

ISSN 2091-5527

№ 2/2026

Ўзбекистон

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

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал

**Композиционные материалы**

условиях АО «Нефть ва газ кудукларини синаш» показали, что они отвечают предъявляемым требованиям и возможно успешно применять их для защиты от коррозии насосно-компрессорных труб (НКТ) и других оборудований при бурении нефтегазовых скважин, которые дают положительные результаты.

**Выводы.** Разработаны научно-методические принципы, технологии, стандарт производства и технологический регламент на получение композиционных ингибирующих химических материалов на основе местного сырья и отходов производств, обеспечивающую защиту от коррозии машин, механизмов и оборудований, применяемых при испытании и оценки эффективности нефтегазовых скважин.

UDK 678.278:541.68.63.(615.022)

## NATRIY–KARBOKSIMETILTSELLYULOZA VA POLIAKRILAMID ASOSIDA INTERPOLIMER KOMPLEKSINI OLINISH TEXNOLOGIYASI

<sup>1</sup>Inoʻgʻomov Sobitjon Yoqubjonovich, <sup>2,3</sup>Asrorov Ummat Alisher oʻgʻli

<sup>1</sup>Toshkent farmatsevtika instituti, <sup>2</sup>Nizomiy nomidagi Toshkent davlat pedagogika universiteti,

<sup>3</sup>Mirzo Ulugʻbek nomidagi Oʻzbekiston Milliy Unversiteti

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada natriy–karboksimetiltellyuloza (Na–KMS) va poliakrilamid (PAA) asosida interpolimer kompleks olish texnologiyasi ishlab chiqilgan. Tadqiqotda Na–KMS va PAA eritmalarini tayyorlash, ularni belgilangan nisbatda aralashtirish, plastifikator qoʻshish, filtrlash va qadoqlash bosqichlari ketma-ket asoslab berilgan. Interpolimer kompleks hosil qilish uchun komponentlarning optimal nisbati Na–KMS:PAA = 60:40 massa % etib belgilangan. Texnologik parametrlar sifatida eritmalarni tayyorlash davomiyligi, aralashtirish harorati, plastifikator ulushi va yakuniy mahsulotni qadoqlash sharoitlari aniqlangan. Taklif etilgan texnologik sxema bir jinsli, barqaror va yaxshilangan strukturaviy-reologik xossalarga ega kompozitsion material olish imkonini beradi.

**Kalit soʻzlar:** natriy–karboksimetiltellyuloza, poliakrilamid, interpolimer kompleks, kompozit material, texnologiya, texnologik parametrlar.

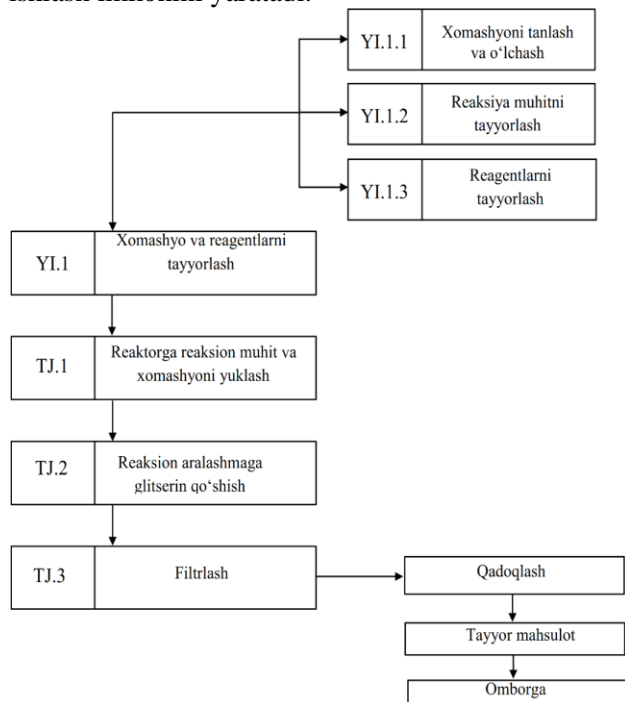
**Kirish.** Polimer materiallar asosida yaratilgan funksional tizimlar zamonaviy materialshunoslik va farmatsevtika sohalarida alohida ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, interpolimer komplekslar (IPK) va polikompleks kompozitlar (PKK) – turli makromolekulalar oʻrtasidagi fizik yoki kimyoviy oʻzaro taʼsirlar natijasida hosil boʻladigan tizimlar boʻlgani sababli keng tadqiq etilmoqda. Bunday komplekslar molekulalararo vodorod bogʻlari, elektrostatik tortishish kuchlari orqali shakllanadi va natijada yangi fizik-kimyoviy xossalarga ega boʻladi [1].

