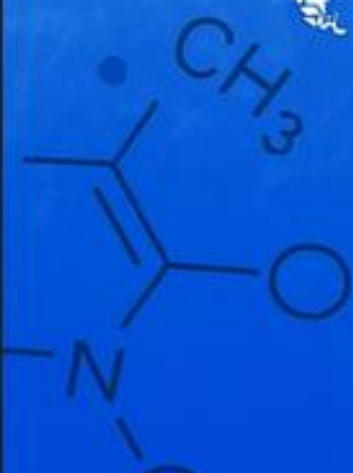


ISSN-3030-3885

INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC BULLETIN

VOLUME 2, ISSUE 2, OCTOBER 2025



ISSN 3030 – 3885

**INTERNATIONAL JOURNAL
OF SCIENTIFIC BULLETIN**

International Scientific Electronic Journal

**International journal of Scientific
Bulletin****Xalqaro ilmiy axborot jurnali****MUASSIS:****TAHRIRIYAT | EDITORIAL****Jamoatchilik kengashi raisi:****Bosh muharrir****A. M. Xurmamatov – texnika
fanlari doktori, professor****Ma'sul muharrir:****M. A. Mirsaidov – texnika fanlari
falsafa doktori, dotsent****Ma'sul muharrir yordamchisi:****B. H. Haydarov – texnika fanlari
falsafa doktori, v.b.dotsent****Nashr uchun mas'ul:****A. D. Kambarov****O'zbekiston Respublikasi Prezidenti
Administratsiyasi huzuridagi axborot
va ommaviy kommunikatsiyalar
agentligi tomonidan berilgan****№ 140275 raqamli guvohnoma asosida
ro'yxatga olingan.****Tahririyat manzili:****Farg'ona viloyati, Dang'ara tumani,
Uvaysiy ko'chasi, 26-uy****Telefon: +998943313030****E-mail:****bekzodhaydarov1303@gmail.com****Tahrir kengashi a'zolari:****Alisher Samadov – Texnika fanlari doktori, professor****Axmed Reymov – Texnika fanlari doktori, professor****Dilorom Mirhamitova – Texnika fanlari doktori, professor****Aziza Abdikamalova – Texnika fanlari doktori, professor****Ilhom Usmanov – Texnika fanlari doktori, professor****Olmos Boltayev - Texnika fanlari falsafa doktori, dotsent****Muqaddas Isakulova - Texnika fanlari falsafa doktori, dotsent****Alexey Nimchik - Texnika fanlari doktori, professor****Nilufar Askarova – Texnika fanlari falsafa doktori, dotsent****Rano Toshkodiroya – Texnika fanlari falsafa doktori, dotsent****Munixon Meyliyeva - Kimyo fanlari falsafa doktori, dotsent****Zamirbek Xametov - Texnika fanlari falsafa doktori, dotsent****Nadira Yusupova – Texnika fanlari falsafa doktori, dotsent****Shuxrat Mutalov – Kimyo fanlari doktori, professor****Farxod Muminov – Fizika- matematika fanlari bo'yicha falsafa
doktori****Tuymurod Xujayev – Fizika- matematika fanlari bo'yicha
falsafa doktori****Ilxomjon Samandarov - Fizika- matematika fanlari bo'yicha
falsafa doktori****Shiv Om Singh – Kimyo fanlari doktori, dotsent****Kulbei Andrei – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent****Dildora Sulaymanova – Pedagogika fanlari bo'yicha falsafa
doktori****Elena Molotok – Texnika fanlari falsafa doktori, dotsent****Ravshanbek Najimadinov - Iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa
doktori****Isomiddin Soxibov – Geologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori****Adham Xasanov – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori,
dotsent****Otabek Mutalov – Yuridik fanlari bo'yicha falsafa doktori****Soy Alla Pavlovna – Filologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori****Isomiddin Yarmatov – Filologiya fanlari bo'yicha falsafa
doktori**

