ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 8

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 8

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

УДК;544.72+669.054.8:660.27

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ РЕАГЕНТОВ СИСТЕМЫ НА ПРОЦЕСС СОРБЦИИ ИОНОВ КОБАЛЬТА

Шоназарова Шахноза Исакуловна
Стар. преподаватель, Алмалыкский государственный технический институт
E-mail: Shonazarova_shahnoza1987@mail.ru
Ғуломов Шухратқодир Тошматович
Доцент,Ташкентский химико-технологический институт.
E-mail: Shuhratrich@gmail.com
Юсупова Гўзал Хусан кизи.
Доцент,Алмалыкский государственный технический институт
E-mail: gozalyusupova056@gmail.com
Нимчик Алексей Григорьевич
Профессор, Алмалыкский государственный технический институт
E-mail: alekseynimchik@gmail.com

Аннотация. Данная статья посвящена анализу лабораторных данных по сорбцион-ному извлечению ионов кобальта промышленно выпускаемыми ионитами: универсальным сильным сульфокатионитом КУ-2-8 (Россия), полиамфо-литом S-930 (Китай), комплексообразующим D-301 (Китай), слабоосновным анионитом АН-31 (Россия) и сильноосным анионитом АВ-17 (Россия). Ионный обмен широко применяется в технологии химического разделения, извлечения, удаления, концентрирования ионов цветных, благородных, ред-ких, тяжёлых и вредных металлов, токсичных органических соединений и красителей. Это связано с распространением методов и способов, исполь-зующих различные ионообменные смолы, в зависимости от химической природы технологических растворов и поставленных задач, которые неза-менимы во многих областях промышленности: химической, гидрометал-лургии, водоподготовке, очистке сточных вод, а также в решении ряда эколо-гических проблем. В статье представлена сравнительная характеристика сорбционных свойств по отношению к ионам кобальта из искусственных растворов, разли-чающихся по морфологической форме ионитов и обладающие различные функциональные группы. Показано, что на процесс сорбции сильно влияют не только характеристики смол, но также pH и химическая природа раствора. Установлено, что катионит КУ-2-8 может быть использован для извлечения и концентрирования ионов кобальта из растворов различного химического состава. К достоинствам можно отнести высокую скорость обмена, в связи с

ISSN 3030-3907

доступностью сульфогрупп, к недостаткам – низкую избирательность сорб-ции. В тоже время применение смолы S-930 позволит создать технологию обладающую более селективно извлекать и очищать технологические, а так-же сточные воды от ионов кобальта, что позволить создать более эконо-мичный и экологически безопасный способ.

Ключевые слова: кобальт содержащие растворы, азотная кислота, серная кислота, pH раствора, иониты, смолы, морфология, функциональная группа, обменная емкость, сорбция.

Abstract. This article is dedicated to the analysis of laboratory data on the sorptive extraction of cobalt ions using commercially available ion-exchange resins: universal strong sulfonic cation exchange resin KU-2-8 (Russia), polyampholite S-930 (China), complex-forming D-301 (China), weakly basic anion resin AN-31 (Russia), and strongly basic anion resin AV-17 (Russia). Ion exchange is widely used in chemical separation technologies for the extraction, removal, and concentration of ions of non-ferrous, noble, rare, heavy, and toxic metals, as well as harmful organic compounds and dyes. This is due to the widespread use of methods and techniques that employ various ion-exchange resins, depending on the chemical nature of the technological solutions and the tasks to be solved. Ion-exchange resins are indispensable in many industries, including chemical, hydrometallurgical, water treatment, wastewater purification, and environmental problem-solving. The article presents a comparative characterization of the sorption properties of ion-exchange resins in relation to cobalt ions from artificial solutions, which differ in the morphological form of the resins and the type of functional groups. It is shown that the sorption process is significantly influenced not only by the resin characteristics but also by the pH and chemical nature of the solution. It has been established that the KU-2-8 cation exchange resin can be used for extracting and concentrating cobalt ions from solutions of various chemical compositions. Its advantages include high exchange rate due to the availability of sulfonic groups, while the main disadvantage is its low selectivity for sorption. At the same time, the use of the S-930 resin allows for the development of a technology that is more selective in extracting and purifying technological and wastewater from cobalt ions. This opens up the possibility of creating a more economical and environmentally safe method for cobalt-containing solution purification and processing.

Keywords: cobalt-containing solutions, nitric acid, sulfuric acid, solution pH, ion-exchange resins, resins, morphology, functional groups, exchange capacity, sorption.

