

**АВСТРАЛИ-МОНГОЛЫН ЭРДЭС БАЯЛГИЙН САЛБАРЫН  
ХАМТЫН АЖИЛЛАГААНЫ ХӨТӨЛБӨР (АМЕР 2)**

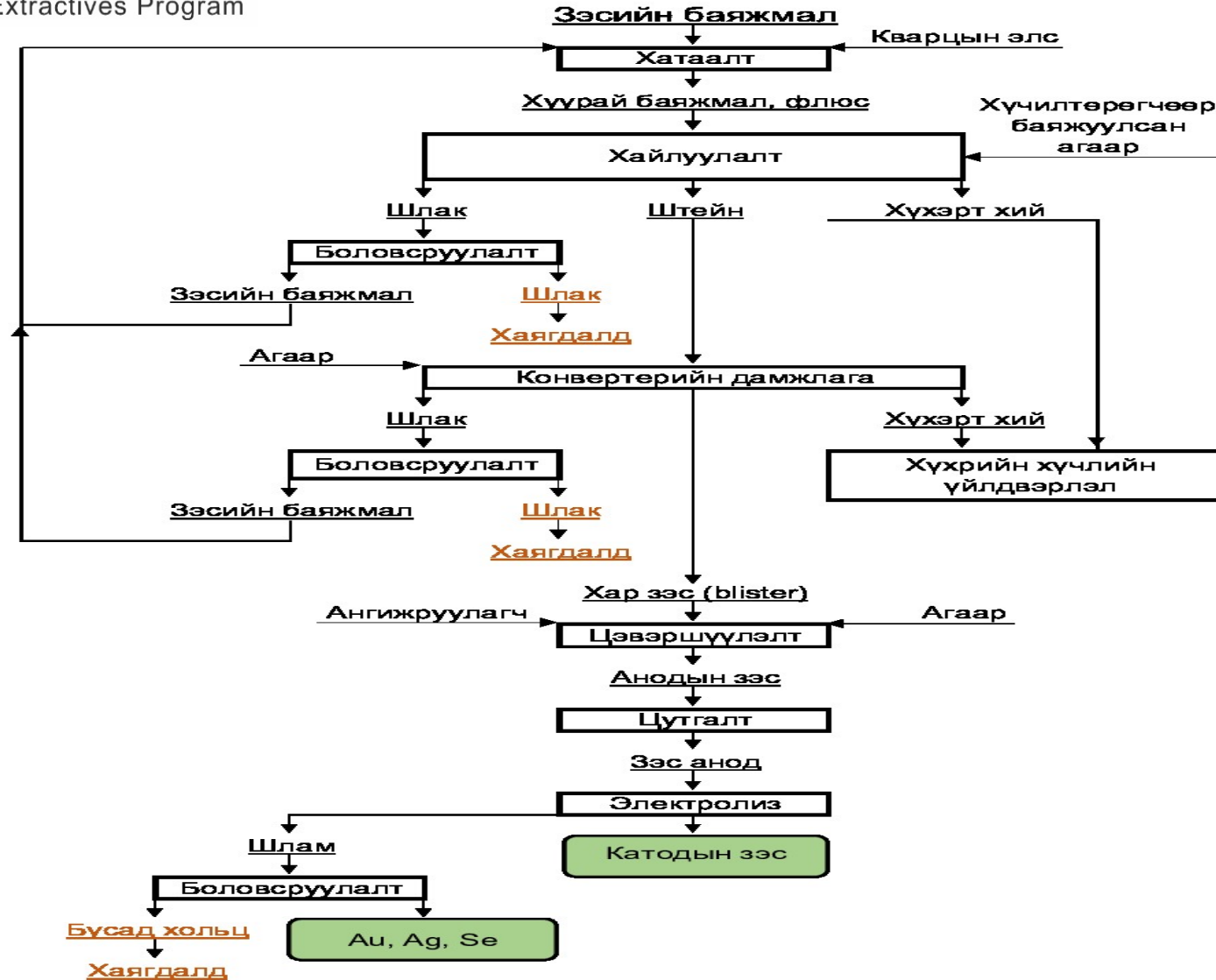
**Зэс хайлуулах үйлдвэрийн  
ТЕХНОЛОГИ**