Soʻngi yillarda tabiiy va sintetik polimerlarni kombinatsiyalash orqali yuqori samarali materiallar yaratishga boʻlgan qiziqish ortib bormoqda. Shu nuqtai nazardan, natriy–karboksimetiltellyuloza (Na-KMS) va poliakrilamid (PAA) asosidagi interpolimer komplekslar alohida eʼtiborga loyiqdir. Na-KMS va PAA oʻrtasida vodorod bogʻlari orqali hosil boʻladigan interpolimer komplekslar tizimning viskoelastik xossalarni sezilarli darajada yaxshilaydi, bu esa ularni dori tashuvchi tizimlar, gidrogellar, biomedikal materiallar va suvni tozalash texnologiyalarida qoʻllash imkonini beradi [4]. Rinaudo selluloza hosilalari asosidagi komplekslarda vodorod bogʻlarining asosiy rol oʻynashini koʻrsatgan [5]. Shuningdek, Thakur va hammualliflar tabiiy polimerlar asosidagi gidrogellarni farmatsevtik qoʻllanmalar uchun istiqbolli material sifatida baholagan [6].

**Materiallar va usullar.** Na–KMS va PAA asosidagi IPK olishi chiziqli texnologik sxemadan iborat (1–rasm). Sanoat miqyosida Na–KMS va PAA asosidagi IPK va PKK ni olish texnologik jarayoni avvalo Na–KMS va PAA ni distillangan suvda, xona xaroratida eritish bosqichidan boshlanadi, soʻngra Na–KMS eritmasini PAA eritmasi bilan aralashtirish amalga oshiriladi. Zamonaviy farmatsevtika korxonalarida surtma (mazʼ) ishlab chiqarishda asosiy turdagi uskuna sifatida reaktor qoʻllaniladi (2–rasm).

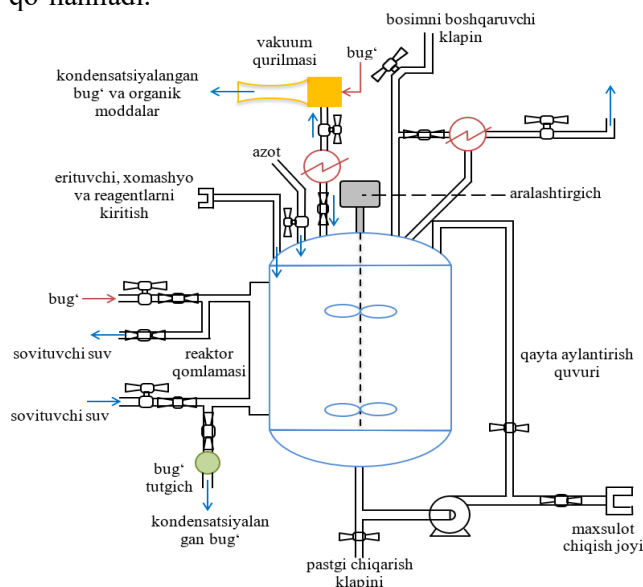
Quyidagi 2–rasmda farmatsevtik mahsulotlarni tayyorlashga moʻljallangan, aralashtirgichli va tashqi maxsus qobiq bilan jihozlangan reaktor sxemasi tasvirlangan. Qurilmaning asosiy qismi silindrsimon korpusdan iborat boʻlib, uning ichida mahsulot komponentlarini bir xilda aralashtirish uchun markaziy valga oʻrnatilgan aralashtirgich joylashtirilgan. Reaktor korpusining tashqi qismi termostat vazifasini taʼminlovchi qobiq bilan oʻralgan boʻlib, ushbu qobiq orqali bugʻ yoki sovituvchi suv uzatiladi. Reaktor korpusi qobigʻida 100°C gacha boʻlgan issiq suv va bugʻ yoki 10°C haroratdagi sovuq suv uzatiladi. Reaktor maxsus boshqaruv pulti orqali boshqariladi. Bu esa texnologik jarayon davomida mahsulotni oson isitish yoki sovitish imkonini beradi. Reaktorning yuqori qismida erituvchi, xomashyo va reagentlarni kiritish shtutserlari, azot berish liniyasi, vakuum qurilmasiga ulanish qismi hamda bosimni

