ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -1

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 1

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

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ И ТЕРМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ХЕЛАТООБРАЗУЮЩЕГО ПОЛИМЕРНОГО СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ N-ФЕНИЛАНТРАНИЛОВОЙ КИСЛОТЫ И ЕГО КОМПЛЕКСОВ С ИОНАМИ Cu(II) И Ni(II)

Умирова Гулнора Абдурахмоновна
Доктора философии (PhD) по химическим наукам, Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: umirova81@internet.ru
Абдураимова Гулхайё Назиртошевна
Магистрант 2-го курса, Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез
Урозова Сабохат Анваровна
Магистрант 2-го курса, Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез
Худойбердиева Гузал Икром кизи
Студент 4-го курса, Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез

Аннотация. В работе осуществлен синтез сетчатого хелатообразующего сорбента путем поликонденсации эпоксидного олигомера с полиэтиленполиамином, модифицированного фенилантраниловой кислотой. Методом ИК-спектроскопии подтверждено формирование полимерной матрицы и идентификация координационных узлов в комплексах с ионами Cu(II) и Ni(II). Установлено, что сорбция протекает по хелатному механизму через донорные атомы азота и кислорода. Исследование термической стабильности показало, что координация катионов металлов повышает термостойкость материала за счет дополнительного структурирования сетки. Полученные результаты обосновывают эффективность применения сорбента для селективного извлечения тяжелых металлов из водных сред.

Ключевые слова: полимерный сорбент, сорбция, ИК-спектроскопия, структура, термическая стабильность.

Abstract. A cross-linked chelating sorbent was synthesized via polycondensation of an epoxy oligomer with polyethylene polyamine, modified with phenylanthranilic acid. The formation of the polymer matrix and the identification of coordination sites in complexes with Cu(II) and Ni(II) ions were confirmed using FTIR spectroscopy. It was established that the sorption process follows a chelation mechanism involving nitrogen and oxygen donor atoms. Thermal stability studies revealed that the coordination of metal cations enhances the heat

resistance of the material due to additional network structuring. The results demonstrate the efficiency of the synthesized sorbent for the selective recovery of heavy metals from aqueous media.

Keywords: Polymeric sorbent, sorption, IR spectroscopy, structure, thermal stability.

Annotatsiya. Ishda fenilantranil kislotasi bilan modifikatsiyalangan polietilenpoliamin bilan epoksid oligomerning polikondensatsiyasi orqali to‘rsimon xelat hosil qiluvchi sorbent sintezi amalga oshirildi. IQ-spektroskopiya usuli yordamida polimer matritsaning hosil bo‘lishi va Cu(II) va Ni(II) ionlari bilan komplekslardagi koordinatsion tugunlarning aniqlanishi tasdiqlandi. Sorbsiya azot va kislorodning donor atomlari orqali xelat mexanizmi bo‘yicha borishi aniqlandi. Termik barqarorlikni o‘rganish shuni ko‘rsatdiki, metall kationlarining muvofiqlashuvi to‘rni qo‘shimcha tuzilishga keltirish orqali materialning issiqlikka chidamliligini oshiradi. Olingan natijalar og‘ir metallarni suv muhitidan tanlab ajratib olish uchun sorbentdan foydalanish samaradorligini asoslaydi.

Kalit so‘zlar: polimer sorbent, sorbsiya, IQ-spektroskopiya, tuzilma, termik barqarorlik.

ВВЕДЕНИЕ.

Изучены сорбционные свойства полиамфолита по отношению к d-ионам элементов. Рассмотрено влияние температуры синтеза на удельный объем и статическую обменную емкость полиамфолита. Подробно оценено и проанализировано влияние pH окружающей среды на сорбцию ионов меди (II) полиамфолитом [1]. В данной статье рассматривается синтез азотсодержащих полимерных сорбентов для удаления железа из рассола, используемого в электролитическом производстве каустической соды и хлора. Испытания этих сорбентов показали высокую сорбционную способность по отношению к железу и более высокую эффективность сорбции, чем у метилцеллюлозы [2]. В данной работе показано, что ионы тяжелых металлов, таких как никель, кобальт, цинк, хром, медь, свинец и кадмий, из-за своей высокой токсичности создают серьезные экологические проблемы для животных, растений и человека [3]. В данной статье исследуется синтез хелатирующего сорбента на основе пара-аминобензойной кислоты, эпоксидной смолы и полиэтиленполиамина. Изучено влияние температуры и молярного соотношения исходных материалов на свойства получаемого хелатирующего сорбента. [4]. В качестве сорбентов уже широко применяются полиамфолиты с функциональными группами, в которых возможно координирование металла по атому азота или кислорода [5]. Полиамфолиты представляют

