



SIJJAK KONI RUDALARIDAN VANADIY AJRATIB OLIISH TEKNOLOGIYASINI TADQIQ QILISH

Mamaraimov G'.F. – Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti “Metallurgiya” kafedrasida katta o'qituvchisi, **Xasanov A.S.** – t.f.d., professor, “Olmaliq KMK” AJ Bosh muhandisning ilm-fan bo'yicha o'rinbosari, **Voxidov B.R.** – t.f.d., dotsent, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti “Metallurgiya” kafedrasida mudiri

Annotatsiya: Butun dunyoda so'ngi yillarda konstruktiv, zanglamaydigan va maxsus po'latlarni ishlab chiqarishning global o'sishi tufayli dunyoda vanadiy iste'moli darajasi doimiy ravishda ortib bormoqda. Metallurgiya va kimyo sanoatidan tashqari vanadiy va uning birikmalari atom energetikasida va akkumulatorlar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Ruda va tarkibida noyob metallar tarkibli turli xomashyolardan yangi texnologiyalarni ishlab chiqish tufayli noyob metallarni ajratib olishni amaliyotga joriy etish metallurgiya sanoatida alohida ahamiyatga ega. Maqolada vanadiy metallini sijjak koni rudalari tarkibidan ajratib olish jarayonlari haqida malumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: Sijjak koni rudalari, vanadiy tarkibli eritmalar, vanadiy kukuni, vanadiy oksidi, vanadiy birikmalari, kuydirish, vanadiy sulfat, cho'ktirish,ferrovanadiy.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВАНАДИЯ ИЗ РУД СИДЖАКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Мамараимов Г.Ф. - старший преподаватель кафедры “Металлургия” Навоийского государственного горно-технологического университета, **Хасанов А.С.** - д.т.н., профессор, заместитель главного инженера по науке АО “Алмалыкский ГМК”, **Вохидов Б.Р.** - д.т.н., доцент, заведующий кафедрой “Металлургия” Навоийского государственного горно-технологического университета

Аннотация. Во всем мире уровень потребления ванадия в мире неуклонно растет в последние годы из-за глобального роста производства конструкционных, нержавеющей и специальных сталей. Помимо металлургической и химической промышленности, ванадий и его соединения широко используются в атомной энергетике и производстве аккумуляторов. Особое значение в металлургической промышленности имеет внедрение в практику извлечения редких металлов, обусловленное разработкой новых технологий из различных видов сырья, содержащих руды и редкие металлы. В статье представлена информация о процессах выделения металлического ванадия из состава руд сиджакского месторождения.

Ключевые слова: руды месторождения Сиджак, ванадие содержащие растворы, ванадиевый порошок, оксид ванадия, соединения ванадия, обжиг, сульфат ванадия, осаждение, феррованадий.

RESEARCH OF VANADIUM EXTRACTION TECHNOLOGY FROM ORES OF THE SIJJAK DEPOSIT

Mamaraimov G.F. - Senior Lecturer, Department of metallurgy, Navoi State University of mining and technologies, **Khasanov A.S.** – DSc., professor, JSC “Olmalik MMC” Deputy Chief Engineer for science, **Vokhidov B.R.** - DSc., associate professor, Head of the Department “Metallurgy”, Navoi State University of mining and technologies.

Annotation: Worldwide, the level of vanadium consumption in the world has been steadily increasing in recent years due to the global growth in the production of structural, stainless and special steels. In addition to the metallurgical and chemical industries, vanadium and its compounds are widely used in nuclear power and battery production. Of particular importance in the metallurgical industry is the introduction into practice of extraction of rare metals, due to the development of new technologies from various types of raw materials containing ores and rare metals. The article provides information on the processes of separation of metallic vanadium from the ores of the Sijak deposit.

Keywords: ores of the Sijak deposit, vanadium containing solutions, vanadium powder, vanadium oxide, vanadium compounds, roasting, vanadium sulfate, precipitation, ferrovanadium.



Kirish. Butun dunyoda so'ngi yillarda konstruktiv, zanglamaydigan va maxsus po'latlarni ishlab chiqarishning global o'sishi tufayli dunyoda vanadiy iste'moli darajasi doimiy ravishda ortib bormoqda. Metallurgiya va kimyo sanoatidan tashqari vanadiy va uning birikmalari atom energetikasida va akkumulatorlar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Ruda va tarkibida noyob metallar tarkibli turli xomashyolardan yangi texnologiyalarni ishlab chiqish tufayli noyob metallarni ajratib olishni amaliyotga joriy etish metallurgiya sanoatida alohida ahamiyatga ega. Dunyodagi kon-metallurgiya sanoatida ko'p yillar davomida to'plangan texnogen chiqindilarni qayta ishlash bo'yicha yirik olimlar tomonidan ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Rudani qayta ishlash hajmini oshirish, texnogen chiqindilar, qiyin qayta ishlanuvchi rudalar va balansdan tashqari past navli chiqindilarni utilizatsiya qilish, qimmatbaho metallar ishlab chiqarishda tabiiy minerallar o'rnini bosuvchi texnogen foydali qazilmalarni qayta ishlashga jalb etish, noyob metallarni qazib olish texnologiyalari va sanoat chiqindilaridan noyob va qimmatbaho metallar olishning yangi texnologiyalarini ishlab chiqish, qimmatbaho metallarni qazib olish darajasini oshirish uchun mavjud texnologiyalarni takomillashtirishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Respublikamizda vanadiy tarkibli ruda xomashyolaridan keng turdagi zamonaviy vanadiyli katalizatorlar ishlab chiqarishda, po'lat ishlab chiqarishning ligerlovchi elementi va ferroqotishmalar sifatida qo'llash sohalarini kengaytish, ishlab chiqarish tannarxini pasaytirib, sifat jihatidan yuqori darajaga olib chiqish bo'yicha bir qator ilmiy amaliy natijalarga erishilmoqda.

Maqola Sijjak koni vanadiy tarkibli rudalarini sodali kuydirish, tanlab eritish va pirometallurgik ishlov berish natijasida vanadiy qotishmasini ajratib olish texnologiyasini yaratishga bag'ishlangan bo'lib o'z ichiga quyidagilarni oladi.

