

ISSN 2091-5527

№ 2/2026

Ўзбекистон

# **K**ompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал

**Композиционные материалы**

Потенциал электрода из стали Ст3 без покрытия в растворе составляет  $265 \div 270$  мВ по водородной шкале. Наличие покрытия, введение в состав покрытия ингибиторов и увеличение толщины покрытия приводит к резкому снижению потенциала электрода в положительную сторону (таблица 4). При толщине покрытия эмали более 50 мкм и более потенциал становится положительным. Потенциал электрода с покрытием смещается во

времени в сторону отрицательных значений и при достижении определенного времени становится равным потенциалу электрода без покрытия ( $\varphi = 265 \div 270$  мВ).

Время достижения величины электродного потенциала до значения в отсутствие покрытия зависит от состава, наличия природных добавок и эмали может быть принято, как критерии оценки эффективности добавок (таблица 4).

Таблица 4

**Влияние добавок на время  $\tau$  (час) достижения величины потенциалов электрода  $\varphi$  (мВ) из стали Ст3 с покрытием до значения в отсутствие покрытия в растворе  $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{S}$ .**

| № п.п | Добавки к эмали ЭП-750 | Электролит, содержащий $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{S}$ |                |
|-------|------------------------|--|----------------|
|       |                        | $\tau$ , час   | $\varphi$ , мВ |
| 1.    | Без добавок            | 118  | -270           |
| 2.    | Нитробензол            | 198  | -268           |
| 3.    | И-1-А                  | 170  | -267           |
| 4.    | ПКУ                    | 165  | -268           |
| 5.    | Каптакс                | 218  | -267           |

Как видно из таблицы 4, что электродный потенциал покрытий без добавок составляет 118 часов. Введение в состав покрытий добавок увеличивает время достижения электродного

потенциала до исходного состояния  $165 \div 218$  часов, что указывает на то, что ингибиторы увеличивают срок службы покрытий в  $1,3 \div 1,5$  раза, чем покрытия без добавок.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колотыркин Я.М. «Коррозия металлов», М. Metallurgy, 2005.
2. Ливчак И. Ф. «Охрана окружающей среды», М. Стройиздат, 2008.
3. Юхневия Р. «Техника борьбы с коррозией», Пер. Азимкулов Ф.У. Защита от коррозии трубной стали в сероводородсодержащей среде, Международное нефтегазовое событие «Нефть и газ Узбекистана – Oilandgaz Uzbekistan». Научно-практическая конференция, Ташкент, 2019, 52-53 с.
4. Арсланов Ш.С. Тураев Б.Т., Исмаилова Н.А. Влияние климатических условий на срок службы лакокрасочных покрытий, используемые для защиты от коррозии металлов, Узбекский Журнал нефти и газа, Ташкент, 2020, 25-27 с.

UDK:678.023.001.2(075)

#### MIS ATSETATINING IZONIKOTINAMID BILAN YANGI KOORDINATSION BIRIKMASINING SINTEZI VA FIZIK-KIMYOVIY TAHLILI

**Sadullayeva Gulandom Bahodirovna, Ibragimova Mavluda Ro'zmetovna, Xudoyberdiyeva Dilfuza Abdinazarovna, Pirimova Mehribon Asrorovna, Jo'rayev Azamat Shoymurot o'g'li**

*O'zRFA Umumiy va noorganik kimyo instituti*

**Annotatsiya:** maqolada izonikotinamid bilan mis atsetatning koordinatsion birikmasi sintez qilingan hamda uning tuzilishi fizik-kimyoviy usullar yordamida tahlil qilingan.

**Kalit so'zlar:** Cu(II) atsetat monogidrat, izonikotinamid, yutilish chiziqlari, IQ spektr, rentgen nurlari difraksiyasi (XRD).

**Kirish.** Piridin hosilasi bo'lgan izonikotinamid (INA, L) nikotinamidning (PP vitamini) strukturaviy izomeri bo'lib, antivitamin xususiyatlarini namoyon etadi. Izonikotin kislotasi amidining ayrim metallar bilan komplekslari va protonlangan amid antimikobakterial va o'smalarga qarshi faollikni namoyon etadi. Izonikotinamid metall komplekslari sintezi va ularning fizik-kimyoviy xossalari o'rganish koordinatsion kimyoning istiqbolli yo'nalishlaridan biri bo'lib qolmoqda. Ayniqsa, mis(II) ionlari bilan hosil

bo'ladigan yangi kompleks birikmalarni sintez qilish va ularni zamonaviy tahlil usullari yordamida tadqiq etish ilmiy va amaliy ahamiyatga ega [1-3].