ISSN 3030-3907

собой полимерные вещества, которые одновременно содержат в своем составе как анионные, так и катионные группы, которые в зависимости от pH среды могут сорбировать катионы и анионы [6]. Гидрометаллургический способ разделения металлов широко используется в металлургической промышленности. Технологические растворы, образующиеся при извлечении металлов гидрометаллургическим методом, содержат ионы цветных и тяжелых металлов, такие как медь, никель, свинец и ртуть [7]. Использование хелатообразующих ионитов, обладающих высокой селективностью по отношению к ионам цветных металлов, является одним из перспективных направлений в практике очистки сточных вод [8].

ЦЕЛЬ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Целью исследования является синтез азотсодержащего комплексообразующего полифункционального полимерного сорбента, а также получение на его основе комплексных соединений ионов Cu(II) и Ni(II) сорбционным методом и определение состава, структуры и физико-химических свойств полученных соединений.

Для установления трёхмерной структуры полученного ионообменного полимера наряду с методами химического анализа были использованы физико-химические методы исследования. С целью изучения структуры полимера применяли ИК-спектроскопию. ИК-спектроскопические исследования проводили на инфракрасном Фурье-спектрометре IRTracer-100 SHIMADZU (Япония) в диапазоне 400–4000 $см^{-1}$ с погрешностью ±4 $см^{-1}$ на образцах сорбента в порошкообразном состоянии.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. Синтез комплексообразующего сорбента на основе эпоксидной смолы, модифицированной N-фенилантраниловой кислотой, осуществляли с использованием реактивов марки «химически чистый». Растворы реагентов для проведения эксперимента готовили путем растворения в растворителях с точно заданным объемом. Для синтеза азотсодержащего полимерного сорбента в стакане растворяли N-фенилантраниловую кислоту (0,0047 моль) в 8 мл 96%-ного этанола при перемешивании в течение 5–10 минут до полного растворения. Затем полученный раствор добавляли к эпоксидной смоле ЭД-20 (0,02 моль) и перемешивали до образования однородной смеси. В качестве отвердителя вводили полиэтиленполиамин (ПЭПА) (0,028 моль) и интенсивно перемешивали в течение 20 минут. Полученную массу переносили в фарфоровую чашку и сушили при комнатной температуре в течение 24 часов. Полученный продукт представлял собой пористое полимерное вещество светло-жёлтого цвета. Выход реакции составил 90%.

ISSN 3030-3907

Для установления структуры полученного сорбента была использована ИК-спектроскопия. В его ИК-спектрах наблюдаются следующие полосы поглощения: ν(NH) — 3340 см⁻¹, ν_as(CH_3) — 2960 см⁻¹, ν_s(CH_2) — 2924 см⁻¹, ν_s(O–CH_3) — 2852 см⁻¹, δ(CH) — 1456 см⁻¹, δ(NH) + ν(CN) — 1292 см⁻¹, а также полоса при 1180 см⁻¹, характерная для 1,2-замещённого бензольного кольца (C_6H_4). Полоса при 1577 см⁻¹ преимущественно проявляется в области пара-замещённых ароматических соединений, таких как $CH_3COC_6H_4OCH_3$.

