SIFATLI TA'LIM – YORQIN KELAJAK
ISSN: 3060-4761
TerDPI ILMIY XABARNOMASI / SCIENTIFIC BULLETIN OF THE TerSPI / НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК ТерГПИ

TABIIY VA ANIQ FANLAR

UDK 541.49;546.185.56.57
ORCID: 0009-0002-3747-7198

BOZOROV LUTFULLA UBAYDULLAYEVICH,
Termiz davlat pedagogika instituti
O'quv ishlari bo'yicha prorektori
E-mail: lutfullob15@gmail.com
SHOQULOVA MAHLIYO TO'LQIN QIZI,
Termiz davlat pedagogika instituti

POLIMERLARNI TURLI XIL METALL ATSETATLAR YORDAMIDA MODIFIKATSIYALASH VA FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARINI O'RGANISH

ANNOTATSIYA: Ushbu maqolada polimer chiqindilarini qayta ishlash asosida yangi turdagi ion almashinuvchi sorbentlar sintezi va ularning fizik-kimyoviy xossalari o'rganildi. Polivinilxlorid (PVX) ikkilamchi xomashyo sifatida qabul qilinib, monoetanolamin (MEA) va epoksid smola yordamida modifikatsiya qilindi. Olingan polimer sorbentning tuzilishi IQ-spektroskopiyasi yordamida tahlil qilindi, termik barqarorligi esa TGA-DTA-DSC usullari orqali baholandi. Mis (II) ionlariga nisbatan sorbsion xususiyatlari sinovdan o'tkazildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, modifikatsiyalangan PVX asosidagi sorbent yuqori sorbsion sig'imga va og'ir metall ionlarini samarali ushlab qolish qobiliyatiga ega. Mazkur yondashuv ekologik xavfsiz va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq sorbentlar ishlab chiqarishda istiqbolli hisoblanadi.

KALIT SO'ZLAR: *polivinilxlorid (PVX), monoetanolamin (MEA), epoksid smola, ion almashinuvchi sorbent, kimyoviy modifikatsiya, IQ-spektroskopiya, termik tahlil, mis (II) ionlari, sorbsion qobiliyat.*

МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЦЕТАТОВ РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

АННОТАЦИЯ: В данной статье изучены синтез новых видов ионообменных сорбентов на основе переработки полимерных отходов и их физико-химические свойства. Поливинилхлорид (ПВХ) был принят в качестве вторичного сырья и модифицирован с использованием моноэтаноламина (МЭА) и эпоксидной смолы. Структура полученного полимерного сорбента анализировалась с помощью ИК-спектроскопии, а термическая стабильность оценивалась методами ТГА-ДТА-DSC. Были испытаны сорбционные свойства по отношению к ионам меди (II). Результаты показали, что сорбент на основе модифицированной ПВХ обладает высокой сорбционной емкостью и способностью эффективно улавливать ионы тяжелых металлов. Данный подход является перспективным в производстве экологически безопасных и экономически целесообразных сорбентов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *поливинилхлорид (ПВХ), моноэтаноламин (МЭА), эпоксидная смола, ионообменный сорбент, химическая модификация, ИК-спектроскопия, термический анализ, ионы меди (II), сорбционная способность.*

MODIFICATION OF POLYMERS WITH THE USE OF VARIOUS METAL ACETATES AND STUDY OF THEIR PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES

ABSTRACT: In this article, the synthesis of new types of ion-exchange sorbents based on the processing of polymer waste and their physicochemical properties were studied. Polyvinyl chloride (PVC) was used as a secondary raw material and modified using monoethanolamine (MEA) and epoxy resin. The structure of the obtained polymer sorbent was analyzed using IR spectroscopy, and its thermal stability was assessed by the TGA-DTA-DSC method. The sorption properties of copper (II) ions were tested. The results showed that the modified PVC-based sorbent has a high sorption capacity and the ability to effectively capture heavy metal ions. This approach is considered promising in the production of environmentally safe and economically viable sorbents.