ISSN 3030-3907

Annotatsiya. Ushbu maqola tijoratda mavjud bo‘lgan ion almashinadigan qatronlar yordamida kobalt ionlarini sorbsion ekstraksiya qilish bo‘yicha laboratoriya ma'lumotlarini tahlil qilishga bag‘ishlangan: universal kuchli sulfonik kation almashinadigan qatron KU-2-8 (Rossiya), poliamfolit S-930 (Xitoy), kompleks hosil qiluvchi D-301 (Xitoy), kuchsiz asosli anion qatroni AN-31 (Rossiya) va kuchli asosli anion qatroni AV-17 (Rossiya). Ion almashinuvi rangli, olijanob, noyob, og‘ir va zaharli metallar, shuningdek, zararli organik birikmalar va bo‘yoqlar ionlarini ajratib olish, olib tashlash va konsentratsiyalash uchun kimyoviy ajratish texnologiyalarida keng qo‘llaniladi. Bu texnologik eritmalarning kimyoviy tabiatiga va hal qilinishi kerak bo‘lgan vazifalarga qarab turli xil ion almashinadigan qatronlardan foydalanadigan usul va texnikalarning keng qo‘llanilishi bilan bog‘liq. Ion almashinadigan qatronlar ko‘plab sohalarda, jumladan, kimyoviy, gidrometallurgiya, suvni tozalash, oqova suvlarni tozalash va ekologik muammolarni hal qilishda ajralmas hisoblanadi. Maqolada ion almashinuvchi qatronlarning sorbsiya xususiyatlarining sun'iy eritmalardan olingan kobalt ionlariga nisbatan qiyosiy tavsifi keltirilgan, ular qatronlarning morfologik shakli va funktsional guruhlar turi bilan farq qiladi. Sorbsiya jarayoniga nafaqat qatron xususiyatlari, balki eritmaning pH va kimyoviy tabiati ham sezilarli darajada ta'sir qilishi ko‘rsatilgan. KU-2-8 kation almashinuvchi qatronidan turli kimyoviy tarkibdagi eritmalardan kobalt ionlarini ajratib olish va konsentratsiyalash uchun foydalanish mumkinligi aniqlangan. Uning afzalliklari orasida sulfon guruhlarining mavjudligi tufayli yuqori almashinuv tezligi, asosiy kamchiligi esa sorbsiya uchun past selektivlikdir. Shu bilan birga, S-930 qatronidan foydalanish kobalt ionlaridan texnologik va oqava suvlarni ajratib olish va tozalashda ko‘proq selektiv texnologiyani ishlab chiqish imkonini beradi. Bu kobalt o‘z ichiga olgan eritmani tozalash va qayta ishlash uchun yanada tejamkor va ekologik jihatdan xavfsiz usulni yaratish imkoniyatini ochadi.

Kalit so‘zlar: kobalt tutgan eritmalar, nitrat kislota, sulfat kislota, eritmaning pH qiymati, ion almashinuvchilar, smolalar, morfologiya, funktsional guruh, almashinuv sig‘imi, sorbsiya.

ВВЕДЕНИЕ.

Проблема извлечения ионов кобальта из технологических растворов становится всё более актуальным и значимым из-за постоянного повышения спроса в мире на него в свете расширения и увеличения областей его применения, возрастания переработки вторичного кобальт содержащего сырья, а также повышения цены данного металла на мировом рынке [1-5].

В природе кобальт в основном связан с такими минералами, как медь, никельь и железо. В основном самостоятельного месторождения кобальта

ISSN 3030-3907

нет. В результате кобальт в основном является побочным продуктом добычи меди и никелья [1,2]. Это усложняет его получение. Уникальные физико-хими-ческие свойства элемента №27 привели к широкому его применения в различных областях жизнедеятельности. Первоначально кобальт нашёл применение в качестве синего красителя при производстве предметов декоративно-прикладного искусства, стекла, эмалей, фарфора и керамики и другие. В данное время он широко и много применяется в машиностроении, металлургии, атомной промышленности, электротехнике, приборостроении, медицине и в других областях [6,7]. В наше время рост спроса на кобальт генерируют производители смартфонов и прочих гаджетов, а также электро-мобилей. Всё это работает на литий-ионных аккумуляторах, для которых помимо обычных промышленных металлов, требуются литий и кобальт. Из-за этого цена на металлический кобальт на мировом рынке резко подни-мается и достиг по состоянию на конец июлья 2025 года, согласно данным Carbon Credits.com около 33 000 долларов США за тонну [5].

