн систем гэсэн хоёр төрөл байна. Үргэлжилсэн загвар нь хязгааргүй чөлөөт зэргийн систем юм. Хөдөлгөөнийг бүрэн илэрхийлэхэд шаардагдах үл хамаарах тэнхлэгийн тоогоор системийн чөлөөт зэрэг тодорхойлогддог. Нэг чөлөөт зэргийн систем өөрийн нэг давтамжтай бол хязгааргүй чөлөөт зэргийн систем нь онолоор хязгааргүй өөрийн олон давтамжуудтай байх боловч практикт 3-4 байдаг. Нэг чөлөөт зэргийн замхралгүй системийн динамик төлөвийг 13 дугаар томъёогоор тодорхойлж, шийдийг 14 дүгээр томъёонд үзүүлэв.

$$m\ddot{x} + kx = 0 \quad (13)$$

Тайлбар:  $m$ -масс,  $k$ -пүршний хатуулаг,  $\ddot{x}$ -хоёрдугаар эрэмбийн дифференциал,  $x$ -массын шилжилт.

$$x(t) = A \sin \sqrt{\frac{k}{m}} t + B \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t \mp C \cos \left( \sqrt{\frac{k}{m}} t + \varphi \right)$$

Тайлбар:  $A, B, C$  - тогтмолууд.

$\sqrt{\frac{k}{m}}$  бүрэлдэхүүн нь системийн чухал параметр

болох өөрийн давтамж тул доорх байдлаар томъёолдог.

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (15)$$

Нэг чөлөөт зэргийн замхралтай системийн динамик төлөвийг 16 дугаар томъёогоор тодорхойлох ба шийдийг 17 дугаар томъёогоор илэрхийлэв.

$$m\ddot{x} + B_m\dot{x} + kx = 0 \quad (16)$$

$$x = Ae^{-\xi\omega_n t} \cos(\omega_d t + \varphi) \quad (17)$$

Тайлбар:  $B_m$  - замхралын коэффициент,  $\xi$  - замхралын чөлөөт зэрэг,  $\omega_d$  - замхралын давтамж,  $A, \varphi$  - анхны нөхцөлөөс хамаарсан тогтмол.

Замхралын чөлөөт зэрэг нь дараах байдлаар тодорхойлогдоно.

$$\xi = \frac{B_m}{2m\omega_n} = \frac{B_m}{2\sqrt{km}} \quad (18)$$

$$\omega_d = \omega_n \sqrt{\xi^2 - 1} \quad (19)$$

Гаднаас гармоник хүч үйлчилж байгаа замхралтай нэг чөлөөт зэргийн системийг 20 дугаар томъёогоор тодорхойлно.

$$m\ddot{x} + B_m\dot{x} + kx = |F| \cos \omega t \quad (20)$$

Тайлбар:  $F$  - гадны хүч,  $\omega$  - гадны хүчний давтамж.

Олон чөлөөт зэргийн систем нь түүний элементүүд өөр хоорондоо замхруулах элемент буюу пүршээр холбогдсон дискрет системийн адилаар загварчлагдана. Практикт олон чөлөөт зэргийн систем нь нэг чөлөөт зэргийн системийн олон тодорхойломжуудыг агуулж байдаг. Роторын системд түүний өөрийн давтамж нь критик хурдаар илэрхийлэгдэнэ. Нэг минутад эргэх хөдөлгүүрийн өөрийн давтамж нь критик хурд болно. Гадны хүч үйлчлэхгүйгээр хөдөлгүүрт резонанс үүсэхгүй. Хөдөлгүүрийн өөрийн давтамж гадны хүчний, эргэлтийн, критик хурдны давтамжтай тэнцүү эсвэл түүний гармониктай ойролцоо болсон тохиолдолд резонанс бий болж, их хэмжээний доргиог хөдөлгүүрт үүсгэнэ.

Хөдөлгүүрийн доргионы спектр шинжилгээнд ямар нэгэн гэмтлийг тодорхойлохгүй давтамж байвал энэ нь резонанс болно. В.Р.Финлей хөдөлгүүрийн резонансын давтамжийг статорын зүрхэвч, түүний ховилын хийцтэй нь холбон авч үзэн доорх байдлаар томъёолсон байна [43].

$$R = \frac{1}{1 - \frac{f}{f_0}} \quad (21)$$

Тайлбар:  $R$ -резонансын давтамж,  $f$ -сүлжээний давтамж,  $f_0$ - зүрхэвчийн өөрийн давтамж

В.Верма статорын зүрхэвчийн резонансын амплитудын тодорхойломжийг онолын түвшинд судалсан. Ф.Исхибасхи статорын зүрхэвчийн резонанс болон өөрийн давтамжийг хос цагаригаар тодорхойлох динамик загварыг боловсруулж, лабораторийн нөхцөлд баталсан. Зохион бүтээгчид хөдөлгүүрт үүсэх доргиог урьдчилан нарийвчлан тооцож, эд анги тус бүрийн өөрийн давтамжуудыг үнэлэн тогтоодог боловч ашиглалтын үед энэ нь цэвэр онолын хийсвэр тооцоолт болдог тул нэмэлт резонансын туршилт хийх шаардлагатай.

### 3. СПЕКТР ШИНЖИЛГЭЭ

Лабораторийн туршилтын акселерометрээс ирж байгаа дохио нь доргиотой шууд хамааралтай өөрчлөгдөх хүчдэл байдаг. Акселерометрийн дохио нь аналог тоон хувиргагчаар дамжин түүнээс тэнцүү алхамтай хугацааны цуваа бүхий үргэлжилсэн дохио болж гарах боловч энэ нь үелсэн эсвэл үелсэн биш, нэгдмэл цахилгаан дохио тул үүнд агуулагдаж байгаа давтамжуудыг ялгаж, хэрэгтэй мэдээллийг өгч чаддаггүй. Иймээс эдгээр нэгдмэл дохионуудад агуулагдаж байгаа давтамжуудыг ялган харуулах шаардлагатай. Зарим гэмтлүүд ижил давтамжтай байх боловч тэдгээрийг ялгахад шаардлагатай мэдээллийг гаргах, дохионд нуугдаж байгаа маш бага амплитуд (дөнгөж эхэлж байгаа гэмтлийг илэрхийлэх давтамж)-ыг илрүүлэх, гэмтлийн эх үүсвэрүүдийг тодорхойлоход доргионы спектр шинжилгээг ашиглана.

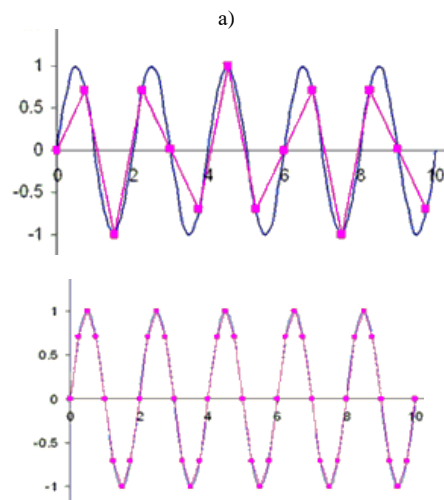
Доргионы спектр шинжилгээ нь хөдөлгүүрийн доргиог илэрхийлж буй синусиод хэлбэлзэл дээр тулгуурлагдан хийгддэг. Хөдөлгүүрийн гэмтлийг ажиллагааны явцад тодорхойлох судалгааны ажилд хэрэглэгдсэн спектр шинжилгээний аргуудаас Фурьегийн хувиргалт, Чадлын нягтын спектр, Сепструм, Вейвлет хувиргалтыг ихэвчлэн ашигласан байна.

