



**ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ТАРАҚҚИЁТИ**
**РАЗВИТИЕ НАУКИ И
ТЕХНОЛОГИЙ**



6
2025



Тахририят ҳайъати раиси:

СИДДИҚОВА С.Ғ. –

Бухоро давлат техника университети ректори

Муовини:

НИЗАМОВ А.Б. –

БухДТУ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори

Тахрир ҳайъати:

МУҚИМОВ К.М. – ЎзР ФА академиги (ЎЗМУ)

ЖАЛИЛОВ А.Т. – ЎзР ФА академиги (Тошкент кимё-технология ИТИ)

НЕГМАТОВ С.Н. – ЎзР ФА академиги (“Фан ва тараққиёт” ДУК)

БАҲОДИРОВ Ғ.А. – т.ф.д., профессор, ЎзР ФА бош илмий котиби

ХАМИДОВ О.Х. – иқтисод фанлари доктори, профессор (БухДУ)

ЖАЛИЛОВ Т.К. – иқтисод фанлари доктори (DSc), профессор (ТКТИ)

ПАРДАЕВА М.Д. – БухДТУ ёшлар масалалари ва маънавий-маърифий ишлар бўйича биринчи проректори, фалсафа фанлари доктори (DSc)

ХОЖИЕВ А.Х. – ўқув ишлари бўйича проректор, техника ф.ф.д. (PhD)

САИДОВ С.Б. – Бухоро ДТУ молия ва иқтисод ишлари бўйича проректори

ҚУРБОНОВ Ж.М. – техника фанлари доктори, профессор (Самарқанд ИСИ)

АДИЗОВ Б.З. – техника фанлари доктори (DSc), профессор, ЎзРФА УНКИ

АСТАНОВ С.Х. – физика-математика фанлари доктори, профессор

РАХМОНОВ Х.Қ. – техника фанлари доктори, профессор

ВОХИДОВ М.М. – техника фанлари доктори, профессор

ЖЎРАЕВ Х.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

САДУЛЛАЕВ Н.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВ Қ.Х. – техника фанлари доктори, профессор

ФОЗИЛОВ С.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

ИСАБАЕВ И.Б. – техника фанлари доктори, профессор

АБДУРАХМОНОВ О.Р. – техника фанлари доктори, профессор

ГАФУРОВ К.Х. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙДАРОВ А.А. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

ЖЎРАЕВ Ф.Ў. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МУРАДОВА Ф.Р. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор

ЖУМАЕВ М.Р. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ЮНУСОВА Г.С. – фалсафа фанлари доктори (DSc), профессор

БОБОЕВ А.Ч. – иқтисодиёт фанлари номзоди, профессор

ТЎХТАЕВА З.Ш. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.Ж. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ҲАЙИТОВ Р.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

БОЗОРОВ Ғ.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

БОЛТАЕВ З.И. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ОЛТИЕВ А.Т. – техника фанлари доктори, (DSc)

ЖАЛИЛОВ Р.Б. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.И. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВА Н.Қ. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

АХМЕДОВ В.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ Р.А. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ПУЛАТОВА М.И. – физика-математика фанлари номзоди, профессор

РАҲМАТОВ Ш.А. – педагогика фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)

ОЧИЛОВ А.Р. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

ЎРИНОВ У.А. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор

ПЎЛАТОВА С.У. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

САМИЕВА Ш.Х. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор

ТЕШАЕВ М.Х. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙТОВ В.У. – иқтисодиёт фанлари доктори (DSc), доцент

ХОЖИЕВ Ш.М. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

ХАЙИТОВ Ш.Н. – иқтисодиёт фанлари доктори (DSc), доцент

ЗОИРОВ Э.Х. – фалсафа фанлари доктори (DSc), доцент

НАРЗИЕВ М.С. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

НАМАЗОВА Н.Дж. – иқтисодиёт фанлари б.ф.д. (PhD), доцент

Бош муҳаррир: ДЎСТОВ Ҳ.Б. – кимё фанлари доктори, профессор

Муҳаррирлар: Артикова М.М., Истамова Г.Х.

Мусахҳиҳ: Баракаева Д.Ф.

ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ТАРАҚҚИЁТИ

ИЛМИЙ – ТЕХНИКАВИЙ ЖУРНАЛ

РАЗВИТИЕ НАУКИ И

ТЕХНОЛОГИЙ

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал Ўзбекистон матбуот ва ахборот агентлиги Бухоро вилояти бошқармасида 2014 йил 22-сентябрда № 05-066-сонли гувоҳнома билан рўйхатга олинган

Муассис:

Бухоро давлат техника университети

Журнал Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги ОАК Раёсатининг 2017 йил 29-мартдаги №239/5-сонли қарори билан диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий наشرлар рўйхатига киритилган. 2019 йилда Ўзбекистон Республикаси ОАК Раёсатининг қарорлари билан қайта рўйхатдан ўтказилган.

