ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 3

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 3

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

СОРБЕНТЫ И БИОСОРБЕНТЫ ДЛЯ СОРБЦИОННО-СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ ХРОМА И ЦИНКА

Азимова Дилафруз Акмал кизи

Докторант (PhD) по химическим наукам *Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека(город Ташкент, Республика Узбекистан)*

E-mail: azimovadilafruz1902@gmail.com

ORCID: 0009-0008-9830-0672

Аннотация. В обзоре представлены данные последних лет об экотоксичности хрома (Cr) и цинка (Zn) его соединений, а также о методах их определения. В условиях стремительной индустриализации и урбанизации загрязнение экосистем тяжелыми металлами приобрело масштаб глобального экологического кризиса. Рост объемов техногенных отходов ведет к неконтролируемому накоплению ионов металлов в почвах и водных объектах. Загрязнение объектов окружающей среды тяжёлыми металлами является одной из актуальных экологических проблем, обусловленных ростом промышленного производства и увеличением объёмов техногенных отходов. Среди приоритетных загрязнителей особое место занимают ионы хрома и цинка, которые широко применяются в различных отраслях промышленности и способны накапливаться в природных и сточных водах, почвах и промышленных отходах. Опасность хрома и цинка: если избыток цинка оказывает выраженное токсическое действие на гидросферу, то хром (особенно в форме шестивалентных соединений) является системным токсикантом и опасным канцерогеном. Основными источниками поступления этих элементов являются сточные воды гальванических и металлургических производств. Эффективное обеспечение техносферной безопасности невозможно без оперативного мониторинга. В данной статье представлен обзор сорбционно-спектрофотометрический метод определения ионов хрома и цинка в объектах окружающей среды и в составе отходов как сорбенты и биосорбенты. Особое внимание уделено сравнительной оценке чувствительности, селективности и применимости методов для задач экологического мониторинга. Показано, что при анализе комплексных объектов окружающей среды перспективными являются спектрофотометрические и электрохимические методы, особенно в сочетании с приёмами предварительного определения а также наиболее низкие пределы обнаружения обеспечивают инструментальные спектрометрические методы с использованием сорбентов и биосорбентов для

ISSN 3030-3907

определения ионов хрома и цинка. Полученные обобщения могут быть использованы при выборе оптимальных аналитических подходов для контроля содержания ионов хрома и цинка в экологических объектах и отходах.

Ключевые слова: Хром, цинк, сорбенты, биосорбенты, саектрометрические методы, спектрофотометрические методы.

Annotaion. The review presents recent data on the ecotoxicity of chromium (Cr) and zinc (Zn) compounds, as well as methods for their determination. In the context of rapid industrialization and urbanization, ecosystem pollution with heavy metals has acquired the scale of a global environmental crisis. The growth of man-made waste leads to an uncontrolled accumulation of metal ions in soils and water bodies. Pollution of environmental objects with heavy metals is one of the urgent environmental problems caused by the growth of industrial production and the increase in the volume of man-made waste. Among the priority pollutants, chromium and zinc ions occupy a special place, which are widely used in various industries and are capable of accumulating in natural and wastewater, soils and industrial waste. The danger of chromium and zinc: if excess zinc has a pronounced toxic effect on the hydrosphere, chromium (especially in the form of hexavalent compounds) is a systemic toxicant and a dangerous carcinogen. The main sources of these elements are wastewater from electroplating and metallurgical industries. Effective provision of technosphere security is impossible without operational monitoring. This article provides an overview of the sorption spectrophotometric method for the determination of chromium and zinc ions in environmental objects and in waste as sorbents and biosorbents. Special attention is paid to the comparative assessment of sensitivity, selectivity and applicability of methods for environmental monitoring tasks. It has been shown that spectrophotometric and electrochemical methods are promising in the analysis of complex environmental objects, especially in combination with preliminary detection techniques, and instrumental spectrometric methods using sorbents and biosorbents for the determination of chromium and zinc ions provide the lowest detection limits. The generalizations obtained can be used in the selection of optimal analytical approaches for monitoring the content of chromium and zinc ions in environmental facilities and waste.