Фурьегийн тоон хувиргалт нь  $N$  цуваа бүхий хугацааны функцийг давтамжийн функц болгон хувиргадаг (22 дугаар томъёо).

$$y_m^{(1)} = \sum_{k=0}^{N-1} x_k \exp(-2\pi \cdot i \cdot \frac{mk}{N}), \quad m=0, \dots, N-1 \quad (22)$$

Тайлбар:  $y_m^{(1)}$ - Фурьегийн давтамжийн функц,  $x_k$ - амплитуд,  $N$ -цувааны нийт тоо,  $i$  – цувааны дугаар,  $k$ ,  $m$  – натурал тоо.

Доргионы онолд квантлах процессын үед сарниулах хуурамч дохио үүссэнээр спектр шинжилгээнд экстремум утгууд алдагдаж буруу оношилгоо хийгддэг (1а дүгээр зураг). Спектрийн давтамжийн мужид үргэлжилсэн ба квантлагдсан дохионы давтамжууд нь ялгаатай байвал хуурамч дохио болох тул үүнээс зайлсхийхийн тулд “Квантлалын зэргийн хагасаас илүү давтамжийг агуулаагүй тохиолдолд үргэлжилсэн дохио сайн квантлагдаж чадна” гэсэн Найквистийн теоремыг мөрддөг. Иймд Фурьегийн тоон хувиргалтад квантлалын зэргийг  $f_s$  гэж төсөөлбөл Найквистийн теоремоор хамгийн ашигтай давтамж  $f_{Ny} = f_s / 2$  болно (1б-р зураг).



а) Хуурамч дохио үүссэн байдал, б) Сайн квантлагдсан дохио  
1-р зураг. Дохио квантлал

Спектрийн шинжилгээнд зэргэлдээ орших утгуудын хоорондох зайг давтамжийн зурвасын нарийвчлал буюу давтамжийн нягт гэнэ.

$$f_{res} = \frac{f_s}{N} \quad (23)$$

Тайлбар:  $f_{res}$  - давтамжийн нягт буюу зурвасын нарийвчлал,  $f_s$ -квантлалын зэрэг,  $N$  – давтамжийн хамгийн их хязгаар буюу цувааны тоо.

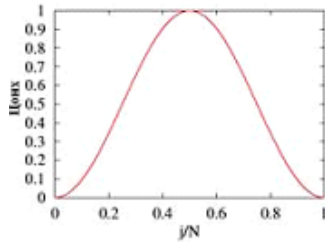
Ихэнх судалгааны ажил хөдөлгүүрийн гэмтлийг тодорхойлох спектр шинжилгээнд Фурьегийн хувиргалтыг ашигласан байдаг.

Чадлын нягтын спектр нь хугацааны функцийг амплитудын чадал давтамжийн функцэд хэрхэн тархахыг харуулдаг. Математикт чадлын нягтын спектрийг хугацааны функцийг дараалсан автокорреляцийн Фурьегийн хувиргалт гэж амплитудын квадратын язгууртай шууд хамааралтай бөгөөд үүнийг хэлбэлзлийн квадрат язгуурын дундаж (кяд)-аар тодорхойлдог. Давтамжийн мужийг  $f_1 \leq f \leq f_2$  гэж төсөөлбөл  $U$  хэлбэлзлийн квадратын язгуурын дундаж нь 24

дүгээр томъёогоор тодорхойлогдоно. Давтамжийн нягт нь цонх функцээс болон цонхны зурвасын өргөнөөс ихээхэн хамаардаг. Чадлын нягтын спектр шинжилгээнд амплитудыг  $V^2/\Gamma_{ц}$  – ээр хэмжинэ.

$$U_{кяд} = \sqrt{\int_{f_1}^{f_2} [|\tilde{U}(f)|]^2 df} \quad (24)$$

Тэгш өнцөгт, Бартлетт, Велч, Ханнинг, Хамминг, Блакман-Харрис, Натталл, Кайсер зэрэг цонх функцуудыг спектр шинжилгээнд хэрэглэдэг бөгөөд судалгааны ажилд Хамминг цонх функцийг авч үзье (2-р зураг).



2-р зураг. Хамминг цонх функц

Хамминг цонх функцийг 25 дугаар томъёогоор тодорхойлно.

$$\omega_j = \frac{1}{2} \left[ 1 - \cos \left( \frac{2\pi \cdot j}{N} \right) \right]; \quad (25)$$

$$j = 0..N-1$$

Тайлбар:  $\omega_j$  - Хамминг цонх функц,  $j$ -цувааны дугаар

Хамминг цонх функцийн давтамжийн тодорхойломж нь түүний дамжуулгын функц  $a(f)$ -ээр илэрхийлэгдэнэ.

$$a_i(f) = \sum_{i=0}^{N-1} \omega_i \cdot \cos(2\pi f \cdot \frac{j}{N}) \quad (2)$$

, (бодит хэсэг)

$$a_j(f) = \sum_{j=0}^{N-1} \omega_j \cdot \sin(2\pi f \cdot \frac{j}{N}) \quad (2)$$

, (хуурмаг хэсэг)

$$a(f) = \frac{\sqrt{a_i^2 + a_j^2}}{S_1}; \quad (2)$$

$$S_1 = \sum_{j=0}^{N-1} \omega_j \quad (8)$$

Судалгааны ажлуудаас харахад доргионы спектр шинжилгээний давтамжийн амплитудыг децибел ([дБ])-ээр илэрхийлэн авч үздэг ба ерөнхий тодорхойлолт нь дараах хэлбэртэй байна.

$$[дБ] = 10 \log_{10} \left( \frac{\text{дохионы чадал}}{\text{тухайн чадал}} \right) = 20 \log_{10} \left( \frac{\text{дохионы амплитуд}}{\text{тухайн амплитуд}} \right)$$

Децибелээр өгөгдөж байгаа ямар нэгэн утга нь амплитудуудын харьцаагаар илэрхийлэгддэг. Доргионы спектрийн давтамжийн шинжилгээнд

амплитудыг децибелээр илэрхийлбэл хамгийн бага амплитудтай давтамж хүртэл тодорхой харагдаж, шинжилгээ хийхэд хялбар болдог.

#### 4. ДҮГНЭЛТ

Хөдөлгүүрийн агааран завсрын өөрчлөлт, ротор, статор, холхивчийн гэмтлийг эрт илрүүлж, оношлоход доргионы арга нь илүү тохиромжтой юм.

Чадлын нягтын спектр шинжилгээнд давтамжийн амплитудын экстремум утгуудыг тодруулж, шинжлэхэд Хамминг функцийг хэрэглэнэ.

Доргионы спектрийн давтамжийн шинжилгээнд амплитудыг децибелээр илэрхийлбэл хамгийн бага амплитудтай давтамж хүртэл тодорхой харагдаж, шинжилгээ хийхэд хялбар болдог тул цаашид амплитудыг децибелээр илэрхийлж судалгааг явуулна.

#### Зохиогчийн тухай

Доктор Пүрвээгийн Ариунболор нь боловсролын болон уул уурхайн чиглэлээр ШУТИС-д 1993 оноос хойш багшаар ажиллах хугацаандаа БНЭУ-ын Уул уурхайн судалгааны төв институтэд судалгааны ажилтнаар хоёр жил, БНСУ-ын Сөүлийн их сургуульд судалгааны профессороор нэг жил, АНУ-ын Аласка Фейрбанксын их сургуульд гэрээт профессороор гурван жил тус тус ажиллаж туршлага хуримтлуулсан ба автоматжуулалт, найдварт ажиллагаа, үл задлах аргын оношилгоо, хиймэл оюуны сүлжээ, тоон дохио боловсруулалт, инженерчлэлийн чанар, цахилгаан эрчим хүчний чанар, динамик загвар, оновчлол, инженерийн статистик, хэмжилтийн багажийн тохиргоо зүгшрүүлэлт чиглэлээр судалгааны ажил гүйцэтгэдэг.

