

Конусан бутлуурын тавган тулгуурын материалын судалгаа

С.Сүхбаатар¹, Л.Энхтор², Р.Галбадрах², Г.Шилагарли²

1 – ШУТИС, Механик Инженерийн сургууль;

2 – МУИС, Физик Электроникийн Сургууль.

Товч агуулга: Хайрга бутлагч КСД-1750 конусан бутлуурын тавган тулгуурын материалын бүтцийн иж бүрэн судалгаа, хатуулгийн хэмжилтийг гүйцэтгэсний үндсэн дээр энэ эд ангийг сэргээн засварлах эдийн засгийн үр ашигтай аргачлалыг сонгон авч үйлдвэрлэлд нэвтрүүлсэн болно.

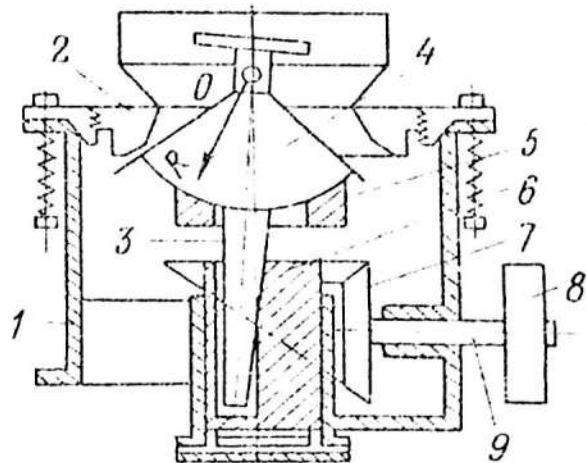
Ашигт малтмал ба хайрга чулууг бутлах, нунтаглах технологи нь өргөн хэрэглээтэй, эрчим хүчний өндөр зарцуулалт бүхий үйл ажиллагаа байдаг. Манай орны одоогийн нөхцөлд барилгын материалын үйлдвэрлэлд ОХУ-д үйлвэрлэсэн тоног төхөөрөмжийг ашиглаж байна. Барилгын материал үйлвэрлэл эрхэлдэг “Сонсголон бармат” компани хайрга бутлах үйл ажиллагаанд дунд ба жижиг бутлалтын КСД-1750, КМД-2200 маркийн бутлууруудыг ашиглаж байна. Конусан бутлуурын тавган тулгуур нь их хэмжээний механик ачаалалд өртдөг эд анги бөгөөд ажлын гадаргуу нь элэгдэж, улмаар цуурч хагарах эвдрэл түгээмэл байдаг. Иймээс тавган тулгуурыг засч сэлбэн ашиглалтын хугацааг уртасгах нь практик ач холбогдолтой юм. Сэргээн засварлалтын аргачлалыг боловсруулахад материалын химийн найрлага ба фазын бүтэц чухал ач холбогдолтой юм.

КСД-1750 КОНУСАН БУТЛУУРЫН БҮТЭЦ

КСД-1750 бутлуурын бүтцийн бүдүүвчийг Зураг 1-т үзүүлэв. Энэ төрлийн бутлуурт хөдөлгөөнгүй конус аяга 2 ба бутлагч 4 конусын хоорондын орчинд материалыг оруулан буталдаг. 3 бултай хөдөлгөөнгүй бэхэлсэн бутлагч 4 конус нь тавган 5 тулгуур дээр тулж байдаг. Эксцентрик 6 аяга эргэхэд 3 булын тэнхлэг нь 4 конусын доод бөмбөлөг гадарга ба тавган тулгуурын бөмбөлөг гадаргуудын төв О цэгийг тойрон конус гадарга үүсгэн эргэдэг. Үүнд бутлагч 4 конус нь хөдөлгөөнгүй конус 2 аяга дотор тойргоор савлан хөдөлдөг. Бутлагдсан бүтээгдэхүүн бутлуураас доош асарч гадагшилдаг.