Mis inson tanasida fermentativ reaksiyalarda ishtirok etadigan muhim biologik faol mikroelementdir. Izonikotinamid azot tutuvchi geterosiklik ligand sifatida o'tish metallari bilan barqaror koordinatsion birikmalar hosil qilish qobiliyatiga ega bo'lib, u amid va piridin guruhlari orqali metall ionlari bilan koordinatsiyalanadi. [4-5].

Mazkur ishda Cu(II) asetat va izonikotinamid (INA) ligandi asosida yangi koordinatsion kompleks birikmalar sintez qilindi. Komplekslar erituvchi bug‘latish usuli yordamida olingan bo‘lib, ularning tarkibi va tuzilishi infraqizil (IQ) spektroskopiyasi va rentgen nurlari difraksiyasi yordamida o‘rganildi. Spektroskopik natijalar izonikotinamidning Cu(II) ioniga azot va karbonil gurung kislorod atomlari orqali koordinatsiyalanganini ko‘rsatdi. Olingan natijalar yangi qattiq faza hosil bo‘lganini va komplekslarning fizik-kimyoviy xossalari boshlang‘ich moddalariga nisbatan yaxshilanganini tasdiqlaydi.

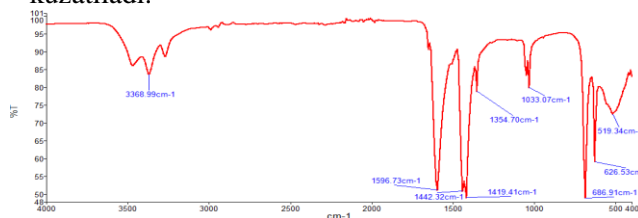
Ilmiy tadqiqotlarda izonikotinamid ko‘pincha Cu(II), Ni(II), Co(II), Zn(II) va Fe(III) ionlari bilan koordinatsion birikmalar sintezida qo‘llanilgan. Adabiyotlarda keltirilishicha, izonikotinamid metall markaziga asosan piridin azoti orqali monodentat ligand sifatida ulanadi, ayrim hollarda esa vodorod bog‘lari orqali kristall panjaraning barqarorligini ta‘minlaydi. Bu xususiyatlar komplekslarning kristall strukturasi mustahkamlashda muhim rol o‘ynaydi [7-8].

Bir qator tadqiqotlarda izonikotinamidli komplekslarning biologik faolligi ham o‘rganilgan bo‘lib, ularning antimikrob va antifungal xususiyatlarga ega ekanligi ko‘rsatilgan. Bu holat ligandning farmakologik faol fragmentlarga ega ekanligi va metall ionlari bilan komplekslashganda biologik samaradorlikning ortishi bilan izohlanadi. Shu sababli, izonikotinamid asosidagi koordinatsion birikmalar nafaqat strukturaviy kimyo, balki bioorganik kimyo nuqtayi nazaridan ham dolzarb hisoblanadi.

**Metod va materiallar.** Sintez qilingan kompleks birikmaning individualligini va fazaviy tarkibini aniqlash uchun yuqori aniqlikdagi rentgen difraksiyon qurilmasi Rigaku MiniFlex 600 X-ray (Rigaku Corporation, Yaponiya) dan foydalanildi. Qurilma quyidagi parametrlar bilan ishlatildi: rentgen nurlanish manbai Cu ( $K\alpha$ ) nurlari,  $\lambda = 1.5406 \text{ \AA}$ , o‘lchov diapazoni  $2\theta = 3^\circ - 90^\circ$  detector, dasturiy ta‘minot. Ligand tarkibidagi funksional guruhlardagi o‘zgarishlarni tahlil qilish maqsadida 32 scan Pekin Elmer Spectrum Two (UK) IQ spektrofotometridan foydalanildi. Nur intensivligi  $400-4000 \text{ cm}^{-1}$  sohada aniqlandi. Kompleksni sintez qilish uchun  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  va izonikotinamid 1:2 mol nisbatda olindi. Dastlabki moddalar DMFA da eritilib,  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  haroratda 4–6 soat davomida magnitli aralashtirgichda aralashtirildi. Hosil bo‘lgan eritma xona haroratida sekin bug‘latilib, ko‘k rangli kristallar hosil qilindi. Kristallar filtrlanib, vakuum ostida quritildi.