Ц.Мөнхжаргал нь Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургуулийг Уурхайн цахилгаан тоног төхөөрөмжийн ашиглалт мэргэжлээр төгсөж, одоогоор мэргэжлийн дагуу магистрантурт суралцаж байгаа ба үл задлах аргын оношилгоо, найдварт ажиллагаа чиглэлээр судалгааны ажил гүйцэтгэдэг.

З.Оюундэлгэр нь Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургуулийг Уурхайн цахилгаан механик тоног төхөөрөмжийн ашиглалт мэргэжлээр төгсөж, одоогоор мэргэжлийн дагуу докторантурт суралцаж байгаа ба үл задлах аргын оношилгоо чиглэлээр судалгааны ажил гүйцэтгэдэг. Удирдах Ухааны магистр, Уурхайн инженерийн магистр ба сургалтын албанд мэргэжилтнээр 2005 оноос хойш ажиллаж байна.

#### АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:

1. Ц.Мөнхжаргал, З.Оюундэлгэр, “Богино холбогдсон роторт хөдөлгүүрийн динамик динамик загварчлал,” Докторын диссертаци, р. 146, 2009.

# Уурхайн цахилгаан хангамжийн тооцоог MATLAB програмын тусламжтай боловсруулах нь

Дугарсүрэн овогтой Ганзориг\*  
\*ШУТИС-ийн ГУУС, Улаанбаатар хот, Монгол улс.

*Abstract-In order to provide the electric equipment with power, the calculus must be conducted on electric transmission line and cable line for transmitting power to the particular consumer. This calculus will be conducted by several methods and as an example of Baganuur coal mine, total of 237 generated formulas were used on a selected feeder with the manual calculus for 6-9 hours, accordingly it was expensive and required a lot of time. Therefore, this calculus was effectively developed by MATLAB software, for the purpose to keep the time for calculus processing of electric transmission line.*

**Түлхүүр үг:** Цахилгаан хангамжийн тооцоо, Сонголт, Програмчлал

## ОРШИЛ

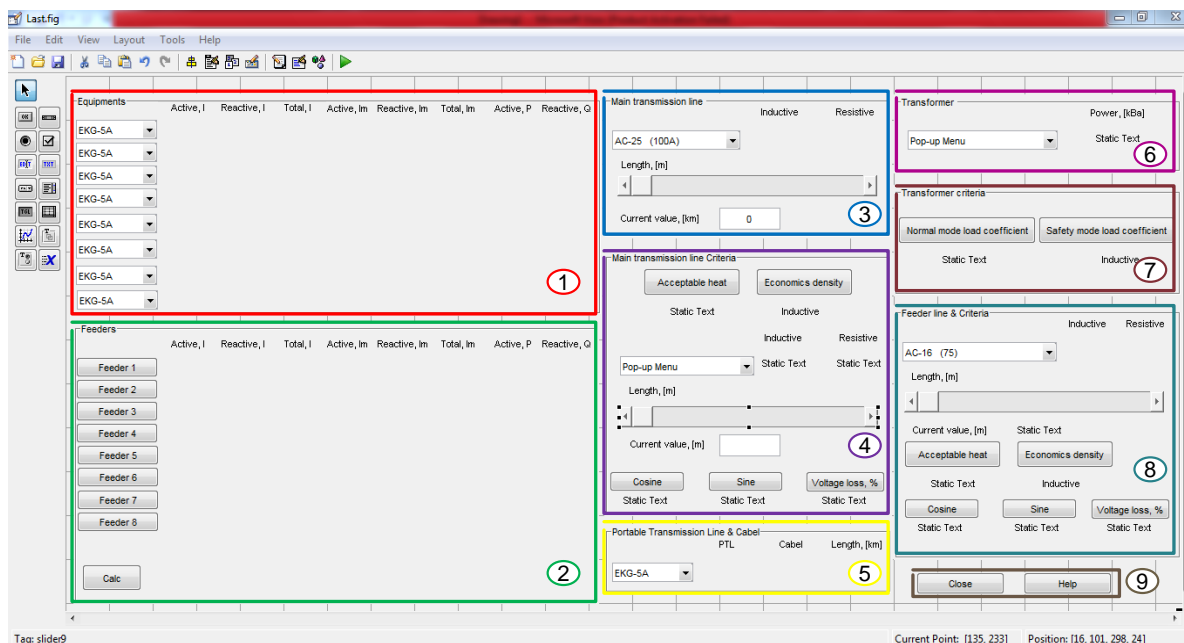
Цахилгаан хангамжийн системийн тооцоог хийхдээ халалтын нөхцлөөр, хүчдэлийн зөвшөөрөгдсөн алдагдлаар, гүйдлийн эдийн засгийн нягтаар, их чадлын асинхрон болон синхрон хөдөлгүүрийн асаалтын нөхцлөөр шалгасанаар цахилгаан дамжуулах шугамын сонголтын тооцоо хийгддэг. Дээрх бүх цахилгаан хангамжийн системийн хувилбар тус бүр дээр харьцуулсан тооцоог хийж, эдийн засгийн хувьд хамгийн ашигтай хувилбарыг сонгох нь их

хэмжээний цаг, хүч хөдөлмөр гарах юм. Энэхүү цахилгаан хангамжийн системийн тооцоог хялбарчилж, эдийн засгийг хэмнэх, програмын тусламжтай боловсруулах юм.

## ЦАХИЛГААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМИЙН ТООЦООГ MATLAB ПРОГРАМ АШИГЛАН БОЛОВСРУУЛАХ СУДАЛГАА

Инженерийн тооцоог програмчлахад хэрэглээний програм хангамжийг түлхүү ашигладаг. Хэрэглээний програм хангамжуудаас хамгийн энгийн, ашиглахад хялбар, програмын хэл бага ашиглагдах, судалгааны ажлын маань тооцоонд тохирохоор програм болох Matlab програмын GUI файлыг ашиглаж болохоор байна. Matlab програмын GUI файл нь инженерчлэлийн тооцооллд ашиглахад илүү тохиромжтой зөвхөн хулганы тусламжтайгаар, график дүрслэл бүхий виртуал орчинд үйлдлээ хийж болохоор програм юм. Иймээс Matlab програмын GUI файлыг цахилгаан хангамжийн системийн тооцоог боловсруулж, програмчлахаар ашигласан.

Matlab програмын Gui файл дээрх цахилгаан хангамжийн системийн тооцоог боловсруулсан харилцах цонх



1-р зураг. Matlab програмын GUI файл дээрх цахилгаан хангамжийн системийн тооцоо

## ЦАХИЛГААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМИЙН ТООЦООНЫ MATLAB ПРОГРАМЫН GUI ФАЙЛ ДЭЭРХ ПРОГРАМЧЛАЛЫН КОД

```
function popupmenu1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to popupmenu1 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future
version of MATLAB
a=get(handles.popupmenu1,'Value');
if (a==1) %% EKG-5A
    set(handles.st1,'string','39.69'); %% active
    set(handles.st2,'string','19.7'); %% reactive
    set(handles.st3,'string','44.31'); %% tootsoonii
elseif (a==2) %% EKG-8I
    set(handles.st1,'string','95.7'); %% active
    set(handles.st2,'string','-38.88'); %% reactive
    set(handles.st3,'string','87.45'); %% tootsoonii
elseif (a==3) %% EKG-10I
    set(handles.st1,'string','95.7'); %% active
    set(handles.st2,'string','-38.88'); %% reactive
    set(handles.st3,'string','87.45'); %% tootsoonii
elseif (a==4) %% ESH-13/50
    set(handles.st1,'string','187.7'); %% active
    set(handles.st2,'string','-79.3'); %% reactive
function pushbutton24_Callback(hObject,
eventdata, handles)
aa=get(handles.text1,'string');
ab=get(handles.text4,'string');
ac=get(handles.text7,'string');
ad=get(handles.text10,'string');
ae=get(handles.text13,'string');
af=get(handles.text16,'string');
ag=get(handles.text19,'string');
ah=get(handles.text101,'string');
ai=str2num(aa);
aj=str2num(ab);
ak=str2num(ac);
al=str2num(ad);
am=str2num(ae);
an=str2num(af);
ap=str2num(ag);
aq=str2num(ah);
ar=ai+aj+ak+al+am+an+ap+aq;
set(handles.text218,'string',num2str(ar));
% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function text131_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to text131 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future
version of MATLAB
```

