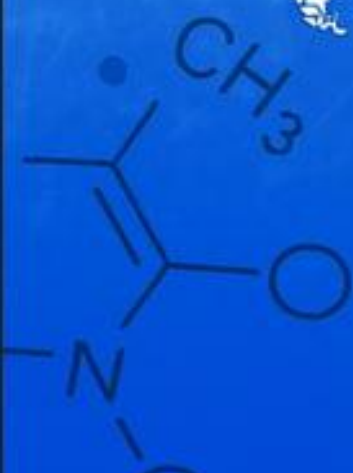


ISSN-3030-3885

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**

Electrochemical Recovery of Valuable Metals from WC-Co Hard Alloy Wastes

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 the electrochemical recycling process of WC–Co–based hard alloy wastes. Experimental work was conducted in nitric and sulfuric acid electrolytes with varying concentrations at 20–30 °C for 24 hours. The influence of key electrolysis parameters, including current density, electrode distance, electrolyte concentration, and reducing salt dosage, was examined. Results demonstrated that up to 98–99% of cobalt was successfully dissolved into the solution, while tungsten precipitated in the form of anodic sludge. The morphology and elemental composition of the obtained tungsten powders were analyzed using SEM and EDXRF techniques. Comparative analysis revealed that sulfuric acid electrolytes provide higher efficiency than nitric acid, achieving maximum sludge precipitation at 16.33% H₂SO₄ concentration and 16 g/l reducing salt. The developed electrochemical approach offers an effective and environmentally friendly method for recycling WC–Co hard alloy wastes and recovering valuable metals for reuse in industrial applications.

Keywords. WC–Co hard alloys, electrochemical recycling, tungsten, cobalt, nitric acid, sulfuric acid, sludge, SEM, EDXRF

Электрохимическое извлечение ценных металлов из отходов твердых сплавов WC-Co

Махмудова Феруза Мухтор кизи

Докторант Навоийского отделения Академии наук Республики Узбекистан

Хакимов Фируз Юлдошович

Научный сотрудник Навоийского отделения Академии наук Республики Узбекистан

Аннотация. В данном исследовании изучается процесс электрохимической переработки отходов твердых сплавов на основе WC–Co. Экспериментальная работа проводилась в азотнокислых и сернокислых электролитах различной концентрации при

температуре 20-30°C в течение 24 часов. Было изучено влияние ключевых параметров электролиза, включая плотность тока, расстояние между электродами, концентрацию электролита и снижение дозировки соли. Результаты показали, что до 98-99% кобальта успешно растворялось в растворе, в то время как вольфрам осаждался в виде анодного осадка. Морфология и элементный состав полученных вольфрамовых порошков были проанализированы с использованием методов СЭМ и EDXRF. Сравнительный анализ показал, что сернокислотные электролиты обеспечивают более высокую эффективность, чем азотнокислые, достигая максимального осаждения осадка при концентрации 16,33% H_2SO_4 и 16 г/л редуцирующей соли. Разработанный электрохимический подход предлагает эффективный и экологически чистый метод переработки отходов твердых сплавов WC-Co и рекуперации.

Ключевые слова. Твёрдые сплавы WC-Co, электрохимическая переработка, вольфрам, кобальт, азотная кислота, серная кислота, шлам, СЭМ, ЭДРФ