Тахририят манзили:

200117, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев

кўчаси, 15-уй, Бухоро давлат

техника университети

Тел: 0(365) 223-92-40

Факс: 0(365) 223-78-84

Электрон манзил:

E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

Журналнинг тўлиқ электрон варианты билан

<http://journal.bstu.uz>

сайти орқали танишиш мумкин.

Ушбу журналда чоп этилган материаллар тахририятнинг ёзма рухсатисиз тўлиқ ёки қисман чоп этилиши мумкин эмас.

Тахририятнинг фикри муаллифлар фикри билан ҳар доим ҳам мос тушмаслиги мумкин. Журналда ёритилган материалларнинг ҳаққонийлиги учун мақолаларнинг муаллифлари ва реклама берувчилар масъулдирлар.

МУНДАРИЖА - СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР	
Яхяев Н.Ш. Эксплуатация нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами....	5
Назаралиева Н. Дезодорациялаш жараёни гидродинамикасини яхшилашда секцияларга ажратиш истиқболлари.....	12
Mansurov O.A. Improving the drying process of fruits using convective method.....	17
Urinov A.A. Magistral quvurlari himoya qoplamalarini modifikatsiyalashda uglevodorod xomashyosi va bitum piroliz chiqindilarini qo'llash salohiyati.....	21
Норбоев О.Н., Улжаев Э. Расчет основного параметра емкостного датчика.....	25
Tog'aymurodov S.Z, Rasulova B.I. Yuklama tokining o'zgarishini transformatorlarning ichki izolyatsiyasiga bog'liqligini tekshirish.....	30
Berdiyev D.M., Komilova G.M. Shtamp asboblarning termik ishlov berish harorat rejimlarini optimallashtirish.....	34
Зокирова Д.А. Свободных и вынужденных колебаний на установке - ТМ 155.....	38
Bibutov N.S., Hojiyev A.X., Xabibov F.Yu., Xamroyev X.X. Metall konstruksiyalar.....	42
Shukrullayev J.O., Jo'rayev X.F. Barabanli quritgichda gidrodinamik rejimlarini nazariy tadqiq qilish.....	51
КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Беккулов Дж.Ш. Адаптивный виртуальный анализатор на основе метода “движущегося окна”, предназначенный для определения и анализа качественных показателей хлорида калия в режиме реального времени, постоянно адаптирующий свой алгоритм работы на основе последних данных.....	56
Mahmudov G'B., Ravshanov F.A., Qalandarov A.F. Sianlash jarayonida ionsektiv elektrodi usuli yordamida sian konsentratsiyasini o'lchash aniqligini oshirish.....	63
Obidov H.O. Gazni qayta ishlash zavodlarida turli xildagi absorbentlarning tahlili va jihoz, qurilmalarning korroziyalanishini oldini olish.....	72
Tilloeva Sh., Sharipov K. Improvement of the demercaptanization process based on kerosene production technology.....	77
Jo'rayeva D.Sh., Jumayev J.H., Atoev E.X. Sintez qilib olingan 1-(defenilamino)butanon-2 ning xromato-mass spektri tahlili.....	81
Ахмедова О.Б., Мустафоев Б.Ж. Риформинг жараёни учун янги авлод катализаторини танлаш.....	85
Сафаров Ё.Т., Гуро В.П., Расулова С.Н., Рузиев У.Н., Абдуллаев Ф.Р., Асадов А.И. Совершенствование технологии получения высокочистого вольфрамового ангидрида.....	90
Tojiyev O.O., Sharipov Q.Q., Yaminov F.F. Neft va gaz quduqlarining mahsuldorligini oshirish uchun tarkibi yaxshilangan kislota eritmasini olish.....	95
Фозилов Ҳ.С., Туробжонов С.М., Фозилов С.Ф. Этил спирти куб қолдиғи сивуш мойи асосида дизел ёқилғилари учун мойловчи ва едирилишга қарши присадкаларни олиш.....	100
Ranoyev E.R., Do'stov H.B., Nurnazirova G.D. Buxoro neftni qayta ishlash zavodidagi mazut xomashyosining fizik – kimyoviy tahlili va undan moy va koks olish jarayonini tahlil qilish.....	107
Soatov B.Sh., Xasanov A.S., Hakimov K.J., Muhammadiyev E.M. Xondiza polimetall ma'danlarining kollektiv-selektiv flotatsiyasini optimallashtirish va mis boyitmasini ajratib olishning samaradorligini oshirish	113
Ниезов С.А., Умиров Ф.Э., Номозова Г.Р., Махмудов.Р.А., Худойбердиев Ф.И. Калий хлориди ва натрий гипохлорит конверсияси асосида калий хлоратини олиш.....	119
Savriyev M.S., Do'stov H.B., Tilloyev L.I. Unconverted oil (uco) ning kimyoviy tarkibini gaz xromatografiya–mass-spektrometriya yordamida tahlil qilish.....	127

МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА	
Qo'ziyev Z.E. Quyosh fotoelektr panellarining asosiy parametrlarini tahlili va modellari.....	134
Tovboyev A.N., Tog'ayev I.B. Konveyer elektr yuritmalarida garmonik buzilishlarni kamaytirish hamda mexanik nosozliklarning elektr energiyasi sifatiga ta'sirini baholash texnologiyalari..	139
Sadullayev N.N., Murtazoyev F.F. Neft va gaz sanoatida energiya samaradorlikka ta'sir etuvchi omillar va energiya samaradorlikni oshirish imkoniyatlari.....	146
Жалилов Р.Б., Шарипова Н.О. Перспективы комбинированного производства электроэнергии, тепла и холода – актуальное направление в энергетике в условиях цифровой трансформации	150
Гафуров К.Х., Рахманов Ш.Б. Механизм влияния низкочастотного электрического поля на процесс сушки плодов (обзор).....	157
Ахмедов Х.И. Комплексное исследование химического состава, морфологии и эксплуатационных характеристик белых высокохромистых чугунов.....	161
Sayfiddinov Q.E. Ikki rotorli shamol turbinasini matlab/simulink tizimida modellashtirish va optimal parametrlarini aniqlash.....	168
Tovboyev A.N. Elektr tarmoqlarida ko'ndalang kompensatsiya tizimining funksional tahlili.....	174
Mamadjanov A.B., Akmalov J.X. Gravitatsion girdobli mikroges konussimon havzasining maqbul konstruksiyasini asoslash orqali energiya samaradorligini oshirish.....	180
Maxmudov B.M. Key factors in selecting drying process parameters and their impact on product quality and energy efficiency.....	189
ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР	
Тураев Х.С. Повышение надёжности и безопасности сложных технологических процессов с использованием принципов условной обратной связи.....	196
Sobirov M.N. Intelektual qurilmalarning internet tarmog'i (internet of things) ga asoslangan oziq - ovqat ishlab chiqarish va qayta ishlash korxonalarining umumiy modelini ishlab chiqish...	204
Sultonov S. Mathematical modeling of the output power of a mobile power plant with a garland turbine.....	212
ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Dehqonova N.A., Majidov K.X. Paxta moyini rafinatsiyalash jarayonlarida zamonaviy innovatsion texnologiyalarni qo'llash va ularning matematik modelini ishlab chiqish.....	218
Абдуллаева Г.У., Курбанов М.Т. Влияние лекарственных растений и их смеси на микро-биологические показатели комбикормов при хранении.....	226
Sharipov N.Z., Qo'ldosheva F.S. Gilos danagidan moy olish jarayonini ultratovushli maydonida jadallashtirish.....	232
Kuliyeva N.G'., Sharipov N.Z. Qovoq mag'zini quritish jarayonini ultratovush ta'sirida jadallashtirishning nazariy asoslari.....	236
Кабулов Н.А., Сабиров У.К., Окилов А.К. Машинное зрение для автоматизации контроля качества продукции.....	242
Садуллаев С.Х., Шахридинов Ф.Ф. Сравнительный анализ аминокислотного состава белков, полученных из местного зерна тритикале для помола хлебопекарной муки.....	245
ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Темирова Г.И. Табiiй мўйна хом ашёсининг физик-механик хусусиятларини иқтисодий харажатларга таъсирларини ўрганиш усуллари.....	253
Темирова Г.И. Аёллар устки кийими тайёрлашда фойдаланиладиган табiiй мўйна пакетининг физик-механик хоссалари.....	259

