

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

Цайрын баяжмал боловсруулах технологи

2021 оны 5 дугаар сар

ЦАЙРЫН БАЯЖМАЛ БОЛОВСРУУЛАХ ТЕХНОЛОГИ

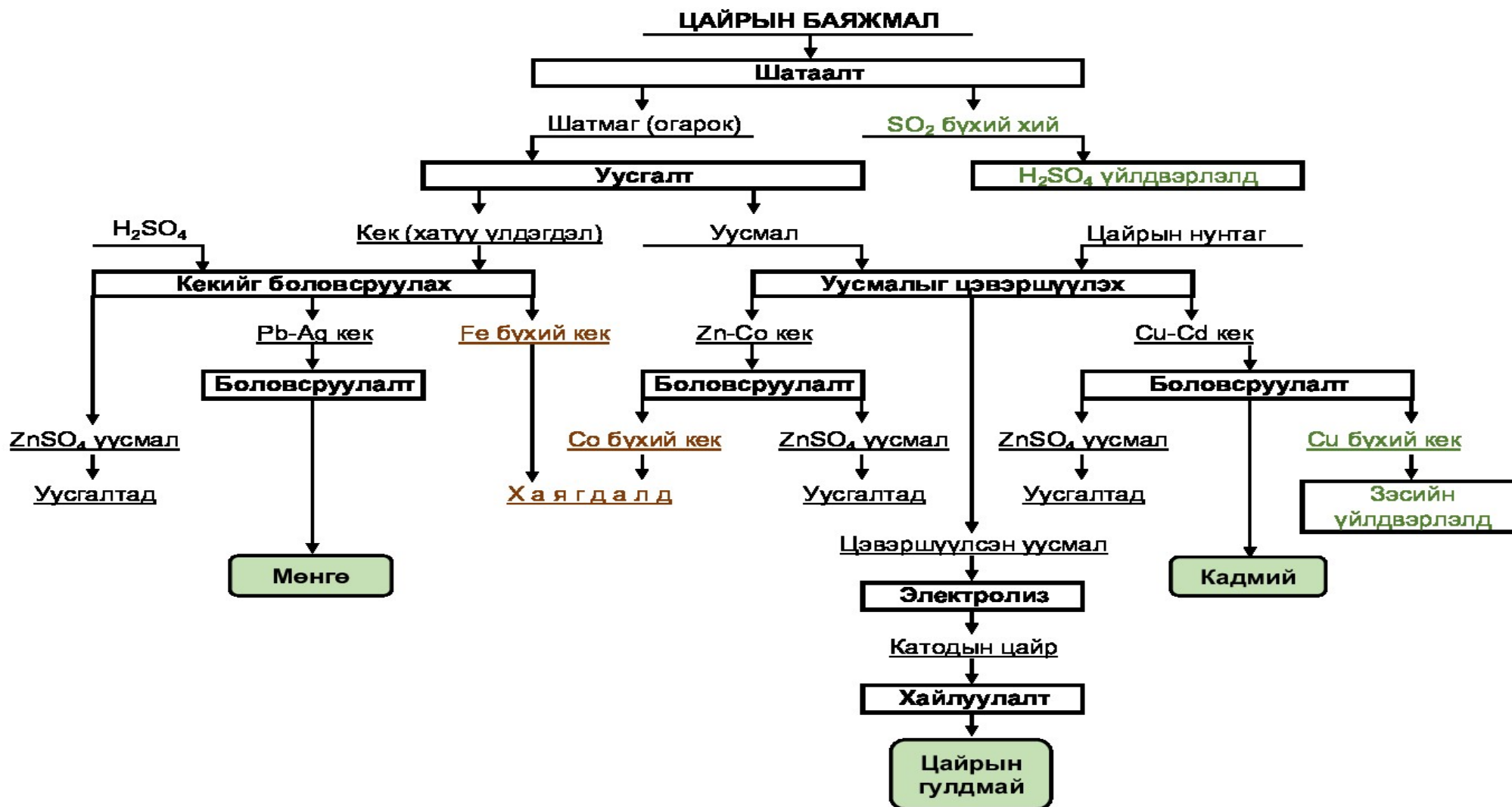
- *Пирометаллургийн (шатаах)*
- *Гидрометаллургийн (уусгах)*

Пирометаллургийн технологи. Цайрын баяжмалыг шатааж, гарсан шатмаг (огарок)-ийг цаашид уусган, уусмалыг цэвэршүүшүүлж электролизын аргаар металл цайрыг гарган авна.