WC-Co qattiq qotishma chiqindilaridan qimmatbaho metallarni elektrokimyoviy ajratib 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 tadqiqotda WC-Co asosli qattiq qotishma chiqindilarini elektroliz usulida qayta ishlash jarayoni chuqur o'rganildi. Tajribalar nitrat va sulfat kislotalarining turli konsentratsiyalarida, 20–30 °C harorat oralig'ida, 24 soat davomida olib borildi. Elektroliz jarayoniga tok zichligi, elektrodlararo masofa, elektrolit konsentratsiyasi va qaytaruvchi tuz miqdori kabi parametrlarning ta'siri baholandi. Natijalarga ko'ra, elektroliz jarayonida kobaltning 98–99% gacha eritmaga o'tishi ta'minlandi, volfram esa shlam ko'rinishida ajraldi. Olingan shlam va kukunlarning morfologik tuzilishi SEM va EDXRF usullari yordamida tahlil qilindi. Tadqiqotlar sulfat kislotali elektrolitlardan foydalanish nitrat kislotalariga nisbatan samaraliroq ekanini ko'rsatdi, ayniqsa 16,33% H_2SO_4 eritmasida va 16 g/l qaytaruvchi tuz qo'shilganda shlam ajralishi maksimal darajaga erishdi. Ushbu yondashuv sanoat sharoitida qattiq qotishma chiqindilarini qayta ishlash, qimmat metallarni ajratib olish va ekologik xavfsizlikni ta'minlash uchun amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: WC-Co qattiq qotishmalari, elektrokimyoviy ishlov berish, volfram, kobalt, nitrat kislota, sulfat kislota, loy, SEM, EDXRF

1 Kirish

WC–Co asosli qattiq qotishma chiqindilarini qayta ishlash jarayoni 100 000 sm³ hajmga ega bo'lgan, ichki yuzasi kislotaga chidamli (gumirovka qilingan) qoplama bilan himoyalangan elektrolizatorida olib borildi. [1-4] Elektroliz jarayonida ishchi elektrolit eritmalari sifatida bidistillangan suv asosida tayyorlangan turli konsentratsiyadagi nitrat va sulfat kislotasi eritmalari qo'llanildi (3-jadval). [5-7] Jarayon davomida eritmalarining harorati odatda 20–30 °C oralig'ida bo'lib, sovitish tizimi ishlatilmagan ayrim hollarda bu harorat 50 °C dan oshgan. [8-10]

Tadqiqotlar elektroliz parametrlarining asosiy texnologik ko'rsatkichlarga ta'sirini aniqlashga qaratildi. [11] Bunda elektrodlararo masofa (10–50 mm), berilayotgan tok kuchi (1–10 A), kislotalar konsentratsiyasi va harorat kabi omillar o'rganildi. [12] Shuni ta'kidlash lozimki, barcha eksperimental ishlarda aralashtirishsiz statik sharoitda ishlov berildi va elektroliz davomiyligi 24 soat etib belgilandi.

2 Tajriba qism

Mazkur parametrlar asosida olib borilgan izlanishlar, qattiq qotishma chiqindilarini elektrokimyoviy qayta ishlashda optimal sharoitlarni aniqlash va jarayon samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

1 – Jadval

Elektroliz jarayonida foydalanilgan nitrat kislotalarining kimyoviy tarkibi

T/R		Aniqlanayotgan elementlar, mg/l									
№1	<i>M</i>	Au	Pt	Ag	Rh	Ir	Ru	Al	Ca	Co	Cr
	<i>mg/l</i>	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	19	2	<1
	<i>M</i>	Cu	Fe	Mg	Mn	Ni	Pb	Sb	Zn	Si	Pd
	<i>mg/l</i>	<1	1	4	<1	<1	1	<1	1	<1	<1

1 va 2 – jadvaldan ko'rinib turibdiki elektroliz jarayonida foydalanilgan kislotalarning tarkibida qo'shimcha zararli metallar mavjud emas.

2 – Jadval

Elektroliz jarayonida foydalanilgan sulfat kislotalarning kimyoviy tarkibi

T/R		Aniqlanayotgan elementlar, mg/l									
№1	<i>M</i>	Au	Pt	Ag	Rh	Ir	Ru	Al	Ca	Co	Cr
	<i>mg/l</i>	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	15	1	<1
	<i>M</i>	Cu	Fe	Mg	Mn	Ni	Pb	Sb	Zn	Si	Pd
	<i>mg/l</i>	<1	<1	1	<1	<1	5	<1	1	<1	<1