- «Sijjak» koni vanadiy tarkibli rudalarining kimyoviy va mineralogik tarkibini ilmiy tadqiq etib, sodali kuydirish orqali ko'machlash jarayonining maqbul parametrlarini tahlil qilish;

- vanadiy tarkibli kuyindini suvda so'ng kislotali tanlab eritish jarayonining maqbul parametrlarini aniqlash va olinadigan mahsulotning texnik xususiyatlarini ilmiy asoslab ushbu jarayonga ta'sir etuvchi omillarni o'rganish;

- vanadiy tarkibli eritmalardan vanadiyni cho'ktirish, suzish va toblash orqali vanadiy besh oksidini ajratib olishning eksperimental usullarini yaratish va maqbul parametrlarini ilmiy asoslash;

- tajriba-sanoat sinovlarini o'tkazish asosida ruda tarkibidan vanadiyni yarimmaxsulotlar ko'rinishida ajratib olishning texnologik sxemasini ishlab chiqish va texnik-iqtisodiy samaradorligini aniqlash.

Tadqiqot qismi.

Tadqiqotning obykti sifatida Toshkent viloyati hududidagi Chotqol tizmasida joylashgan «Sijjak» koni vanadiy tarkibli rudasi olingan. Sijjak konining material va mineralogik tarkibini o'rganish maqsadida namunalar olindi, ular avval qimmatbaho metallarning o'rtacha miqdorini aniqlash uchun maydalash, yanchish va o'rtalashtirish kabi tayyorlash jarayonlaridan o'tkazildi. Shuningdek Sijjak koni ma'danlarining kimyoviy tarkibi ham o'rganildi (1-jadval).

1-jadval.

Sijjak koni ma'danlarining kimyoviy tahlili

Komponent	V(V ₂ O ₅)	Cu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Sumum	Ss	Cum	Corg
Miqdori, %	0,6(1,07)	0,04	80,5	5,1	3,5	5,96	1,6	0,5	0,1	1,1	1,0



Biz olib borgan tadqiqot ishimizda Sijjak koni ruda namunalari o'rtalashtirish natijasida olingan quyidagi kimyoviy tarkibli namunalar ustida izlanishlar olib bordik (2-jadval).

2-jadval.

O'rtalashtirish natijasida olingan ma'danlarning kimyoviy tarkibi

Komponent	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	R ₂ O ₅	MnO	CaO	MgO	V ₂ O ₅
Miqdori, %	71,91	3,61	2,25	0,64	0,13	0,84	0,55	0,45 (0,8)

Sijjak koni ma'danlarini o'rganishlar natijasida vanadiyning miqdori 4500 gr/t ekanligi aniqlandi va bu ishlab chiqarish uchun samarali rentabelli ko'rsatkichi isbotlandi.

Biz avval ma'danni qayta ishlashga tayyorlashning tayyorlov jarayonlarini o'tkazdik va qizdirib birlashtirish ko'machlash bilan materialni kuydirishning maqbul sharoitlari aniqlandi, chunki materialda uglerodning yuqori miqdori mavjud bo'ladi va undagi vanadiy oksidlangan holatda bo'ladi, bunda erish darajasi ancha past bo'ladi. Tadqiq qilish maqsadlar uchun ma'dan namunalari 350 mm dan 5-10 mm gacha yiriklik bilan jag'li maydalagichlarda yanchildi. Mahsulotni kuydirish va tanlab eritish jarayonlari yuzasi yupqa bo'lgan mahsulotni talab qilishini bilganimiz uchun, biz vanadiyli ma'danni bir bosqichli sharli tegirmonlarda yanchdik. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, ma'danli xom ashyodan V₂O₅ ajratib olish jarayonida 1 mm o'lchamli mahsulotni yanchish darajasi 80-90% tashkil etadi va bu qizib birikishi va sulfat kislotasi bilan tanlab eritish uchun maqbul sharoitlar sanaladi. Qizib birikishga va tanlab eritishga duch qilingan ma'danning 0,25-0,083 mm o'lchami uchun biz olgan natijalardan 1 mm o'lchamli ma'dan natijalari farq qilmadi. Shuning uchun kuydirish tanlab eritish uchun maqbul sharoitlar sifatida biz 1 mm maydalikdagi ma'danni tanladik.

Tadqiqotlarda shu narsa aniqlandiki, aynan maydalashning 1-bosqichli sxemasi va yanchishning 1-bosqichli sxemasi tanlangan. Vanadiy tarkibli ma'danni maydalashdan so'ng biz shixtani kuydirish (qizib birikish) jarayoniga tayyorlaymiz. Buning uchun vanadiyni suvda eriydigan ko'rinishga o'tkazish lozim.

Ma'danni kuydirish kinetikasi

Texnik tarozilarda 100 gr massali tanlangan ma'danni o'lchaymiz, unga 5 gr texnik soda qo'shamiz va shixtani tayyorlaymiz. Undan so'ng uni mufel pechga kuydirish uchun qo'yamiz. Kuydirish jarayonini tadqiq qilish har xil haroratlarda olib boriladi, 600-850°C haroratlar oralig'ida, vaqt oraliqlari 4-5 soatni tashkil qiladi. Kuydirish jarayonida birlashtiruvchi qo'shimchalardan biz faqat Na₂CO₃ 50kg/t ni tanlab olamiz, chunki kalsinirlangan soda arzon va foydalanish uchun qulay. Kuydirish jarayonlari turli xil haroratlarda amalga oshirildi. Kuydirish jarayonining eng samarali harorat 700°C da ekanligi aniqlandi (3-jadval).

