

February 2021

SYNTHESIS AND RESEARCH OF CHELATE FORMING SORBENT BASED ON CARBAMIDE, FORMALDEHYDE, DITIZONE

CHORIEVA Nigora

Termez branch of the Tashkent State Technical University, chorievanigora5@gmail.com

ERMURATOVA Nilufar

Termez branch of the Tashkent State Technical University, nulifarermuratova83@gmail.com

TURAEV Khayit

Termez State University, hhturaev@rambler.ru

KASIMOV Sherzod

Termez State University, sh_kasimov@rambler.ru

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/cce>

 Part of the [Materials Science and Engineering Commons](#)

Recommended Citation

Nigora, CHORIEVA; Nilufar, ERMURATOVA; Khayit, TURAEV; and Sherzod, KASIMOV (2021) "SYNTHESIS AND RESEARCH OF CHELATE FORMING SORBENT BASED ON CARBAMIDE, FORMALDEHYDE, DITIZONE," *CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING*: Vol. 2020 : No. 4 , Article 4.

DOI: 10.51348/RWHC6586

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/cce/vol2020/iss4/4>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

SYNTHESIS AND RESEARCH OF CHELATE FORMING SORBENT BASED ON CARBAMIDE, FORMALDEHYDE, DITIZONE

Nigora CHORIEVA¹ (chorievanigora5@gmail.com), Nilufar ERMURATOVA¹ (nulfarermuratova83@gmail.com),
Khayit TURAEB² (hhturaev@rambler.ru), Sherzod KASIMOV² (sh_kasimov@rambler.ru)
¹Termez branch of the Tashkent State Technical University, Termez, Uzbekistan
²Termez State University, Termez, Uzbekistan

The purpose of this study is the synthesis and study of a chelating sorbent for the extraction of ions of non-ferrous and noble metals. To achieve this goal, a sulfur-containing chelating sorbent based on carbamide, formaldehyde, and dithizone was synthesized and studied. The optimal conditions for the synthesis of the sorbent have been determined and studies have been carried out on the influence of the molar ratios of the starting materials on the composition, and physicochemical properties of the synthesized sorbent. The optimum temperature of polycondensation was taken as 90 °C, the reaction time is 2.5-3 hours, as a result, the reaction is more uniform and the exchange capacity for a 0.1 N HCl solution reaches 3.8 mg-eq/g. As a result of the studies carried out, the sorbent with the best performance was obtained at a 1: 2: 0.5 ratio of carbamide, formaldehyde, and dithizone, respectively. Based on the results of IR spectroscopy, the reaction of sorbent formation is proposed. The static exchange capacity of the synthesized sorbent for metal ions was determined, mg-eq/g: Cu (II) – 2,75; Zn (II) – 2,83; Ni (II) – 2,72; Ag (I) – 3,12.

Keywords: polycondensation, synthesis, specific volume, exchange capacity

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ХЕЛАТОБРАЗУЮЩЕГО СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ КАРБАМИДА, ФОРМАЛЬДЕГИДА, ДИТИЗОНА

Нигора ЧОРИЕВА¹ (chorievanigora5@gmail.com), Нулуфар ЭРМУРАТОВА¹ (nulfarermuratova83@gmail.com),
Хайит ТУРАЕВ² (hhturaev@rambler.ru), Шерзод КАСИМОВ² (sh_kasimov@rambler.ru)
¹Термезский филиал Ташкентского государственного технического университета, Термез, Узбекистан
²Термезский государственный университет, Термез, Узбекистан

Целью данного исследования является синтез и исследование хелатообразующего сорбента для извлечения ионов цветных и благородных металлов. Для достижения этой цели синтезированы и исследованы серосодержащий хелатообразующий сорбент на основе карбамида, формальдегида и дитизона. Определены оптимальные условия синтеза сорбента и проведены исследования по влиянию мольных соотношений исходных веществ на состав и физико-химические свойства синтезированного сорбента. В качестве оптимальной температуры поликонденсации приняты 90 °C, время реакции при этом составляет 2,5-3 часа, в результате течение реакции более равномерное и величина обменной емкости по 0,1 н раствору HCl достигает 3,8 мг-экв/г. Сорбент с лучшими показателями получен при 1:2:0,5 соотношении карбамида, формальдегида и дитизона, соответственно. На основании результатов ИК спектроскопии предложена реакция образования сорбента. Определены статическая обменная емкость синтезированного сорбента по ионам металлов, мг-экв/г: Cu (II) – 2,75; Zn (II) – 2,83; Ni (II) – 2,72; Ag (I) – 3,12.