me'yorlashtiruvchi xavfsizlik klapani mavjud. Azot liniyasi reaktor ichida inert muhit hosil qilishga xizmat qiladi, vakuum qurilmasi esa uchuvchan komponentlarni chiqarish va past bosim ostida ishlash imkonini yaratadi.



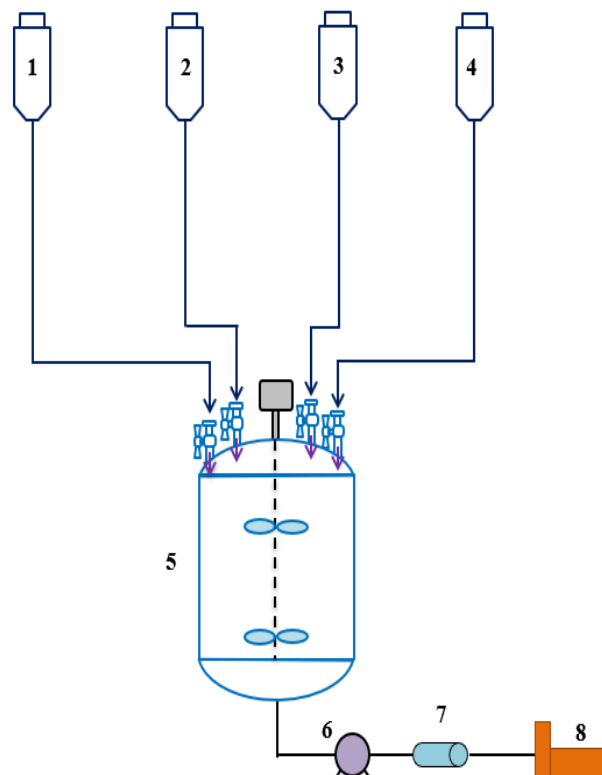
**1-rasm. Na-KMS va PAA asosida IPK va PKKlarni ishlab chiqarishning texnologik sxemasi:**  
 YI.1.1, YI.1.2, YI.1.3 – yordamchi ishlar; TJ.1, TJ.2, TJ.3 – texnologik jarayonlar.

Qurilmaning yon qismida qayta aylantirish quvuri o'rnatilgan bo'lib, u mahsulotni sirkulyatsiya qilish orqali aralastirish samaradorligini oshiradi. Tayyor mahsulot reaktorning pastki qismidagi chiqarish klapani orqali chiqariladi. Mazkur turdagi reaktor suyuq, yarim qattiq va o'rtacha qovushoqlikka ega farmatsevtika mahsulotlarini tayyorlashda keng qo'llaniladi.