**Natijalar va ularning tahlili.** Erkin izonikotinamid ligandining IQ spektrida  $3300-3200 \text{ cm}^{-1}$  sohada kuzatilgan keng yutilish chiziqlari amid

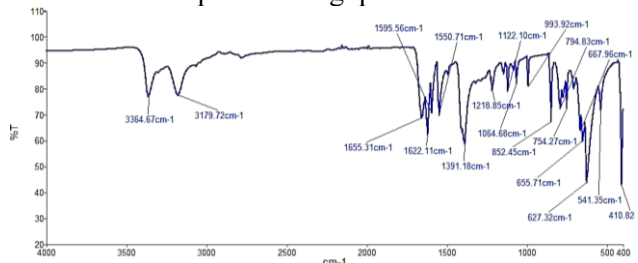
guruhiga xos  $\nu(\text{N-H})$  tebranishlariga mos keladi. Ushbu signallar molekula ichida va molekulararo vodorod bog‘lanishlar mavjudligini ko‘rsatadi.  $1660-1680 \text{ cm}^{-1}$  oralig‘ida kuzatilgan intensiv signal amid karbonil guruhining  $\nu(\text{C=O})$  tebranishi bilan izohlanadi. Bundan tashqari,  $1600-1550 \text{ cm}^{-1}$  sohaldagi yutilishlar piridin halqasiga tegishli  $\nu(\text{C=N})$  va  $\nu(\text{C=C})$  tebranishlari bilan bog‘liq ekanligi aniqlandi (1 rasm). IQ spektrlarda erkin izonikotinamid molekulas uchun xos bo‘lgan karbonil guruhiga  $\text{C=O}$  tebranishi  $1655 \text{ cm}^{-1}$  da,  $\text{N-H}$  bog‘i tebranishi  $3364 \text{ cm}^{-1}$ ,  $\text{C-N}$  esa  $1218 \text{ cm}^{-1}$  da kuzatiladi.



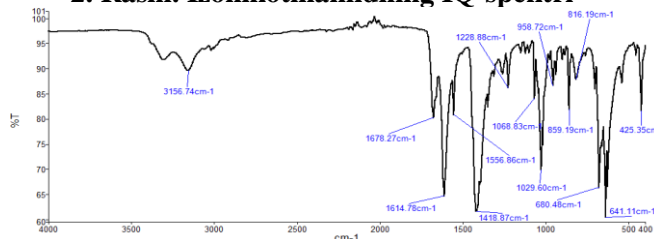
1.Rasm.  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ning IQ-spektri

Mis(II) atsetatning IQ spektrida  $1550-1600 \text{ cm}^{-1}$  va  $1400-1450 \text{ cm}^{-1}$  oralig‘ida kuchli yutilish chiziqlari mavjud bo‘lib, ular mos ravishda karboksilat ionining asimmetrik va simmetrik  $\nu(\text{COO}^-)$  tebranishlariga tegishlidir. Ushbu signallar mis(II) ionining kislorod donor atomlari orqali koordinatsiyalanganligini ko‘rsatadi. Karboksilat guruhlarning spektral xususiyatlari metall markaz atrofida barqaror koordinatsion muhit shakllanganligini tasdiqlaydi (2-rasm).

Izonikotinamid asosidagi komplekslarning IR-spektrlarida amid guruhiga xos bo‘lgan  $\nu(\text{C=O})$  va  $\nu(\text{N-H})$  tebranish chastotalarining siljishi ligandning metall bilan koordinatsiyaga kirishganini tasdiqlaydi. Shuningdek, piridin halqasiga tegishli  $\nu(\text{C=N})$  tebranishlaridagi o‘zgarishlar ham koordinatsiya jarayonining muhim dalili sifatida qaraladi. Elektron va magnit tadqiqotlar esa ushbu komplekslarning geometrik tuzilishini aniqlashda keng qo‘llaniladi.



