

Дуу авианы локатор урсгал хэмжигч ба Соронзон урсгал  
хэмжигчийн харьцуулалт  
Зориулалт: Ашигт малтмал баяжуулах үйлдвэрт ашиглах том голчтой  
гидроциклоны хоолой

Урсгалын эзлэхүүнийг хэмжих үеийн зардал ба гүйцэтгэлийн харьцуулалт

CiDRA Minerals Processing, Inc компанийн ерөнхийлөгч Павел Ротман

## Удиртгал

Ашигт малтмал баяжуулах үйлдвэр тодорхой хэмжээний тархалтаар шингэн шавар гаргахын тулд гидроциклоны баттерэй ашигладаг битүү хэлхээн доторх бутлах машиныг ердийн үед ашигладаг. Энэхүү хэмжээний тархалт нь хөвөлтийн гарцын үе шатны гүйцэтгэлд аюултай юм. Тиймээс гидроциклоны баттерэйг түүнийг дизайны зориулалтын дагуу ашиглах нь чухал. Шүргэлтийн хурд болон шингэн зуурмагны хоолойны нягтшил бол гидроциклоны баттерэйн ажиллагаанд чухал байдаг. Шүргэлтийн хурд гэж нягтшил хэмжигч ашиглан нягтшилыг шууд хэмжиж байхад хоолойн шугаман дахь баттерэйн даралт юмуу эзлэхүүний урсгалыг хэлнэ. Ийм учраас л ихэнх битүү хэлхээний бутлах ажилд гидроциклоны хоолойн шугаман дээр эзлэхүүний урсгал хэмжигч болон нягтшил хэмжигчийг ашигладаг.

Зэсийн баяжмалын үйлдвэрлэлд гидроциклоны хоолойн шугаман дээр эзлэхүүний урсгалын хурдыг хэмжих нь хүч сорьсон ажиллагаа байдаг. Соронзон гүр агуулсан үрэлт ихтэй хүдэр сорилтыг улам хүндрүүлнэ. Эдгээр сорилтууд нь гүйцэтгэл ба засвар үйлчилгээний хэсэгт байдаг. Урсгал хэмжигч төхөөрөмж шингэн шавар, соронзон гүрийн агууламж, тогтсон хийн агууламжид гарсан томоохон өөрчлөлтийн нарийн хэмжилтийг хийнэ. Соронзон урсгал хэмжигчид соронзон гүрийн баяжилтын өөрчлөлт юмуу тогтсон хийг хэмжих хэмжээнд тоноглогдоогүй байдаг. Нягтшил хэмжигч төхөөрөмж усны шавхаргын түвшин бага байгаагаас ихэнхдээ шалтгаалсан тогтсон хийн улмаас алдаа заах нь бий. Ийн зориулалтаар тоног төхөөрөмжийн инженер, процессийн инженер, засвар үйлчилгээ хариуцсан ажилтнууд аль болох бага засвар үйлчилгээ, процессийн сул зогсолттойгоор нарийн, давтагдах хэмжилтийг хийж ажиллана. Ерөнхийдөө хүдрийн биет болон шингэн шаварын хурдаас хамаарч Соронзон урсгал хэмжигч зургаан сараас 5 жил хүртэл ажиллана. Тиймээс бүх хүчин зүйлсийг харгалзан үзэхэд эдгээр тоног төхөөрөмжийн засвар үйлчилгээний өртөг зардал маш их үнэтэй болдог. Эдгээр хүчин зүйлсэд анхны хөрөнгийн зардал, угсралт суурилуулалтын зардал, аюулгүй байдал, хэмжилтийн гүйцэтгэл, засвар үйлчилгээ, сэлбэгийн шаардлага, тоног төхөөрөмжийн хүлээлгийн хугацаа, ажлын сул зогсолт зэрэг багтана. Баяжуулагч дахь соронзон урсгалын хэмжилтийн цэгийн анхны бодит зардал нь анхны капиталын зардлаас илүү их байдаг.

Дуу авианы локатор хэмжигч ямар ч засвар үйлчилгээ үл шаардагдах эзлэхүүний урсгалыг нарийн зөв, найдвартай, давтамжтай хэмждэг. Дуу авианы локатор хэмжигчийг энэ зориулалтаар ашиглаж эзлэхүүний урсгалын шийдлийг олсноор маш их хэмжээний зардлыг хэмнэх болно. Мөн хөвөлтийн нэгэн хэвийн хэмжээний түгээлтээр гүйцэтгэлийн ашгийг нэмэгдүүлнэ. Үүнийг гидроциклоны хошууны шугаман дахь төрөл бүрийн хэмжээтэй шингэн

шаврын хэмжилтийг зассанаар гүйцэтгэж болдог. CiDRA энэ төрлийн баяжуулагчийн тоног төхөөрөмжийн чиглэлээр уул уурхайн салбарт үнэ цэнийг нийлүүлж байгаа олон жилийн туршлагатай. Дуу авианы локатор хэмжигчийг найман орны уурхайд ашиглаж байна.

