MIS (II) TEREFTALAT TUZI SINTEZI VA UNING TADQIQOTI

Ismatov Sunatullo Shamsulloyevich
Denov tadbirkorlikva pedagogika instituti dotsenti
Mahammadiyev Humoyiddin Odil o‘g‘li
Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti magistri.
Choriyeva Zarina Qurbonmurod qizi
Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti magistri.
Musirmonova Shahnoza Chorshanbi qizi
Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti talabasi.
Karimov Xusniddin Rustamovich
Denov tadbirkorlikva pedagogika instituti dotsenti v/b.

Annotatsiya- Ushbu tadqiqotda Cu-MOB sintezi sirt faol modda ishtirokida suvdagi metall tuzi va kislota aralashmasi orqali amalga oshirildi va tayyorlangan namunalar turli tahlil usullari bilan o‘rganildi. XRD, SEM va IQ spektroskopiyasi yordamida olingan Cu-MOF yuqori kristallik va faza tozaligiga ega ekanligi aniqlandi. XRD natijalari "MatH-3" dasturida bajarilgan simulyatsiya bilan mos keldi. SEM tasvirlari mis tereftalatning prizmatik shakldagi kristallarini ko‘rsatdi, IQ spektrlari esa karboksilat ionlari va Cu-O bog‘lanishlarining yutilish zonalarini aniqladi. XRF yordamida kristallardagi mis miqdori o‘lchandi, va mis tereftalatning $Cu[C_6H_4(COO)_2]\times 2H_2O$ kristalli gidrat tarkibiga mos kelishi tasdiqlandi. 150-300°C oralig‘ida suvsizlanish jarayoni tekshirildi va suvsizlanish dinamikasining isitish tezligiga bog‘liqligi aniqlandi. Ushbu ish Cu-MOBning tuzilishi, morfologiyasi va issiqlik barqarorligi bo‘yicha batafsil ma’lumot beradi va uni kataliz hamda gazlarni ajratish kabi turli ilovalarda qo‘llash istiqbollarini ochib beradi.

Kalit so‘zlar- Cu-MOB sintezi, mis tereftalat, XRD, SEM,IR spektroskopiya, kristallik, faza tozaligi, suvsizlanish jarayoni, sirt faol moddalar, gazlarni ajratish.

Abstract: In this study, Cu-MOF synthesis was carried out by mixing a metal salt and acid in water with a surfactant, and the prepared samples were analyzed using various techniques. XRD, SEM, and IR spectroscopy revealed that the synthesized Cu-MOF has high crystallinity and phase purity. The XRD results matched well with the simulations performed in the "MatH-3" software. SEM images displayed prismatic crystals of copper terephthalate, while IR spectra indicated absorption bands corresponding to carboxylate ions and Cu-O bonds. The copper content was measured using XRF, confirming that the copper terephthalate matched the crystal hydrate structure $Cu[C_6H_4(COO)_2]\times 2H_2O$. The dehydration process was studied in the temperature range of 150-300 °C, showing a dependence of dehydration dynamics on heating rates. This work provides detailed information on the structure,

ISSN 3030-3907

morphology, and thermal stability of Cu-MOF, highlighting its potential applications in catalysis and gas separation.

Keywords: Cu-MOF synthesis, copper terephthalate, XRD, SEM, IR spectroscopy, crystallinity, phase purity, dehydration process, surfactants, gas separation

Аннотация: В этом исследовании синтез Cu-MOF проводился путем смешивания металлической соли и кислоты в воде с добавлением поверхностно-активного вещества, и полученные образцы анализировались с использованием различных методов. XRD, SEM и ИК-спектроскопия показали, что синтезированный Cu-MOF обладает высокой кристалличностью и фазовой чистотой. Результаты XRD хорошо согласовались с симуляциями, выполненными в программе "MatH-3". Изображения SEM продемонстрировали призматические кристаллы медного терефталата, а спектры ИК показали полосы поглощения, соответствующие карбоксилатным ионам и связям Cu-O. Содержание меди было измерено с помощью XRF, что подтвердило, что медный терефталат соответствует структуре кристаллогидрата $Cu[C_6H_4(COO)_2]\times 2H_2O$. Процесс обезвоживания был исследован в диапазоне температур 150-300 °C, и была показана зависимость динамики обезвоживания от скорости нагрева. Данная работа предоставляет подробную информацию о структуре, морфологии и термической стабильности Cu-MOF, подчеркивая его потенциал для применения в катализе и разделении газов.