3-jadval

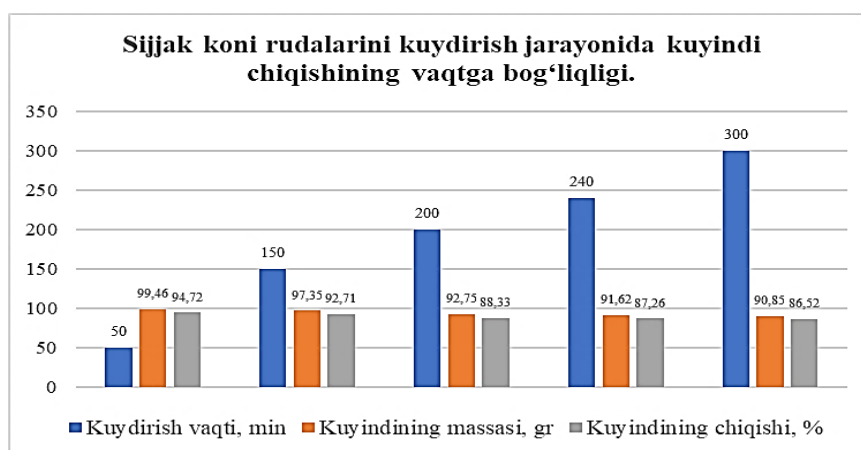
Ma'danni kuydirish jarayonlari

Vanadiyning dastlabki miqdori 4500 gr/t, T=700 °C, texnik soda sarfi Na₂CO₃ 50 gr/kg

№ t/r	Kuydirish vaqti, daq	Shixta massasi va miqdori		Na ₂ CO ₃ , gr/kg	Kuyindi massasi	
		Shixta massasi, gr	[V] mg/kg		Kuyindi massasi, gr	Kuyindi chiqishi, %
1	50	100	4500	5	99,46	94,72
2	150	100	4500	5	97,35	92,71
3	200	100	4500	5	92,75	88,33
4	240	100	4500	5	91,62	87,26

5	300	100	4500	5	90,85	86,52
---	-----	-----	------	---	-------	-------

Biz ma'danni 700°C da kuydirganimizda, kuyindi kulrang holatga keldi. Aralashmani har 20-30 daqiqada aralashiramiz. Kuyindilar bir-biriga qo'shilib ketmaydi. 3-jadvaldan va 2-rasmdagi grafik egri chizig'idan ko'rinib turibdiki, kuydirish vaqti 300 daq.ga oshirilganda, kuyindining ko'p chiqishi kuyindi massasining ko'p miqdorda kamayishiga olib keladi. Bir vaqtning o'zida kuyindining chiqishi kuyindi massasining kamayishiga teskari proporsionaldir.



1-rasm. Sijjak koni rudalarini kuydirish jarayonida kuyindi chiqishining vaqtga bog'liqligi.

Vanadiyli mahsulotni suvli va sulfat kislotali tanlab eritishning maqbul sharoitlarini ishlab chiqish.

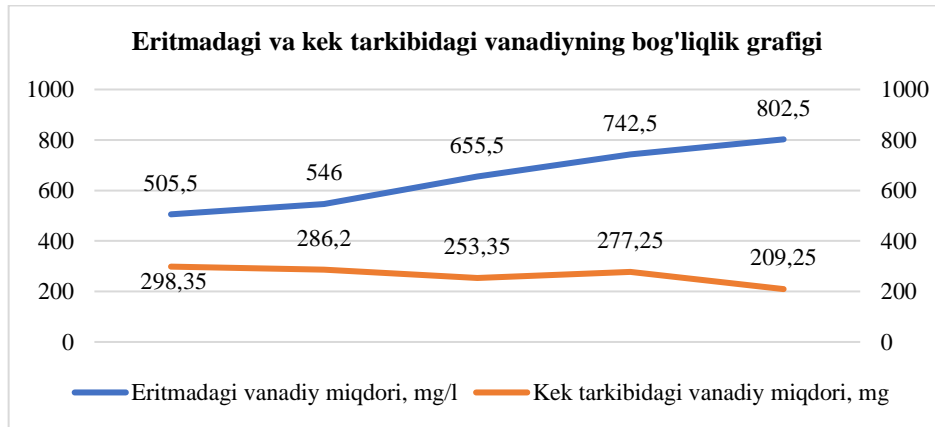
Kuydirishdan so'ng kuyindiga ega bo'lamiz va uni suvli va sulfat kislotali tanlab eritishga yuboramiz. Tanlab eritishdan oldin kuyindi massasini o'lchaymiz va suvli tanlab eritishga yuboramiz. Undan so'ng maxsulot nisbati Q:S=1:3 bo'lguncha suv quyamiz va uni tanlab eritish uchun magnitli aralashirgichga joylaymiz. Magnitli aralashirgichda 2 soat davomida eritiladi. Tajriba vaqtning turli oralig'larida olib borildi, eritishning eng yuqori darajasiga 2 soat davomida erishildi. Eritish jarayonining eng samarali bosqichi 700 °C da kuydirish natijasida olingan kuyindi 70-90 °C haroratda, Q:S=1:3, suvli muhitda 2 soat davomida tajriba qizdirish aralashirgichida tanlab eritishda erishildi (4-jadval).

4-jadval

Kuyindilarni suvli tanlab eritish kinetikasi natijalari

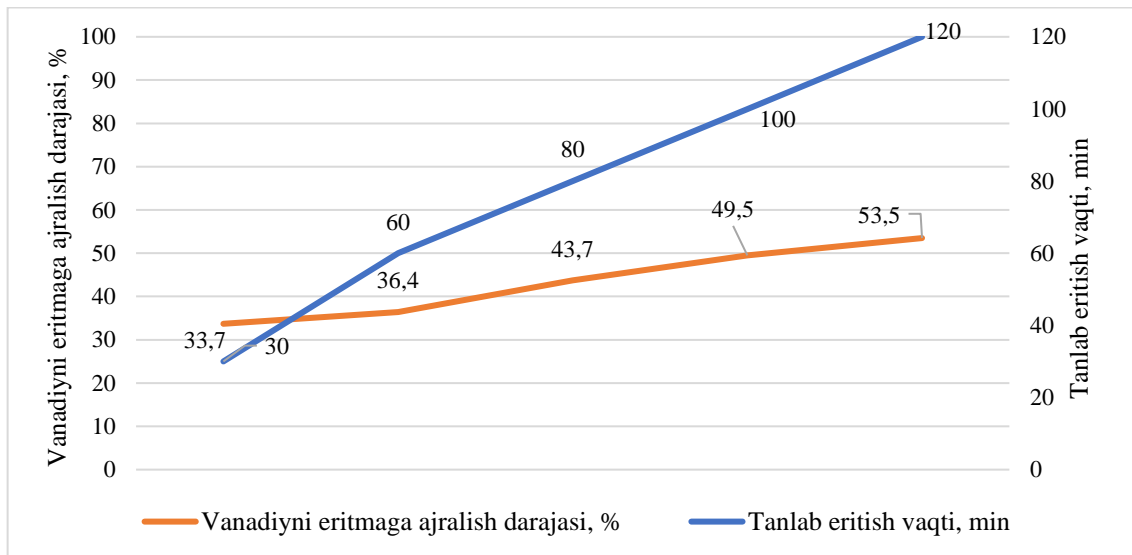
Vanadiyning dastlabki miqdori 4500 gr/t, T=70-90°C, Q:S=1:3, kuyindini massasi =100 gr