## ДҮГНЭЛТ

Ил уурхайн цахилгаан хангамжийн системийн тооцоог уурхайн төслийг боловсруулах хугацаанд маш нарийн бодож, тооцоолсоны үндсэн дээр хамгийн найдвартай, ашигтай хувилбарыг сонгох шаардлагатай. Учир нь уурхайн цаашдын төлөвлөлттэй уялдаж байж, цаашид гарч болзошгүй эрсдэлээс урьдчилан сэргийлж чадах юм. Үүний тулд уурхайн цахилгаан хангамжийн ерөнхий схем, хүчний шугамын трассын сонголт, төв дэд станцын байрлал, уурхайд ашиглах фидерүүдийн хамгийн оновчтой хувилбарыг тооцооны үндсэн дээр хамгийн ашигтай, эдийн засгийн хувьд алдагдал багатай хувилбар сонгогдоно.

Цахилгаан хангамжийн системийн тооцоог Matlab програмын GUI файлын програмчлалын хэлрүү шилжүүлэн кодчилж, хувилбар тус бүрээр мөр болгонд кодчилж оруулж өгсөнөөрөө цахилгаан хангамжийн системийн тооцоо нь боловсруулагдсан. Багануурын нүүрсний уурхайн 6 фидер дээр гар аргаар цахилгаан хангамжийн системийн тооцоог хийхэд нийтдээ 48-54 цаг зарцуулсан. Харин Matlab програмын тусламжтай дээрх тооцоог боловсруулахад ердөө 1-2 цаг зарцуулсан. Энэхүү 2 аргаар тооцооны зөрүү цаг нь 47-53 цаг байна.

## АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:

- [1].Б.Эрдэнэцэцэг, Т.Биндэръяа “Ил уурхайн цахилгаан хангамж” Сурах бичиг УБ хот 2007 он
- [2].Г.Дорж, Ж.Цэгмэд бусад “Багануурын нүүрсний ил уурхайн цахилгаан хангамжийн найдвартай ажиллагааны судалгаа” гэрээт ажил 2002 он
- [3].Б.Эрдэнэцэцэг, Т.Биндэръяа “Нүүрсний ил уурхайн цахилгаан тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын үед мөрдөх аюулгүй ажиллагааны дүрэм” УБ хот 2005 он
- [4].Б.Эрдэнэцэцэг, “Ил уурхайн цахилгаан хангамжийн найдвартай ажиллагааны судалгаа. УБ хот 2011 он
- [5].Б.Ууганбаяр, Д.Ариун-Эрдэнэ “MATLAB түүний хэрэглээ” УБ хот 2013 он
- [6].Ж.Дашдорж “Системийн загварчлалд MATLAB програм хангамжийг ашиглах” УБ хот 2005 он
- [7].[www.mathworks.com](http://www.mathworks.com)
- [8].[www.baganuurmine.mn](http://www.baganuurmine.mn)

## **ТАВ. ГЕОДЕЗИ, ГАЗРЫН ХАРИЛЦАА**



# Хот суурин газрын үнэлгээний судлагдсан байдал тулгамдсан асуудал

Д.Оюунцэцэг\*, С.Жаргалмаа\*\*

\*ШУТИС-ГУУС- Геодезийн салбар

\*\*ШУТИС-ГУУС- Геодезийн салбар

*Хураангуй - Судалгааны ажлаар хот суурин газрын үнэлгээ, газрын төлбөр тооцоотой холбогдох хуулиуд болон тэдгээртэй нийцүүлэн гаргасан эрх зүйн бусад бичиг баримтуудыг судалж, Энэ чиглэлийн судалгаа болон Эрдэмтдийн бүтээлд газрын төлбөр төлөлтийн талаар судалгаа хийж, дүгнэлт гаргав.*

*Түлхүүр үг: Газрын үнэлгээ, газрын төлбөр, эдийн засаг, үнэлгээний бүсчлэл*

## ОРШИЛ

Газрыг үнэлэх асуудал дан ганц иргэд, байгууллага хооронд үл хөдлөх хөрөнгийг зарж, арилжаалах үйл ажиллагаанд хэрэглэгдэхгүй бөгөөд татварлалт, нийтийн хэрэгцээнд зориулан авах газрын үнийг тооцоолон гаргах явцад өртөг зарлагыг тодорхойлох, төрийн өмчилж буй газрын төлбөр тогтоох зэрэгт шаардлагатай болдог.

Манай оронд газар болон түүн дээрх барилга байгууламжийн үнэлгээг 1990-ээд оноос анхлан газраас татвар төлбөр авах, тэдгээрийг хувьчлахад хэрэглэж эхэлсэн бөгөөд тухайн үед газрын зах зээл төдийлөн хөгжөөгүйтэй холбоотойгоор хот суурин газарт нэгж газарт оруулсан хөрөнгө оруулалтын зардлыг томсгосон төсвийн аргаар, ХАА-н газарт нэгж талбайгаас авах бүтээгдэхүүний орлогыг үндэслэн орлогыг үндэслэн орлогыг капиталчлах хандлагын аргаар тус тус газрын суурь үнийг тогтоон нормативт үнэлгээг ашиглаж эхэлсэн.

## ҮНДСЭН ХЭСЭГ

Шинжлэх ухаанд газрыг үр ашиг, ач холбогдлоор нь байгалийн ба эдийн засгийн гэж авч үздэг. Байгалийн үр ашиг гэдэг нь цаг уурын тодорхой нөхцөлд урт удаан хугацааны туршид хөрс, ургамлын бүрхэвч үүсэх явцад бий болсон нөөц чадавхийг хэлнэ.

Тухайн үеийн үйлдвэрлэлийн хөгжил, технологийн байдлаас шалтгаалан газрын үнэ цэнэ өөрчлөгдөж байдаг. Үүнээс үүдэн туйлын буюу харьцангуй үржил шимийн тухай ойлголт гарч ирдэг. Туйлын үржил шим нь шууд нэгж газраас өгч байгаа бүтээгдэхүүн, орлогын хэмжээгээр тодохойлогддог бол харьцангуй үржил шим нь хамгийн их буюу дундаж үржил шимтэй газрыг дундаж чадавхи бүхий газартай харьцуулсан үзүүлэлтээр хэмжигдэнэ. Эдгээр үзүүлэлт нь

хоорондоо салшгүй холбоотой тул тухайн газрын үйлдвэрлэлийн чадавхи, үнэ цэнэ, экологийн ач холбогдол, өөрчлөлтийг тодорхойлно.

Газрын үнэлгээ нь эхлээд хөрсний бонитровка буюу чанарын үнэлгээнээс эхэлж судлагдсан ба дараа нь экологи-эдийн засгийн үнэлгээ болтлоо өргөжиж байна. Зах, зээл, газрын харилцааны бодлого тогтвортой орнуудад газрын үнэ цэнэ нь татвар, төлбөрийн үндэс, арилжааны хэрэгсэл болж байна.