Ключевые слова: синтез Cu-MOF, медный терефталат, XRD, SEM, ИК-спектроскопия, кристалличность, фазовая чистота, процесс обезвоживания, поверхностно-активные вещества, разделение газов

Mis tereftalat – metall-organik birikmalar (MOB) turkumiga kiruvchi o‘tish metalli kompleks bo‘lib, organik bog‘lovchilar bilan birikkan metall ionlaridan tashkil topgan kristalli qattiq modda hisoblanadi [1]. MOBlar “moslashtirilgan gözenekli materiallar” deb nomlangan maxsus sinfga tegishli. Kristalli tuzilmalarning g‘ovaklik xususiyati zeolitlar kabi boshqa an'anaviy gözenekli materiallarga xos bo‘lsa-da, MOBlarni ularning ayrim xususiyatlari ajratib turadi. Birinchidan, ko‘plab MOBlar katta miqdorda gaz va organik bug‘larni yutish uchun juda keng sirt maydoniga ega. Ikkinchidan, turli xil noorganik kationlar va organik bog‘lovchilar yordamida MOB xususiyatlarini keng diapazonda sozlash mumkin, bu esa kerakli gözenek o‘lchamlari va shakllarini olishga, shuningdek, tuzilishga maxsus kimyoviy guruhlar kiritishga imkon yaratadi [2]. Shuning uchun MOBlarga gazni adsorbsiyalash va saqlash, kataliz va membrana ajratish kabi sohalarda yuqori ilmiy va sanoat e'tibori qaratilmoqda. MOBlar, shuningdek, aralash matritsali membranalar (AMM) tarkibiga kiruvchi element sifatida o‘rganilgan. AMMlar, odatda, ikki komponentli tizimlardan iborat bo‘lib, bunda A komponentining

ISSN 3030-3907

zarralari B komponentining uzluksiz matritsasida tarqalgan bo‘ladi. B komponenti odatda polimer bo‘lib, u oson qayta ishlanishi va yaxshi mexanik xususiyatlarga ega. A komponenti esa ko‘pincha noorganik yoki metall-organik materiallardan tashkil topadi [3]. A zarralari o‘tkazuvchan yoki o‘tkazuvchan emasligi mumkin. G‘ovakli, o‘tkazuvchan zarralar o‘rnatilganda, ular tashuvchi moddalar uchun sorbsion va diffuzion ta'sir ko‘rsatishi mumkin, shu bilan birga zarralarning mavjudligi sababli polimer matritsaning xususiyatlari ham o‘zgarishi mumkin. Geterogen membranalar uchun MOBlarning to‘ldiruvchi sifatidagi ahamiyati ularning keng sozlanadigan g‘ovakligiga, shuningdek, polimerlarga zeolitlarga nisbatan yuqori mos kelishiga bog‘liqdir [4]. Ko‘pgina g‘ovakli materiallarning ajratish qobiliyatlari yaxshi o‘rganilmaganligi uchun, AMM lar bo‘yicha tadqiqotlar bu plomba xususiyatlari va AMM o‘tkazuvchanligi o‘rtasidagi bog‘liqlikni topishga qaratilgan. Bu xususiyatlarga g‘ovak hajmi va taqsimlanishi, g‘ovak hajmi va shakli, zarralar yuzasi va g‘ovak devorining kimyoviy tarkibi kiradi [5]. Teshikni cheklovchi diametri, ya’ni g‘ovakdan o‘ta oladigan eng katta sharning diametri, eng muhim omillardan biridir. Masalan, kichik gazlar uchun teshik o‘lchami molekulalar kattaligiga yaqin bo‘lgan to‘ldiruvchilar membrananing selektivligini oshirishi mumkinligi aniqlangan. Ammo, yuqori selektiv to‘ldiruvchiga ega bo‘lganda, ikkala AMM komponentining o‘tkazuvchanligi o‘zaro juda farqli bo‘lsa, selektivlik o‘zgarishsiz qolishi ham mumkinligi kuzatilgan [6].