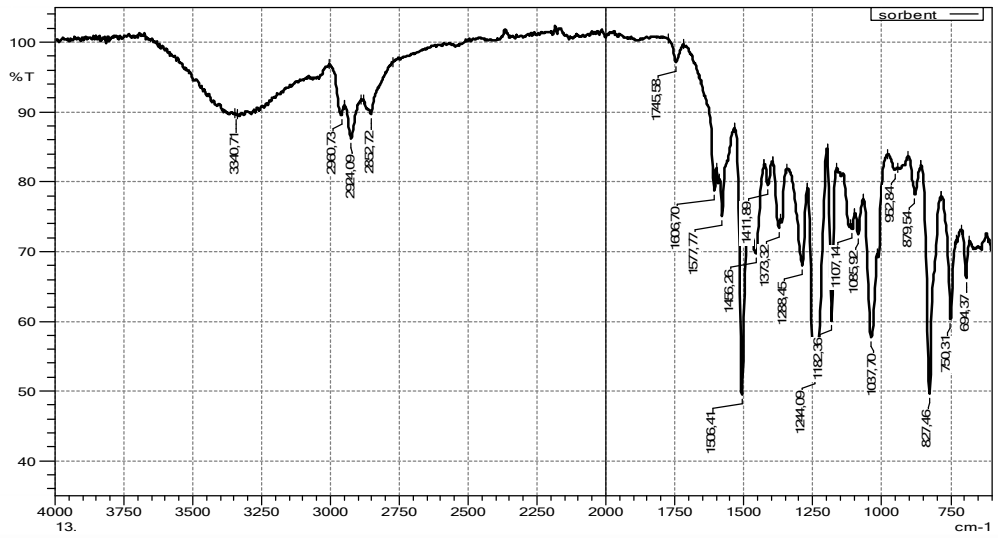


Рисунок 1. ИК-спектр полученного полимерного сорбента.

В синтезированном сорбенте отсутствуют характерные для эпоксидных групп полосы поглощения (810–950, 1250, 3000–3050 см⁻¹), что свидетельствует об их химическом превращении. В то же время наблюдаются деформационные колебания аминогрупп δ(N–H) при 1456 см⁻¹ и валентные колебания связи C–N при 1292 см⁻¹. Полоса поглощения в области 1606 см⁻¹ соответствует валентным колебаниям бензольного кольца, что подтверждает ароматический характер соединения (рис. 1).

На основании результатов проведённого исследования и данных, представленных в литературе, реакцию синтеза полимерного сорбента можно представить в следующем виде:

ISSN 3030-3907

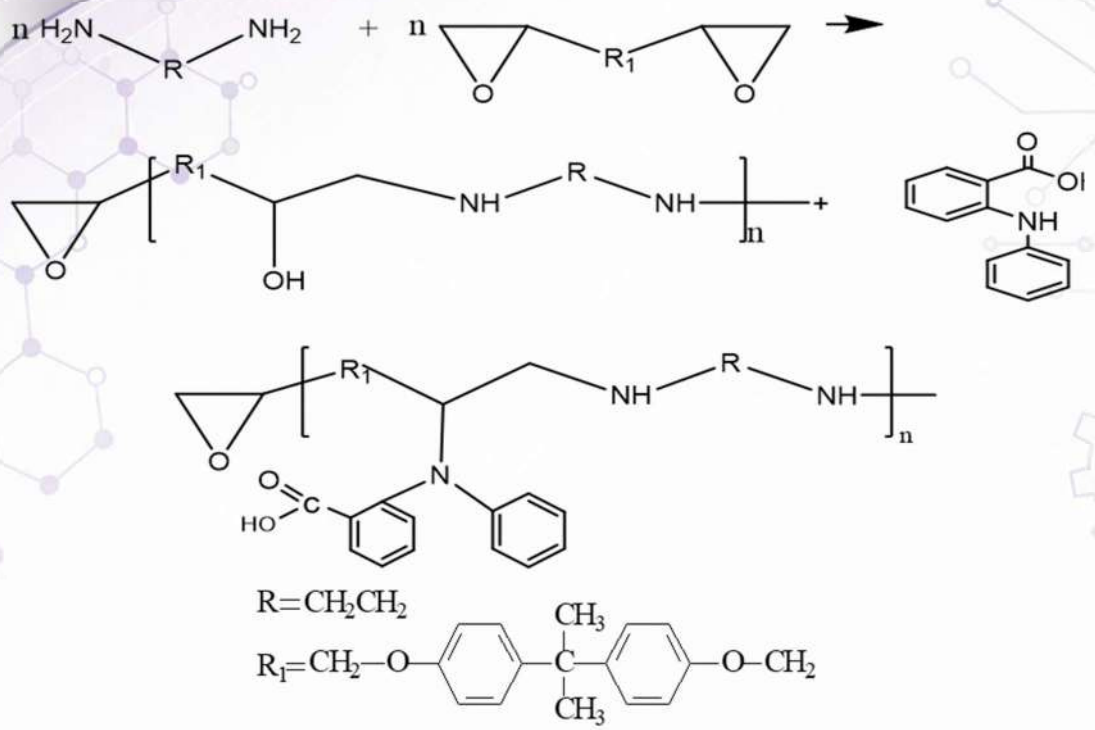


Рисунок 2. Реакция синтеза сорбента ФАК-ЭП.