- Цайрын баяжмалыг атмосферын даралт, 90-100°C-ийн температурт уусгаж, уусмалыг цэвэршүүлэн, электролизын аргаар металл цайрыг гарган авна.
- Цайрын баяжмалыг өндөр даралт, температур бүхий бигнүүр (автоклавын) уусгаж, уусмалыг цэвэршүүлэн, электролизын аргаар металл цайрыг гарган авна.

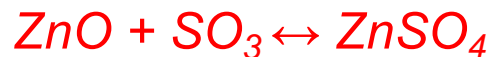
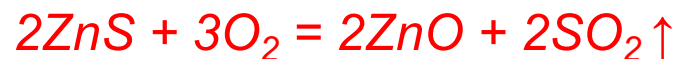


Цайрын баяжмал боловсруулах технологийн схем



Баяжмалыг шатаах дамжлага

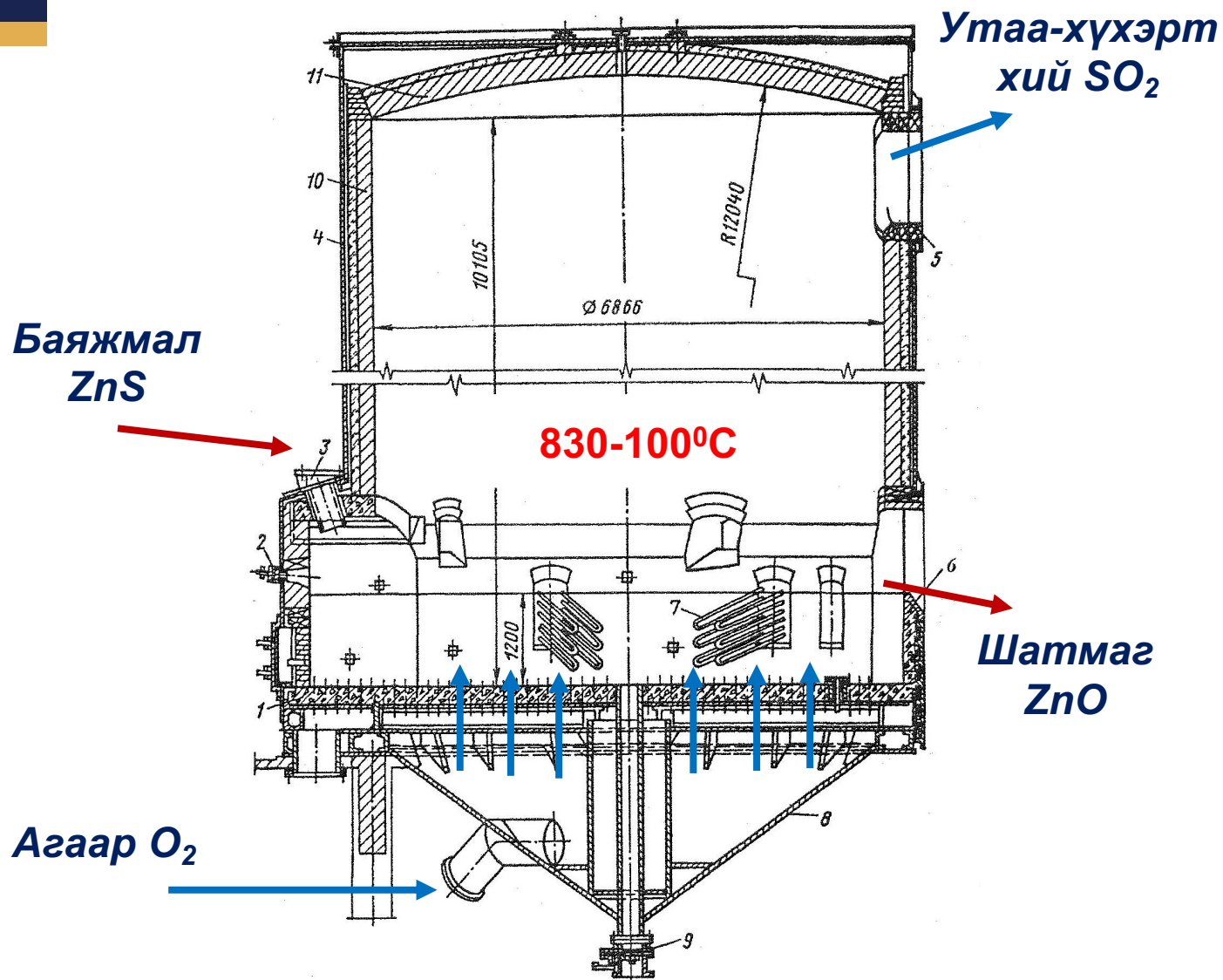
Цайрын баяжмал дахь цайр нь ихэнхдээ сфалерит (ZnS) хэлбэрээр байх бөгөөд баяжмалыг эхлээд 830-1000°C-ийн температурт шатаадаг.