Production of Powder Materials from Hard Alloy Wastes Using Molten Zinc

Makhmudova Feruza Mukhtor qizi

Doctoral candidate of the Navoi Branch of the Academy of Sciences of the Republic of
Uzbekistan

Hakimov Firuz Yuldoshovich

Researcher of the Navoi Department of the Academy of Sciences of the Republic of
Uzbekistan

Abstract. This study investigates an efficient method for producing powder materials from WC–Co hard alloy wastes by extracting cobalt into molten zinc (Zn), followed by zinc removal. During processing, liquid zinc penetrates the alloy structure and dissolves cobalt through diffusion, leading to embrittlement of the WC skeleton and its subsequent conversion into powder. The microstructure and physico-mechanical properties of the recovered WC powders were analyzed under laboratory conditions. The results demonstrated that regenerated WC powders possess a high degree of dispersion, uniform microstructure, and mechanical characteristics that meet industrial standards. The hard alloys produced from recycled powders exhibited hardness values of 86.5–90 HRA, density of 14.35–14.7 g/cm³, and transverse rupture strength of 1940–2560 MPa. The study also highlights the ecological and energy-efficient advantages of the electro-erosion dispersion (EED) technology in processing hard alloy wastes. Overall, the findings confirm the feasibility of obtaining high-quality powder materials using these methods for industrial-scale applications.

Keywords: WC–Co hard alloy waste, molten zinc extraction, tungsten carbide powder, regeneration, EED technology, mechanical properties.

Производство порошковых материалов из отходов твердых сплавов с использованием расплавленного цинка

Махмудова Феруза Мухтор кизи

Докторант Навоийского отделения Академии наук Республики Узбекистан

Хакимов Фируз Юлдошович

Научный сотрудник Навоийского отделения Академии наук Республики Узбекистан

Аннотация. Данное исследование посвящено изучению эффективного метода получения порошковых материалов из отходов твёрдых сплавов WC–Co путём извлечения кобальта в расплавленный цинк (Zn) и последующего удаления цинка. В процессе обработки жидкий цинк проникает в структуру сплава и растворяет кобальт посредством диффузии, что приводит к охрупчиванию карбида вольфрама и его переходу в порошковое состояние. Микроструктура и физико-механические свойства полученных порошков WC были

исследованы в лабораторных условиях. Результаты показали, что регенерированные порошки WC обладают высокой дисперсностью, однородной микро-структурой и механическими характеристиками, соответствующими промышленным требованиям. Полученные из вторичных порошков твёрдые сплавы имели твёрдость 86,5–90 HRA, плотность 14,35–14,7 г/см³ и предел изгиба 1940–2560 МПа. В работе также отмечены экологические и энергетические преимущества технологии электроэрозионной диспергации (ЭЭД) при переработке отходов твёрдых сплавов. В целом, результаты подтверждают возможность получения высококачественных порошковых материалов указанными методами и их перспективность для промышленного применения.

Ключевые слова: отходы твёрдых сплавов WC–Co, экстракция в расплав цинка, порошок карбида вольфрама, регенерация, технология ЭЭД, механические свойства.

Eritilgan rux yordamida qattiq qotishmalar chiqindilaridan kukunsimon materiallar olish

Maxmudova Feruza Muxtor qizi

O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Navoiy filiali doktoranti

Hakimov Firuz Yo‘ldoshovich

O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Navoiy bo‘limi ilmiy xodimi