КСД-1750 КОНУСАН БУТЛУУРЫН МАТЕРИАЛЫН БҮТЦИЙН СУДАЛГАА

Тавган тулгуур нь 1070 мм голчтой, голдоо 500 мм голч бүхий нүхтэй аяга хэлбэртэй, улаан хүрэн өнгөтэй цул металл бие юм.



Зураг 1. Тавган тулгуураас дүүжилсэн бултай дунд бутлалтын конус бутлуурын бүдүүвч: 1-их бие, 2-конус аяга, 3- бул, 4-бутлагч конус, 5- тавган тулгуур, 6- эксцентрик аяга, 7 -зүрх араат дамжуулга, 8 -дамар, 9-хотлогч бул.

КСД-1750 бутлуурын тавган тулгуурын материалын химийн найрлагыг тодорхойлох зорилгоор кадмий-109 үүсгүүртэй рентген флуоресценсийн шинжилгээний төхөөрөмж дээр хэмжилт хийв. Рентген флуоресценсийн спектрт Cu, Pb, Zn, Fe элементүүд илэрсэн бөгөөд эталон дээжтэй харьцуулалт хийж эдгээр элементүүдийн агуулгыг тооцоолов (Хүснэгт 1).

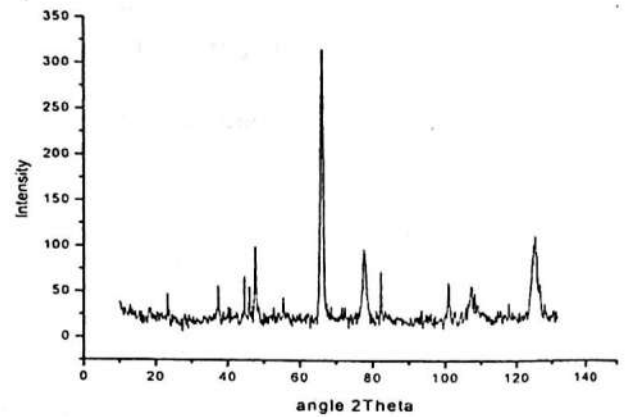
КСД-1750 бутлуурын тавган тулгуурын материалын химийн найрлагыг нарийвчлан тодорхойлохын тулд атомын эмиссийн спектрийн шинжилгээ гүйцэтгэв. Дээжийн 0.3 гр орчим масстай хэсгийг цэвэр бал чулуун электродын кратераас тогтмол 7 А нумаар ууршуулан өдөөж цацаргалтын спектрийг нь ИСП-30 спектрографаар СП-1 фотоялтас дээр дээр 2200-5400 А мужид 40 с орчим бүртгэж авсан. Жиших зорилгоор техникийн төмөр, гууль, хүрлийн спектрийг ижил нөхцөлд хэмжиж бүртгэсэн. Спектрүүдийг харьцуулан шинжлэхэд дээжийн спектр нь бүрэлдэхүүн ба эрчмийн түгэлтээр гуулийн спектрээс эрс ялгаатай бөгөөд техникийн хүрлийн спектртэй яг ижил болохыг тогтоов. Иймээс энэ дээж нь

нэг төрлийн хүрэл мөн гэж дүгнэв. Дээжний найрлагын голлох элементүүд нь Cu, Pb, Zn, Sn хэмээн тооцож болно. Спектрт гомолог хосын ба сүүлчийн шугамын аргуудаар [1] чанарын шинжилгээ хийж дээжний зарим хольц элементүүдийн агуулгыг (массын хувиар) тодорхойлов. Үүнд $Pb \gg 5\%$; $Sn \geq 1\%$; $Al \approx 0.1\%$; $1.2\% \leq Ni \leq 2\%$; $Mn < 0.02\%$; $Fe \approx 0.06\%$; $Zn \gg 0.5\%$ ба Sb, Cd, Bi, Ag, Co, Ge, W, Mo, Sr, Cr, V, Ti, Li, Mn элементүүдийн агуулга 0.001 хувиас бага буюу илрээгүй. Уг үр дүн нь рентгенфлуоресценсийн судалгааны үр дүнтэй (Хүснэгт 1) ерөнхийдөө тохирч байгаа боловч рентген флуоресценсийн судалгаагаар илрээгүй Sn ба Ni элементүүд атомын спектроскопийн шинжилгээгээр илэрч буйг тэмдэглэж болно. Эдгээр элементүүдийн агуулгыг атомын хувиар тооцоолж Хүснэгт 1- т үзүүлэв.