В результате проведённых исследований с использованием сорбента ФАК-ЭП была изучена сорбция некоторых ионов d-металлов (Cu^{2+}, Ni^{2+}), а также с помощью ИК-спектроскопического метода исследована структура координационных соединений, образующихся в процессе сорбции.

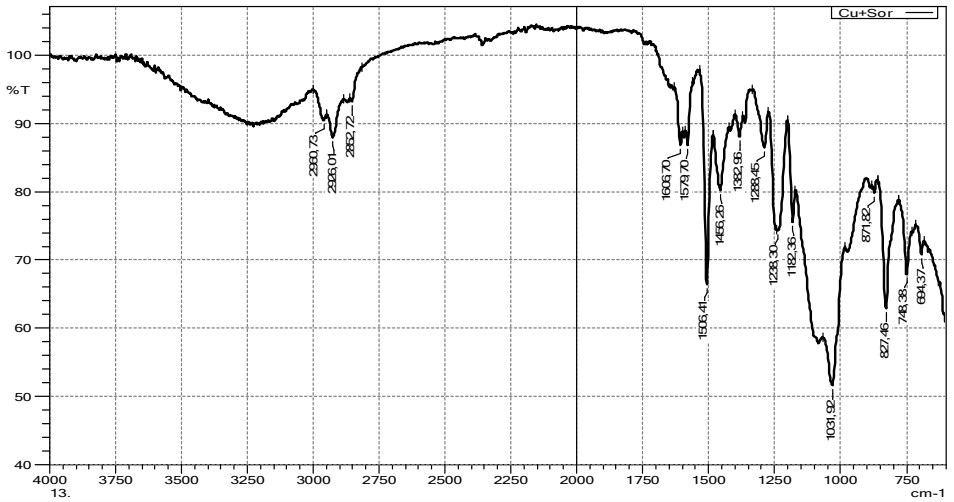


Рисунок 3. ИК-спектр комплекса ФАК-ЭП с ионом Cu(II).

ISSN 3030-3907

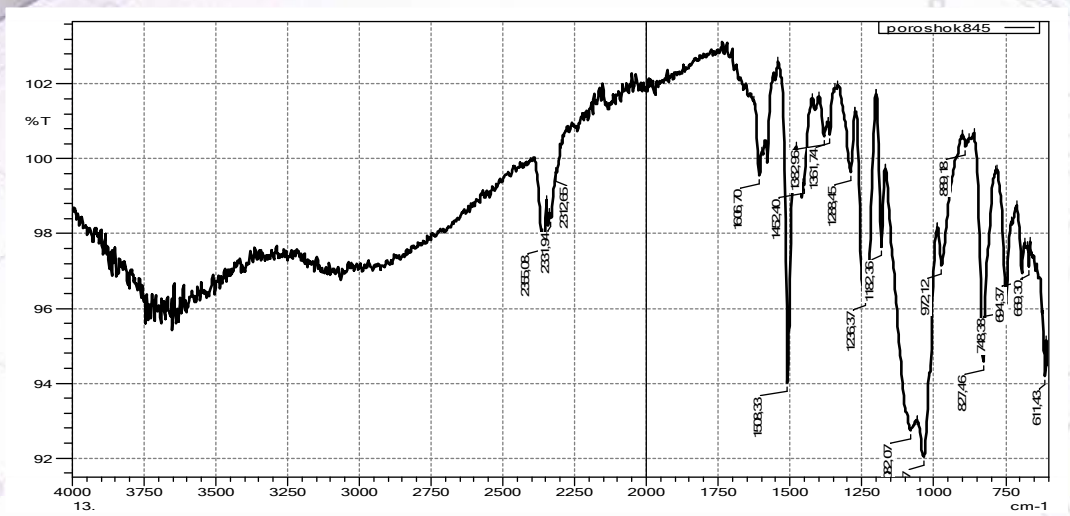


Рисунок 4. ИК-спектр комплекса с ионом Ni(II).

Термическая стабильность и особенности разложения полимерного сорбента, синтезированного на основе ФАК-ЭП, были исследованы методом дериватографического анализа (TGA/DTA). Анализ полученных термограмм показал, что при нагревании материал претерпевает многостадийные изменения.

