

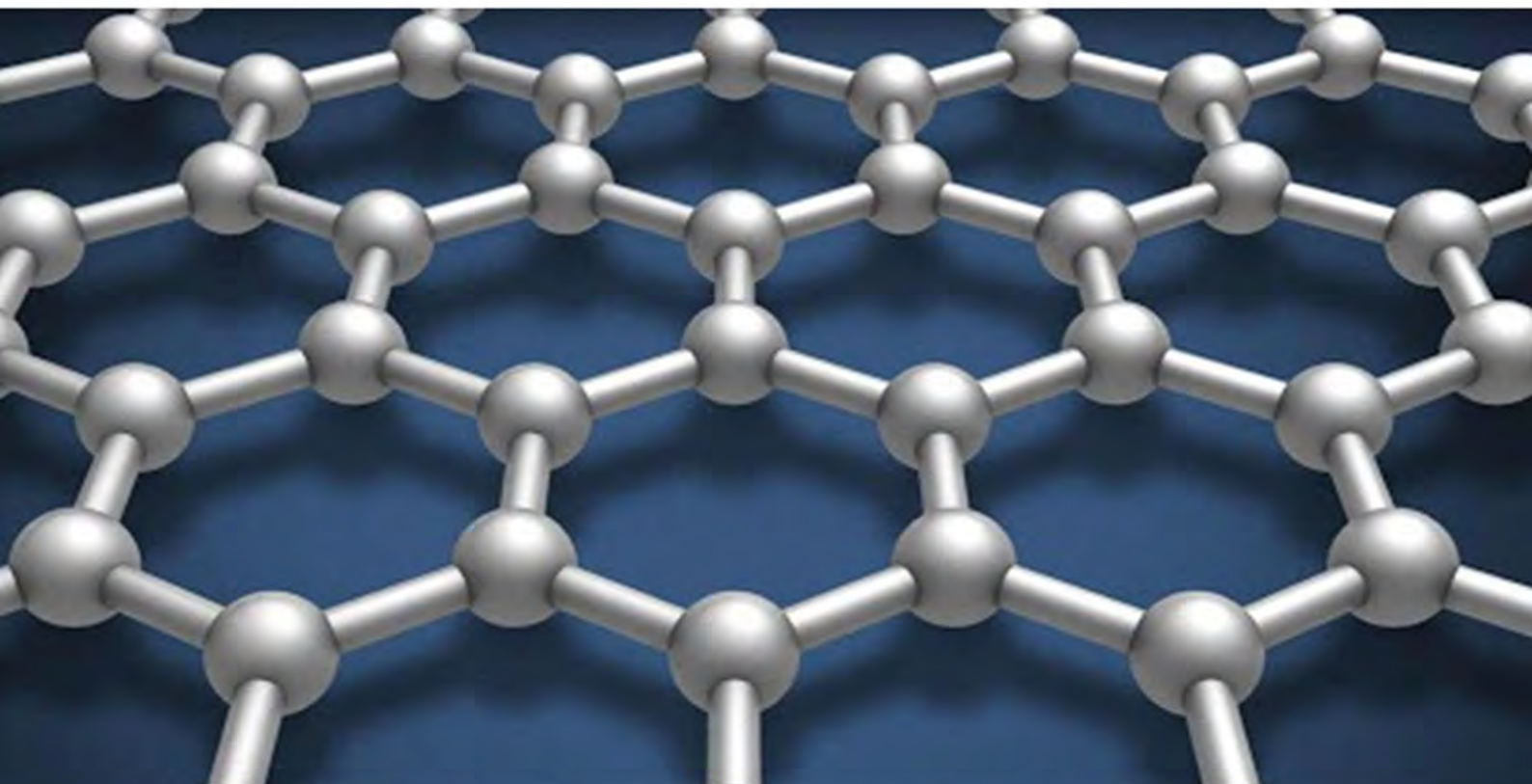
ISSN 2091-5527

№ 2/2026

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал

Композиционные материалы

cho'zlash va zarba yuklamalariga chidamlilikni oshirish imkonini beradi. Bundan tashqari, turli qatlamlarda turli funksional xususiyatlarni birlashtirish mumkin, masalan, bir qatlamda yuqori mustahkamlik, boshqa qatlamda esa issiqlik yoki kimyoviy chidamlilik ta'minlanadi.

Xulosa qilib aytganda, polimer kompozit materiallarning mexanik xossalari ularning tuzilishiga bevosita bog'liq bo'lib, to'ldiruvchining

turi, shakli, o'lchami va polimer matritsa bilan bog'lanish sifati bilan belgilanadi. Kuchli matritsa-to'ldiruvchi adgeziyasi yuklamaning samarali uzatilishini ta'minlab, materialning mustahkamligi va chidamliligini oshiradi. Tolali va qatlamli tuzilishlar mexanik xossalarni maqsadli boshqarish imkonini berib, yengil va yuqori mustahkam kompozit materiallarni yaratishda muhim ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yunusova Sevara. "Kreking jarayoni kimyosi va texnologiyasi" (Malakaviy bitiruv ishi) 2017-yil (9-10b)
 2. Гибсон Р.Ф. Механика композиционных материалов. М. Мир, 2014.
 3. Hull D., Clyne T.W. An Introduction to Composite Materials. Cambridge University Press, 2019.
 4. Callister W.D., Rethwisch D.G. Materials Science and Engineering: An Introduction. Wiley, 2020.
 5. Strong A.B. Fundamentals of Composites Manufacturing. SME, 2016.
 6. Назаров М.Қ., Абдуллаев А.А. Полимер материаллар ва композитлар технологияси. Тошкент. Ўқитувчи, 2017.
 7. Umarov A.V., Muxamedov G.I., Quchqarov X.O. Polimerli kompozit materiallar fizikasi. Namangan. 2017.
 8. Djuraboyev D., Vaisov A. Hozirgi kundagi kompozitsion materiallar ishlab chiqarishdagi yutuqlar va kamchiliklar "Yosh olimlar" ilmiy-amaliy konferensiyasi. 2024. 36-37 b.
 9. Xodiyeva N.D. Kompozitsion materiallar: ularning turlari va ishlab chiqarish xossalari. "Экономика и социум". 2025. 620-621 b
- Valigun M. Modern approaches to the use of composite materials in construction. The American journal of engineering and technology. 2024. 60-61 b.

