UDK 675.043.84

SINTETIK POLIMERLAR ASOSIDA KIMYOVIY REAGENTLAR VA POLIFUNKSIONAL BIOMATERIALLAR

Qobilov N.S.
O‘zbekiston kimyo farmatsevtika ilmiy tadqiqot instituti, t.f.d., katta ilmiy xodim,
E-mail: nodirbekdoc2020@gmail.com
Yalg‘ashev E.Y.
Tayanch doktorant, O‘zbekiston kimyo farmatsevtika ilmiy tadqiqot instituti,
Tog‘ayev A. I.
Dotsent., Qarshi davlat texnika universiteti
E-mail: abrortogayev93@gmail.com
Olimov J. T.
Tayanch doktorant, O‘zbekiston kimyo farmatsevtika ilmiy tadqiqot instituti,
Qosimova Y.N
Tayanch doktorant, O‘zbekiston kimyo farmatsevtika ilmiy tadqiqot instituti,
ORCID AD: 0009-0002-6634-5821

Annotatsiya. Maqolada sintetik polimerlar poliakrilonitril (PAN) asosidagi yuqori mexanik mustahkamlik, kimyoviy barqarorlik va biotibbiy moslik xususiyatlari keltirilgan. Ushbu materiallar tibbiyot, neft va gaz va farmatsevtika sohalarida tobora keng qo‘llanilib bormoqda. PAN tolalari va nanostrukturalari steril filtrlar, gemodializ membranalari, dori tashuvchi nanokapsulalar hamda biomoslashuvchan implantatsion materiallar ishlab chiqarishda asosiy xomashyo sifatida xizmat qiladi. Ularning yuqori g‘ovakligi va nazorat qilinadigan yuzasi bioaktiv moddalarni samarali adsorbsiya qilish va chiqarish imkonini beradi. Shuningdek, PAN asosidagi kompozitlar antibakterial qoplamalar va regenerativ tibbiyotda qo‘llaniladigan scaffold (tayanch) materiallarini yaratishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: polimer, kimyoviy reagent, struktura, PAN, neft va gaz, tibbiyot.

Abstract. The article presents the properties of high mechanical strength, chemical stability and biomedical compatibility of synthetic polymers based on polyacrylonitrile (PAN). These materials are increasingly used in the medical, oil and gas and pharmaceutical industries. PAN fibers and nanostructures serve as the main raw materials in the production of sterile filters, hemodialysis membranes, drug-carrying nanocapsules and biocompatible implant materials. Their high porosity and controlled surface allow for effective adsorption and release of

ISSN 3030-3907

bioactive substances. Also, PAN-based composites are of great importance in the creation of antibacterial coatings and scaffold materials used in regenerative medicine.

Keywords: polymer, chemical reagent, structure, PAN, oil and gas, medicine.

Аннотация. В статье представлены свойства высокой механической прочности, химической стабильности и биомедицинской совместимости синтетических полимеров на основе полиакрилонитрила (ПАН). Эти материалы все чаще используются в медицинской, нефтегазовой и фармацевтической промышленности. Волокна и наноструктуры ПАН служат основным сырьем при производстве стерильных фильтров, гемодиализных мембран, нанокапсул, содержащих лекарственные препараты, и биосовместимых имплантационных материалов. Их высокая пористость и контролируемая поверхность позволяют эффективно адсорбировать и высвобождать биоактивные вещества. Также композиты на основе ПАН имеют большое значение при создании антибактериальных покрытий и каркасных материалов, используемых в регенеративной медицине.

Ключевые слова: полимер, химический реагент, структура, ПАН, нефть и газ, медицина.

KIRISH.

Polimerlarning tibbiyot, neft va gaz, tp'qimachilik sohalarida qo'llanilishi juda xilma-xil bo'lib, ular yangi kimyoviy reagentlar, tibbiy vositalar, tibbiy asboblar yasashdan tortib, organizm to'qimalarini almashtirishgacha bo'lgan sohalarni qamrab oladi. Polimerlar o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lgan yuqori molekulyar kimyoviy birikmalardir. Mustahkamligi, yengilligi, egiluvchanligi va kimyoviy inertligi ularni tibbiy va ko'p maqsadlarda foydalanish uchun ideal materialga aylantiradi.