1 va 2-jadvallarda elektroliz jarayonida ishlatilgan nitrat va sulfat kislotalarning kimyoviy tarkibi ko'rsatilgan bo'lib, ularning har ikkisi ham tarkib jihatdan deyarli sof bo'lsa-da, ma'lum miqdorda metall aralashmalari mavjud. Jumladan, har ikkala eritmada asosiy ifloslantiruvchi elementlar sifatida kaltsiy (Ca), magniy (Mg), kobalt (Co), temir (Fe), qo'rg'oshin (Pb) va rux (Zn)

qayd etilgan. Nitrat kislotasida kaltsiy miqdori 19 mg/l gacha, magniy 4 mg/l, temir va qo'rg'oshin esa 1 mg/l atrofida aniqlangan. Sulfat kislotasida esa kaltsiy miqdori biroz kamroq – 15 mg/l, lekin qo'rg'oshin (5 mg/l) yuqoriroq bo'lgan. Boshqa qiymatlar, jumladan, zarraviy (qimmatbaho) metallar (Au, Pt, Ag, Rh, Ir, Ru, Pd) miqdori <1 mg/l bo'lib, ular texnologik jarayonga deyarli ta'sir ko'rsatmaydi. Bu ma'lumotlar elektrolitlar tarkibi asosan toza bo'lib, faqat ayrim kam miqdordagi ifloslantiruvchilar mavjudligini, bu esa jarayon samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatmasligini ko'rsatadi.

WC–Co asosli qattiq qotishma chiqindilarini elektrokimyoviy usulda qayta ishlashda kislota eritmasi konsentratsiyasining hosil bo'ladigan shlam miqdoriga ta'sirini aniqlash maqsadida, nitrat kislota va bidistillangan suvning turli nisbatlaridagi eritmaları tayyorlandi. Eritmalar aralashtirilib, zaruratga ko'ra sovitildi va keyin elektroliz vannasiga quyildi. Elektroliz boshlanishidan avval tok kuchi hamda kuchlanish mos ravishda sozlandi.

Olib borilgan barcha tajribalarda elektrodlar orasidagi masofa 10–50 mm qilib belgilandi, qurilmaning aylanish tezligi 20 aylanish/soatni tashkil etdi va jarayon uzluksiz 24 soat davomida olib borildi. Eksperimentlar davomida harorat, tok kuchi, kuchlanish hamda eritmaning pH ko'rsatkichlari doimiy monitoring qilindi. Elektroliz dastlab o'zgaruvchan tok rejimida, so'ngra o'zgarmas tok rejimiga o'tkazilgan holda amalga oshirildi.

Ushbu yondashuv kislota eritmasi konsentratsiyasining elektroliz natijasida hosil bo'ladigan shlam miqdoriga ta'sirini chuqur o'rganish imkonini berdi hamda optimal parametrlarni tanlashga asos bo'ldi.

O'zgaruvchan tok kuchi ta'sirida olib borilgan tajribalarda quyidagi sharoitlarda – eritma konsentratsiyasi 4,75–28,50%, elektroliz davomiyligi 24 soat, harorat 20°C, anod va katod orasidagi masofa 10 mm, ishlatilgan eritma hajmi 60 litr – WC-Co asosli qattiq qotishma chiqindilarining HNO₃ eritmasida elektroliz orqali qayta ishlanishi jarayonidagi rejim parametrlarining va elektrolit tarkibining shlam ajralishiga bo'lgan ta'siri tahlil qilindi (3.9-jadval).

3 – Jadval

Qattiq qotishma chiqindilarini o'zgaruvchan tok kuchi ta'sirida HNO₃ ishtirokida elektroliz qilish
(t=24 soat, T=20°C, l=10 mm, V_{um}=60 l)

№	Eritma, %.	Tuz, g/l	Olingan shlam massasi, g.			Tok quvvati
	HNO ₃	NH ₄ NO ₃	VK6	VK8	VK15	W
1	4,75	4	-	-	-	41,6
2	9,50	4	-	-	-	41,4
3	19,00	4	-	-	-	41,4
4	28,50	4	-	-	-	41,2

O'zgaruvchan tok kuchi ta'sirida WC-Co asosli qattiq qotishma chiqindilarini sulfat kislotali eritmada elektroliz yo'li bilan qayta ishlash jarayonida qo'llanilgan texnologik rejimlar va elektrolit

tarkibining hosil bo'layotgan shlam miqdoriga ta'siri 3.6-jadvalda bayon etilgan. Tajribalar davomida elektrolit bilan bevosita aloqa qiluvchi qattiq qotishma yuzasining hajmi 100 sm³ni tashkil etdi.