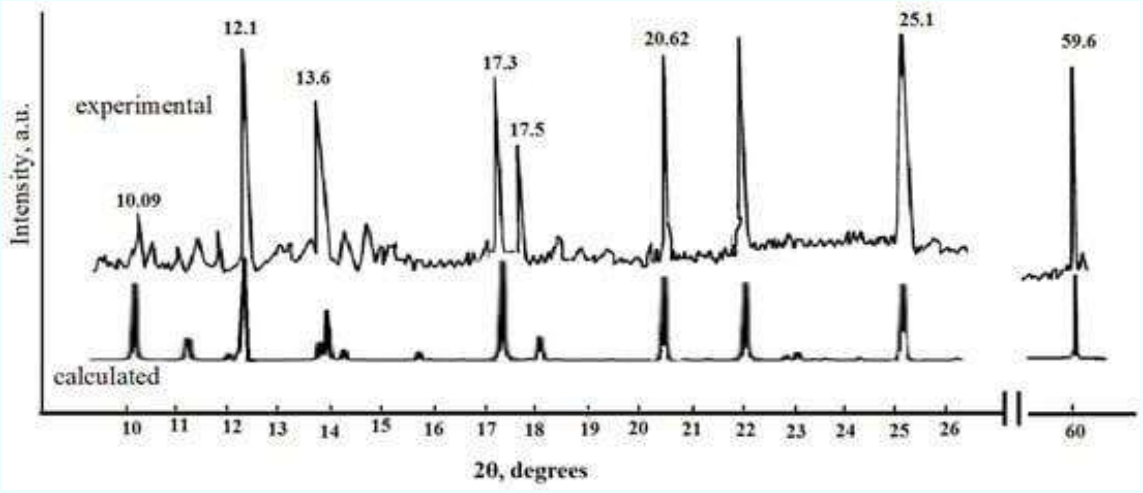
Mis tereftalatning sintezi unga o‘ziga xos massa tuzilishini berish uchun sirt faol modda (n-oktanol) bo‘lgan muhitda amalga oshirildi. Buning uchun 150 ml issiq suvda 2,4 g (0,06 mol) natriy gidroksid eritilib, 5 g (0,03 mol) tereftal kislota qo‘shildi va u to‘liq erigunicha eritildi. Boshqa idishda 120 ml issiq suvda 15 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ eritildi. Ikkala eritma ham issiq filtrlash usulida suzib olindi. Keyin doimiy aralashtirish sharoitida natriy tereftalat eritmasiga 15 ml n-oktanol qo‘shilib, emulsiya hosil qilish uchun magnit aralashtirgich tezligi oshirildi. Shundan so‘ng, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ eritmasi tomchilab qo‘shilib, aralashtirildi. Natijada yorqin ko‘k rangli hajmli cho‘kma hosil bo‘ldi. Kristallar gözenekli shisha plastinkada filtrlanib, havoda quritildi va so‘ng 60°C haroratda 6 soat davomida quritildi. Ushbu usul yordamida tereftalik kislotaning 91% rentabelligiga teng bo‘lgan, deyarli rangsiz, engil ko‘k rangdagi 6,25 g moddani olishga muvaffaq bo‘lindi. Elementlar tarkibi tahlili natijasida quyidagi natijalar olindi: C – 28,9%; H – 2,5%; Cu – 40,2%. $Cu(BDC) \cdot 2H_2O$ uchun hisoblangan qiymatlar: C – 29,26%; H – 2,4%; Cu – 39%.

Sorbentning sintezi va xarakteriskasi

Cu-MOBni tayyorlash MOBga ommaviy tuzilish berish uchun sirt faol modda ishtirokida suvda metall tuzi va kislotani aralashtirish orqali amalga oshirildi. Tayyorlangan Cu-MOB namunasi XRD, SEM va IQ spektroskopiyasi yordamida tahlil qilindi. Olingan birikmalarni tekshirish uchun rentgen nurlari diffraktsiyasi