Uzoqova L.P. Tabiiy va sintetik charmlardan tayyorlangan ustki poyabzallarning shaklbardoshligini oshirish uchun shakllantirish rejimlarini ilmiy asoslash.....	264
Mirzaboyev J.B. Turli rusumli pnevmomexanik yigirish mashinalarida olingan ip sifat ko'rsatkichlarini tahlili.....	269
To'xtayeva Z.Sh., Abulova P.U. O'smirlar modasi talablari asosida antropometrik muvofiqlikning ergonomik ko'rsatkichlarini baholash.....	275
Azimova G.A., Kadirova D.N. Jun aralash tarkibli kiyimbop to'qimalarning texnologik ko'rsatkichlari tadqiqi.....	281
Gaybullayeva N.Z. Zamonaviy maxsus ish kiyimlari uchun innovatsion matolarning xususiyatlari va qo'llanilishi.....	285
Abduraxmanova F.A. Bikr qobiq yordamida poyabzal maketini barpo etish usullari.....	291
Uzoqova L.P. Poyabzal ishlab chiqarishda bichuvchi malakasining charmdan foydalanish koeffitsiyentiga ta'sirining ilmiy tahlili.....	296
Ихтиярова Г.А., Рахматова Г.Н., Асадова С.С. Исследования техники мокрого валяния - нунофелтинг на различных шелковых тканях.....	301
Эргашева Н.Д., Нигматова Ф.У., Шомансурова М.Ш., Музаффарова Ф. Модульное проектирование одежды как основа ресурсосбережения.....	306
Toshpulotov L.I., Xamrayeva S.A., Mardonov S.E. Ikki qatlamli ko'ylakbop matoning fizik-mexanik xususiyatlarini aniqlash uslublari.....	315
Kadirova D.N., Azimova G.A. Kiyimbop to'qimalarning tolaviy tarkibini aniqlash.....	320
Совутов М.Э., Мусаев Н.М., Гуляева Г.Х., Мукимов М.М. Иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг сифатини баҳолаш.....	324
Xodjayeva M.E., Gafurova N.T. Yigiruvchilar uchun maxsus kiyim yaratishda o'tkazilgan tajribalarni matematik rejalashtirish va ratsional qiymatlarini aniqlash.....	329
Toshpulotov L.I., Xamrayeva S.A., Mardonov S.E. Turli o'rilishli ikki qatlamli ko'ylakbop matolar olish texnologiyasini ishlab chiqish.....	336
Нодирова М.Н., Танибердиев Ф.Р., Исломова М.С., Хамраева С.А. Ипларнинг узиш кучини аниқлаш усулини такомиллаштириш.....	342
Turdiyev B.E. Chigit shikastlanishini kamaytirish tajriba-sinov natijalari.....	345
Avezov M.F., Kuliyeva D.R. Yengil sanoat sohasida bazalt tolali matolardan foydalanishning ilmiy-asosiy tahlili.....	350
Musayev S.S., Qodirov T.J. Maxsus poyabzal tagligi uchun etilen propilen kauchuk va polipropilen asosidagi termoplastik elastomer kompozitsiyalarning mexanik xossalarini tadqiq etish.....	353
Muxammedova M.O. Boldir-tovon bo'g'imlari shikastlangan bemorlar uchun ilmiy asoslangan ortopedik poyabzal konstruksiyasini ishlab chiqish.....	360
Fayziyev S.H., Ibodullayev O.O. Paxta tozalash mashinasini yangi konstruktsiyasini ishlab chiqish.....	365
АНИҚ ВА ИЖТИМОИЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАҢЛАР	
Burxonov Z.A. Kutubxonada ish jarayonida avtomatlashtirilgan intellektual dezinfektsiyalovchi qurilmani ishlab chiqish.....	372
Xolova Sh.A. Effectiveness of implementing internet of things devices in occupational safety: real time monitoring approach.....	377
Мухамедбаев Аг.А. Легкий пористый заполнитель автоклавного генезиса.....	381
Gadoeva O.P. Bazalt asosidagi yangi qurilish materiallarini ishlab chiqarish texnologiyalari.....	388
ЭКОЛОГИЯ ВА АТРОФ МУҲИТ МУҲОФАЗАСИ	
Xaitov R.A., Axmedova M.B., G'ulomov I.G'. Ikkilamchi xomashyolaridan foydalanib ekologik toza qurilish materiallari ishlab chiqarish	394

Xaitov R.A., Axmedova M.B., Xalikova N.S. O‘simlik xomashyolaridan foydalanib ekologik toza mahsulot yetishtirish usullari.....	399
Pirimov R.R., Juraqulov A.X. Buxoro viloyati hududida qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish imkoniyatlari.....	403
Yunusova G. R., Nabiyev A.A., Ro‘ziyev I.X. Chiqindi suvlar tarkibidagi AL, GA, TL ionlarini aniqlash usullari.....	411
Yaminov F.F., Obidov H.O. Oltingugurt-ishqorli oqova suvlarni tozalashning kimyoviy va kompleks usullari.....	417

УДК 669.283.053.4

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЧИСТОГО ВОЛЬФРАМОВЫЙ АНГИДРИДА.

¹Сафаров Ё.Т., ¹Гуро В.П., ¹Расулова С.Н., ²Рузиев У.Н., ²Абдуллаев Ф.Р., ²Асадов А.И.,
¹Институт общей и неорганической химии Академии Наук РУз,
²АО «Узбекский комбинат технологических металлов».

Аннотация. В статье рассмотрено влияние минералогического состава шеелитового концентрата (различных месторождений), являющегося сырьем для производства вольфрама, на его перевод в раствор вольфрамат-ионов автоклавным методом. Также приведены результаты исследования по разработке оптимальных условий комплексной очистки от кремния, фосфора, мышьяка и других примесей, влияющих на физико-механические свойства изделий, с использованием солей алюминия и магния.

Ключевые слова: вольфрамовый ангидрид; высокочистые материалы; методы очистки; технология получения; термическая обработка; химизаторные процессы; очистка вольфрама; тугоплавкие оксиды; промышленная технология; физико-химические свойства.

YUQORI TOZALIKKA EGA BO'LGAN VOLFRAM ANGIDRIDDI ISHLAB CHIQUARISH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH.