Хүснэгт 1. Тавган тулгуурын материалын химийн найрлага.

№	Элемент	Жингийн агууламж, %	Атомын агууламж, %
1	Cu	89.95±0.80	93.86 ± 1.72
2	Fe	0.08 ±0.02	0.095 ± 0.025
3	Zn	1.40±0.40	1.42 ± 0.38
4	Pb	5.65±1.60	1.81 ± 0.48
5	Ni	1.2 ÷2.0	1.39 ÷2.25
6	Sn	≥ 1.0	≥ 0.56

КСД-1750 тавган тулгуурын материалын фазын бүтцийг тодорхойлох зорилгоор RIKAKU рентген дифрактометр дээр рентген дифрактометрийн шинжилгээг гүйцэтгэв. Зураг 2-т тавган тулгуурын дээжний дифрактограммыг үзүүлэв. Дифрактограммын тооцооны үр дүнг Хүснэгт 2-т өгөв. Хүснэгтийн өгөгдлүүдийг шинжилвэл, хавтгай хоорондын d зайн 2.838 Å, 2.464 Å, 1.742 Å, 1.487 Å, 1.423 Å утгуудад Pb буюу хар тугалгын тал төвлөсөн шоо хэлбэртэй орон тор харгалзаж байна. Хавтгай хоорондын d зайн 2.103 Å, 1.828 Å, 1.295 Å утгуудад Cu буюу зэсийн тал төвлөсөн шоо хэлбэртэй орон тор тохирч байна [2]. Cu-Pb системийн фазын диаграммын дагуу [3] хар тугалга зэсэнд хатуу төлөвт уусдаггүй учир тавган тулгуурын материал нь хоёр фазаас тогтсон хүрлийн хайлш хэмээн дүгнэж болно.



Зураг 2. КСД-1750 тавган тулгуурын дээжний рентген дифрактограмм (Cr цацаргалтай).

Хүснэгт 2. КСД-1750 тавган тулгуурын дээжний дифрактограммын тооцооны үр дүн.

№	2θ, град	d , Ангстрем	I, Имп.	I/I ₀ , %
1	47.60	2.838	81	31.5
2	55.40	2.464	46	13.9
3	66.00	2.103	358	100.0
4	77.60	1.828	119	30.6
5	82.20	1.742	52	23.0
6	100.80	1.487	61	19.2
7	107.20	1.423	48	18.3
8	124.40	1.295	87	27.4

Тавган тулгуурын материалд агуулагдаж буй голлох элементүүдээс Zn ба Sn нь зэсэнд уусдаг учир эдгээр элементийн атомууд зэсийн орон торонд ууссан байж болох юм. Хэмжилтээр тооцоолсон зэсийн фазын торын тогтмолын 3.6548 Å утга ТТШ торын тогтмолын 3.6149 Å утгаас их байгаа нь хольцын атомын нөлөөгөөр орон тор тэлсэнийг харуулж байна. Вегардын дүрэм ёсоор хайлшийн хольцын атомын эзлэхүүн суурийн атомын эзлэхүүнээс их нөхцөлд орон тор тэлэх ёстой. Цайрын атомын эзлэхүүн $\Omega=102.2$ а.н., цагаан тугалгынх $\Omega=181.5$ а.н. бөгөөд зэсийн $\Omega=79.4$ а.н. эзлэхүүнээс их байгаа нь цайр ба цагаан тугалга зэсэнд ууссан байж болохыг үзүүлж байна. Cu-Zn системд торын тогтмолын утга цайрын агуулгад шууд хамааралтай байдаг [3-4]. Zn агуулга 5ат. % байхад $a = 3.620$ Å, агуулга 11.41 ат. % -иас 33.56 ат. % хүртэл өсөхөд торын тогтмол 3.6327- 3.6898 Å хязгаарт хувьсдаг учир судлаж буй дээжинд Zn зэсийн орон торонд ууссан болохыг нотолж байна.