№ t/r	Tanlab eritish vaqti, daq	Tanlab mahsulotlari eritish		Kek miqdori va tanlab eritish darajalari	
		[V], mg/l	pH	V, mg	E, %
1	30	505,5	7,0	298,35	33,7
2	60	546,0	7,4	286,2	36,4
3	80	655,5	7,8	253,35	43,7
4	100	742,5	8,2	227,25	49,5
5	120	802,5	8,5	209,25	53,5



2-rasm. Kuyindini tanlab eritish vaqtining natriy vanadat eruvchanligi darajasiga bog'liqligi.

Tajriba vaqtning turli oraliqlarida olib borildi, erishning eng yuqori darajasiga 2 soat davomida erishildi, chunki vaqtni yana oshirish boshqa erish darajasiga ta'sir qilmadi.



3-rasm. Eritmadagi va kek tarkibidagi vanadiyning bog'liqlik grafigi.

Sulfat kislotali tanlab eritish kinetikasi natijalari.

Suvda tanlab eritish natijasida vanadiyni miqdori past bo'lganligi sababli tanlab eritishdan qolgan kekni sulfat kislota eritmasida tanlab eritdik. Buning uchun 55 gr/l konsentratsiyali sulfat kislota eritmasini tayyorladik va uni Q:S=1:3 o'zaro nisbatda, T=40-45 °C haroratda 2 soat davomida tanlab eritdik. Kekni sulfat kislotali muhitda tanlab eritishning eng samaralisi 700^o da kuydirilgan kuyindini suvli muhitda tanlab eritish jarayonidan hosil bo'lgan keklarni qayta ishlash jarayonida erishildi. 700 °C da kuydirib olingan kuyindini suvda tanlab eritish natijasida hosil bo'lgan kekni 40-45 °C haroratda, Q:S=1:3, kuchsiz kislotali muhitda 1,5-2 soat davomida magnitli aralashtirgichda tanlab eritildi (5-jadval).

5-jadval

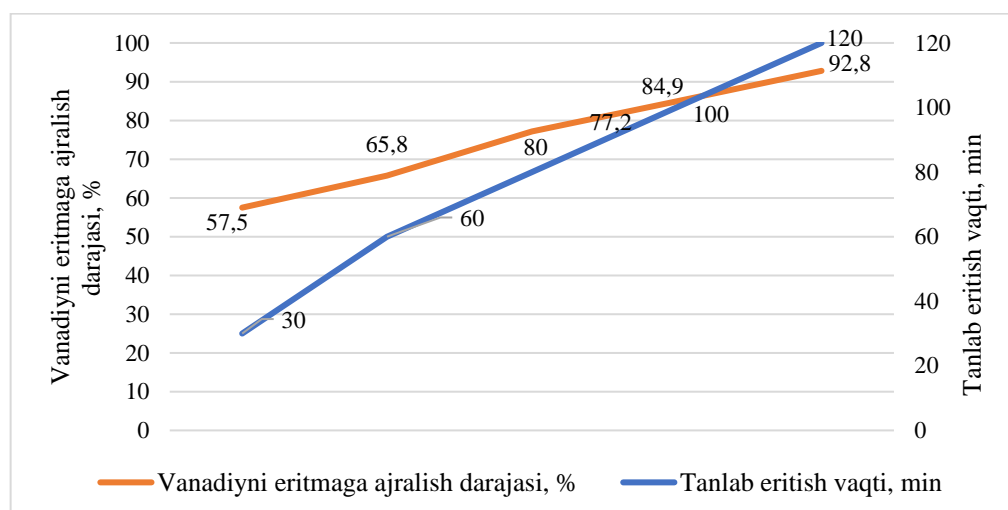
Sulfat kislotali tanlab eritish kinetikasi natijalari

Kek tarkibidagi vanadiyning miqdori 209,25 mg, Q:S=1:3, C(H₂SO₄) = 55 g/l

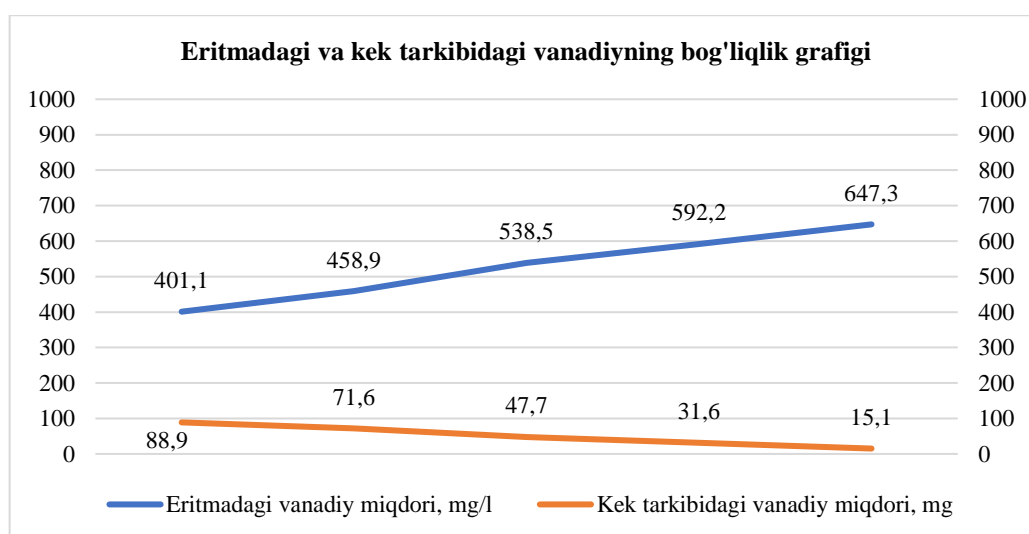
No t/r	Tanlab eritish vaqti, daq	Tanlab eritish mahsulotlari	Kek miqdori va tanlab eritish darajalari



		[V], mg/l	pH	V, mg	E, %
1	30	401,1	5,6	88,9	57,5
2	60	458,9	6,5	71,6	65,8
3	80	538,5	6,8	47,7	77,2
4	100	592,2	7,0	31,6	84,9
5	120	647,3	7,5	15,1	92,8



4-rasm. Kekni tanlab eritish vaqtining natriy vanadat eruvchanligi darajasiga bog'liqligi.