Ключевые слова: поликонденсация, синтез, удельный объём, обменная ёмкость

KARBAMID, FORMALDEGID, DITIZON ASOSIDA XELAT HOSIL QILUVCHI SORBENT SINTEZI VA TADQIQOTI

Nigora CHORIEVA¹ (chorievanigora5@gmail.com), Nilufar ERMURATOVA¹ (nulfarermuratova83@gmail.com),
Khayit TURAEB² (hhturaev@rambler.ru), Sherzod KASIMOV² (sh_kasimov@rambler.ru)
¹Toshkent davlat texnika universitetining Termiz filiali, Termiz, O'zbekiston
²Termiz davlat universiteti, Termiz, O'zbekiston

Ushbu tadqiqotning maqsadi rangli va nodir metallarning ionlarini ajratib olish uchun xelatlovchi sorbentni sintez qilish va tadqiqoti hisoblanadi. Ushbu maqsadga erishish uchun karbamid, formaldegid va ditizon asosida tarkibida oltingugurt bo'lgan xelatlovchi sorbent sintez qilindi va tadqiq etildi. Sorbentni sintez qilishning maqbul sharoitlari aniqlandi va boshlang'ich moddalar mol nisbatlarining sintez qilingan sorbentning tarkibi va fizik-kimyoviy xususiyatlariga ta'siri bo'yicha tadqiqotlar o'tkazildi. Polikondensatlanishning maqbul harorati 90 °C, reaksiya vaqti 2,5-3 soatni tashkil qildi, natijada reaksiya jarayoni bir xil bo'ladi va 0,1 n HCl eritmasi uchun almashinish sig'imi 3,8 mg-ekv/g ni tashkil etdi. O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida eng yaxshi ko'rsatkichga ega bo'lgan sorbent mos ravishda karbamid, formaldegid va ditizonning 1: 2: 0,5 mol nisbatida olindi. IQ spektroskopiyasi natijalari asosida sorbent hosil bo'lish reaksiyasi taklif qilindi. Metall ionlari uchun sintez qilingan sorbentning statik almashinish sigimi aniqlandi, mg-ekv/g: Cu (II) – 2,75; Zn (II) – 2,83; Ni (II) – 2,72; Ag (I) – 3,12.

Kalit so'zlar: polikondensatlanish, sintez, solishtirma hajm, almashinish sig'imi

DOI: 10.51348/RWHC6586

Введение

Синтез хелатообразующих сорбентов, разделение с их помощью переходных металлов из растворов комплексообразующими сорбционными методами, изучение состава, строения, физико-химических свойств координационных соединений, образующихся в процессе сорбции, является одной из основных задач химической промышленности [1, 2].

Ранее в литературе, синтезирован комплексобразующий полифункциональный полимерный сорбент на основе поликонденсации мочевины, формальдегида, фосфорной кислоты [3, 4], получен анионит на основе тиомочевины, эпихлоргидрина и меламина [5], методом поликонденсации глицидилпроизводного бензиламина, аллилглицидилового эфира и полиэтилен-

мина получен новый азотсодержащий ионит сетчатой структуры [6], получен путем сульфирования полимера, синтезированного поликонденсацией кубовых отходов Шуртанского газохимического комплекса (ШГХК, Узбекистан) с фурфуролом [7], также получен анионообменный полимер по реакции поликонденсации меламина с фурфуролом [8].