UDK 678.278:541.68.63.(615.022)

NATRIY-KARBOKSIMETILTSELLYULOZA VA POLIAKRILAMID ASOSIDA OLINGAN INTERPOLIMER KOMPLEKSINI REOLOGIK XOSSALARI O'RGANISH

¹Inog'omov Sobitjon Yoqubjonovich, ^{2,3}Asrorov Ummat Alisher o'g'li

¹Toshkent farmatsevtika instituti, ²Nizomiy nomidagi Toshkent davlat pedagogika universiteti,

³Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy Universiteti. E-mail: sabitjan1957@mail.ru.

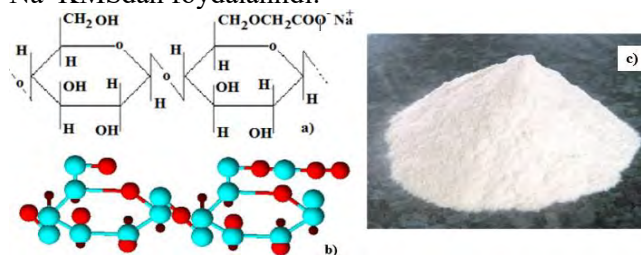
Annotatsiya. Ushbu maqolada natriy-karboksimetilsellyuloza (Na-KMS) va poliakrilamid (PAA) asosida olingan interpolimer komplekslarning reologik xossalari tadqiq etilgan. Na-KMS va PAA eritmaları hamda ularning turli tarkibiy nisbatlardagi aralashmalarida qovushoqlik va siljish kuchlanishining siljish tezligi hamda temperaturaga bog'liqligi o'rganildi. Siljish tezligi ortishi bilan qovushoqlik kamayishi, temperatura oshishi bilan esa qovushoqlik va siljish kuchlanishining pasayishi aniqlandi. Bu holat Na-KMS tarkibidagi $-\text{COO}^-$, $-\text{OH}$ guruhlari hamda PAA zanjiridagi $-\text{CONH}_2$ guruhlari o'rtasida vodorod bog'lari va ion-dipol o'zaro ta'sirlarning shakllanishi bilan izohlanadi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, Na-KMS/PAA = 60/40 nisbatdagi kompleks temperatura ta'siriga nisbatan eng barqaror reologik xatti-harakatni namoyon etdi.

Kalit so'zlar: natriy-karboksimetilsellyuloza, poliakrilamid, interpolimer kompleks, reologik xossalari, qovushoqlik, siljish kuchlanishi, siljish tezligi, reologik xossalari, vodorod bog'lari, ion-dipol bog'lari.

Kirish. Natriy-karboksimetilsellyuloza (Na-KMS) va poliakrilamid (PAA) suvda yaxshi eruvchi, yuqori gidrofil hususiyatga ega polimerlar bo'lib, turli aralashmalar va kompozitsion materiallar tarkibida keng qo'llanadi. Ularning eritmaları boshqa turdagi polimer moddalar bilan barqaror gel yoki komplekslarni hosil qilish imkoniyati mavjud [1-5].

Materiallar va usullar. Natriy-karboksimetilsellyuloza. Kimyoviy formulasi $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})\text{CH}_2\text{COONa}$, quruq granula holati oq kukun ko'rinishida bo'lib, quyidagi 1-rasmda berilgan ko'rinishdagi zvenoga ega bo'lgan polimer modda [1]. Ilmiy-tadqiqot ishining asosiy ob'ekti sifatida Namangan kimyo zavodida ishlab chiqarilgan, tozalangan va tibbiyot uchun ishlatiladigan yog'och sellyulozasini

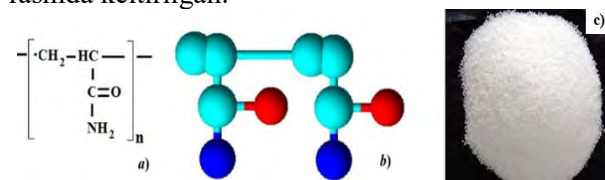
monoxloruksus kislotasi bilan eterifikatsiya qilish asosida olingan, almashinish darajasi (AD) 70 ga [1, 2] polimerlanish darajasi (PD) 450 ga [5] teng bo'lgan, ГОСТ 5.588–79 asosida ishlab chiqarilgan Na–KMSdan foydalanildi:



1 – rasm. Na–KMS polimeri a) elementar zvenosining sxematik ko'rinishi; b) elementar zvenosining 3D sxemasi; c) kukun holatdagi ko'rinishi.

Na–KMSni ishlatishdan avval tarkibidagi quyi molekulyar birikmalardan, turli xil qo'shimcha modda va aralashmalardan tozalandi. Na–KMS dissotsiatsiyalanish konstantasi $5,25 \cdot 10^{-7}$ don $5 \cdot 10^{-5}$ oraliqda o'zgarib turadi. Na–KMSning zichligi $1,59 \text{ g/cm}^3$ ga va nur sindirish ko'rsatkichi 1,515 ga teng. Na–KMS 170°C da yumshab eriy boshlaydi va undan yuqori temperaturalarda parchalanadi [5, 6]. U issiq va sovuq suvda yaxshi eriydi, konsentratsiyasi yuqori bo'lganda katta ichki ishqalanish xususiyatini namoyon qiladi. Suvda yaxshi eriydi va erigan Na–KMS polielektrolitlik xususiyatiga ega ekanligi tufayli tibbiyot va farmatsevtika sanoatida keng miqyosda ishlatiladi [5, 7].