### Соронзон урсгал хэмжигч болон дуу авианы локатор урсгал хэмжигч технологийн харьцуулалт

Том голчтой гидроциклоны хоолойд ашиглах соронзон урсгал хэмжигч технологи болон авианы локатор хэмжигч технологийн давуу болон сул талуудыг харьцуулан жагсаав. Үүнд:

Онцлогууд	Соронзон урсгал хэмжигч	Дуу авианы локатор урсгал хэмжигч
Суурилуулалт	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Шугаман дотор байдаг соронзон хоолойд хошуу, жийрэг шаардлагатай</li> <li>- Соронзон хоолой хүнд жинтэй байдаг учраас хүнд даацын механизмаар өргөх шаардлагатай</li> <li>- Угсралтыг олон хүнтэй баг ерөнхийдөө 8 цагийн хугацаанд хийж гүйцэтгэнэ</li> <li>- Угсралт явагдахын тулд үйл ажиллагааг зогсооно</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Процессийн хоолойн гадна талд (1 метрийн шулуун хоолой шаардлагатай) байрлуулна</li> <li>- Угсралтын хугацаа нэг хүний гараар 2 цаг орчим болно</li> <li>- Энэхүү угсралтыг ашиглалтын үед гүйцэтгэж болдог.</li> </ul>
Мэдрэгчийн тохиргоо	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Электродууд найдвартай байдлыг алдагдуулах, цооролт үүсгэх шингэн шавартай шүргэлцэнэ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Мэдрэгчүүдийг хоолойны гадна талд тогтоосон учраас шаварлаг зүйлийн нөлөөнд автагдахгүй</li> </ul>
Булан мэдрэгч	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Заасан нарийвчлалд хүрэхийн тулд 5-аас 10 голчтой дээш урсгалтай шулуун хэсэг шаардлагатай болно</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Булангийн гарц дээр байрлуулсан ч заасан нарийвчлалыг хэмжиж чадна</li> <li>- 5-аас 10 -ын голчтой байхад болно</li> </ul>
Аюулгүй ажиллагаа	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Шугаман дотор байдаг төхөөрөмжийн хувьд байнга цоорлтын асуудал үүсгэнэ. Хоолойн бүрэн бүтэн байдал алдагдана.</li> <li>- Угсралтын үед хүнд механизмаар соронзон хоолойг өргөж байрлуулах шаардлагатай болдог. Энэ ажиллагааг хийх бүрт аюулгүй байдалд эрсдэл учруулах аюултай</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Аюулгүй байдалд асуудал үүсэхгүй</li> <li>- Хоолойн бүрэн бүтэн байдал алдагдаргүй, системийн эд анги бүрийг ганц хүн өргөх боломжтой</li> </ul>
Засвар үйлчилгээ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Шингэн шаврын арзгар үрэлтэт чанараас шалтгаалан электрод болон жийргэвч гэмтдэг</li> <li>- Соронзон хоолой юмуу жийргэвчийг тогтмол сольж байх. Хугацаа нь зургаан сараас 3 жилийн хугацаанд байж болно.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Засвар үйлчилгээ хийх шаардлагагүй</li> </ul>