**2021 оны 5 дугаар сар**

## **ЗЭС ХАЙЛУУЛАХ ТЕХНОЛОГИ**

*Зэсийн баяжмалыг хайлуулах хэд хэдэн төрлийн зуух-технолоу байдаг бөгөөд эдгээрээс техник-технологийн хувьд хамгийн илүү боловсорсон нь Финляндын Оутотек (хуучин Оутокумпу) компанийн FLASH SMELTING буюу Финн хайлуулалт юм. Өнөөгийн байдлаар дэлхийд 50 гаруй флаш хайлуулалтын зуух ажиллаж байна.*

## ЗЭС ХАЙЛУУЛАХ ТЕХНОЛОГИЙН СХЕМ



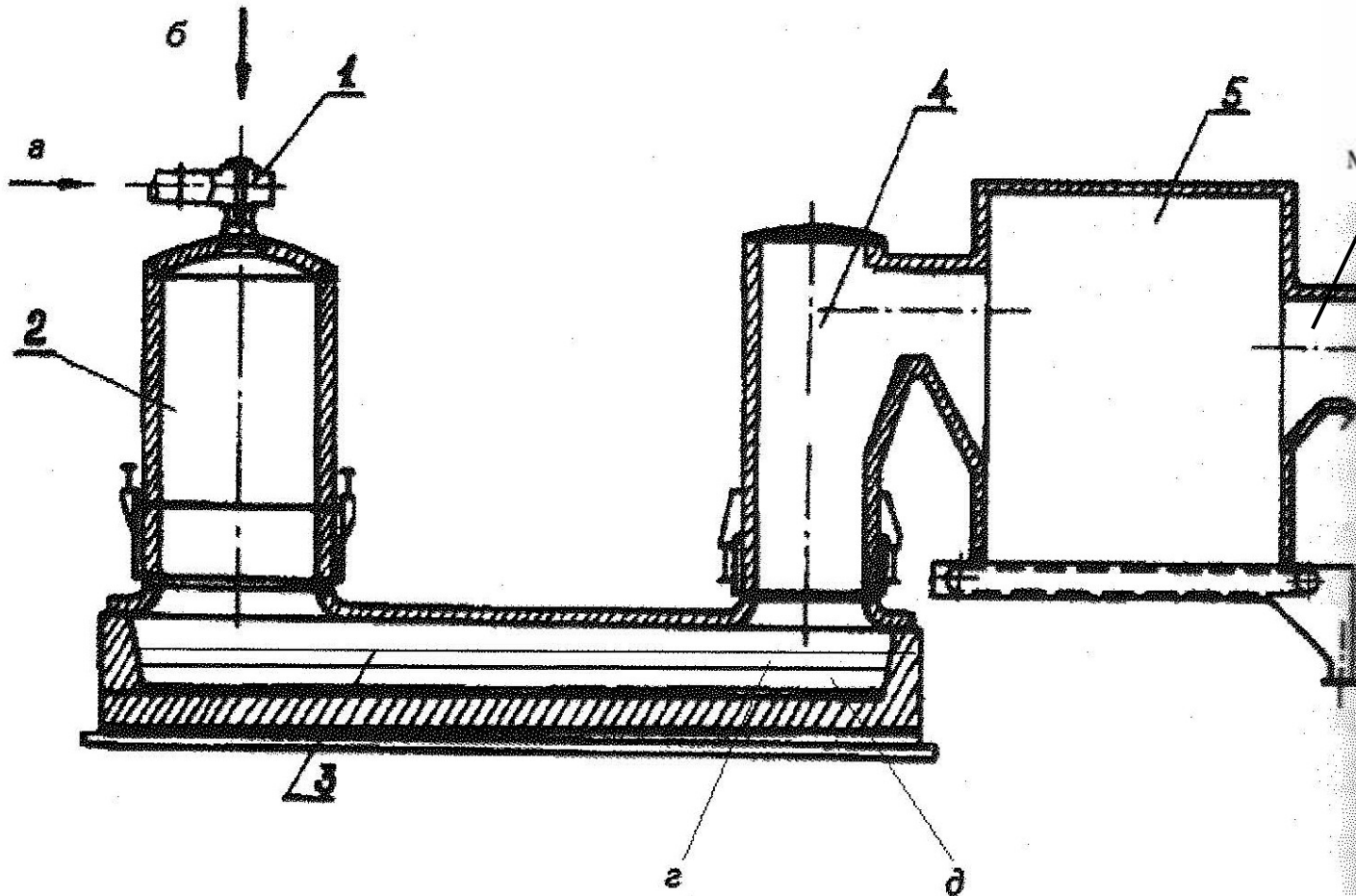
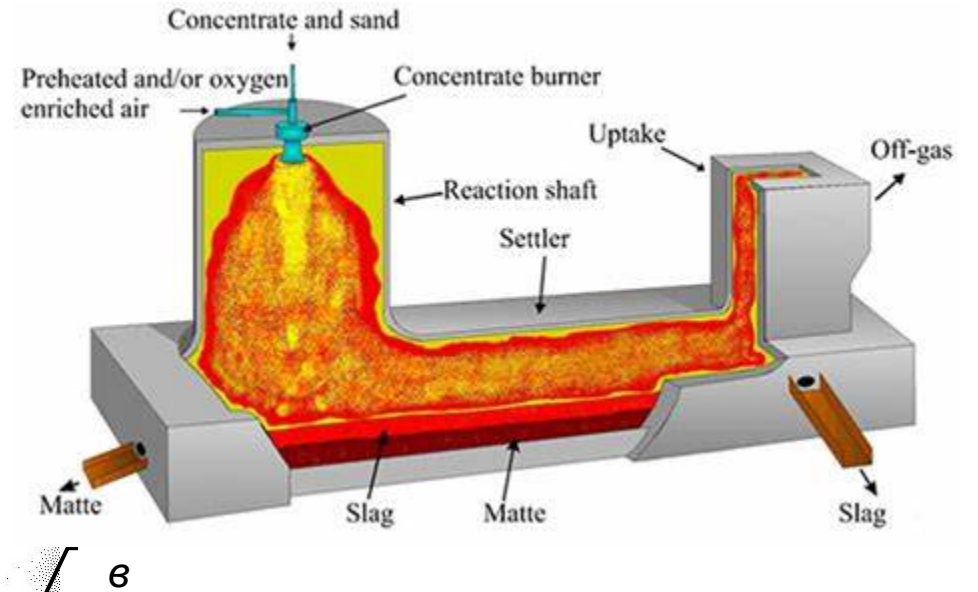
## **Хайлуулах дамжлага.**

*Зэсийн баяжмалыг кварцын элс (флюс)-тэй хольж 1,0%-ийн чийглэгтэй болтол хатаана.*

*Хуурай баяжмалыг хүчилтөрөгчөөр баяжуулсан агаартэй хамт флаш хайлуулах зууханд үлээж оруулна. Хүхэр агуулсан зэсийн сульфидийн баяжмал нь өндөр температур, исэлдүүлэгч (хүчилтөрөгч)-ийн орчинд шатаж, улмаар хайлан зуурны ёроолд тунадаг байна.*

*Энэхүү урвал нь өөрөөсөө өндөр температур-дулаан ялгаруулдаг экзотерм урвал учраас баяжмалыг хайлуулахад гаднаас түлш хэрэглэдэггүй.*