Хүхрийн давхар исэл (SO₂)-ийг цаашид хүхрийн хүчлийн үйлдвэрлэлд ашигладаг.



ЦАЙРЫН БАЯЖМАЛ ШАТААХ ЗУУХ (КС)



- 1 – Зуухны ул
- 2 – Шатаах форсунк
- 3 – Баяжмал оруулах камер
- 4 – Зуухны их бие
- 5 – Утаа гарах цонх
- 6 – Баяжмал гарах босго
- 7 – Хөргөх хоолой
- 8 – Агаарын камер
- 9 – Хаалт
- 10 – Зуухны доторлогоо
- 11 – Зуухны тааз

Баяжмал дахь төмөр

Цайрын баяжмал дахь төмөр нь их төлөв марматит ($m\text{ZnS} \cdot n\text{FeS}$) болон төмрийн сульфид (пирит FeS_2 , пирротин $\text{Fe}_n\text{S}_{n+1}$) хэлбэрээр орших бөгөөд шатаалтын явцад цайрын феррит ($\text{ZnO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) үүсгэдэг.

Энэ нэгдэл хүхрийн хүчлийн уусмалд уусдаггүй бөгөөд цайрын металл авалтыг үлэмж бууруулдаг учраас төмөр нь цайрын баяжмалын хортой хольц юм.

Уусгах дамжлага

Шатаалтын дараах цайрын шатмагийг хүхрийн хүчлийн сул (2-3г/л) уусмалд уусгана. Уусгах үед дараах урвалууд явагдах бөгөөд шатмаг дахь цайрын 85-90%-ийг уусмалд шилжүүлэн авдаг.



Me – Cd, Cu, Co, Ni, Fe, As.

Уусгах дамжлагын кекийг боловсруулах.

*Цайрын шатмагийн уусгалтын дараах кек (хатуу үлдэгдэл)
ерөнхийдөө дараах агуулгатай байна:*

<i>Zn</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Cd</i>	<i>Sn</i>	<i>As</i>	<i>S</i>	<i>Fe</i>	<i>Ag</i>
<i>%</i>								<i>гp/m</i>
18-26	5-12	0,1- 1,3	0,1- 0,2	0,1	0,25	6,0	20-30	150- 425

*Энд мөн алт, индий, титан, галлий зэрэг элементүүд агуулагдаж
болно.*

Энэхүү кекийг хүхрийн хүчлийн уусмалаар өндөр даралт, температур бүхий бигнүүр(автоклав)-т уусгах (гематит процесс), ердийн атмосферын даралтад хүхрийн хүчлийн уусмалд уусгах (гетит процесс), 90-95^oC-ийн температурт хүхрийн хүчлийн өндөр агууламжтай уусмалд уусгах (ярозит процесс) зэрэг аргуудаар боловсруулдаг.

Баяжмал дахь мөнгө

*Ийнхүү боловсруулах явцад гарах цайрын сульфатын уусмалыг цайрын үйлдвэрлэлд буцаадаг бөгөөд хар тугалга-мөнгөний кекийг цаашид боловсруулж **мөнгийг** ялган авдаг.*

Харин төмөр болон бусад хольц агуулсан кекийг хаягдалд шилжүүлэн хадгалдаг.