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot WC–Co asosli qattiq qotishma chiqindilaridan kukunsimon materiallar olishning samarali usullaridan biri — eritilgan rux (Zn) yordamida kobaltni ekstraksiya qilish va keyinchalik ruxni haydash jarayonini o‘rganishga bag‘ishlangan. Jarayon davomida suyuq rux qotishma strukturasi kirib borib, kobaltni diffuziya orqali eritmaga o‘tkazadi, natijada WC skeleti mo‘rtlashib, kukun holiga keladi. Hosil bo‘lgan WC kukunlarining mikrostrukturasi va fizik-mexanik xossalari laboratoriya sharoitida baholandi. Olingan natijalar regeneratsiya qilingan WC kukunlari yuqori darajadagi disperslikka, yaxlit mikrostrukturaga va sanoat talablari darajasidagi mustahkamlik ko‘rsatkichlariga ega ekanligini ko‘rsatdi. Bunda qayta ishlangan kukunlar yordamida tayyorlangan qattiq qotishmalarda qattqlik 86,5–90 HRA, zichlik 14,35–14,7 g/sm³ va egilish kuchi 1940–2560 MPa diapazonlarida qayd etildi. Tadqiqot shuningdek elektroerozion dispersiyalash (EED) texnologiyasining qattiq qotishmalar chiqindilarini qayta ishlashdagi ekologik va energetik afzalliklarini ham yoritadi. Natijalar ushbu usullar yordamida yuqori sifatli kukun materiallar olishning sanoat miqyosida tatbiq etish imkoniyati mavjudligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar; WC–Co qattiq qotishmalari, rux eritmasi, ekstraksiya, kukun metallurgiyasi, regeneratsiya, mikrostrukturaviy tahlil, EED texnologiyasi.

Kirish

WC-Co asosidagi qattiq qotishmalar chiqindilaridan kukunli material olishning istiqbolli usullaridan biri Zn-eritmaga Co ni ekstraksiya qilish va keyinchalik Zn ni haydashga asoslangan “rux usuli” hisoblanadi. Bu usul qattiq qotishmaning eritilgan rux bilan aloqada parchalanishiga asoslanadi [1].

Rux asosida olib boriladigan qayta tiklash texnologiyasining dastlabki bosqichida kobalt (Co) WC-Co qattiq qotishma yuzasidan rux (Zn) suyuqlanmasiga o'tadi. Bunda rux avval qotishmadagi kobalt bilan to'ldirilgan g'ovak kanallar bo'ylab chuqurlikka migratsiyalanadi. Ushbu jarayon davomida kobalt asta-sekin eriydi, va hosil bo'lgan rux-kobalt eritmasi qotishma tarkibidagi poralar (bo'shliqlar)ni to'ldira boshlaydi. Bu metallurgik muhitda rux suyuqlanmasi va qattiq qotishma orasida bir nechta o'tish zonalarini shakllanadi. Ular o'z strukturasi va xossalari ko'ra farqlanadi [2].

Ularning birinchisi, qattiq qotishma yuzasiga bevosita tutashgan zona bo'lib, qotishmaning parchalanishi aynan shu hududda boshlanadi. [3] Bu zonada rux diffuziyasining kuchayishi natijasida Co komponenti kamayadi va kobalt diffuziyasi frontiga perpendikulyar yo'nalishda mikroyoriqlar shakllana boshlaydi. [4] Ikkinchi o'tish zonasi qatlamli tuzilishga ega bo'lib, unda karbid skeleti va hosil bo'layotgan rux-kobalt intermetall birikmalari o'rtasida fazoviy almashinuvi sodir bo'ladi. [5] Uchinchi zonada esa kobalt butunlay eritmaga o'tgan, ayrim volfram karbid (WC) donalari esa rux suyuqlanmasida tartibsiz tarzda tarqalgan holda saqlanadi. [6] Bu hududda $Y-Co_3Zn_2$ kabi intermetall fazalarning kristallanishi davomida cho'zuvchi (tensil) ichki kuchlanishlar hosil bo'ladi, [7] natijada bu kuchlanishlar karbid skeletining yorilishi va qotishmadan ajralib chiqishiga sabab bo'ladi.[8]

Rux muhitidan haydalish jarayonidan so'ng, mo'rtlashgan WC donalari va qolgan Co fazasi osonlik bilan maydalanib, kukun holiga keltiriladi. [9] Qayta tiklangan WC kukunlarining kristall tuzilmadagi mukammallik darajasi, odatda, birlamchi (yangi ishlab chiqarilgan) kukunlarga nisbatan yuqori bo'ladi. [10] Shu sababli, maydalash vaqti birlamchi tizimlarga qaraganda 2–3 marta qisqaradi. Biroq, qayta ishlangan WC kukunlarining faolligi nisbatan past bo'lgani bois, ulardan qotishma tayyorlashda sinterlash (pishirish) haroratini 30–50 °C ga oshirish talab qilinadi.