Газрын үнэлгээг боловсронгуй болгоход түүний аргачлал, оновчтой үзүүлэлтийг ашиглан судалгаанд суурилсан тооцоо, боловсруулалт хийх, түүнийг үндэслэн газрын нэгдмэл санг байгуулж үнэлгээ өгөх гэсэн хоёр хэсгээс бүрдэх ба аль алинд нь шинжлэх ухааны үндэстэй судалгаа тооцоо шаардагдана.

Зах зээл болон газрын харилцаа сайн хөгжсөн орнуудад газрын үнэлгээний асуудал анх татвар, төлбөрийн хэлбэрээр хөгжиж, улмаар газрын эдийн засгийн харилцаа, өргөжих тусам чанар, үржил шим, экологи, эдийн засгийн чиглэлээр улам боловсронгуй болон хөгжсөөр ирсэн. Манай оронд газрын үнэлгээний асуудлыг анх 1960-аад оны сүүлчээс судалгаа шинжилгээний хүрээнд сонирхон судалж эхэлсэн боловч тэр үеийн нийгэм эдийн засгийн тогтолцооноос шалтгаалан түүнийг одоо хүртэл үйлдвэрлэл, практикт бүрэн нэвтрүүлж чадаагүй байна. 1997 онд газрын төлбөрийн тухай, 1999 онд кадастрын зураглал ба газрын кадастрын тухай хуулиуд батлагдан гарсны зэрэгцээ, газрын төлбөрийн тухай хуулийг хэрэгжүүлэх зорилгоор 1997 онд Засгийн газрын 152-р тогтоол гарч үүний дагуу нийслэлийн иргэдийн төлөөлөгчдийн хурал 2005 онд 4/21 тоот тогтоолоор нийслэлийн үнэлгээний бүсчлэл төлбөр тогтоох хэмжээг тогтоосон.

Энэ нь манай оронд анх удаа газрыг мөнгөөр үнэлсэн хэрэг юм. Газрын суурь үнэ тогтоох талаар доктор Ц. Цэрэнбалжир “Газрын кадастр” номондоо суурь үнэ нь төрөөс газрыг эдийн засгийн эргэлтэнд оруулах анхны гарааны үнэ бөгөөд цаашид зах зээлийн эрэлт хэрэгцээгээр зохицуулагдан өөрчлөгдөнө гэжээ (Хүснэгт 1).

## Хөдөө аж ахуйн газрын суурь үнэ, төлбөр

Муж	Бэлчээр		Тариалан	
	Суурь үнэ Мян,төг	Газар ашиглалтын төлбөр төг/га	Суурь үнэ мян. төг	Газар ашигласан төлбөр төг/га
Хангайн Хэнтийн уулархаг муж	548.2	77-231	3859.0	386-1158
Алтайн уулархаг муж	202.9	47-141	2253.0	225-675
Говийн уул, талархаг	208.6	46-138	1738.0	174-522
Тал хээрийн	381.7	57-171	3843.4	384-1152

2-р хүснэгт

Мөн хадлангийн газрыг экологийн бүлгээр 5 бүлэг болгон үнэлсэн байдаг. Үүнд:

Хадлангийн газрын экологийн бүлэг		Суурь үнэ мян. төг	Төлбөр төг/га
1	Уулын нугын	2478.3	248-744
2	Уулын хээрийн	2027.6	203-609
3	Голын хөндийн	912.2	91-273
4	Нам хотсын	2090.9	209-627

Харин хот суурины газрын суурь үнэлгээ, төлбөрийн дээд, доод хэмжээг хүн амын тоогоос хамаарч тогтоосон байна (Хүснэгт 3).

3-р хүснэгт

Хот суурин газрын үнэлгээ, төлбөр /1997 оны тогтоосон байдлаар/

Хот суурины нэр	Хүн ам (мян-р)	1га-газрын суурь үнэ (сая. төг)	1 га-гийн төлбөр (мян. төг)
Улаанбаатар	800.0	440.0	440-4400
Дархан, Эрдэнэт, Чойбалсан	50-80	120-300.0	120-900
Бусад аймгийн төв	30-50	50.0	50-100
Багавтар аймгийн төв, бусад хотууд	15-30	40.0	40-80
Сумын төв	0.5-15	8.0	8.0
Бусад тосгон, суурин	0.5 хүртэл	5.0	5.0

Газрын мөнгөн үнэлгээ буюу суурь үнийг тогтооход эрдэмтэд янз бүрийн арга хэрэглэж ирсэн ба 1997 онд дээрх ангиллын газрын суурь үнийг тогтоож үүнээс хойш манай эрдэмтэн, судлаачид судалсаар л байгаа юм. 1998 онд доктор Ж.Наранцагралт “Нийгэм эдийн засгийн шинэ нөхцөл дэх газрын менежментийн үндсэн асуудлууд” бүтээлдээ газрын болон Улаанбаатар хотын нийгэм эдийн засгийн асуудлыг авч үзсэн байдаг.

2004 онд доктор П.Мягмарцэрэн манай орны болон гадаад орнуудын газрын үнэлгээний арга, аргачлал, газрын үнэ цэнэ, хөгжлийн чиг хандлагын талаар “Газрын кадастр” сурах бичиг, доктор Ц.Цэрэнбалжир хот суурин газрын болон бусад ангиллын газрын үнэ, үнэлгээ, түүнд нөлөөлөх хүчин зүйлүүдийн талаар тус тус авч үзсэн.

2005 онд доктор С.Доржсүрэн “Хөрөнгө үнэлэх арга зүй”, доктор Д.Ганхуяг “Үл хөдлөх хөрөнгийн эдийн засаг, үнэлгээ” номыг тус тус туурвиж 2005 оноос П.Мягмарцэрэн, О.Нямсүрэн нар Улаанбаатар хотын газрын үнэлгээ, төлбөр, кадастрын үнэлгээг хэрэглэх талаар судалгаа хийж энэ талаар “Газрын харилцаа” 2008 сэтгүүлд “Масс үнэлгээний асуудлууд” бүтээлдээ масс үнэлгээний аргачлалын талаар дурьдсан бол 2009 онд доктор П.Мягмарцэрэн, О.Нямсүрэн нар “Хот

суурин газарт кадастрын үнэлгээг ашиглах нь” бүтээлээ “Хөдөө аж ахуйн шинжлэх ухаан” сэтгүүлд гаргаж манай оронд кадастрын үнэлгээний аргыг туршиж болох талаар бичсэн байна.