KEYWORDS: *polyvinyl chloride (PVC), monoethanolamine (MEA), epoxy resin, ion-exchange sorbent, chemical modification, IR spectroscopy, thermal analysis, copper (II) ions, sorption capacity.*

KIRISH. Sanoat tarmoqlarining jadal rivojlanishi bilan birga ekologik muammolar ham kuchaymoqda. Xususan, og'ir metall ionlari, bo'yoqlar va boshqa toksik birikmalar bilan ifloslangan oqova suvlarni tozalash masalasi dolzarb muammolardan biridir. Bunday muammolarni hal etishda yuqori sorbsion qobiliyatga, selektivlikka ega, termik hamda kimyoviy jihatdan barqaror ion almashinuvchi materiallar muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bois, ilmiy tadqiqotlarda ion almashinuvchi reagentlar, membrana texnologiyalari va kompleks hosil qiluvchi sorbentlarni sintez qilishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Ayniqsa, ikkilamchi polimerlar asosida yangi turdagi sorbentlar olish orqali nafaqat texnologik samaradorlikka, balki ekologik xavfsizlikka ham erishish mumkin.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYASI. Sorbent materiallar turli xil sanoat tarmoqlarida muhim ahamiyatga ega, chunki ular aralashmalar tarkibidan ma'lum moddalarni selektiv ravishda ushlab qolish xususiyatiga ega. Tabiiy reabilitatsiya jarayonlarida ularning ahamiyatli qismi suv va tuproqdagi ifloslantiruvchi moddalarni yo'qotish orqali atrof-muhit va inson salomatligini himoya qilishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, sorbentlarning mexanik jarayonlardagi qo'llanilishi amaliyotda samaradorlik va xavfsizlikni oshirishga imkon beradi [1; 15-22-b.].

Sorbentlarning ma'lum moddalarni adsorbsiya qilish va ushlab turish qobiliyati ularni keng ko'lamli dasturlar uchun ajralmas vositaga aylantiradi. Ularni atrof-muhitni tozalashda qo'llash suv, havo va tuproqdagi zararli aralashmalarni bartaraf etish orqali ekotizimlarni himoya qiladi. Sanoat jarayonlarida esa sorbentlar kimyoviy ishlab chiqarish, gazni tozalash, oziq-ovqat va farmatsevtika mahsulotlari tayyorlashda samaradorlik, xavfsizlik va sifatni oshiradi. Energiyani saqlash, ekologik monitoring va biotibbiyot sohalarida vujudga kelayotgan yangi qo'llanmalar sorbent materiallarning kengayib borayotgan salohiyatini hamda texnologik innovatsiyalardagi muhim o'rnini ko'rsatadi [2; 25-30-b.].

Polivinilxlorid (PVX) quyidagi afzalliklari tufayli sorbentlar sintezida istiqbolli xomashyo hisoblanadi:

PVX o'zining ko'p qirraliligi, chidamliligi va iqtisodiy samaradorligi tufayli keng qo'llaniladigan polimer materialdir;

-sorbent sifatida PVX suvdan turli xil ifloslantiruvchi moddalarni, jumladan og'ir metallar, bo'yoqlar va organik birikmalarni samarali olib tashlay oladi;

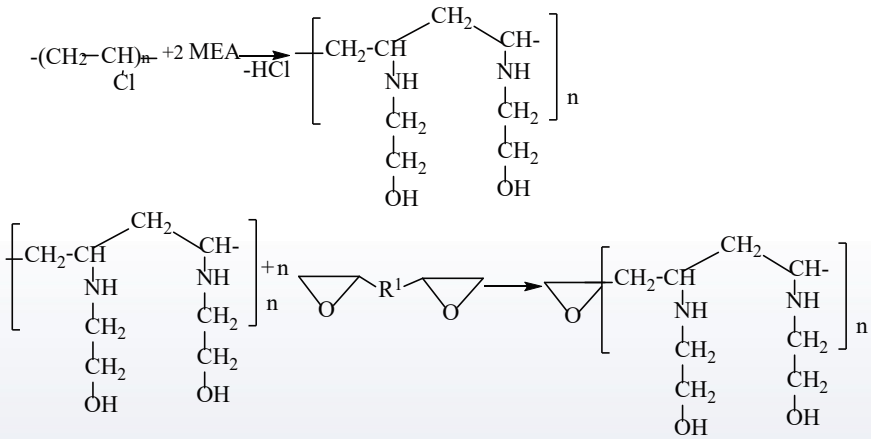
-monoetanolamin (MEA) tarkibidagi amin funksional guruhi turli ifloslantiruvchi moddalar bilan o'zaro ta'sirga kirishish qobiliyatiga ega bo'lgani sababli, PVXning sorbsion xususiyatlarini oshirish maqsadida qo'llaniladi [3; 27-30-b., 4; 87-95-b.];

