ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 8

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, 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.

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

СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ С ФУРАНОВЫМ КОЛЬЦОМ И ИОНООБМЕННЫХ ПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ФУРФУРОЛА

Жамилова Нигинабону Қобил қизи
Доцент, Бухарский государственный технический университет, Республика Узбекистан, Бухара
Сабриев Мадиёр Фуркат ўғли
Магистр, Бухарский государственный технический университет, Республика Узбекистан, Бухара
Бобомуродова Нафиса Бобомурод қизи
Студентка, Бухарский государственный технический университет, Республика Узбекистан, Бухара
E-mail: Jamilova0807@mail.ru

Аннотация. В данной статье изучены синтез высокомолекулярных ионообменных полимеров на основе гетероциклических соединений, содержащих фурановое кольцо, а также их физико-химические свойства. Установлено, что полимеры на основе фурфурола благодаря наличию гетероциклической структуры обладают высокой термохимической и радиационной устойчивостью. Показано повышение устойчивости катионитов, синтезированных с участием ароматических кислот, к воздействию щелочей и окислителей. В ходе исследования было синтезировано соединение 1-(фуранил-2)пентен-4-ин-2-ол-1, структура которого подтверждена методом хромато-масс-спектрометрии. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности создания термостойких и функциональных полимерных материалов на основе производных фурфурола.

Ключевые слова: фурфурол, фурановое кольцо, гетероциклические соединения, ионообменные полимеры, катиониты, золь-гель синтез, поликремниевая кислота, термохимическая устойчивость, хромато-масс-спектрометрия, фрагментация, 1-(фуранил-2)пентен-4-ин-2-ол-1, высокомолекулярные соединения.

Abstract. This article investigates the synthesis of high-molecular-weight ion-exchange polymers based on heterocyclic compounds containing a furan ring, as well as their physicochemical properties. It was established that furfural-based polymers exhibit high thermochemical and radiation stability due to the presence of a heterocyclic structure. An increase in the resistance of cation exchangers synthesized using aromatic acids toward alkalis and oxidizing agents was demonstrated. During the study, the compound 1-(furan-2-yl)pent-4-en-2-yn-1-ol

ISSN 3030-3907

was synthesized, and its structure was confirmed by gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS). The obtained results indicate the promising potential for the development of thermally stable and functional polymeric materials based on furfural derivatives.

Keywords: furfural, furan ring, heterocyclic compounds, ion-exchange polymers, cation exchangers, sol–gel synthesis, polysilicic acid, thermochemical stability, gas chromatography–mass spectrometry, fragmentation, 1-(furan-2-yl)pent-4-en-2-yn-1-ol, high-molecular-weight compounds.

Annotatsiya. Ushbu maqolada furan halqasini o‘z ichiga olgan geterotsiklik birikmalar asosida yuqori molekulali ion almashinuvchi polimerlar sintezi hamda ularning fizik-kimyoviy xossalari o‘rganilgan. Furfurol asosidagi polimerlar geterosiklik tuzilishga ega bo‘lgani uchun yuqori termokimyoviy va radiatsion barqarorlikka ega ekanligi aniqlandi. Aromatik kislotalar ishtirokida sintez qilingan kationitlarning ishqorlar va oksidlovchilar ta’siriga chidamliligi oshgani ko‘rsatildi. Tadqiqot davomida 1-(furanil-2)penten-4-in-2-ol-1 birikmasi sintez qilindi, uning tuzilishi xromato-mass-spektrometriya usuli yordamida tasdiqlandi. Olingan natijalar furfurol hosilalari asosida issiqqa chidamli va funksional polimer materiallar yaratish istiqbolliligini ko‘rsatmoqda.

Kalit so'zlar: furfural, furan halqasi, heterosiklik birikmalar, ion almashinadigan polimerlar, kationitlar, sol-gel sintezi, polikremnik kislota, termokimyoviy qarshilik, xromato-mass-spektrometriya, parchalanish, 1-(furanil-2)penten-4-in-2-ol-1, yuqori molekulyar birikmalar.