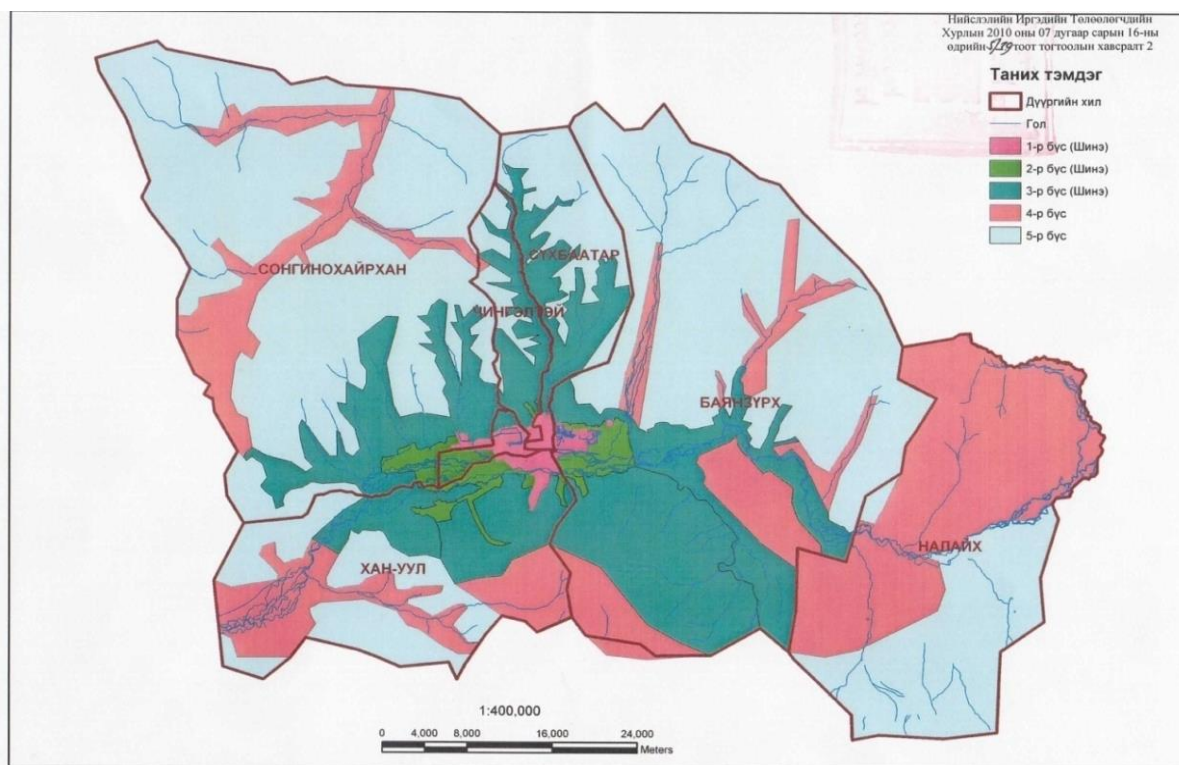
Манай орны хувьд хот суурины газрын үнэлгээний талаар судалгаа шинжилгээний ажил харьцангуй бага боловч Т.Хоролжавын 1987онд туурвисан “Хот байгуулалтад байгаль орчны хүчин зүйлсийн үнэлгээ” сэдэвт бүтээлд уг асуудлыг манай орны нөхцөлд анх удаа шинжлэх ухааны үндэстэй хөндсөн байдаг тухай доктор О.Нямсүрэнгийн “Хот суурин газрын кадастрын үнэлгээ” номонд нь дурьдсан байна.

Энэхүү ном нь судлаачийн докторын зэрэг хамгаалсан бүтээл бөгөөд судалгааны объектоор Улаанбаатар хотын гэр хорооллын газар буюу иргэний гэр бүлийн хэрэгцээний зориулалттай газрыг сонгон авч үнэлгээний 15 бүсэд хувааж, бүсийн жишиг үнийг суурь үнэтэй харьцуулан гаргаж өнөөгийн баримталж байгаа суурь үнэ, зах зээлийн үнэ хоёрын хол зөрүүтэй байдлыг харуулж мөн гэр хорооллын газрын үнэлгээнд нөлөөлөх хүчин зүйлийг нийгмийн, эдийн засгийн, байгаль экологийн гэсэн 3 бүлэг болгон ангилсан байна.

Нийслэлийн иргэдийн төлөөлөгчдийн хурлын 2010 оны 07-р сарын 16-ний өдрийн дугаар 5/39-р

тогтоолоор “Газрын үнэлгээний бүсчлэл, газрын төлбөр ногдуулах хэмжээг шинэчлэн түр тогтоох тухай” тогтоол гарч нэгдүгээр хавсралтаар “нийслэлийн нутаг дэвсгэрт газрын төлбөр тогтооход хэрэглэх бүсчлэлийн хил хязгаар

(нэрлэлийн цэс)”, хоёрдугаар хавсралтаар “нийслэл Улаанбаатар хотын газрын төлбөр тогтооход хэрэглэх бүсчлэлийн хил хязгаар”- ыг тогтоосон бүсчлэлийн зургийг батлан гаргаж өнөөдрийг хүртэл мөрдөж ажиллаж байна.



1-р зураг. Нийслэл Улаанбаатар хотын газрын төлбөр тогтооход хэрэглэх бүсчлэлийн хил хязгаар

Эх сурвалж: Нийслэлийн иргэдийн төлөөлөгчдийн хурлын 2010 оны 07-р сарын 16-ний өдрийн 5/39 тогтоолын 2-р хавсралт

Газрын үнэлгээний бүсчлэл, газрын төлбөр ногдуулах хэмжээг шинэчлэн тогтоож хэрэгжүүлж

байгаа ч зах зээлийн бодит үнэ, төрөөс тогтоосон тогтоолын үнэ хол зөрүүтэй байна (Хүснэгт 4).

4-р хүснэгт

№	Газрын байршил	1 м.кв газрын зах зээлийн дундаж үнэ	1 м.кв газрын суурь үнэ	Зөрүү (±)
1	Гандан	121000	13200	+107800
2	32-ын тойрог	65400	13200	+52200
3	Тасганы овоо	61900	13200	+48700
4	Чулуун –овоо	41300	13200	+28100
5	Дэнжийн мянга	35100	13200	+21900
6	Яармаг	15900	13200	+2700
7	Дамбадаржаа	13000	13200	-200
8	Нисэх	13000	13200	-200
9	Баянхошуу	12100	13200	-1100
10	Хайлааст	10800	13200	-2100
11	Амгалан	10300	13200	-2900
12	Чингэлтэй	9400	13200	-3800
13	Шархад	8800	13200	-4400
14	Тойлгойт	5800	13200	-7400
15	Зүүн салаа	3300	13200	-9900

Хүснэгтээс харахад хотын төвтөй ойролцоо газрын үнэ суурь үнээс хэд дахин их, төвөөс гадагшлах тутам үнэ буурч байна. Иймд газрын үнэлгээнд нөлөөлөх хүчин зүйлүүдийг олон талаас нь тооцон газрын үнэлгээний аргачлалыг боловсруулах нь зөв юм.

#### ДҮГНЭЛТ

Хот суурин газрын үнэлгээний арга технологийг нэвтрүүлэхэд дараах хэд хэдэн хүчин зүйлийг тодорхой болгох хэрэгтэй. Үүнд:

1. Хот суурин газрын засаг захиргааны нэгж бүрт газрын үнэлгээний бүс өөр байх шаардлагатай, хэт бүрхэг хил заагийг тодруулах хэрэгтэй.

2. Хөдөө аж ахуйн газар, хот суурины барилга болон бусад газрын үнэ, үнийн итгэлцүүрийн утгыг ялгавартай тогтоох шаардлагатай байна.
3. Кадастрын автоматжуулагдсан системийн өртөг, ажиллагааны хэт ярвигтай зэрэг хүндрэлтэй асуудлууд эрэдэмтэдийн судалгаанд гол байр суурийг эзэлж байна.

#### **Зохиогчдийн тухай**

С.Жаргалмаа: 2008 онд Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургуулийн Уул уурхайн инженерийн сургуулийн “Эдэлбэр газрын кадастр, газар зохион байгуулалт” мэргэжлээр бакалаврын зэрэг, 2010 онд тус мэргэжлээр магистрийн зэрэг, 2013 онд “геодези” мэргэжлээр магистрын зэрэг хамгаалсан. Одоо ШУТИС-ийн ГУУС-ийн доктор оюутан, Хот суурин газрыг нейрон сүлжээний аргаар үнэлэх аргачлалын талаар судалгааны ажил хийж байгаа.

Д.Оюунцэцэг: ШУТИС-ийн Геологи, Уул Уурхайн сургуулийн геодезийн салбарын эрхлэгч доктор, дэд профессор. Геодези, зурагзүйн инженер мэргэжилтэй. Монгол улсын зөвлөх инженер.