-kimyoviy modifikatsiya usullari MEA molekulalarini PVX yuzasiga yoki uning polimer matritsasiga biriktirishga asoslanadi [5; 55-67-b., 6; 28-b.].

NATIJALAR. PVX, MEA va epoksid smola asosida ion almashinuvchi sorbent sintezi quyidagi tartibda amalga oshirildi. Avval stakanga 0,05 mol polivinilxlorid (PVX) va 0,05 mol monoetanolamin (MEA) solinib aralashtirildi. Qotiruvchi sifatida 0,05 mol polietilenpoliamin (PEPA) qo'shildi. So'ngra aralashmaga 0,05 mol epoksid smola (ED-20) quyildi va magnitli aralashtirgichda 30 daqiqa davomida intensiv aralashtirildi. Natijada smolasimon massa hosil bo'ldi.

Hosil bo'lgan massa chinni kosachaga quyilib, quritish shkafida 70–80 °C haroratda 24 soat davomida quritildi. Qotirilgan polimer hovonchada maydalandi va quyi molekulyar aralashmalardan tozalash maqsadida ketma-ket ravishda quyidagicha yuvildi: avval 5% li NaOH eritmasi bilan, so'ng 0,1 N li HCl eritmasi bilan, undan keyin esa distillangan suv bilan bir necha marta chayildi.

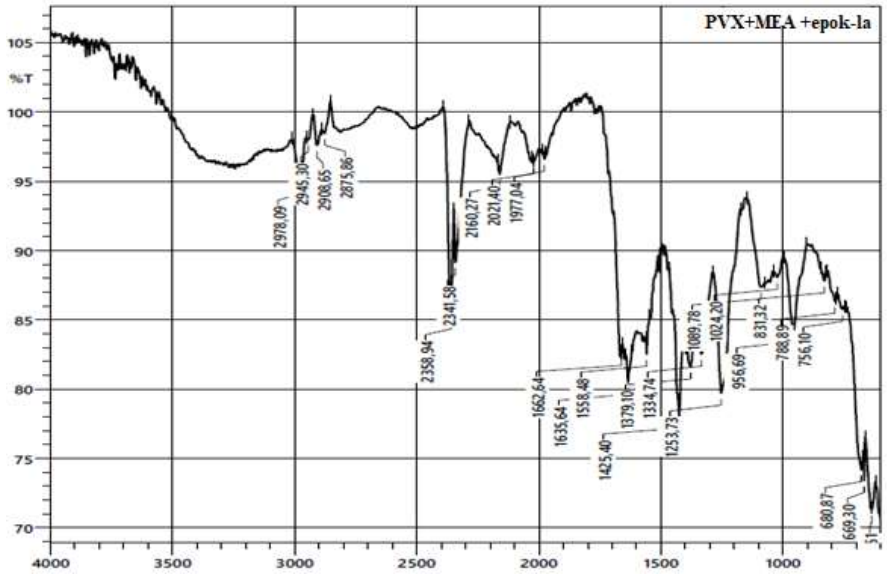
Olingan mahsulot mayda, g'ovak tuzilishga ega, och sarg'ish rangli granulalar ko'rinishida bo'lib, reaksiyaning umumiy unumi 87 foizni tashkil etdi. Sintez qilingan ion almashinuvchi sorbent suvda qisman shishadi, biroq organik erituvchilarda erimaydi hamda bo'kmaydi [7; 57-60-b., 8; 96-b.].