Одностадийная реакция дегидродитизона с хлорметилированным полистиролом дает анионообменник P-TD. Восстановление иммобилизованных тетразолиевых групп P-TD дает хелатирующую смолу P-D, содержащую S-связанный дитизон в качестве функциональной группы [9]. Иммобилизация дитизона на биополимер хитина раковины креветок из морской воды (*P. merguensis*) для повышения селективно-

Таблица 1

Влияние температуры поликонденсации на свойства сорбента

| Температура реакции t, °C | Продолжительность реакции τ, час | Удельный объём набухшего в воде сорбента, мл/г | Обменная ёмкость COE, по 0,1 N p-пу HCl, мг-экв/г |
|---------------------------|----------------------------------|--|---|
| 70 | 5-6,5 | 1,8 | 2,7 |
| 80 | 4,5-5 | 1,6 | 3,1 |
| 90 | 2,5-3 | 1,3 | 3,8 |
| 100 | 1,5-2 | 1,2 | 3,7 |

сти и способности хитина в адсорбция кадмия тяжелых металлов [10]. Новое хелатирующее волокно (PET-TSC) было приготовлено с полиэтилентерефталата для быстрого удаления Hg^{2+} , Cu^{2+} и Co^{2+} из воды [11]. Получен новые комплексообразующие сорбенты на основе азотсодержащих реакционно активных соединений [12-21], также новые хелатирующие сорбенты с фосфинатом, арбамоилметилфосфинатом и метилендифосфином диоксидные функциональные группы синтезируются путем химического и нековалентного связывания лигатуры [16]. Синтезирован азот- и серосодержащий полиамфолит путем химической модификации поливинилхлорида (ПВХ) с полиэтиленполиамином. Кроме того, ПВХ и синтезированные ионообменные смолы были охарактеризованы с помощью различных инструментов, таких как ИК-Фурье, растровый электронный микроскоп и энергодисперсионная рентгенография.

Синтезированный полиамфолит использовался в качестве эффективных адсорбентов для удаления ионов Co (II) и Cr (III) из водных растворов [22-24]. В работах [25-32] приведены результаты исследования адсорбционных характеристик полимерной матрицы, модифицированной хелатирующими агентами нового поколения.

Целью данного исследования является синтез и исследование хелатобразующего сорбента на основе карбамида, формальдегида и аналитического реагента дитизона и изучение его сорбционных свойств по ионам цветных и благородных металлов.

Методы исследования

В работе применялись реактивы марки «ч» и «х.ч.». Растворы реактивов готовились растворением точной навески в известном объеме растворителей.

Синтез сорбента КФД. В трёхгорлую колбу, снабжённую обратным холодильником и механической мешалкой помещали 6 г карбамида (0,1 моль) предварительно растворённой в 15,8 мл (0,2 моль) формалина при температуре 40 °C. После чего добавили 12,8 г (0,05 моль) дитизона с интенсивным перемешиванием. Затем температуру

повысили до 85-90 °C и при этой температуре через 1,5-2 часа образовывалась смолообразная масса, которую переносили в фарфоровую чашку и сушили в сушильном шкафу при 80-90 °C в течение 24 часов. Высушенный полимер измельчали, отмывали от низкомолекулярных веществ 5% раствором NaOH, затем дистиллированной водой до нейтральной реакции. Полученный продукт представляет собой мелкие, пористые, светло коричневые гранулы. Выход 92%.

Определили влажность синтезированного сорбента по ГОСТ 10898.1-84, насыпной вес по ГОСТ 10898.2-84, плотность сорбента в гидратированном состоянии по ГОСТ 10898.3-84, удельный объём набухшего сорбента по ГОСТ 10898.4-84, статическую обменную ёмкость – ГОСТ 20255.1-89.

ИК спектроскопические исследования проводили на инфракрасном Фурье спектрометре SHIMADZU (Япония) (диапазон 400-4000 cm^{-1} , разрешение 4 cm^{-1}), порошкообразным методом. Интерпретация спектров проводилась с использованием базового программного обеспечения, реализующего автоматическое измерение спектров, имеющего средства графического отображения спектров и их фрагментов и формирующего работу с библиотекой спектров пользователя.

Результаты и обсуждение

Получен сорбент (ионообменного комплекса) поликонденсационного типа, свойство которого регулировали с целью придания улучшенных показателей сорбенту.