Poliakrilamid – akrilamid va uning hosilalariga asoslangan polimerlar va sopolimerlar guruhining umumiy nomi [9]. Kimyoviy formulasi: $\text{CH}_2\text{CHCONH}_2$, elementar zvenosi quyidagi 2 – rasmda keltirilgan:

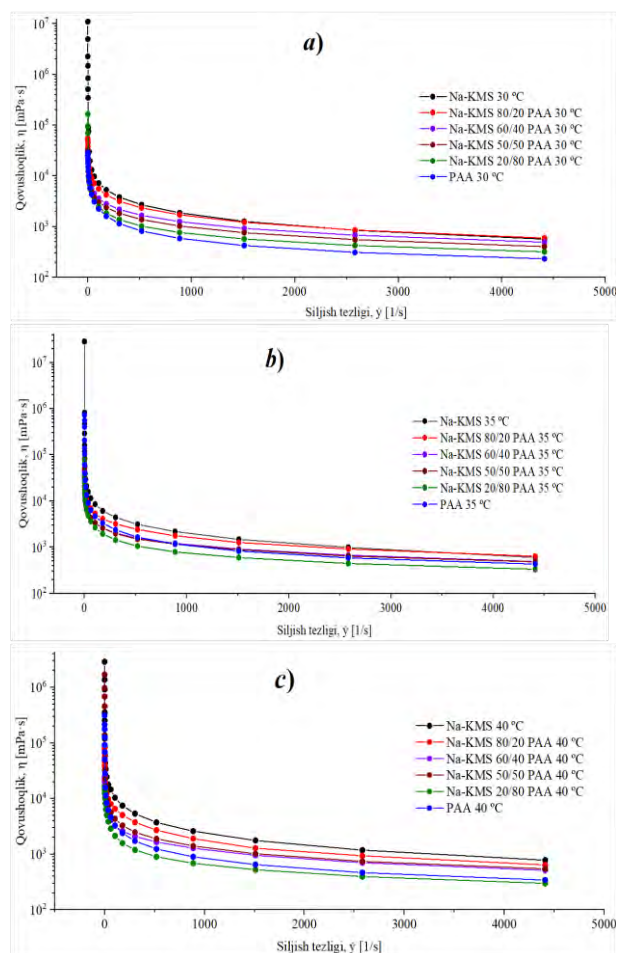


2 – rasm. Poliakrilamid polimeri a) elementar zvenosining sxematik ko'rinishi; b) elementar zvenosining 3D sxemasi; c) kukun ko'rinishi.

PAA qattiq, oq – sariqsimon rangga ega bo'lgan hidsiz modda bo'lib, uning nisbiy molekulyar massasi $10^4 - 10^7$ (olinish usuliga qarab) tartibida bo'ladi [6]. PAAning zichligi xona temperaturasi atrofida ($22 - 24^\circ\text{C}$) $1,302 \text{ g/cm}^3$ ga teng. Shishalanish temperaturasi 190°C atrofida, suv, formamid, sirka, formik kislotalar, dimetil sulfoksid, shuningdek ba'zi suvli – organik aralashmalarda yaxshi, dimetilformamid, etilen glikol va glitserolda kam miqdorda eriydi. PAA yumshoq gel hosil qiluvchi gidrogel va polielektrolit polimer hisoblanadi [8, 10].

Suyuq materiallarning qovushoq–oquvchanlik xususiyatlarini aniqlash makromolekulalarning tashqi ta'sir ostida orientatsiyalanishi [13–18], o'zaro ta'sirlashuvi [19] va relaksatsion [20] jarayonlarini tahlil qilish imkonini beradi. Shu maqsadda, Na–KMS va PAA polimerining distillangan suvdagi 8% konsentratsiyali eritmasi tayyorlandi, hamda ularni turli nisbatdagi aralashmalaridan quyuq (gel) ko'rinishdagi IPK namunalari olindi va reologik ko'rsatkichlari aniqlandi. Konsentratsiyani tanlashda qurilmaning aniqlik chegarasi hisobga olindi, sababi qurilmaning sezgirlik cherasi biz uchun muhim [16–23].

Natija va muhokamalar. IPK namunalarning asosiy reologik kattaliklari – qovushoqlik, elastik deformatsiya va ularga bog'liq parametrlarning siljish tezligiga bog'liqligi 30°C , 35°C va 40°C temperaturalar oralig'ida tizimli ravishda tadqiq etildi. Tadqiqot ob'ekti sifatida olingan Na–KMS va PAA polimer eritmalari hamda ularning 80:20, 60:40 va 50:50 nisbatlardagi aralashmalari tanlanib, namunalar qovushoqligining siljish tezligiga bog'liqligi turli tarkibiy nisbatlar (3–rasm) va temperaturalarda (4–rasm) aniqlandi.