**2-rasm. Na-KMS va PAA tayyorlash uchun reaktor sxematik ko'rinishi.**

IPK eritmalari quyidagicha tayyorlanadi (3-rasm): reaktor idishiga (5) belgining yarmigacha distillangan suv (2) quyiladi va reaktor aralastirgichi ishga tushiriladi. Quruq, tozalangan Na-KMS (1) texnologik reglamentda ko'rsatilgan miqdorda reaktorga bir maromda, portsiyalar bilan va bir vaqtning o'zida aralastirgan holda qo'shiladi. So'ngra suv hajmi to'liq belgilangan hajmgacha yetkaziladi. Barcha Na-KMS qo'shilgandan keyin aralashma 4-5 soat davomida bir jinsli aralashma hosil bo'lguncha aralastiriladi. Reaktorda aralastirish davomida umumiy Na-KMS massasiga 6:4 nisbat miqdorida PAA eritmasi qo'shiladi. Shundan so'ng doimiy aralastirib turilib yaxlit massa olinadi, IPK massasining 10% miqdorida plastifikator (8) qo'shiladi. Tayyor IPK eritmasi bir xil massa hosil bo'lguncha 60 daqiqa davomida aralastiriladi.



**3-rasm. Na-KMS va PAA asosida IPK ishlab chiqarish qurilmasining sxemasi. 1 – quruq holatdagi Na-KMS, 2 – distillangan suv, 3 – PAA eritmasi, 4 – plastifikator, 5 – reaktor, 6 – vakuun nasos, 7 – filtr, 8 – qadoqlash qismi.**

**Natijalar va muhokamalar.** Tayyor IPK sifat tahlilidan o'tkazilgandan so'ng vakuun nasosi (6) yordamida filtr (7) orqali o'tkaziladi va qadoqlash mashinasi (8) yordamida 500±10 g, 1000±20 g va 2000±30 g hajmdagi burama qopqoqli polietilen flakonlarga qadoqlanadi. Tajriba-ishlab chiqarish sinovlari asosida Na-KMS va PAA asosidagi PKKni olishning texnologik parametrlari aniqlangan bo'lib, ularning to'liq ko'rinishi 1-jadvalda keltirilgan.

## PKKni olish uchun taklif qilingan texnologik parametrlar

№	Nomi va o'lov birliklari	Tavsifi
1.	Na–KMS eritmalarini olish davomiyligi, soat	4–5
2.	Na–KMS eritmalarini olish uchun harorat, °C	25
3.	PAA eritmalarini olish davomiyligi, soat	6–7
4.	PAA eritmalarini olish uchun harorat, °C	25
5.	Komponentlar nisbati Na–KMS:PAA, massa. %	60:40
6.	Na–KMS:PAA eritma aralashmasini aralashtirish davomiyligi, min.	30–45
7.	Glitserin qo'shish davomiyligi, min.	30
8.	Eritmalarni o'zaro aralashtirish harorati, °C	25
9.	IPKga qo'shilgan glitserin ulishi, massa. %	90:10

Umuman olganda, taklif etilgan texnologik sxema Na–KMS va PAA asosida interpolimer kompleks olish jarayonining asosiy bosqichlarini izchil ifodalaydi. Belgilangan texnologik parametrlar polimer eritmalarini tayyorlash, ularni aralashtirish, plastifikator qo'shish hamda tayyor mahsulotni filtrlash va qadoqlash jarayonlarini tartibga solishga xizmat qiladi. Bu esa mazkur kompozitsion tizimni amaliy sharoitda olish imkoniyatini asoslaydi.

**Xulosa.** Mazkur tadqiqotda natriy–karboksimetiltellyuloza va poliakrilamid asosida interpolimer kompleks va kompozitlarni olish

texnologiyasi ishlab chiqildi va uning asosiy bosqichlari tizimli ravishda asoslandi. Texnologik parametrlarning optimal qiymatlari aniqlanib, komponentlar nisbati va aralashtirish sharoitlari interpolimer kompleks hosil bo'lish jarayoniga sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. Olingan komplekslar yaxshilangan reologik va strukturaviy xossalarga ega bo'lib, ularning bir jinsliliigi va barqarorligi ta'minlandi. Tadqiqot natijalari ushbu tizimlarni dori tashuvchi materiallar, gidrogellar va boshqa funksional kompozitsiyalar sifatida qo'llash imkoniyatlarini kengaytiradi.