¹Safarov Y.T., ¹Guro V.P., ¹Rasulova S.N., ²Ruziyev U.N., ²Abdullayev F.R., ²Asadov A.I.
¹O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti,
²"Texnologik metallar O'zbek kombinati" AJ.

Annotatsiya. Maqolada volfram ishlab chiqarish uchun xom ashyo bo'lgan scheelit kontsentratidan (turli konlardan olingan) avtoklav usulida volfram ionlarini eritmaga o'tkazishga mineralogik tarkibining ta'siri ko'rib chiqilgan. Alyuminiy va magniy tuzlaridan foydalangan holda mahsulotlarning fizik-mexanik xususiyatlariga ta'sir qiluvchi kremniy, fosfor, mishyak va boshqa aralashmalardan kompleks tozalash uchun optimal sharoitlarni ishlab chiqish bo'yicha tadqiqot natijalari ham keltirilgan.

Kalit so'zlar: volfram angidridi; yuqori toza materiallar; tozalash usullari; ishlab chiqarish texnologiyasi; issiqlik bilan ishlov berish; kimyoviy jarayonlar; volframni tozalash; o'tga chidamli oksidlar; sanoat texnologiyasi; fizik va kimyoviy xossalari.

IMPROVEMENT OF HIGH-PURITY TUNGSTEN ANHYDRIDE PRODUCTION TECHNOLOGY.

¹Safarov Y.T., ¹Guro V.P., ¹Rasulova S.N., ²Ruziev U.N., ²Abdullaev F.R., ²Asadov A.I.
¹Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, ²Uzbek Technological Metals Combine JSC.

Abstract. The article discusses the influence of the mineralogical composition of scheelite concentrate (from various deposits), which is a raw material for tungsten production, on its conversion into a solution of tungstate ions using the autoclave method. It also presents the results of a study on the development of optimal conditions for complex purification from silicon, phosphorus, arsenic and other impurities that affect the physical and mechanical properties of products, using aluminum and magnesium salts.

Key words: tungsten anhydride; high-purity materials; purification methods; production technology; heat treatment; chemical processes; tungsten purification; refractory oxides; industrial technology; physical and chemical properties.

Введение. В АО «Узбекский комбинат технологических металлов» (УзКТМ) полупродуктом вольфрамового многоступенчатого производства является паравольфрамат аммония (ПВА) [1-2], требуемый для производства твердых сплавов системы «карбид вольфрама-кобальт». Технология получения из него металлического вольфрамового порошка включает выщелачивание вольфрам-содержащего сырья, концентрирование, извлечение ПВА, прокаливание его до вольфрамового ангидрида WO₃, восстановление до металлического вольфрамового порошка в токе водорода [3-4]. Условием получения качественного WO₃ из шеелитовых концентратов является очистка от примесей, или на стадии автоклавно-содового выщелачивания [5-6], или из технологических растворов вольфрамата натрия [7-8]. Требование к чистоте по примесям WO₃ обусловлено необходимостью достижения максимально высокой пластичности вольфрама,

чувствительной к примесям и термической обработке [9]. Задача повышения чистоты вольфрамового ангидрида является актуальной для комбината [10-12].

Цель исследовательской работы: Разработка методов комплексной очистки продуктов содового автоклавного выщелачивания шеелитовых концентратов - производственных натрия-вольфраматных растворов, от примесей.

Методы и материалы исследования. Образцы шеелитовых концентратов разных месторождений подвергнуты содовому автоклавному выщелачиванию с переводом вольфрамат-ионов в растворы. Затем образовавшиеся растворы очищали от примесей гидрометаллургическими способами. По мере выщелачивания и очистки от примесей пробы растворов и твердых фаз осадков анализировали (Agilent 7500 ICP).

Результаты и обсуждение. При переработке высокопримесных шеелитовых концентратов [13-14] распределение примесей, в частности мышьяка, по циклу таково, что в некоторых промпродуктах его оказывается больше, чем в исходном сырье. Все рассмотренные промпродукты являются оборотными и возвращаются на стадию выщелачивания. В этой связи, переработку высокопримесных шеелитовых концентратов рассматривали совместно с оборотными промпродуктами, учитывая формы нахождения соединений вольфрама и примесей. Одной из задач исследования являлась разработка способа комплексной очистки от примесей целевых оборотных автоклавно-содового выщелачивания (табл. 1). В зависимости от оборота, предполагалось в мягких условиях извлечь из них вольфрам без примесей, оставляя примеси в растворе или в осадке, обеспечив получение чистого WO_3 . Извлечение вольфрама производилось из оборотных продуктов. (алюмосиликатного, “кислого” кека, кека ПВА), а отмывка примесей – в основном, из кека ПВА новым или оборотным содовым раствором.