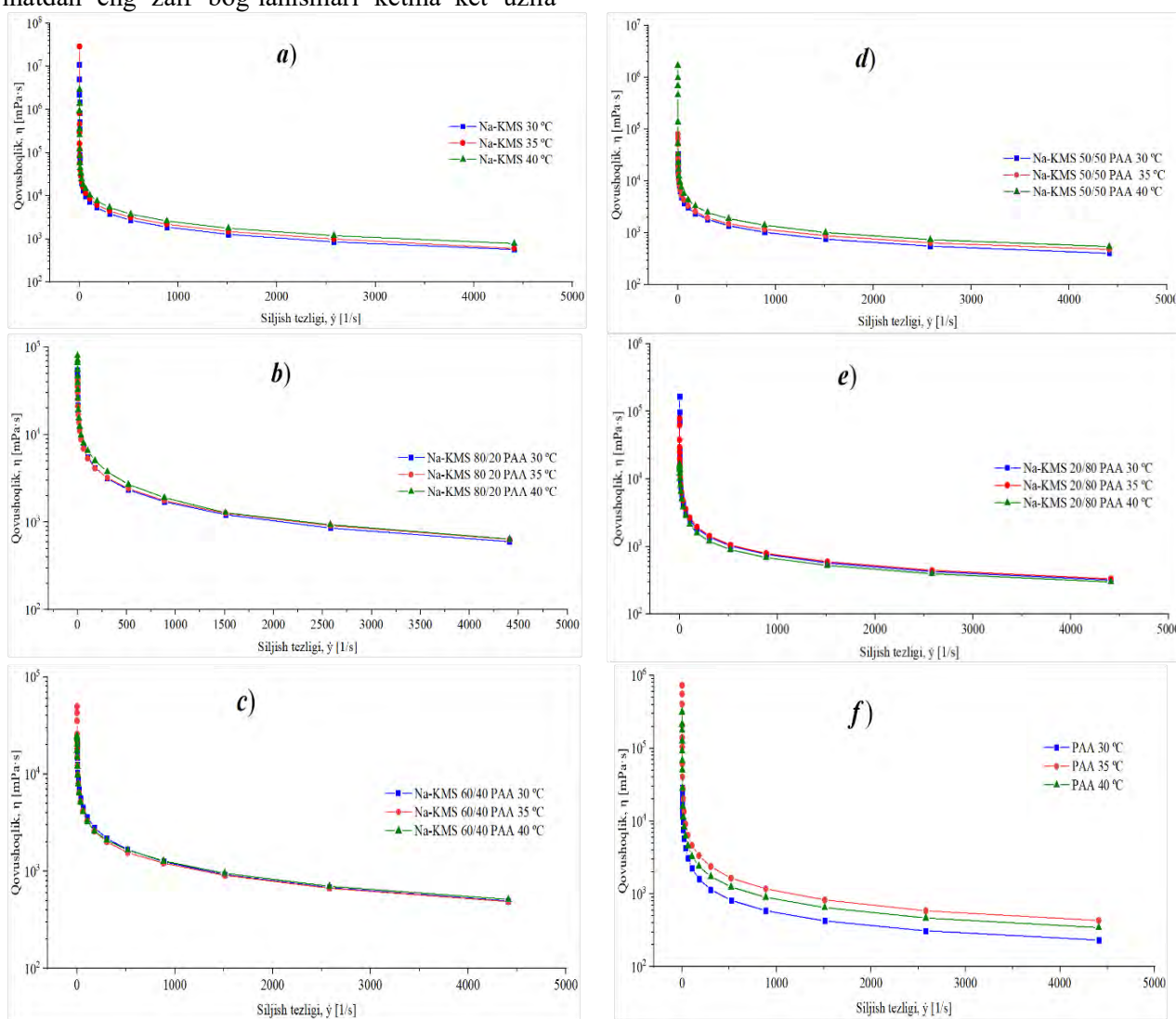


3–rasm. Na–KMS va PAA asosida olingan IPKlari qovushoqligining turli haroratda siljish tezligiga bog'liq o'zgarishi.

Natijalardan ko‘rinadiki, barcha namunalar uchun siljish tezligi ortishi bilan qovushoqlikning bir xil qonuniyat bilan kamayib borishi kuzatiladi, bu esa ushbu tizimlarning no–nyuton suyuqlik ekanligini ko‘rsatadi. Past siljish tezliklarida yuqori qovushoqlik xususiyatlari saqlanib qoldi, bu eritmalarda makromolekulalararo o‘zaro ta’sirlar bilan bog‘liq. Xususan, Na–KMS tarkibidagi –COO⁻ va –OH funksional guruhlar hamda PAA zanjiridagi –CONH₂ – guruhlar o‘rtasida vodorod bog‘lari va ion–dipol xarakterdagi o‘zaro ta’sirlar shakllanib, fazaviy jihatdan yaxshi shakllangan, mexanik jihatdan turg‘un bo‘lgan IPK tarmog‘ini hosil qiladi. Ushbu bog‘lanishlar past siljish tezligida oqimga qarshilik ko‘rsatib, namunada yuqori qovushoqlik qiymatlarining namoyon bo‘lishiga olib keladi (3–rasm (a–c)). Siljish tezligi ortishi bilan mazkur IPK tarmoqlarning energetik jihatdan eng zaif bog‘lanishlari ketma–ket uzila

boshlaydi, makromolekulyar zanjirlar oqim yo‘nalishi bo‘ylab qisman orientatsiyalanadi va namunaning qovushoqligi pasayadi. Bu jarayon deformatsiya tezligini relaksatsiya vaqtiga nisbatan ustun bo‘lishini ko‘rsatadi. Temperatura ortishi bilan barcha namunalarda qovushoqlikning pasaygan.

Bunday pasayishni makromolekulalarning termik harakati kuchayishi bilan izohlash mumkin (4 – rasm (a–f)). Temperatura oshishi vodorod bog‘larining barqarorligini pasaytiradi, vodorod va ion–dipol bog‘lanishlarning energiyasini yengishni osonlashtiradi hamda zanjir segmentlarining harakatchanligini oshiradi. Natijada, IPK makromolekulalarining o‘zaro bog‘lanish energiyasi susayib, oqish uchun talab etiladigan minimal tashqi mexanik energiya (E_a) miqdori kamayadi.



4–rasm. Turli tarkibga ega bo‘lgan namunalarning qovushoqligini siljish tezligiga ortishi bilan o‘zgarishi.

Tarkibiy nisbatlar o‘zgarishidagi natijalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, Na–KMS:PAA 60:40 tarkibli namuna temperatura o‘zgarishlariga

nisbatan eng past sezgirlikka ega (4–rasm, (c)). Bu namunada 3 xil temperaturada, qovushoqlikni siljish tezligiga bog‘liqlik grafiklari deyarli ustma –