Зэсийн хатуулгийг өсгөх зорилгоор Sn уусгадаг [5] учир дээжний хатуулгийг хэмжиж цагаан тугалга зэсэнд ууссан үгүйг шинжиж болно. Тавган тулгуурын хатуулгийг хэмжихэд

НВ= 84.4 гарсан учир цагаан тугалга зэсэнд ууссан байж болох юм.

Хэмжилтээр тооцоолсон Pb суурьтай фазын торын тогтмолын 4.9294 Å утга нь хар тугалгын ТТШ торын тогтмол 4.9497 Å утгаас бага байгаа нь атомын эзлэхүүн багатай элементийн хольц орсонг үзүүлж байна. Тавган тулгуурын агуулгад орсон голлох элементүүдээс хар тугалгатай уусмал үүсгэдэг элемент нь Sn бөгөөд атомын $\Omega=181.5$ а.н. эзлэхүүн хар тугалгын $\Omega=203.4$ а.н. эзлэхүүнээс бага учир энэ элемент хар тугалгад ууссан байж болох талтай.

Дээрх таамаглалуудыг нотлох зорилгоор тавган тулгуурын материалын микробүтцийн судлалгааг металлографийн МИМ-7 микроскоп дээр гүйцэтгэв. Дээжний гадаргыг технологийн дагуу зүлгээд 3% FeCl₃, 10% HCl, H₂O уусмалд 30 минут идүүлж микроскопоор 125 дахин өсгөж микрофото зураг авав (Зураг 3). Микрофото зургийг шинжилбэл дөрвөн фаз ялгаран харагдаж байна. Гэрэлтэй дэвсгэр нь зэсийн хатуу уусмалын мөхлөгүүд, бараан саарал муж нь хар тугалгын фаз байгаа нь рентген дифракцын судалгааны үр дүнг нотолж байна. Микрофото зураг дээрх хар толбууд нь графит буюу бал чулуу гэж танигдаж байна. Ширэмний гадаргуу дээр графит мөн ижил хар толбууд болж ялгаран харагддаг. Тавган тулгуурын дээжний гадаргууг цагаан даавуугаар арчихад бал болж байгаа нь энэ таамаглалыг батлаж байна.

Хүрлийн үрэлт эсэргүүцэх чанарыг дээшлүүлэх зорилгоор графитжуулдаг. Иймээс тавган тулгуурын материал нь графитжуулсан хүрэл хайлш хэмээн дүгнэж байна.

Дээжний гадаргуугаар микроскопын харааны талбайг шилжүүлэн ажиглахад жижиг гялгар цагаан өнгөтэй мөхлөгүүд ажиглагдаж байна. Энэ фаз нь дээжинд $1.39 \div 2.25$ % агуулагдаж буй никелийн хайлш байж болно. Тухайлбал энэ нь хатуулаг ба уян харимхай шинж чанар өндөртэй Ni-Fe системийн хайлш буюу химийн нэгдэл байх магадлалтай юм. Уг таамаглалыг хүлээн зөвшөөрөхийн тулд рентген дифрактограмм дээр Ni суурь бүхий фаз илрээгүйн учрыг тайлбарлах шаардлагатай. Үүнд, рентген дифракцийн хэмжилтийн үед овор хэмжээ багатай мөхлөгүүд рентген цацрагийг ойлгож буй эзлэхүүнд хамрагдахгүй байх магадлал байдаг учир дифрактограмм дээр харгалзах шугамууд илрээгүй хэмээн тайлбарлаж болно. Иймээс тавган тулгуурын материал нь зөвлөн (Cu ба Pb үндэстэй хоёр фаз) сууринд шигтгэсэн хатуулаг ихтэй Ni

үндэстэй мөхлөгүүд бүхий графитжуулсан хайлш гэж үзэж байна.