4 – Jadval

Qattiq qotishma chiqindilarini o'zgaruvchan tok kuchi ta'sirida H₂SO₄ ishtirokida elektroliz qilish (t=24 soat, T=20°C, l=10 mm, V_{um}=60 l)

№	Eritma, %.	Tuz, g/l	Olingan shlam massasi, g.			Tok quvvati
	H ₂ SO ₄	(NH ₄) ₂ SO ₄	VK6	VK8	VK15	W
1	8,167	4	-	-	-	41,2
2	16,330	4	-	-	-	41,4
3	32,670	4	-	-	-	41,0
4	49,000	4	-	-	-	41,6

O'zgarmas tok WC-Co asosli qattiq qotishma chiqindilarini azot kislotasi ishtirokida qayta ishlash jarayonida, elektroliz rejimlari hamda elektrolit tarkibining shlam hosil bo'lishiga ta'siri o'rganildi. Tajribalar eritma konsentratsiyasi 9,5–28,5%, harorat 20°C, elektrodlararo masofa 10 mm, hajm 60 litr bo'lgan sharoitda 24 soat davomida olib borildi. Olingan natijalar 5-jadvalda keltirilgan.

5 – Jadval

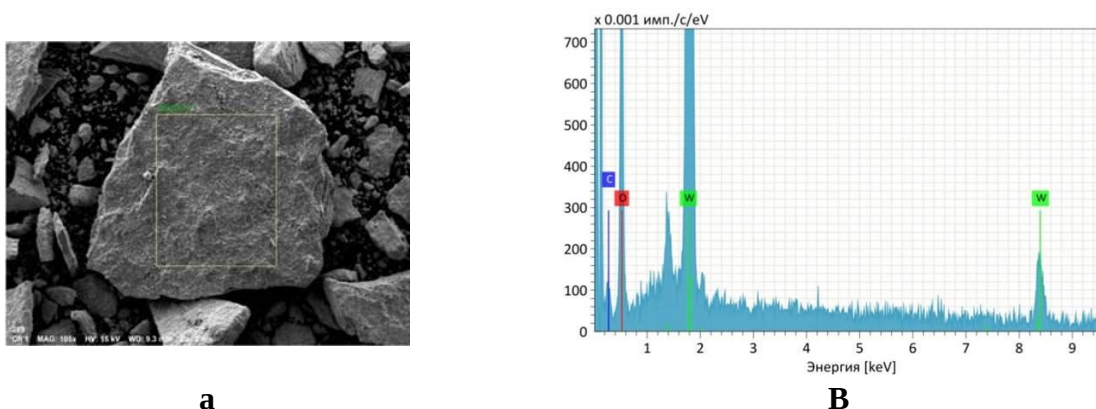
Qattiq qotishma chiqindilarini o'zgarmas tok ta'sirida HNO₃ ishtirokida elektroliz qilish (t=24 soat, T=20°C, l=10 mm, V_{um}=60 l)

№	Eritma, %.	Tuz, g/l	Olingan shlam massasi, g.			Tok quvvati
	HNO ₃	NH ₄ NO ₃	VK6	VK8	VK15	W
1	9,50	4	3941,49	5255,32	9853,725	11,2
2	14,25	4	5383,01	7177,35	13457,53	12,24
3	19,00	4	5080,95	6774,60	12702,38	12,4
4	23,75	4	4531,66	6042,21	11329,15	12,24
5	28,50	4	4850,05	6466,73	12125,13	11,28