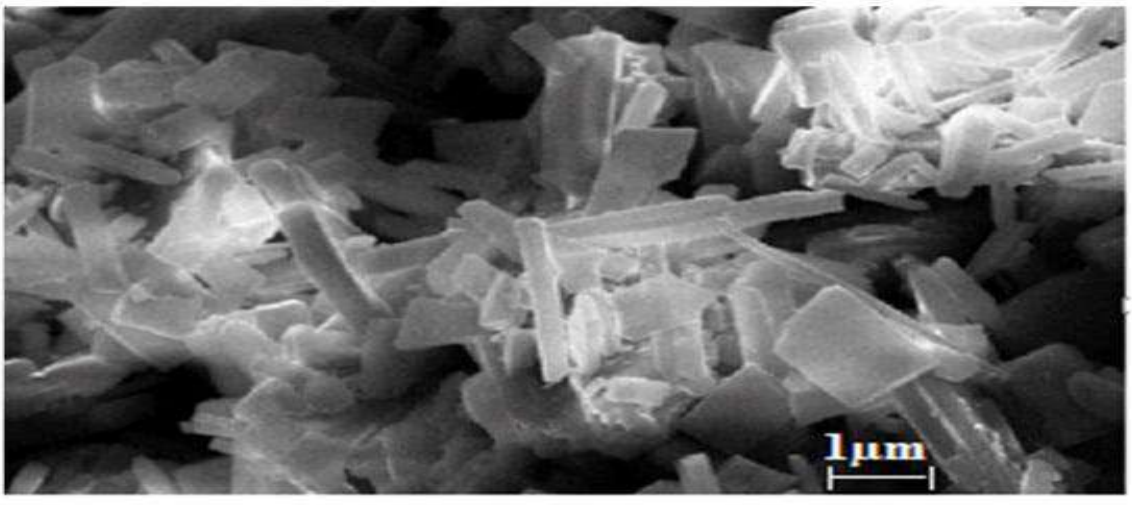
ISSN 3030-3907

amalga oshirildi. Kuzatilgan aniq va keskin diffraktsiya cho‘qqilari mis tereftalatlarning tayyorlangan namunalari yuqori kristallik va faza tozaligiga ega ekanligini ko‘rsatdi. Diffraktsiya cho‘qqilarining barcha pozitsiyalari XRD ma’lumotlarini qayta ishlash uchun ishlatilgan “MatH-3” dasturida olingan simulyatsiya natijalari bilan yaxshi mos kelgan. Sintez qilingan Cu-MOBning diffraktsiya sxemasi keltirilgan bo‘lib, grafikning pastki qismida eksperimental egri chiziq qiymatlari va ilgari chop etilgan ma’lumotlar bilan yaxshi mos keladigan hisoblangan cho‘qqilarni ko‘rsatuvchi chiziqlar ko‘rsatilgan.



1-rasm. Mis tereftalat namunasining XRD naqshlari.

SEM tasviri 2-rasmda ko‘rsatilgan, unda uzunligi 30 dan 100 mkm gacha va qalinligi 10 mkm bo‘lgan prizmatik kristallar aniq ko‘rsatilgan.

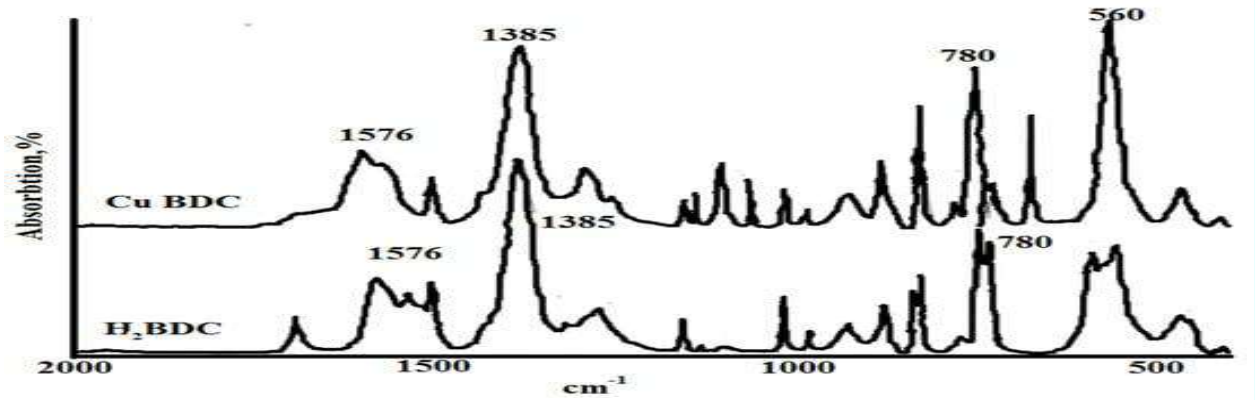


2-rasm. Mis tereftalat kristallarining SEM tasviri.