Keywords: Chromium, zinc, sorbents, biosorbents, spectrometric methods, spectrophotometric methods.

Annotatsiya. Sharhda xrom (Cr) va rux (Zn) birikmalarining ekotoksikligi hamda ularni aniqlash usullari haqidagi so‘nggi yillardagi ma’lumotlar keltirilgan. Tez sur’atlar bilan sanoatlashuvi va urbanizatsiya sharoitida ekotizimlarning og‘ir

ISSN 3030-3907

metallar bilan ifloslanishi global ekologik inqiroz darajasiga yetdi. Texnogen chiqindilar hajmining oshishi tuproq va suv obyektlarida metall ionlarining nazoratsiz to‘planishiga olib kelmoqda. Atrof-muhit obyektlarining og‘ir metallar bilan ifloslanishi sanoat ishlab chiqarishining o‘sishi va texnogen chiqindilar hajmining ko‘payishi natijasida yuzaga keladigan dolzarb ekologik muammolardan biridirXrom va ruxning xavfliligi: agar ruxning ortiqcha miqdori gidrosferaga aniq toksik ta’sir ko‘rsatsa, xrom (ayniqsa, olti valentli birikmalar shaklida) tizimli toksikant va xavfli kanserogen hisoblanadi. Ushbu elementlarning asosiy manbalari galvanik va metallurgiya ishlab chiqarishlarining oqova suvlaridir. Texnosfera xavfsizligini samarali ta’minlash tezkor monitoringsiz amalga oshmaydi. Ushbu maqolada atrof-muhit ob’ektlarida va chiqindilar tarkibida xrom va rux ionlarini sorbentlar va biosorbentlar sifatida aniqlashning sorbsion-spektrofotometrik usuli haqida ma’lumot berilgan. Ekologik monitoring vazifalari uchun usullarning sezgirligi, selektivligi va qo‘llanilishini qiyosiy baholashga alohida e’tibor qaratilgan.Olingan umumlashmalar ekologik ob’ektlar va chiqindilarda xrom va rux ionlari miqdorini nazorat qilish uchun maqbul tahlil usullarini tanlashda qo‘llanilishi mumkin.a qo‘llanilishini qiyosiy baholashga alohida e’tibor qaratilgan. Atrof-muhitning murakkab obyektlarini tahlil qilishda spektrofotometrik va elektrokimyoviy usullar, ayniqsa, dastlabki aniqlash usullari bilan birgalikda qo‘llanganda istiqbolli ekanligi, shuningdek, xrom va rux ionlarini aniqlash uchun sorbentlar va biosorbentlardan foydalangan holda instrumental spektrometrik usullar eng past aniqlash chegaralarini ta’minlashi ko‘rsatilgan. Olingan umumlashmalar ekologik ob’ektlar va chiqindilarda xrom va rux ionlari miqdorini nazorat qilish uchun maqbul tahlil usullarini tanlashda qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: Xrom, rux, sorbentlar, biosorbentlar, spektrometrik usullar, spektrofotometrik usullar.

ВВЕДЕНИЕ.

В условиях интенсивного развития промышленности и урбанизации загрязнение объектов окружающей среды тяжёлыми металлами приобретает глобальный характер и представляет серьёзную угрозу для устойчивого развития экосистем и здоровья человека. Промышленные отходы, сточные воды и выбросы предприятий металлургической, химической, кожевенной и гальванической промышленности являются основными источниками поступления токсичных элементов в природные воды, почвы и донные отложения. Особое внимание в современных исследованиях уделяется анализу промышленных отходов и сточных вод, которые характеризуются высокой вариабельностью состава и наличием значительного количества