2. Rasm. Izonikotinamidning IQ-spektri

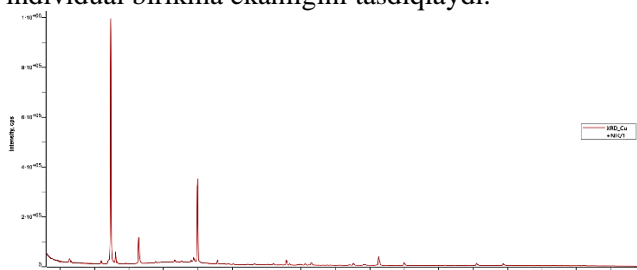


3-Rasm.  $[\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \text{NC}_5\text{H}_4\text{CONH}_2]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  kompleks birikmaning IQ-spektri.

Sintez qilingan kompleks birikmaning IQ spektri ligand va mis(II) atsetat spektrlari bilan solishtirilganda sezilarli farqlarga ega ekanligi aniqlandi. Xususan, amid  $\nu(\text{C}=\text{O})$  tebranishining  $1655\text{ cm}^{-1}$  dan  $1615\text{ cm}^{-1}$  ga ya'past chastotalar tomon siljishi karbonil guruhining metall ioniga koordinatsiyalanganligini ko'rsatadi. Piridin halqasiga tegishli  $\nu(\text{C}=\text{N})$  tebranishlarining siljishi esa metall-azot bog'lanishi hosil bo'lganligini tasdiqlaydi. Ushbu o'zgarishlar izonikotinamid ligandining Cu(II) ioniga donor sifatida ishtirok etganligini ko'rsatadi. Kompleks spektrida  $500\text{--}600\text{ cm}^{-1}$  oralig'ida paydo bo'lgan yangi yutilish chiziqlari Cu-N va Cu-O tipidagi metall-ligand tebranishlariga tegishli bo'lib, erkin ligand spektrida bunday signallar kuzatilmaydi. Bu holat kompleks hosil bo'lishining muhim dalili hisoblanadi. Karboksilat guruhlariga xos tebranishlarning saqlanib qolishi atsetat ionlarining ham koordinatsion muhitda ishtirok etayotganligini ko'rsatadi (3 rasm).

#### Rentgen-difraksiyon (XRD) tahlil.

Izonikotinamid, Cu(II) atsetat monogidrat va ular asosida xosil bo'lgan kompleks birikmaning tekisliklararo masofasi va nisbiy sezgirliklari solishtirilganda ular bir-biridan tubdan farq qilishi aniqlandi, bu esa olingan kompleks birikmaning individual birikma ekanligini tasdiqlaydi.



4-rasm  $[\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{NC}_5\text{H}_4\text{CONH}_2]_2\text{H}_2\text{O}$  ning diffraktogrammasi

Sintez qilingan namunaga oid rentgen-difraksiyon tahlil  $2\theta = 5\text{--}90^\circ$  oralig'ida olib borildi. Difraktogrammada bir qator aniq va yuqori intensivlikka ega bo'lgan diffraksiya cho'qqilari kuzatiladi, bu esa namunada kristall holat yaxshi rivojlanganligini ko'rsatadi.

Difraktogrammada eng kuchli cho'qqilar taxminan  $2\theta \approx 11\text{--}13^\circ$ ,  $17\text{--}18^\circ$  va  $26\text{--}27^\circ$  sohalarda joylashgan. Ushbu cho'qqilar boshlang'ich moddalarga xos bo'lgan diffraksiya maksimumlaridan sezilarli darajada farq qiladi, bu esa yangi kristall faza hosil bo'lganini tasdiqlaydi. Boshlang'ich Cu(II) tuziga xos ayrim cho'qqilarning yo'qolishi yoki intensivligining kamayishi metall ionning ligand bilan kompleks hosil qilganini ko'rsatadi. Difraktogrammada fon chizig'ining past bo'lishi va cho'qqilarning keskinligi namunada amorf faza deyarli yo'qligini bildiradi. Cho'qqilarning torligi kristallitlarning nisbatan yaxshi tartiblanganligini va yuqori kristallik darajasini ko'rsatadi.  $30^\circ$  dan yuqori burchaklarda intensivligi past bo'lgan, ammo aniq qayd etilgan cho'qqilar kompleks birikmaning murakkab kristall tuzilishga ega ekanligini ko'rsatadi (4 rasm).