Tajriba qism

Natijada, hosil bo'lgan WC-Co qotishmalar yuqori darajadagi fizik-mexanik va ekspluatatsion xossalarga ega bo'ladi. Xususan, WC donalarining bir jinsliliigi va kobalt fazasining mikrostrukturada bir tekis taqsimlanishi kuzatiladi. Masalan, 12 soat davomida maydalanib, 1723 K (1450 °C) haroratda 60 daqiqa davomida sinterlangan WC-Co qotishmasi quyidagi ko'rsatkichlarga ega bo'ldi: WC donachalarining o'rtacha o'lchami – 2,5 mkm, qattiqlik – 90 HRA, zichlik (ρ) – 14,7 g/sm³, magnit qoldiq induksiya (No) – 9324,3 A/m, egilish kuchi (σ) – 1940 MPa, yeyilishga chidamlilik koeffitsienti

– 1,8. Rux asosida qayta tiklangan WC–Co qotishmalarining batafsil fizik-mexanik xossalari 1.1 va 1.2-jadvallarda bayon etilgan.

1-jadval

Qattiq qotishmalarining qayta tiklangan aralashmalarining kimyoviy tarkibi

Qattiq qotishma navi	Elementlar tarkibi, %			
	Co	C, umumiy	C, erkin	O ₂
VK8-V	8,31	5,66	0,073	0,24
VK11-V	11,01	5,28	0,08	0,14
VK11-VK	10,64	5,64	0,109	0,22
VK10-KC	10,05	5,64	0,11	0,24

2-jadval

Qotishmalarining fizik-mexanik xossalari

Qattiq qotishma navi	ρ , g/cm ³	HRA	σ , MPa
VK8-V	14,43-	87-88	2400
VK11-V	14,42-	86,5-87,0	2150
VK11-VK	14,35-	88,0	25600
VK10-KC	14,45-	87-87,5	2550

Natijalar tahlili shuni ko'rsatdiki, regeneratsiyalangan aralashmalardan olingan qotishmalar mikrostrukturasi, zichligi, HRA qattiqligi, koersitiv kuchi va ko'ndalang egilishdagi mustahkamlik chegarasi bo'yicha NTH talablariga javob beradi yoki ko'rsatilgan darajadan oshadi.

Bir o'qli siqish sharoitida amalga oshirilgan mexanik sinovlar natijalariga ko'ra, regeneratsiyalangan aralashmalardan tayyorlangan qattiq qotishmalar (VK10-KS, VK11-VK va VK11-V) va an'anaviy texnologik usullar asosida olingan xuddi shu navli qotishmalar orasida mustahkamlik va plastiklik kabi asosiy fizik-mexanik xususiyatlar bo'yicha sezilarli tafovutlar aniqlanmadi (2-jadval). Bu holat, regeneratsiya qilingan xomashyo asosida tayyorlangan qotishmalar sifati sanoat talablari darajasida ekanligini tasdiqlaydi.

Shuningdek, Shokshin kvarsitini burg'ilash bo'yicha stend sinovlari natijalari ham ijobiy baholandi. Jumladan, regeneratsiyalangan xomashyo asosida ishlab chiqilgan VK10-KS, VK11-VK va VK11-V turdagi qotishmalar uchun belgilangan yeyilish miqdori mos ravishda 0,25 mm, 0,20 mm va 0,33 mm ni tashkil etgan bo'lsa, standart texnologiya asosida ishlab chiqarilgan xuddi shu navli qotishmalarda bu ko'rsatkich mos ravishda 0,28 mm, 0,29 mm va 0,40 mm ni tashkil qilgan. Bu esa regeneratsiyalangan qotishmalarining abraziv qarshiligi nuqtai nazaridan ham yetarli darajada yuqori ekspluatatsion xususiyatlarga ega ekanligini ko'rsatadi.