Уусмалыг цэвэршүүлэх дамжлага

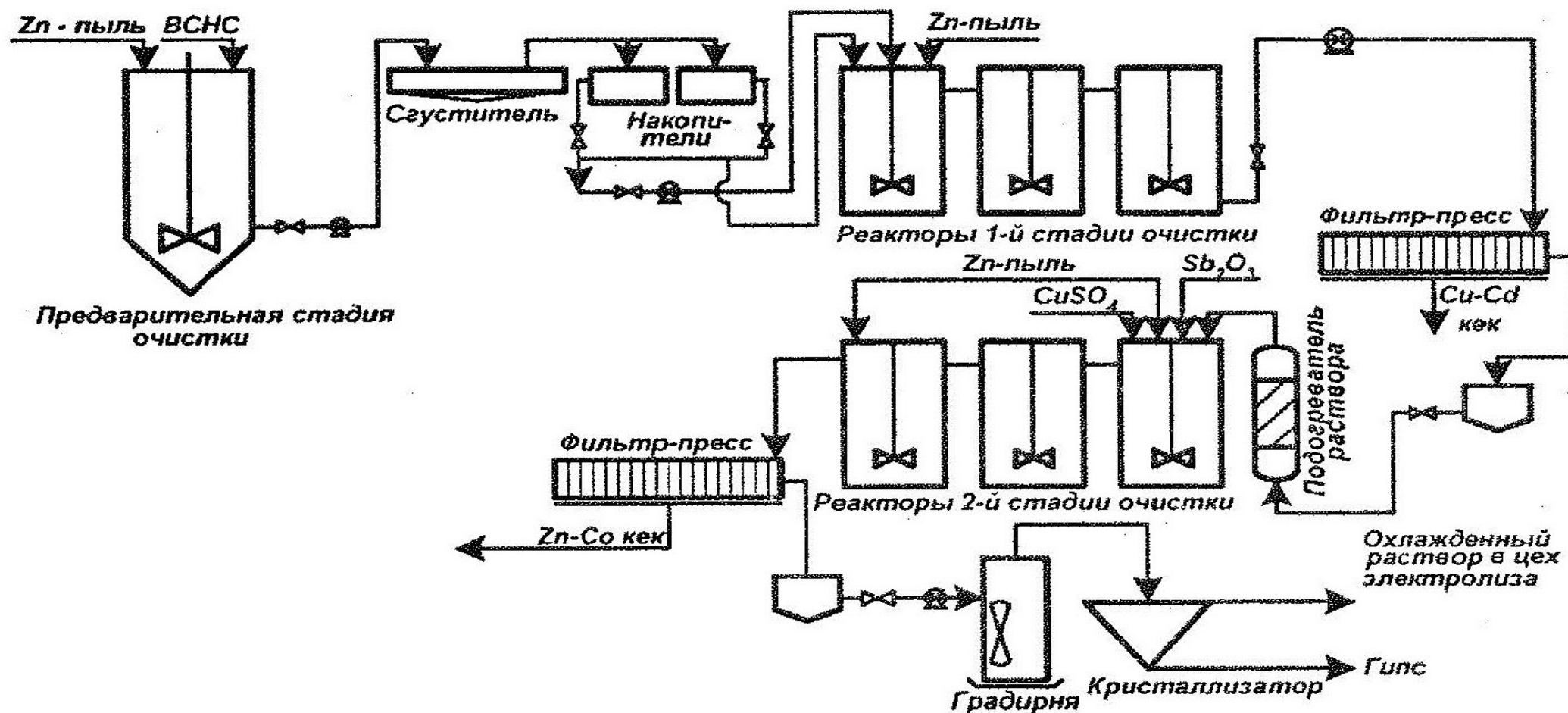
Уусгах үед цайраас гадна зэс, кадмий, никель, кобальт, төмөр зэрэг металлууд, мөн мышьяк уусмалд шилждэг бөгөөд уусмалыг гидролизын болон цементацийн аргаар эдгээр хольцуудаас цэвэршүүлнэ. Уусмал дахь хольцууд дараах агуулгаас ихгүй байх ёстой.



мг/дм³

<i>Cu</i>	<i>Fe</i>	<i>Co</i>	<i>Ni</i>	<i>Cl</i>	<i>Cd</i>	<i>As</i>	<i>Sb</i>	<i>SiO₂</i>	<i>Mn</i>
0,1-0,2	30-50	1-3	1-2	150-250	1-3	0,1	0,1	200-400	5-6 г/л

Цайрын уусмалыг цэвэршүүлэх технологийн схем



Баяжмал дахь кадмий

Цайрын нунтаг ашиглан цементацийн аргаар уусмалыг зэс, кадмий, никель, кобальтаас цэвэршүүлж, зэс-кадмийн (Cd 6,0%, Cu 12,0%, Zn 50,0 %) болон цайр-кобальтын кек гарган авна.