Проведены исследования по изучению влияния температуры на процесс поликонденсации карбамида, формальдегида, дитизона (КФД). Процесс поликонденсации изучали при температурах: 70, 80, 90 и 100 °C. При этом установили продолжительность реакции, удельный объём сорбента в воде и величину статической обменной емкости (COE) по 0.1 N раствору HCl. Данные приведены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 следует, что при температуре 70 °C продолжительность реакции поликонденсации составляет 5-6,5 часов, обменная емкость ионита 2,7 мг-экв/г. Это

Таблица 2

Зависимости сорбционных свойств сорбента от соотношения реагирующих веществ

| Соотношение карбамида: формальдегида: дитизона, в молях | Выход полимера, % | Удельный объем набухшего в воде сорбента, мл/г | Статическая обменная ёмкость по 0.1 N растворам: | | | |
|---|----------------------|--|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | | CuSO ₄ | ZnSO ₄ | NiSO ₄ | AgNO ₃ |
| 1:2:0.1 | 91 | 1,25 | 2.23 | 2.52 | 2.35 | 2.85 |
| 1:2:0.3 | 93 | 1,38 | 2.25 | 2.61 | 2.46 | 2.93 |
| 1:2:0.5 | 92 | 1,33 | 2.75 | 2.83 | 2.72 | 3.12 |
| 1:2:0.7 | 85 | 1,22 | 2.73 | 2.82 | 2.73 | 3.15 |

объясняется малой активностью реагирующих веществ при данной температуре. С повышением температуры реакции до 100 °С процесс поликонденсации протекает бурно и время реакции снижается до 1,5-2 часов, однако величина обменной емкости и набухаемость ионита также снижаются. Это, по-видимому, связано с тем, что при данной температуре структура получаемого ионита становится более плотной, вследствие чего затрудняется подвижность ионогенных групп.

За оптимальную температуру поликонденсации приняли 90 °С, время реакции при этом составляет 2,5-3 часа, течение реакции более равномерное и величина обменной емкости по 0.1 н раствору HCl достигает 3,8 мг-экв/г.

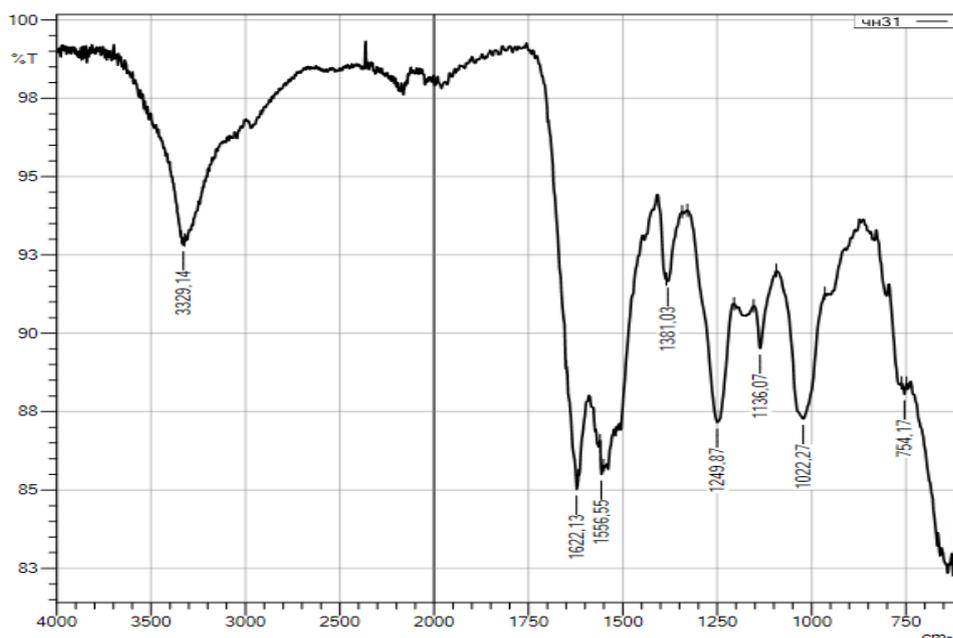
С целью выяснения влияния структуры и свойств исходных веществ на структуру и свойства ионита, а также для выбора вариантов синтеза сорбента с высокими показателями эксплуатационных свойств, было изучено влияние соотношения исходных веществ при получении сорбента.

Формальдегид при взаимодействии с карбамидом и дитизоном является не только

конденсирующим агентом, но также и сшивающим агентом и от его концентрации зависят основные сорбционные и физико-химические свойства полученного ионита. Для получения ионита с различным числом поперечных связей были синтезированы различные образцы сорбента. Реакцию поликонденсации проводили при мольном соотношении реагирующих веществ: карбамида, формальдегида и дитизона от 1:2:0,1 до 1:2:0,7 соответственно.