# FLASH SMELTING зуух



- 1 – Шатаах цорго
- 2 – Хайлуулах хэсэг
- 3 – Тунаах хэсэг
- 4 – Аптейк
- 5 – Котел-утилизатор

- а – Хүчилтөрөгч
- б – Баяжмал, холимог
- в – Утаа
- г - Шаарга
- д - Штейн (зэс)

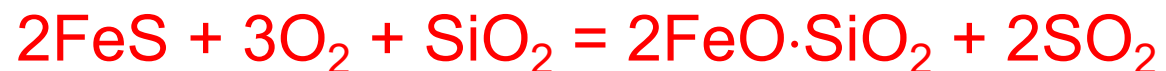
*Хайлуулалтаас гарах хүхэрт хийг хүхрийн хүчлийн үйлдвэрлэлд шилжүүлнэ. Харин баяжмалын хайлмаг нь хүндийн хүчний нөлөөгөөр:*

- 46-65%-ийн зэсийн агуулга бүхий штейн (matte),*
- 0.5-2.0% Cu; 25-40% SiO<sub>2</sub>; 34-35% Fe; 5.4-16.1 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> –ийн агуулга бүхий шлак (slag) буюу шаарга штейний дээгүүр хөвж ялгарна.*

*Энэхүү шааргыг дахин боловсруулж зэсийг ялган авдаг. Эндээс гарсан зэсийн баяжмалыг хайлуулах дамжлагад өгөх ба шааргыг хаягдалд шилжүүлдэг.*

**Конвертерийн дамжлага.** Энэ дамжлага 2 үе шаттай.

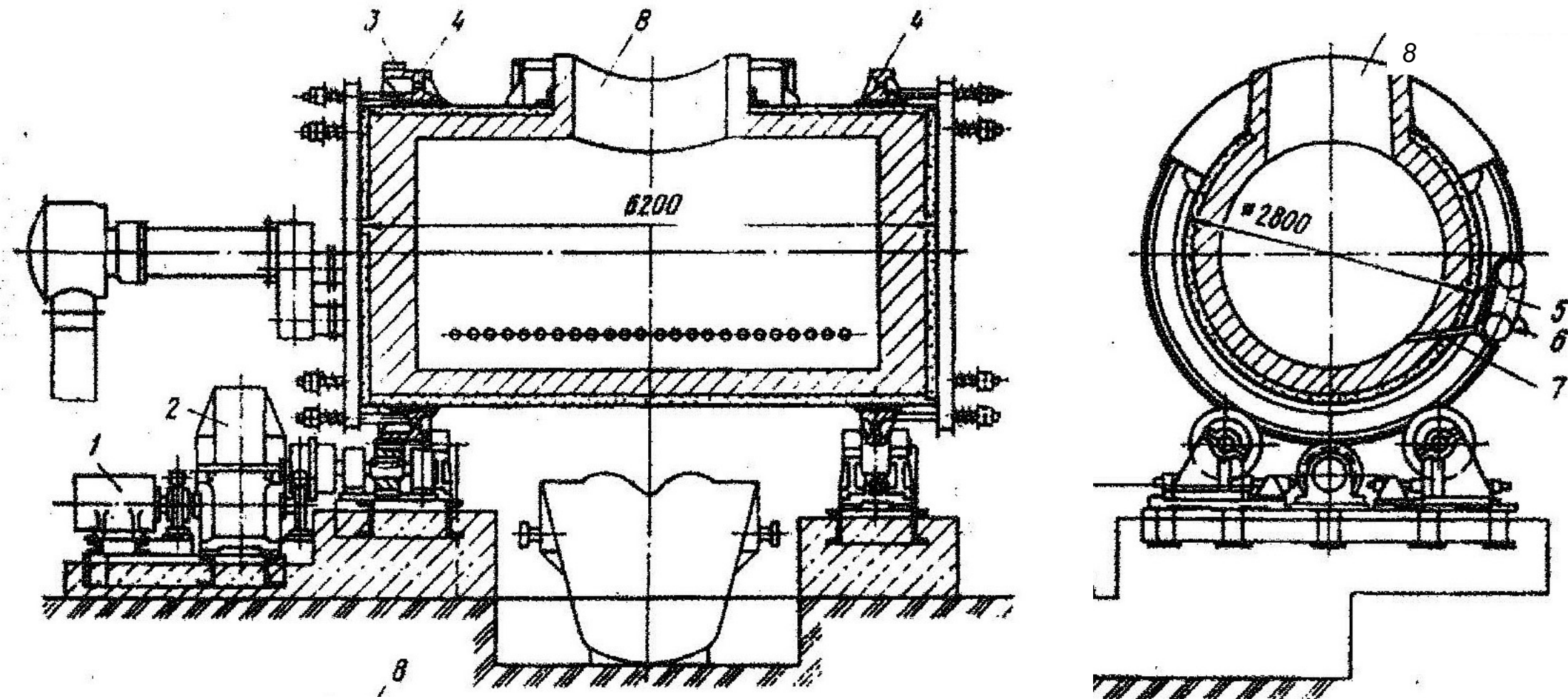
- Төмрийн сульфидийг исэлдүүлж, төмрийн ислийг шааргад шилжүүлэх:



- Хар зэс (blister)-ийг ялган гаргаж авах:



## Конвертер



11 – Цахилгаан мотор; 2 - Редуктор; 3 – Араа; 4 - Тулгуур; 5 – Агаар (хүчилтөрөгч) үлээх коллектор; 6 – Бөмбөлөгт клапан; 7 – Агаар үлээх хоолой; 8 – Конвертерийн ам.



*Конвертерийн дамжлагаас:*

- *99,5%-ийн агуулга бүхий хар зэс (blister copper) гарна. Мөн баяжмал дахь алт, мөнгө, селен, теллур зэрэг элементүүд блистерт дагалдана.*
- *1.5-2.5 Cu; 22-27% SiO<sub>2</sub>; 46-50% Fe агуулсан шааргыг мөн дахин боловсруулж, гарах зэсийн баяжмалыг хайлуулагтад, шааргыг хаягдалд шилжүүлнэ.*
- *Конвертерийн дамжлагаас гарах хүхэрт хийг мөн хүхрийн хүчлийн үйлдвэрт шилжүүлнэ.*

**Цэвэршүүлэх, анод цутгах дамжлага.** Энэхүү дамжлагад исэлдүүлэх, ангижруулах замаар блистерийг хүхэр болон хүчилтөрөгчөөс нь цэвэршүүлж 99,3-99,7%-ийн агуулга бүхий анодын зэс гарган авна. Улмаар тусгай хэвэнд цутгаж, электролизын процесст ашиглах анод болгон гаргана.

Цэвэршүүлэх дамжлагын 40-45%  $\text{Cu}$ ; 20-40%  $\text{SiO}_2$ ; 5-7%  $\text{Fe}$ -ийн агуулга бүхий шааргыг конвертерийн дамжлагад буцаан өгнө.

Цэвэршүүлэх дамжлагын хийн дулааныг ашиглаж, цэвэршүүлсний дараа агаар мандалд хаяна.