Shuningdek, difraktogrammada qo'shimcha begona fazalarga tegishli kuchli cho'qqilarning kuzatilmaligi sintez jarayonida sof kompleks birikma hosil bo'lganini tasdiqlaydi. Olingan XRD ma'lumotlari infraqizil spektral tahlil natijalari bilan mos kelib, yangi koordinatsion kompleks birikma shakllanganini ko'rsatadi.

**Xulosa.** Cu(II) atsetat monogidrat va izonikotinamid asosida yangi koordinatsion komplekslar muvaffaqiyatli sintez qilindi. Spektroskopik va termik tahlillar ligand-metall koordinatsiyasi mavjudligini, yangi qattiq faza hosil bo'lganini va komplekslarning barqarorligi yaxshilanganini ko'rsatdi. Olingan natijalar ushbu komplekslarning kelajakda biologik va farmatsevtik tadqiqotlarda qo'llanishi mumkinligini ko'rsatadi. Cu(II) ionining biologik va katalitik faolligi uni turli azotli ligandlar bilan komplekslashga bo'lgan qiziqishni oshirmoqda. Isonikotinamid esa piridin halqasi va amid guruhi mavjudligi sababli yaxshi donor-akseptor xususiyatga ega ligand hisoblanadi. Shu sababli Cu(II)-izonikotinamid komplekslari kristall injiniringi, farmatsevtik kimyo va materialshunoslik sohalarida muhim ahamiyat kasb etadi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Baran, E. J. (2012). Metal complexes of isonicotinamide: Structural and spectroscopic aspects. *Journal of Coordination Chemistry*, 65(12), 2153–2165.
2. Kose, D. A., & Kurtoglu, M. (2015). Copper(II) complexes containing isonicotinamide: Synthesis, crystal structure and spectroscopic studies. *Inorganica Chimica Acta*, 438, 1–7.
3. Tiekink, E. R. T. (2017). Hydrogen bonding patterns in isonicotinamide metal complexes. *CrystEngComm*, 19(4), 523–535.
4. Singh, D. P., Malik, V., & Kumar, K. (2018). Biological activity of transition metal complexes with isonicotinamide. *Journal of Molecular Structure*, 1168, 1–9.
5. Desiraju, G. R. (2013). *Crystal engineering: The design of organic solids*. Elsevier.
6. Singh, A. K., Kumar, P., & Sharma, R. (2022). Synthesis and characterization of metal-organic complexes. *Journal of Molecular Structure*, 1265, 132963. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2022.132963>
7. Deshpande, S. S., Patil, S. R., & Lokhande, R. S. (2020). Structural and spectroscopic studies of copper(II) complexes. *Dalton Transactions*, 49(5), 1456–1468. <https://doi.org/10.1039/C9DT04012A>
8. Thomas, J.M., & Thomas, W.J. 2012. Principles and practice of heterogeneous catalysis. Royal Society of Chem-y.