ВВЕДЕНИЕ.

В Республике особое внимание уделяется получению химически модифицированных высокомолекулярных продуктов на основе соединений, содержащих фурановое кольцо, с использованием комбинаций экологически безопасных компонентов, а также их применению в энерго- и ресурсосберегающих системах, в результате чего достигнуты определённые научные результаты. В Стратегии развития Нового Узбекистана определены важные задачи, в том числе «дальнейшее развитие потенциала отечественных отраслей промышленности за счёт полного использования имеющихся возможностей, а также внедрение стандартов, соответствующих требованиям внешнего рынка и международным нормам» При рассмотрении литературных данных целесообразно уделить внимание особенностям методов получения ионообменных полимеров с использованием фурфурола в качестве сшивающего агента. Производные фурана, в частности ионообменные полимеры на основе фурфурола, обладают значительной практической значимостью. Для их производства в Узбекистане имеются значительные запасы растительного сырья, включая

ISSN 3030-3907

отходы хлопкоочистительной промышленности. Данное сырьё является одним из основных источников получения фурфурола и его производных. Выбор фурфурола в качестве исходного мономера для синтеза ионитов обусловлен тем, что фурфурол и его производные относятся к широкому классу реакционноспособных соединений, широко применяемых в промышленности. Благодаря наличию гетероциклического ядра полимеры на основе фурфурола характеризуются высокой термохимической и радиационной устойчивостью. Согласно исследованиям, проведённым в Институте пластмасс (г. Москва), Российском химико-технологическом университете имени Д. И. Менделеева, а также в институтах Академии наук Республики Узбекистан, данные материалы рассматриваются как перспективное сырьё для получения высокотермостойких и химически стойких полимерных материалов.

Авторы вышеуказанных работ отмечают высокую термобаростойкость синтезированных катионитов в щелочных растворах. Однако следует подчеркнуть, что все иониты на основе фенол-альдегидных полимеров вследствие наличия в их структуре фенольных гидроксильных групп, особенно это относится к полимерам, полученным на основе многоатомных фенолов и альдегидов, обладают относительно низкой химической и термической устойчивостью. Для повышения термохимической стойкости таких ионитов к воздействию щелочей и окислителей в качестве исходных соединений при синтезе катионитов были использованы ароматические кислоты, такие как β-нафталинсульфокислота, п-толуолсульфокислота и салициловая кислота. С использованием ИК-спектроскопии и потенциометрического титрования авторы изучили свойства данных ионообменников. Сульфокатионит с определённой селективностью к иодид-ионам был синтезирован путём введения ионогенных групп в структуру циклогексан-фурфурольного полимера. Литературные данные по синтезу ионообменников на основе кетон-альдегидных полимеров ограничиваются отдельными патентными сведениями и публикациями. Например, путём сульфирования ацетон-фурфурольного полимера был получен сульфокатионит с высокой термобаростойкостью. Механизм образования аминсульфокатионитов в работе не приведён. При синтезе сульфокатионита путём сульфирования циклогексан-фурфурольного полимера авторы, используя методы химического анализа (элементный анализ, определение бромного числа, количество выделившейся воды) и физико-химические методы (масс-спектроскопия, ИК-спектроскопия), изучили механизм образования циклогексан-фурфурольного полимера и установили структуру его

ISSN 3030-3907

элементарного звена. Изучению структуры и свойств поликремниевой кислоты посвящено большое количество работ. В 1861 году Грэм впервые описал получение геля кремниевой кислоты золь-гель методом. В 1897 году появились исследования Ван-Беммелена, в которых подробно изучались процессы дегидратации и гидратации силикагеля. Согласно данным Ван-Беммелена, на первых стадиях дегидратации испарение влаги происходит при давлении насыщенного пара. В более поздних работах Зигмонди, Бахмана и Андерсена, на основе представлений о силикагеле как о капиллярно-пористом теле, были сформулированы теоретические основы указанных процессов. На основании экспериментальных данных по определению растворимости вещества в растворителях и проведённых исследований можно с уверенностью отметить, что после экстракции в качестве растворителя используется гептан.