5-jadvaldagi ma'lumotlar asosida olib borilgan tahlillarga ko'ra, HNO₃ asosidagi elektrolitlar tarkibida WC-Co asosli VK6, VK8 va VK15 navli qattiq qotishma chiqindilarini o'zgarmas tok ta'sirida qayta ishlashda hosil bo'lgan shlam miqdori eritma konsentratsiyasiga sezilarli darajada bog'liqlik ko'rsatadi. Eritma konsentratsiyasi 14,25% bo'lgan holatda barcha uchala qotishma turi uchun maksimal shlam hosil bo'lishi qayd etilgan: VK6 uchun 5383,01 g, VK8 uchun 7177,35 g va VK15 uchun 13457,53 g. Bu esa elektrolit tarkibidagi kislotalilik darajasining ortishi shlam ajralishini rag'batlantiruvchi muhim omil ekanligini ko'rsatadi. Ammo konsentratsiya 19–28,5% oraliqda bo'lganida shlam miqdori pasaya boshlagan. Ushbu holat yuqori konsentratsiyadagi kislotalarda faol eritish jarayoni bilan birga, ba'zi komponentlarning eruvchanligi kamayishi yoki passivlanish hodisalari bilan izohlanadi. Tajriba davomida kuchlanish doimiy 4 V atrofida saqlangan bo'lsa-da, tok kuchidagi oz miqdordagi tebranishlar elektrokimyoviy jarayonlarning intensivligiga ta'sir ko'rsatgan bo'lishi mumkin.

3 Natija va muhokama qismi

Qattiq qotishma chiqindilarini qayta ishlash jarayonida hosil bo'lgan shlam namunalari filtrlanib, quritildi va keyinchalik kukun holiga keltirildi. Nitrat kislota ishtirokida o'zgarmas tok ta'sirida olib borilgan elektroliz natijasida hosil bo'lgan volfram kukunlarining morfologik va kimyoviy xususiyatlari SEM-EVO MA 10 rusumli skanerli elektron mikroskop yordamida tahlil qilindi (3.1-rasm). Bu usul kukunning zarracha shakli, o'lchami va element tarkibini aniqlashda yuqori aniqlikdagi ma'lumotlarni taqdim etilgan.



1 – **rasm.** Shlam namunasining tarkibi aniqlangan hududi (a) va kimyoviy tarkibi (b)

Skanerli elektron mikroskopning faqat juda kichik yuzada tahlil olib borishi natijasida olinadigan ma'lumotlarda aniqlik nuqsonlari yuzaga kelishi mumkin. Shu sababli, volfram kukunlarining umumiy kimyoviy tarkibini aniqlashda Energiyadispersli rentgen floresansi (Energy Dispersive X-ray Fluorescence (EDXRF) qurilmasi qo'llanildi. O'zgarmas tokostida nitrat kislota ishtirokida elektroliz orqali shlam ko'rinishida hosil bo'lgan namunalar dastlab filtrlanib, so'ngra quritildi. Keyinchalik bu namunalar tarkibi EDXRF usuli yordamida tahlil qilinib, elementlarning miqdoriy tarkibi aniqlandi. Bu usul katta maydonni qamrab olgani uchun natijalar ishonchliligi yuqori bo'ldi.

6 - Jadval

VK6 navli qattiq qotishma chiqindilarini HNO₃ ishtirokida elektroliz qilish natijasida olingan volfram kukunining kimyoviy tarkibi

Aniqlanayotgan elementlar, %									
M	W	Co	Fe	Mg	Ca	Al	Si	Mn	P
%	86,519	0,00147	0,5202	0,0015	8,35125	0,00495	0,01235	0,1395	0,16145
M	Se	Br	Zn	Zr	Nb	Mo	Cd	Pb	Sn
%	0,00001	0,00001	0,0043	0,0291	0,000746	0,3442	0,00139	0,006138	0,000859
M	Ti	V	Cr	Ni	Cu	Ga	Ge	As	Boshq.
%	2,7694	0,0551	0,9866	0,0245	0,0031	0,00001	0,0095	0,00002	0,0534