ISSN 3030-3907

сопутствующих компонентов. Такие объекты требуют применения аналитических методов, обеспечивающих высокую селективность и устойчивость к матричным эффектам. В связи с этим экологический мониторинг содержания тяжёлых металлов в различных компонентах окружающей среды рассматривается как одна из приоритетных задач современной аналитической и экологической химии. Среди широкого спектра загрязняющих веществ особое внимание уделяется ионам хрома и цинка, которые характеризуются высокой распространённостью и значительным антропогенным происхождением. Хром в объектах окружающей среды может присутствовать в различных валентных состояниях, при этом соединения Cr(VI) отличаются высокой токсичностью, канцерогенным и мутагенным действием. Цинк, являясь эссенциальным микроэлементом, при повышенных концентрациях оказывает токсическое воздействие на живые организмы, нарушая биохимические процессы в водных и наземных экосистемах. Совместное присутствие хрома и цинка в промышленных отходах и сточных водах обусловливает необходимость их одновременного контроля и оценки экологических рисков. Особую сложность представляет аналитическое определение ионов хрома и цинка в объектах окружающей среды и отходах, что связано с многообразием форм их существования, низкими концентрациями, а также сложным матричным составом анализируемых проб. Наличие сопутствующих ионов, органических веществ и взвешенных частиц существенно влияет на точность и воспроизводимость результатов анализа, что требует применения высокоселективных и чувствительных аналитических методов. В этом контексте традиционные инструментальные методы, такие как атомно-абсорбционная и индуктивно-связанная плазменная спектрометрия, обеспечивают низкие пределы обнаружения, однако их высокая стоимость и сложность аппаратурного оформления ограничивают возможность широкого применения в рутинной экологической практике. В последние годы значительный интерес уделяется развитию альтернативных аналитических подходов, включая спектрофотометрические и электрохимические методы, которые отличаются относительной простотой, доступностью и возможностью применения в условиях экологического мониторинга. Использование органических реагентов а также использование сорбентов и биосорбентов и сочетание аналитических методов с приёмами сорбционного-спектрофотометрического определения позволяют повысить чувствительность и селективность определения ионов хрома и цинка в

ISSN 3030-3907

комплексных объектах окружающей среды и использованием сорбентов и биосорбентов на основе натурального волокно фиброина.

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ: В этой статье недорогие гранулы хитозана были получены путем погружения раствора хитозана в щелочную ванну, а затем использованы для адсорбции ионов Cr(VI) и Zn(II) из водного раствора. Полученные гранулы хитозана были охарактеризованы с помощью инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье (FTIR), термогравиметрического анализа (TGA), измерений Брунауэра–Эммета–Теллера (BET), сканирующей электронной микроскопии (SEM) и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS). Было исследовано влияние pH раствора, времени контакта, начальной концентрации ионов и температуры на адсорбцию ионов обоих металлов. Кинетика адсорбции показала, что для обоих металлов модель псевдовторого порядка подходит лучше, чем модель псевдопервого порядка. Равновесная изотерма адсорбции обоих металлов хорошо согласуется с моделью изотермы Ленгмюра. Максимальная адсорбционная способность гранул хитозана составила 79,56 мг Cr(VI)/г и 109,18 мг Zn(II)/г при начальной концентрации ионов 1000 мг/л и температуре 10°C. Термодинамические параметры показали, что адсорбция ионов Cr(VI) и Zn(II) на гранулах хитозана была возможной, самопроизвольной и экзотермической в исследованных условиях. Несмотря на то, что гранулы из хитозана обеспечивают хорошую адсорбцию, перед практическим использованием в процессе адсорбции необходимы дальнейшие лабораторные работы и полевые исследования [1]. Присутствие тяжелых металлов в сточных водах является проблемой для окружающей среды, а современные процедуры очистки являются очень дорогостоящими, поэтому необходимо найти эффективные и недорогие биосорбенты. В данном исследовании фукус пузырчатый использовался в качестве биосорбента для биосорбции ионов Cr(III) из водных растворов. Параметры биосорбции, такие как pH, доза адсорбента, время контакта и начальные концентрации Cr(III), оказали наибольшее влияние на процесс сорбции. Необходимое значение pH для сорбции составляло 5, доза биосорбента - 4,0 г/л, время контакта с водой наступало через 90 мин, а степень удаления Cr(III) снизилась с 98,9 до 92%. Максимальная биосорбционная способность хрома составила 14,12 мг/г. ИК–спектроскопический анализ биомассы Fucus vesiculosus перед процессом сорбции показал наличие карбоксильных, амино-, гидроксильных, алкиновых и карбонильных групп, и, согласно анализу после процесса сорбции, было обнаружено, что ионы металла Cr(III) были включены в состав