Tabiiy va sintetik polimerlar to'qima muhandisligi va regeneratsiyasi sohasida ko'p yillar davomida o'rganib kelinmoqda. Tadqiqotchilar muvaffaqiyatli ilg'or polimer biomateriallarni loyihalash uchun ko'plab yangi strategiyalarni ishlab chiqdilar. Ushbu sharhda biz o'z-o'zini tiklash va shaklni eslab qolish xususiyatlariga ega aqlli polimer biomateriallarni tayyorlashdagi so'nggi sezilarli yutuqlarni umumlashtirdik. Shuningdek, biz plyonkalar, gidrogellar va 3D chop etiladigan biomateriallar kabi polimer biomateriallarning turli shakllarini ishlab chiqishda qo'llaniladigan yangi yondashuvlarni muhokama qilingan. Biomateriallarning yumshoq va qattiq to'qima muhandisligida qo'llanilishi, ularning in vitro va in vivo effektlariga bag'ishlangan ilmiy tadqiqotlar olin borilmoqda [1] .

ADABIYOTLAR TAHLILI.

ISSN 3030-3907

Polimerlarning xilma-xilligi, ularning ko‘p qirrali tuzilishi va xususiyatlari tufayli klinik tibbiyotda biomateriallar sifatida turli xil maqsadlarda qo‘llanilmoqda. Polimer biomateriallar tabiiy yoki sintetik polimerlardan olinishi mumkin va bioparchalanadigan yoki parchalanmaydigan bo‘lishi mumkin, bu ularning qo‘llanilishiga qarab, biotibbiy implantlar, ommaviy materiallar yoki implant qoplamalari sifatida, shuningdek, dori va genlarni yetkazib berish uchun nanotashuvchilarni o‘z ichiga olishi mumkin. Adabiyotlarda tibbiyotning muayyan sohalarida polimer biomateriallarining tarixi va rivojlanishi haqida umumiy ma'lumot berilgan. Polimerlar tibbiyotga yangi yondashuvlar bo‘yicha ba'zi zamonaviy tadqiqotlar ham o‘tkazilgan [2].

Polimer biomateriallar yuqori biologik mosligi (sitotoksik emasligi, bioparchalanuvchanligi va biomosligi), mexanik xususiyatlarining yaxshilanishi va yaxshi qayta ishlash qobiliyati tufayli tibbiyotda keng qo‘llanilishi mumkin. Ushbu xususiyatlardan tashqari, polimer biomateriallarni qayta ishlash jarayonida strukturaviy va morfologik parametrlarni tartibga solish orqali kimyoviy, elektr va fizik xususiyatlarni yaxshilash mumkin. Yuqori klinik talablar tufayli olimlar ilg‘or qayta ishlash texnologiyalarga e'tibor qaratmoqdalar. Bundan tashqari, polimer biomateriallarning o‘ta katta tadqiqot talab qiladigan sharoitlari tufayli, ko‘plab tadqiqotlar polimer biomateriallar klinik qo‘llanmalarda qo‘llanilishidan oldin qanchalik to‘g‘ri qayta ishlanganligini aniqlash uchun ko‘plab aniq tavsiflash usullari o‘rganiladi. Shuning uchun, ushbu tadqiqotlar klinik doirada polimer biomateriallarni ishlab chiqish bo‘yicha keng qamrovli umumiy ma'lumot va qo‘llanma berish uchun polimer biomateriallarni qayta ishlash usullari va tavsiflash texnikasini chuqurroq tqdqiq qilinishini talab qiladi. [3].

Polimerlardan tibbiyotda foydalanishning jadal kengayishi bilan bir qatorda, bu sohada hali ham bir qator hal qilinmagan dolzarb masalalar mavjud. Masalan, organizm a’zolari va to‘qimalarini almashtirish uchun polimer komponentlardan foydalanishda ushbu mahsulotlardan voz kechish holatlari uchraydi [4]. Bu polimerlarning organizm to‘qimalari bilan biologik nomuvofiqligi bilan bog‘liq, shuning uchun yaqin kelajakda ko‘plab olimlar va tadqiqotchilarning sa’y-harakatlari yuqori biologik muvofiqlik bilan tavsiflangan yangi polifunksional polimer markalarini ishlab chiqishga qaratilgan [5].

Xizmat funksiyalari boshqariladigan polifunksional biomateriallar - biologik faol polimerlarning boshqa guruhini ishlab chiqish bo‘yicha tadqiqotlar qiziqarli va istiqbollidir. Bunday polimerlardan bo‘shliq operatsiyalari uchun innovatsion tikuv materiallari, ochiq yaralar uchun antiseptiklar yoki dori vositalarini butun tana bo‘ylab tashish uchun vositalar ishlab chiqarishda foydalanish mumkin.