Результаты исследований влияния количества формальдегида на свойства сорбента (КФД) приведены в таблице 2.

Из табличных данных видно, что с увеличением относительного содержания количества формальдегида и уменьшением количества дитизона обменная емкость постепенно снижается. Это можно объяснить уменьшением радиуса пор ионитов, где появляются геометрические препятствия для диффузии ионов, а также уменьшением набухаемости. На основании проведенных исследований сорбенты с лучшими показателями получены при 1:2:0.5 соотношении



ИК спектр полученного сорбента.

карбамида, формальдегида и дитизона соответственно.

С целью установления структуры полученного сорбента была использована ИК спектроскопия. ИК спектры полученного соединения содержат полосы в области 3329 см^{-1} , соответствующие валентным колебаниям первичных амидо групп.

Появление полос в области 1622 см^{-1} свидетельствует о связанной группе $\text{C}=\text{O}$, а в области 1556 см^{-1} наблюдаются $-\text{NH}$ -группы. При этом связанные с циклической структурой вторичные аминогруппы дитизона появляются в области 1250 см^{-1} , что свидетельствует о наличии группы $\text{C}=\text{S}$ (рис.).

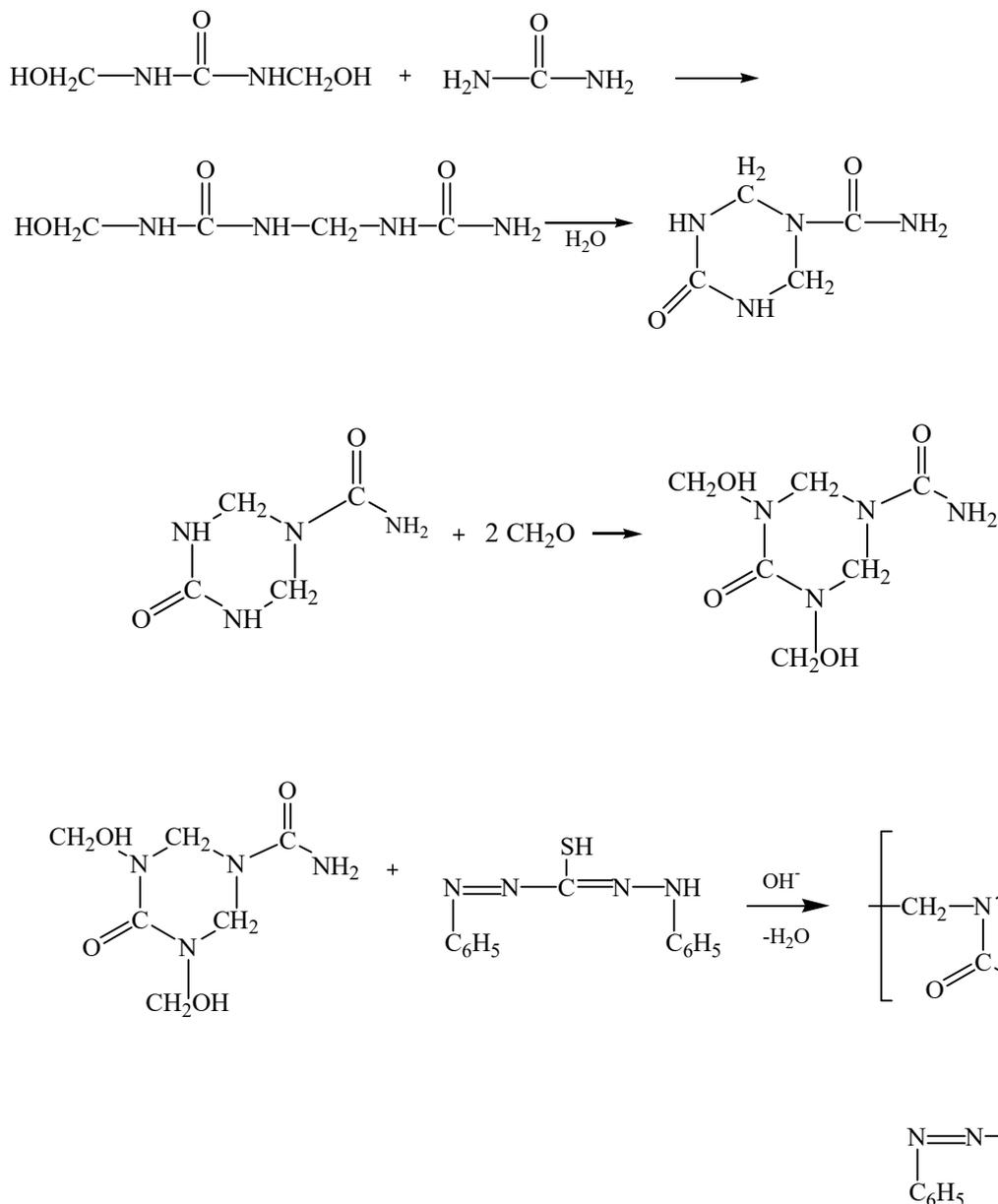
Согласно полученным результатам выполненных исследований, реакция синтеза сорбента может быть представлена следующим образом:

Заклучение

Получен азот-, кислород- и серосодержащий сорбент на основе реакции поликонденсации карбамида, формальдегида и дитизона. Определены оптимальные условия синтеза сорбента и исследовано влияние мольных соотношений исходных веществ на состав и физико-химические свойства синтезированного сорбента.

Установлено, что с увеличением относительного содержания количества формальдегида и уменьшением количества дитизона обменная емкость постепенно снижается. Сорбенты с лучшими показателями получены при 1:2:0.5 соотношении карбамида, формальдегида и дитизона соответственно.

Предложены предположительная структура и реакции образования хелатообразующего сорбента.



REFERENCES

1. Kasimov Sh.A., Turayev Kh.Kh., Dzhaliilov A.T. Issledovaniye protsessa kompleksobrazovaniya ionov nekotorykh dvukhvalentnykh 3d-metallov sintezirovannom khelatoobrazuyushchim sorbentom. *Universum: khimiya i biologiya*, 2018, vol. 45, no. 3. URL:<http://7university.com/ru/nature/archive/item/5583>
2. Umbarov I., Turaev K., Samadiy M. Research chemical composition of samples of underground salt waters of Surkhandarya and Urtabulok of Bukhara-Karshi depression. *Journal of Critical Reviews*, 2020, vol. 7, no. 19, pp. 8559-8562.
3. Kasimov Sh.A., Turayev Kh.Kh. Sintez azot-, fosfor-, kislorodsoderzhashchego polimernogo liganda i yego koordinatsionnykh soyedineniy s ionami Cu (II), Zn (II), Cd (II), Ag (I) [Synthesis of nitrogen-, phosphorus-, oxygen-containing polymer ligand and its coordination compounds with ions Co (I), Zn (I), SD (I), Ar (I)] *Materialy mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskoy konferentsii "Science Time"* [Materials of the international scientific-practical conference "Scene Time"]. Kazan', 2018, vol. 50, no. 2, pp. 56-59.
4. Kasimov Sh.A. i dr. IK spektroskopicheskiye issledovaniye i kvantovo-khimicheskiye kharakteristiki azot i fosforsoderzhashchego polimernogo liganda [IR spectroscopic study and quantum-chemical characteristics of nitrogen and phosphorus-containing polymer ligand]. *Universum: khimiya i biologiya*, 2019, vol. 60, no. 6.
5. Eshkurbonov F.B., Dzhaliilov, A.T., Choriyeva, N.B., Abduvaliyeva, M.Zh., Eshkurbonova, M.B. Issledovaniye protsessa sorbtitsii ionov molibdena sintezirovannym kompleksobrazuyushchim ionitom [Investigation of the process of sorption of molybdenum ions by a synthesized complexing ion exchanger]. *Universum: khimiya i biologiya*, 2018, vol. 49, no. 7.
6. Yergozhin Ye.Ye., Chalov T.K., Khakimolatova, K.Kh., Nikitina, A.I. Sorbtitsiya ionov Cr (VI) i V (V) novym azotsoderzhashchim ionitom [Sorption of Cr (VI) and B (B) ions by a new nitrogen-containing ion exchanger]. *Tsvetnyye metally*, 2015, no. 12, pp. 60-64.
7. Berdiyeva M.I., Turobzhanov S.M., Nazirova R.A. Primeniye sul'fokationita polikondensatsionnogo tipa v protsessakh umyagcheniya proizvodstvennykh vod [The use of polycondensation sulfocationite in the process of softening industrial waters]. *Voda: khimiya i ekologiya*, 2016, no. 9, pp. 27-29.
8. Yuldashev A., Mutalov Sh., Nazirova R., Tursunov T. Anionoobmennyye polimery polikondensatsionnogo tipa [Polycondensation type anion-exchange polymers]. *Chemistry and Chemical Engineering*, 2019, no. 1, pp. 39-43.