ISSN 3030-3907

сорбента во время взаимодействия с (C-H) активными функциональными веществами. группы. Было установлено, что данные по биосорбции идеально соответствуют модели равновесной изотермы Ленгмюра. Согласно результатам этого исследования, фукус пузырчатый является эффективным биосорбентом для удаления Cr(III) из водных растворов [2]. В этом исследовании наночастицы оксида цинка (ZnO NPS) были биосинтезированы с использованием экстракта, полученного из морских водорослей (Sargassum sp.), и использованы в качестве сорбента для удаления ионов Cr(III) из сточных вод. Для сравнения были исследованы биосорбционные свойства как самих морских водорослей , так и остатков после экстракции. Наночастицы ZnO были охарактеризованы с помощью методов УФ–визуализации, ICP-OES, FTIR, XRD и SEM. Сорбционная способность (био)сорбентов была исследована в зависимости от времени контакта при различных значениях pH и исходных концентрациях ионов металлов. Сорбция для понимания природы и механизма сорбции были изучены кинетика и изотермы. Кинетические данные сорбции хорошо согласуются с моделью псевдо-второго порядка, и наибольшая сорбционная емкость была рассчитана для наночастиц ZnO (137 мг/г), в то время как для Sargassum sp. (82,0 мг/г) и остаток после экстракции (81,3 мг/г) были сопоставимы (при pH 5 и 300 мг [3]. В этой главе представлен обзор и обсуждаются аналитические стратегии определения ионов металлов с использованием твердофазной экстракции. Твердофазная экстракция (ТФЭ) - широко используемый метод экстракции и/или концентрирования сложных образцов, при котором анализируемые вещества, присутствующие в низкой концентрации, обнаруживаются в основном с помощью хроматографических методов. Однако в последние годы этот метод широко используется при разработке методик определения ионов металлов в отборных образцах. Этот метод отличается простотой и быстротой по сравнению с другими традиционными методами, такими как жидкостно–жидкостная экстракция, экстракция при температуре помутнения и другими. Процедуры твердофазной экстракции становятся еще более интересными, когда коммерческие адсорбенты заменяются другими, обладающими более высокой адсорбционной способностью, селективностью, гибкостью, экономичностью и низким воздействием на окружающую среду. Для этой цели используются некоторые неорганические, органические и несколько природных адсорбентов. Внимание привлекли новые подходы к получению адсорбирующих материалов из природных источников, таких как грибы, бактерии, промышленные отходы и материалы для компостирования. Эти материалы