ISSN 3030-3907

Organizmda bu materiallar asta-sekin parchalanishga uchraydi, shu bilan birga turli funksional guruhlar hisobiga o‘ziga xos funksiyalarni bajaradi [6].

Polimerlar va ular asosidagi kompozitlarga qo‘yiladigan asosiy talablar quyidagilardan iborat: asosiy fizik-mexanik xossalarining barqarorligi; suyuq muhitlar va sterillovchi agentlar ta’sirida buyumlarning barqarorligini ta’minlaydigan kimyoviy turg‘unligi (inertligi); tarkibida quyi molekulyar aralashmalar, stabilizatorlar, katalizatorlar va boshqa texnologik qo‘shimchalarning minimal miqdori; hidning yo‘qligi; issiqlik (shu jumladan avtoklavlash) va radiatsiya sterilizatsiyasiga bardosh berish qobiliyati; polimer material bilan aloqada bo‘lgan suyuq tibbiy preparatlar tarkibining barqarorligi; zaharli va kanserogen moddalarning ajralib chiqmasligi; tirik to‘qimalarni jarohatlash xavfining yo‘qligi hamda qon ivishi va gemolizga ta’sir ko‘rsatmasligi; oqsillar, fermentlar denaturatsiyasini boshlash va metabolizm tizimida og‘ishlarni keltirib chiqarish qobiliyatining yo‘qligi; to‘qimalardagi elektr (elektrofizik) muvozanatni buzish qobiliyatining yo‘qligi; tirik organizm tarkibiga kiruvchi kimyoviy moddalar, dori-darmonlar, sterilizatsiya qiluvchi vositalar ta’sirida mexanik parchalanish xavfining yo‘qligi; mahsulot yuzasining barqaror tuzilishi. Poliakrilonitril va uning polifunksional modifikatsiyalari asosida ushbu talablarga javob beradigan biomateriallar olish imkoniyatlari ko‘rib chiqilmoqda.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Poliakrilonitril (PAN) tibbiyotda, asosan, o‘zining mustahkam va kimyoviy jihatdan chidamli tolalari tufayli tikuvchilik materiallarini ishlab chiqarishda (ayniqsa, yuqori mustahkamlik va biomoslashuvchanlik talab qilinadigan joylarda), shuningdek, tibbiy filtrlar, protezlar va implantlarni yaratishda (to‘qima muhandisligi uchun komponent yoki matritsa sifatida, masalan, suyak implantlarida) va ba’zi qutbli erituvchilarda erishi tufayli dori vositalarini yaratish uchun asos sifatida ishlatiladi.

PAN O‘zbekistonda ishlab chiqariladi, xususan, u "Navoiyazot" AJ tomonidan PAN STP Uz 6,1-46-95 markasi ostida, shuningdek, uning burg‘ilash eritmalari uchun ishlatiladigan gidrolizlangan PAN ("Gipan", K-4) kabi modifikatsiyalari ishlab chiqariladi.

Hozirgi vaqtda O‘zbekiston kimyo-farmatsevtika ilmiy-tadqiqot institutida mahalliy PAN modifikatsiyalari asosida tibbiyot va farmatsevtikada qo‘llaniladigan polifunksional biomateriallar olish bo‘yicha tadqiqotlar olib borilmoqda.

Tadqiqotning maqsadi PAN modifikatsiyalari asosida to‘qima muhandisligida qo‘llaniladigan tibbiyot uchun biomoslashuvchan tolalar, gibrid materiallar, filtrlar va membranalar, qoplamalar uchun yaxshilangan xususiyatlarga ega tolali materiallar (antibakterial xususiyatlarga ega, yuqori

ISSN 3030-3907

biomoslashuvchan va to‘qimalar regeneratsiyasini yaxshilash kabi yangi funksiyalarga ega) yaratishdan iborat. Ushbu modifikatsiyalar implantlar, dori-darmonlarni yetkazib berish tizimlari, filtrlash va biosensorlar uchun yangi avlod materiallarini yaratish imkonini beradi [7].