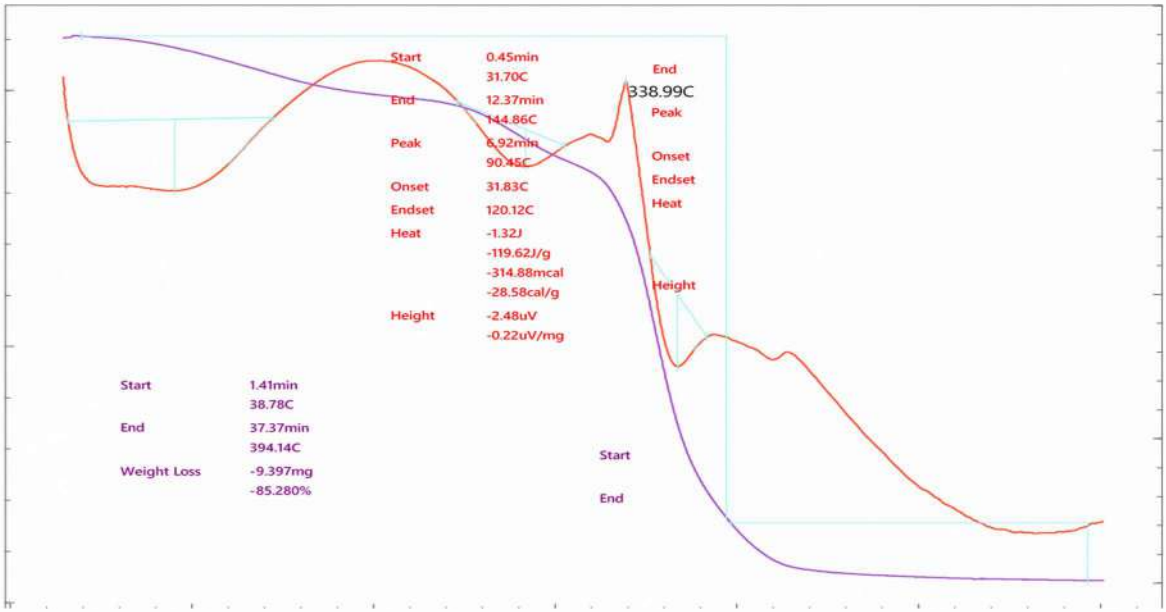


Рисунок 5. Дериватограмма сорбента ФАК-ЭП.

ISSN 3030-3907

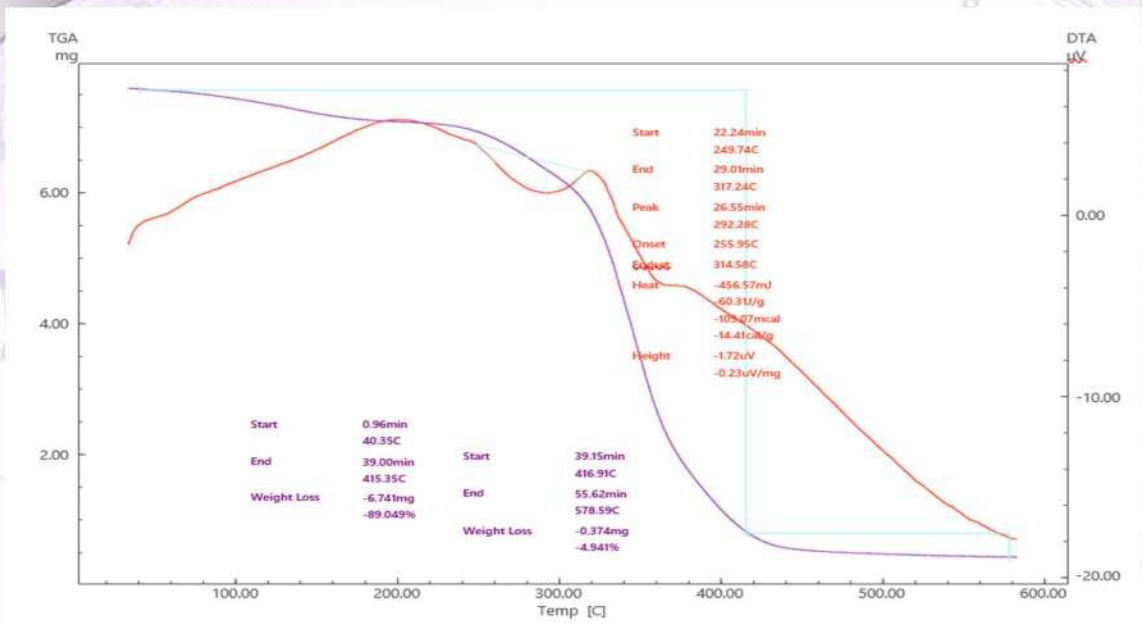


Рисунок 6. Дериватограмма комплексного соединения сорбента ФАК-ЭП, образованного с ионами Cu^{2+}.