ISSN 3030-3907

использовались при разработке аналитических методов с различными возможностями, таких как предварительное концентрирование или определение ионов металлов [4]. Модифицированное куриное перо было использовано в качестве биосорбента для удаления ионов хрома из водного раствора. Испытания на адсорбционную способность проводились на основе равновесных партий. Были оптимизированы такие параметры, как время контакта, доза биосорбента, pH и т.д., и было установлено, что они составляют 2 часа, 100 мг и pH 6,0. Для процесса адсорбции были проанализированы равновесные изотермы, и было установлено, что модель изотермы адсорбции Фрейндлиха и хорошо соответствует полученным данным. Кинетика адсорбции соответствовала модели псевдовторого порядка [5]. В статье представлены результаты исследования по сорбции ионов Cr(III) из водных растворов с использованием фосфорсодержащего сорбента на основе бутадиен-стирольного каучука марки ДССК. Данный сорбент был синтезирован реакцией окислительного хлорфосфорилирования бутадиен-стирольного каучука марки ДССК с использованием PCl_3, CCl_4, H_2SO_4 и O_2 в лабораторных условиях. Изучено влияние различных параметров, таких как pH раствора, начальная концентрация ионов металла, масса сорбента, время контакта фаз и температура на эффективность сорбции ионов Cr(III). Сорбционная емкость и степень сорбции были вычислены на основании данных по концентрациям, полученным при анализе проб на масс спектрометре ISP MS 7700e. Установлено снижение степени сорбции ионов Cr(III) в кислых и щелочных средах, а оптимальным условием для сорбции является слабокислая среда. Повышение температуры и массы сорбента положительно влияют на сорбцию. Степень сорбции уменьшается с увеличением начальной концентрации ионов Cr(III). Это указывает на то, что фосфорсодержащий сорбент на основе бутадиен-стирольного каучука марки ДССК имеет ограниченное число активных центров для сорбции, а при более низких концентрациях почти все ионы Cr(III) сорбировались. Однако увеличение начальной концентрации ионов Cr(III) приводит к быстрому насыщению поверхности сорбента. Также установлено, что при комнатной температуре равновесие устанавливается уже через 40 мин. Результаты эксперимента показали, что фософрсодержащий сорбент на основе бутадиен-стирольного каучука марки ДССК может быть успешно использован для извлечения ионов Cr(III) из водных растворов [6]. Исследована возможность сорбционно-спектрометрического определения циркония (IV) и хрома(VI) из одной пробы с использованием двухслойной подложки из полиакрилонитрильного волокна, заполненной катионообменником ПАНФ-

ISSN 3030-3907

КУ-2 и анионообменником ПАНФ-АВ-17. После сорбции цирконий определяют с помощью Арсеназо III на PANF-KU-2, а хром - с помощью 1,5-дипенилкарбазида на PANF-AV-17. Исследована сорбция циркония и хрома в динамическом режиме из растворов HCl, HNO3 и H2SO4 и выбраны оптимальные условия одновременной сорбции циркония на ПАНФ-КУ-2 и хрома на ПАНФ-АВ-17 из 0,25 М HCl. Получены спектры диффузного отражения комплексов циркония и хрома от твердой фазы, что позволяет оптимизировать условия определения содержания циркония. Калибровочные кривые линейны в диапазоне концентраций циркония и хрома от 0,005 до 0,025 мкг/мл; пределы обнаружения составляют 0,002 мкг/мл. Селективность определения циркония и хрома проверяется в присутствии интерферирующих ионов [7].

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ: В работе использован сорбционно-спектрофотометрический метод определения ионов Cr(III) и Zn(II) с применением природных сорбентов и биосорбентов. В качестве биосорбента исследовано натуральное шелковое волокно (фиброин) различного происхождения (Бухара, Хорезм и местные образцы). Сорбцию ионов металлов проводили из водных растворов при различных значениях pH среды с последующим образованием окрашенных комплексов с органическими реагентами. Оптическую плотность полученных растворов измеряли спектрофотометрически при соответствующих длинах волн (λmax). В ходе исследования изучено влияние pH среды, времени контакта, количества сорбента и начальной концентрации ионов металлов на эффективность сорбции. На основании полученных данных определены оптимальные условия сорбции, предел обнаружения и аналитические характеристики метода.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ:

Таблица.1.

Применение натурального шелкового фиброинового волокна как биосорбента для сорбционно-спектрофотометрического определения ионов Cr(III) и Zn(II)

№	Биосорбент	Регион	метал	λmax, нм	pH	LOD	Емкость Мг/г	Примечание
1	Натуральный шелк (Фиброин)	Бухара	Cr(III)	540	2.0 - 3.0	5	18	Хорошая сорбция за счет аммидных групп