В тоже время параллельно резко увеличивается количество кобальт содержащего вторичного сырья, что требует своего технического решения на современном уровне. Решение экологических проблем возникающих при этом становятся всё актуальными, а проведения научно-исследовательских работ позволяющих создать инновационные технологии всё восстребованными [8,9].

Объектами наших исследований являются искусственные растворы кобальта различного химического состава и промышленно выпускаемые смолы различной морфологии и химической структуры.

Предметом данных исследований является процессы извлечения ионов кобальта методом стационарной сорбции и установления его оптимальных параметров.

Целью данной работы является установление смолы наиболее высоким сорбционным свойством по отношению к кобальту и исследования различных факторов на процесс извлечения кобальта. Разработка инновационной технологии на основе полученных результатов исследований.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

Все выбранные для исследований иониты имеют матрицу, представляющую собой сополимер стирола и дивинилбензола промышленно выпускаются в большом масштабе. Все иониты предварительно были заранее специально подготовлены помещением в воду на 24 часа и последующим промыванием раствором кислоты и щелочи [10]. В качестве функциональ-

ISSN 3030-3907

ных групп в смоле гелевого типа КУ-2-8 присутствуют сульфо группы $–SO_3H$ [10]. Смола S-930 (Purolite) представляет собой макропористую структуру, с иминодиуксусной функциональной группой ($-CH_2N(CH_2COOH)_2$), а смола D-301 (Purolite) также обладает макропористую структуру и содержит третичные аминогруппы ($-CH_2N(CH_3)_2$) [11]. Смола АН-31 представляет собой высокомолекулярный полимер с трёхмерной гелевой и макропористой структурой, обладающим основными функциональными группами, а именно триметиламмонийные группы ($-CH_2N(-CH_2CH_2NH)_n$). Анионит АВ-17 обладает сетчатую матрицу гелевой структуры и содержит триметиламмониевые функциональные группы ($-CH_2N(CH_3)_3$) [12].

В работе математический метод планирования экспериментов использовали для установления влияния факторов: морфологии и структура смолы, химической природы и pH раствора) и сокращения числа опытов при исследовании стационарной сорбции кобальта [13].

pH растворов определяли на pH-метре EC-170 фирмы «pH-mV-Temp» (Сингапур). Содержание ионов кобальта в растворах определяли УФ-фотокалоритмическим методом, через предварительно построенный калибровочный график на спектрофотометре Spektrofotometr UV-1800 фирмы «Shimadzu» (Япония) [14]. Взвешивание образцов проводили на весах KERN фирмы AC/ACS (Германия), эксперименты проводили на термостатах MWB 20 (Германия), а также использовали стеклянную посуду второго класса точности и автоматически пипетки первого класса.

Эксперименты проводили в плоскодонных колбах, закреплённых в термостат, перемешивание осуществляли с помощью магнитной мешалки. Сначала в колбу помещали взвешенную пробу сорбента и затем заливали расчётным количеством воды и раствором определённой концентрации кобальта. Добавлением соответственно 56% азотной или концентрированной серной кислоты, а также 25% водного раствора аммиака устанавливали pH раствора. Общий объём раствора во вцех экспериментах был постоянным – 50 мл, а испарение раствора исключали герметизацией колбы притёртой пробкой. Все эксперименты проводили при 25 ^{0}C, время сорбции был неизменным и составлял 24 часа, а соотношение твёрдое вещество - жидкость был равен 1:10 [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.

Так как при проведении различных процессов и операций с кобальтью в промышленности используются в основном сернокислотные, азотнокислые или аммиачные растворы нами для моделирования их были исследованы именно похожие системы. Использование соляно кислых растворов в масш-

ISSN 3030-3907

табных технологиях ограничено из-за их острой физиологической и экологи-ческой опасности, поэтому проведение исследований с солярной кислоты были исключены из наших исследований.

В таблицах 1-5 представлены полученные результаты в ходе проведённых исследований. Сопоставление таблиц показывает, что наибольшей сорбционной способностью к ионам кобальта обладает смола КУ-2-8, следующим является смола S-930, а в раду смол АН-31, D-301 и АВ-17 соответственно сорбционная способность уменьшается. Это можно объяснить сильным взаимодействием между сульфо группами ионита КУ-2-8 и ионами кобальта (Co^{2+}), который реализуется между сильно кислотными функциональными группами смолы $–SO_3H$ и ионами Co^{2+} [10]. При использовании смолы S-930 в процессе сорбции реализуются как ион-ионные связи, также происходит связывание за счёт комплексообразования [16]. Необходимо отметить, что количество связанного кобальта в обоих системах зависит от pH раствора. Если для смолы КУ-2-8 интервал pH раствора между 1.5-3.0 является оптимальным, то для S-930 этот интервал pH находиться между 5.5-7.0. Это указывает на то, что раствор концентрированной серной кислоты или водные растворы концентрированной аммиака могут быть применены в качестве десорбата или регенерата для насыщенных смол.