#### **АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:**

- [1] Г. Гантулга. Үл хөдлөх эд хөрөнгийн харилцаа. УБ.: 2006.
- [2] Г. Доржсүрэн. Хөрөнгө үнэлэх арга зүй. УБ.: 2005.
- [3] П.Мягмарцэрэн. Газрын кадастр. УБ.: 2004.
- [4] О.Нямсүрэн. Хот суурин газрын кадастрын үнэлгээ. УБ.: 2012.
- [5] Г.Пүрэвцэрэн. Газрын сангийн менежмент. УБ.: 2000.
- [6] Ц.Цэрэнбалжир, Б.Наранчимэг. Газрын кадастр. УБ.: 2004.

# Геодезийн нэр томъёоны асуудалд

Б. Болормаа\*, Н. Бямбанаран†

\* ШУТИС,ГУУС, Геодезийн тэнхим

† ШУТИС,ГУУС, Геодезийн тэнхим

*Abstract-In surveying projects on the development of rules and regulations of geodetic work, the terms are explained in different ways, which creates a very confusing situation. Therefore, to ensure a common understanding in the sector of geodesy is necessary to make common terminology.*

**Түлхүүр үг ухагдахуун, хэлэлцүүлэг, тайлбар толь, байрлал, өндөр**

Үзэгдэл, юмс, ухагдахуун нь сайтар боловсруулагдсан зөв утгаар оновчтой нэрлэгдсэн нэр томъёотой байх нь аливаа шинжлэх ухаанд нэн чухал юм.

Манай улсын судар бичгийн хүрээлэн 1921 оноос өмнө зохиогдсон Монгол орны газрын зургууд, нутгийн хилийн дээсийн цэс зэргийг бүртгэн төвлөрүүлэх, эмхэтгэх ажлыг 1921-1924 онд гүйцэтгэсэн үеэс эхлэн Монгол улсад геодезийн салбар үүсч, нэр томъёо бий болон хэрэглэж эхэлсэн байна. Энэ хугацаанд нэр томъёог монгол хэлнээ хөрвүүлэх, хэвшүүлэх талаар салбарын мэргэжилтэнүүд, эрдэмтэд бүтээлчээр хандаж ирсэн байна. Улсын Геодези Зураг Зүйн Газрын салбарыг олон жил удирдсан ахмад мэргэжилтэн Б. Рагчаа гуай 1974 онд хэвлэн гаргасан “Геодезийн орос-монгол толь” нь геодезийн нилээд нэр томъёог монгол хэлнээ тун оновчтой буулгасан анхны бүтээл юм. Доктор А. Дамдинсүрэн багш 1980 оноос эхлэн “Геодезийн нэр томъёоны тайлбар толь”-зохиох ажлыг эхлүүлэн олон эх сурвалжуудаас цуглуулсан судалгаа болон салбарын мэргэжилтэнүүдийн хэлэлцүүлэгүүд дээр суурилан “Геодезийн нэр томъёоны тайлбар толь” номыг 2013 онд хэвлүүлсэн ба мөн онд геодезийн зөвлөх инженер Б.Дэмбэрэл “Геодези, Зурагзүйн Англи-Орос-Монгол толь” хэвлэн гаргасан нь геодезийн салбарт нэр томъёог нэрлэх, хэвшүүлэх талаар дорвитой бүтээлүүд болсон байна.

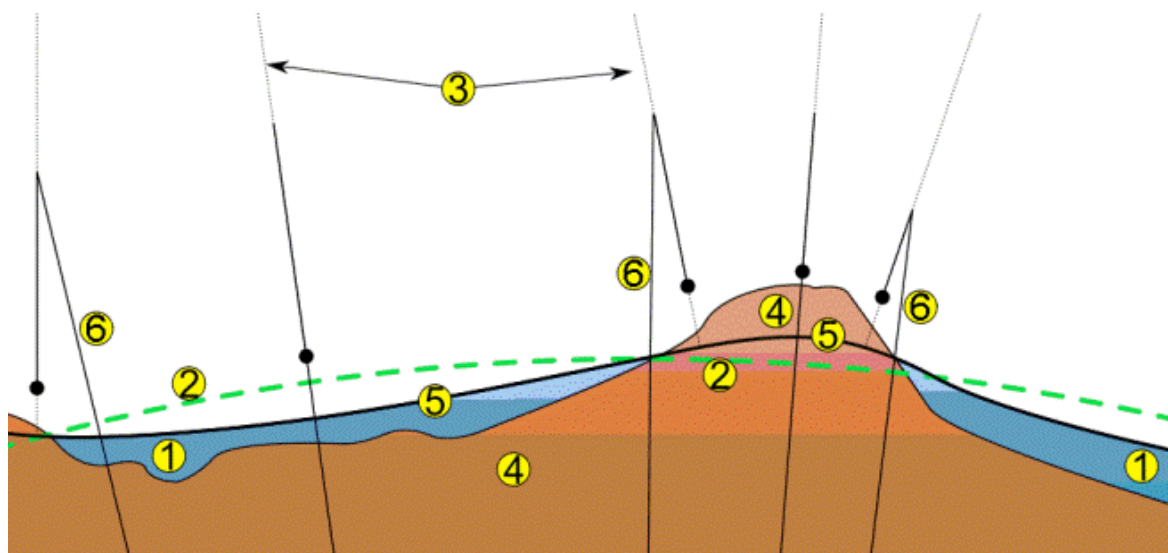
Өнөөдөр шинжлэх ухаан техникийн дэвшил хамгийн түрүүнд нэвтэрч байгаа салбарын нэг геодези юм. Геодезийн салбарт техник, технологийн шинэчлэлт, цоо шинээр орж ирж байгаа технологиор дамжин шинэ нэр томъёо, гадаад үг хэллэгээр маш хурдтай баяжигдан байгаа өнөөгийн нөхцөлд нэр томъёог өөр өөрөөр орчуулан хэрэглэх, нэг ухагдахууныг янз бүрээр илэрхийлэх, нэг нэр томъёог мэргэжлийн болон бусад салбарт янз бүрээр нэрлэх зэрэг асуудлууд элбэг тохиолдож байна. Иймд геодези болон геодезийн салбар шинжлэх ухаан зурагзүй, фотограмметр, зайнаас тандан судлалын чиглэл тус бүрээр нэр томъёоны стандартыг

боловсруулан гаргах нь хойшлуулшгүй зорилгуудын нэг болсон байна.

Нэр томъёотой холбоотой зарим нэг жишээг доор дурдсан болно.

Англи хэлэнд “traverse”, орос хэлээр “ход” гэсэн үгийг ШУТИС-ийн геодезийн салбарт сэлгэц гэж нэрлэн цэгүүдийн солбицол, өндрийг тодорхойлох зорилгоор газар дээр байгуулсан битүү ба задгай олон өнцөгт гэж тайлбарласан байхад геодезийн ажлын зааварт “нүүлт” гэсэн үгээр бичсэн байна. Задгай сэлгэц гэдэг үгийг битүүрээгүй сэлгэц гэж Б. Дэмбэрэл гуайн толь бичигт өөрөөр нэрлэн бичсэн байна. Байрзүйн зургийн томъёолсон тэмдэг гэдэг үгийг таних тэмдэг, багажийн цилиндр тэгшлүүрийг “Багажийг шалгах, шинжлэх заавар”-т тэгш ус гэх мэтчилэн нэрлэсэн байна. “Earth spheroid” гэдэг үгийг А. Дамдинсүрэн багшийн толь бичигт “бөмбөрцөг” гэж нэрлэн энэ нь тойргийг босоо тэнхлэгээр нь эргүүлэхэд үүсэх бөмбөрцөг гэж тайлбарласан байхад “дэлхийн зууванцаг” Б. Дэмбэрэл гуайн толь бичигт гэж нэрлэсэн байна. Хаялбарыг үүсгэж байгаа зэргэлдээ орших түвшиний хавтгайнуудын хоорондын зайг үеийн өндөр гэсэн үгээр нэрлэгдэн хэвшсэн байтал 1:100 000 масштабын байрзүйн зураг дээр энэ үгийг өндрийн огтлол гэж бичсэн байна. Багажийн хөл гэж нэрлэж хэвшсэн байхад зарим газар “зоовч” гэж нэрлэсэн байна.