## ADABIYOTLAR

- Li N., Chen G.X., Chen W., Huang J.H., Tian J.F., Wan X.F., He M.H. and Zhang H.F. Multivalent cations-triggered rapid shape memory sodium carboxymethyl cellulose/polyacrylamide hydrogels with tunable mechanical strength, Carbohydrate Polymers, 178, 2017., pp.159–165. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.09.030>.
- Godiya C.B., Cheng X., Chen D. Li, Z. and Lu X., Carboxymethyl cellulose/polyacrylamide composite hydrogel for cascaded treatment/reuse of heavy metal ions in wastewater, Journal of Hazardous Materials, 364, 2019., pp. 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.09.076>
- Jeong D., Kim C., Kim Y. and Jung S., Dual crosslinked carboxymethyl cellulose/polyacrylamide interpenetrating hydrogels with highly enhanced mechanical strength and superabsorbent properties, European Polymer Journal, 127, 2020., 109586–109600, <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2020.109586>
- Peighambardoust S.J., Babil O.A., Foroutan R. and Arsalani N., Removal of malachite green using carboxymethyl cellulose-g-polyacrylamide/montmorillonite nanocomposite hydrogel, International Journal of Biological Macromolecules, 159, 2020., pp.1122–1131. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.05.093>
- S.Y. Inagamov, A. Asrorov va G.I. Mukhamedov, Development of interpolymer complexes based on sodium carboxymethylcellulose and polyacrylamide, AIP Conference Proceedings, 2999, 2023., 020049-020057, <https://doi.org/10.1063/5.0158621>
- Wang S.T., Kong M., Li W., Yi E.J., Wang Y., Shen M.H., Liu H., Ren S.X., Guo Y.R., and Zhang J.G. Carboxymethyl cellulose/polyacrylamide/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> magnetic ion imprinting biosorbent for removal and recovery of La<sup>3+</sup>, ACS Omega, 8, 2023., 37374–37383b, <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c05192>
- Aljeboree A.M., Ghazi H.H., Hussein S.A., Jawad M.A., Khuder S.A. va Alkaim A.F. Facile fabrication of a low-cost carboxymethyl cellulose–polyacrylamide composite for the highly efficient removal of cationic dye: optimization, kinetic and reusability, Journal of the Iranian Chemical Society, 2024., pp. 91–111. <https://doi.org/10.1007/s13738-024-03132-5>
- Quan Z., Wang X., Zheng K., Wen Y., Lin J., and Cui M. Synthesis of novel composite hydrogel based on carboxymethyl cellulose/acrylamide/β-cyclodextrin for drug delivery, International Journal of Biological Macromolecules, 287, 2025., 138387–138401, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.138387>
- Viboonratanasri D., King D.R., Okumura T., Terkawi M.A., Katsuyama Y., Lama M., Yasui T., and Kurokawa T. Porous and tough polyacrylamide/carboxymethyl cellulose gels chemically crosslinked via cryo-UV polymerization for sustained drug release, Gels, 11, 2025., pp. 453–471. <https://doi.org/10.3390/gels11060453>.

<b>Шернаев А.Н, Негматов С.С., Усенова Г.С., Гулямов Г.</b> Методология исследования структуры и триботехнических характеристик антифрикционных древесно-полимерных композитов .....	54
<b>Xusanov N.A., Rajerova M.</b> Kesuvchi materiallarga vakuumda CVD va PVD usulida qoplama qoplash texnologiyasi .....	56
<b>Berdiyev Sh.A., Cho‘lliyev Z.F., Hamdamov D.H.</b> Detallarni azotlash so‘ngra oksidlash bilan kompozit nitrid-oksidi qoplamalarini olish usuli .....	58
<b>Mardanova Y.O’., Kamalova D.I., Abed N.S.</b> Yarim elektr o‘tkazuvchi kompozitsion polimer materiallarning elektr o‘tkazuvchanlikning xossalari tadqiq etish .....	60
<b>Раззоков Х.Қ., Амонов М.Р.</b> Табиий сапропел минералини механик майдаланиш даражасининг поралар умумий ҳажми ўзгаришига таъсири .....	63