Bu usulda olingan qattiq qotishma kukunlari yuqori kimyoviy tozaligi bilan ajralib turmaydi.

Yaroqli mahsulot unumi 98-99% ni tashkil etadi. Usulning kamchiligi ma'lum ekologik muammolardir. Bu kukunlar, odatda, standart kukunga qo'shimcha (30-40% gacha) sifatida ishlatiladi.

Avvalgi bo'limlarda bayon etilgan qattiq qotishma chiqindilarini qayta ishlash orqali kukunsimon materiallar olishga yo'naltirilgan mavjud texnologiyalar, odatda, yirik miqdordagi xomashyo talab qilinishi, yuqori darajadagi energiya sarfi, keng ishlab chiqarish maydonlari zarurati hamda atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatadigan omillar (xususan, oqava suvlar va zararli chiqindilar) bilan ajralib turadi. Ushbu kamchiliklar ushbu jarayonlarning sanoat miqyosida keng joriy etilishini cheklaydi.

Shu munosabat bilan, energiya sarfi nisbatan past va ekologik jihatdan xavfsiz hisoblangan zamonaviy yondashuvlardan biri sifatida elektroerozion dispersiyalash (EED) texnologiyasi e'tiborga loyiqdir. EED usuli, tok o'tkazuvchi har qanday material, jumladan qattiq qotishmalarni ham yuqori darajada samarali tarzda kukunga aylantirish imkonini beruvchi istiqbolli texnologik yechim sifatida qaralmoqda. Bu jarayonning asosiy afzalliklaridan biri – arzon energiya sarfi, ifloslantiruvchi komponentlarning yo'qligi va yuqori sifatli mahsulot olish imkoniyatidir. Shu sababli, elektroerozion dispersiyalash qattiq qotishma chiqindilarini qayta ishlashda innovatsion va iqtisodiy jihatdan maqbul alternativ usul sifatida alohida ahamiyat kasb etadi.

Natija va muhokama qism

Qattiq qotishmalar chiqindilaridan EED usuli bilan kukunsimon materiallar olish

EED jarayoni har qanday tok o'tkazuvchi materialning elektrodlar orasidagi qisqa muddatli elektr razryadlarining mahalliy ta'siri natijasida yemirilishidan iborat. Razryad zonasida yuqori haroratlar ta'sirida metall qiziydi, suyuqlanadi va qisman bug'lanadi. Razryad zonasidagi yuqori harorat suyuq muhitda impulsli kuchlanish ta'sirida hosil bo'ladi, bu kuchlanish elektrodlar bilan qattiq qotishma donalari orasidagi oraliqni to'ldiradi, bu oraliq elektrodlararo bo'shliq yoki elektrodlararo farq deb ataladi. Elektrodlanga kuchlanish manbai ulanganda elektrodlar va granularlar orasida elektr toki o'ta boshlaydi va elektr maydon paydo bo'ladi, uning kuchlanganligi elektrodlar va granularlarning yaqin joylashgan nuqtalari orasida eng katta qiymatga erishadi. Eng katta kuchlanish zonasida elektr maydon ta'sirida ish muhitining ionlanishi sodir bo'lib, o'tkazuvchanligi yuqori bo'lgan kanal hosil bo'ladi, ya'ni ish muhitining elektr mustahkamligi buziladi va elektr o'tkazuvchanligi yuqori bo'lgan kanal paydo bo'ladi.

Elektroerozion dispersiyalash jarayonining fizik mohiyati shundan iboratki, tok impulsi ta'sirida razryad kanali hududida hosil bo'ladigan yuqori harorat va bosim suyuq hamda bug'simon fazadagi materialni razryad zonasidan ishchi muhitga chiqaradi. Bunda material zarralarga ajralib, sovish orqali mustahkam kukun zarrachalarini hosil qiladi. Har bir impulsli razryad natijasida elektrod yuzasida mikro o'lchamdagi chuqurchalar yuzaga keladi, bu esa materialning asta-sekin

parchalanishiga va zarracha shaklida ajralishiga olib keladi.