Таблица. 1 Автоклавно-содовое выщелачивание оборотных продуктов

Концентрат	As, %	P, %
шеелитовый (ЛРУ)	0,40-1,5	1,0-1,94
Приморский	1,6	1,1-3,1
Алюмосиликатный кек	0,6	2,5-3,5
«Кислый кек»	0,3	-
Кек ПВА	2,5	0,2

Ниже приведены результаты очистки оборотных продуктов.

Алюмосиликатный кек. Брались его образцы, как не содержащего неразложенного шеелита, так и содержащего (из-за проскока при фильтрации). Режим обработки: температура содового раствора $90^\circ C$ (1,37 г/л), время - 90 мин, Т:Ж = 1:5,5. Вольфрам из маточного раствора извлекался в первые минуты контакта, неразложенный шеелит разлагался содой на 70-80%. Концентрация WO_3 в получаемом растворе 14-16 г/л.

Кислый кек. За 60 мин взаимодействия кека с содовым раствором в условиях приготовления пульпы извлекается 60-65% WO_3 , концентрация WO_3 в растворе 60 г/л, извлечение мышьяка 57%, кремния 0,46 г/л, Мо 1 г/л. Уменьшение массы кека на 20%. Остаточное содержание WO_3 в оборотном кеке ~ 26%. Цвет образующихся растворов темно-коричневый, что объяснено наличием в нем органических соединений, перешедших из кислого кека.

Кек ПВА. Режим обработки кека содовым раствором: $C_{Na_2CO_3}$ -130-140 г/л, Т - $90^\circ C$, время 60 мин., Т:Ж=1:5, приводит к полному растворению кека (93%) и извлечению W на 97%. Концентрация WO_3 в растворе 135 г/л, SiO_2 - 0,45 г/л, Мо до 0,5 г/л. Мышьяк переходит в содовый раствор в концентрации 50-60 г/л и присутствием в жидкой фазе на уровне 0,5-1,0 г/л.

Как видно из табл. 1, из оборотных продуктов вольфрам извлекается содовым раствором достаточно эффективно и в безавтоклавных условиях, что позволяет рекомендовать этот способ к внедрению.

Переработку оборотных продуктов рассматривали с точки зрения их отмывки от примесей, в первую очередь, из кеков ПВА, т.к. в случае его очистки от них появляется возможность, напрямую, при термическом разложении ПВА получать товарный WO_3 .

Сущность процесса заключается в отмывке горячей дистиллированной водой «грязного» ПВА на вакуум-филт্রে или в репульсации кека с последующей фильтрацией. Репульпация производится при Т:Ж = 1:(1,5-2,0), концентрация WO_3 в фильтрате 20-25 г/л, что соответствует полному переводу WO_3 из жидкой фазы влажного ПВА и на 3-5% - из ПВА. Степень очистки продуктов от примесей разная. Наименшая - от молибдена, а от натрия, алюминия, кремния, железа степень очистки 40-52%, что при последующей прокатке продукта означает получение чистого WO_3 .

Поведение примеси фосфора при автоклавно-содовом выщелачивании шеелитовых концентратов описывается степенью перехода его в раствор вольфрамата натрия на 10-15%; максимальная концентрация его в жидкой фазе достигает 0,045+0,06 г/л. Причиной незначительного перехода фосфора в раствор является образование малорастворимых фосфатов кальция.

Таким образом, при автоклавно – содовом выщелачивании шеелитовых концентратов и оборотных кеков, за счет химических взаимодействий, происходит очистка от примесей Р и As, которые, в малорастворимой форме, переходят в твердую фазу. Степень очистки от As - 35-45, от Р - 85-90 %.

При обескремнивании растворов вольфрамата натрия азотнокислым алюминием очистка фосфора незначительна, от мышьяка - на 35-40 %. При подкислении растворов перед сорбцией концентрация фосфора и мышьяка снижается на 50-60 %, но при большом содержании последнего в исходном растворе она также остается в кислых растворах значительной- 0,15-0,3 г/л. Отмечено обогащение кислого кека мышьяком до 0,01-0,1 % при преимущественном в нем W (25-40 %) и органических веществ (20-35 %).

Определены концентрации фосфора и мышьяка на всех стадиях реализации технологии выщелачивания (табл. 2)

Таблица 2.

Автоклавно-содовое выщелачивание оборотных продуктов

Вид продукта	Исходное сод. As, %	Степень извл. As, %	Концентр. As, г/л	Выход кека, %	As в кеке, %
«Кислый кек»	0,13	57,0	0,14	80,0	0,07
«Кек ПВА»	0,39	56,0	0,46	6,25	2,7

Как видно из табл. 2, в зависимости от видов перерабатываемых продуктов, распределение фосфора и мышьяка в них отличается. При переработке высокопримесных концентратов, применяемые в вольфрамовом производстве АО «УзКТМ» способы очистки растворов от примесей требуют усовершенствования с целью повышения их эффективности.