## Анодын цехийн ерөнхий байдал



Анодын зуух



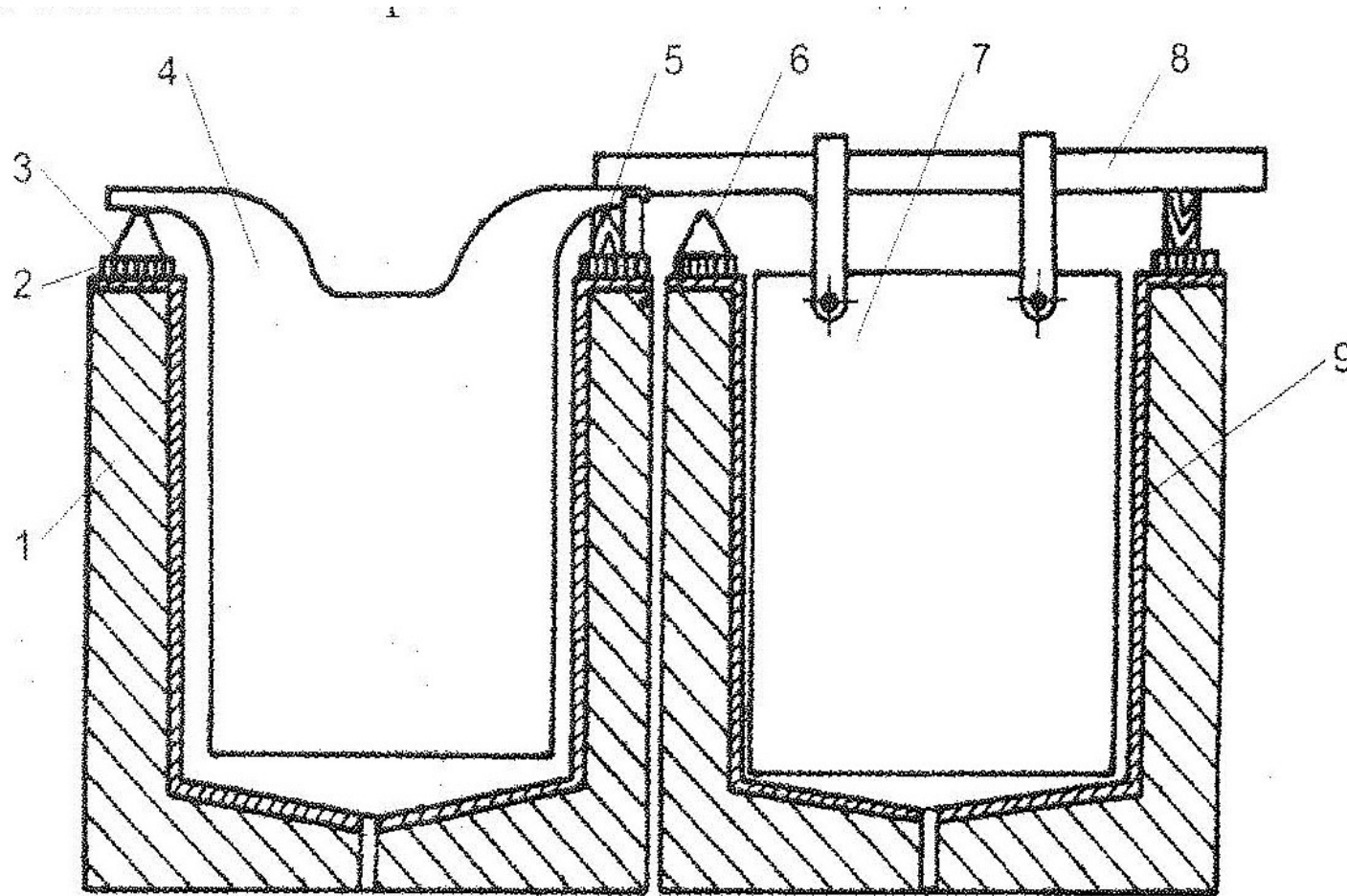
Анод цутгах машин

**Электролиз.** Электролизын зорилго нь зэсийг гүн цэвэршүүлж, 99,96%-ийн агуулга бүхий зэс гарган авахад оршино. Процессыг хүхрийн хүчил, зэсийн байвангийн уусмал бүхий ваннд явуулна. Цэвэр зэсэн ялтсаар хийсэн катод болон анодыг электролизын ваннд, электролитын уусмалд дүрж өлгөх бөгөөд анод, катодад тогтмол гүйдэл залгана.

Анод дээр  $Cu - 2e = Cu^{2+}$ ,

катод дээр  $Cu^{2+} + 2e = Cu$  урвал тус тус явагдана.