Jarayon har bir impulsdan so'ng qisqa muddatli deionizatsiya bosqichi bilan yakunlanadi, bunda ishchi muhit zaryadlardan tozalanadi va keyingi razryad uchun elektr mustahkamlik tiklanadi. Impulslar generator orqali davriy ravishda uzatilganda, har bir yangi razryad elektrodlar orasidagi eng kichik masofaga ega nuqtada hosil bo'ladi va bu jarayon doimiy ravishda takrorlanadi.

Elektrodlar orasidagi masofada ajralib chiqqan impuls energiyasi:

$$E = \int_0^{\tau} U_{(\tau)} I_{(\tau)} d\tau$$

Bu yerda:

U – elektrodlar orasidagi kuchlanishi;

I - elektrodlar orasidagi tok kuchi;

τ - impuls davomiyligi.

[11] Manba ma'lumotlariga ko'ra, eroziya mahsulotlari chuqurchadan suyuq va bug'simon holatda, shuningdek, mo'rt parchalanish natijasida chiqariladi. Bunda, energiya va impuls davomiyligi ortishi bilan chuqurchadan suyuq fazada chiqariladigan metall miqdori ko'payadi, bug' fazasidan hosil bo'lgan karbid zarrachalari esa birlashib, noto'g'ri geometrik shakldagi yirik zarrachalarni shakllantiradi.

1-rasm. Elektroerozion dispergirlash jarayonining sxemasi

Tavsiflangan jarayon 1-rasmda ko'rsatilgan. Generator 1 ning impulsli kuchlanishi 2 va 3 elektrodga uzatiladi. Kuchlanish muayyan qiymatga yetganda, elektrodlar orasidagi bo'shliqda joylashgan ish muhitida elektr teshilishi sodir bo'lib, razryad kanali 6 hosil bo'ladi. Issiqlik energiyasining yuqori konsentratsiyasi tufayli material razryad nuqtasi 5 da eriydi va bug'lanadi, ish muhiti ham bug'lanib, razryad kanalini parchalanishning gazsimon mahsulotlari 7 (gaz pufagi) bilan o'rab oladi. Razryad kanali va gaz pufagida yuzaga keladigan sezilarli dinamik kuchlar natijasida, erigan material 4 ning tomchilari razryad zonasidan tashqariga, elektrodni o'rab turgan ish muhitiga o'tilib chiqadi va unda qotib, qattiq qotishmaning tomchisimon zarralarini hosil qiladi. Zarralarning tuzilishi suyuqlanmaning yuqori tezlikda kristallanishi jarayonida, shuningdek, qattiq qotishmalar chiqindilaridan kukunsimon material olish uchun tez kristallanadigan materialdagi uglerodning ko'chishi jarayonida bir vaqtning o'zida sodir bo'ladi.

Elektroerozion dispersiyalash (EED) usuli yordamida deyarli barcha elektr o'tkazuvchi materiallardan kukunsimon mahsulotlar olish mumkin. Tadqiqotlar ko'rsatadiki, ushbu usulda olingan kukunlar, asosan, 0,01 dan 100 mkm gacha bo'lgan diametrdagi sferik zarrachalardan tashkil topgan bo'ladi. Ushbu zarrachalarning o'lchamini va taqsimlanish doirasini boshqarish mumkin bo'lib, bu elektr parametrlarining o'zgarishiga bog'liq holda amalga oshiriladi. Dispersiyalash jarayonida

foydalaniladigan muhit turiga qarab, metallarning yuqori darajada kimyoviy toza kukunlari yoki ular bilan muhit komponentlari o'rtasida hosil bo'ladigan birikmalar olinadi. Masalan, suv muhitida olib borilgan dispersiyalash natijasida metall oksidlari va gidroksidlarining kukun shaklidagi hosilalari olinadi, uglerodli suyuqliklardan foydalanilganda esa metallning karbon bilan birikmalari yuqori hosildorlik bilan hosil bo'ladi. Tozalashning mos metodlarini qo'llash orqali, hatto muhit bilan metall zarrachalarining kimyoviy o'zaro ta'siri mavjud bo'lgan holatlarda ham, sof metall kukunlarining yuqori chiqishiga erishish mumkin.