ISSN 3030-3907

2	Натуральный шелк (Фиброин)	Хорезм	Zn(II)	620	5.5 - 6.0	8	14	Комплекс с органическими реагентами
3	Натуральный шелк (Фиброин)	Местный	Cr(III)	540	2.0 - 3.5	6	16	Высокая селективность
4	Натуральный шелк (Фиброин)	Бухара	Zn(II)	620	5.5 - 6.0	9	13	Стабильный сигнал
5	Натуральный шелк (Фиброин)	Хорезм	Cr(III)	540	2.0 - 3.0	4	19	Модификация азореагентами
6	Натуральный шелк (Фиброин)	Местный	Zn(II)	620	5.5 - 6.5	7	15	Высокая воспроизводимость

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ: В работе использован сорбционно-спектрофотометрический метод определения ионов Cr(III) и Zn(II) с применением природных сорбентов и биосорбентов. В качестве основного биосорбента исследовано натуральное шелковое волокно (фиброин) из Бухары, Хорезма и местных регионов. Сорбцию ионов металлов проводили из водных растворов при различных значениях pH среды, с последующим образованием окрашенных комплексов с органическими реагентами. Оптическую плотность полученных растворов измеряли спектрофотометрически при соответствующих длинах волн (λmax). Изучено влияние pH, времени контакта, количества сорбента и начальной концентрации ионов на эффективность сорбции. На основании полученных данных определены оптимальные условия сорбции, пределы обнаружения и аналитические характеристики метода. Анализ результатов показал, что натуральный шелковый фиброин обладает высокой сорбционной активностью к ионам Cr(III) и Zn(II), обеспечивая низкие пределы обнаружения и высокую селективность даже в присутствии посторонних ионов. Оптимальные условия сорбции составляют Cr(III) - pH 2–3, Zn(II) - pH 5-6, что позволяет достигать максимальной эффективности связывания и стабильного спектрофотометрического сигнала. Использование фиброиновых биосорбентов делает метод экологически безопасным, экономичным и удобным для анализа природных и сточных вод.

ISSN 3030-3907

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Salih, S. S., & Ghosh, T. K. Preparation and characterization of bioadsorbent beads for chromium and zinc ions adsorption. *Cogent Environmental Science*, (2017). *3*(1). https://doi.org/10.1080/23311843.2017.1401577

2. Asaad, A.A. Sorption of chromium from aqueous solutions using *Fucus vesiculosus* algae biosorbent. *BMC Chemistry* 18, (2024). 145. https://doi.org/10.1186/s13065-024-01252-w

3. Natalia Niedzbala, Katarzyna Dziergowska, Maja Welna, Anna Szymczycha-Madeja, Jacek Chęc manowski, et al.. Brown Seaweed Sargassum-Based Sorbents for the Removal of Cr(III) Ions from Aqueous Solutions. Processes, 2023, 11 (2), pp.393. https://hal.science/hal-04104364v1

4. Júnior, A. C. da S., Siqueira, A. G., Silva, C. A. de S. e, Oliveira, J. de A. N., Coelho, N. M. M., & Alves, V. N. Biosorbents in the Metallic Ions Determination. In Heavy Metals. InTech. (2018). https://doi.org/10.5772/intechopen.76081

5. Rakesh KE, Rosy A. Bio sorption Studies of Chromium Ions with Modified Chicken Feathers Biomed J Sci & Tech Res 1(7)pp - 2017. BJSTR. MS.ID.000558. DOI : 10.26717/BJSTR.2017.01.00055

6. Karimova, E. S., Azizov, A. A., & Alosmanov, R. M. Изучение сорбции ионов Cr(III) фосфорсодеожащим полимерным сорбентом. *Известие высших учебных заведений. Серия «Химия и химическая технология»*, *62*(6), (2019). Стр. 112-118. https://doi.org/10.6060/ivkkt20186100.5788

7. Dedkova, V.P., Shvoeva, O.P. & Savvin, S.B. Sorption-spectrophotometric determination of zirconium and chromium(VI) from a single sample on a two-layer support using Arsenazo III and 1,5-diphenylcarbazide. *J Anal Chem* 68, 117–122 (2013). https://doi.org/10.1134/S1061934813020068

ISSN 3030-3907