9. Grote M., Kettrup A. Ion-exchange resins containing S-bonded dithione and dehydrodithione as functional groups: Part 1. Preparation of the resins and investigation of the sorption of noble metals and base metals. *Analytica chimica acta*, 1985, vol. 172, pp. 223-239.
10. Mudasir, Ginanjar Raharjo, Iqmal Tahir, Endang Tri Wahyuni, Immobilization of Dithione onto Chitin Isolated from Prawn Seawater Shells (*P. merguensis*) and its Preliminary Study for the Adsorption of Cd(II) Ion. *Journal of Physical Science*, 2008, vol. 19, no. 1, pp. 63-78.
11. Monier M., Abdel-Latif D.A. Modification and characterization of PET fibers for fast removal of Hg(II), Cu(II) and Co(II) metal ions from aqueous solutions. *J. Hazardous Mater.*, 2013, vol. 250-251, no. 12, pp. 122-133.
12. Gafurova D.A. i dr. Sorbtitsiya ionov Sr (VI) anionoobmennym voloknistym materialom na osnove nitrona [Sorption of Cp (VI) ions by anion-exchange fibrous material based on nitron]. *Zhurn. prikl. khimii*, 2002, no. 1, pp. 71-74.
13. Shakhidova D.N., Gafurova D.A., Mukhamediyev M.G. Kompleksobrazuyushchiye ionoobmennyye materialy na osnove poliakrilonitrila [Complexing ion-exchange materials based on polyacrylonitrile]. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimii*, 2018, no. 2, pp. 104-110.
14. Lakiza N.V. i dr. Polucheniye khelatoobrazuyushchego sorbenta na osnove piridiletirovannogo polietilenimina dlya izvlecheniya ionov perekhodnykh metallor [Obtaining a chelating sorbent based on pyridylethylated polyethyleneimine for the extraction of transition metal ions]. *Zhurnal prikladnoy khimii*, 2013, vol. 86, no. 9, pp. 1414-1418.
15. Basargin N.N. Oskotskaya E.R., Chebrova A.V., Rozovskiy, Yu.G. Sorbtitsiya tsinka polimernymi khelatoobrazuyushchimi sorbentami i yeye primeniye v analize prirodnykh vod [Zinc sorption by polymeric chelating sorbents and its application in the analysis of natural waters]. *Zhurnal analiticheskoy khimii*, 2008, vol. 63, no. 3, pp. 231-236.
16. Morgalyuk V.P., Molochnikova N.P., Myasoedova G.V., Sharova E.V., Artyushin O.I., Tananaev I.G. Phosphoryl-containing chelating sorbents for concentrating actinides *Radiochemistry*, 2005, vol. 47, no. 2, pp. 186-189.
17. Dzhaliilov A.T., Turaev H.H., Mamatkulov Sh.I., Eshkurbonov F.B., Kasimov Sh.A., Eshkurbonova M.B. Izucheniye morfologii i opticheskikh svoystv kompleksobrazuyushchikh ionitov [Study of morphology and optical properties of complex-forming ionites]. *O'zbekiston kimyo jurnali*, 2017, no. 6, pp. 14-19.
18. Zougagh M., Cano Pavron A., Torres G. Chelating sorbents based on silica gel and their application in atomic spectrometry. *Anal Bioanal Chem.*, 2005, vol. 381, pp. 1103-1113.
19. Sharipov KH.T., Safarov O. T., Pardayev O. T., Daminova SH.SH. Izucheniye sorbtitsii medi fosforsoderzhashchim khelatnym sorbentom [Study of copper sorption by a phosphorus-containing chelate sorbent]. *Tezisy dokladov XXV mezhdunarodnaya Chugayevskaya konferentsiya po koordinatsionnoy khimii i II molodozhnaya konferentsiya -shkola «Fiziko-khimicheskiye metody v khimii koordinatsionnykh soyedineniy»* [XXV International Chugayev Conference on Coordination Chemistry and II Youth Conference - School "Physicochemical Methods in the Chemistry of Coordination Unions" Abstracts.], Suzdal', 6-11 iyunya, 2011, pp. 526-527.