Ushbu bobda quyidagi turdagi metallurgiya sanoatida qo'llaniladigan qattiq qotishma chiqindi (ikkilamchi xomashyosi)larini qayta ishlash borasida bajarilgan ilmiy-amaliy tadqiqotlar ko'rib chiqilgan:

1. VK turidagi WC-Co asosidagi qattiq qotishma chiqindilari;
2. VNJ issiqqa chidamli qattiq qotishma chiqindilari;
3. YUNDK magnit-qattiq qotishma chiqindilari;

Xulosa

Tadqiqot natijalari eritilgan rux yordamida WC-Co qattiq qotishmalarini qayta ishlash usuli qimmatbaho metall resurslarini samarali tiklashga imkon berishini ko'rsatdi. Diffuzion-parchalanish mexanizmi asosida kobalt rux muhitiga o'tadi, WC skeleti esa mo'rtlashib, mexanik maydalash orqali yuqori dispers kukun holiga keltiriladi. Hosil bo'lgan WC kukunlari o'lchamlari 2,5 μm atrofida bo'lib, ularning fizik-mexanik xususiyatlari sanoat standartlariga to'liq mos kelishi aniqlandi. Qayta ishlab tayyorlangan WC-Co qotishmalarda zichlik 14,35–14,7 g/sm³, qattqlik 86,5–90 HRA, egilish mustahkamligi esa 1940–2560 MPa diapazonida bo'lishi, regeneratsiya jarayonining yuqori samaradorligini tasdiqlaydi.

Bundan tashqari, laboratoriya sinovlari regeneratsiyalangan materialdan tayyorlangan burg'ilash asboblarning yeyilishga chidamliligi yangi materiallarga teng yoki undan yuqori ekanligini ko'rsatdi. Tadqiqot yakunlari mavjud sanoat jarayonlarining energiya sarfi yuqori va ekologik yuklamali variantlariga nisbatan, rux asosida qayta tiklash hamda elektroerozion dispersiyalash texnologiyalari tejamkor va ekologik xavfsiz muqobil yechim bo'lishi mumkinligini isbotladi.

Umuman olganda, mazkur texnologiyalar WC-Co qattiq qotishma chiqindilarini metallurgiya va asbobsozlik sanoatida qayta ishlash, resurslarni tejash va chiqindilarni kamaytirish bo'yicha istiqbolli yo'nalish hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yagi, R., & Okabe, T. H. (2017). Recovery of nickel from nickel-based superalloy scraps by utilizing molten zinc. *Metallurgical and Materials Transactions B*, 48(1), 335-345.

2. Akhmetova, G. E., Ulyeva, G. A., & Tuyskhan, K. (2021). ON THE ISSUE OF ALLOYING AND MODIFICATION OF ALLOYS: USING THE WASTE PRODUCTS FOR THE CREATION OF NOVEL MATERIALS. *Progress in Physics of Metals/Uspehi Fiziki Metallov*, 22(2).
3. PRAHU, T. V. Z. Z. P., & WC-Co, Z. A. (2013). Cutting-tool recycling process with the zinc-melt method for obtaining thermal-spray feedstock powder (wc-co). *Materiali in tehnologije*, 47(1), 115-118.
4. Fan, C., Ding, C., Wang, X., Xue, S., Chang, R., & Long, H. (2024). A novel resource recovery strategy: Substituting carbon powder with organic solid waste in the production of zinc-bearing dust sludge metallization pellets. *Powder Technology*, 448, 120328.
5. Pee, J. H., Kim, Y. J., Kim, J. Y., Seong, N. E., Cho, W. S., & Kim, K. J. (2011, October). Decomposition mechanism and decomposition promoting factors of waste hard metal for zinc decomposition process (ZDP). In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 18, No. 20, p. 202028). IOP Publishing.
6. Lu, D., Jiang, Q., Ma, X., Fan, L., Huang, Y., & Hou, B. (2022). Zinc chloride hydroxide-A recyclable diffusion source for fabrication of zinc rich coatings on magnesium alloys. *Journal of Cleaner Production*, 344, 131066.
7. Nowińska, K., & Adamczyk, Z. (2023). Zinc and lead metallurgical slags as a potential source of metal recovery: a review. *Materials*, 16(23), 7295.
8. Kania, H., & Saturnus, M. (2023). Evaluation and current state of primary and secondary zinc production—a review. *Applied Sciences*, 13(3), 2003.
9. Raabe, D. (2023). The materials science behind sustainable metals and alloys. *Chemical reviews*, 123(5), 2436-2608.
10. Schönnenbeck, M., & Neumann, F. (2015). History of Zinc, its production and usage. *Berich report, Rheinzink, Geelong, Australia*.
11. Barakat, M. A. (2009). Removal of iron from hard zinc for production of refined zinc. *Open Mineral Processing Journal*, 2, 12-16.