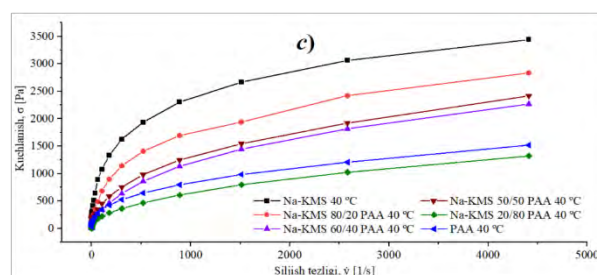
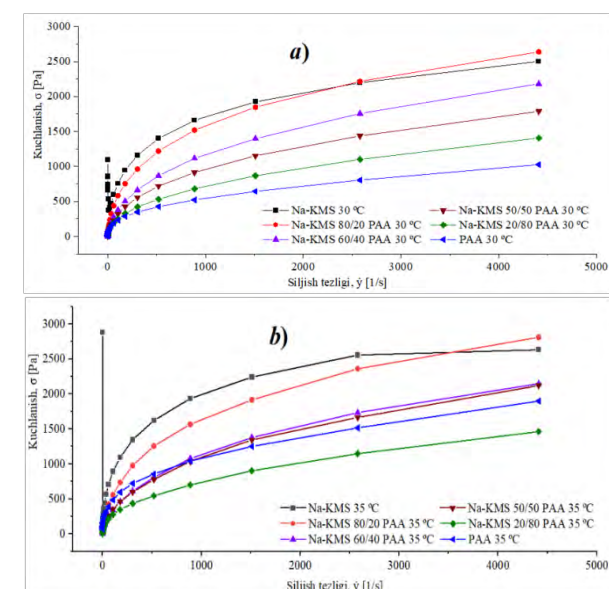
ust tushgan. Na–KMS:PAA 60:40 namunada ionlashgan amid ($-\text{COO}^-$) guruhlarining o'zaro muvozanatli taqsimlanishi hisobiga komponentalarning o'zaro bog'lanishlar optimal zichlikka ega bo'lib, termik buzilishlarga nisbatan barqaror struktura hosil bo'lgan va bu struktura temperatura o'zgarganda ham saqlanadi. Ushbu holat Na–KMS:PAA 60:40 namunasida makromolekulalararo ta'sirlashish energiyasi bilan termik energiya o'rtasida nisbatan muvozanat mavjud ekanligini ko'rsatadi. PAA eritmasining qovushoqligining nisbatan past bo'lishi uning molekulyar zanjirlari chiziqli komformatsion tuzilishga yaqinligi, distillangan suvda eritilganda radikal yondosh guruhlar hosil bo'lmasligi va zanjirlararo o'zaro ta'sirlarning kuchsizligi bilan bog'liq. Na–KMS qo'shilishi natijasida esa yondosh funksional guruhlari o'rtasida hosil bo'ladigan vodorod bog'lari va elektrostatik ta'sirlar hisobiga tizimda fazoviy struktura shakllanadi. Ushbu struktura 30–40°C temperatura oralig'ida saqlanib qolishi mumkin bo'lgan energetik barqarorlikka ega bo'lib, tarkibiy nisbatni o'zgartirish orqali interpolimer komplekslarning temperaturaviy sezgirligini boshqarish mumkin. Tarkibiy nisbatlarning reologik xususiyatlarga ta'siri aniqlangach, keyingi bosqichda har bir namuna uchun qovushoqlikning siljish tezligiga bog'liqligida temperaturaning roli batafsil tahlil o'rganildi (4–rasm (a–f)).

Reologik tahlil natijalari Na–KMS va PAA polimerlari asosida olingan IPK tizimlarning oqim jarayonida xususiyatlarini ularning makromolekulyar tuzilishi, tarkibiy nisbatlari hamda temperaturaga bog'liq ekanligini ko'rsatadi (4–rasm a–f). PAA polimerining amid yondosh funksional guruhi distillangan suvda ionlashmaydi, ammo tarkibidagi azot atomlari kuchli elektromanfiylik hususiyati tufayli o'ziga bog'langan vodorod atomlari elektronini o'ziga kuchli tortib dipol hosil qiladi. Bu dipol suvda erigan Na–KMS tarkibidagi karboksil guruhi tarkibidagi kislarod bilan vodorod bog'lanish hosil qiladi. Deformatsiya ta'sirida oqim yo'nalishi bo'ylab tartiblangan makromolekulalar qovushoqlik xususiyati kamayadi. Vodorod bog'lanishlar kuchli energiya bilan bog'lanmasligi sababli (vodorod bog' uchun 5–40 kJ/mol, kovolent bog' uchun esa 150–1000 kJ/mol) yuqori siljish tezligida uzulib oqimga qarshilik qilmaydi va makromolekulalar tashqi ta'sirga ergashib harakatlana boshlaydi. Reologik tajribalar Na–KMS va PAA asosidagi IPK tizimlarda qovushoqlikning siljish tezligi va temperatura o'zgarishiga sezgir ekanligini yana bir bor tasdiqlaydi. Bunday xossa IPKlarning noyob xossalariidan deyish mumkin. Grafiklarda kuzatilgan farqlar siljish tezligi bir xil

bo'lgan holda ham, tarkibiy nisbat va temperatura ta'sirida strukturaviy holatning turlicha shakllangan (4–rasm). IPK tizimlarida qovushoqlikning siljish tezligi va temperaturaga bog'liqligi alohida–alohida omillar emas, balki bir biriga ta'sir qiluvchi yaxlit tizim ekanligini ko'ramiz. IPK tarkibiy nisbatlarining o'zgarishi ushbu tizimning qaysi ko'rinishi ustun bo'lishini belgilaydi. Tarkibiy nisbati muvozanatga yaqin bo'lgan IPK tizimlarida makromolekulyar bog'lanishlarning energetik barqarorligi 30–40°C oralig'ida o'zgarmaydi, qovushoqlikning temperaturaga sezgirligi past bo'ladi. Aksincha, tarkibda bitta polimer komponentasi ustun bo'lgan tizimlari turg'unligi temperaturaga kuchli bog'liq bo'lib, oqim mexanizmi kichik temperatura o'zgarishlar ta'sirida ham keskin o'zgaradi.