5-rasm. Eritmadagi va kek tarkibidagi vanadiyning kuydirish haroratiga bog'liqlik grafigi.

Sulfat kislotali eritmadan vanadiyni cho'ktirish Eritmalardan vanadiyni ajratib olish uchun uni gidratlangan oksid yoki tuzlar tarkibiga cho'ktirish usullari tavsiya etildi. Usulni tanlash xom ashyo xususiyatiga, uni qayta ishlash usuliga, eritmalar konsentratsiyasiga va boshqa sabablarga bog'liqdir. Ammoniy vanadat ishqorli eritmalardan ammoniy xlorid bilan cho'ktiriladi. Eritmada NH_4Cl ortib borishi bilan NH_4VO_3 ning eruvchanligi kamayadi.

So'ngra cho'ktirilgan ammoniy vanadat birikmasi turli haroratlarda toblanadi va yuqori sifatli vanadiy besh oksidining cho'kmasi hosil bo'ladi, so'ngra biz uni filtrlab $150\text{ }^\circ\text{C}$ haroratda quritib olamiz. Ammoniy vanadat quruq kukunsimon paroshok bo'lib undan

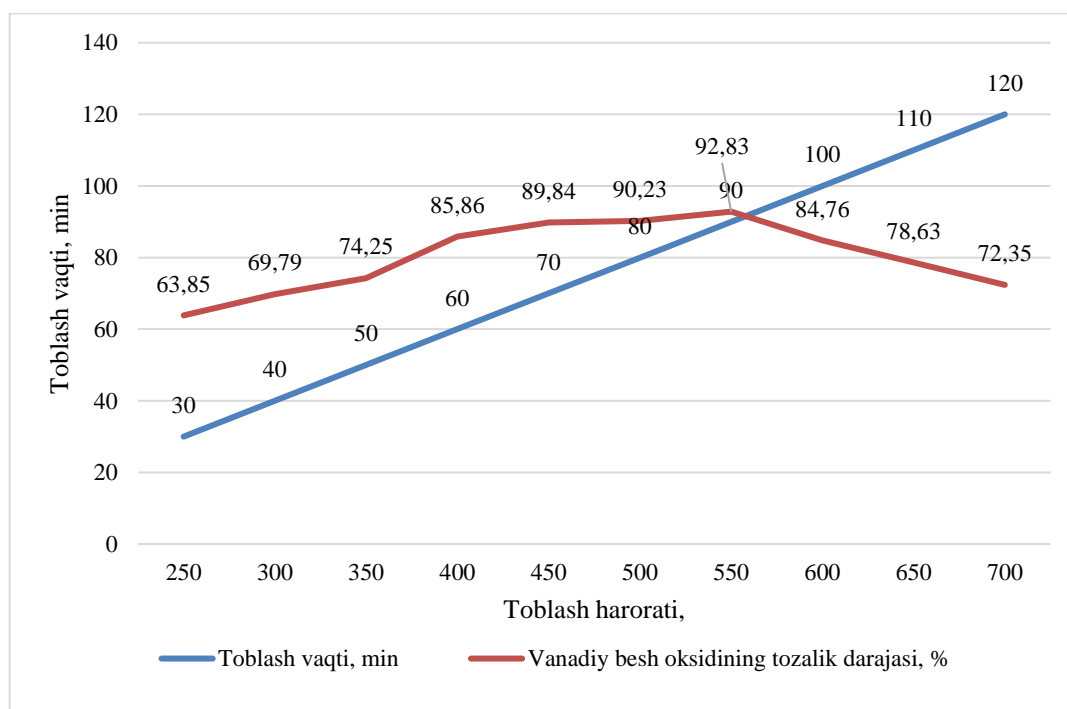
vanadiy besh oksidini olish uchun toblash jarayoni o'tkaziladi. O'tkazilgan tadqiqotlarimiz natijasida toblashning turli haroratlarida maxsulotning yuqori chiqish darajasi aniqlandi.

6-jadval

Ammoniy vanadat cho'kmasinining toblash uchun optimal haroratni aniqlash natijalari