|   |     |
|---|-----|
| <b>Касимова М.Н., Негматова К.С.</b> Опыт-производственные испытания созданных композиционных материалов при крашении текстильных хлопчатобумажных материалов в производственных условиях ...   | 107 |
| <b>Жуманов Ю.К., Эминов А.М., Кадирова З.Р., Эминов А.А.</b> Перспективы применения отработанного катализатора НИАП-1205 в составе керамического пигмента .....   | 110 |
| <b>Азимова М.Х., Асамадинова У.Б., Элмурадов Аббосжон Х., Юлдашов Д.Я.</b> Роль и значение алюмосиликатных и органо-минеральных наполнителей в составе эластомерных композиций .....  | 115 |
| <b>Кодиров О.Ш., Каттаев Н.Т., Нурманов С.Э., Бахридинова Л.А.</b> Синтез, структурные и физико-химические свойства цеолитов CaA5 и NaX на основе местного сырья для очистки природного газа .....                                      | 117 |
| <b>Джумакулов Т., Жумаев М.Н., Максудходжаева М.С.</b> Переработка отработанных техногенных моторных масел .....  | 121 |
| <b>Тошпулатова Г.Р., Сайдуллаева К.А., Негматова М.И.</b> Окисление молибденита (MoS <sub>2</sub> ) азотной кислотой в присутствии серной кислоты .....   | 123 |
| <b>Ramazanov S.O., Arifova M.X.</b> Yangi xomashyolar asosida klinker va portlandsement tarkiblarini tanlash .....  | 126 |
| <b>Ходжаева Д.Н., Рузиева Б.Ю., Негматов С.С., Абед Н.С.</b> Исследование и определение огнестойких свойств композиционных древесно-пластиковых и древесноволокнистых плитных материалов с использованием минеральных антипиренов ..... | 130 |
| <b>Ortiqov Sh.Sh., Sharipov M.S., Radjabov O.I.</b> Tabiiy tarkibli kompozitsion yog'och yelimlarning fizik-kimyoviy va texnologik xossalari .....  | 133 |
| <b>Хомитова Г.З., Амонова М.М.</b> Сапропелни механик фаоллаштиришнинг сорбцион хусусиятларига таъсири ва уни оқова сувларни тозалашдаги ўрни .....   | 136 |
| <b>Buryanov A., Lukyanova N., Talipov N.</b> Effective filling mixtures based on synthetic anhydrite .....  | 138 |
| <b>Раззоқов Х.Қ., Амонов М.Р., Тўхтаев С.А.</b> Сапропель асосидаги сорбентлар билан металлургия саноат оқова сувларини тозалаш .....   | 141 |

##### 5. Методы исследования, приборов и оборудования композиционных материалов

|   |     |
|---|-----|
| <b>Исмаилова Н.А., Сидиков А.С.</b> Использование органических соединений в качестве добавок к эмали ЭП-750 для защиты металлических конструкций, сооружений и оборудования бурильных установок .....   | 145 |
| <b>Sadullayeva G.B., Ibragimova M.R., Xudoyberdiyeva D.A., Pirimova M.A., Jo'rayev A.Sh.</b> Mis atsetating izonikotinamid bilan yangi koordinatsion birikmasining sintezi va fizik-kimyoviy tahlili .....  | 147 |
| <b>Norqobilov A.E., Adilov R.I., Ayxodjayev B.B., Yo'ldoshev S.B.</b> Kulrang past molekulari polietilen ranglanishining infraqizil spektroskopiya asosida tahlili va bentonit adsorbsiyasining roli .....  | 150 |
| <b>Ochilov Sh.E., Yusufov M.S., Bobonazarova S.H., Bo'riyeva D.M., Abdushukurov A.K., Matchanov A.D.</b> 2-xlor-N-(3-xlor fenil)atsetamidning 5-ftoruratsil bilan reaksiyasini olib borish va olingan mahsulotning biologikfaolligini saraton hujayralarida o'rganish ..... | 153 |
| <b>Норхуджаев Ф.Р., Мухамедов А.А., Маматкулов Р.Ш.</b> Использование ковочного тепла для термической обработки доэвтектоидных сталей .....   | 157 |
| <b>Ахмадалиев Ш.Ш.</b> Толали композитлардан ташкил топган элементларни пресслаш .....  | 160 |
| <b>Очилов Э.А., Хамдамова Ч.Х., Сайфиева П.О., Бекпулатов Х.О., Камолов Т.О.</b> Комплексный анализ элементного и фазового состава неорганических компонентов энергетических углей и золошлаковых отходов теплоэнергетики .....   | 161 |
| <b>Po'latova M.N., Xushvaqto'v S.Y., Bekchanov D.J., Muxamediev M.G.</b> Amino va karboksil guruh tutgan ion almashinuvchi material sintezi .....   | 164 |
| <b>Касимова М.Н., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Бабаджанова М.А., Лапасова Ф.А.</b> Исследование свойств красящих композиций на основе солей поливалентных металлов, применяемых в процессе крашения шерстяных волокон .....   | 168 |
| <b>Нурназарова Г.У., Тухтаев Ф.С., Негматова К.С., Эшпулатова Н.Ш., Рахматуллаева С.О.</b> Исследование молекулярных и структурных характеристик композиционных сорбентов методом ИК-спектроскопии .....  | 169 |