В одной из фаз экстракционной смеси находятся непрореагировавшие и растворённые в эфире вещества (KOH + DMSO + фурфурол), тогда как в другой фазе обнаружен нерастворимый в эфире синтезированный продукт реакции — 1-(фуранил-2)пентен-4-ин-2-ол-1.

После введения 1-(фуранил-2)пентен-4-ин-2-ола-1 в хромато-масс-спектрометр при выбранных условиях в интервале 3,573–3,597 мин наблюдалось образование молекулярного иона с m/z 148, соответствующего указанному соединению.

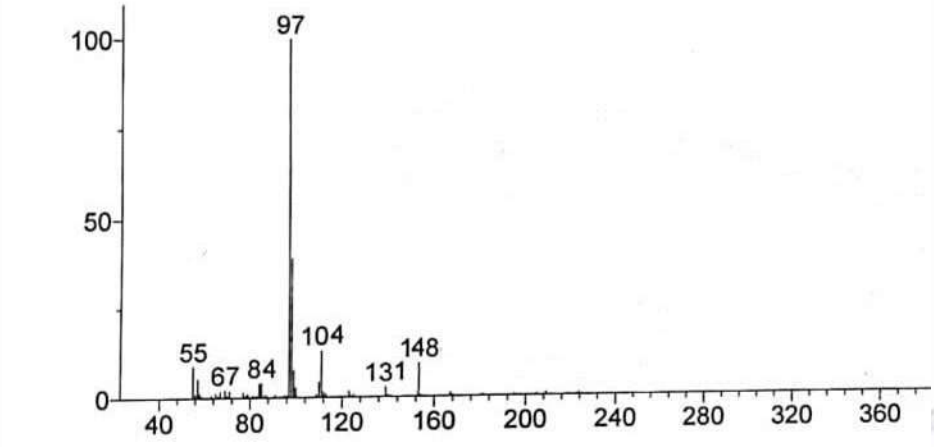
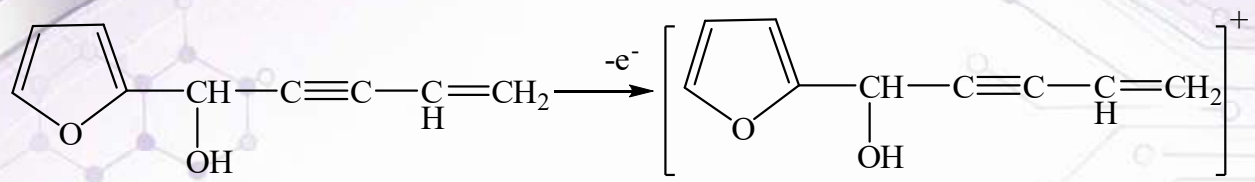


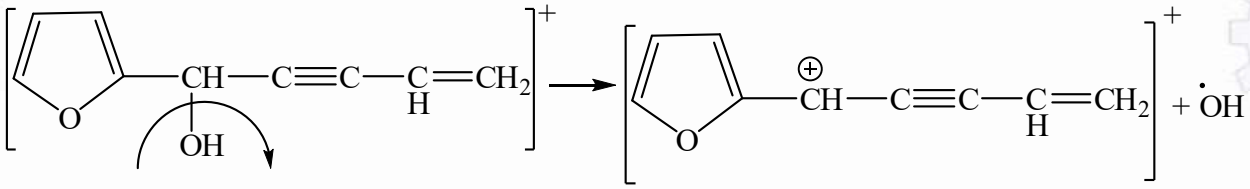
Рисунок 1. Хромато-масс-спектр 1-(фуранил-2)пентен-4-ин-2-ол-1.