1-reaksiya

1-sxema. PVX, MEA va epoksid smola asosida polimer PME sorbent sintezi

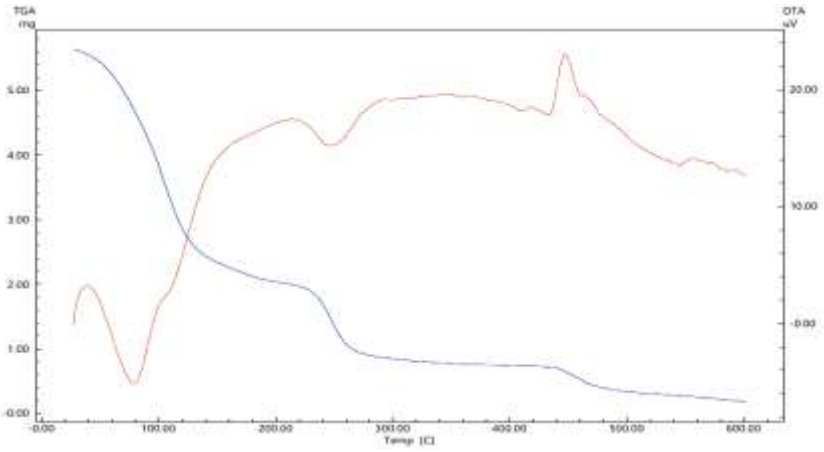
Sorbentlarning tuzilishini identifikasiya qilish uchun IQ-spektrlari olindi. PVX, MEA va epoksid smola asosida olingan ion almashinuvchi sorbentning IQ-spektri 1-rasmda keltirildi.



1-rasm. PVX, MEA va epoksid smola asosida sintez qilingan sorbentning IQ-spektri

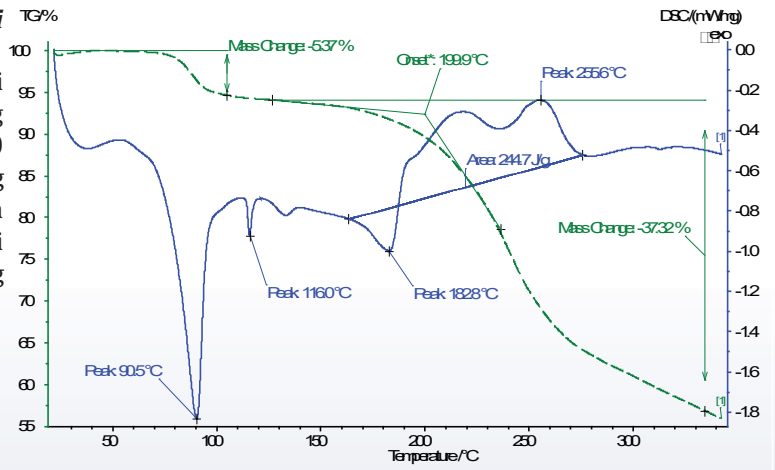
Tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, PVX, MEA va epoksid smola bilan modifikasiya qilish yo'li bilan sintez qilingan sorbentning IQ spektr natijalarini polivinilxloridning IQ-spektri bilan solishtirilganda ham spektrlarda farq qiluvchi tebranish chastotalari mavjudligi yangi sorbent olinganligidan dalolat beradi.

Taqdim etilgan namunalarni termik barqarorligi TKTITIning laboratoriyasida Netzssh Simultaneous Analyzer STA 409 RG (Germaniya) qurilmasida, K-tipdagi (Low RG Silver) va alyuminiy xaltachalari yordamida amalga oshirildi. Barcha o'lchovlar inert azotli atmosferada, azotning oqim tezligi 50 ml/min bo'lgan atmosferada o'tkazildi. [9; 37-44-b.] Haroratni o'lchash diapazoni 25-370 °C, isitish tezligi 5 K/min. Bir o'lchov uchun namunaning miqdori 5-10 mg.ni tashkil qildi. PME sorbentning termogrammasi 2-rasmga keltirildi.