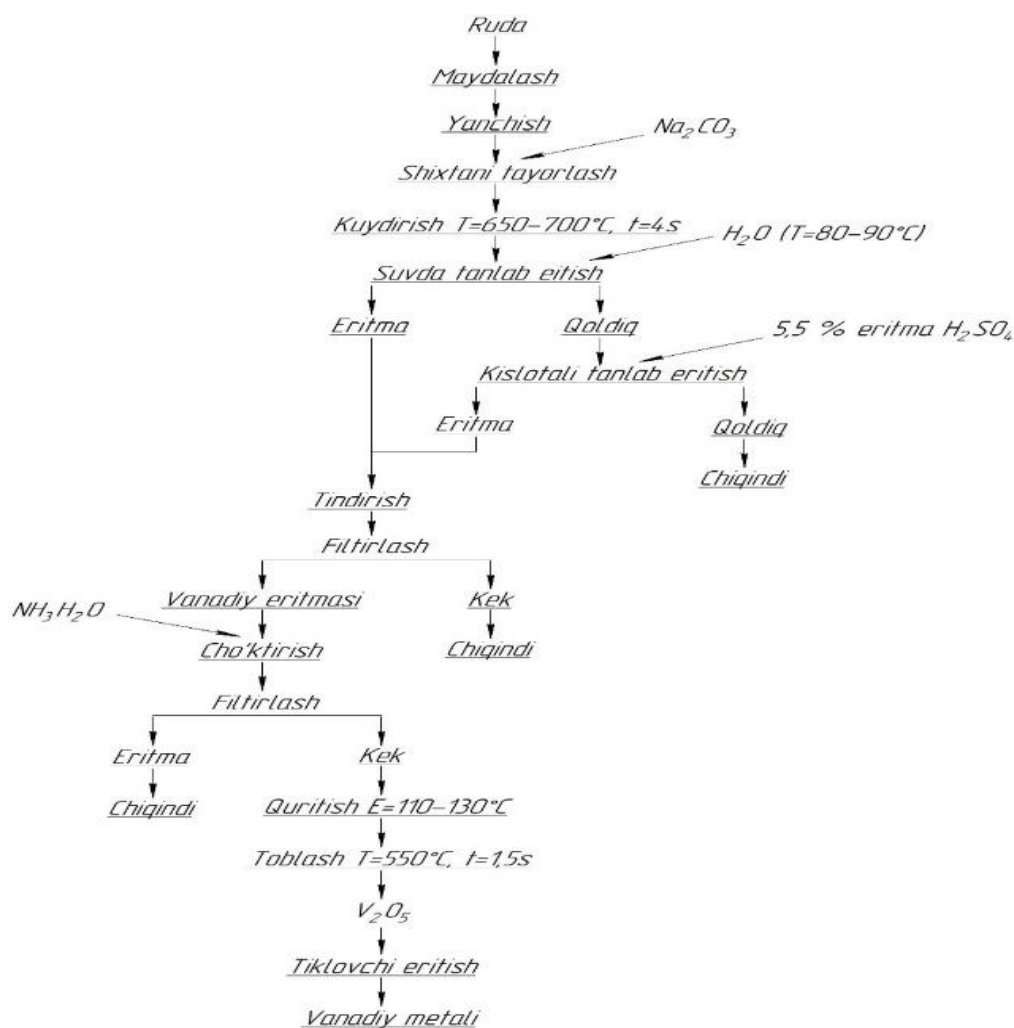
№	Toblash harorati, °C	Toblash vaqti, min	V ₂ O ₅ kukunining tozalik darajasi, %
1	250	30	63,85
2	300	40	69,79
3	350	50	74,25
4	400	60	85,86
5	450	70	89,84
6	500	80	90,23
7	550	90	92,83
8	600	100	84,76
9	650	110	78,63
10	700	120	72,35

6-jadvaldan va 7-rasmdagi grafigidan shuni anglash mumkinki 2 soat vaqt oralig'ida va toblashning 550 °C haroratida ammoniy vanadat cho'kmasi maksimal darajada parchalanadi va vanadiyning besh oksidi tozalik darajasini yuqorilashishiga sabab bo'ladi.



6-rasm. Cho'kmani toblash haroratining vanadiy besh oksidining tozalik darajasiga bog'liqlik grafigi.

Spektral tahlil natijalaridan shu ma'lum bo'ldiki olingan yarim tayyor maxsulot V₂O₅ ning tozalik darajasi 90% dan yuqori va tarkibida asosan kalsiy, aluminiy, kaliy va kremniy oksidlarining birikmalari bilan zararlangan



7-rasm. Sijjak koni rudalaridan vanadiyni yarim mahsulot va qotishma ko‘rinishida ajratib olishning tavsiya etiladigan texnologik sxemasi.

Vanadiy besh oksidining ferrovanadiy qotishmalari olishda qo‘llanilish tadqiqotlari va sanoat sinovlari

Sijjak koni rudalaridan olingan vanadiy besh oksididan ferrovanadiy qotishmasini olish uchun vakuumli induksion pechda 30 daqiqa davomida eritildi. Bunda pechga yuklanadigan shixtaning tarkibi quyidagicha: vanadiy beshoksidi-100 gr, oxak- 20 gr, koks-30 gr, strujka- 5 gr.

7-jadval

Ferrovanadiy qotishmasining spektral tahlil natijalari

Namuna №	Aniqlangan komponentlar									
	V	Fe	Mn	Si	C	Cu	As	Al	P	S
3	30,39	57,421	6,25	2,43	1,65	0,65	0,076	0,92	0,18	0,033

Eritish jarayoni davomida dastlab pechning haroratini 15 min 2500 °C da ushlab turildi, so‘ngra erish boshlangandan so‘ng 2000 °C ga harorat pasaytirildi. Eng yaxshi natijalar 700 °C da kuydirilib, so‘ngra suvda va kislotada tanlab eritilib olingan V₂O₅ kukunidan 100 gr, oxak- 20 gr, koks-30 gr, strujka-5 gr olindi va vakuumli induksion pechda 30 daqiqa davomida eritildi. Olingan natijalar quyidagi 7-jadvalda keltirilgan.

Yuqoridagi tajriba natijalaridan shuni xulosa qilishimiz mumkinki 35-jadvaldagi olingan ferrovanadiyning tarkibi GOST 27130-86 talabining FVd40U1 markali ferrovanadiyning tarkibiga quyilgan talabga to‘liq mos keladi.



Xulosa. Tahliliy umumlashtirish natijasida aytish mumkinki, vanadiy ma'danining asosiy zaxiralari titanomagnetitli konlar hisoblanadi. Afrikada, Avstraliyada (Broken-Hill), Meksikada (Lamentos), Qozog'istonda (Qoratov) vanadiy konlari mavjuddir. O'zbekistonda Sijjak, Ugom tizmasi (Toshkent viloyati) hududlarida vanadinit konlari joylashgan. Shuningdek, Tebinbuloq koni O'zbekiston hududida vanadiy va titanning eng yirik metall tarkibli ma'dan obyektini sanaladi, u modda tarkibi va texnologik xossalari bo'yicha Kachkanar koni (Rossiya) ma'danlariga o'xshash. Vanadiyli mahsulot ishlab chiqarish dunyoning 20 ta davlatida amalga oshiriladi, bunda rivojlangan va rivojlanayotgan davlatlar ulushiga 75% dan ortig'i (dunyo bo'yicha ishlab chiqarishning) to'g'ri keladi, ulardan AQShda – 10% dan ortiq, Xitoyda – 15%, JARda – okolo 45% ga yaqin va sh.k.