Зоолон суурьтай хайлшинд хатуулаг ихтэй мөхлөгүүдийг тараан шигтгэж үрэлт эсэргүүцэх шинж чанартай холхивчийн эд ангийг бүтээдэг. Тавган тугуурыг Ni-Fe мөхлөгүүд суулгасан, графитжуулсан хүрлийн хайлшаар цутгасан болохыг бид тогтоов. Хүрлийн хайлшууд өндөр даралт ба эргэлтийн давтамж өндөртэй нөхцөлд ажиллах чадвартай байдаг.



Зураг 3. Тавган тулгуурын материалын микрофото зураг. Өсгөлт 125 \times .

КСД-1750 БУТЛУУРЫН ТАВГАН ТУЛГУУРЫГ СЭРГЭЭН ЗАСВАРЛАХ АРГАЧЛАЛ, ҮР ДҮН

Үйлдвэрлэлийн нөхцөлд КСД-1750 бутлуурын шинэ тавган тулгуур 6500 орчим цаг буюу 4 жил орчим ажиллаад гадаргуу нь элэгдэж, улмаар цууралт үүсч хэрэгцээнээс гардаг. Бид тавган тулгуурын элэгдсэн гадаргууг хайлуулсан Б6 баббитаар бүрэх аргачлалыг сонгон авсан ба энэ нь манай орны жижиг үйлдвэрлэлийн техникийн нөхцөлд тохирсон, хямд арга юм. Хайлуулсан Б6 баббит тавган тулгуурын материал болох хүрэл дээр сайн барьцалдан кристалжиж, бат бэх бүрхүүл үүсгэдэг болохыг бид тогтоов. Тавган тулгуурыг бүрэх аргачлал дөрвөн үе шатаас тогтдог. Үүнд гадаргууг цэвэрлэх, гадаргууг тугалгаар зайлах, баббитийг хайлуулах, гадаргууг бүрэх ажиллагааг бид технологийн дагуу гүйцэтгэсэн ба сэргээн засварласан тавган тулгуур үүргээ бүрэн гүйцэтгэж байгаа бөгөөд 4 жилийн орчим ажилладаг болохыг тогтоов. Нэг удаагийн сэргээн засварлалтын үр ашг нь шинэ тавган тулгуур худалдан авахтай

харьцуулбал 5 036 086 ₮ хэмнэлттэй байна. Тавган тулгуурын сэргээн засварлах энэ аргачлалыг дунд ба жижиг бутлалтын бүх төрлийн конусан бутлуурт ашиглах боломжтой байна.

Аннотация

Проведено комплексное исследование материала сферического подпятника конусной дробилки КСД-1750, на основании которого разработана экономически эффективная методика восстановления рабочей поверхности этой детали.

Abstract

We implemented the complex investigation of material of the spherical support of the cone crusher KSD-1750. Using results of this investigation we developed and carried out to practice efficient method of restoration of the contact surface of the spherical support.

НОМ ЗҮЙ

- [1]. Т.Төрөк, Й.Мика, Э.Гёгуш. Эмиссионный спектральный анализ, т.2. М.:Мир, 1982.
- [2]. Миркин Л.И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. М.Физматгиз. 1961.
- [3]. Диаграммы состояния двойных металлических систем. т.1-3. М.:Машиностроение, 1997, под. ред. Н.П. Лякишева.
- [4]. Rao S.S. Kittl J.E. J.Inst. Austral. Inst. Metals.1963.v.8. p.91-97.
- [5]. Мозберг Р.К. Материаловедение. "Валгус" Таллин 1976.
- [6]. Справочник металлста. Т.2. под ред. Н.С. Ачеркана. М.: Машиностроение. 1995.