2-rasm. PME sorbentning termogrammasi

Mis ionining PME sorbentga sorbsiyalanishi natijasida hosil bo'lgan kompleks birikmaning differensial termik tahlil davomida 20-400 °C oralig'ida hosil bo'lgan mahsulotning o'zgarishi kuzatildi (3-rasm). Bunda ikkita bosqichda massa o'zgarishi aniqlandi. Birinchi bosqich – 85-95 °C (Δm=–5,37 %) namlikning yo'qotilishiga mos keldi.



3-rasm. Mis(II) ionining PME sorbentga sorbsiyalanishi natijasida hosil bo'lgan kompleks birikmaning TGA-DTA-DSK grafigi

Effektning harorat intervali, ^{0}C	Effekt cho'qqisi, ^{0}C	Massa o'zgarishi, %	Umumiy massa o'zgarishi, %	Effekt tabiati
40-115	126	0,8	0,8	Endotermik
136-180	162	13	14,5	Ekzotermik
220-250	246	17,7	24,2	Ekzotermik
250-285	275	14,5	44,7	Endotermik
265-290	284	6,5	52,2	Ekzotermik
305-345	332	12	60,2	Ekzotermik
350-386	362	18,4	72,4	Endotermik
460-510	484	24,1	81,3	Endotermik
520-560	543	10,8	92,42	Ekzotermik

1-jadval PME sorbent termogrammasining natijalari

Ikkinchi bosqich (Δm=37,32%) 199-400 °C oralig'ida namunaning parchalanishiga mos keldi. DSK egri chizig'idagi birinchi tebranish 90,5 °C da suv molekulasining ajralishiga mos kelsa (jarayon entalpiyasi ΔQ= –155,2 J/g), ikkinchi tebranish esa 116 °C da kuzatildi (jarayon entalpiyasi ΔQ= –5 J/g). Shuningdek, ikkita tebranish 182,8 °C da endotermik effektga va 255,6 °C da ekzotermik effektga mos keldi [10;28-40-b]. Parchalanishning umumiy entalpiyasi 244,7 J/g ga tengdir.

XULOSA. Ushbu tadqiqot natijalari ikkilamchi polivinilxlorid (PVX) asosida yuqori samaradorlikka ega ion almashinuvchi sorbentlar sintez qilishning ilmiy va amaliy jihatdan maqsadga muvofiqligini isbotladi. PVXning monoetanolamin (MEA) va epoksid smola orqali kimyoviy modifikatsiyasi natijasida sorbent tarkibiga protondonor va koordinatsion markazlarga ega faol funksional guruhlar kiritildi. Bu esa sorbentning metall ionlariga nisbatan kelat hosil qiluvchi (chelation) va ion almashinuvchilik qobiliyatini sezilarli darajada oshirdi.

IQ-spektroskopiya natijalari modifikatsiya jarayonida –NH, –OH va –C–O–C– tipidagi funksional bog'lanishlarning hosil bo'lganini tasdiqladi. Termik tahlillar (TGA/DTA/DSC) asosida aniqlanishicha, hosil qilingan polimer kompozit 500 °C gacha bo'lgan harorat oralig'ida barqaror bo'lib, bu uning amaliy sharoitda qayta-qayta regeneratsiya qilinishi mumkinligini ko'rsatadi.

Mis(II) ionlari bilan olib borilgan sorbsion tajribalar sorbentning xemosorbsion va kompleks hosil qiluvchi adsorbsiya mexanizmlariga asoslangan yuqori selektivlikka ega ekanligini ko'rsatdi. Natijaviy ravishda, modifikatsiyalangan PVX sorbent og'ir metall ionlarini suvli eritmalardan samarali ajratib olishga qodir bo'lgan arzon, regeneratsiyalanadigan va ekologik xavfsiz material sifatida tavsiflanadi.

Ushbu texnologiya:

— sanoat oqova suvlari tozalash tizimlari,

— ichimlik suvini tayyorlash va desa'linatsiya jarayonlari,

— kimyo, metallurgiya, galvanotexnika va energetika korxonalari chiqindilarini utilizatsiya qilish,

— hamda atmosfera va gidrosferani rekultivatsiya qilishga qaratilgan ekologik dasturlar uchun yuqori amaliy ahamiyat kasb etadi.