Онцлогууд	Соронзон урсгал хэмжигч	Дуу авианы локатор урсгал хэмжигч
Нарийвчлал	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Соронзон урсгалын хоолой бүрийг “хэмжигчийн хүчин зүйл”-ээр үйлдвэрээс тохируулдаг. Энэ тохируулгыг ус ашиглан хийнэ. Шингэн шаврын шинж чанартай холбоотойгоор соронзон хоолойны нарийвчлал муудна.</li> <li>- Ихэнх соронзон хоолой соронзон гүрийн нөлөөгөөр засагдахгүй. Соронзон гүрээр засагдсан соронзон хоолойнуудыг зөвхөн нэг соронзон гүрийн нягтшилын түвшинг засахад ашиглана. Соронзон гүрийн нягтшил тухай бүрт өөрчлөгдөж байдаг учраас соронзон хоолой тохиргоонд орохгүй.</li> <li>- Соронзон хоолой хүчдэлийн туйлын хэмжилтийг хийдэг. Цаг хугацаа, температур өөрчлөгдөхөд энэ хэмжилт удааширч нарийвчлалыг алдагдуулдаг.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Тохируулгыг серийн дугаараар биш загварын дугаарт үндэслэн хийдэг. Метрээс метрт тохируулах зүйл үгүй.</li> <li>- Тохируулгыг ус ашиглан хийж болох ч шингэн шаврын шинж чанар тохируулгад нөлөөлөхгүй. Тиймээс шингэн шаврын шинж чанар цаг хугацаа өнгөрөхөд өөрчлөгдөж, харин хэмжигчийн тохируулга өөрчлөгдөхгүй. Үүнд соронзон гүр багтана.</li> <li>- Цаг хугацаа, зай хоёр л хэмжилт хийх хоёр туйл юм. Цаг хугацаа бол дамжуулагчийн цаг бөгөөд хоорондын зай бол үйлдвэрлэлийн үед тогтсон мэдрэгчээр хянагдсан зайг хэлнэ. Бусад бүх хэмжилтүүд харьцангуй учраас салшгүй хөвөх механизм гэж үгүй юм.</li> </ul>
Давтагдах чадвар	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Соронзон хоолойнууд шингэн шаварт мэдрэмтгий байдгийг олон жилийн туршлагаараа баталсан. Энэ зорилгоор шингэн шаврын шинж чанар байнга өөрчлөгдөж байдаг. Энэ нь урсгал уншигч давтагдах асуудлаар илэрдэг. Соронзон хоолойнууд дахин давтагдах шахуургын ачааллын урсгалыг үл хянах урсгал уншигчид илэрдэг.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Шингэн шаврын шинж чанарыг мэдрэхгүй учраас давтагдах чанар нь төгс болох нь батлагдсан. Үнэндээ дуу авианы локатор урсгал хэмжигчид соронзон урсгал хэмжигчээс илүү шахуургын ачааллын урсгалыг хэмжиж байгааг тулган харьцуулсан бодит бодит жишээ баримтаар байхгүй.</li> </ul>
Тогтсон хийн мэдрэгч	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Шингэн шавар дахь тогтсон хий засваргүйгээр алдаатай урсгал унших шалтгаан болдог.</li> <li>- Эзлэхүүний урсгалыг тооцоолох үед соронзон урсгал хэмжигч бүтэн хоолойд тооцогдоно. Хий юмуу хоосон цууралтыг тооцохгүй. 1% хий урсгал дотор 1% алдаа гаргана.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Тогтсон хийг мэдрэхгүй. Урсгал уншигч хийн хэмжээ өөрчлөгдөхөд нөлөөлөхгүй.</li> <li>- Тогтсон хийн түвшинг бодитоор хэмжиж, урсгалын хэмжилтийг илүү нарийвчлалтай гаргахын тулд хоосон цууралттай урсгалын хурдыг засна.</li> </ul>
Соронзон гүрийн мэдрэгч	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Соронзон урсгал хэмжигчид шингэн шавар дахь соронзон гүрт мэдрэмтгий байдаг нь батлагдсан үнэн юм. Соронзон гүрээр зассан хэмжигч ч зөвхөн нягтшилын нэг түвшинд засагдана. Цаг хугацаа өнгөрөхөд нягтшилын түвшин өөрчлөгдвөл хэмжигч тохируулгаа алдана.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Соронзон гүрт мэдрэх зүйл гэж үгүй. Соронзон гүрийн нягтшилыг өөрчилснөөр урсгал уншихад нөлөөлөхгүй.</li> </ul>

Онцлогууд	Соронзон урсгал хэмжигч	Дуу авианы локатор урсгал хэмжигч
Оношлогоо	- Соронзон урсгал хэмжигчид оношлогооны чадамж хязгаарлагдмал байдаг. Энэ нь загвараас ихээхэн хамаардаг.	- Дамжуулагч маш сайн оношлох чадвартай. Цахилгааны холболтын асуудлыг хэрэглэгчдэд Англи хэлээр “1-р утсыг 7-р утастай солих” гэх мэтээр үзүүлсэн. - Дамжуулагч өөртөө их хэмжээний санах ойтой. Нэг жил хүртэл хугацаанд өгөгдлийг хадгалж дараа нь компьютерт суурилсан программ ашиглан татаж авч болно. Түгээлтийн хяналтын системтэй түүртэлгүй гүйцэтгэлд суурилсан шалгалтанд ашиглахад маш тустай.
Бүтээгдэхүүний хүлээлгийн хугацаа	- Ийм хэмжээний хэмжигчийн хүлээлгийн хугацаа 12-оос 16 долоо хоног байдаг	- Хүлээлгийн хугацаа ерөнхийдөө 2-оос 4 долоо хоног байдаг
Сэлбэг хэрэгсэл	- Хүлээлгийн хугацаа уртасахад соронзон хоолойг талбай дээр хадгална. Ингэх нь их өндөр өртөгтэй.	- Нэмэлт тоног төхөөрөмж шаардлагагүй
Эзэмшигчийн нийт зардал	- Эзэмшигчийн нийт зардалд дараах зүйлүүд багтана. Үүнд: - Хөрөнгийн зардал - Суурилуулалт - Жилийн засвар үйлчилгээний зардал (2 хүртэл жил) - Нэмэлт тоног төхөөрөмж (нэг хоолой) - Аюулгүй байдлын тохиолдлууд - Ажлын сул зогсолтын цаг болон удаан хугацааны гүйцэтгэлийн асуудлын улмаас үйлдвэрлэл зогсох	- Эзэмшигчийн нийт зардалд дараах зүйлүүд багтана. Үүнд: - Хөрөнгийн зардал - Суурилуулалт