20. Wolowicz A., Hubicki Z. The use of the chelating resin of a new generation Lewatit MonoPlus TP-220 with the bis-picolylamine functional groups in the removal of selected metal ions from acidic solutions. *Chem Eng J.*, 2012, vol. 197, pp. 493-508.
21. Parodi A., Vincent T., Pilsniak M., Trochimczuk A.W., Guibal E. Palladium and platinum binding on an amidazol containing resin. *Hydrometallurgy*, 2008, vol. 92, pp. 1-10.
22. Bekchanov D., Mukhamediev M., Gafurova D. Physico-chemical properties new nitrogen-and phosphorus containing ion exchange resins on the base of polyvinylchloride. *Bulletin of National University of Uzbekistan: Mathematics and Natural Sciences*, 2019, vol. 2, no. 3, pp. 189-206.
23. Bekchanov D., Kawakita H., Mukhamediev M., Khushvaktov S., Juraev M. Sorption of cobalt (II) and chromium (III) ions to nitrogen- and sulfur-containing polyampholyte on the basis of polyvinylchloride. *Polymers for Advanced Technologies*, 2021. doi: 10.1002/pat.5209
24. Ismoilova K.H., Bekchanov D., Khasanov S., Baltaeva M. Sorption of copper (II), nickel (II) and cobalt (II) ions into the ionite modified by polyphinyllchloride and polyethylene polyamine. *Scientific journal of the Fergana State University*, 2019, vol. 2, no. 3, pp. 19-21.
25. Pang Siu-Kwong; Yung Kam-Chuen, Chelating resin for removal of nickel impurities from gold electroplating solutions. *Ind. and Eng. Chem. Res.*, 2013, vol. 52, no. 6, pp. 2418-2424.
26. Mendil D., Kiriş T., Tuzen M., Soyak M. Separation-preconcentration of Cu, Cd, Pb and Ni in various water and food samples of Sepabeads SP-207. *Int. J. Food Sci. and Technol.*, 2013, vol. 48, no. 6, pp. 1201-1207.
27. Wang Jinnan, Cheng Cheng, Yang Xin, Chen Chen, Li Aimin. A new porous chelating fiber: Preparation, characterization, and adsorption behavior of Pb(II). *Ind. and Eng. Chem. Res.*, 2013, vol. 52, no. 11, pp. 4072-4082.
28. Wang Gang, Chang Qing, Zhang Mingyue, Han Xiaoting. Effect of pH on the removal of Cr(III) and Cr(VI) from aqueous solution by modified polyethyleneimine. *React. and Funct. Polym.*, 2013, vol. 73, no. 11, pp.1439-1446.
29. Kolodýnska D. Adsorption characteristics of chitosan modified by chelating agents of a new generation. *Chem. Eng. J.*, 2012, vol. 179, no. 11, pp. 33-43.
30. Ahamed Riswan M.A., Subha R., Jeyakumar D., Burkanudeen A.R. Separation of metal ions by the influence of a cation-exchange terpolymer involving 2-amino-6-nitrobenzothiazole-ethylenediamine-formaldehyde. *Polym. Int.*, 2015, vol. 64, no. 1, pp. 126-137.
31. Daminova Sh.Sh., Kadirova Z.Ch. Nanostrukturirovannyye tverdye ekstragenty na osnove porolasa i diizopropilditiofosfornoy kisloty. *Metallurgiya: tekhnologii, innovatsii, kachestvo.*, 2015, pp. 227-231.
32. Kasimov Sh.A., Turaev Kh. Kh., Djalilov A.T. Synthesis and research of nitrogen and oxygen containing polycondensation sorbent. *Proceedings of the III Tashkent International innovation forum*, 10-12 may, 2017, vol. 2, pp. 133-139.