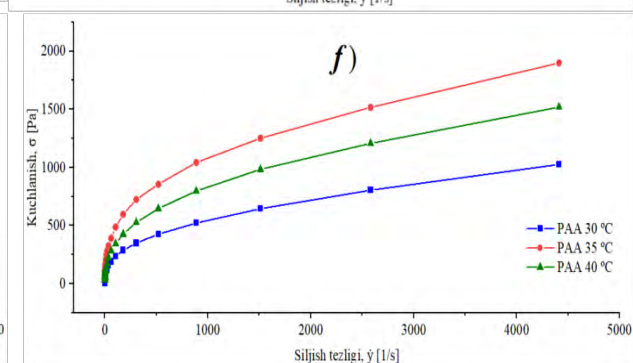
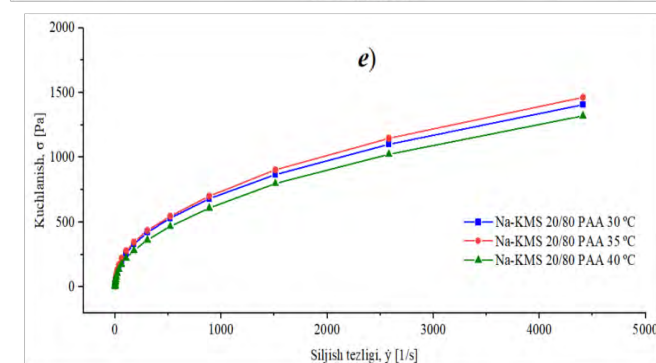
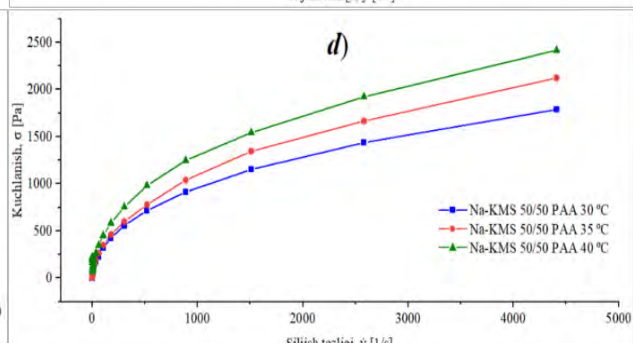
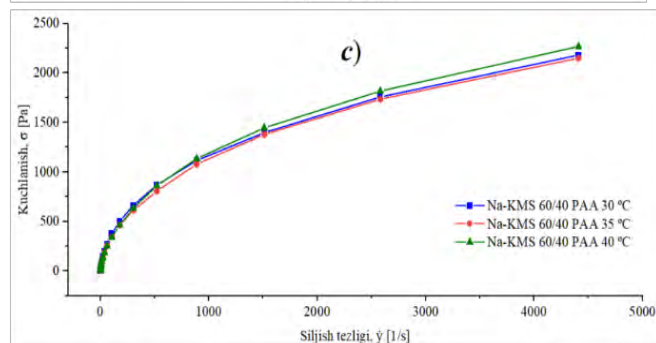
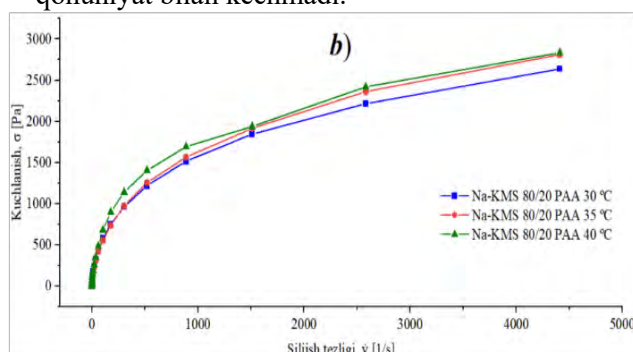
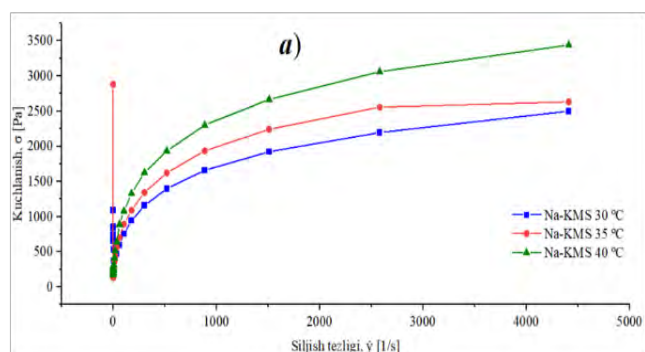
Polimer eritmalarining reologik xususiyatlari nafaqat qovushoqlik (η), balki siljish jarayonida namuna butun hajmida hosil bo'ladigan yuklanish (σ) bilan ham tavsiflanadi. Reometrda parallel plastinkalar geometriyasi asosida olib borilgan tajribalar siljish tezligi oshishi bilan namuna ichida yuzaga keladigan kuchlanishning aniq miqdoriy bahosini olish imkonini berdi. Oldingi qismda qovushoqlikning siljish tezligi va temperaturaga bog'liqligi reologik modellar yordamida tahlil qilingan bo'lsa, mazkur bosqichda kuchlanishning siljish tezligi o'zgarishiga qarab o'zgarishini IPKlarining tuzilmasi va molekulyar o'zaro ta'sirlarining o'zgarishiga bog'lab ko'rib chiqildi. Chunki namuna ichida hosil bo'lgan kuchlanish polimer zanjirlarining deformatsiyaga qarshilik ko'rsatish darajasini va ularning o'zaro bog'lanishlarining turg'unligiga to'g'ridan to'g'ri bog'liq.

Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki (5–rasm), oqim vaqtida IPKlarda namunalarda hosil bo'ladigan kuchlanish Na–KMS va PAA zanjirlari o'rtasidagi elektrostatik va vodorod bog'lanishlarining konsentratsiyasi va bog'lanish energiyasiga bog'liq. Bog'lanishlar konsentratsiyasi oshishi bilan siljish jarayonida zanjirlarning nisbiy harakatiga qarshilik kuchayadi va natijada kuchlanish qiymati ortishi tabiiy. Bundan tashqari, kuchlanishning temperaturaga bog'liqligi (6–rasm) polimer zanjirlarining termik harakatchanligi bilan belgilanib, temperatura oshishi bilan molekulyar harakat erkinligi ortadi, zanjirlararo bog'lanishlar qisman zaiflashadi va bu holat bir xil siljish tezligida eritma ichida hosil bo'ladigan kuchlanishning kamayishiga olib keladi. Ushbu natijalar interpolimer komplekslarning non–nyuton harakatini ko'rsatadi hamda qovushoqlik orqali olingan xulosalar bilan mutlaqo mos keladi.



5–rasm. Turli temperaturalardagi, oqim davomida gelsimon namunada hosil bo‘lgan kuchlanishning siljish tezligiga bog‘liqligi.

Na–KMS, PAA va ularning turli nisbatdagi IPKlari uchun siljish kuchlanishining siljish tezligiga bog‘liqligi barcha temperaturalarda bir xil qonuniyatini namoyon etdi: siljish tezligi ortishi bilan kuchlanish ortadi, biroq bu ortish chiziqli qonuniyat bilan kechmadi.