Таблица. 3. Варианты способов очистки растворов вольфрамата натрия

№ варианта	Дозировка реагентов, г/л		Состав исходного раствора, г/л			
	$Al(NO_3)_3/Al^{+3}$	$Mg(NO_3)_2/Mg^{+2}$	WO_3	SiO_2	As	P
1	2,84/0,36	-	18,0	0,54	0,02	-
2	1,42/0,18	4,1/0,66	18,0	0,54	0,02	-
3	2,84/0,36	-	40,0	1,02	0,065	0,008
4	-	4,1/0,66	40,0	1,02	0,065	0,008
5	1,42/0,18	2,05/0,33	40,0	1,02	0,065	0,008
6	2,84/0,3 6	-	75,0	0,9	0,2	0,1
7	-	4,1/0,66	75,0	0,9	0,2	0,1

Таблица. 4

Данные распределения Р и As по технологическим стадиям при переработке различных шеелитовых концентратов.

Примесный элемент	Технологические стадии						
	Исх. раствор Na ₂ WO ₄	После обескремнивания	После фильтрации	После подкисления до pH 3,0-3,5	Кислый раствор на сорбцию	Раствор вольфрамата аммония	Маточный раствор после кристаллизации ПВА
Р	0,006	0,0018	0,0011	0,0047	0,0081	0,0084	0,127
	0,0046	0,0011	0,0011	0,0011	0,004	0,0115	0,079
	0,0064	0,003	0,0023	0,006	0,0067	0,0091	0,0624
	0,007	0,0038	0,0037	0,0058	0,0084	0,0184	0,136
	0,0029	0,0014	0,004	0,0096	-	0,0155	0,122
	0,0028	0,0019	0,004	0,0096	-	0,016	0,12
	0,011	0,0064	0,006	0,0071	0,0091	0,0123	0,22
As	0,339	0,3	0,28	0,167	0,15	1,95	2,33
	1,79	0,85	0,8	0,358	0,35	-	0,176
	0,649	0,57	0,126	0,029	0,023	0,228	-
	1,62	0,89	0,9	0,468	0,36	0,599	2,4
	0,0328	0,0026	0,0024	0,001	Следы	0,0155	0,122
	0,036	0,0132	0,02	Следы	Следы	0,01	0,1

Разработка условий комплексной очистки от кремния, фосфора, мышьяка осуществлялась на растворах вольфрамата натрия, отбираемых в цехе №4 АО «УзКТМ». Состав исходного очищаемого раствора, г/л: WO₃ 48-75; SiO₂ 0,5-1,2; Р 0,007-0,01; As 0,02-0,20. Из него примеси удаляли осаждением растворенными реагентами: Al(NO₃)₃, Mg(NO₃)₂, 50 г/л (табл. 4).

Очистка растворов вольфрамата натрия, по семи вариантам, от примесей проводилась путем осаждения реагентами: Al(NO₃)₃, Mg(NO₃)₂., при температуре 90 °С; за 40 мин; pH 8,0–8,7 (табл. 5).

Таблица 5. Результаты очистки растворов вольфрамата натрия от примесей

№ варианта	Состав конечного раствора, г/л				Кек		Степень осажд, %			
	WO ₃	SiO ₂	As	Р	Вес (г)	WO ₃ %	WO ₃	SiO ₂	As	Р
1	17,74	0,03	0,005	-	2,9	5,3	1,42	94,4	77,67	-
2	17,52	0,02	0,0015	-	3,8	7,5	1,85	98,1	93,25	-
3	39,5	0,09	0,0254	0,005	5,1	5,6	1,19	91,18	61,00	37,5
4	38,8	0,085	0,008	0,003	8,1	8,8	2,97	89,7	87,4	62,5
5	39,6	0,092	0,0087	0,009	5,7	4,3	1,02	91,0	85,1	75
6	73,65	0,02	0,085	0,003	8,1	9,6	1,8	97,8	57,5	70
7	72,45	0,04	0,04	0,003	10,5	14,5	3,4	95,5	80,1	70

Как видно из табл. 5, наибольшей обескремнивающей способностью обладает нитрат алюминия, при этом степень очистки от мышьяка у него ниже, чем у нитрата магния или их смеси. В то же время, чем выше исходная концентрация мышьяка, тем процесс очистки в одинаковых условиях идет слабее. При достаточно высоких концентрациях мышьяка, 1,0 г/л, очистка в рекомендуемом режиме не превышает 50 %.

Отмечено, что использование в качестве реагента нитрата магния приводит к

образованию объемных, гидрофильных осадков. Соосаждение вольфрама при этом заметно выше, а фильтруемость пульпы затруднена. В целом, полученные данные показывают целесообразность и определенную перспективность использования смеси азотнокислых солей алюминия и магния для комплексной очистки растворов вольфрамата натрия.

Заключение. На основании приведенных экспериментальных данных разработаны условия комплексной очистки раствора вольфрамата натрия, найдены оптимальные количественные показатели расхода реагентов. Для комплексной очистки натрий-вольфраматных растворов использовались нитраты алюминия и магния, а также их смеси в определенных пропорциях. Наилучшие результаты были достигнуты при использовании смеси солей.