Также сопоставление этих смол по сорбционной способностью по ионам Co^{2+} (Г, мг/г) указывает на влияние морфологической формы смолы на его сорбционную способность. Так гелевая структура смолы КУ-2-8 по сравне-нию с макропористой смолой S-930 позволяет иметь ему больше активных функциональных звеньев на единицу массы, что позволяет ему связывать больше ионов Co^{2+} [10]. Однако имея ввиду, что в многокомпонентных технологических растворах могут присутствовать катионы железа, меди, цинка, никелья, свинца и многих других при использовании катионита КУ-2-8 получаемый продукт будет загрязнён этими сопутствующими металлами, что потребует несколько стадий очистки при получении качественного товарного продукта. Это соответственно приведёт к удорожанию получаемого кобаль-та. Учитывая научные данные о большой комплексообразующей способности атома кобальта [17] по сравнению с атомами железа, меди, цинка, никелья, свинца и многих других, можно предполагать, что при использовании смолы S-930 в процессах выделения и очистки ионов Co^{2+} получаемый продукт будет иметь более высокую чистоту. Полученные результаты указывают о целесообразности применения смолы S-930 при разработке ионообменной технологии извлечения и выделения кобальта.

ISSN 3030-3907

Также сопоставление сорбционных свойств двух макропористых смол как S-930 и D-301 явно указывает на сильное влияние химической природы функциональной группы матрицы на исследуемый процесс [16]. Смола S-930 является полиамфолитом, в составе имеет $-CH_2N(CH_2COOH)_2$ функциональные группы, что обеспечивает ему большую сорбционную способность по отношению к ионам Co^{2+}, чем слабый анионит смола D-301 в котором в структуре имеются третичные аминогруппы ($-CH_2N(CH_3)_2$.

Полученные результаты исследований сорбционной способности по ионам Co^{2+} при применении смол АН-31, D-301 и АВ-17 имея в виду, что основность функциональных групп смол в данном ряду увеличивается [12], что приводит соответственно к уменьшению степени лояльности их к ионам Co^{2+} по закономерностям аналитической химии [18], который взаимодействие между функциональными группами матрицы и ионами Co^{2+}. Поэтому уменьшение сорбции ионов Co^{2+} в этом ряду и отсутствие в сильноосном ионите АВ-17 является закономерным.

Большую связывания в системах с азотной кислотой по отношению сернокислых растворов, по видимому объясняется отсутствием гидратной оболочки вокруг ионов Co^{2+} в таких системах [19], что облегчает взаимодействие между ними и функциональными группами смол. А в системах с серной кислотой ионы Co^{2+} обладают гидратной оболочкой [19], что приводит к увеличению его физического объёма, который приводит к незначительному уменьшению его сорбции. Однако учитывая большую окислительную способность азотной кислоты и возможности образования оксидов азота в ходе проведения исследуемого процесса в многокомпонентных технологических растворах, что приводит к определённым экологическим проблемам. Поэтому считаем проведение процессов выделения и очистки ионов Co^{2+} в сернокислых растворах более технологически более целесообразным.

В щелочных системах при присутствии ионов аммония $(NH_4)^+$ происходит конкурентное с ионами Co^{2+} их взаимодействие с функциональными группами смол, которое приводит к резкому уменьшению их сорбции во вцех смолах [2,18], а особенно в D-301, АН-31 и АВ-17. Поэтому считаем концентрированные водные раствора аммиака могут быть использованы в качестве десорбата, а также для регенерации насыщенных смол.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Необходимо отметить, что полученные результаты дополняют область науки о высомолекулярных соединениях, в частности знаний о сорбционных свойств смол. Результаты исследований ещё раз подтверждают ранее уста-

ISSN 3030-3907

новленные закономерности о влияние на процесс сорбции ионов смолами химической структуры и морфологии матрицы, химического состава системы и pH раствора.