Modifikatsiyalash uchun kimyoviy modifikatsiyalash usullaridan foydalanish ko‘zda tutiladi: gidroliz, aminlash, amidoksimlash, shuningdek, gidrolizlangan hosilalarni turli faol guruhlarni biriktirib qayta ishlash. PAN gidrolizi natijasida unga dastlabki gidrofillik xususiyati beriladi, bunda nitril guruhlari karboksil (-COOH) yoki amid ($-CONH_2$) guruhlariga aylanadi [8]. Gidroliz darajasini o‘zgartirish orqali olinadigan biomaterialning xususiyatlarini, uning biologik faolligini, kiritiladigan faol guruhlar miqdorini nazorat qilish mumkin.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Modifikatsiya darajasini spektroskopik usul bilan tekshirish mumkin, bunda 2240 sm-1 sohada (-CN) guruhining cho‘qqisi kamayadi va 1730 sm-1 sohada yangi guruhlar, masalan (-COOH) paydo bo‘ladi.

1-Jadval

Modifikatsiyalangan PAN eng yuqori texnologiyali sohalarda qo‘llaniladi:

Qo‘llanish sohasi	Modifikatsiya turi	Funksiya
Gemodializ	Yuzani gidrofillash	Tromb hosil bo‘lishini oldini oluvchi yuqori biomoslashuvchan membranalar yaratish.
To‘qima muhandisligi	Elektrospinning + biomolekulalar	Teri hujayralari, qon tomirlari va asab to‘qimalarining o‘sishi uchun matritsalar yaratish.
Dori vositalarini yetkazib berish tizimlari.	Sopolimerlar sintezi	Modifikatsiyalangan zanjirlarning rN sezgirligi hisobiga dori vositalarini manzilli yetkazib berish.
Toksinlar sorbsiyasi	Xelatlovchi guruhlarni kiritish	Biologik suyuqliklarni og‘ir metall ionlari va maxsus endotoksinlardan tozalash.

Polifunksional va "aqlli" materiallar olish istiqbolli yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Zamonaviy tadqiqotlar bir vaqtning o‘zida bir nechta funksiyalarga ega bo‘lgan materiallarni yaratishga qaratilgan. Masalan:

Antibakterial faollik + Regeneratsiya: Kumush nanozarrachalari va o‘sish omillari bilan modifikatsiyalangan PAN tolalari.

Stimul-javob: Yallig‘lanish o‘chog‘ida harorat yoki pH o‘zgarishiga javoban o‘z o‘tkazuvchanligi yoki shaklini o‘zgartiradigan polimerlarni yaratish.

ISSN 3030-3907

Amidoksimlash. Bu PANning gidroksilamin (NH2OH) bilan suv-spirtli muhitdagi o‘zaro ta’siridir.

Mexanizmi: nitril guruhi amidoksim guruhiga aylanadi -C (NH_2) =N-OH. Polimer oraliq metallar (Cu^{2+}, Ni^{2+}, Fe^{3+}) ionlarini bog‘lash xususiyatiga ega bo‘ladi. Tibbiyotda u organizmdan ortiqcha temir yoki misni chiqarib yuboradigan gemosorbentlarni yaratish, shuningdek, materialga uzoq muddatli antibakterial ta’sir ko‘rsatish maqsadida kumush ionlarini (Ag^{+}) immobillash uchun ishlatiladi.

XULOSA. Bugungi kunda tibbiyotda polimerlarni qo‘llashning dolzarb yo‘nalishi PAN nanotolalarini elektr yigirish (electro-spinning) yo‘li bilan olish va unga faol guruh tutgan monomerlarni biriktirish, yakuniy bosqichda esa hosil bo‘lgan guruhlarga fermentlar yoki antibiotiklarni biriktirish orqali polifunksional biomateriallar olish hisoblanadi. Bulardan tashqari bu polimerlar asosidagi kimyoviy reagentlar yuqori stabillash xususiyatiga ham ega ekanligi tadqiqotlar bilan asoslandi. Bunday biomateriallar innovatsion intellektual bintlar ishlab chiqarishda, qon ivishining oldini oladigan va yangi endotelial hujayralarning o‘sishiga yordam beradigan sun’iy tomirlarni olishda qo‘llaniladi. Shu bilan birga, polimer materiallar va kompozitlarni tibbiy amaliyotga o‘z vaqtida joriy etish maqsadida tashkiliy-texnik tadbirlarni tizimlashtirish talab etiladi, bu esa davolash jarayonining umumiy sifati va samaradorligini oshirishga yordam beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Cheirmadurai Kalirajan, Amey Dukle, Arputharaj Joseph Nathanael, Tae-Hwan Oh, Geetha Manivasagam A Critical Review on Polymeric Biomaterials for Biomedical Applications. Polymers (Basel). 2021 Sep 6;13(17):3015.