International Journal of Science and Technology

Volume 2, Issue 2, October. 2025:

Technical Sciences	
Results of Determining the Modes of Bitumen Movement at Different Temperatures	4-11
<i>Khurmamatov Abdugaffor Mirzabdullaevich, Yusupova Nadira Kaipbaevna, Sarsenbaev Nurlan Tenelbaevich</i>	
Cobalt in the global economy: a strategic and scarce mineral resource	12-19
<i>Makhmud Karimov, Shonazarova Shakhnaza, Javokhirbek Uralov</i>	
N-methylpyrrolidone (NMP) acquisition technology in “Navoiyazot”	20-30
<i>Asadjon Kambarov Dilshod ugli, Sabina Sayfiyeva Qaxramon kizi</i>	
Technological Parameters of Gas Purification and Recycling Using Amines Solution	31-37
<i>Mirsaidov Makhmudjon Khabibullayevich, Rayimberdiev Fozilkhon Obidkhon ugli</i>	
Production of Slow-Release NPK Granules (15-15-15) Based on Resources Obtained from Livestock Waste	38-46
<i>Shakhnoza Djurayeva Nurullayevna, Khoshimkhanova Mukhayyo Abralovna</i>	
Two-Stage Unit for Deep Air Purification from Fine Solid Particles	47-56
<i>A. M. Khurmamatov, Kh. B. Alimardonov</i>	
Electrochemical Recovery of Valuable Metals from WC-Co Hard Alloy Wastes	57-65
<i>Makhmudova Feruza Mukhtor qizi, Hakimov Firuz Yuldoshovich</i>	
Structural and Phase Analysis of Recycled WC-Co Hard Alloy Materials Obtained by Electrolytic Processing	66-81
<i>Makhmudova Feruza Mukhtor qizi, Hakimov Firuz Yuldoshovich</i>	
Production of Powder Materials from Hard Alloy Wastes Using Molten Zinc	82-89
<i>Makhmudova Feruza Mukhtor qizi, Hakimov Firuz Yuldoshovich</i>	
<i>Mathematics and physical sciences</i>	
τ-closed and τ-open sets and their properties	90-94
<i>Kholmatov Dostonbek Dilshod ugli</i>	
Social sciences and humanities	
“Digital Conflict” between Parents and Children: Psychological Disconnection Through Social Media Use	95-100
<i>Gapparova Mastona Safaraliyevna, Mirxalilova Nargiza Akbarovna</i>	
The Similarities and Differences of Imagery in English and Uzbek Literature	101-108
<i>Abdunabiyeva Baxoroy Ikromjon qizi, Gavharoy Isroiljon qizi</i>	
The Category of Concept in the Contemporary Humanitarian Paradigm	109-113
<i>Usmanova Mashkura Mirzoroximovna</i>	
Professional value of development with the cooperation of industrial enterprises in foreign countries	114-118
<i>Yuldasheva Inobat Ashuraliyevna</i>	