ISSN 3030-3907



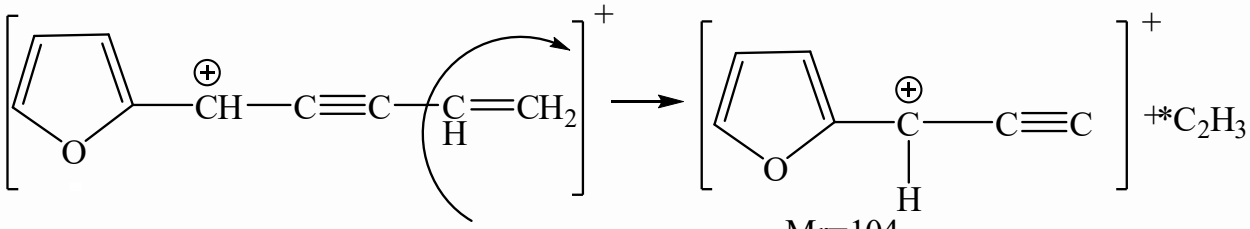
Mr=148

Кроме того, в спектре было установлено образование фрагментных ионов с массами m/z 131, m/z 104, m/z 97, m/z 84, m/z 67 и m/z 55. Для иона 1-(фуранил-2)-пентен-4-ин-2-ол-1 при времени удерживания 3,573 мин наблюдалось отщепление гидроксильного радикала (-OH), в результате чего образовался ион с m/z 131. Данный пик соответствует иону 1-(фуранил-2)-пентен-4-ин-2-ол-1 с m/z 131 и согласуется с энергиями химических связей.



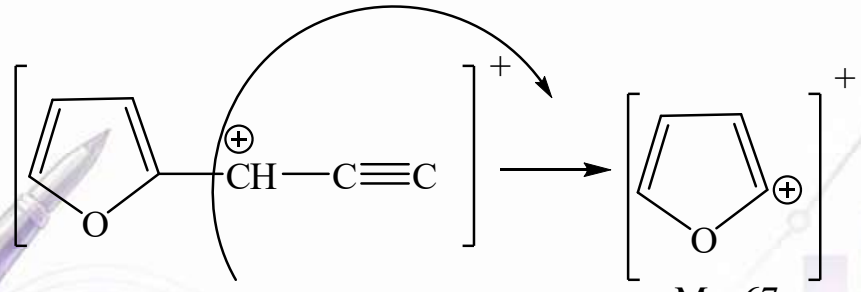
Mr=148 Mr=131

Для третичного иона 1-(фуран-2-ил)пентен-4-ин-2-ил-1 наблюдается отщепление метиленового радикала, приводящее к образованию иона с m/z 86. Данный пик соответствует иону 1-(фуран-2-ил)-3λ3-пропин-2-ил-1 с m/z 104.



Mr=131 Mr=104

В свою очередь, для иона 1-(фуран-2-ил)-3λ3-пропин-2-ил-1 при времени удерживания 3,597 мин наблюдалось отщепление радикалов, сопровождающееся образованием иона с m/z 67.



Mr=67

В заключение анализа следует отметить, что кинетические закономерности образования ионов также протекают в соответствии со

ISSN 3030-3907

сложностью раскрытия цикла. На начальной стадии наблюдается отщепление ионов боковой цепи, а затем — последующая деструкция цикла, что подтверждает корректность структуры вещества, точность его идентификации и соответствие установленным закономерностям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В результате проведённого исследования была обоснована возможность получения высокомолекулярных ионообменных полимеров на основе гетероциклических соединений, содержащих фурановое кольцо, полученных из фурфурола. Установлено, что гетероциклическая структура синтезированных полимеров обеспечивает их высокую термохимическую и радиационную устойчивость. Также отмечено повышение устойчивости катионитов, полученных на основе ароматических кислот, к воздействию щелочей и окислителей.