Агаарын зургийн хээрийн холболтоор байрлал, өндөр нь тодорхойлогдон газар дээр тэмдэглэгдсэн агаарын зураг дээр сайн танигдах цэгийг таних цэг гэж А. Дамдинсүрэн багшийн тайлбар толь бичигт томъёолсон бол үйлдвэрлэл дээр энэ үгийг “GCP” гэж нэрлэн англи үгийг нь товчлон бичиж хэрэглэх болсон байна. Эдгээр цэгээс фототриангуляцийн сүлжээг тулгуурлан байгуулж байгаа цэг учраас тулгуур цэг гэж нэрлэх нь зүйтэй юм. Эгц босоо шулуун, эгц шулуун гэсэн үгнүүд нь хоёр өөр утгатай байхад орчуулгаас нь хамааран хольж нэг ойлголт мэтээр бичих болсон байна. Гэтэл эгц босоо шулуун гэдэг нь оросоор “отвесная линия” гэсэн үг бөгөөд хүндийн хүчний төвийн чигийн дагуу, түвшиний гадаргууд перпендукуляр шулуун юм. Харин эгц шулуун-эллипсоидын гадаргууд перпендукуляр шулуун юм. Энэ хоёр шулууны ялгааг зураг 1 дээр тайлбарлан үзүүлбэл: (3) -эгц босоо шугам ба энэ нь геоид гадаргууд (5) перпендукуляр, харин (6)-эгц шулуун ба энэ нь дэлхийн эллипсоид (2) гадаргууд перпендукуляр шулуун юм.



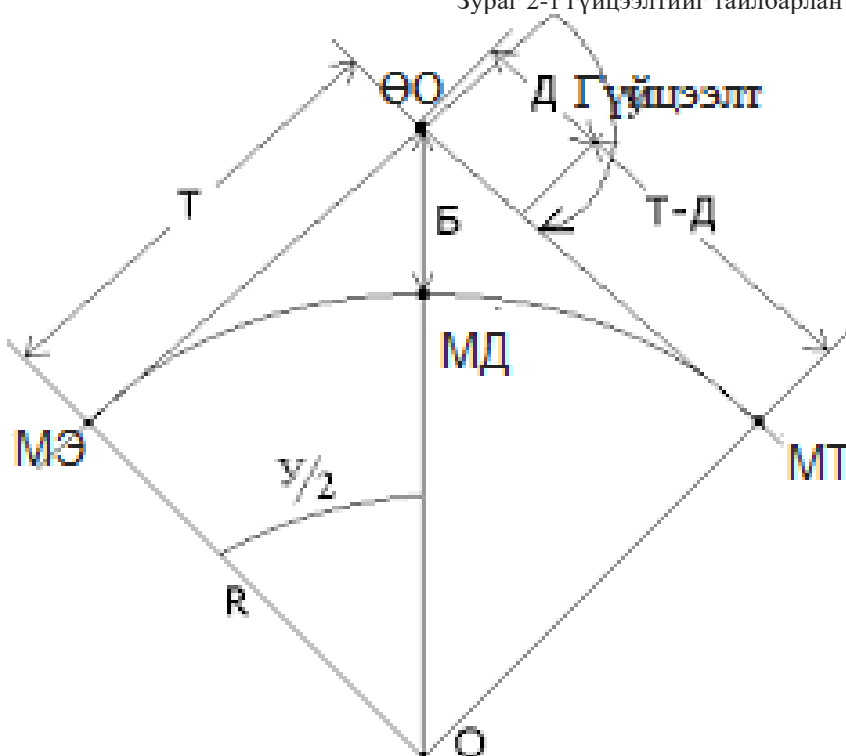
1-р зураг. Эгц босоо ба эгц шулууны ялгаа

1. Далай, 2. Дэлхийн эллипсоид гадаргуу, 3. Эгц босоо шулуун, 4. Дэлхийн бодит гадаргуу, 5. Геоид, 6. Эгц шулуун /Нормаль шулуун/

Геодезийн сурах бичиг, норм дүрэм, зааварт байрзүйн зураг зохиох, үйлдэх гэх мэтчилэн өөр өөрөөр бичсэн байна. Я.Цэвэлийн “Монгол хэлний товч тайлбар толь” бичгээс харахад “үйлдэх” гэсэн үг утгын хувьд илүү тохиромжтой юм.

Трассын дагуу байгуулсан өндрийн сүлжээний цэгүүдийг англиар “bench mark” нэрлэдэг энэ үгийг орчуулахгүйгээр “BM” гэж нэрлэх болсон

геодезийн норм ба дүрэм дээр заагдсан “репер” гэдэг үгийг мэдэхгүй байх хэмжээнд хүрсэн байна. Автозамын салбарт геодезид хэрэглэгддэг “гүйцээлт” гэдэг үгийг “домер” гэж оросоор нэрлэж хэвшсэн байна. Энэ үгийг тайлбарлавал замын трассын уртын шулуун хэсгийн нийлбэрээс эргэлтэн дээр шулууныг муруйд шилжүүлэхэд гарах зөрүүг гүйцээж хэмжих гэсэн утгатай үг. Зураг 2-т гүйцээлтийг тайлбарлан үзүүлэв.



2-р зураг. Автозамын трассын эргэлтийн муруй. Д-домер /гүйцээлт/

Архитектур болон барилгын салбарт “босоо төлөвлөлт” гэдэг үгийг “өндөржилт төлөвлөлт” гэж буруу нэрлэх болсноор бусдад хоёр өөр

төрлийн төлөвлөлт хийж байна гэсэн ойлголт өгч байна.

Дээрх жишээнээс харахад геодезийн салбарт хэрэглэж байгаа нэр томъёог цэгцлэх, оновчтой

болгох, гадаад үг хэллэг, нэр томъёог орчуулгагүй хэрэглэж байгаа тохиолдолд нэр томъёоны тодорхойлолтыг хавсаргах шаардлагатай зэрэг асуудлууд ажиглагдаж байна.

#### ДҮГНЭЛТ

Салбарын мэргэжилтэнүүд болон хэл шинжлэлийн мэргэжилтэнүүдийн оролцоотойгоор геодезийн салбарын нэр томъёог судлан гадаад үгийг оновчтой орчуулах, бусад салбарт хэрэглэгдэж байгаа геодезийн нэр томъёог цуглуулан нэг нэр болгон цэгцлэн баяжуулж нэр томъёоны стандарт гаргах шаардлага зүй ёсоор тавигдаж байна. Энэ нь манай улсад геодезийн

шинжлэх ухааныг хөгжүүлэх, тухайн салбарын үнэн зөв мэдээллийг бүрдүүлэх ач холбогдолтой ажил болох болно.

#### АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ:

- [1] Я.Цэвэл. Монгол хэлний товч тайлбар толь. УБ, 1966
- [2] Ц.Дамдинсүрэн, А.Лувсандэндэв. Орос-монгол толь. УБ, 1983
- [3] А.Дамдинсүрэн. Геодезийн нэр томъёоны тайлбар толь. УБ, 2013
- [4] Б.Дэмбэрэл “Геодези, зурагзүйн Англи-Орос-Монгол толь” УБ, 2013