Зэс-кадмийн кекийг цаашид боловсруулж цэвэр кадмий гарган авах бөгөөд эндээс гарах цайрын сульфатын уусмалыг цайрын үйлдвэрлэлд буцааж, зэсийн кекийг зэсийн үйлдвэрлэлд шилжүүлдэг.

Баяжмал дахь кобальт

Цайр-кобальтын кекийг мөн боловсруулж, эндээс гарах цайрын уусмалыг цайрын үйлдвэрлэлд буцаадаг бөгөөд үлдэх кобальт бүхий бүтээгдэхүүнээс кобальт гарган авах технологи үйлдвэрлэлд нэвтрээгүй байдаг учраас кобальт нь хаягдал болон үлддэг, цайрын баяжмал дахь хорттой хольц юм.

Электролиз. Цэвэршүүлэх дамжлагын дараах 1 литр уусмал нь 120-150 грамм цайр агуулах бөгөөд энэхүү уусмалаас электролизын (цахилгаан химийн) аргаар цайрыг гарган авдаг.



Хөнгөн цагаан катод, хар тугалган анод бүхий электролизын ваннд цахилгаан гүйдлийн үйлчлэлээр дараах урвал явагдана:

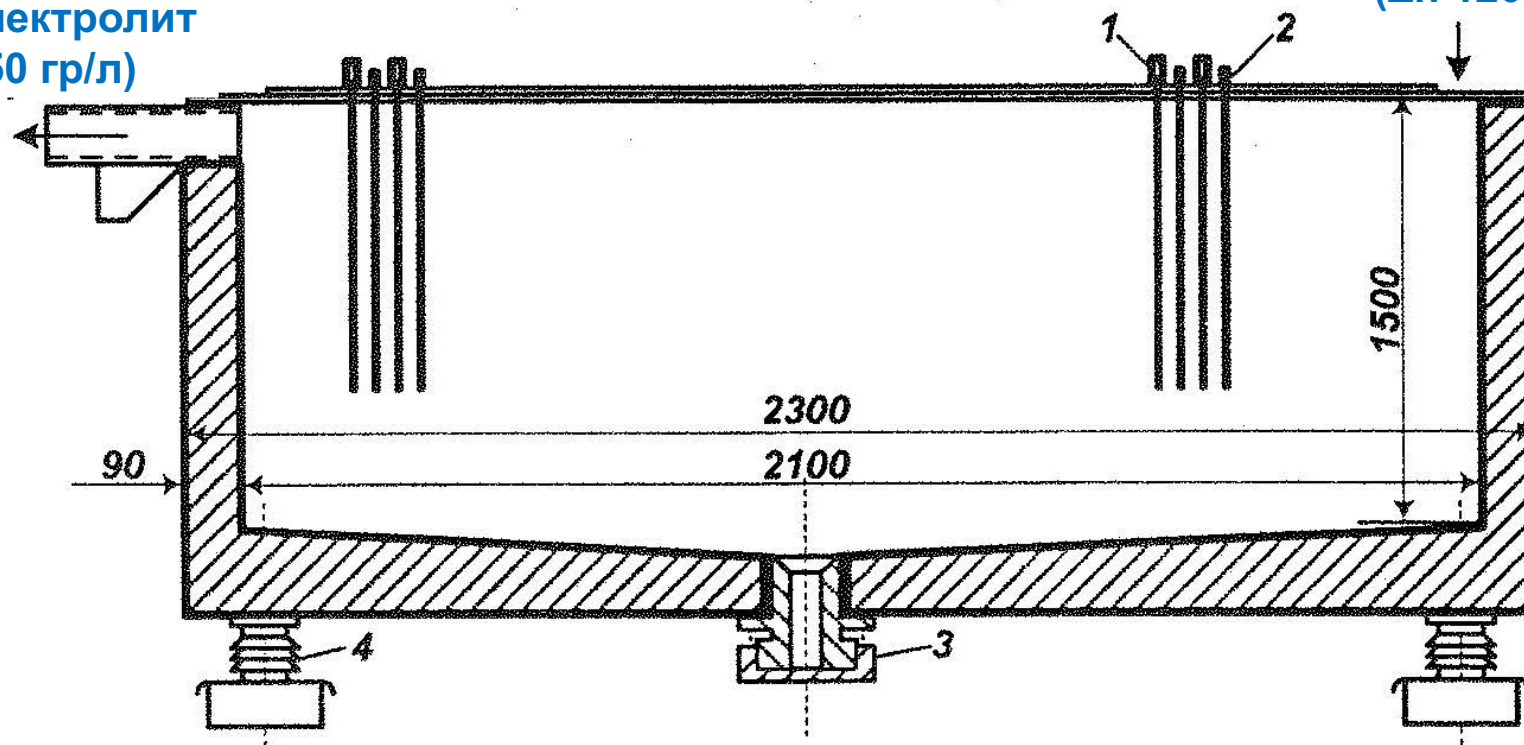


Катод дээр металл цайр (катодын цайр) ялгаран сууна.