Дериватограмма полимерного сорбента ФАК-ЭП демонстрирует три эндотермических эффекта при температурах 90, 283 и 367 °C, сопровождающихся поглощением тепла. Экзотермический эффект, наблюдаемый при температуре 339 °C, а также основная потеря массы в интервале 38–394 °C (85,28 %) обусловлены интенсивной деструкцией полимерного сорбента; при этом величина утраченной основной массы составляет 9,397 мг. В температурном диапазоне 396–593 °C наблюдается дальнейшая потеря массы, составляющая 1,123 мг (10,191 %). Таким образом, основной интервал термического разложения приходится на диапазон температур 300–600 °C. Можно заключить, что снижение массы происходит вследствие деструкции сорбента, сопровождающейся разложением различных функциональных групп (Рис.5). Дериватограмма комплексного соединения сорбента ФАК-ЭП с ионом Cu(II), представленная на рисунке 6, характеризуется наличием одного эндотермического эффекта при температуре 292 °C. Основная потеря массы наблюдается в интервале температур 40–415 °C и составляет 6,741 мг (89,04 %). Последующее снижение массы происходит в диапазоне 416–578 °C и составляет 0,374 мг (4,941 %).

ВЫВОД. В данной работе был синтезирован полимерный сорбент ФАК-ЭП на основе N-фенилантраниловой кислоты, эпоксидной смолы и полиэтиленполиамина. Результаты ИК-спектроскопии подтвердили успешное формирование структуры сорбента. Исследования показали способность сорбента образовывать комплексные соединения с ионами Cu(II) и Ni(II), а также его многостадийное термическое разложение по

ISSN 3030-3907

данным TGA/DTA. Установлено, что при высоких температурах образуется термически устойчивый углеродистый остаток, а комплексообразование с Cu(II) повышает термическую стабильность сорбента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ermuratova N. Turaev K. Kornilov K et al, Adsorption Ability of Nitrogen-Containing Polymer Sorbents Based on Urea-Formaldehyde Resin and Aminoacetic Acid Towards Heavy Metal Ions // Polymer Letters, Volume 65, Issue 6, 2023, Pages 666-671.

2. Zagidullin R , Nitrogen-containing polymer sorbents for extracting iron from salt solutions // Khimicheskaya Promyshlennost' Volume 10, Issue 1987, Pages *588-590.*

3. Умирова Г.А., Тураев Х.Х., Касимов Ш.А., Джалилов А.Т., Шориева Н.Б, Синтез сорбента на основе глутаминовой кислоты и исследование сорбции металлов на нем , «Химия и технология редких и нередких металлов: современное состояние, проблемы и перспективы» // Республиканская научно-практическая конференция, 28-29 апреля 2023 г., Термез, 178-179

4. Умирова Г.А., Тураев Х.Х., Касимов Ш.А., Джалилов А.Т., сорбция ионов cu(ii) и zn (ii) полиамфолиты, полученные на основе аминокислот // Universum: химия и биология электрон. научн. журн. Умирова Г.А. [и др.]. 2021.10(88).

5. Umirova G.A., Kasimov Sh.A., Turaev Kh.Kh., Dzhalilov A.T. IR spectroscopic and thermal characteristics of a nitro gen-containing ligand and its coordination compounds with copper (II) // ISJTAS. 2021. V. 101. N 09. P. 49-51.

6. Umirova G.A., Kasimov Sh.A., Turaev Kh.Kh., Dzhalilov A.T. Sorption of Cu (II) and Zn (II) ions on polyampholytes obtained from amino acids // Universum: Khim. Biol.: El ektron. Nauchn. Zhurn. 2021. N 10(88). P. 19-22 (in Rus sian).

7. Касимов Ш.А., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т., Исследование процесса комплексообразования ионов некоторых двухвалентных 3d-металлов с хелатообразующим сорбентом // Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. -2018. -№3 (45).

8. Wołowicz A., Hubicki Z. Adsorption characteristics of noble metals on the strongly basic anion exchanger Purolite A-400TL // J. Mater Sci. -2014. -V.49, -P.6191–6202

ISSN 3030-3907