## ЭЛЕКТРОЛИЗЫН ВАНН



- 1 – Ванн
- 2, 5 – Цахилгааны тусгаарлагч
- 3, 6 – Зэс контакт
- 4 – Анод (анодын зэс)
- 7 – Катод (зэс ялтас)
- 8 – Катодын штанг
- 9 – Ванны доторлогоо

# AMEP

Australia Mongolia Extractives Program

*5-7 хоногийн хугацаанд катод дээр металл зэс (катодын зэс) ялгаран суух бөгөөд энэ нь зэс хайлуулах үйлдвэрийн эцсийн бүтээгдэхүүн болно.*



*Катодын зэс, мөн түүнийг хайлуулж цутгасан гулдмай (вайербарс) нь эцсийн бүтээгдэхүүн болно.*

## Электролизын шлам

*Анодын зэс дэх алт, мөнгө, селен, теллур, төмөр, кобальт, никель, хар тугалга, цагаан тугалга зэрэг хольц металлууд электролизын үед тунадас (шлам) хэлбэрээр ванны ёроолд тунана.*

*Энэхүү шламыг цаашид боловсруулж, **алт, мөнгө, селенийг** ялган авдаг.*

*Бусад хольцууд хаягдалд шилжинэ.*

## МАНАЙ ЗЭСИЙН БАЯЖМАЛ

*Манай зэсийн баяжмал ерөнхийдөө дараах агуулгатай байна.  
Гаалийн лабораторийн шинжилгээгээр:*

| Cu    | Fe    | Zn    | Al    |
|-------|-------|-------|-------|
| %     |       |       |       |
| 22.37 | 28.77 | 1.077 | 1.090 |

| Mo    | Ag    | F     | Au    | As     | Pb     | Cd    | Se    |
|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| мг/кг |       |       |       |        |        |       |       |
| 615,0 | 80,42 | 169,3 | 0,032 | 1100,0 | 1500,0 | 41,61 | 55,07 |



## ДАГАЛДАХ МЕТАЛЛ/ЭЛЕМЕНТҮҮД

*Зэсийн баяжмалын дагалдах элементүүд технологийн процессын явцад:*

- Хайлуулах болон конвертерийн дамжлагаас гарч буй **хүхэр** бүхий хийг агаар мандалд хаяж болохгүй учраас хүхрийн хүчлийн үйлдвэрлэлд шилжүүлнэ.*
- Электролизын дараах шламаас **алт, мөнгө, селен, теллурийг** ялгаж, дагалдах бүтээгдэхүүн байдлаар гарган авна.*
- **Төмөр, хар тугалга, цайр** зэрэг бусад элементүүдийг ялган авах технологийн боломжгүй учраас шааргын хамт хаягдалд шилжинэ.*

## ДАГАЛДАХ МЕТАЛЛ/ЭЛЕМЕНТҮҮД

*Олон улсын практикт зэсийн баяжмал дахь тодорхой хэмжээнээс дээш агуулга бүхий алт, мөнгө (**credit metals/element**)-д үнэ тооцдог. Селен, теллурийг ялган авдаг боловч үнэ тооцдог талаар тодорхой мэдээлэл бидэнд алга байна.*

*Харин мөнгөн ус, цайр, хар тугалга, висмут, мышьяк, сурьма, фтор зэрэг элементүүд нь үйлдвэрлэлд сөрөг нөлөө үзүүлдэг, торгууль тавигддаг, **penalty element**-үүд юм.*

*Манай улсад зэсийн баяжмал дахь дагалдах элемент – алт, мөнгө, төмөрт Ашигт малтмалын нөөц ашигласны төлбөр ногдуулж байна.*

*Зэсийн баяжмал дахь төмрийг ялгаж авдаггүй, баяжмал дахь төмөр нь хаягдал шааргад шилждэг учраас олон улсын практикт төмөрт үнэ тооцдоггүй, АМНАТ ногдуулдаггүй байна.*