2. Nauman Nazeer, Marya Ahmed. Polymers in medicine. 2020, Polymer Science and Nanotechnology.

3. Cagatay Elibol, ... Kadir Sagir Processing and characterization of polymeric biomaterials. 2023, Handbook of Polymers in Medicine

4. Кочеткова, Е.М. Полимеры в медицине. // Молодой исследователь: вызовы и перспективы: сборник статей по материалам CXCIV международной научно-практич. конф., Москва, 21 декабря 2020 года. Том 47 (194). – Москва: "Интернаука", 2020. – С. 213-215.

5. А.Н. Панченко. Применение полимерных материалов в медицинских целях. International Journal of Humanities and Natural Sciences, vol. 6-2 (69), 2022. Ст.6-9.

6. Лось Д.М., Шаповалов В.М., Зотов С.В. Применение полимерных материалов для изделий медицинского назначения. Проблемы Здоровья и Экологии. 2020; 64(2): 5-13

ISSN 3030-3907

7. Васнецова ОА. Медицинское и фармацевтическое товароведение: 3-е изд., перераб. и доп. Москва, РФ: Авторская Академия; 2016. 424 с.
8. Каршиев М.Т., Нуркулов Ф.Н. Синтез и исследование модифицированного полиакрилонитрила // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. 2025. 2(128). Ст.56-59.
9. Рахматов, Х. Б., & Тогаев, А. И. У. (2023). Исследование кинетики реакции высокомолекулярных углеводородов с синтез-газом. Universum: технические науки, (12-6 (117)), 32-36.
10. Rahmatov, X. B., Tog‘ayev, A. I., & Kamolov, L. S. FISHER-TROPSH JARAYONI ASOSIDA BENZIN QATORI SUYUQ UGLEVODORODLAR SINTEZINING ILMIY ASOSLARINI ISHLAB CHIQISH. ҚарДУ ХАБ, 95.
11. Рахматов, Х. Б., Тогаев, А. И., & Камолов, Л. С. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДИМЕТИЛОВОГО ЭФИРА И КОНВЕРСИЯ МЕТАНА В НИЗШИЕ ОЛЕФИНЫ–ЭТИЛЕН, ПРОПИЛЕН И БУТИЛЕН. ҚарДУ ХАБ, 53.
12. Рахматов, Х. Б., Тагаев, А. И., & Камолов, Л. С. ПОЛУЧЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО БЕНЗИНА ИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА. ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ, ФАН ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ ҚАРШИ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ ТАҲРИРИЯТ ҲАЙЪАТИ: Бош муҳаррир, 72.
13. DAVLAT, A. R. B. N. T., & UNIVERSITETI, T. Tahlilning fizikA-kimyoviy usullari.
14. Omanov, B., & Allanazarova, O. (2024). ETILENDAN VINILASETATNING KATALITIK SINTEZI VA TEXNOLOGIYASI. Инновационные исследования в современном мире: теория и практика, 3(15), 160-161.
15. Shaymardon o‘g‘li, T. J. SINTETIK NAFTA TARKIBIDAGI SUYUQ PARAFIN UGLEVODORODLARINING SELEKTIV KATALIZATOR TA’SIRIDA SIKLLANISHI. O ‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI, 43.
16. Yer osti gidravlika” fanidan amaliy mashg‘ulotlarni hisob dasturi
17. Togayev, A. (2025). PRODUCTION OF HIGH-ACTIVITY CATALYSTS FOR OBTAINING LIQUID HYDROCARBONS FROM NATURAL GAS. Austrian Journal of Technical & Natural Sciences.
18. Qobilov, N. S., & Ergashev, S. J. (2026). MOYLOVCHI MATERIALLAR UCHUN SIRT FAOL MAODDALAR TARKIBI VA TEXNOLOGIYASI. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 4(1).
19. Qobilov, N. S., & Ergashev, S. J. (2026). YOG ‘-MOY SANOATI CHIQINDILARINING FIZIK-KIMYOVIY XUSUSIYATLARI VA ULAR

ISSN 3030-3907

ASOSIDA SIRT FAOL MODDALAR ISHLAB CHIQISH. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 4(1).

ISSN 3030-3907