Цайрын электролизын ванн

Хуучин электролит
(Zn 45-50 гр/л)

Шинэ электролит
(Zn 120-150 гр/л)



1 – Хөнгөн цагаан катод; 2 – Хар тугалган анод; 3 – Шлам гаргах хоолой;
4 – Тусгаарлагч.

Катодын цайрыг хөнгөн цагаан катодоос хуулж аваад цахилгаан индукцийн зууханд хайлуулж 25-27 кг жинтэй гулдмай болгон цутгадаг.



Энэхүү гулдмай нь цайрын баяжмал боловсруулах үйлдвэрийн эцсийн бүтээгдэхүүн болно.



МАНАЙ ЦАЙРЫН БАЯЖМАЛ

Манай цайрын баяжмал ерөнхийдөө дараах агуулгатай байна.

- Гаалийн лабораторийн шинжилгээгээр:*

Zn	Al	Sn	Mo	Pb	Cu	Cd	Fe	Ag
%								г/т
49.05	00.76	0.001181	0.004659	1.47	0.15	0.094	6.04	89.39

- Үүнээс гадна баяжмалд дараах бодис, элементүүд мөн агуудагддаг:*

W	S	SiO ₂	As	Co
%				
0.00099	31.09	1.89	0.02	0.04

ДАГАЛДАХ МЕТАЛЛ/ЭЛЕМЕНТҮҮД

Цайрын баяжмалын дагалдах элементүүд технологийн процессын явцад:

- Шатаалтаас гарч буй **хүхэрлэг** хийг агаар мандалд хаяж болохгүй учраас хүхрийн хүчлийн үйлдвэрлэлд шилжүүлнэ. Зарим тохиолдолд элементийн хүхэр гарган авна.*
- **Мөнгө, кадмийг** ялгаж, дагалдах бүтээгдэхүүн байдлаар гарган авна.*
- Хаягдлыг багасгах, эрдсийн түүхий эдийг бүрэн ашиглах үүднээс **зэсийн** агуулга бүхий кекийг зэс хайлуулах үйлдвэрт шилжүүлдэг.*
- **Төмөр, хар тугалга, кобальт** зэрэг бусад элементүүдийг ялган авах технологийн боломжгүй учраас хаягдалд хадгална.*

ДАГАЛДАХ МЕТАЛЛ/ЭЛЕМЕНТҮҮД

Олон улсын практикт цайрын баяжмалд мөнгө, кадмий тодорхой хэмжээнээс дээш агуулгатай байвал мөнгө, кадмийд үнэ тооцдог бөгөөд эдгээрийг *credit metals/elements* гэж нэрлэдэг байна.

Харин *мөнгөн ус, кобальт, хар тугалга, төмөр, зэс* зэрэг элементүүд нь үндсэн металлын авалтыг бууруулах, цэвэршүүлэлтийн зардлыг нэмэгдүүлэх зэргээр үйлдвэрлэлд сөрөг нөлөө үзүүлдэг учраас баяжмалд тодорхой хэмжээнээс өндөр агуулгатай байвал тэдгээрт торгууль ногдуулдаг бөгөөд *penalty elements* гэж үздэг байна.

АМНАТ

Манай улсад цайрын баяжмал дахь дагалдах элементүүд – хөнгөн цагаан, цагаан тугалга, молибден, хар тугалга, зэс, алт, мөнгө, төмөр, гянтболд, кадмийд АМНАТ ногдуулж байна.

*Эдгээрийн **алт, мөнгө, кадмий**гаас бусдыг ялган авдаггүй, зарим нь технологийн процесст хүндрэл учруулдаг хорттой элементүүд учраас олон улсын практикт эдгээрт үнэ тооцдоггүй, АМНАТ ногдуулдаггүй юм байна.*