7 - Jadval

VK8 navli qattiq qotishma chiqindilarini HNO₃ ishtirokida elektroliz qilish natijasida olingan volfram kukunining kimyoviy tarkibi

Aniqlanayotgan elementlar, %									
M	W	Co	Fe	Mg	Ca	Al	Si	Mn	P

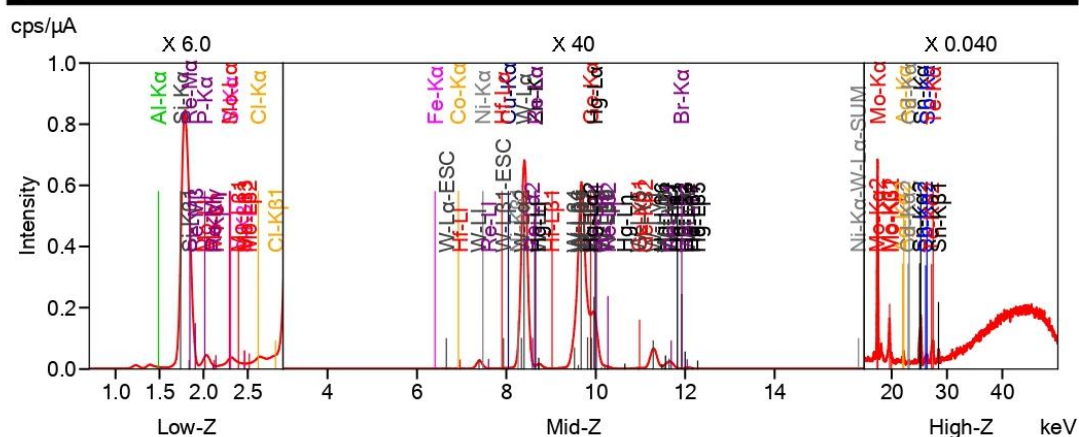
%	88,9399	0,00278	0,412	0,0067	7,1786	0,04195	0,0234	0,3647	0,1245
M	Se	Br	Zn	Zr	Nb	Mo	Cd	Pb	Sn
%	0,00001	0,00001	0,00354	0,0371	0,00075	0,4372	0,00178	0,00182	0,00059
M	Ti	V	Cr	Ni	Cu	Ga	Ge	As	Boshq.
%	1,6814	0,0451	0,6246	0,0145	0,0019	0,00001	0,0053	0,00001	0,04985

6-jadval

VK15 navli qattiq qotishma chiqindilarini HNO₃ ishtirokida elektroliz qilish natijasida olingan volfram kukunining kimyoviy tarkibi

Aniqlanayotgan elementlar, %									
M	W	Co	Fe	Mg	Ca	Al	Si	Mn	P
%	89,905	0,0017	0,6067	0,0123	0,0315	0,00686	8,0958	0,01239	0,2188
M	Se	Br	Zn	Zr	Nb	Mo	Cd	Pb	Sn
%	0,00002	0,00001	0,02927	0,00001	0,00083	0,5402	0,00001	0,00001	0,00036
M	Ti	V	Cr	Ni	Cu	Ga	Ge	As	Boshq.
%	0,0145	0,0008	0,00001	0,000145	0,0139	0,00002	0,11074	0,00001	0,3977

Spectrum



2 - rasm. Qattiq qotishma chiqindilarini nitrat kislotada ishtirokida elektroliz qilish natijasida olingan volfram kukunining kimyoviy tarkibi

4 Xulosa

Ushbu tadqiqotda WC–Co asosli qattiq qotishma chiqindilarini elektrokimyoviy usulda qayta ishlash jarayoni samarali oʻrganildi. Natijalar shuni koʻrsatdiki, elektroliz jarayoni orqali kobaltning 98–99% gacha eritmaga oʻtishini taʼminlash va volframni shlam koʻrinishida ajratib olish mumkin. Eksperimental tadqiqotlar nitrat va sulfat kislotalarining turli konsentratsiyalari, tok zichligi, elektrodlararo masofa hamda qaytaruvchi tuz miqdori boʻyicha olib borildi va jarayon samaradorligiga taʼsir qiluvchi optimal parametrlar aniqlab berildi.