Список литературы

1. Sun, P., Chen, Z., Li, H. *et al.* A new technology for production of high purity paratungstate ammonium from low grade tungsten concentrate. *J. Cent. South Univ. Technol.* **3**, 171–176 (1996). <https://doi.org/10.1007/BF02652199>
2. Liang Yang, Jie Qu, Dandan Gong, Zhongbing Wang, Ruixiang Wang, Linsheng Wan Solventing out crystallization-basic magnesium carbonate precipitation for thorough phosphorus removal from ammonium tungstate solution, *Front. Chem.*, 17 August 2022 Sec. Inorganic Chemistry Volume 10 - 2022 <https://doi.org/10.3389/fchem.2022.976376>
3. Liqiang Xu, Baojun Zhao A Fundamental Study on the Preparation of Sodium Tungstate from Wolframite via the Smelting Process. *Metals* 2024, 14(3), 299;
4. Zhongwei Zhao, Jiangtao Li, Shibo Wang, Honggui Li, Maosheng Liu, Peimei Sun, Yunjiao Li, Extracting tungsten from scheelite concentrate with caustic soda by autoclaving process, *Hydrometallurgy*, Volume 108, Issues 1–2, 2011, Pages 152-156, ISSN 0304-386X, <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2011.03.004>.
5. Xuheng Liu, Jiajin Xiong, Xingyu Chen, Jiangtao Li, Lihua He, Fenglong Sun, Zhongwei Zhao, Acidic decomposition of scheelite by organic sodium phytate at atmospheric pressure, *Minerals Engineering*, Volume 172, 2021, 107125, ISSN 0892-6875, <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2021.107125>.
6. Зеликман А.Н. *Металлургия тугоплавких редких металлов*. М.: Metallurgy, 1986. 324 с.
7. I. Szilassy, K. Vadasdi, Solvent Extraction of Arsenic from Sodium Tungstate Solutions, Editor(s): T. SEKINE, *Process Metallurgy*, Elsevier, Volume 7, Part B, 1992, Pages 1139-1144, <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-88677-4.50009-X>.
8. tungstate and molybdate solutions with primary amine and tributyl phosphate as solvents. I — Synergistic extraction and separation of phosphorus, arsenic and/or silica from tungstate and molybdate solutions, *Hydrometallurgy*, Volume 42, Issue 3, 1996, Pages 313-324,
9. Lars B. Ekbom, The distribution and influence of impurities in tungsten heavy metals, *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, Volume 10, Issue 3, 1991, Pages 155-159, ISSN 0263-4368, [https://doi.org/10.1016/0263-4368\(91\)90020-O](https://doi.org/10.1016/0263-4368(91)90020-O).
10. Patent China. CN 104973628 A. Methods for purifying sodium tungstate solution / Deng Shenghua, Danday Huang Zehui Li Hongchao Deng Dengfei ; publ. 14.10.2015.
11. Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман *Теория гидрометаллургических процессов*.-М.: Metallurgy, 2003.
12. А.Н. Зеликман. *Металлургия редких металлов*.-М.: Metallurgy, 1980.
13. Ё. Т. Сафаров, С. Н. Расулова, У.Н. Рузиев, Ф. Р. Абдуллаев, А.И. Асадов, Г.А. Султанов, В. П. Гуро, Совершенствование технологии получения вольфрамового ангидрида // *Узб. хим. журн.* - 2025. - №1. - С.10-16.
14. Ё. Т. Сафаров, С. Н. Расулова, У.Н. Рузиев, Ф. Р. Абдуллаев, А.И. Асадов, Г.А. Султанов, В. П. Гуро, Сравнительная оценка подходов к переработке шеелитовых концентратов разных месторождений // *Узб. хим. журн.* - 2025. - №2. - С.

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ,
ФАН ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ**

БУХОРО ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

**Бухоро давлат техника университети нашри
“ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТАРАҚҚИЁТИ”**

Илмий-техникавий журнал

2025 йил, 6-сон. ISSN 1281-8193

Журнал таҳририят компютерида саҳифаланди.

Манзил: 200117, Бухоро ш., Қ.Муртазоев кўчаси 15.

Тел: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>

БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Издатель: Бухарский государственный технический университет

«РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Научно-технический журнал

Выпуск 6, 2025. ISSN 1281-8193

Отредактирована на компьютере редакции.

Адрес: 200117, г. Бухара, ул. К. Муртазаева, 15.

Тел.: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>

BUKHARA STATE TECHNICAL UNIVERSITY

Publisher: Bukhara State Technical University

DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Scientific and Technical Journal

Issue 6, 2025. ISSN 1281-8193

Yedited on the yeditorial computer.

Address: 200117, Bukhara, K. Murtazaev Street, 15

Tel.: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>