Было синтезировано соединение 1-(фуранил-2)пентен-4-ин-2-ол-1, структура которого подтверждена методом хромато-масс-спектрометрии. Установлено, что молекулярные и фрагментные ионы, наблюдаемые в масс-спектре, соответствуют структурному строению вещества. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности создания термостабильных, функциональных и практически значимых полимерных материалов на основе производных фурфурола.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Li, B., Chen, M., Pan, Y., & Yang, L. (2025). Insights into the pyrolysis/gasification mechanism of cation ion exchange resins based on ReaxFF simulation and DFT computation. Thermochimica Acta, 180091.
2. Chavez-Sifontes, M. H., Domine, M. E., & Valencia, S. (2015). Synthesis of furan derivatives via cascade-type reactions catalyzed by solid acids. Catalysis Today, 257, 305-317.
3. Mori, M., Tanaka, K., Satori, T., Ikedo, M., Hu, W., & Itabashi, H. (2006). Influence of acidic eluent for retention behaviors of common anions and cations by ion-exclusion/cation-exchange chromatography on a weakly acidic cation-exchange resin in the H+-form. Journal of Chromatography A, 1118(1), 51-55.
4. Firuz O., Vokhid A. Synthesis and properties of complex forming ionites //Universum: технические науки. – 2023. – №. 2-6 (107). – С. 38-40.
5. Ostonov F., Akhmedov V., Olimov B. Preparation of hybrid composites by sol-gel method and analysis of its properties //Scientific Collection «InterConf». – 2022. – №. 123. – С. 256-259.
6. Zuhriddin, R., & Niginabonu, J. (2022). Production of polyethylene terephthalate. Universum: технические науки, (5-11 (98)), 58-62.

ISSN 3030-3907

7. O'G'Li, R. Z. K., & Qizi, J. N. Q. (2022). Analysis of importance and methods of production of block sopolymers based on polyetylenterephtalate. International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, 3(1), 51-55.
8. Zuhriddin, R., Niginabonu, J., Aminjon, V., & Temurbek, D. (2022). Mechanisms of eterification of tereftalic acid with etylenglycol. Universum: технические науки, (5-11 (98)), 63-67.
9. Nigina J., Mizrob Z. Production of vinyl ethers of furfuryl alcohol //Universum: химия и биология. – 2023. – №. 9-2 (111). – С. 57-62.
10. Bobir, O., Vokhid, A., Gulnoz, G., & Sherzod, R. (2022). Synthesis and properties of nitrogen-retaining corrosion inhibitors. Universum: химия и биология, (4-2 (94)), 43-46.
11. Ostonov F. Кремнийорганик бирикмалар билан модификацияланган акрил бирикмаларининг олиниши //центр научных публикаций (BuxDU. uz). – 2020. – Т. 1. – №. 1.
12. Tanaka, K., Ohta, K., Haddad, P. R., Fritz, J. S., Miyanaga, A., Hu, W., ... & Sarzanini, C. (2001). High-performance ion-exclusion/cation-exchange chromatography of anions and cations in acid rain waters on a weakly acidic cation-exchange resin. Journal of Chromatography A, 920(1-2), 239-245.
13. Jiang, H., Yuan, J., Lin, L., Wang, H., Gao, R., Chen, Y., ... & Wang, X. (2025). Electro-deionization with zirconium phosphate cation exchange resins for treating radioactive wastewater. Separation and Purification Technology, 134055.
14. Xie, L., Li, J., Xue, W., Zou, H., Wu, J., Zhang, Z., ... & Mei, D. (2025). Enhanced selectivity of imidazolium-based anion exchange resins for technetium-99 and rhenium removal. Chemical Engineering Journal, 521, 166701.
15. Yang, Z., Chou, X., Kan, H., Xiao, Z., & Ding, Y. (2022). Nanoporous copper catalysts for the fluidized electrocatalytic hydrogenation of furfural to furfuryl alcohol. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 10(22), 7418-7425.
16. Venegas-García, D. J., Mir, M., Steiger, B. G., & Wilson, L. D. (2024). Furfuryl-pyridinium-functionalization of flaxseed gum for effective methylene blue removal from aqueous solution. Canadian Journal of Chemistry.

ISSN 3030-3907