Shunday qilib, taklif etilgan yondashuv qayta ishlanadigan polimer chiqindilaridan qo'shimcha qiymatga ega funksional materiallar ishlab chiqarish konsepsiyasiga mos keladi va "circular economy" (yopiq siklli iqtisodiyot) tamoyillariga to'liq javob beradi. Kelgusida sorbent strukturasini nanoko'rinishdagi metal komplekslari, grafen yoki zeolit bilan gibridlashtirish orqali uning adsorbsiya kinetikasi va selektivligini yanada oshirish imkoniyatlari mavjud.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1.S.Barili, A.Bernetti, C.Sannino, N.Montegiove, E.Kalzoni, A.Cesaretti,
I.Pinchuk, D.Pezzolla, B.Turchetti, P.Buzzini, C.Emiliani, G.Gigliotti, 2023-yil. PVX mikroplastmassalarning tuproq kimyoviy va mikrobiologik parametrlariga ta'siri . Atrof. Res., 229 (2023), 10.1016/j.envres.2023.115891.

2.X.Feng, Q.Vang, Y.Sun, S.Zhang, F.Vang, 2022-yil. Mikroplastiklar tuproq xususiyatlarini, og'ir metallarning mavjudligini va Pb-Zn bilan ifloslangan tuproqdagi bakterial jamoani o'zgartiradi. J. Hazard. Mater., 424 (2022), 127364-modda, 10.1016/j.jhazmat.2021.127364.

3.V.Fierro, V.Tornй-Fernбndez, D.Montanй, A.Selzard, 2008-yil. Fenolning turli tekstura va sirt xususiyatlariga ega bo'lgan faol uglerodlarga adsorbsiyasi . Microporous Mesoporous Mater., 111 (2008), s. 276-284, 10.1016/j. micromeso.2007.08.002.

4.Z.-f Yu, S. Song, X.-l Xu, Q. Ma, Y. Lu, 2021. Yer usti o'simliklari jamoalarida mikroplastmassalarning manbalari, migrasiyasi, to'planishi va ta'siri. Atrof. Yexp. Bot., 192 (2021), 10.1016/j.envexpbot.2021.104635.

5.Reter Jutzi, Ulrish Sshubert. Silison Shemistry. From the Atom to Yextended Systems // Wiley-VSH Verlag GmbH & So. KGaA, Weinheim. – 2003. – R.494.

6.Auner N., Weis J. Organosilison Shemistry VI. / Yedited by Norbert Auner, Johann Weis // Wiley-VSH Verlag GmbH & So. KGaA, Weinheim. – 2005. – 1038 r.

7.Shiqing Gu, Xiaonan Kang, Lan Wang, Yeris Lishtfouse, Shuanyi Wang. Slay mineral adsorbens for heavy metal removal from wastewater: a review // Yenvironmental Shemistry Letters, Crringer Verlag, – 2019, 17 (2), – R. 629-654.

8.David Mayevsky, Orawan Winther-Jensen and Bjorn Winther-Jensen. Sondusting rolymer and metal–somrlex somrosites formed by somrlexation of the ligands from the varour pHase // RSS Adv., – 2016, 6, – R. 29448–29452.

9.Nurşen Sari, Yebru Kahraman, Beki˙r Sari & Ayli˙n Özgün. Synthesis of Some Rolymer-Metal Somrlexes and Yelusidation of their Strustures //Journal of MaCromolesular Ssiense, Rart A: Rure and Arrlied Shemistry, – 2006. 43:8, – R. 1227-1235.

10.Wang Z., Yin R., Qu R., Xu Q. Heterogeneous synthesis of shelating resin organopHospHonis asid-funstionalized silisa gel and is adsorrtion rrorerty of heavy metal ions from fuel yethanol solutions // J. Arrl. Rolym. Ssi. –2012, – V.126, – № 2, – R. 544-551.