Полученные результаты демонстрируют научную и прикладную значимость данного подхода и свидетельствуют об востребованности дальнейших исследований в области создания технологий на основе ионообменной сорбции. Имея в виду использование ионообменного метода конструктивно очень прост, позволяет проведения процесса динамическим способом, что определяет сравнительную простату аппаратурной схемы, низкие капитальные и энергетические затраты на основе проведённых исследований его можно рекомендовать для извлечения и концентрирования ионов Co^{2+}.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Наумов А.Р. Большая инновационная экономика и малые металлы// Национальная металлургия. 2008. №2. -С.43-53.
2. Коровин С.С., Букин В.И., Федоров П.И., резник А.М. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. М.: МИСиС.-Т.З.- 2003. 440 С.
3. Шоназарова Ш.И., Пармонов С.Т., Самадов А.У., Каримов М.М. Современное состояние добычи вольфрама и повторной регенерации его отодов в Узбекистане. Цифровые тенологии в промышленности. 2024. №1. – С. 61-68.
4. Gholami, S., Pérez-Page, M., DЪAgostino, C., & Esteban, J. (2025). (Deep) eutectic solvents for the separation of platinum group metals and rare earth elements: characteristics, extraction mechanisms and state of the art. Chemical Engineering Journal, №159497. –P. 257-263.
5. Khoshimkhanova, M., Dekhkanov, Z., Yusupova, G., Nimchik, A., Sarikulov, M., Rakhmonov, I., ... & Samadiy, M. (2025). Technology for Obtaining Potassium Nitrate by Processing Brucite from the Navbahor Deposit with Nitric Acid and Converting it with Potassium Chloride. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 645, p. 01004). EDP Sciences.
6. Худяков И.Ф., Дорошкевич А.П., Карелов С.В. Комплексное использование сырья при переработке лома и отходов тяжелых цветных металлов.- М.: Металлургия, 2005. 160 С.
7. Санакулов К.С.,Мухитдинов Б.Ф., Хасанов А.С. Кимёвий элементлар.Тошкент. «Muharir nashiryoti». 2017. –б. 137-139.
8. Валуев Д.В. Гизатулин Р.А. Технологии переработки металлургичес-ких отходов; учебное пособие. –Томск. Изд.: ТПУ. 2012. –С. 118-148.

ISSN 3030-3907

9. Малышев В.В., Залюбовский М.Г., Габ А.Н., Шахнин Д.Б., Косенко В.А. Ресурсосберегающие технологии переработки отходов вольфрама и твёрдых сплавов на его основе. Хімічиі технологіі. 2019. Т. 30. Ч.2. №6. С.63-68.
10. Shukhratkodir Toshmatovich, G. (2025). STUDY OF LOCAL RAW MATERIALS FOR PRODUCING CATALYST CARRIERS. *Austrian Journal of Technical & Natural Sciences*.
11. Naik S.V., Basn S. A new salt bath technique for recovery and extraction of tungsten from scraps and other secondaiy sources // Adv. Hard Mater. Prod. Metal powder Rept. Conf., London, 11-13 Apr. 2008.
12. Ионообменные материалы для процессов гидрометаллургии, очистки сточных вод и водоподготовки: Справочник / Под ред. Б.Н. Ласкорина. М.: Госкомитет по использованию атомной энергии, ВНИИХТ, 1995.-С. 6-117.
13. Семенов С.А. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. Учебное пособие. М.: ИПЦМИТХТ.- 2001.- С.91-94.
14. Захарян С.В. Исследование и разработка гидрометаллургической технологии переработки бедного медно-сульфидного сырья Жезказ-ганского региона с извлечением меди и сопутствующих ценных компонентов сорбционным методом. Дисс. на соис. учёной ст. доктора технических наук. Екатеринбург-Караганда. 2019.
15. Shonazarova S.I., Sharopova D.U., Karimov M.M., Samadov A.U. Investigation of cobalt recovery from mother liquor. Композиционные материалы. 2024. №4. -С. 196-198.
16. Jasim, A. Q., & Ajjam, S. K. (2024). Removal of heavy metal ions from wastewater using ion exchange resin in a batch process with kinetic isotherm. South African Journal of Chemical Engineering, 49(1), 43-54.
17. Волков, А. И., Жарский И. М. Большой химический справочник. Минск. Изд. «Современная школа», 2005. – 608 С.
18. Основы аналитической химии. Учебник. Под редакцией Золотова Ю.А. Москва. Изд. «Академия». 2012. т. 1. –С.186-189.
19. Наумов В.И., Мацулевич Ж.В., Ковалева О.Н. Комплексные соединения: учеб.пособие. Нижний Новгород, Изд. НГТУ. 2019. – 173 с.

ISSN 3030-3907