Shunday qilib, O'zbekiston Respublikasi mineral va texnogenli xom ashyoga, shuningdek, sanoat sharoitlarida V_2O_5 ishlab chiqarilishini tashkil qilish uchun texnologik imkoniyatlarga egadir. O'zbekistonning vanadiy tarkibli xom ashyosi sifat tavsifini belgilovchi o'ziga xos xususiyatlaridan biri metallarning yuqori miqdordaligidir. O'zbekistonning vanadiy tarkibli xom ashyosida metallar miqdori quyidagicha, %: V- 0,45 gacha; Mo- 0,164 gacha; Cd- 0,013 gacha; In-9-10-g/t; hamda (g/t) Sc 50 gacha, Au - 0,2 gacha. Bundan tashqari, slanelarda ma'lum miqdorda platinoidlar va uran mavjud.

Vanadiy tarkibli xom ashyoni, aynan ferroqotishmalar ishlab chiqarishning vanadiy tarkibli konverterli shlaklarini va shlamlarini qayta ishlashning klassik texnologiyasi xom ashyodan suvli bo'tanani tayyorlashdan, tanlab eritmaga o'tkazish va bo'tanadan sorbtsiyalash bilan vanadiyni ajratib olish uchun unga sulfat kislotasi va anionit kiritishdan iboratdir. Sorbtsiyalashdan so'ng to'yingan anionitni chiqarish, anionitdan vanadiyni desorbtsiyalash va qayta tiklangan anionitni tanlab eritmaga o'tkazish va sorbtsiya bosqichlariga kiritish o'tkaziladi. Usulning kamchiligi jarayonlarning ko'p bosqichlilik va jarayondagi oxirgi mahsulotlarni uzoq vaqtda olish hisoblanadi.

Sijjak koni vanadiyli ma'danlarining mineralogik va kimyoviy tarkiblari tadqiq qilindi, to'liq kimyoviy tahlil amalga oshirildi va ma'danlarda vanadiyning o'rtacha 0,2 dan 2,5 % gacha taqsimlanishi va o'rganilayotgan namunalarda vanadiyning yuqori miqdori 6,4% gacha bo'lishi aniqlandi. Ma'danlarda vanadiy pentooksidi va aralash birikmalar aniqlandi. Shundan kelib chiqib, ishda tadqiq qilishning zamonaviy fiziko-mexanik, kimyoviy va fiziko-kimyoviy usullaridan (IK-spektroskopiya, donadorlik tahlili, raqamli elektron mikroskopiya SEM, energodispersion spektroskopiya EDS (EDS), atomno-emissiyali tahlil) foydalanildi. Tanlab eritmaga o'tkazish, cho'ktirish va tiklash yordamida vanadiy ajratib olishning kimyoviy texnologiyasi bo'yicha tadqiqotlar o'tkazish usuli ishlab chiqildi.

Kuydirish jarayonini tadqiq qilish har xil haroratlarda va 600-850°C harorat oraliklarida, 4-5 soat vaqt oraliklarida o'tkazildi. Kuydirish uchun maqbul harorat tartibi 700°C deb belgilandi, vanadiyning bog'lovchi material uchun natriy karbonatning dastlabki materialning 5 % li massasini qo'shish bilan 5 soat davomida o'tkazildi, kuyindi chiqishi 86,9% tashkil etdi. Kuydirish natijasida dastlabki shixta massasi kuyindi massasiga qaraganda kamaydi, qaysiki bu harorat tartibi bilan bog'liq bo'lgan uglerodli modda parchalanishini aniqlash yordamida tekshirildi, Derivatografni o'rganish bilan qo'shimcha tarzda tekshirildi.

Kuyindini suvli tanlab eritmaga o'tkazish jarayonini tadqiq qilish magnitli aralastirgichda eritmani 70-80°C qizdirish bilan materiallarning Q:S=1:3 o'zaro nisbatida, 2 soat davomida amalga oshirildi, natijada vanadiy eruvchanligi darajasi 52,4% tashkil etdi.

1,5-2 soat davomida $H_2SO_4 = 55$ gr/l konsentratsiyali kuchsiz kislotali muhitda mahsulotlarning Q:S=1:3 o'zaro nisbatida, 40-60°C haroratda qizdirish bilan magnitli aralastirgichda kuyindilarni sulfat kislotali tanlab eritmaga o'tkazishning maqbul o'lchamlari aniqlandi. Natijada vanadiy eruvchanligi darajasi 92,8 % ga yetdi. Sulfat kislotali eritmalaridan ammoniy vanadat ko'rinishida vanadiyni cho'ktirish o'lchamlari o'rganildi. Vanadiy eritmalaridan ammiak bilan cho'ktirildi, eritmada ortiqcha ammiak oshishi bilan NH_4VO_3 eruvchanligi kamaydi. Cho'ktirishning 50-60°C haroratida, konsentratsii V_2O_5 45-



60 g/l konsentratsiyasida va aralashtirishda oson filtrlanadigan NH_4VO_3 ning yirik kristalli cho'kindisi ($\sim 0,4$ mm) olindi. Tadqiqotlar natijasida 92,83% dan ortiq toza bo'lgan vanadiy pentooksidining yuqori sifatli yarim mahsulotlarini olish bilan pirometallurgik usullarni va kuyindilarga gidrometallurgik ishlov berish birikmasini o'z ichiga olgan texnologik sxema ishlab chiqildi hamda ishlab chiqilgan texnologik sxema bo'yicha Navoiy davlat kon-texnologiya universiteti Texnoparkida jarayonlarning apparatlari zanjiri sxemalarini ishlab chiqish bilan yaxlitlashtirilgan laboratoriya tadqiqotlari olib borildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati:

[1]. Б.Р.Вохидов, Ф.Ф.Мамараимов, Д.Д. Абдубайитов, Л.К. Низомов // Ванадий бойитмасини ажратиб олишда куйдириш жараёнининг афзалликлари // Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производства Республиканской научно-технической конференции 22 ноября 2018 года.

[2]. Б.Р.Вохидов, Ф.Ф.Мамараимов, Р.Ж. Худоёров, Ш.Х. Исоев, А.Ф.Норов // Ванадий ажратиб олишда замонавий танлаб эритиш усулларининг афзалликлари // Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производства Республиканская научно-техническая конференция, г. Навои, Узбекистан, 22 ноября 2018 года.