Cu-MOB ning IQ spektri (3-rasm) kristallanish suviga, karboksilat ionlariga, aromatik halqaning C = C bog‘lariga va Me-O bog‘lariga mos keladigan yutilish bantlarini o‘z ichiga oladi. 1720 sm^{-1} mintaqada karboksil guruhiga xos bo‘lgan yutilish zonasi mavjud emas. Karboksil guruhlarning assimetrik va simmetrik tebranishlari orasidagi

ISSN 3030-3907

farq karboksil guruhlarning ham monodentat, ham bidentat ligandlari vazifasini bajarishi mumkinligini ko‘rsatadi.



3-rasm. Mis tereftalat va tereftalik kislotaning IQ spektrlari.

Ular mikroskop ostida shaffof, rangsiz va olti burchakli cho‘zilgan shakldagi kristallar bo‘lib, qutblangan nurlarda porlaydi va hajmi 100 mikrongacha (asosiy qismi 100 nm gacha) yetadi. Hosil bo‘lgan cho‘kmalar XRF, IQ spektroskopiya va elektron mikroskopiya yordamida tekshirildi. XRF mis anodli DRON-7 qurilmasida o‘tkazildi, IQ spektrlari esa NICOLET kompaniyasining NEXUS Fourier spektrometrida qayd etildi. Mis miqdori trilon “B” bilan hajmiy titrlash usulida, NH_4OHda hosil bo‘lgan cho‘kmani eritish orqali aniqlandi.

Mis tereftalat sintezi natriy tereftalat va mis sulfatning suvdagi eritmalarining o‘zaro reaksiyasi orqali amalga oshiriladi. Olingan mis tereftalat $Cu[C_6H_4(COO)_2]\times 2H_2O$ formulasi bilan ifodalanadigan kristalli gidratga mos keladi. Bu birikmaning 150-300°C harorat oralig‘ida suvsizlanish jarayoni o‘rganildi. Suvsizlanishning tabiati isitish tezligiga bog‘liq ekanligi aniqlangan: agar sekin qizdirilsa (kunduzi 200°C gacha), 150°C da bir molekula suv chiqadi va 200°C da Cu_2O va CuO oksidlari aralashmasidan iborat bo‘lib, 12,41 % suvsiz tuz hosil bo‘ladi. 10 daqiqa davomida 300°C gacha qizdirish esa deyarli faqat Cu_2O hosil bo‘lishiga olib keladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Knappich, F., Hartl, F., Schlummer, M., & Mäurer, A. (2017). Complete recycling of composite material comprising polybutylene terephthalate and copper. Recycling, 2(2), 9.

2. Khoffi, F., Khenoussi, N., Harzallah, O., & Drean, J. Y. (2011). Mechanical behavior of polyethylene terephthalate/copper composite filament. Physics Procedia, 21, 240-245.

3. Suma, B. P., & Pandurangappa, M. (2020). Graphene oxide/copper terephthalate composite as a sensing platform for nitrite quantification and its application to environmental samples. Journal of Solid State Electrochemistry, 24, 69-79.

ISSN 3030-3907

4. Wang, X., Wang, Q., Wang, Q., Gao, F., Gao, F., Yang, Y., & Guo, H. (2014). Highly dispersible and stable copper terephthalate metal–organic framework–graphene oxide nanocomposite for an electrochemical sensing application. ACS applied materials & interfaces, 6(14), 11573-11580.

5. Puthiaraj, P., Suresh, P., & Pitchumani, K. (2014). Aerobic homocoupling of arylboronic acids catalysed by copper terephthalate metal–organic frameworks. Green Chemistry, 16(5), 2865-2875.

6. Wu, Y., Xu, G., Liu, W., Yang, J., Wei, F., Li, L.,& Hu, Q. (2015). Postsynthetic modification of copper terephthalate metal-organic frameworks and their new application in preparation of samples containing heavy metal ions. Microporous and Mesoporous Materials, 210, 110-115.

7. Xue, J., Zhu, L., Zhu, X., Li, H., Wang, R., Liu, X., & Xue, Q. (2021). Hierarchical superhydrophobic polydimethylsiloxane/copper terephthalate/polyurethane sponge for highly efficient oil/water separation. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 630, 127635.

ISSN 3030-3907