### Дуу авианы локатор хэмжигчийн гүйцэтгэлийн давуу талууд

Дуу авианы локатор хэмжигч нь нягтшил хэмжигчийг засахад ашиглагдах тогтсон хийн хэмжилтийг хийх илүү нарийвчлалтай, давтагдах, найдвартай урсгал хэмжилтийг хийж чадамжтай байдаг. Урсгалы илүү нарийвчлалтай уншихад бутлагчийн эргэлтийн ачааллыг илүү сайн хянах боломжтой болно. Эргэлтийн ачааллыг 1% -иар хянах нь бутлагчийн гаралтыг 1%-иар өсгөн тэгшилнэ. Энэ бутлагчийн үйлдвэрлэлийн гаралт жилд \$2,000,000 нэмэгдэнэ (өдөрт 100,000 тонн, зэсийн зэрэглэл 0.5%, 85% гарц, 28% сор зэрэглэл, \$2.50/lbs). Мөн гидроциклоны баттерэйд шингэн шаврын хошууны нягтшилыг чанга хянах нь хөвөлтийн ширхэгийн тархалтын хэмжээг нягтруулж өгнө. Ширхэгийн хэмжээний тархалтанд бүтээгдэхүүний гарцын мэдрэмтгий байдал тухайн газарт зориулагдсан үзүүлэлтээс ихээхэн хамаардаг. Хошууны нягтшилыг хянаснаар гарцыг 1%-иар нэмэгдүүлнэ гэж үзэхэд жилд дахин \$2,000,000 хүрнэ.

## Гидроциклоны хоолойн шугамын угсралт

Дараах зурагнууд бол дуу авианы локатор урсгал хэмжигч болон Соронзон урсгал хэмжигчийн суурилуулалтын жишээ зураг болно. Хэдийгээр эдгээр хоолойны тохируулга нь хүч сорьсон байдаг боловч дуу авианы локатор хэмжигч онцгой сайн ажилладаг. Үүнийг хоолойн гадна талд хийдэг учраас цооролт үүсэх боломжгүй юм. Соронзон урсгал хэмжигчийн зурагт үйлчилгээ хийснээс хойш маш богино хугацаанд тохиолддог цооролтын асуудлыг харуулсан.



Зураг 1: Дуу авианы локатор VF-100 урсгал хэмжигч



Зураг 2: Соронзон урсгал хэмжигч

## Хураангуй

Битүү хэлхээн доторх бутлах машинаар хүдрийг боловсруулах үед гидроциклоны хоолойн шугамын эзлэхүүний урсгалын хурдыг хэмжих чухал хэмжигч болдог. Уламжлалт соронзон урсгал хэмжигч технологи нь гүйцэтгэлийн асуудалтайгаас гадна эзэмшигч өндөр зардал гаргах шаардлагатай байдаг. Дуу авианы локатор хэмжигч эзэмшигчээс бага зардлаар өндөр гүйцэтгэлтэй ажилладаг. Дуу авианы локатор хэмжигчийг энэ зориулалтаар ашиглахад өндөр үнэ цэнэтэй бөгөөд ялангуяа соронзон гүр, арсенопирит, пирит зэрэг шингэн шавартай соронзон хүдэрт илүү тохиромжтой. Дуу авианы локатор хэмжигчийн бас нэг давуу тал бол шингэн шавар дахь тогтсон хийн төрөл бүрийн хэмжээг хэмжих чадвар юм. Уг мэдээллийг шингэн шаврын нягтшилын хэмжилтийг засахад ашиглана. Энэхүү нэмэлт нарийвчлал нь бутлагчийн гаралт болон гарцын ашгийг нэмэгдүүлнэ.