[3]. А.Р.Арипов, С.З.Намазов, Г.Ф.Мамараимов, У.Б.Нуриддинов, Л.Г.Кушшаев, А.Б.Азимова // Исследование технологии получения железаруд месторождения тебинбулак // IX International correspondence scientific specialized conference «International scientific review of the technical sciences, mathematics and computer science» (Boston. USA. February 12-13, 2019) 107-110С.

[4]. Б.Р.Вохидов, А.Р.Арипов, Ф.Ф.Мамараимов, Ш.Н.Туробов // Research of technological process of vanadium distribution in Uzbekistan // XI International correspondence scientific specialized conference «International scientific review of the technical sciences, mathematics and computer science» Boston. USA. June 10-11.2019.

[5]. А.С. Хасанов, Б.Р. Вохидов, А.Р. Арипов, Ф.Ф. Мамараимов, Ш.Н. Туробов, Ж.Н. Нарзуллаев // Ўзбекистон шароитида ванадий ва палладий ажратиб олишнинг технологик жараёнларини тадқиқ қилиш // Композицион материаллар Ўзбекистон илмий-техникавий ва амалий журнали №1/2019

[6]. А.С.Хасанов, Б.Р.Вохидов, Ф.Ф. Мамараимов, Р.А. Хамидов, Т.Т. Сирожов, У.У.Хужамов // Исследование повышения степени извлечения и чистоты аффинированного палладиевого порошка из сбросных растворов // Universum: технические науке Выпуск:9(66) сентябрь Москва 2019.

[7]. А.С.Хасанов, Б.Р.Вохидов, Ф.Ф.Мамараимов // Техноген чиқиндилардан ванадий беш оксидини ажратиб олиш имкониятларини ўрганиш // Научно-технический журнал Ферпи 2020. Том 24. №3.

[8]. А.С. Хасанов, Б.Р. Вохидов, Ф.Ф. Мамараимов // Разработка технология получения пятиоксида ванадия из минерального техногенного сырья // Universum: технические науке Выпуск:3(72) март Москва 2020.

[9]. Б.Р. Вохидов, Ф.Ф. Мамараимов, Ж.Н. Нарзуллаев // Разработка комплексной технологии извлечения благородных и драгоценных металлов на основе переработки отходов зола-шлаков Ангреноского и ново-Ангреноского ТЭС. // Ўзбекистонда илмий-амалий тадқиқотлар" мавзусидаги республика 16-қўп тармоқли илмий масофавий онлайн конференция материаллари 16-қисм.

[10]. Б.Р. Вохидов, Ф.Ф. Мамараимов // Техноген чиқиндилардан ванадий беш оксидини ажратиб олиш имкониятлари // Ўзбекистонда илмий-амалий тадқиқотлар" мавзусидаги республика 16-қўп тармоқли илмий масофавий онлайн конференция материаллари 16-қисм.



[11]. Б.Р. Вохидов, Ф.Ф. Мамараимов // Техноген хомашёлардан ванадий ва палладийни олиш усулларини ишлаб чиқиш// Ўзбекистонда илмий-амалий тадқиқотлар” мавзусидаги республика 22-кўп тармоқли илмий масофавий онлайн конференция материаллари 16-қисм.

[12]. Ф.Ф. Мамараимов, И.И. Исроилова // Изучение возможности извлечения благородных и драгоценных металлов на основе переработки отходов золотослаков ангренской и ново-ангренской тэс // Научно-методический журнал “Academy” № 11 (62), 2020 стр:18.

[13]. А.С. Хасанов, Б.Р. Вохидов, Ф.Ф. Мамараимов // Техноген хомашёлардан ванадий ва палладийни ажратиб олишнинг технологияларини яратиш // Научно-технический журнал Ферпи 2021. Том 25. № 2.

[14]. А.Р. Арипов, Д.Б. Холикулов, Р.К. Гусейнов, Ф.Э. Ахтамов, Г.Ф.Мамараимов // Обогащение вермикулитовых руд Караузьякского месторождения Республики Каракалпакстан // Universum: технические науки Выпуск:3(84) март Москва 2021.

[15]. Г.Ф. Мамараимов, Б.Р. Вохидов, М.Б. Очилова // Development of a technology for obtaining vanadium from local raw materials // Международной научно-практической онлайн конференции «Проблемы, перспективы и инновационный подход эффективной переработки минерального сырья и техногенных отходов». 27.05.2021.

[16]. Г.Ф. Мамараимов, Б.Р. Вохидов, У.У. Музаффаров // Инновационные подходы извлечения ванадия из техногенного сырья в условиях «НГМК» // Международная научная и научно-техническая конференция “Практические и инновационные научные исследования: актуальные проблемы, достижения и новшества (посвящены памяти профессора А.А. Юсупходжаева)” 6 декабря, 2021.

[17]. Б.Р.Вохидов, А.Э. Нуримов, Г.Ф. Мамараимов, Б.М. Немененок // Разработка технологии получения пятиоксида ванадия из минерального и техногенного сырья // “Х Форум вузов инженерно-технологического профиля союзного государства” г. Минск, 6–10 декабря 2021 г.

[18]. Б.Р. Вохидов, А.С. Хасанов, Ф.Ф. Мамараимов // Mis sanoati texnogen chiqindilaridan qimmatbaho metallarni ajratib olish texnologiyasini tadqiq qilish // Научно-технический журнал Ферпи 2022. Том 26. № 3.

[19]. А.С.Хасанов, Г.Ф.Мамараимов, Б.Р.Вохидов // Изучение возможности получения пятиоксида ванадия из различного сырья // III-Международной конференции комплексное инновационное развитие зарафшанского региона: достижения, проблемы и перспективы Навои, Узбекистан 27-28 октября, 2022 год.

[20]. А.С.Хасанов, Б.Р.Вохидов, Б.М. Немененок, Г.Ф.Мамараимов // Новые направления переработки техногенных отходов медной промышленности // Литье и металлургия (3), 2022 год.

[21]. Ф.Ф.Мамараимов А.С.Хасанов, Б.Р.Вохидов // Извлечения ванадия из техногенных ресурсов // Universum: технические науки Выпуск:12(105) декабр Москва 2022.