6–rasm. Turli tarkibga ega bo‘lgan namunalar oqish jarayonida hosil bo‘lgan yuklanishning siljish tezligiga bog‘liqligi

Natijalarga ko‘ra, ayniqsa Na–KMS va Na–KMS ulushi yuqori bo‘lgan komplekslarda bir xil siljish tezligida taqqoslangan kuchlanish qiymatlari sof PAA eritmasiga nisbatan bir necha baravar yuqori. Bu holat Na–KMS makromolekulalarining barqarorligi va distillangan suvda eriganda ion

xarakterga ega bo‘lishi, shuningdek PAA bilan vorod bog‘lanishlari hosil qilishi natijasida deformatsiyaga qarshilik kuchayadi. Tarkibiy nisbatlari 80:20 va 60:40 bo‘lgan namunalar uchun kuchlanish qiymatlarining yuqoriroq bo‘lishi, bu tarkiblarda zanjirlararo bog‘lanishlar

konsentrasiyasi va turg'unligi yuqori ekanligini bildiradi. Aksincha, 20:80 nisbatda kuchlanishning pasayishi PAA ulushi yuqori bo'lgan namunalarda bog'larning nisbatan kuchsizroq ekanligini ko'rsatadi.

Xulosalar. Na–KMS va PAA asosida olingan interpolimer komplekslarning reologik xossalari siljish tezligi, temperatura va tarkibiy nisbatga bog'liq holda o'rganildi. Barcha namunalarda siljish tezligi ortishi bilan qovushoqlik kamaydi, bu esa tizimlarning no–nyuton, psevdoplastik oqim xususiyatiga ega ekanligini ko'rsatadi. Ushbu holatni Na–KMS tarkibidagi $-\text{COO}^-$, $-\text{OH}$ guruhlari hamda PAA zanjiridagi $-\text{CONH}_2$

guruhlari o'rtasida vodorod bog'lari va ion–dipol o'zaro ta'sirlar shakllanishi bilan izohlash mumkin. Temperatura 30–40 °C oralig'ida oshganda qovushoqlik va siljish yuklanishi kamaydi. Bu makromolekulyar zanjirlarning harakatchanligi ortishi va zanjirlararo bog'lanishlarning qisman zaiflashishi bilan bog'liq. Olingan natijalar Na–KMS/PAA interpolimer komplekslarining qovushoq–oquvchanlik xossalari tarkibiy nisbat orqali boshqarish mumkinligini ko'rsatadi. Ayniqsa, 60/40 nisbatdagi kompleks nisbatan barqaror strukturaga ega bo'lib, gel va funksional polimer kompozitsiyalar yaratish uchun istiqbolli material sifatida baholanishi mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Shimabukuro A.K.G., Aqualon sodium carboxymethylcellulose physical and chemical properties, Hercules incorporated, Book, 1999, pp. 10-32.
2. Rashid S., and Dutta H., Physicochemical characterization of carboxymethyl cellulose from differently sized rice husks and application as cake additive, LWT – Food science and technology, 154, 112630, 2022, pp. 1-9, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112630>.
3. Байбурдов Т.А. Шиповская А.Б., Синтез, химические и физико–химические свойства полимеров акриламида: учебное пособие для бакалавров Института химии, Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, 2014, 67-80 с.
4. Puhlinger M., Ch. Paulik, and K. Bretterbauer, Synthesis and characterization of polyacrylamide-based biomimetic underwater adhesives, Monatshefte für chemie – chemical monthly, 154, 2023, pp. 503–513, <https://doi.org/10.1007/s00706–023–03057–4>.
5. Wagner P., Rozanska S., Warmbier E., Frankiewicz A., and Rozanski J., Rheological properties of sodium carboxymethylcellulose solutions in dihydroxy alcohol/water mixtures, Materials, 16, 2023, pp. 418-431, <https://doi.org/10.3390/ma16010418>.
6. Wustenberg T., Sodium carboxymethylcellulose, Cellulose and cellulose derivatives in the food industry: fundamentals and applications, First edition, Book, Chapter 10, Wiley–VCH, 2015, pp. 387-477 <https://doi.org/10.1002/9783527682935.ch10>.
7. Behra J.S., Mattsson J., Cayre O.J., Robles E.S.J., Tang H., and Hunter T.N., Characterization of sodium carboxymethyl cellulose (Na–CMC) Aqueous solutions to support complex product formulation – a rheology and light scattering study, ACS Applied polymer materials, 1(3), 2019, pp. 344–358, <https://doi.org/10.1021/acsapm.8b00110>.
8. Cheraghian G., Synthesis and properties of polyacrylamide by nanoparticles, effect nanoclay on stability polyacrylamide solution, Micro & nano letters, Vol.12, 1, 2017, pp. 40–44, <https://doi.org/10.1049/mnl.2016.0419>.
9. Wanga Y., Niana G., Kima J., and Suo Z., Polyacrylamide hydrogels, VI. Synthesis–property relation, Journal of the mechanics and physics of solids, 170, 105099, 2023, pp. 1-18, <https://doi.org/10.1016/j.jmps.2022.105099>.
10. Noora M.H.M., Ngadia N., Inuwab I.M., Opotuc L.A., and Nawawi M.G.M., Synthesis and application of polyacrylamide grafted magnetic cellulose flocculant for palm oil wastewater treatment, Journal of environmental chemical engineering, Vol.8 (4), 2020, pp. 1-32, <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104014>.
11. Xolmuminov A.A., Polimerlar fizikasi, o'quv qo'llanma, Toshkent, Universitet, 2015-yil.
12. Abuissa H.M., Elsupikhe R.F., and Alfazani T.S., Rate constants and rheological properties of the ultrasonic degradation of carboxymethyl cellulose, Scientific journal for the faculty of science, Sirte university, Vol.1, No.1, 2021, pp. 32–38, <https://doi.org/10.37375/sjfsu.v1i1.114>.
13. Nagasawa K., Suzuki T., Seto R., Okada M., and Yue Y., Mixing sauces: A viscosity blending model for shear thinning fluids, ACM Trans. Vol. 38, No. 4, Article 95, 2019, pp. 1-17, <https://doi.org/10.1145/3306346.3322947>.
14. Hou Z., Jiang E., Chen Y., Wang H., Feng J., and Tao X., A novel prediction model of the drag coefficient of irregular particles in power-law fluids, Processes, 11, 2023, pp. 3213-3224, <https://doi.org/10.3390/pr11113213>.
15. Sangroniz L., Fernandez M., and Santamaria A., Polymers, and rheology: A tale of give and take, Polymer, 271, 2023, pp. 125811-125821, <https://doi.org/10.1016/j.polymer.2023.125811>.
16. Schippers Ch., On applicability of the relaxation spectrum of fractional Maxwell model to description of unimodal relaxation spectra of polymers, Polymers, 15, 2023, pp. 3552-3563, <https://doi.org/10.3390/polym15173552>.
17. Schippers Ch., Tsarkova L. A., Bahners Th., Gutmann J. S., and Cleve E., Improved Maxwell model approach and its applicability toward lifetime prediction of biobased viscoelastic fibers, Macromol. Mater. Eng., 306, 2021, pp. 2100443-2100454, <https://doi.org/10.1002/mame.202100443>.
18. Munstedt H., Rheological measurements and structural analysis of polymeric materials, Polymers, 13, 2021, pp. 1123-1143, <https://doi.org/10.3390/polym13071123>.
19. Tafuro G., Costantini A., Baratto G., Francescato S., Busata L., and Semenzato A., Characterization of polysaccharidic associations for cosmetic use: Rheology and texture analysis, Cosmetics, 8, 62, 2021, pp. 1–17, <https://doi.org/10.3390/cosmetics8030062>.
20. Markov O., Gerasimenko O., Aliieva L., and Shapoval A., Development of the metal rheology model of high–temperature deformation for modeling by finite element method, Physics and engineering, 2, 2019, pp. 52–60, <https://doi.org/10.21303/2461–4262.2019.00877>.
21. Spasic A.M., Interface science and technology, Chapter 4, Rheology–constitutive models of liquids, Vol.22, 2018, pp. 51–73, <https://doi.org/10.1016/B978–0–12–813836–6.00004–0>.
22. Carreau P.J., Kee D.C.R.D., and Chhabra R.P., Rheology of polymeric systems: principles and applications, 2nd edition, Book, Hanser publishers, 2021, pp. 1-15, <https://doi.org/10.3139/9781569907238>.
23. Kol R., Somer T.D., D'hooge D.R., Knappich F., Ragaert K., Achilias D.S., and Meester S.D., State-of-the-art quantification of polymer solution viscosity for plastic waste recycling, Chem. Sus. Chem., 14, 2021, pp. 4071–4102, <https://doi.org/10.1002/cssc.202100876>.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокomпозитов

- Негматов С.С., Абед Н.С., Талипов Н.Х., Салимова С.А., Панжиев О.Х., Икрамова М.Э.** Исследование физико-химико-механических и технологических свойств выбранных минеральных ингредиентов их совместимость с водорастворимым полимером и структурирование в системе цемент-микрокремнезем и разработка эффективных составов композиционных тампонажных материалов на их основе..... 3
- Касимова М.Н., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Бабаджанова М.А., Лапасова Ф.А.** Исследование свойств композиционных красителей на основе солей поливалентных металлов, применяемых для крашения природных волокон и тканей на их основе 9
- Негматов С.С., Хурсанов А.Х., Негматов Ж.Н., Абед Н.С., Икрамова М.Э., Рахимов Х.Ю., Курбонов У.М., Бозоров Д.** Разработка инновационной технологии получения композиционных химических флотореагентов – вспенивателей на основе органоминеральных ингредиентов с использованием местного сырья и отходов производств для извлечения цветных, редких и благородных металлов из пульпы медно-молибденовой руды 13
- Mengliyeva A.N., Kamalova D.I., Sultonov S.O’.** Polimer kompozit materiallar tuzilishining mexanik xossalarga asosiy ta’siri 15
- Inog’omov S.Y., Asrorov U.A.** Natriy-karboksimetiltellyuloza va poliakrilamid asosida olingan interpolimer kompleksini reologik xossalari o’rganish 19
- Bobonazarova S.H.** 2-xlor-n-tolilatsetamidlarining 8-oksixinolin alkaloidi bilan nukleofil almashinish reaksiyalari 25
- Амонова М.М., Рашитова Ш.Ш.** Термик фаоллаштирилган сапропель асосидаги сорбентларининг физик-кимёвий ва адсорбцион хусусиятлари 27
- Mamirov A.M., Olimov L.O.** Tarkibiga ishqoriy metall atomlari kiritilgan granullangan kremniy kompozit nanozarralari mikrotuzilmasi va morfologiyasi 30
- Сидрасулиева Г.Б., Айтмуратова А.Е., Муяссарова Р.И., Есиркепова В. К., Нурымбетова М.Т., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И.** Синтез и фотокаталитические свойства нанокomпозита O-g-C₃N₅/ZnO 33
- Негматов Ж.Н., Хурсанов А.Х., Негматов С.С., Бозоров Д., Курбонов У.М., Негматова К.С., Абед Н.С., Рахимов Х.Ю., Эрнийёзов Н.Б., Бозоров А.Н.** Композиционные химические флотореагент-вспениватель для извлечения цветных и благородных металлов в процессе флотации из пульпы медно-молибденовых руд 36
- Каримова Г.Ш., Гафуров Д.Н., Бозорова Н.Х.** Нанокomпозиты, полученные на основе полимеров и слоистых силикатов 39

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

- Абед Н.С., Негматов С.С., Бухаров С.Н., Сергиенко В.П., Косимов Ш.Б., Туляганова В.С., Бозоров А.Н., Шамсиева С.С., Эшкobilов О.Х., Джабаров Б.Т.** Исследование трибозлектрических процессов в полимерных покрытиях при взаимодействии с хлопком-сырцом 42
- Косимов Ш.Б., Абед Н.С., Негматов Ж.Н.** Исследование работоспособности и долговечности созданных деталей рабочих органов хлопкоперерабатывающих машин и механизмов из антифрикционных и антифрикционно-износостойких полипропиленовых композиционных материалов.. 45
- Хаминов Б.Т.** Ультрадисперс титан карбид билан модификацияланган вольфрам карбид кобальтти қаттиқ қотишма бармоқларини руда майдалаш цехларида эксплуатацион шароитда апробациядан ўтказиш 47
- Tursunbayev S.A., To’raxo’jaeva A.N. Rizayeva N.M., Mahmudov F.M., Nurdinov Z.B.** Alyuminiy qotishmalarining suyuqoquvchanliligiga titan elementining ta’siri 49
- Ахмеджанов Ю.А., Махмудова Н.Х.** Определяющие соотношения процесса вспучивания композиционных материалов 51