### 3. Разработка и технология получения композиционных материалов

<b>Косимов Ш.Б., Абед Н.С., Негматов Ж.Н.</b> Исследование и разработка технологии получения композиционных полипропиленовых материалов и колковых деталей из них для применения в рабочих органах хлопкоперерабатывающих машин и механизмов .....	65
<b>Номозов С.С., Негматов С.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Абед Н.С., Рахимов Х.Ю., Жовлиев Ш.Х., Абдуганиев А.И.</b> Разработка научно-методических принципов и инновационной технологии получения композиционных химических ингибиторов на основе местного сырья и отходов производств..	68
<b>Inog‘omov S.Y., Asrorov U.A.</b> Natriy–karboksimetiltellyuloza va poliakrilamid asosida interpolimer kompleksini olinish texnologiyasi .....	70
<b>Бердиев Ш.И., Эркабаев Ф.И., Абдулакимов И.Ф., Шокиров А.П., Эсанбаев Ф.И.</b> Получение Н-пермутита .....	73
<b>Талипов Н.Х., Панжиев О.Х., Салимова С.А., Абед Н.С., Икрамова М.Э.</b> Разработка технологии получения тампонажных композиционных материалов на основе местного сырья и отходов производств, и растворов из них .....	76
<b>Хамдамова Ч.Х., Очилов Э.А., Сайфиева П.О., Бекпулатов Х.О., Абед Н.С.</b> Способы переработки золы от сжигания энергетических углей и перспективы комплексного использования золошлаковых отходов Ангренской ТЭС .....	77
<b>Xasanova S.X., Shamanov Sh.X.</b> Birlamchi va ikkilamchi polietilentereftalat asosida olingan kompozitsion kalavani bo‘yash jarayonini tadqiq etish .....	80
<b>Эшдавлатова Г.Э., Исмаилова Х.Дж.</b> Эффективность работы пеногасителей на основе ЭО-ПО-ПДМС в растворах диэтанолamina .....	82
<b>Негматов С.С., Эрниева Н.Б., Негматов Ж.Н., Негматова К.С., Бозоров Д., Курбонов У.М., Абед Н.С., Икрамова М.Э., Бозоров А.Н., Раупова Д.Н.</b> О развитии металлургической промышленности в области извлечения цветных, благородных и редких металлов .....	86
<b>Нурназарова Г.У., Тухтаев Ф.С., Негматова К.С., Уктамова Ф.А., Уктамова З.А.</b> Исследование изотермических закономерностей адсорбционного процесса в композиционных сорбентах .....	91
<b>Умиров Ф.Э., Шодиева М.С., Номозова Г.Р.</b> Получение дефолианта на основе хлората магния, содержащего поверхностно-активные вещества .....	94
<b>Джумаева М.С.</b> Физико-химические основы крашения хлопчатобумажной тканей растворами металлокомплексными соединениями .....	96
<b>Qoraboyeva N.M., Gafurova D.A., Qurbonov H.G., Ikramova S.M., Rustamov M.K.</b> Xlorlangan polivinilxlorid asosida anionitning olinishi .....	99

### 4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов

<b>Номозов С.С., Негматов С.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Абед Н.С., Рахимов Х.Ю., Жовлиев Ш.Х., Абдуганиев А.И.</b> Исследование физико-химических свойств органоминеральных ингредиентов на основе местного сырья и отходов производств и разработка эффективных составов композиционных ингибиторов, применяемых для защиты от коррозии рабочих органов испытательных машин и механизмов, используемых в процессе оценки эффективности нефтегазовых скважин.....	104
--	-----