Sulfat kislotali elektrolitlar nitrat kislotasiga nisbatan yuqoriroq unumdorlik koʻrsatgani va ayniqsa 16,33% H₂SO₄ hamda 16 g/l qaytaruvchi tuz qoʻshilganda maksimal shlam ajralishi kuzatilgani aniqlandi.

Olingan volfram kukunlarining sifat ko'rsatkichlari SEM va EDXRF tahlillari orqali tasdiqlandi, bunda kukun tarkibida asosiy element sifatida volframning yuqori ulushi qayd etildi.

Tadqiqot natijalari elektrokimyoviy qayta ishlash usulining sanoat sharoitida qo'llashga yaroqliligini, ekologik jihatdan xavfsiz va iqtisodiy samarali ekanligini ko'rsatadi. Ushbu yondashuv qimmatbaho metall resurslarini qayta tiklash, chiqindilarni kamaytirish va metallurgiya sanoatida barqaror ishlab chiqarish tamoyillarini ro'yobga chiqarish uchun muhim amaliy ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Parmonov, S., Shakirov, S., Yusupova, G., Kuchkarova, N., Shonazarova, S., Tursunova, D., & Kambarov, A. (2024). The properties of the powder that makes the basis of hard alloys used in the crushing of underground resources. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 494, p. 02007). EDP Sciences.
2. Parmonov, S., Sharipov, K., Mirzavaliyev, D., Makhmudova, F., Askarova, N., Toshkodiroya, R., ... & Kambarov, A. (2024). The Technology of Obtaining Powders Used in the Production of Solid Alloys. *New Materials, Compounds and Applications*, 8(3), 450-458.
3. Parmonov, S., Sharipov, K., Kambarov, A., Khoshimkhanova, M., Abdurimov, A., Mirzavaliyev, D., & Yusupova, G. (2024). The morphology of the powder contained in solid alloy used to crush underground resources. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 498, p. 03013). EDP Sciences.
4. Wolfram, S. (2013). Wolfram research. *Inc., Mathematica, Version*, 8(23), 705.
5. Urano, F. (2016). Wolfram syndrome: diagnosis, management, and treatment. *Current diabetes reports*, 16(1), 6.
6. Delprat, B., Maurice, T., & Delettre, C. (2018). Wolfram syndrome: MAMs' connection?. *Cell death & disease*, 9(3), 364.
7. Wolfram, S. (2003). *The mathematica book*. Wolfram Research, Inc.
8. Erol, A., Pocan, I., Yanbay, E., Ersöz, O. A., & Lambrecht, F. Y. (2016). Radiation shielding of polymer composite materials with wolfram carbide and boron carbide. *Radiation Protection and Environment*, 39(1), 3-6.
9. Malyshev, V. V., Gab, A. I., Pisanenko, A. D., Soloviev, V. V., & Chernenko, L. A. (2014). Electrodeposition of tungsten and molybdenum carbide onto the surfaces of disperse dielectric and semiconductor materials: Elektrolytische Abscheidung von Wolfram und Molybdän auf Oberflächen von Nichtleiter-und Halbleiterwerkstoffen. *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik*, 45(1), 51-56.

10. Sun, W., Hu, R., Liu, H., Zhang, H., Liu, J., Yang, L., ... & Zhu, M. (2016). Silicon/Wolfram Carbide@ Graphene composite: enhancing conductivity and structure stability in amorphous-silicon for high lithium storage performance. *Electrochimica Acta*, 191, 462-472.
11. Laidler, K. J. (2018). Historia de la electrólisis. *Educación Química*, 1(3), 128-132.
12. Munoz, F. M., Garrido, F. V., Ibáñez, J. S., & i Mirapeix, F. M. (2012). Estudio de coste-efectividad de la electrólisis percutánea intratisular (EPI®) en las epicondilalgias. *Fisioterapia*, 34(5), 208-215.

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>	